



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DETERMINACIÓN DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

Alumno: Juan Fernández Herguedas

Tutor: Prof. D. Alfonso Rodríguez Quesada
Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Septiembre, 2016

INDICE GENERAL

1	Resumen	8
2	Introducción y objetivos.....	9
3	Eficiencia energética.....	13
4	Estado del arte.....	22
5	Descripción y características de la vivienda unifamiliar.	35
6	Cálculos.	48
7	Calificación energética de la vivienda unifamiliar.	66
8	Conclusiones.....	80
9	Referencias bibliográficas.....	82
10	Anexos.	84

INDICE ESPECÍFICO

1	Resumen	8
2	Introducción y objetivos.....	9
2.1	Introducción.	9
2.2	Objetivos.	10
2.3	Conceptos previos.	11
2.3.1	Conductividad térmica.	11
2.3.2	Resistencia térmica.....	11
2.3.3	Transmitancia térmica.....	11
2.3.4	Envolvente térmica.	12
2.3.5	Cerramiento.	12
2.3.6	Permeabilidad al aire.	12
2.3.7	Carga térmica.	12
2.3.8	Carga latente.	12
2.3.9	Carga sensible.	12
2.3.10	Temperatura de consigna.	12
3	Eficiencia energética.....	13
3.1	Antecedentes.	13
3.2	Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)	14
3.2.1	Exigencia básica HE 1: Limitación de la demanda energética.	14
3.2.2	Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.	14
3.2.3	Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.	14
3.2.4	Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.	14
3.2.5	Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica de energía eléctrica.....	14
3.3	Eficiencia energética en un edificio.....	15

3.4	Calificación de la eficiencia energética.	15
3.4.1	Clases de certificado y edificios de obligada calificación.	16
3.4.2	Edificios exentos de la calificación energética.	16
3.4.3	Indicadores de eficiencia energética.	17
3.4.4	Condiciones normales de funcionamiento y ocupación.	18
3.4.5	Escala de calificación para viviendas.	18
3.5	Modelo de etiqueta de eficiencia energética.	20
4	Estado del arte.	22
4.1	Calificación de eficiencia energética en el parque edificatorio español.	22
4.2	Calificación y certificados energéticos en los países europeos.	29
4.2.1	Calificación y certificación energética en Alemania.	29
4.2.2	Calificación y certificación energética en Francia.	31
4.2.3	Calificación y certificación energética en el Reino Unido.	32
4.3	Calificación y certificado energético en Estados Unidos.	34
5	Descripción y características de la vivienda unifamiliar.	35
5.1	Ubicación.	35
5.2	Referencia catastral.	36
5.3	Zona climática.	36
5.4	Descripción de la vivienda.	37
5.5	Características de las secciones que componen la envolvente térmica, particiones interiores, forjados y carpintería exterior.	40
5.5.1	Fachada.	40
5.5.2	Medianera.	41
5.5.3	Cubierta inclinada.	42
5.5.4	Cimentación.	43
5.5.5	Forjado interior.	45
5.5.6	Tabiques interiores.	46
5.5.7	Carpintería exterior.	46

6	Cálculos.	48
6.1	Cálculo de las cargas térmicas de calefacción y refrigeración.	48
6.2	Cálculo de la demanda necesaria para el sistema de agua caliente sanitaria (ACS).	50
6.3	Dimensionado del sistema de calefacción.	52
6.4	Dimensionado del sistema de refrigeración.	54
6.5	Introducción de la vivienda y sus sistemas en la <i>Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC)</i> .	55
7	Calificación energética de la vivienda unifamiliar.	66
7.1	Verificación HE-1	66
7.2	Calificación energética obtenida.	66
7.3	Calificación energética de la vivienda en emisiones.	67
7.4	Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable.	68
7.5	Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración.	69
7.6	Opción de mejora 1.	70
7.6.1	Calificación energética de la vivienda en emisiones con la opción de mejora 1.	71
7.6.2	Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable con la opción de mejora 1.	72
7.6.3	Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración.	73
7.7	Opción de mejora 2.	73
7.7.1	Calificación energética de la vivienda en emisiones con la opción de mejora 2.	75
7.7.2	Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable con la opción de mejora 1.	75
7.8	Estudio económico de la introducción de mejoras.	76
8	Conclusiones	80

9	Referencias bibliográficas.....	82
10	Anexos.	84

1 RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado consiste en la determinación de la calificación energética de una vivienda unifamiliar de nueva construcción situada en el municipio de Torreperogil (Jaén).

En primer lugar, se ha hecho una introducción de la calificación y eficiencia energética, así como de las normativas que las rigen tanto a nivel nacional como a nivel europeo, se han mostrado los distintos tipos de calificaciones energéticas que hay en diversos países y el estado actual de dichas calificaciones en España.

Después se han descrito las características de la vivienda, tanto su ubicación como sus características constructivas.

A continuación, se han calculado las cargas térmicas de refrigeración y de calefacción de las habitaciones que se han de climatizar y una vez conocidas dichas cargas térmicas se han dimensionado los sistemas de calefacción refrigeración y agua caliente sanitaria.

Posteriormente se han introducido todas las características de la vivienda y todas sus instalaciones térmicas en la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) y se ha obtenido su calificación energética.

Por último, se han propuesto dos opciones de mejora de dicha calificación energética, para después poder desarrollar un estudio económico comparando ambas opciones y ver si es viable adoptar alguna de ellas.

2 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

2.1 Introducción.

Es necesario que la eficiencia energética se fomente mediante la aplicación de políticas para el cumplimiento de lo establecido en el Protocolo de Kioto. Tanto los buenos hábitos como el uso de la avanzada tecnología disponible, permiten un descenso del consumo de energía, mejorando así la calidad de vida y la competitividad entre las empresas.

Por otro lado, la gestión de la demanda de energía es un instrumento importante que permite a la Unión Europea desempeñar una influencia en el mercado mundial de la energía y en la seguridad de abastecimiento a medio y largo plazo.

El Consejo Europeo de marzo de 2007 puso de relieve la necesidad de aumentar la eficiencia energética en la Unión Europea para alcanzar el objetivo de reducir su consumo energético en un 20 % para 2020. Además, la Decisión nº 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, sobre el esfuerzo de los Estados Miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020, establece objetivos nacionales vinculantes de reducción de las emisiones de CO₂, y la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, aboga por el fomento de la eficiencia energética en el contexto de un objetivo vinculante para la energía procedente de fuentes renovables que represente el 20% del consumo de energía total de la Unión para 2020.^[1]

Las medidas que se lleven a cabo para mejorar la eficiencia energética de los edificios tienen que tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales, además del entorno ambiental interior y la rentabilidad de coste-eficacia. Además, estas medidas no deben perjudicar a otros requerimientos adoptables a los edificios, como la accesibilidad, la seguridad y el uso previsto del edificio.

La eficiencia energética debe incluir, además de las características térmicas, otros factores que cada vez son más importante, como las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, la energía que procede de fuentes renovables, elementos pasivos de refrigeración y calefacción, sombreado, calidad del aire interior, una apropiada iluminación natural y un buen diseño del edificio. La metodología de cálculo de la eficiencia energética tiene que basarse además de en las temporadas en que es necesario el uso de calefacción o refrigeración, también en los resultados de eficiencia de un edificio durante un año entero. Es necesario que esta metodología tenga en cuenta las normas europeas actuales.

Los edificios tienen una incidencia en el consumo de energía a largo plazo. Dado el largo ciclo de renovación de los edificios existentes, los edificios nuevos y los edificios

existentes que son objeto de reformas importantes deben cumplir unos requisitos mínimos de eficiencia energética adaptados a las condiciones climáticas locales. Como en general no se aprovecha completamente el potencial que ofrece la utilización de fuentes de energía alternativas, debe considerarse el uso de tales fuentes en edificios nuevos y existentes, independientemente de su tamaño, de conformidad con el principio de asegurar en primer lugar una reducción de las necesidades de calefacción y refrigeración a unos niveles óptimos de rentabilidad. Al posible comprador o arrendatario de un edificio o de alguna unidad de un edificio se le debe dar, en el certificado de eficiencia energética, información correcta acerca de su eficiencia energética, así como consejos prácticos sobre cómo mejorarla. El certificado de eficiencia energética debe también informar del impacto real de la calefacción y la refrigeración en las necesidades de energía del edificio, de su consumo de energía primaria y de sus emisiones de dióxido de carbono. [1]

2.2 Objetivos.

El principal objetivo del presente Trabajo Fin de Grado es determinar la calificación energética de una vivienda unifamiliar de nueva construcción ubicada en Torreperogil (Jaén), así como determinar opciones para mejorar la calificación energética llevada a cabo. Para ello se ha utilizado la herramienta informática: “Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC)” siguiendo las directrices de la Nota informativa sobre Procedimiento para la Certificación de Eficiencia Energética, que desde el 14 de enero de 2016 dictamina que sólo serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la versión 20151113 (0.9.1431.1016) de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) o posterior. Igualmente, desde el 14 de enero de 2016, las verificaciones de CTE deberán realizarse con la versión 0.9.1431.1016 o posterior de la Herramienta Unificada. [2]

Los distintos objetivos secundarios son:

- Conocer de manera generalizada la normativa actual de certificación energética en los edificios españoles.
- Conocer cuál es el procedimiento a seguir para obtener la certificación energética de una vivienda de nueva construcción, conociendo asimismo el significado de dicho certificado.
- Concienciar de la necesidad de realizar una calificación energética a los edificios, para poder acometer medidas de mejora con el fin de conseguir una mejor eficiencia energética y consecuentemente un ahorro económico y una menor contaminación medioambiental.

2.3 Conceptos previos.

2.3.1 Conductividad térmica.

Se define conductividad térmica (λ) a la propiedad física de los materiales que mide su capacidad de conducir calor. La unidad en la que se mide en el Sistema Internacional es el W/(K·m). La conductividad térmica viene dada por:

$$\lambda = \frac{\dot{q}}{|\Delta T|} \quad (1)$$

donde:

$\dot{q}$, es el flujo de calor por unidad de área y de tiempo.

ΔT , es la variación de temperatura.

2.3.2 Resistencia térmica.

Se define resistencia térmica (R) de un material como la capacidad de dicho material a oponerse a un flujo de calor que lo atraviesa. La unidad en la que se mide en el Sistema Internacional es el m²·K/W. La resistencia térmica viene dada por:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (2)$$

donde:

e, es el espesor de la capa del material (m).

λ , es la conductividad térmica del material W/(K·m).

2.3.3 Transmitancia térmica.

Se define transmitancia térmica (U) como la cantidad de calor que atraviesa por unidad de tiempo y de superficie un sistema constructivo o un cerramiento en régimen estacionario. La unidad en la que se mide en el Sistema Internacional es el W/m²·K. La transmitancia térmica viene dada por:

$$U = \frac{1}{R_t} \quad (3)$$

donde:

R_t , es la resistencia térmica total, es decir, la suma de todas las resistencias térmicas del cerramiento (m²·K/W).

2.3.4 *Envolvente térmica.*

La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior. [1]

2.3.5 *Cerramiento.*

El cerramiento es el elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, puede ser otro edificio, aire o el suelo.

2.3.6 *Permeabilidad al aire.*

La permeabilidad al aire es una propiedad de las ventanas y de las puertas de permitir el paso de aire cuando están sometidas a una presión diferencial, caracterizándose por la capacidad del paso del aire en función de las diferencias de presiones, expresado en m^3/h .

2.3.7 *Carga térmica.*

Se define carga térmica a la cantidad de energía necesaria en un área determinada para conservar determinadas condiciones de temperatura y humedad.

2.3.8 *Carga latente.*

Se define carga latente a la energía que se requiere por una cantidad de sustancia para que pueda cambiar de fase, por lo que esta energía se invierte en el cambio de fase de la sustancia y no en aumentar su temperatura

2.3.9 *Carga sensible.*

Se define carga sensible a la energía que recibe una cantidad de sustancia y hace que aumente su temperatura sin que afecte esta energía a su estructura molecular ni por lo tanto a su estado.

2.3.10 *Temperatura de consigna.*

La temperatura de consigna es aquella que fija el límite de temperatura inferior, a partir de la cual empiezan a funcionar los sistemas de acondicionamiento del edificio mediante la aportación de energía.

3 EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Debido a que la reserva de los recursos naturales energéticos es cada vez menor y por tanto poseen un coste más elevado, es necesario conservar y utilizar bien estos recursos además de aplicar políticas de desarrollo sostenible. Por tanto, se hace necesario conseguir una mayor eficiencia energética que lleve a una reducción del consumo de recursos naturales, pero manteniendo a la vez el mismo nivel energético sin disminuir la calidad de vida.

La eficiencia energética no ha de aplicarse solo a la energía eléctrica, sino también a las demás fuentes de energía como gas, gasoil, etc. También es importante destacar que la eficiencia energética no consiste solo en tener las más modernas tecnológicas, sino en administrar y usar de manera eficaz los recursos energéticos. [3]

3.1 Antecedentes.

El Gobierno Español mediante el Real Decreto 47/2007, del 19 de enero, estableció un *“Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción”* adoptando así las obligaciones referentes a la certificación energética que se tomaron en la Directiva 2002/91/CE, del 16 de diciembre de 2002, en el Consejo Europeo. [4] [5].

Después, ocho años más tarde se modificó la anterior normativa por el Parlamento Europeo mediante la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, por lo que el Gobierno Español tuvo que introducir modificaciones en el Real Decreto 47/2007, por lo que en 2013 se aprobó 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. [6]

Este decreto ya introduce las directrices de la Directiva 2010/31/UE, además de introducir modificaciones basadas en las experiencias acopiadas desde la aplicación del anterior Real Decreto 47/2007.

Otro aspecto importante que establece el Real Decreto 235/2013, es la obligación de que los usuarios de los edificios o los compradores de estos, deben de poder disponer de un “Certificado de Eficiencia Energética” en el que se incluya una información objetiva, así como unos valores de referencia con unos requisitos mínimos de la eficiencia energética, para que los usuarios puedan comparar la citada eficiencia.

Por otro lado, los anteriores requisitos mínimos de eficiencia energética vienen detallados en el “Código Técnico de la Edificación” (CTE).

Por último, también es importante conocer que la Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006 sobre la eficiencia del uso final

de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo, en su artículo 4, establece un objetivo mínimo para un ahorro energético del 9% en el año 2016, además de que fijaba que los Estados miembros presentarán “Planes Nacionales de Acción para la Eficiencia Energética” en los que apareciesen las medidas adoptadas, para el 30 de abril de 2014 y seguidamente para cada tres años. [7]

3.2 Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

3.2.1 *Exigencia básica HE 1: Limitación de la demanda energética.*

Los edificios tienen que tener una envolvente con características que limiten de manera adecuada la demanda energética necesaria para que se alcance el bienestar térmico.

3.2.2 *Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.*

Los edificios tienen que tener unas instalaciones térmicas apropiadas para poder proporcionar el bienestar térmico.

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

Los edificios tienen que tener unas instalaciones lumínicas adecuadas a las necesidades que tengan los usuarios de dichos edificios, además de ser eficaces energéticamente tendrán que tener sistemas de regulación apropiados para poder optimizar el aprovechamiento de la luz natural. Para el caso de las viviendas unifamiliares bastará con la utilización de lámparas y sistemas de iluminación de bajo consumo.

3.2.4 *Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.*

Los edificios que vallan a tener agua caliente sanitaria o vallan a climatizar una piscina cubierta, deberán tener una parte de las necesidades energéticas cubiertas por sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar, adecuados a la situación geográfica del edificio, a la radiación que reciba y a la demanda de agua caliente que tenga.

3.2.5 *Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica de energía eléctrica.*

Los edificios que establezca el Código Técnico de la Edificación (CTE) tienen que incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar en eléctrica mediante el uso de procedimientos fotovoltaicos. El CTE establece esta exigencia para edificios de más de 5000 m² de superficie construida.

3.3 Eficiencia energética en un edificio.

Por todo lo mencionado anteriormente, es de obligada importancia en el diseño de edificios considerar factores de ahorro energético, como, por ejemplo, tratar de ubicar los ventanales mirando hacia el sur, ya que, de esta forma en los fríos días de invierno entraría más radiación solar y ayudaría a calentar los espacios interiores, otro factor importante sería que todos los cerramientos en contacto con el exterior estén bien aislados térmicamente para evitar en la medida de lo posible las fugas de calor, también ayudaría a un ahorro energético colocar paneles solares con la intención de disminuir la dependencia eléctrica.

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, establece la definición de la eficiencia energética de un edificio como *“el consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación.”* [6]

3.4 Calificación de la eficiencia energética.

En España la calificación de eficiencia energética de un edificio tiene una vigencia de diez años y según el Real Decreto 235/2013 tiene que ser expedida por un técnico competente en esta materia que será aquel que posea cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, según se dispone en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, siendo estos técnicos competentes, además de los arquitectos técnicos, arquitectos o aparejadores las personas que dispongan las siguientes titulaciones:

- Ingeniero Aeronáutico
- Ingeniero Agrónomo
- Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Ingeniero Industrial
- Ingeniero de Minas
- Ingeniero de Montes
- Ingeniero Naval y Oceánico
- Ingeniero de Telecomunicación

- Ingeniero Técnico Aeronáutico
- Ingeniero Técnico Agrícola
- Ingeniero Técnico Forestal
- Ingeniero Técnico Industrial
- Ingeniero Técnico de Minas
- Ingeniero Técnico Naval
- Ingeniero Técnico de Obras Públicas
- Ingeniero Técnico Telecomunicación
- Ingeniero Técnico Topógrafo

También se considera técnico competente al Ingeniero Químico, por estar homologada su titulación con la del Ingeniero Industrial Químico. [8]

3.4.1 Clases de certificado y edificios de obligada calificación.

Hay dos clases de certificados de eficiencia energética, para edificios existentes y para el proyecto de edificios de nueva construcción o edificios de nueva construcción terminados.

Los edificios de obligada calificación son:

- Edificios de nueva construcción desde el 15 de abril de 2013 (Entrada en vigor del Real Decreto 235/2013).
- Partes de edificios o edificios públicos ya existentes que estén habitualmente frecuentados por el público que tengan las siguientes condiciones:
 - Estén en régimen de alquiler y posean una superficie útil mayor de 250 m².
 - Posean una superficie útil mayor de 250 m².
- Partes de edificios o edificios que vayan a alquilarse o venderse a un nuevo propietario que no tenga un certificado en vigor.

3.4.2 Edificios exentos de la calificación energética.

Según el artículo 2 del 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, los edificios exentos de la calificación energética son:

- Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.
- Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- Edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.
- Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².
- Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.
- Edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25 por ciento de lo que resultaría de su utilización durante todo el año, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda. [6]

3.4.3 Indicadores de eficiencia energética.

La calificación energética se pone de manifiesto mediante varios indicadores que permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento energético del edificio, además de proporcionar información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer recomendaciones que mejoren dicho comportamiento.

Estos indicadores, se reflejan en base anual y están referidos a la unidad de superficie útil del edificio, se obtienen de la energía consumida por el edificio para satisfacer, en unas condiciones climáticas determinadas, las necesidades asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá la energía consumida en: calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente sanitaria y, en su caso, iluminación; a fin de mantener las condiciones de confort térmico y lumínico así como la calidad del aire interior. [9]

Los indicadores principales de eficiencia energética son:

- Las emisiones anuales de CO_{2e}, que son las emisiones equivalentes de CO₂ en el contexto de la calificación energética.
- El consumo anual de energía primaria no renovable.

Los indicadores principales anteriormente citados incluyen:

- La demanda energética anual de refrigeración.
- La demanda energética anual de calefacción.
- Las emisiones de CO_{2e} desagregadas por servicio, anuales.
- Las emisiones de CO_{2e} desagregadas por consumo eléctrico y por otros combustibles, también anuales.
- El consumo anual de energía primaria no renovable desagregada por servicios.

Los servicios que se tienen que considerar en los indicadores complementarios son los indicadores de calefacción, producción de agua caliente sanitaria, refrigeración y, en los edificios que tengan un uso distinto al uso residencial privado (vivienda), también se tendrá en cuenta el indicador de iluminación.

Las unidades que se usarán para expresar los citados indicadores tienen que ser:

- Para los valores de consumo o demanda, el kWh·m² de superficie útil del edificio.
- Para los valores de emisiones, el kg_{CO2e}·m² de superficie útil del edificio.

3.4.4 Condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

Para realizar el cálculo de la calificación de la eficiencia energética de un edificio, es necesario considerar las solicitudes exteriores y los perfiles de uso que vienen dispuestos en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), según los distintos usos que presenten los edificios.

Para el caso de los perfiles de uso se usarán los que vienen establecidos para cada caso en el Apéndice C de la Sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), pudiéndose usar para el uso terciario perfiles distintos a los normalizados siempre y cuando se reflejen y documenten perfectamente en un anexo.

Mientras que para el caso de las solicitudes exteriores se deben de usar los valores que vienen reflejados en los ficheros publicados por el Código Técnico.

3.4.5 Escala de calificación para viviendas.

Los edificios que tengan un uso residencial privado, es decir, de vivienda se tienen que clasificar para cada uno de los indicadores anteriormente citados, comprendiendo una escala de siete letras, empezando en la A (para el edificio más eficiente) y terminando en la letra G (para el edificio menos eficiente), tal como aparece en la Tabla 3.1

Calificación	Índice
A	C1 < 0,15
B	0,15 ≤ C1 < 0,50
C	0,50 ≤ C1 < 1,00
D	1,00 ≤ C1 < 1,75
E	1,75 ≤ C1
	C2 < 1,00
F	1,75 ≤ C1
	1,00 ≤ C2 < 1,50
G	1,75 ≤ C1
	1,50 ≤ C2

Tabla 3.1 Calificación energética e índices para viviendas.

La calificación energética de cada indicador para las viviendas se obtiene mediante los valores de C1 y C2, que estos a su vez vienen dados por:

$$C1 = \frac{(R \cdot I_0 / \bar{I}_r) - 1}{2 \cdot (R - 1)} + 0,6 \quad (4)$$

$$C2 = \frac{(R' \cdot I_0 / \bar{I}_s) - 1}{2 \cdot (R' - 1)} + 0,5 \quad (5)$$

En los que:

- $\underline{R}$: Es el ratio entre el valor de $\bar{I}_r$ y el valor del indicador correspondiente al percentil del 10 % del parque de referencia de edificios nuevos de uso residencial privado (vivienda).
- $\underline{I}_0$: Es el valor del indicador analizado (emisiones anuales de CO_{2e}, consumo anual de energía primaria no renovable, demanda de calefacción, etc) del edificio objeto.
- $\bar{I}_r$: Es el valor medio del indicador del parque de referencia de edificios nuevos de uso residencial privado (vivienda).
- $\underline{R}'$: Es el ratio entre el valor de $\bar{I}_s$ y el valor del indicador correspondiente al percentil del 10 % del parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado (vivienda).

- $\bar{I}_S$: Es el valor medio del indicador del parque de referencia de edificios existentes de uso residencial privado (vivienda) [9]

Los valores de I_r , R , I_s , y R' que corresponden a las distintas zonas climáticas vienen establecidos en el Anexo correspondiente del documento “*Calificación de la eficiencia energética de los edificios*”, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

3.5 Modelo de etiqueta de eficiencia energética.

En España, hay dos clases de etiquetas energéticas de edificios, una para el proyecto de edificio y otra para el edificio ya terminado, tal y como se muestran en la Figura 3.1 y en la Figura 3.2 respectivamente.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL PROYECTO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
Referencia/s catastrales	Dirección
	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kW h / m² año	Emisiones kg CO ₂ / m² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 3.1 Etiqueta de eficiencia energética para el proyecto.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
Referencia/s catastrales	Dirección
	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kW h / m² año	Emisiones kg CO ₂ / m² año
A más eficiente		
B		
C		
D		
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA
Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 3.2 Etiqueta de eficiencia energética para el edificio terminado.

Las anteriores etiquetas de eficiencia energética de edificios deben de ajustarse al modelo y características que contiene el Anexo I de este documento, pudiéndose modificar el citado modelo siempre y cuando se incluya la etiqueta de eficiencia energética en

anuncios de venta o alquiler de inmuebles, garantizando la legibilidad y se conserve el formato y proporciones.

En los anteriores casos también se podrá mostrar solamente los valores y las escalas de las etiquetas, como aparece en el ejemplo de la Figura 3.3



Figura 3.3 Ejemplo de etiqueta energética en un anuncio de venta o alquiler de inmueble.

Para el caso en que se trate de anuncios de prensa, estará permitido mencionar la letra asociada a los indicadores de consumo y emisiones de la calificación energética del edificio, sin la obligatoriedad de mostrar la etiqueta energética.

No será necesario que se muestre la calificación energética en los letreros de venta o alquiler en los que solo se muestra un número de teléfono de contacto y que estén expuestos en el exterior de los edificios.

4 ESTADO DEL ARTE.

4.1 Calificación de eficiencia energética en el parque edificatorio español.

El parque edificatorio español tal y como se observa en la Figura 4.1, está dividido en dos clases de edificios, los residenciales y los no residenciales. Los edificios residenciales a su vez se dividen en viviendas unifamiliar (de un solo propietario) y en viviendas plurifamiliares (comunidad de propietarios), mientras que los edificios no residenciales se subdividen en públicos y privados. [10]

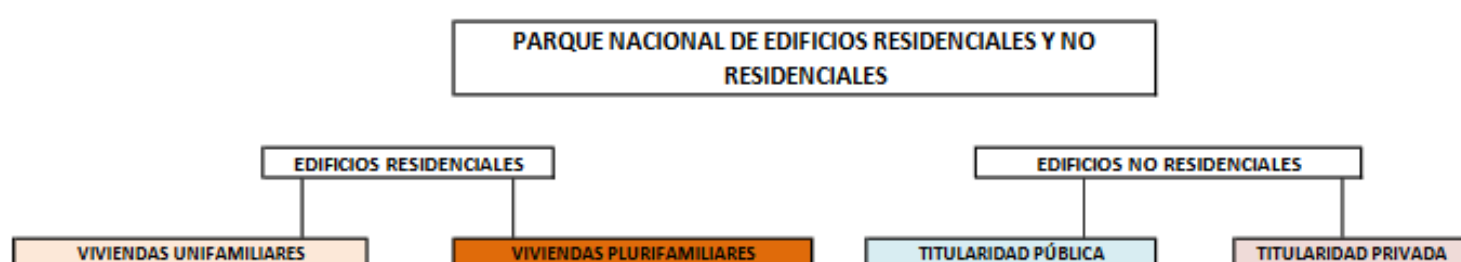


Figura 4.1 Clasificación edificios en España

En España según el Censo de 2011, existen un total de 25,2 millones de viviendas, que están repartidas en un 68,6% de viviendas plurifamiliares (17.250.759 viviendas) y un 31,4% de viviendas unifamiliares (7.709.272 viviendas), en el caso de las viviendas vacías, el reparto es muy similar al del total (68,4% en viviendas plurifamiliares y 31,6% en viviendas unifamiliares). [10]

En la Tabla 4.1 se proporciona los números de edificios tanto nuevos como ya existentes, que se han certificado y registrado para cada Comunidad Autónoma hasta el 30 de junio de 2015. [11]

La Tabla 4.1 además muestra los datos acumulados desde la creación del registro, ascendiendo el número de la suma de certificados energéticos registrados a 1.515.628, representando los edificios de nueva construcción el 1,5% y los edificios existentes el 98,5% del conjunto de edificios.

CCAA	Nº Certificados de Ed. Nuevos acabados	% Certificados de Ed. Nuevos acabados	Nº Certificados de Ed. Existentes	% Certificados de Ed. Existentes
ANDALUCIA	1.470	6,33%	191.384	12,82%
ARAGÓN	59	0,25%	18.516	1,24%
ASTURIAS	73	0,31%	13.741	0,92%
BALEARES	171	0,74%	35.448	2,38%
CANARIAS	192	0,83%	16.455	1,10%
CATALUÑA	2.312	9,96%	408.743	27,39%
C LEON	300	1,29%	53.856	3,61%
C MANCHA	41	0,18%	33.099	2,22%
EXTREMADURA	4.212	18,15%	7.986	0,54%
GALICIA	672	2,90%	49.350	3,31%
MURCIA	375	1,62%	39.325	2,63%
NAVARRA	886	3,82%	20.597	1,38%
PAIS VASCO	5454	23,50%	107.773	7,22%
RIOJA	75	0,32%	11.261	0,75%
VALENCIA	6.543	28,19%	227.930	15,27%
MADRID	364	1,57%	247.189	16,56%
CANTABRIA	12	0,05%	9.764	0,65%
TOTAL	23.211	100,00%	1.492.417	100,00%

Tabla 4.1 Número de edificios certificados.

La Tabla 4.2 y la Tabla 4.3 muestran respectivamente, los datos de las calificaciones energéticas referentes a emisiones para los edificios de nueva construcción en los estudios hechos en enero de 2015 y junio de 2015.

EMISIONES								
CCAA	A	B	C	D	E	F***	G***	
ANDALUCIA	36	99	221	472	189	10	13	1.040
ARAGÓN	2	4	17	7	3	0	0	33
ASTURIAS	2	6	20	8	16	0	0	52
BALEARES	3	5	16	44	96	35	69	268
CANARIAS**	8	11	14	14	41	13	49	150
CATALUÑA**	204	304	430	644	448	0	0	2.030
C LEON	61	31	47	43	24	1	0	207
C MANCHA	5	6	9	12	3	0	0	35
EXTREMADURA*	24	87	211	560	2.133	0	0	3.015
GALICIA	28	19	30	32	37	4	0	150
MURCIA	2	2	5	5	207	0	0	221
NAVARRA	159	187	183	165	80	0	1	775
PAIS VASCO	23	53	38	115	51	3	2	285
RIOJA**	2	12	15	17	12	0	1	59
VALENCIA	190	70	116	2.156	2.046	0	0	4.578
MADRID	11	54	116	43	15	0	0	239
CANTABRIA	1	0	1	1	5	0	0	8
TOTALES	761	950	1.489	4.338	5.406	66	135	13.145

Tabla 4.2 Calificaciones referentes a emisiones de los edificios de nueva construcción (enero 2015).

(*) Sin datos de Ceuta y Melilla a la fecha de elaboración de este informe. Datos de Extremadura no actualizados por falta de información.

(**) Dato corregido respecto al anterior informe, que presentaba valores agregados de ed. en proyecto y ed. Terminados.

(***) Información aportada por los registros autonómicos, en proceso de depuración.

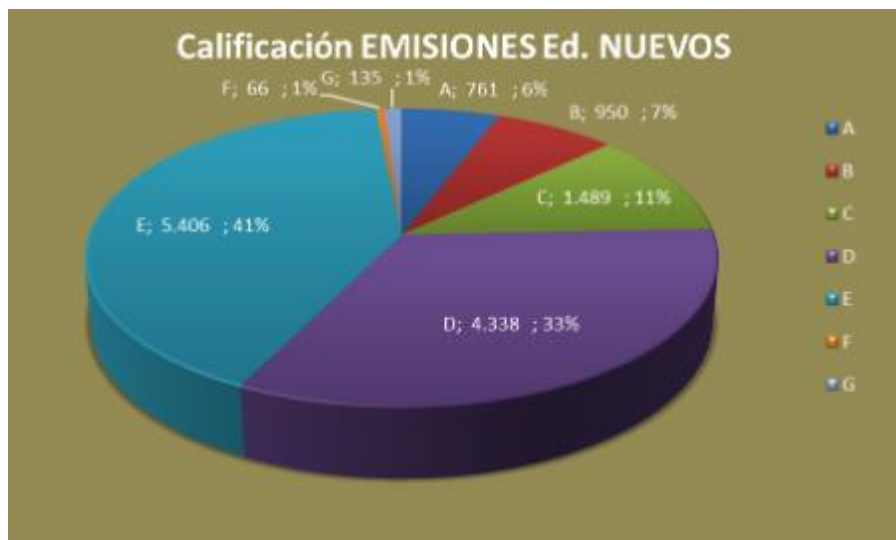


Figura 4.2 Porcentajes de las calificaciones referentes a emisiones de los edificios de nueva construcción (enero 2015).

EMISIONES								
CCAA	A	B	C	D	E	F	G	
ANDALUCÍA	61	162	332	615	272	13	15	1.470
ARAGÓN	3	4	24	21	7	0	0	59
ASTURIAS	2	7	22	12	29	1	0	73
BALEARES	3	5	31	47	85	0	0	171
CANARIAS	7	15	12	18	35	11	94	192
CATALUÑA	240	375	520	708	469	0	0	2.312
C LEON	79	58	79	57	26	1	0	300
C MANCHA	6	6	12	14	3	0	0	41
EXTREMADURA	46	177	413	868	2.708	0	0	4.212
GALICIA	136	89	118	174	150	5	0	672
MURCIA	2	3	8	40	322	0	0	375
NAVARRA	196	218	212	172	84	1	3	886
PAIS VASCO	726	2.392	1.400	810	119	5	2	5454
RIOJA	5	17	19	18	15	0	1	75
VALENCIA	200	114	155	3.063	3.010	1	0	6.543
MADRID	21	72	180	73	18	0	0	364
CANTABRIA	1	0	1	1	5	3	2	13
TOTALES	1734	3.714	3.538	6.711	7.357	41	117	23.212

Tabla 4.3 Calificaciones referentes a emisiones de los edificios de nueva construcción (junio 2015).

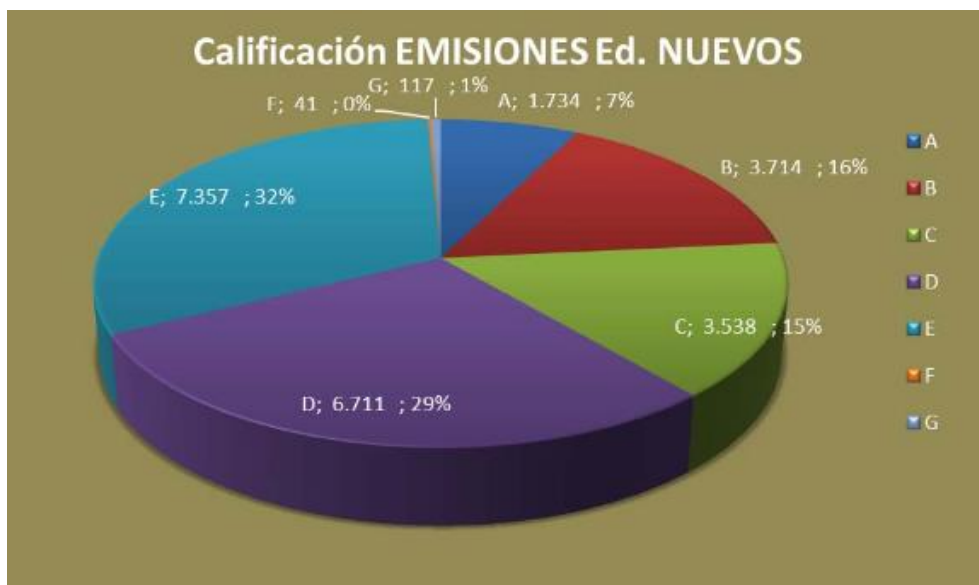


Figura 4.3 Porcentajes de las calificaciones referentes a emisiones de los edificios de nueva construcción (junio 2015).

Observando la Figura 4.2 y la Figura 4.3, se aprecia como hay una tendencia en la mejora de las calificaciones energéticas, por ejemplo, se aprecia como:

- Para la calificación B pasa de 950 edificios, lo que supone un 7% en enero de 2015 a 3.714 edificios, lo que supone un 16% en junio de 2015.
- Disminuye un poco el porcentaje de edificios con calificación D, 4.338 edificios, lo que supone un 33% en enero de 2015 a un 29% en junio de 2015.
- Disminuye de forma acentuada la calificación E de un 41 % en enero de 2015 a un 32% en julio de 2015.

Esta tendencia en la mejora de la calificación energética está asociada a las campañas de formación e información para concienciar de la importancia de mejorar la eficiencia energética, además de a los nuevos requisitos de construcción que vienen dispuestos en el Código Técnico de la Edificación.

La Tabla 4.4 y la Tabla 4.5 muestran respectivamente, los datos de las calificaciones energéticas referentes a emisiones para los edificios existentes, tanto en los estudios hechos en enero de 2015 como en los de junio de 2015.

	EMISIONES							
CCAA	A	B	C	D	E	F	G	
ANDALUCÍA	168	844	4.033	11.985	69.003	20.945	40.226	147.204
ARAGÓN	14	30	349	1.211	4.661	998	1.600	8863
ASTURIAS	37	66	361	1.350	3.544	985	2.131	8.474
BALEARES	58	182	781	2.100	9.890	3.598	11.855	28.464
CANARIAS**	96	225	686	624	1.304	1.268	12.697	16.900
CATALUÑA	552	2.261	13.934	39.683	149.565	44.974	81.619	332.588
C LEÓN	364	329	2.598	8.523	21.295	3.881	5.922	42.912
C MANCHA	46	83	729	3.975	12.198	2.593	4.921	24.545
EXTREMADURA*	0	4	50	121	565	151	181	1.072
GALICIA	123	304	2.037	5.720	15.699	5.329	9.201	38413
MURCIA	8	35	409	1.282	10.415	4.640	9.413	26.202
NAVARRA	45	126	1.291	4.195	7.196	1.777	2.107	16.737
PAIS VASCO	38	35	231	4.966	12.789	3.777	6.618	28454
RIOJA	41	51	404	1.764	5.254	668	665	8.847
VALENCIA	82	1.334	3.370	14.106	93.545	28.935	60.214	201.586
MADRID	286	1.183	7.730	31.277	102.468	22.220	32.168	197.332
CANTABRIA	16	17	251	1.056	2.694	586	752	5.372
TOTALES	1974	7.109	39.244	133.938	522.085	147.325	282.290	1.133.965

Tabla 4.4 Calificaciones referentes a emisiones de los edificios existentes (enero 2015).

(*) Sin datos de Ceuta y Melilla a la fecha de elaboración de este informe. Datos de Extremadura no actualizados por falta de información.

(**) Dato corregido respecto al anterior informe

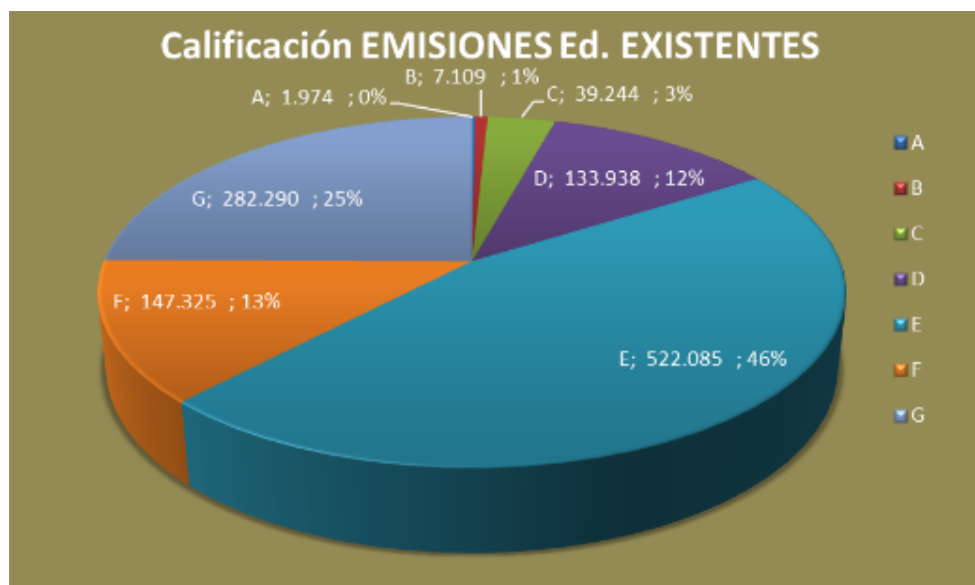


Figura 4.4 Porcentajes de las calificaciones referentes a emisiones de los edificios existentes (enero 2015).

EMISIONES								
CCAA	A	B	C	D	E	F	G	
ANDALUCÍA	261	1.076	5.277	15.032	89.176	27.513	53.049	191.384
ARAGÓN	34	86	738	2.485	9.585	2.146	3.442	18516
ASTURIAS	63	103	589	2.121	5.808	1.581	3.476	13.741
BALEARES	66	195	842	2.373	12.054	4.581	15.337	35.448
CANARIAS	80	212	523	479	1.231	1.273	12.657	16.455
CATALUÑA	765	2.763	17.005	48.958	184.212	55.667	99.373	408.743
C LEON	467	408	3.214	10.572	26.531	5.018	7.646	53.856
C MANCHA	57	107	953	5.173	16.233	3.714	6.862	33.099
EXTREMADURA	5	22	212	927	4.178	1.149	1.493	7.986
GALICIA	183	379	2.594	7.340	20.017	6.883	11.954	49350
MURCIA	8	45	556	2.043	17.981	6.250	12.442	39.325
NAVARRA	55	149	1.584	5.218	8.755	2.198	2.638	20.597
PAIS VASCO	573	1.083	2.500	16.470	48.380	14.676	24.091	107773
RIOJA	56	56	497	2.227	6.729	842	854	11.261
VALENCIA	132	1.453	4.083	14.323	106.486	34.691	66.762	227.930
MADRID	319	1.409	9.181	37.835	130.609	27.014	40.822	247.189
CANTABRIA	23	34	407	1.897	4.946	1.091	1.366	9.764
TOTALES	3147	9.580	50.755	175.473	692.911	196.287	364.264	1.492.417

Tabla 4.5 Calificaciones referentes a emisiones de los edificios existentes (junio 2015).

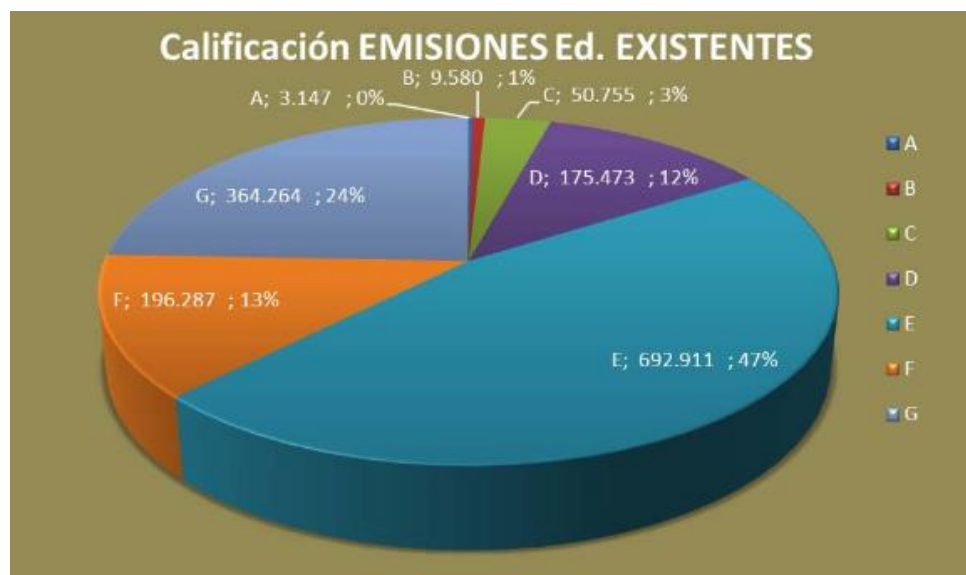


Figura 5.5 Porcentajes de las calificaciones referentes a emisiones de los edificios existentes (junio 2015).

Entre el estudio de enero 2015 y el de junio de 2015 se han realizado más de 300.000 calificaciones energéticas y observando la Figura 4.4 y la Figura 4.5, se aprecia como para los edificios existentes los porcentajes de las calificaciones energéticas no varían mucho, aunque cabe destacar como baja levemente el porcentaje de las calificaciones E y G de enero 2015 a junio 2015, esto puede interpretarse como el inicio de una tendencia en la mejora de las calificaciones energéticas, aunque lejos de las mejoras de los edificios de nueva construcción.

Por último, la Tabla 4.6 muestra los datos de las calificaciones energéticas referentes al consumo para los edificios existentes en el estudio de junio de 2015.

CCAA	CONSUMO							
	A	B	C	D	E	F	G	
ANDALUCIA	153	925	4.660	12.592	77.180	18.627	41.499	155.636
ARAGÓN	6	62	623	2.102	10.121	1.936	3.666	18516
ASTURIAS	12	87	499	1.762	6.674	1.307	3.400	13.741
BALEARES**	0	0	0	0	0	0	0	0
CANARIAS**	0	0	0	0	0	0	0	0
CATALUÑA	406	2.594	15.834	44.968	208.201	42.011	94.729	408.743
C LEON	54	268	2.535	9.280	29.973	4.974	6.771	53.855
C MANCHA	9	83	796	4.560	18.305	3.445	5.879	33.077
EXTREMADURA**	0	0	0	0	0	0	0	0
GALICIA	54	331	2.473	7.465	23.251	4.955	10.821	49350
MURCIA	0	0	0	0	0	0	0	0
NAVARRA	7	90	1.136	4.452	10.285	1.935	2.692	20.597
PAIS VASCO	464	404	2.343	12.936	54.439	11.305	25.882	107773
RIOJA	6	38	391	1.801	7.138	989	898	11.261
VALENCIA	69	1.511	4.284	15.644	116.297	27.135	62.934	227.874
MADRID**	191	1.083	7.682	32.671	126.362	23.366	41.198	232.553
CANTABRIA	4	32	326	1.457	5.576	875	1.494	9.764
TOTALES	1435	7.508	43.582	151.690	693.802	142.860	301.863	1.342.740

Tabla 4.6 Calificaciones referentes al consumo de los edificios existentes (junio 2015).

(**) Registro basado en Emisiones de CO₂, por tanto, sin datos completos.

En la Tabla 4.6 se puede apreciar como la mayoría de los edificios tienen las calificaciones más bajas (E, F y G) en cuanto al consumo, por lo que aún queda mucho por mejorar en el futuro en este aspecto.

4.2 Calificación y certificados energéticos en los países europeos.

Como ya se ha comentado con anterioridad 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, obligaba a los Estados Miembros de la Unión Europea a adoptar un procedimiento de certificación energética de los edificios.

Hay una amplia variedad de factores que influyen de una manera notoria en los índices de la eficiencia energética, variando estos elementos de unos países a otros, como por ejemplo son: el clima, la evolución de los precios, la economía del país, el tejido industrial del país, la localización geográfica del país, los recursos naturales del país, etc.

Como es natural cada país establecerá un indicador energético principal y diversos indicadores secundarios distintos, para así desarrollar sus propios métodos de certificación energética. Aunque todos los métodos deben de seguir una serie de requisitos establecidos por la Unión Europea en las diferentes normativas.

4.2.1 Calificación y certificación energética en Alemania.

Desde el año 2002 existe la normativa de referencia (Energieeinsparverordnung, EnEV, 2002), que establece el procedimiento a seguir y los requisitos a tener para obtener certificado energético en Alemania, esta normativa ha ido modificándose con el tiempo para ir introduciendo los requisitos establecidos por las diferentes directivas de la Unión Europea.

El procedimiento de calificación que establece la citada normativa, consiste en comparar la demanda anual que se estima de energía primaria del edificio en relación a una línea base de referencia, que vendrá dada en función del coeficiente de forma (Área de la envolvente / Volumen de la vivienda). La normativa también fija el consumo máximo que se permite en 120KWh/m².

Las valoraciones realizadas facilitan un índice de utilización de la energía relativa, llamado Índice de HERS (Home Energy Rating Scale), como aparece en la Figura 4.7

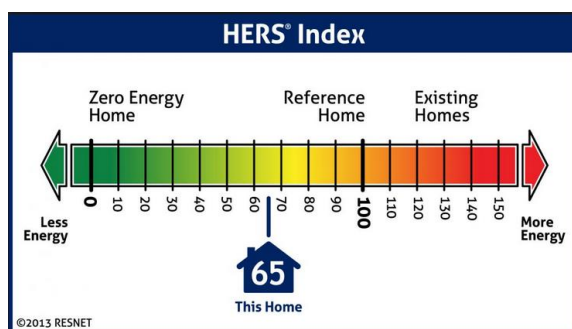


Figura 4.7 Índice de HERS

En dicho índice un valor de 100 representa el consumo energético de un edificio construido en relación a los requisitos mínimos establecidos por la normativa, mientras que un valor de 0 representa un nulo consumo de energía, que sería el caso ideal. Por lo que un edificio que tenga un valor 65 indica que tiene un 35% de ahorro en el consumo energético sobre el nivel estándar.

En la Figura 4.8 se muestra el ejemplo de una calificación energética en un edificio alemán.

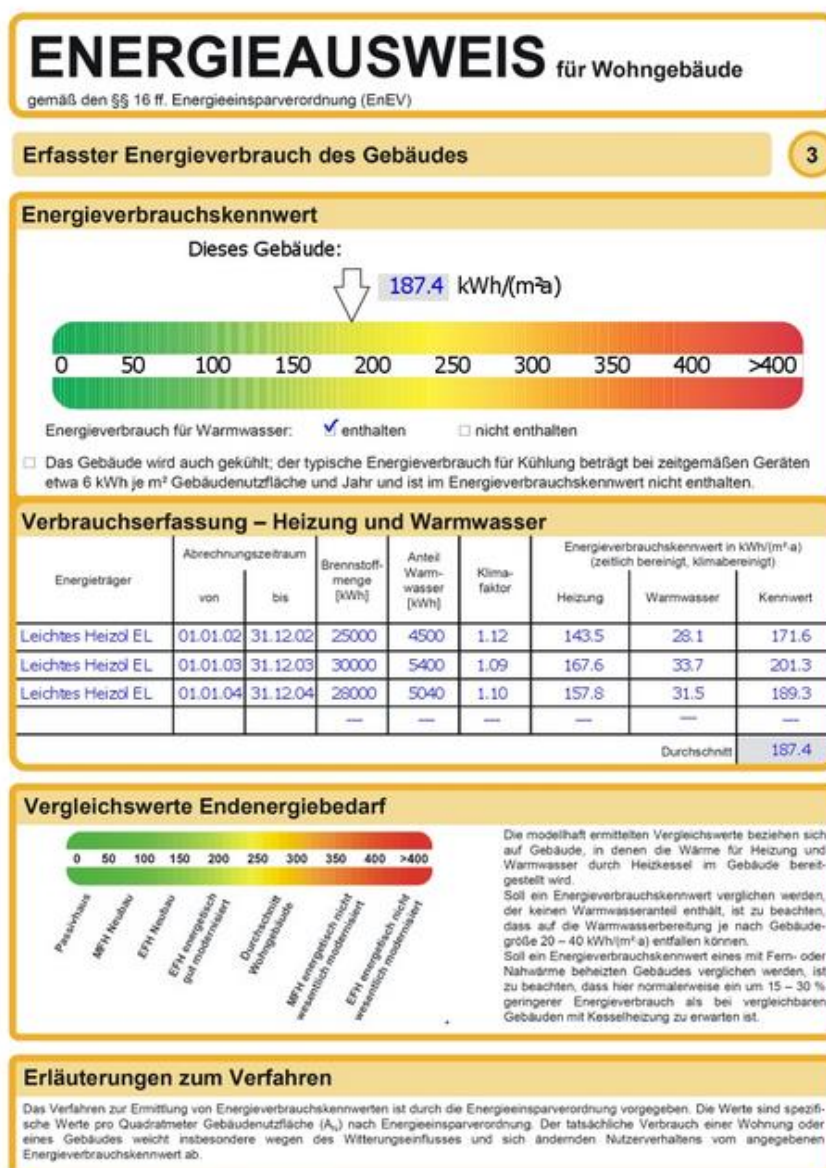


Figura 4.8 Ejemplo de calificación energética de un edificio alemán.

4.2.2 Calificación y certificación energética en Francia.

Desde el año 2006 para la venta de edificios ya existentes y desde el año 2007 para el alquiler de edificios existe el certificado energético francés, llamado *Diagnostic de Performance Energétique (DPE)*, en la Figura 4.9 se muestra un ejemplo del certificado, dicho certificado desde el 1 de enero de 2012 es obligatorio que se exponga junto con el anuncio de venta o alquiler del edificio.

El certificado fija que el consumo de energía tanto para las instalaciones de calefacción refrigeración, agua caliente sanitaria, etc. debe de ser menor a un valor estándar de referencia que varía en función de la situación geográfica del edificio.

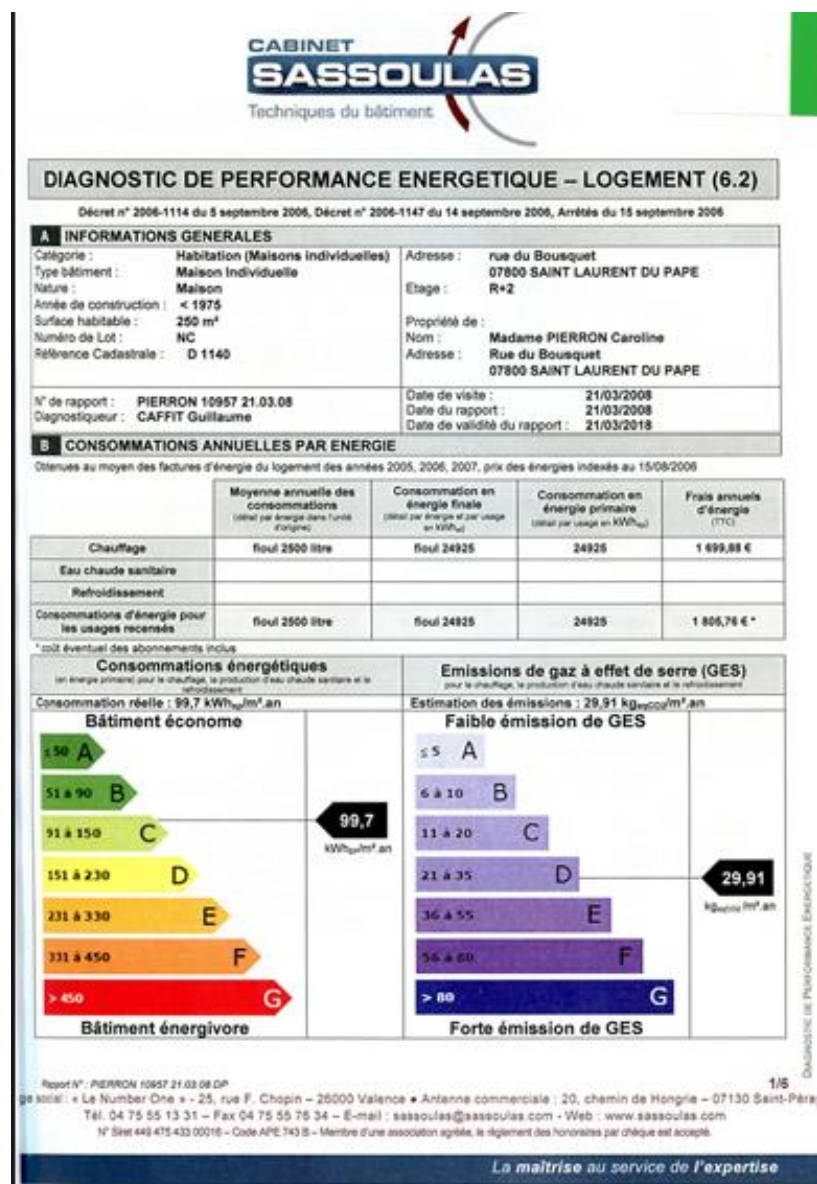


Figura 4.9 Ejemplo de certificado energético (DPE) de un edificio francés.

La calificación energética en Francia se puede realizar mediante dos procedimientos de cálculo:

- Procedimiento simplificado válido para los edificios con menos de 220 m².
- Procedimiento completo que debe ser realizado por los profesionales habilitados para ello.

La principal diferencia con la Calificación Energética Española, radica en que a diferencia de en España que utiliza solo una escala, en Francia se utiliza una doble escala, tal y como se muestra en la Figura 4.10.

La primera escala correspondería a la energía e indicaría el consumo de energía expresado en (kWh_{EP}/m².an), mientras que la segunda escala correspondería al clima e indicaría las emisiones de CO₂ expresadas en (kg_{eqCO2}/m².an)

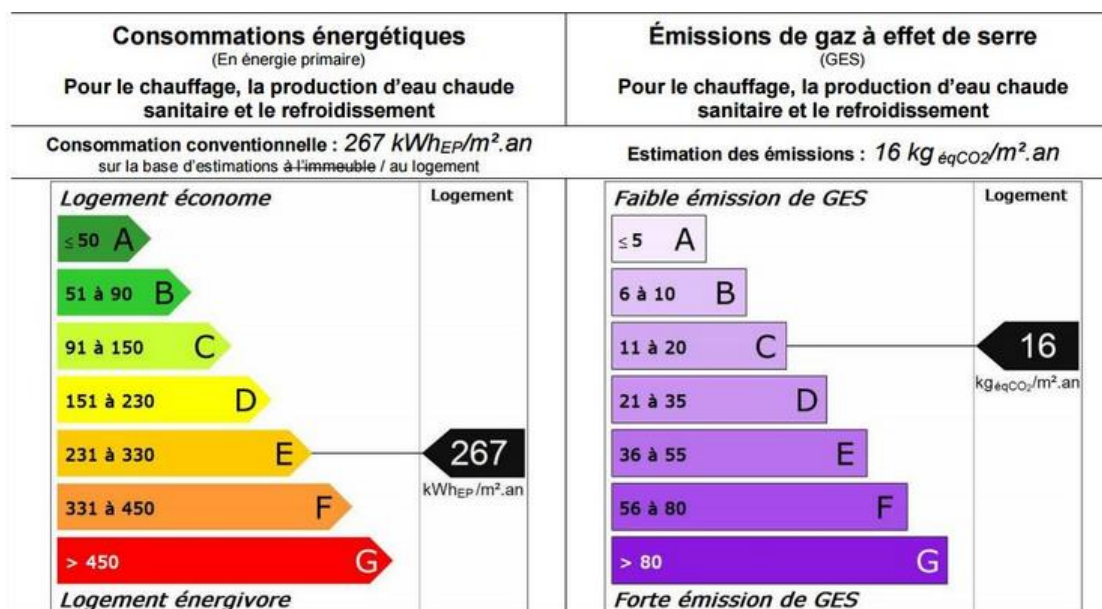


Figura 4.10 Ejemplo de doble escala en la calificación energética en Francia.

4.2.3 Calificación y certificación energética en el Reino Unido.

En 2007 fue cuando entró en vigor el certificado de eficiencia energética en el Reino Unido, mientras que no fue hasta abril de 2012 cuando se reformaron las normativas para cumplir con los requisitos establecidos en la Directiva 2010/31/UE.

Cabe mencionar que las multas por incumplir las normativas van desde las 500 hasta las 5000 libras.

La calificación energética en el Reino Unido va desde un valor de 1, que corresponde a la menor eficiencia energética hasta un valor de 100 que corresponde al nivel ideal de eficiencia energética, considerándose una alta calificación a partir de un valor de 80.

El certificado energético en el Reino Unido recibe el nombre de *Energy Performance Certificate* (EPC), en la Figura 4.11 se muestra un ejemplo de calificación energética para un edificio del Reino Unido.

La calificación energética en el Reino Unido está basada en el coste energético anual de la calefacción y del agua caliente sanitaria, pero en cambio no se valora ni la situación geográfica del edificio, ni su climatología ni tampoco los consumos de los electrodomésticos y de la iluminación.

La calificación energética se calcula introduciendo las características y datos del edificio en una herramienta informática, y la herramienta calcula dicha calificación además de proporcionar medidas de mejora indicando los costes y ahorros de dichas mejoras.

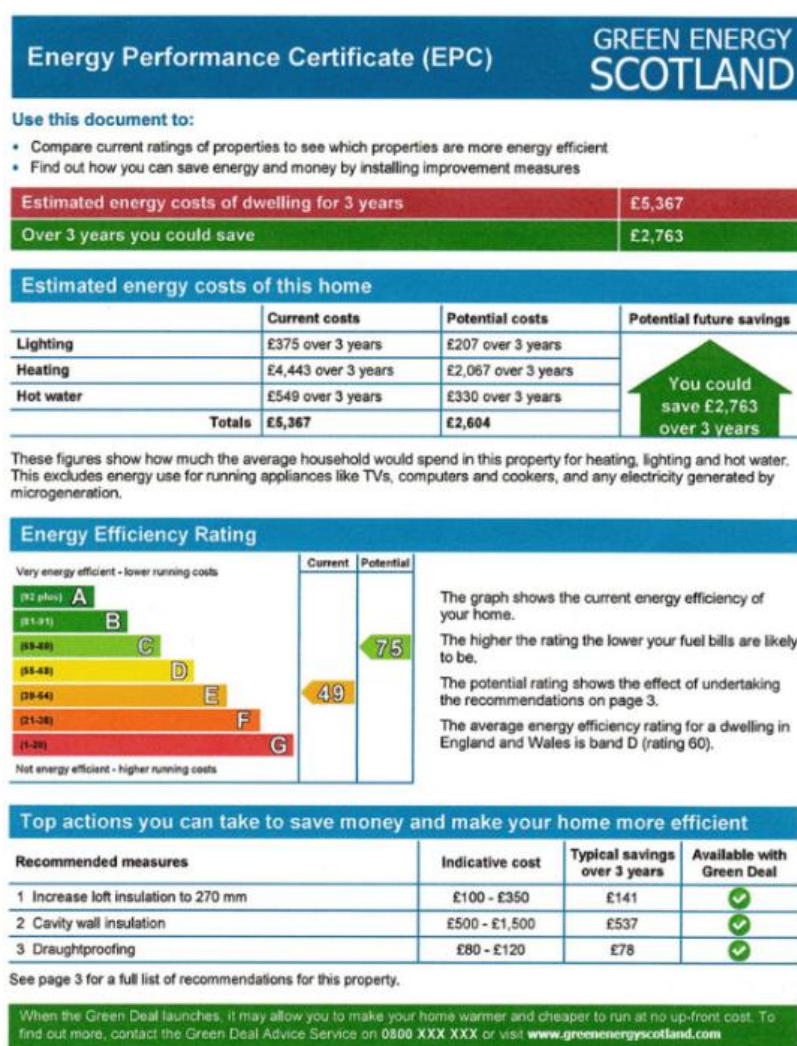


Figura 4.11 Ejemplo de calificación energética (EPC) de un edificio del Reino Unido.

4.3 Calificación y certificado energético en Estados Unidos.

El Residential Energy Services Network (RESNET), es el encargado de la determinación de la calificación energética en los Estados Unidos. Es importante conocer que para la capitalización del préstamo hipotecario en los Estados Unidos se tiene en cuenta el rendimiento energético del edificio, por lo que será importante tener una buena calificación de cara a los programas de incentivos fiscales federales.

Las calificaciones consideran las distintas zonas climáticas de las diferentes zonas del país y se comparan con los datos promedios del consumo de energía doméstica en una determinada región climática.

Los resultados se miden mediante el Índice de HERS, ya explicado anteriormente en la sección 4.2.1

La calificación recibe el nombre de *Home Energy Score* e indica la eficiencia del edificio en una escala que va del 1 al 10, tal y como se muestra en la Figura 4.12, además indicara la zona climática del edificio, la orientación solar, la eficiencia de la calefacción, el coste y el ahorro de las mejoras propuestas.

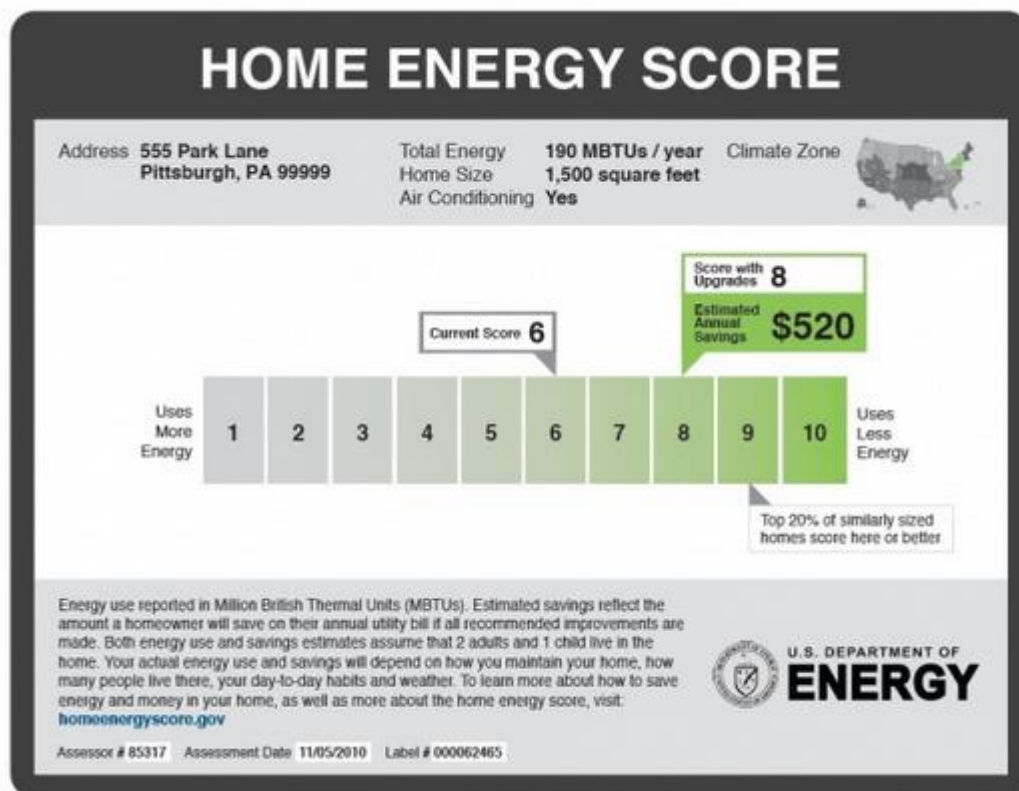


Figura 4.12 Ejemplo de calificación energética de un edificio de EEUU.

5 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR.

5.1 Ubicación.

La vivienda unifamiliar a la que se le determinará la calificación energética, se encontrará ubicada en la Calle Antonio Chacón, perteneciente al término municipal de Torreperogil, situado en la comarca de La Loma, en el centro de la provincia de Jaén.

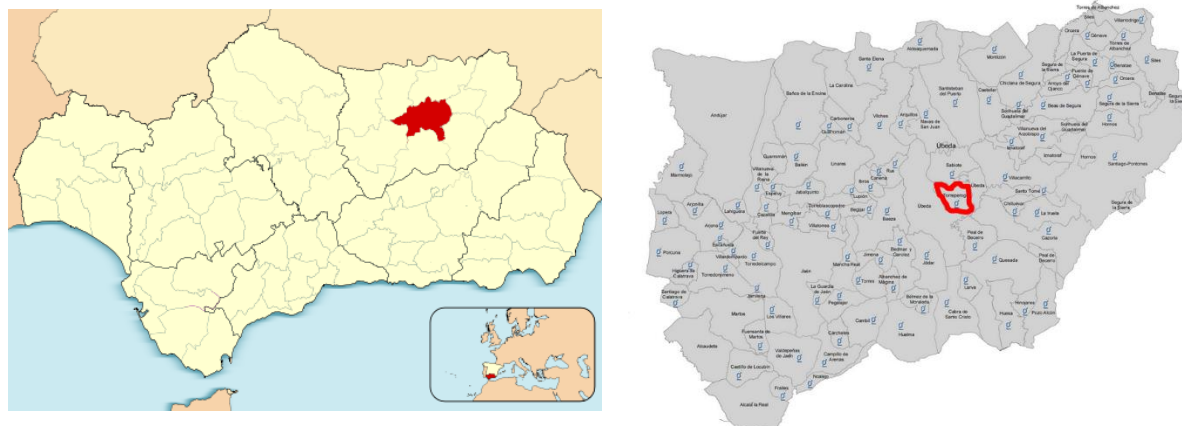


Figura 5.1 Situación de la comarca de La Loma y del municipio de Torreperogil.

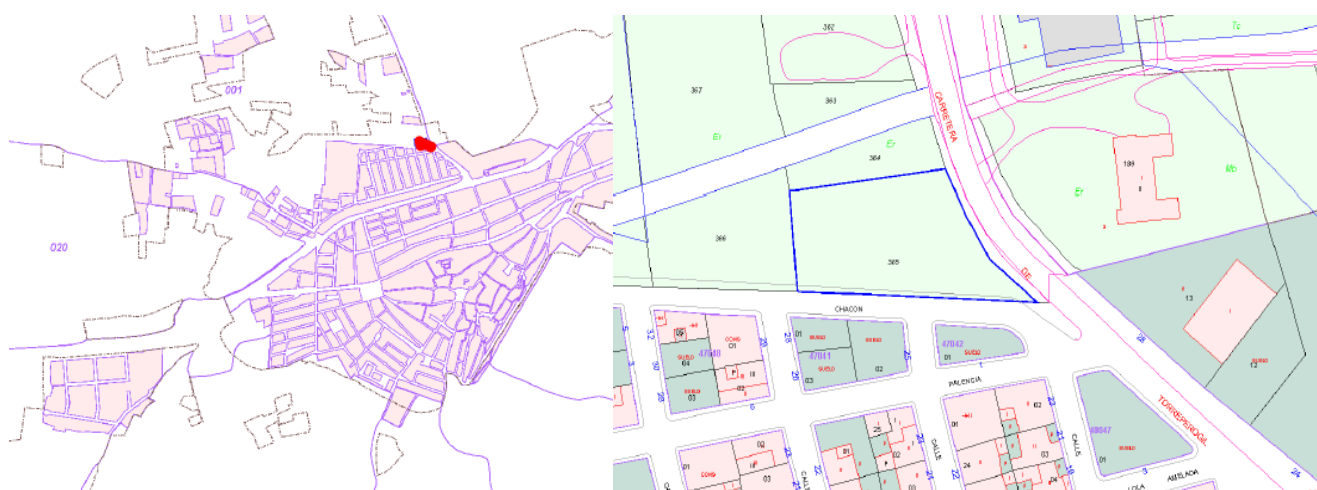


Figura 5.2 Situación de la parcela donde se construirá la vivienda.

5.2 Referencia catastral.



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN



MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN



SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA



DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

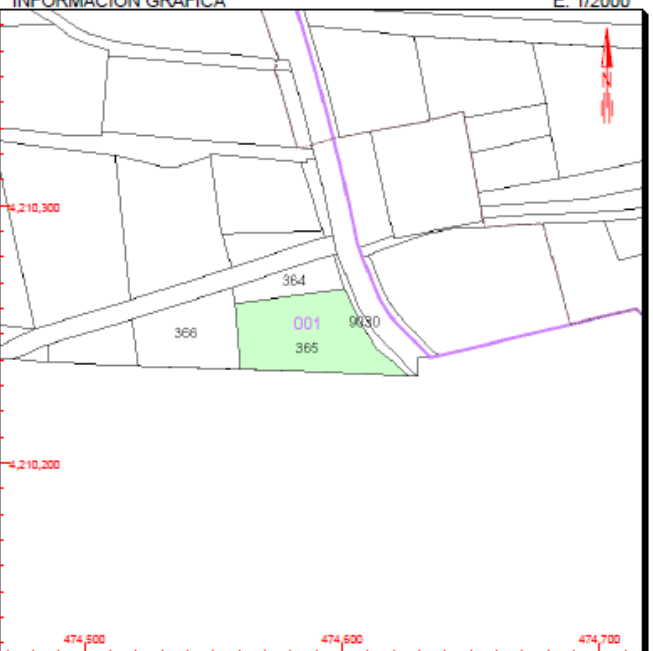


Sede Electrónica del Catastro

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA

Municipio de TORREPEROGIL Provincia de JAÉN

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/2000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos" de la SEC.

Sábado, 23 de Julio de 2016

474,700 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETR889
474,600 Límite de Manzana
474,500 Límite de Parcela
474,400 Límite de Construcciones
474,300 Mobiliario y aceras
474,200 Límite zona verde
474,100 Hidrografía

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

23088A001003650000XD

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
Polígono 1 Parcela 365
CASILLA DE DANIEL TORREPEROGIL [JAÉN]

USO LOCAL PRINCIPAL
Suelo sin edif.

AÑO CONSTRUCCIÓN

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN
100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN
Polígono 1 Parcela 365
CASILLA DE DANIEL TORREPEROGIL [JAÉN]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)
0

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²) TIPO DE FINCA
1.523 Suelo sin edificar

Figura 5.3 Referencia catastral.

5.3 Zona climática.

Según el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), la zona climática viene dada por la Tabla B.1 de su "Apéndice B Zonas Climáticas" en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h). Para cada provincia, se tomará el clima correspondiente a la condición con la menor cota de comparación. [12]

El municipio de Torreperogil se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 755 metros por lo que según la Tabla B.1 anteriormente citada, su zona climática será C4.

5.4 Descripción de la vivienda.

La vivienda unifamiliar a la que se le determinará su calificación energética, está integrada en la posición central de una hilera de cinco inmuebles iguales, tal y como se muestra en la Figura 5.4, por lo que su envolvente térmica vertical estará compuesta por dos cerramientos de fachada (orientaciones sur y norte) y por dos medianeras en contacto con las viviendas colindantes (orientaciones este y oeste) además está diseñada para cuatro ocupantes y está compuesta por:

- Una planta baja constituida por: una sala de estar con cocina integrada, un cuarto de baño, un lavadero y por una cochera.
- Una planta alta, constituida por: un distribuidor (que contiene una escalera comunicando la planta baja con la planta alta), un dormitorio principal, otros dos dormitorios, un lavabo y por un cuarto de baño. Además, el dormitorio principal tendrá salida a un balcón.

La vivienda da a un jardín exterior tanto en su orientación sur como norte.

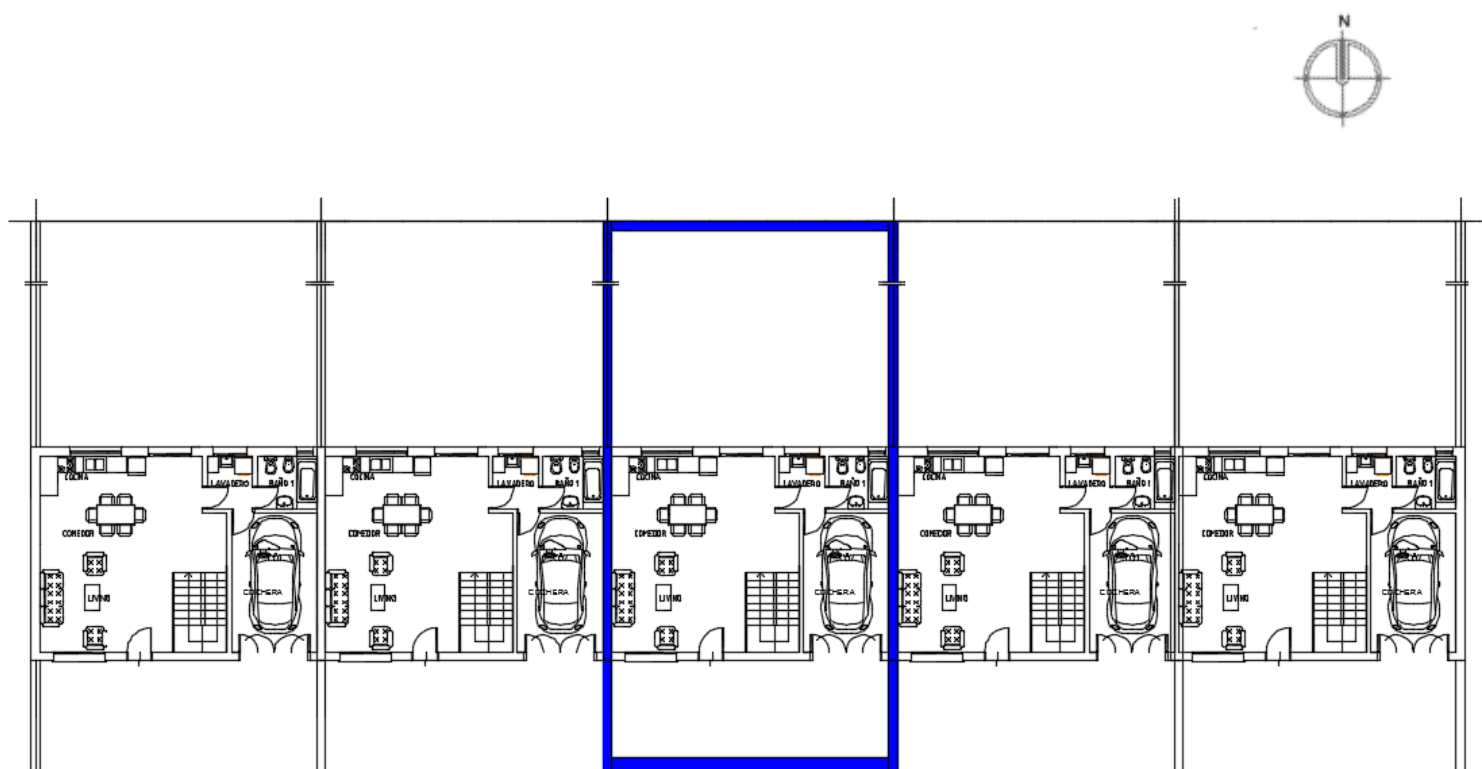


Figura 5.4 Plano de la planta baja y viviendas colindantes.

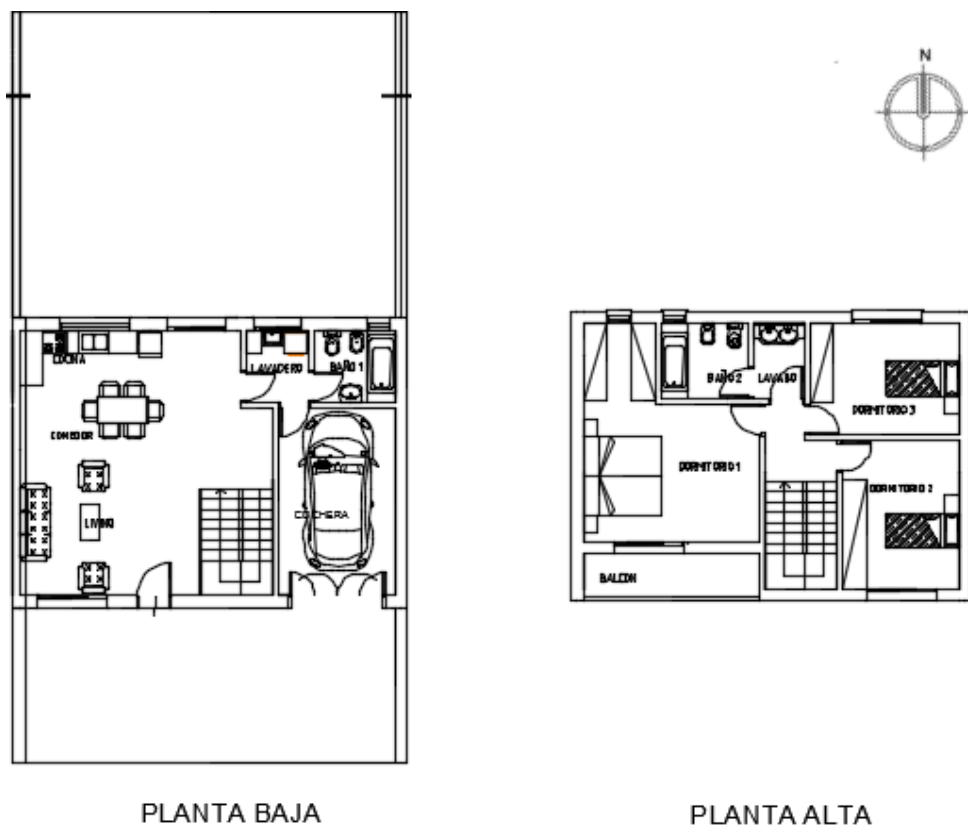


Figura 5.5 Plano de las plantas de la vivienda.



Figura 5.6 Esquema de la sección longitudinal de la envolvente térmica.

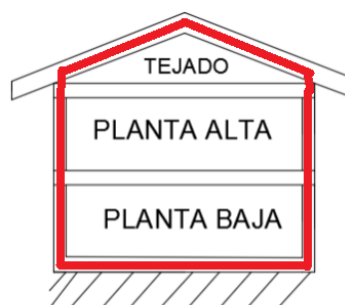


Figura 5.7 Esquema de la sección transversal de la envolvente térmica.

En la Tabla 5.1 se muestran las superficies por espacio, donde se identifican todas las clases de cerramientos que tiene cada espacio y que afectaran directamente a sus condiciones térmicas, para posteriormente poder definir la envolvente térmica en la Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC).

PLANTA	ESPACIO	CLASE DE CERRAMIENTO	SUPERFICIE DEL ESPACIO (m²)	SUPERFICIE COMPUTABLE (m²)
PLANTA BAJA	Sala de estar	Fachada	43,74	66,45
		Medianera		
		Cimentación		
		Carpintería exterior		
	Cochera	Fachada	15,15	
		Medianera		
		Cimentación		
		Carpintería exterior		
	Lavadero	Fachada	3,37	
		Cimentación		
		Carpintería exterior		
	Baño 1	Fachada	4,19	
Medianera				
Cimentación				
Carpintería exterior				
PLANTA ALTA	Distribuidor	Fachada	8,8	60,9
		Cubierta		
	Dormitorio 1	Fachada	20,7	
		Cubierta		
		Medianera		
		Carpintería exterior		
	Dormitorio 2	Fachada	11,9	
		Cubierta		
		Medianera		
		Carpintería exterior		
	Dormitorio 3	Fachada	11,7	
		Cubierta		
		Medianera		
		Carpintería exterior		
	Baño 2	Fachada	4,9	
Cubierta				
Carpintería exterior				
Lavabo	Fachada	2,9		
SUPERFICIE TOTAL DE LA VIVIENDA: 127,35 m²				

Tabla 5.1 Resumen clase de cerramientos y superficie para cada espacio.

5.5 Características de las secciones que componen la envolvente térmica, particiones interiores, forjados y carpintería exterior.

La vivienda unifamiliar está delimitada por una serie de cerramientos y particiones interiores conformados por una serie de materiales con diferentes espesores para cada caso.

5.5.1 Fachada.

Las fachadas de la vivienda (orientaciones sur y norte) forman parte de la envolvente térmica y están formadas por varias capas de materiales, a continuación, se enumeran de exterior a interior:

- Ladrillo perforado cara vista de 11,5 cm de espesor cogido con cemento.
- Mortero de cemento de 2 cm de espesor.
- Cámara de aire sin ventilar de 2 cm de espesor.
- Aislamiento térmico de EPS Poliestireno Expandido de 5 cm de espesor.
- Ladrillo hueco doble de 7 cm de espesor cogido con cemento.
- Revestimiento interior a base de enlucido de yeso de 3,5 cm de espesor.

En la Tabla 5.2 se muestran las características de la sección de fachada, las resistencias térmicas (R) y la transmitancias térmica (U), se han calculado utilizando las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

LETRA	MATERIAL	e (m)	λ (W/K·m)	R (m ² ·K/W)
A	½ pie ladrillo perforado métrico	0,115	0,667	0,172
B	Mortero de cemento	0,020	0,550	0,036
C	Cámara de aire sin ventilar	0,020	-	0,340
D	EPS poliestireno expandido	0,050	0,029	1,724
E	Tabicón de ladrillo hueco doble	0,070	0,432	0,162
F	Enlucido de yeso	0,035	0,570	0,061
Resistencia térmica fachada (R_t) =				2,50 m ² ·K/W
Transmitancia térmica fachada ($U_t=1/R_t$) =				0,40 W/m ² ·K

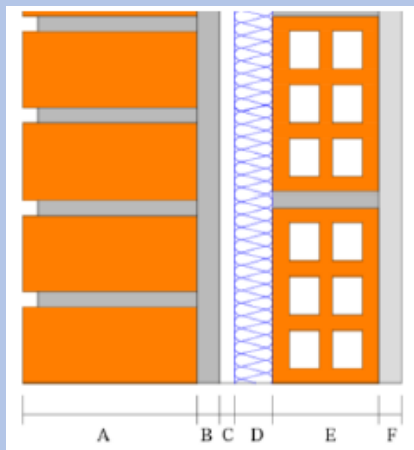


Tabla 5.2 Características de la fachada.

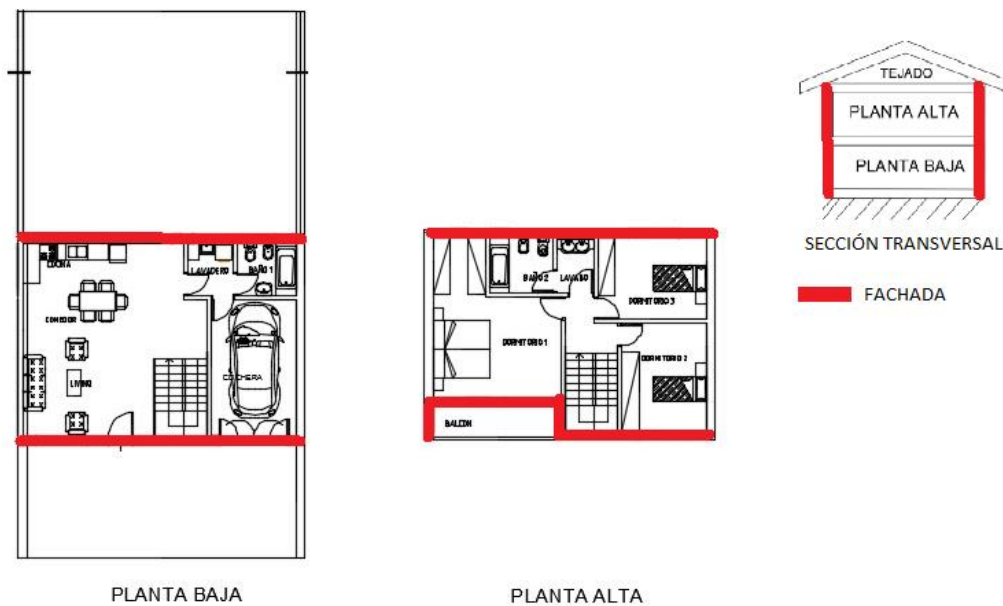


Figura 5.8 Cerramiento fachada en planta baja, planta alta y sección transversal.

5.5.2 Medianera

Las medianeras de la vivienda (orientaciones este y oeste) forman parte de la envolvente térmica y están formadas por varias capas de materiales, a continuación, se enumeran de exterior a interior:

- Revestimiento exterior a base de enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.
- Ladrillo hueco doble de 7 cm de espesor cogido con cemento.
- Aislamiento térmico de EPS Poliestireno Expandido de 5 cm de espesor.
- Ladrillo hueco doble de 7 cm de espesor cogido con cemento.
- Revestimiento interior a base de enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.

En la Tabla 5.3 se muestran las características de la sección de medianeras, las resistencias térmicas (R) y la transmitancias térmica (U), se han calculado utilizando las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

LETRA	MATERIAL	e (m)	λ (W/K·m)	R (m ² ·K/W)
A	Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026
B	Tabicón de ladrillo hueco doble	0,070	0,432	0,162
C	EPS poliestireno expandido	0,050	0,029	1,724
D	Tabicón de ladrillo hueco doble	0,070	0,432	0,162
E	Enlucido de yeso	0,015	0,570	0,026
Resistencia térmica medianera (R_t) =				2,10 m ² ·K/W
Transmitancia térmica medianera ($U_t=1/R_t$) =				0,47 W/m ² ·K

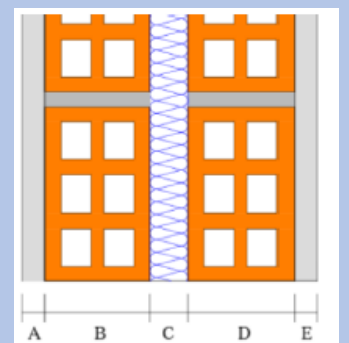


Tabla 5.3 Características de la medianera.

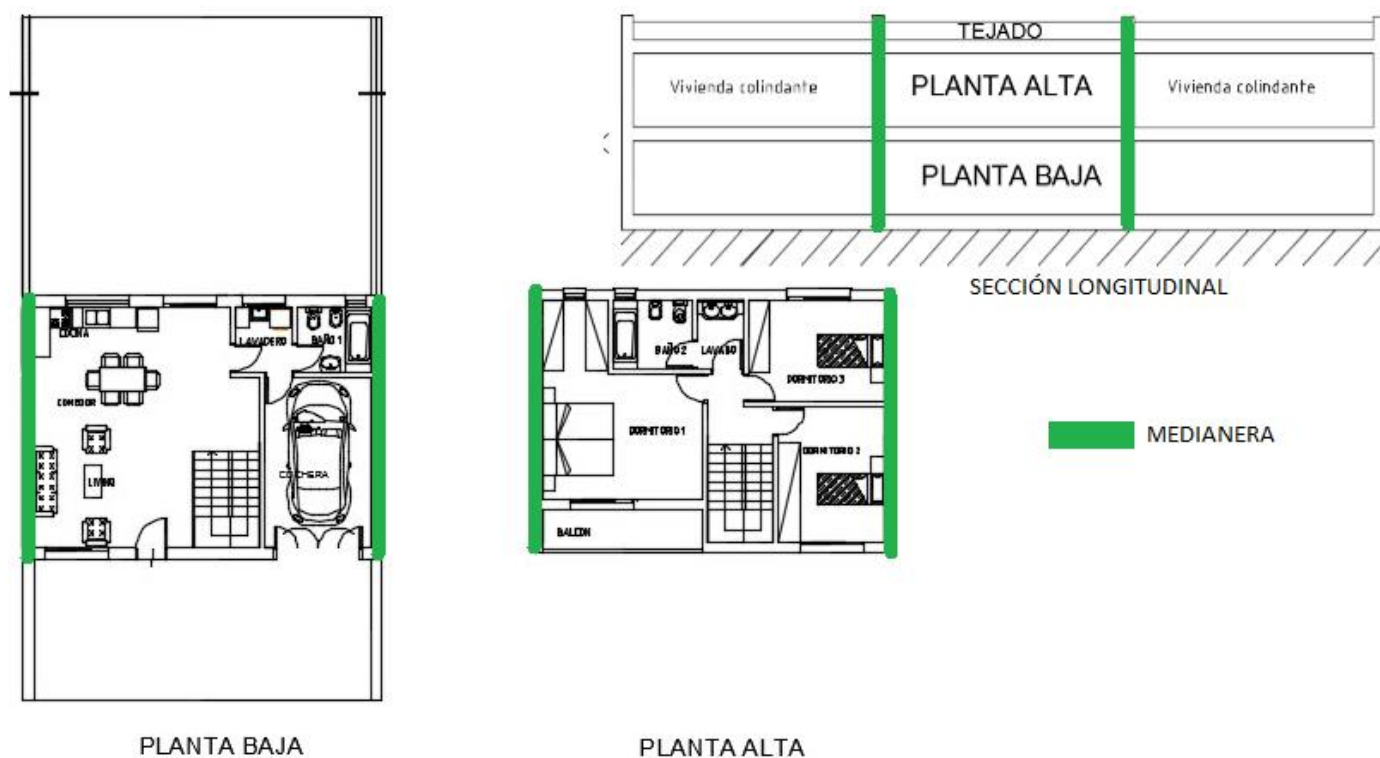


Figura 5.9 Cerramiento fachada en planta baja, planta alta y sección longitudinal.

5.5.3 Cubierta inclinada

La cubierta inclinada constituye la totalidad de la envolvente térmica superior de la vivienda unifamiliar y está compuesta por los siguientes materiales, se enumeran de exterior a interior:

- Baldosa cerámica de 1 cm de espesor cogido con cemento.
- Mortero de cemento de 1 cm de espesor.
- Subcapa de fieltro de 1 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de XPS Expandido con dióxido de carbono de 5 cm de espesor.
- Subcapa de fieltro de 1 mm de espesor.
- Capa de betún de 1 cm de espesor.
- Capa de hormigón en masa de 6 cm de espesor.
- Forjado unidireccional entrevigado cerámico de 30 cm de canto.

En la Tabla 5.4 se muestran las características de la sección de la cubierta inclinada, las resistencias térmicas (R) y la transmitancias térmica (U), se han calculado utilizando las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

LETRA	MATERIAL	e (m)	λ (W/K·m)	R (m ² ·K/W)
A	Baldosa cerámica	0,010	1,000	0,010
B	Mortero de cemento	0,010	0,550	0,018
C	Subcapa de fieltro	0,001	0,050	0,020
D	XPS expandido con CO ₂	0,050	0,034	1,471
E	Subcapa de fieltro	0,001	0,050	0,020
F	Betún	0,010	0,230	0,043
G	Hormigón en masa	0,060	1,650	0,036
H	F.U. Entrevigado cerámico	0,300	0,846	0,355
Resistencia térmica cubierta inclinada (R_t) =				2,10 m²·K/W
Transmitancia térmica cubierta ($U_t=1/R_t$) =				0,47 W/m²·K

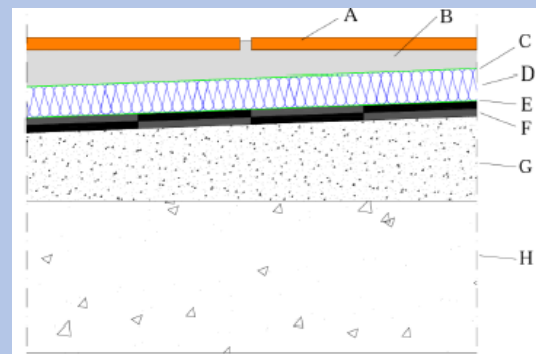


Tabla 5.4 Características de la cubierta inclinada.

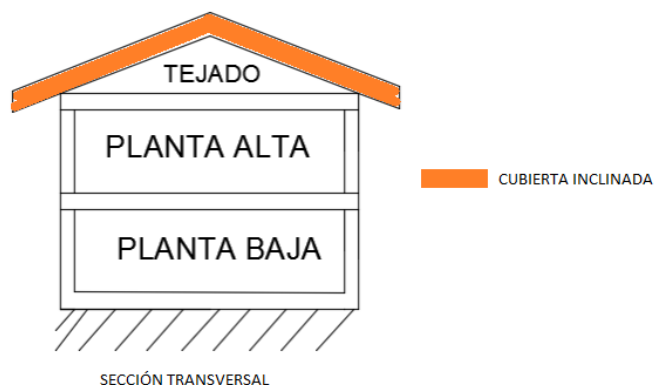


Figura 5.10 Cerramiento de cubierta inclinada en sección transversal.

5.5.4 Cimentación.

La cimentación constituye la totalidad de la envolvente térmica inferior de la vivienda unifamiliar, al extenderse por la totalidad de la superficie de la planta baja y estar en contacto con el terreno, además está compuesta por los siguientes materiales, se enumeran de interior a exterior:

- Pavimento de azulejo cerámico de 3 cm de espesor cogido con cemento.

- Mortero de cemento de 3 cm de espesor.
- Aislamiento térmico de EPS Poliestireno Expandido de 5 cm de espesor.
- Capa de hormigón con arcilla expandida como árido de 40 cm de espesor.

En la Tabla 5.5 se muestran las características de la sección de cimentación, las resistencias térmicas (R) y la transmitancias térmica (U), se han calculado utilizando las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

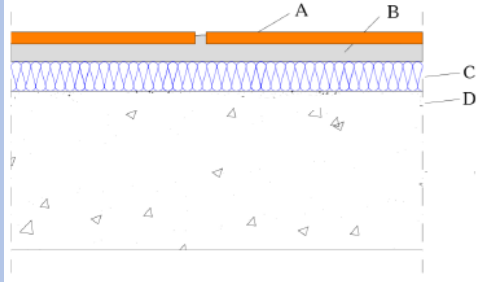
LETRA	MATERIAL	e (m)	λ (W/K·m)	R (m ² ·K/W)	
A	Azulejo cerámico	0,030	1,300	0,023	
B	Mortero de cemento	0,030	0,550	0,055	
C	EPS poliestireno expandido	0,050	0,029	1,724	
D	Hormigón con arcilla expandida	0,400	0,350	1,143	
Resistencia térmica cimentación (R _t) =				2,945 m ² ·K/W	
Transmitancia térmica cimentación (U _t =1/R _t) =				0,34 W/m ² ·K	

Tabla 5.5 Características de la cimentación.

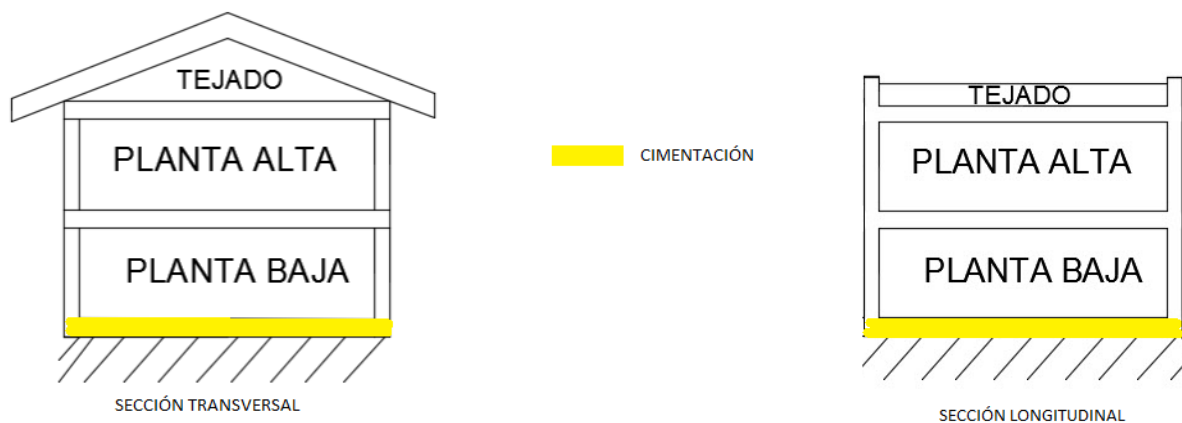


Figura 5.11 Cerramiento de cimentación en secciones transversal y longitudinal.

5.5.5 Forjado interior.

El forjado interior, forma parte de la envolvente térmica de la vivienda, constituye la partición horizontal interior que separa la planta baja con la alta y la planta alta con la cubierta inclinada, está compuesta por los siguientes materiales, se enumeran de arriba a abajo:

- Pavimento de azulejo cerámico de 3 cm de espesor cogido con cemento.
- Mortero de cemento de 1 cm de espesor.
- Aislamiento térmico de EPS Poliestireno Expandido de 5 cm de espesor.
- Capa de hormigón en masa de 10 cm de espesor.
- Revestimiento interior a base de enlucido de yeso de 1 cm de espesor.

En la Tabla 5.6 se muestran las características de la sección de cimentación, las resistencias térmicas (R) y la transmitancias térmica (U), se han calculado utilizando las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

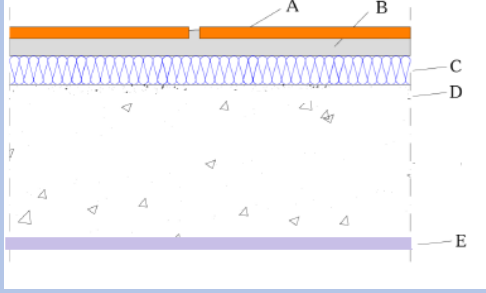
LETRA	MATERIAL	e (m)	λ (W/K·m)	R (m ² ·K/W)	
A	Azulejo cerámico	0,030	1,300	0,023	
B	Mortero de cemento	0,010	0,550	0,018	
C	EPS poliestireno expandido	0,050	0,029	1,724	
D	Hormigón en masa	0,100	1,650	0,061	
E	Enlucido de yeso	0,010	0,570	0,018	
Resistencia térmica forjado interior (R_t) =				1,844 m²·K/W	
Transmitancia térmica forjado interior (U_t=1/R_t) =				0,54 W/m²·K	

Tabla 5.6 Características del forjado interior.

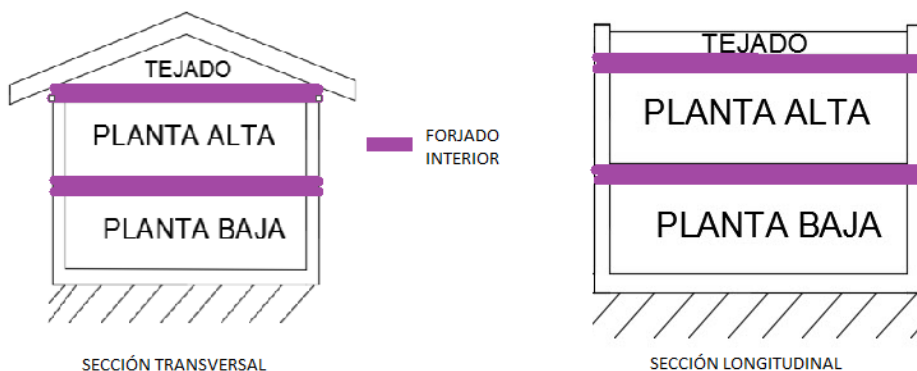


Figura 5.12 Forjado interior en secciones transversal y longitudinal.

5.5.6 Tabiques interiores.

Los tabiques interiores, aunque no forman parte de la envolvente térmica de la vivienda, constituyen las particiones verticales interiores que separa los distintos espacios, están compuestas por los siguientes materiales:

- Revestimiento a base de enlucido de yeso de 4 cm de espesor.
- Ladrillo hueco doble de 7 cm de espesor cogido con cemento.
- Revestimiento a base de enlucido de yeso de 4 cm de espesor.

En la Tabla 5.7 se muestran las características de la sección de cimentación, las resistencias térmicas (R) y la transmitancias térmica (U), se han calculado utilizando las ecuaciones (2) y (3) respectivamente.

LETRA	MATERIAL	e (m)	λ (W/K·m)	R (m ² ·K/W)
A	Enlucido de yeso	0,040	0,570	0,070
B	Tabicón de ladrillo hueco doble	0,070	0,432	0,162
C	Enlucido de yeso	0,040	0,570	0,070
Resistencia térmica tabique interior (R_t) =				0,30 m ² ·K/W
Transmitancia térmica tabique interior ($U_t=1/R_t$) =				3,30 W/m ² ·K

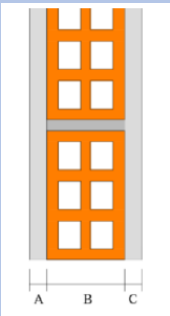


Tabla 5.7 Características de los tabiques interiores.

5.5.7 Carpintería exterior.

Tanto la balconera, la puerta trasera, como todas las ventanas de la vivienda son de la marca Technal, en concreto del modelo Saphir FXi 65, con marco metálico y con rotura del puente térmico de 19 mm, además tienen un acristalamiento 4-12-4 bajo emisivo (cristal exterior de 4 mm, vacío de 12 mm y cristal interior de 4 mm).

Para el caso de la puerta principal se ha escogido una puerta de la marca Technal, en concreto el modelo Puerta PH.

Todas las características técnicas de la carpintería exterior aparecen en el catálogo del fabricante, el cual se muestra en el Anexo II de este documento.

A continuación, en la Tabla 5.8 se muestran la distribución y dimensiones de ventanas y puertas para cada espacio de la vivienda.

TIPO DE CARPINTERIA EXTERIOR	ESPACIO	DIMENSIONES H x L (mm)	SUPERFICIE HUECO (m ²)
VENTANAS	Sala de estar	1800 x 2200	3,96
		1000 x 2000	2
	Lavadero	1000 x 1000	1
	Baño 1	350 x 750	0,26
	Dormitorio 1	Balconera: 2000 x 1500	3
		Ventana: 1000 x 1000	1
	Dormitorio 2	1000 x 2000	2
	Dormitorio 3	1000 x 2000	2
	Baño 2	350 x 750	0,26
PUERTAS	Sala de estar	Principal: 2500 x 900	2,25
		Trasera: 2500 x 1500	3,75
	Cochera	2500 x 2800	7

Tabla 5.8 Resumen carpintería exterior.

6 CÁLCULOS.

6.1 Cálculo de las cargas térmicas de calefacción y refrigeración.

Antes de proceder a seleccionar los equipos de calefacción y de refrigeración de la vivienda, es necesario determinar las cargas térmicas de los espacios que se quieren climatizar, para así hacer un dimensionado de estos equipos con la certeza de que ni se va a sobredimensionar ni se va a quedar corto.

Los espacios que se quieren climatizar mediante refrigeración y calefacción son:

- Dormitorio 1.
- Dormitorio 2.
- Dormitorio 3.

Los espacios que se quieren climatizar solo mediante calefacción son:

- Sala de estar.
- Baño 1.
- Baño 2.
- Lavabo.

Para el cálculo de las cargas térmicas tanto de calefacción como de refrigeración se ha usado el software informático “*Calculair*” que ha sido desarrollado por la empresa Saunier Duval, lo que ofrece una probada eficacia y una gran aceptación por parte de los profesionales de la climatización.

Como paso previo a calcular las cargas térmicas, hay que introducir algunos parámetros en el programa informático, como son:

- Los datos climáticos (Figura 6.1), extraídos de la Agencia Estatal de Meteorología.
- Los metros y orientación de los distintos tipos de cerramientos que tiene cada habitación, así como la orientación y superficie de ventanas que hay en cada habitación. (Figura 6.2)
- La definición de todos los cerramientos de la vivienda, comentados en la sección 5.5 (Figura 6.3)

Países y Ciudades

Países y Regiones:

- ESPAÑA
- HRVATSKA
- ITALIA
- PORTUGAL

Nuevo Eliminar Editar Copiar Asignar Ciudades

Ciudades:

- SEVILLA
- SORIA
- TARRAGONA
- TERUEL
- TOLEDO
- TORREPEROGIL
- TUDELA
- VALENCIA
- VALLADOLID
- VIGO
- VITORIA
- ZAMORA
- ZARAGOZA

Nuevo Eliminar Copiar Importar

Datos Ciudad

Ciudad: TORREPEROGIL

Ciudad Referencia: JAEN

Tª en Verano: 38,0 °C 24,8 °C Tbh

Humedad Relativa: 35,0 %

Tª en Invierno: -0,7 °C

Diferencia Tª en Verano: 14,0 °C

Latitud: 38,03° N S

Altura Nivel Mar: 755 m

Calcular

Figura 6.1 Introducción de los datos climáticos en el programa Calculair.

Cálculos de Aire Acondicionado

Zona: DORMITORIO 3 Unidad: Watios

Altura: 2,8 m Superficie: 11,7 m²

		m	m ²	C	Dt Vera	Dt Invi	Coef W./m ²	Cristal m ²	Vent Metal	Alero m/ línea	Coef W./m ²	Protección Cristal
TABIQUES	TIPO 1	5,8	19,0		9,0	11,9	2,00	0,0			0,00	
	TIPO 2	0,0	0,0		0,0	0,0	0,00	0,0			0,00	
MUROS	NORTE	3,9	8,9	M			0,40	2,0	☒	0,00	2,20	0,45
	N.ESTE	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	ESTE	2,9	8,1	M			0,40	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	S.ESTE	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	SUR	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	S.OESTE	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	OESTE	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	N.OESTE	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
	SOMBRA	0,0	0,0				0,00	0,0	☐	0,00	0,00	0,00
TECHO EXTERIOR		11,7	0			0,47	0,0			0,00	0,00	
TECHO INTERIOR		0,0		0,0	0,0	0,00						
SUELO		11,7		9,0	11,9	0,50						

Zona Proyecto Actualizar Dt

Coeficientes Proyecto

Calcular

Figura 6.2 Ejemplo de introducción de los metros y orientación de cada tipo de cerramiento y de la superficie de ventana y orientación para el dormitorio 3.



Figura 6.3 Ejemplo de introducción del cerramiento de cimentación en el programa Calculair

A continuación, en la Tabla 6.1 se muestran las cargas térmicas obtenidas con el programa Calculair, en el Anexo III de este documento, se muestran los informes completos que nos proporciona el citado programa para cada espacio.

ESPACIO	CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN			CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN (W)
	SENSIBLE (W)	LATENTE (W)	TOTAL (W)	
Dormitorio 1	1286	254	1540	1666
Dormitorio 2	782	134	916	1046
Dormitorio 3	773	115	888	1045
Sala de estar	-	-	-	2471
Baño 1	-	-	-	794
Baño 2	-	-	-	891
Lavabo	-	-	-	487
TOTAL	2841	503	3344	8400

Tabla 6.1 Resumen de cargas térmicas calculadas con Calculair para cada espacio

6.2 Cálculo de la demanda necesaria para el sistema de agua caliente sanitaria (ACS).

El sistema solar térmico que se instalará en la vivienda será el modelo Ecotech F 220 (Figura 6.4) de la marca Ferroli, que proporcionará una producción autónoma de agua caliente sanitaria con un ahorro anual equivalente próximo al 70 % del consumo energético



Figura 6.4 Ecotech F 220

total en producción de agua caliente sanitaria, en el Anexo II de este documento, se muestran todas sus características técnicas.

El sistema incluye:

- Un colector solar selectivo de alto rendimiento.
- Un acumulador vitrificado de ACS, de doble envolvente de 220 litros.
- Soporte de acero galvanizado con cataforesis para superficie inclinado.

El cálculo de la potencia necesaria para el citado sistema térmico de agua caliente sanitaria se ha realizado con el software informático “CHEQ4”, este software ha sido desarrollado por el Ministerio de Industria Energía y Comercio, por el IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) y por la ASIT (Asociación Solar de la Industria Térmica), con el objetivo de facilitar la evaluación, aplicación y el cumplimiento de la exigencia básica HE4 del Código Técnico de la Edificación (CTE).

En la Tabla 6.2 se muestra un resumen de las demandas energéticas para el sistema de agua caliente sanitaria calculada con el software “CHEQ4”, pudiéndose ver el informe completo en el Anexo IV de este documento.

Fracción Solar (%)	Demanda neta (kWh)	Demanda bruta (kWh)	Aporte solar (kWh)	Cons. auxiliar (kWh)	Reducción CO2 (kg)
70	2.216	2.317	1.617	785	475

Tabla 6.2 Resumen de demandas energéticas del sistema de agua caliente sanitaria.

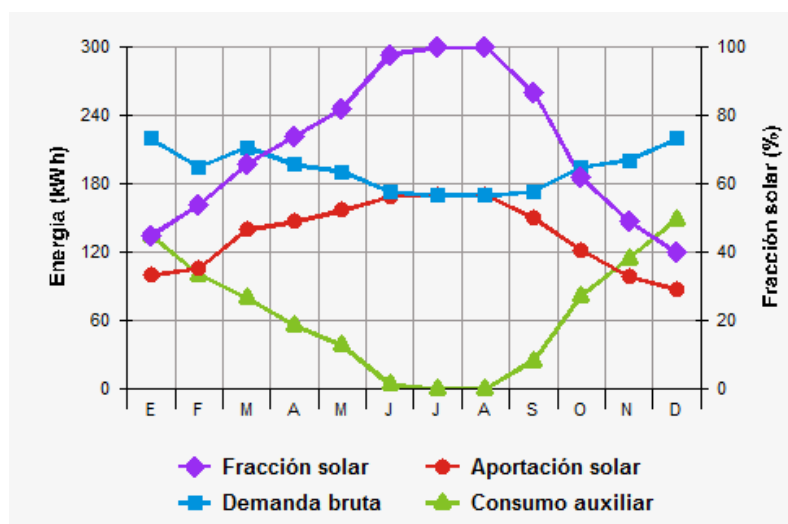


Figura 6.5 Variación de fracción solar, aportación solar, demanda bruta y consumo auxiliar a lo largo de un año.

En la Figura 6.5 se puede observar como la fracción solar que recibe el sistema de ACS aumenta bruscamente (100 %), como es natural, en los meses de verano mientras

que disminuye drásticamente (40 %) para los meses de invierno, lo que hace que la demanda auxiliar que necesita el sistema de ACS, varíe inversamente a la fracción solar.

La aportación solar varía a lo largo del año de manera similar a la fracción solar, pero con menor valor absoluto, estando el pico máximo en 170 kWh.

Por último, la demanda bruta de energía no varía tan bruscamente como los anteriores parámetros durante el año, aunque se puede observar como para los meses de verano baja ligeramente en torno a los 170 kWh, debido a que el uso de agua caliente disminuye durante los meses de verano, mientras que para los meses de invierno aumenta, oscilando la demanda bruta entre los 200 kWh y los 220 kWh.

6.3 Dimensionado del sistema de calefacción.

Para el sistema de calefacción se ha adoptado una solución utilizando una caldera mixta instantánea de gasóleo de 25 kW de potencia y un rendimiento del 93,93%, en concreto se trata del modelo “ATLAS 25 SI UNIT”, de la marca *Ferrolli*. Esta caldera tiene un precio de 2.200€, además de un coste de instalación de 85€ por lo que su coste total será de 2.285€. Los datos técnicos de dicha caldera pueden encontrarse en el Anexo II de este documento.

La calefacción de la vivienda se realizará mediante radiadores de aluminio de la marca *Ferrolli*, en concreto se instalará el modelo “XIAN 450 N” para el baño 1, baño 2 y lavabo y el modelo “XIAN 700 N”, para el dormitorio 1, dormitorio 2, dormitorio 3 y para la sala de estar, las características técnicas vienen definidas en la Tabla 6.3, mientras que en la Figura 6.6 se muestra un boceto de un radiador de 8 elementos, donde A es la altura total y B la altura entre ejes.

CARACTERÍSTICAS														
PRODUCTO	EMISIÓN TÉRMICA SEGÚN UNE EN - 442								DIMENSIONES				T° MÁXIMA DE FUNCIONAMIENTO (°C)	PRECIO POR ELEMENTO €
	ΔT 30°C		ΔT 40°C		ΔT 50°C		ΔT 60°C		Altura (mm)		ANCHO	FONDO		
	W	Kcal/h	W	Kcal/h	W	Kcal/h	W	Kcal/h	TOTAL	ENTRE EJES				
XIAN 450 N	46,6	40,08	67,8	58,3	90,8	78	115,1	99	431	350	80	100	110	15,26
XIAN 600 N	62,08	53,4	91,7	78,8	122,9	105,7	156,2	134,3	581	500	80	100		15,67
XIAN 700 N	72	61,9	105,6	90,8	142,2	122,3	181,4	156	681	600	80	100		18,94
XIAN 800 N	81	69,7	118,9	102,3	160,2	137,7	204,3	175,7	781	700	80	100		21,35

Tabla 6.3 Características técnicas por elemento de radiadores XIAN.

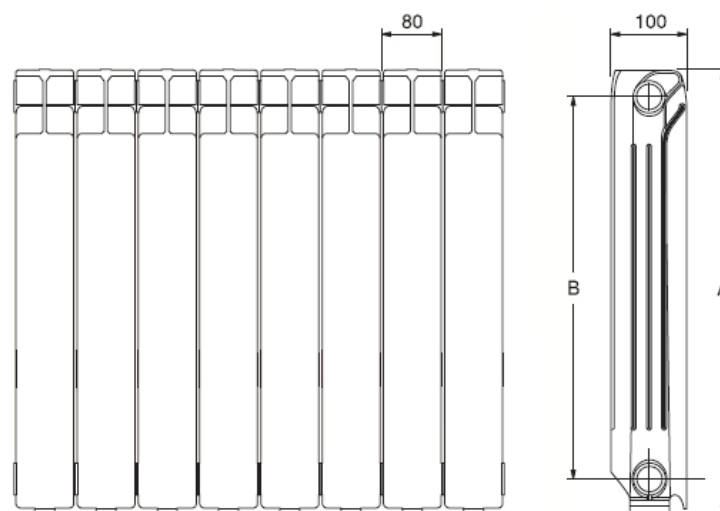


Figura 6.6 Ejemplo radiador XIAN de 8 elementos.

Considerando las cargas térmicas de calefacción calculadas en la Sección 6.1 y la potencia por elemento mostrada en la Tabla 6.3 se procede al dimensionado de los radiadores, poniendo el número suficiente de elementos para cubrir la carga térmica de calefacción en cada estancia tal y como se muestra en la Tabla 6.4

ESPACIO	PRODUCTO	WATIOS POR ELEMENTO (W)	PRECIO POR ELEMENTO (€)	CARGA TERMICA DE CALEFACCIÓN (W)	NÚMERO DE ELEMENTOS	CAPACIDAD TOTAL DEL RADIADOR (W)	PRECIO RADIADOR (€)
Dormitorio 1	XIAN 700 N	181,4	18,94	1666	10	1814	189,4
Dormitorio 2	XIAN 700 N	181,4	18,94	1046	6	1088,4	113,64
Dormitorio 3	XIAN 700 N	181,4	18,94	1045	6	1088,4	113,64
Sala de estar	XIAN 700 N	181,4	18,94	2471	14	2539,6	265,16
Baño 1	XIAN 450 N	115,1	15,26	794	7	805,7	106,82
Baño 2	XIAN 450 N	115,1	15,26	891	8	920,8	122,08
Lavabo	XIAN 450 N	115,1	15,26	487	5	575,5	76,3
TOTAL	-	-	-	8400	-	8832,4	987,04

Tabla 6.4 Dimensionado de los radiadores para cada estancia.

Puede comprobarse que la demanda de calefacción y agua caliente sanitaria quedan bien cubiertas con la caldera de 25 kW, aun siendo la de menor potencia del catálogo del fabricante, ya que en total la demanda seria de 11,048 kW correspondiendo como se ha calculado anteriormente: 8,832 kW a la calefacción y 2,216 kW al agua caliente sanitaria.

6.4 Dimensionado del sistema de refrigeración.

Para el sistema de refrigeración se ha optado por poner un sistema combinado de la marca *Panasonic*, en concreto la combinación “*Free Multi 3x1 CU-3E18PBE*” (Figura 6.7) para tres habitaciones que consta de una sola unidad exterior, en concreto el modelo “*CU-3E18PBE*” y de tres unidades interiores, una para cada dormitorio, para el dormitorio 1, el modelo “*CS-E7SKEW-M*” con una capacidad frigorífica de 2 kW y para los dormitorios 2 y 3, el modelo “*CS-ME5SKE-M*” con una capacidad frigorífica de 1,6 kW. Se ha elegido esta opción ya que es la que mejor encaja de acuerdo con las cargas térmicas de refrigeración calculadas en la Sección 6.1.

Free Multi 3x1 CU-3E18PBE. Capacidad mínima conectada: 4,5 kW. Capacidad máxima conectada: 9,0 kW

Capacidad unidad interior Habitación	Capacidad frigorífica (kW)				EER	Consumo		Consumo anual kWh	Corriente 230 V (A)	Capacidad calorífica (kW)				COP	Consumo		Consumo anual kWh	Corriente 230 V (A)
	A	B	C	Total (Min. - Max.)		W/W	W			A	B	C	Total (Min. - Max.)		W/W	W		
1 Hab.																		
5	1,60			1,60 (1,30 - 2,30)	3,40 A		470 (250 - 710)	235	2,30	2,60			2,60 (1,20 - 3,20)	3,88 A		670 (300 - 1030)	335	3,20
7	2,00			2,00 (1,80 - 2,90)	3,51 A		570 (340 - 880)	285	2,80	3,20			3,20 (1,20 - 4,10)	3,95 A		810 (300 - 1300)	405	4,00
9	2,50			2,50 (1,80 - 2,90)	3,57 A		700 (340 - 880)	350	3,30	3,60			3,60 (1,20 - 4,30)	3,56 B		1.010 (300 - 1300)	505	4,80
12	3,20			3,20 (1,80 - 3,80)	3,68 A		870 (340 - 1.430)	435	4,00	4,50			4,50 (1,20 - 5,80)	3,46 B		1.300 (300 - 2170)	650	6,20
15	4,00			4,00 (1,80 - 4,30)	3,05 B		1.310 (340 - 2.060)	655	5,90	5,60			5,60 (1,20 - 6,80)	3,13 D		1.790 (300 - 3000)	895	7,90
18	5,00			5,00 (1,90 - 5,70)	2,90 C		1.725 (340 - 2.305)	863	7,60	6,80			6,80 (1,20 - 6,90)	2,99 D		2.275 (300 - 2695)	1.138	10,00
2 Hab.																		
5 + 5	1,60	1,60		3,20 (1,80 - 6,20)	4,05 A		790 (330 - 2.230)	395	3,60	2,60	2,60		5,20 (1,40 - 7,00)	3,77 A		1.380 (340 - 2070)	690	6,40
5 + 7	1,60	2,00		3,60 (1,80 - 6,20)	3,83 A		940 (330 - 2.190)	470	4,20	2,49	3,11		5,60 (1,40 - 7,00)	3,73 A		1.500 (330 - 2040)	750	6,90
5 + 9	1,60	2,50		4,10 (1,80 - 6,20)	3,73 A		1.100 (330 - 2.190)	550	4,90	2,42	3,78		6,20 (1,40 - 7,00)	3,69 A		1.680 (330 - 2040)	840	7,80
5 + 12	1,60	3,20		4,80 (1,80 - 6,30)	3,36 A		1.430 (330 - 2.200)	715	6,30	2,13	4,27		6,40 (1,40 - 7,30)	3,76 A		1.700 (310 - 2130)	850	7,80
5 + 15	1,49	3,71		5,20 (1,90 - 6,40)	3,21 A		1.620 (350 - 2.240)	810	7,10	1,94	4,86		6,80 (1,40 - 7,30)	3,74 A		1.820 (310 - 2120)	910	8,30
5 + 18	1,26	3,94		5,20 (1,90 - 6,80)	3,41 A		1.525 (340 - 2.285)	763	6,70	1,65	5,15		6,80 (1,40 - 8,00)	3,81 A		1.785 (240 - 2335)	893	8,20
7 + 7	2,00	2,00		4,00 (1,80 - 6,20)	3,74 A		1.070 (330 - 2.150)	535	4,70	2,90	2,90		5,80 (1,40 - 7,00)	3,82 A		1.520 (320 - 2030)	760	7,00
7 + 9	2,00	2,50		4,50 (1,80 - 6,20)	3,52 A		1.280 (330 - 2.150)	640	5,60	2,84	3,56		6,40 (1,40 - 7,00)	3,68 A		1.740 (320 - 2030)	870	8,00
7 + 12	2,00	3,20		5,20 (1,80 - 6,30)	3,21 A		1.620 (330 - 2.160)	810	7,10	2,62	4,18		6,80 (1,40 - 7,30)	3,74 A		1.820 (310 - 2120)	910	8,30
7 + 15					6,40  (5,20) ¹									3,80  (4,80) ¹				
7 + 18	1,73	3,47		5,20 (1,90 - 6,40)	3,29 A		1.580 (350 - 2.200)	790	6,90	2,27	4,53		6,80 (1,40 - 7,30)	3,74 A		1.820 (280 - 2080)	910	8,30
9 + 9	1,49	3,71		5,20 (1,90 - 6,80)	3,41 A		1.525 (340 - 2.285)	763	6,70	1,94	4,86		6,80 (1,40 - 8,00)	3,83 A		1.775 (240 - 2325)	888	8,10
9 + 12	2,50	2,50		5,00 (1,80 - 6,20)	3,25 A		1.540 (330 - 2.150)	770	6,80	3,40	3,40		6,80 (1,40 - 7,00)	3,64 A		1.870 (320 - 2030)	935	8,50
9 + 15	2,28	2,92		5,20 (1,90 - 6,30)	3,21 A		1.620 (350 - 2.160)	810	7,10	2,98	3,82		6,80 (1,40 - 7,30)	3,74 A		1.820 (310 - 2120)	910	8,30
9 + 18	2,00	3,20		5,20 (1,90 - 6,40)	3,29 A		1.580 (350 - 2.200)	790	6,90	2,62	4,18		6,80 (1,40 - 7,30)	3,74 A		1.820 (280 - 2080)	910	8,30
12 + 12	1,73	3,47		5,20 (1,90 - 6,80)	3,41 A		1.525 (340 - 2.285)	763	6,70	2,27	4,53		6,80 (1,40 - 8,00)	3,83 A		1.775 (240 - 2325)	888	8,10
12 + 15	2,60	2,60		5,20 (1,90 - 6,40)	3,38 A		1.540 (350 - 2.160)	770	6,80	3,40	3,40		6,80 (1,40 - 7,50)	3,76 A		1.810 (270 - 2140)	905	8,30
12 + 18	2,31	2,89		5,20 (1,90 - 6,50)	3,38 A		1.540 (350 - 2.210)	770	6,80	3,02	3,78		6,80 (1,40 - 7,50)	3,78 A		1.800 (260 - 2140)	900	8,20
15 + 15	2,03	3,17		5,20 (1,90 - 6,90)	3,50 A		1.485 (360 - 2.285)	743	6,50	2,65	4,15		6,80 (1,40 - 8,00)	3,87 A		1.755 (240 - 2265)	878	8,00
15 + 18	2,60	2,60		5,20 (1,90 - 6,50)	3,38 A		1.540 (350 - 2.210)	770	6,80	3,40	3,40		6,80 (1,40 - 7,60)	3,86 A		1.760 (260 - 2170)	880	8,00
18 + 18	2,31	2,89		5,20 (1,90 - 6,90)	3,50 A		1.485 (360 - 2.285)	743	6,50	3,02	3,78		6,80 (1,40 - 8,00)	3,90 A		1.745 (240 - 2265)	873	8,10
3 Hab.																		
5 + 5 + 5	1,60	1,60	1,60	4,80 (1,80 - 7,20)	3,81 A		1.260 (360 - 2.340)	630	5,50	2,26	2,26	2,26	6,78 (1,50 - 8,10)	4,06 A		1.670 (290 - 2250)	835	7,70
5 + 5 + 7	1,60	1,60	2,00	5,20 (1,80 - 7,30)	3,69 A		1.410 (360 - 2.390)	705	6,20	2,09	2,09	2,62	6,80 (1,60 - 8,30)	4,10 A		1.660 (320 - 2320)	830	7,70
5 + 5 + 9					7,00  (5,20) ¹									4,00  (4,80) ¹				
5 + 5 + 12	1,46	1,46	2,28	5,20 (1,90 - 7,20)	3,69 A		1.410 (390 - 2.300)	705	6,20	1,91	1,91	2,98	6,80 (1,60 - 8,30)	4,10 A		1.660 (320 - 2320)	830	7,70
5 + 5 + 15	1,30	1,30	2,60	5,20 (1,90 - 7,20)	3,69 A		1.410 (390 - 2.250)	705	6,20	1,70	1,70	3,40	6,80 (1,60 - 8,30)	4,15 A		1.640 (310 - 2250)	820	7,60
5 + 5 + 18	1,16	1,16	2,88	5,20 (1,80 - 7,30)	3,69 A		1.410 (390 - 2.300)	705	6,20	1,51	1,51	3,78	6,80 (1,60 - 8,30)	4,17 A		1.630 (310 - 2250)	815	7,50
5 + 5 + 18	1,01	1,01	3,18	5,20 (1,80 - 7,30)	3,62 A		1.435 (420 - 2.225)	718	6,30	1,33	1,33	4,14	6,80 (1,60 - 8,30)	4,16 A		1.635 (360 - 2215)	818	7,50

Figura 6.7 Combinación Free Multi 3x1 CU-3E18PBE

La unidad exterior (*CU-3E18PBE*) tiene una capacidad frigorífica nominal de 5,2 kW y un precio de 1.583€. El resto de datos técnico puede verse en el Anexo II de este documento.

La unidad interior del dormitorio 1 (*CS-E7SKEW-M*) tiene una capacidad frigorífica de 2 kW y un precio de 415€ en blanco mate. El resto de datos técnicos puede verse en el Anexo II de este documento.

Las unidades interiores del dormitorio 2 y 3 (CS-ME5SKE-M) tienen una capacidad frigorífica de 1,6 kW y un precio de 350€ cada uno en blanco mate. El resto de datos técnico puede verse en el Anexo II de este documento.

Cabe destacar que todas las unidades también pueden ser utilizadas como sistemas de calefacción, pero la elección se ha realizado atendiendo solo a criterios de refrigeración, ya que principalmente serán usados para tal uso mientras que para la calefacción se utilizarán los radiadores, aunque puede hacerse uso del sistema de aire acondicionado en un momento puntual.

En la Tabla 6.5 se muestra un resumen del precio y capacidad frigorífica del sistema de refrigeración, así como las cargas de refrigeración para cada estancia.

ESPACIO	MODELO	CAPACIDAD FRIGORIFICA (Kw)	CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN (kW)	PRECIO (€)
Dormitorio 1	CS-E7SKEW-M	2,00	1,540	415
Dormitorio 2	CS-ME5SKE-M	1,60	0,916	350
Dormitorio 3	CS-ME5SKE-M	1,60	0,888	350
Unidad exterior	CU-3E18PBE	5,20	-	1583
PRECIO TOTAL	-	-	-	2698

Tabla 6.5 Dimensionado del sistema de refrigeración.

6.5 Introducción de la vivienda y sus sistemas en la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC).

En primer lugar, hay que introducir unos datos de partida, en la pestaña “Datos generales” que como se observa en la Figura 6.8 son los siguientes:

- Definición del caso, en este caso un edificio nuevo.
- Localidad y datos climáticos, como se vio en la en la sección 5.3 la zona climática para Torreperogil será la C4.
- Tipo de edificio, en este caso se trata de vivienda unifamiliar.
- Ventilación del edificio residencial, se considera como válido el valor por defecto.

Las pestañas “Datos administrativos” e “Imágenes y otros datos” es para introducir datos relativos al proyecto y al técnico certificador, estos datos no afectan para nada en los cálculos que hace el software.

En el resto de pestañas no hay que introducir ningún dato.

Figura 6.8 Datos de partida en HULC

En el proceso de introducción de la vivienda debe de seguirse el orden en que se van activando los diferentes iconos de la barra de herramientas, después de introducir los datos generales se activa el icono de “Definición geométrica, constructiva operacional...” (Figura 6.9).

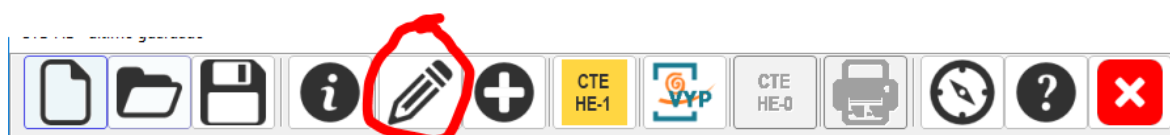


Figura 6.9 Icono “Definición geométrica, constructiva operacional...”

Después hay que ir al icono “Base de datos” (Figura 6.10) y acceder a la base de datos, aquí es donde se administran las bases de datos de los materiales, vidrios y marcos, además también se pueden crear los elementos constructivos del edificio como son los cerramientos, forjados y tabiques interiores y los huecos.



Figura 6.10 Icono “Base de datos”

La HULC posee una base de datos propia con muchos materiales y productos de construcción, además de diversos vidrios y marcos, aunque también permite al usuario crear los que necesite y no vengan incluidos.

Una vez dentro de la base de datos se procede a definir los cerramientos, particiones interiores y la carpintería exterior que posee la vivienda basándose en los datos de la sección 5.5. Para ello hay que darle a “Opacos” → “Cerramientos y particiones interiores”, después se ha creado un nuevo grupo cerramiento clicando en el botón derecho del ratón llamado “Cerramientos opacos”, dentro de este grupo de cerramiento, se han creado: la cimentación, la cubierta, el forjado interior, la medianera, el muro exterior (fachada) y los tabiques interiores. Para ello hay que darle al botón derecho en el grupo “Cerramiento opacos” y elegir “Crear cerramiento” después se van añadiendo las capas de los materiales y el espesor que tienen para cada sección constructiva tal y como se muestra en la Figura 6.11, en orden de exterior a interior para secciones verticales y en orden de arriba hacia abajo para secciones horizontales e inclinadas.

Base de datos -

Proyecto:

- Opacos
 - Materiales y productos
 - Cerramientos y particiones interiores
 - Cerramientos Opacos
 - Cimentacion
 - Cubierta
 - Forjado_Interior
 - Medianera
 - Muro_Exterior**
 - Tabiques_Interiores
- Semitransparentes
 - Vidrios
 - Marcos
 - Huecos y lucernarios

Opacos | Semitransparentes | Puentes térmicos

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo Cerramientos Opacos

Nombre

Composición del Cerramiento:

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

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0,115	0,667	1140	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,020	0,550	1125	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm					0,170
4	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/(mK)]	0,050	0,029	30	1000	
5	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,035	0,570	1150	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(mK)

Figura 6.11 Ejemplo de definición de la sección constructiva del muro exterior (Fachada) en la HULC

Hay que indicar que hay que darle un nombre a cada sección constructiva que se defina para así poder referenciarlo durante todo el proceso con mayor facilidad, además en el caso de que no aparezca un material en la base de datos se crea introduciendo su nombre, el espesor (d) en metros, la conductividad (λ) en W/m·K, su densidad (ρ) en kg/m³ y su calor específico (Cp) en J/kg·K, o por el contrario puede introducirse su resistencia térmica.

Una vez definidas todas las secciones constructivas, se pasa a definir la carpintería exterior para ello en el grupo “Semitransparentes” → “Huecos y lucernarios”, se crean los grupos huecos “Puertas” y “Ventanas” y se definen todos los componentes de la carpintería exterior de acuerdo con los datos técnicos del fabricante.

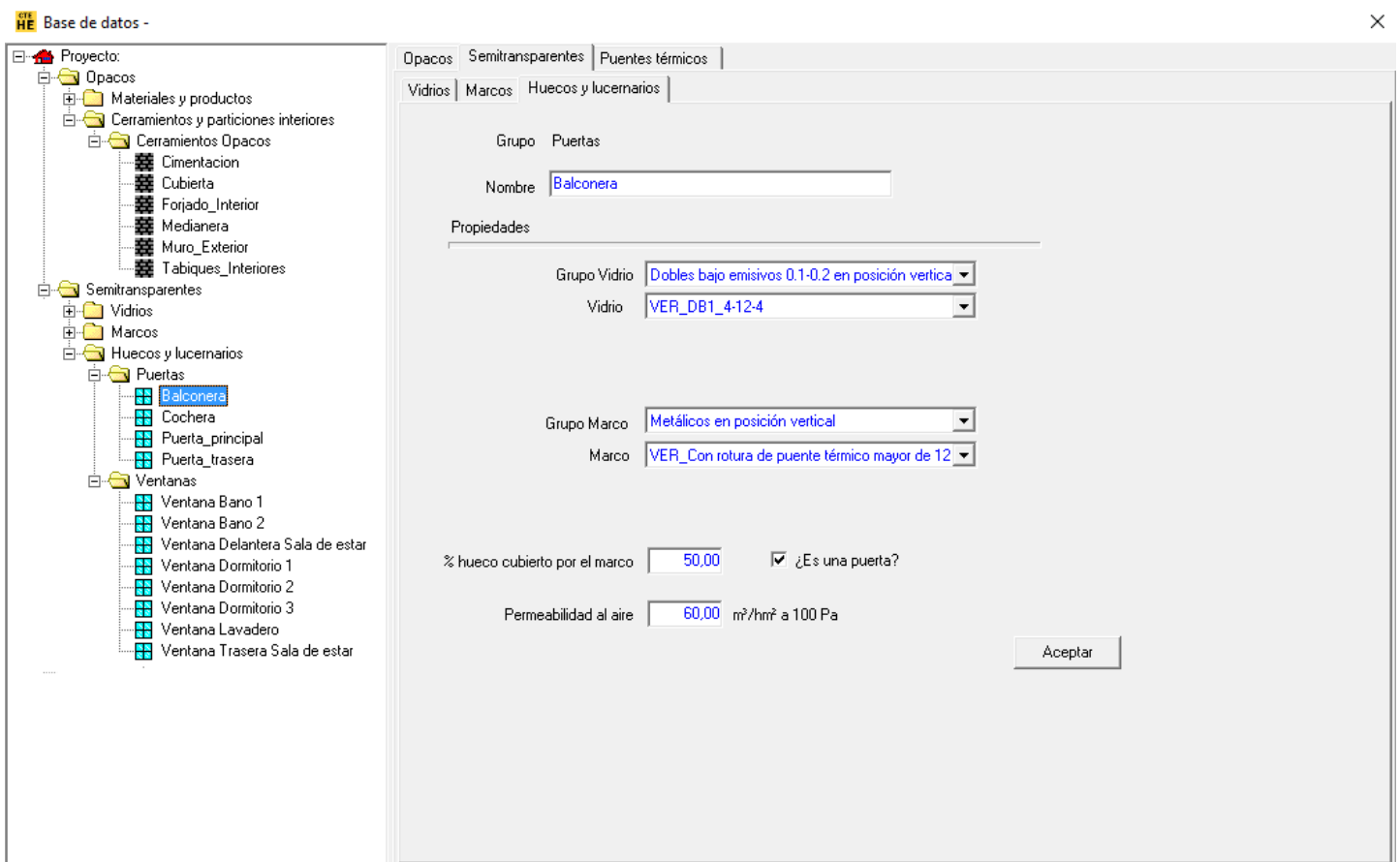


Figura 6.12 Ejemplo de definición de la carpintería exterior (Balconera) en la HULC

Una vez definidos todos los cerramientos y la carpintería exterior y antes de empezar a dibujar la vivienda en 3D en el icono “Opciones” → “Cerramientos y particiones interiores predeterminados”, se seleccionan los distintos cerramientos en función de su posición tal y como se muestra en la Figura 6.13

Opciones

Espacio de trabajo Cerramientos y particiones interiores predeterminados

Muros de fachada. Verticales y rectangulares.

Composición tipo "muro" **Muro_Exterior**

Hueco

Composición tipo "hueco" **Ventanas_normales**

Altura del hueco **1,00** m

Anchura del hueco **1,00** m

Posición Y respecto al suelo **1,00** m

Retranqueo **0,00** m

Protección solar ...

Cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior

Cubiertas planas o suelos en contacto con el exterior.

Composición tipo "cerramiento horizontal" **Cubierta**

Cerramiento o partición interior geométricamente singular.

Cubiertas inclinadas, hastiales, fachadas o particiones interiores inclinadas, etc.

Composición tipo "cerramiento singular" **Cubierta**

Medianería

Composición tipo "medianería" **Medianera**

Suelo en contacto con el terreno

Composición tipo "suelo en contacto con el terreno" **Cimentación**

☐ Aislamiento perimetral

D **0,0** m

Ra **0,0** m²K/W

Muro en contacto con el terreno

Composición tipo "muro en contacto con el terreno" **Muro_Exterior**

Partición interior horizontal

Composición tipo "partición interior horizontal" **Forjado_Interior**

Partición interior vertical

Composición tipo "partición interior vertical" **Tabiques_Interiores**

Aceptar Cancelar

Figura 6.13 Selección de cada cerramiento en función de su posición.

A continuación, se procede a dibujar la vivienda en 3D en la HULC, este es el proceso más laborioso ya que se requiere de bastante práctica, para simplificar el proceso en primer lugar se han dibujado cada una de las plantas simplificadas en Autocad para después importarlas en la HULC, es importante indicar que a la hora de dibujar las distintas habitaciones que componen una planta hay que hacerlo en sentido anti horario para que no de fallo, también es importante dibujar las habitaciones utilizando las dimensiones interiores, es decir, despreciando las dimensiones de las paredes, esto es así ya que la HULC trabaja teniendo en cuenta las dimensiones interiores.

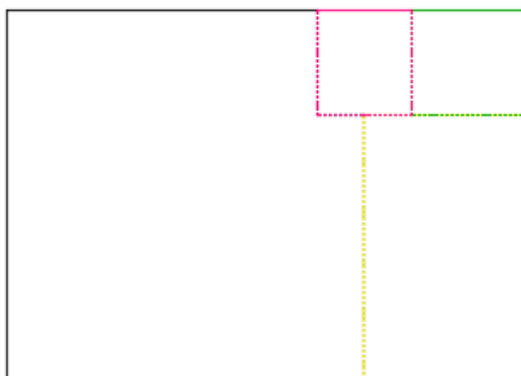


Figura 6.14 Planta baja simplificada en Autocad.

Una vez dibujados los planos de cada planta simplificada, se le da al icono cargar planos (Figura 6.15) y se carga el documento en formato Autocad correspondiente a la planta inferior, se introduce la altura de dicha planta y se le da “Aceptar”, después se le da al icono “Crear muros” y al icono “Crear forjados automáticos” (Figura 6.16), repitiendo esto para cada planta e introduciendo la cubierta mediante coordenadas, quedará la vivienda introducida en la HULC tal y como se muestra en la Figura 6.17



Figura 6.15 Icono “Cargar planos”

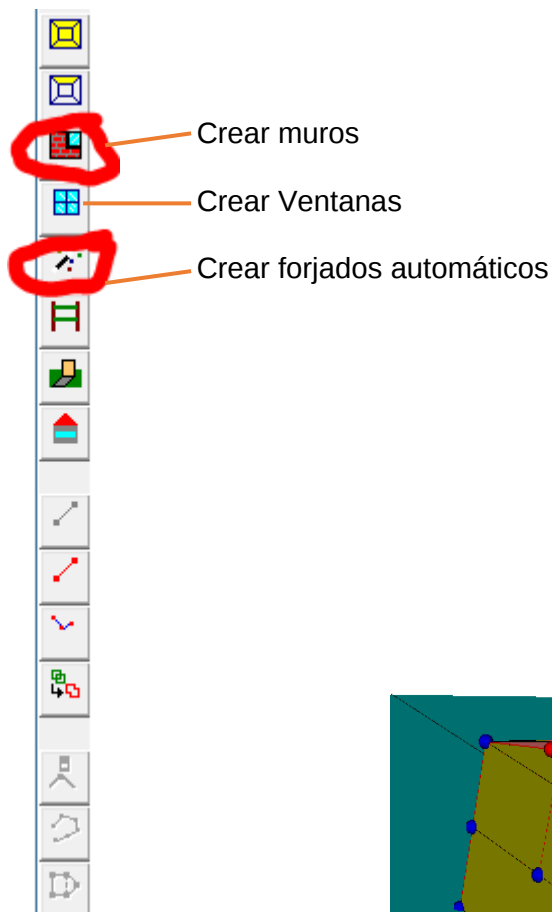


Figura 6.16 Iconos
“Crear muros”, “Crear
forjados automáticos” y
“Crear ventanas”

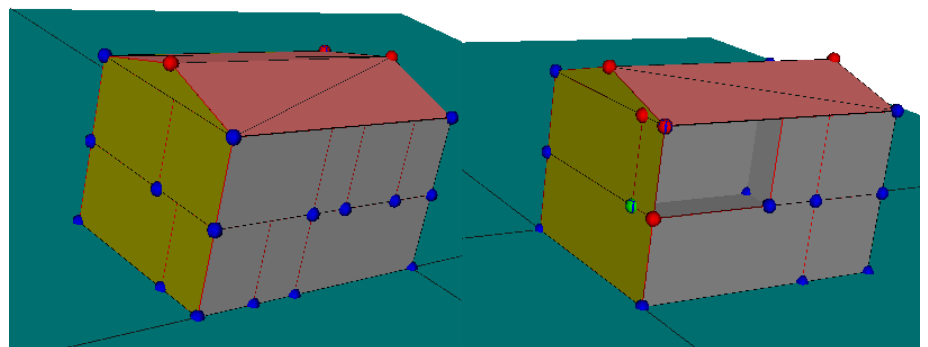


Figura 6.17 Vivienda 3D introducida en la HULC

Una vez introducida la vivienda en 3D, es necesario comprobar que a cada pared de la vivienda se le ha asignado de manera automática el cerramiento que le corresponde, para ello se clicca sobre cada pared con el botón derecho del ratón y se comprueba que tiene asignado el cerramiento que le corresponde tal y como se hace en la Figura 6.18

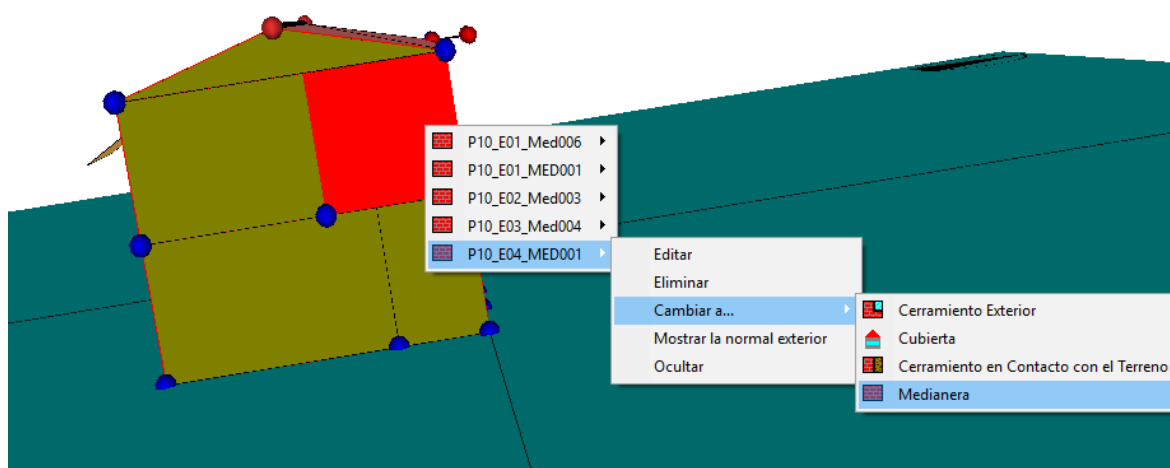


Figura 6.18 Asignación del cerramiento adecuado a cada pared.

Por ultimo queda por introducir la carpintería exterior, para ello se selecciona el icono “Crear ventana” y se dibujan de manera aleatoria sobre cada pared a la que le corresponde, para después clicar con el botón derecho sobre cada carpintería exterior y poder editarla de manera adecuada, asociándole las medidas correspondientes y el tipo de hueco que se ha creado anteriormente tal y como se muestra en la Figura 6.19

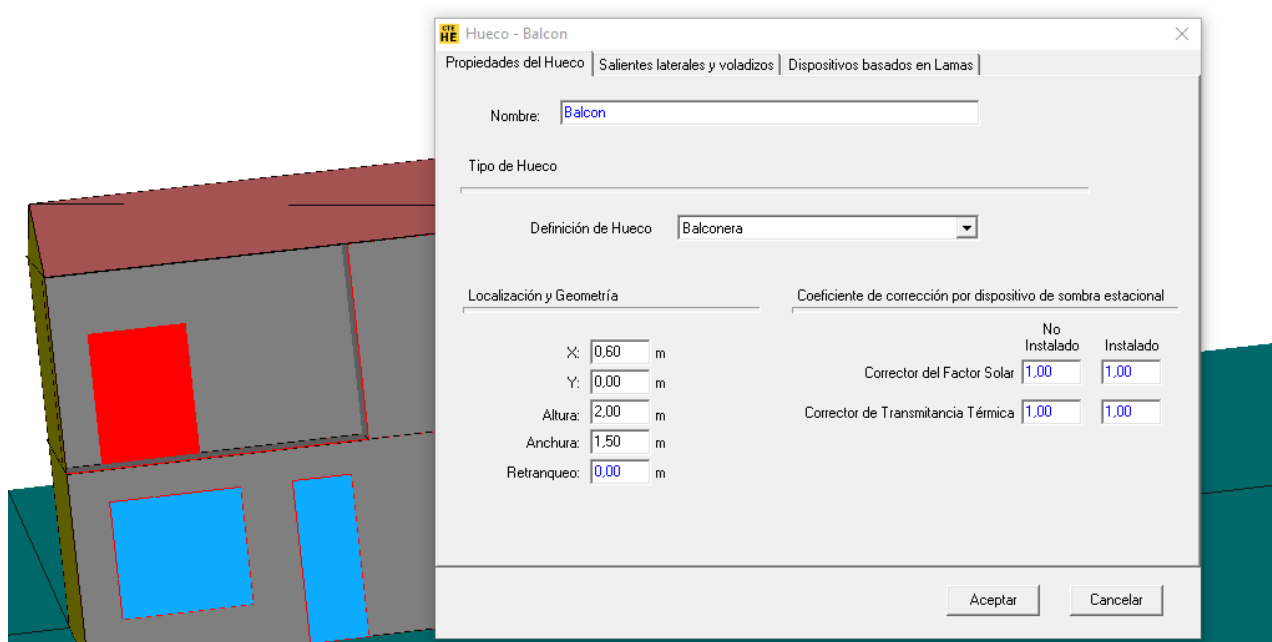


Figura 6.19 Ejemplo de definición de una carpintería exterior (Balcón) en la HULC.

Una vez definida la vivienda en 3D se activa el icono “Cálculo de demandas de calefacción y refrigeración, verificación HE-1” (Figura 6.20) los resultados de esta verificación se comentarán posteriormente. Una vez hecha la citada verificación ya se pueden introducir los sistemas de calefacción y refrigeración que posee la vivienda, así como sus características clicando en el icono “Definición de sistemas, cálculo de consumos” (Figura 6.21).

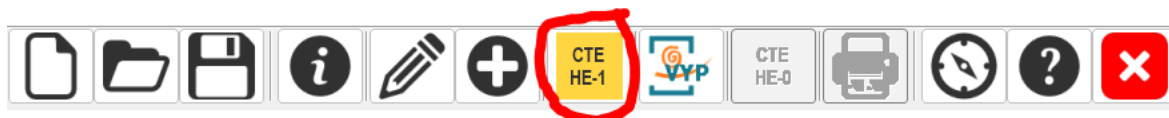


Figura 6.20 Icono “Cálculo de demandas de calefacción y refrigeración, verificación HE-1”

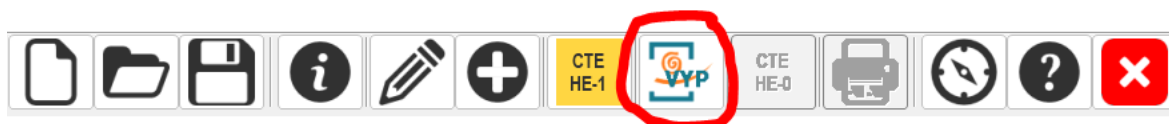


Figura 6.21 Icono “Definición de sistemas, cálculo de consumos”

Antes de definir los sistemas de calefacción y refrigeración, es necesario conocer como llama la HULC a cada espacio para poder asociarle el radiador y la unidad de aire acondicionado que le corresponde, en la Tabla 6.6 se muestra la relación entre el espacio en la HULC y su equivalente de la vivienda.

ESPACIO VIVIENDA	ESPACIO HULC
Sala de estar	P09_E01
Cochera	P09_E02
Baño 1	P09_E03
Lavadero	P09_E04
Dormitorio 1	P10_E01
Dormitorio 2	P10_E05
Dormitorio 3	P10_E04
Baño 2	P10_E02
Lavabo	P10_E03
Distribuidor	P10_E06

Tabla 6.6 Relación de espacios entre la HULC y la vivienda.

Una vez conocida la anterior, solo queda añadir todos los sistemas de agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración, así como sus características técnicas, descritas en las secciones 6.2, 6.3 y 6.4 respectivamente y en el Anexo II de este documento. En las siguientes figuras se muestran cómo se han introducido los citados sistemas en la HULC.

The screenshot shows the 'Definición Sistema' window. On the left, a tree view under 'Proyecto' lists various components, including 'SIS_Mixto calefacción y ACS' and several radiators. The main panel is titled 'Mixto calefacción y ACS' and contains the following fields:

Propiedades básicas	
Nombre	SIS_Mixto calefacción y ACS
Fracción cubierta por el sistema solar térmico	70,0 %
Temperatura de impulsión sanitaria	50,0 °C
Temperatura de impulsión calefacción	80,0 °C
Multiplicador	1

An 'Aceptar' button is located at the bottom right of the main panel.

Figura 6.22 Definición sistema mixto de calefacción y ACS.

The screenshot shows the 'Definición Sistema' window with the 'Caldera' tab selected. The left tree view is the same as in Figure 6.22. The main panel is titled 'Caldera' and contains the following fields:

Propiedades básicas	
Nombre	Caldera mixta ATLAS 25 K 100
Capacidad Total	25,00 kW
Rendimiento nominal	0,939
Tipo energía	Gasoleo calefaccion / Fuel-
Multiplicador	1

An 'Aceptar' button is located at the bottom right of the main panel.

Figura 6.23 Definición caldera mixta ATLAS 25 K 100

Definición Sistema

Proyecto

- SIS_Mixto_calefaccion_y_ACS
 - Caldera_mixta_ATLAS_25_K_100
 - Radiador_bano_2
 - P10_E02
 - Radiador_sala_de_estar
 - P09_E01
 - Radiador_bano_1
 - P09_E03
 - Radiador_dormitorio_1
 - P10_E01
 - Radiador_lavabo
 - P10_E03
 - Radiador_dormitorio_3
 - P10_E04
 - Radiador_dormitorio_2
 - P10_E05
- SIS_ACS1_Demanda_de_ACS
- SIS1_Climatizacion_multizona_con_autonomos
 - Refrigeracion_Unidad_Exterior
 - Refrigeracion_Unidad_Interior_Dormitorio
 - P10_E01
 - Refrigeracion_Unidad_Interior_Dormitorio
 - P10_E04
 - Refrigeracion_Unidad_Interior_Dormitorio
 - P10_E05

Radiador

Nombre: Radiador_bano_2

Propiedades básicas

Capacidad nominal: 0,92 kW

Espacio: P10_E02

Aceptar

Figura 6.24 Ejemplo de definición del radiador correspondiente al Baño 2

Definición Sistema

Proyecto

- SIS_Mixto_calefaccion_y_ACS
 - Caldera_mixta_ATLAS_25_K_100
 - Radiador_bano_2
 - P10_E02
 - Radiador_sala_de_estar
 - P09_E01
 - Radiador_bano_1
 - P09_E03
 - Radiador_dormitorio_1
 - P10_E01
 - Radiador_lavabo
 - P10_E03
 - Radiador_dormitorio_3
 - P10_E04
 - Radiador_dormitorio_2
 - P10_E05
- SIS_ACS1_Demanda_de_ACS
- SIS1_Climatizacion_multizona_con_autonomos
 - Refrigeracion_Unidad_Exterior
 - Refrigeracion_Unidad_Interior_Dormitorio
 - P10_E01
 - Refrigeracion_Unidad_Interior_Dormitorio
 - P10_E04
 - Refrigeracion_Unidad_Interior_Dormitorio
 - P10_E05

Factores de corrección

- Unidad exterior de autónomo
 - capCal T-EO ED UnidadExterior-Defecto

Unidad exterior de autónomo

Nombre: Refrigeracion_Unidad_Exterior

Propiedades básicas

Capacidad total de refrigeración nominal: 5,20 kW

Consumo de refrigeración nominal: 1,27 kW

Capacidad calorífica nominal: 6,80 kW

Consumo de calefacción nominal: 1,52 kW

Aceptar

Figura 6.25 Definición de la unidad exterior de refrigeración.

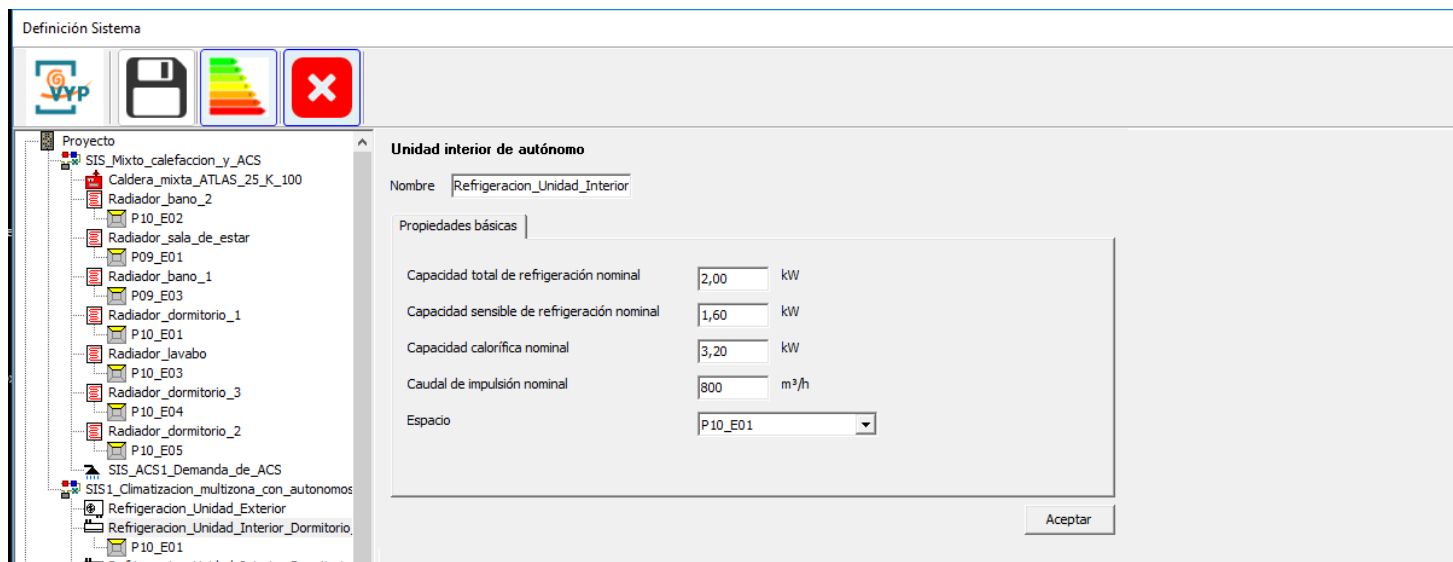


Figura 6.26 Ejemplo de definición de la unidad interior de refrigeración correspondiente al Dormitorio 1

Una vez introducidos todos los sistemas de agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración ya se puede realizar la calificación energética de la vivienda para ello hay que clicar en el icono “Calcular consumos, calificar” (Figura 6.27) los resultados obtenidos se comentaran posteriormente.



Figura 6.27 Icono “Calcular consumos, calificar”

7 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR.

La Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC) proporciona un informe completo y pormenorizado de la calificación energética de la vivienda unifamiliar estudiada que se adjunta en el Anexo V de este documento.

7.1 Verificación HE-1

En la Figura 7.1 se puede observar los resultados obtenidos con la Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC), comprobándose que la vivienda unifamiliar cumple la verificación HE-1, tanto para calefacción como para refrigeración, al ser ambas demandas del edificio objeto menores que las demandas límites.

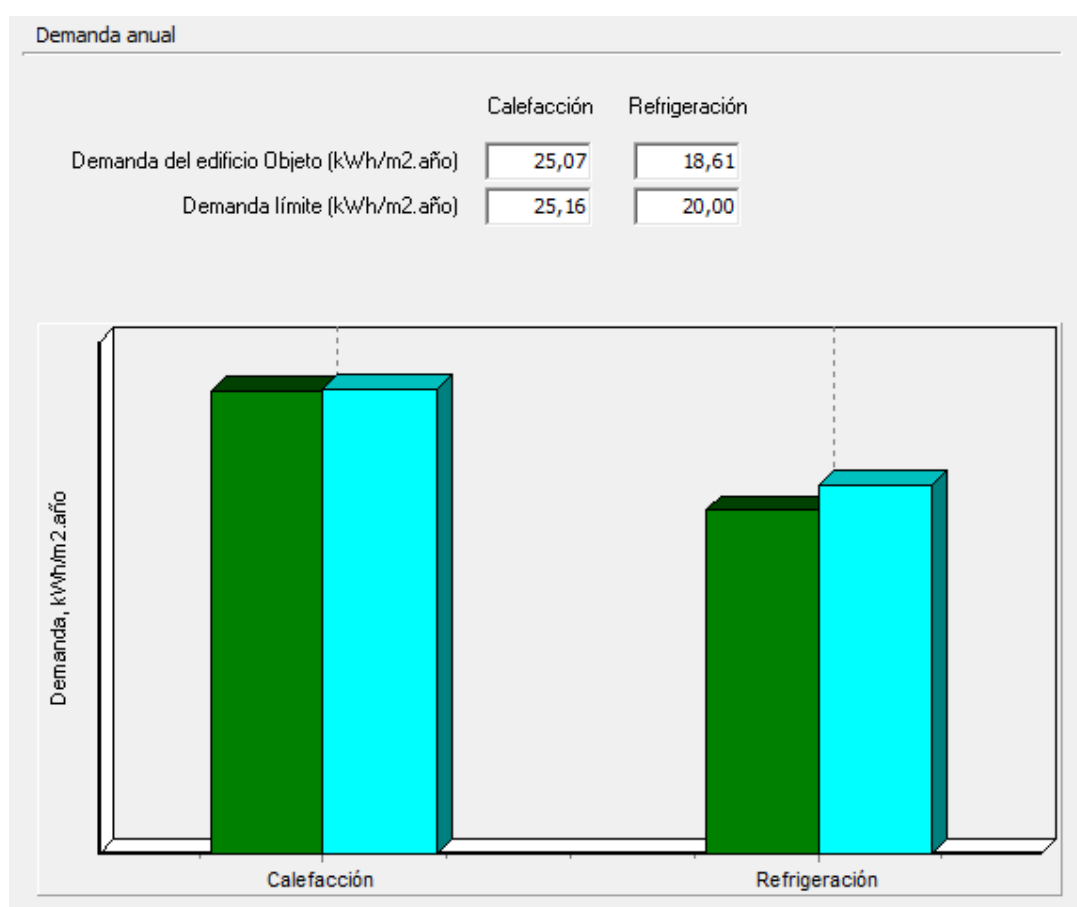


Figura 7.1 Verificación HE-1

7.2 Calificación energética obtenida.

En la Figura 7.2 se muestra:

- La calificación global de la vivienda referente al indicador de consumo de energía primaria no renovable, obteniéndose una calificación B con un consumo de 49,96 kWh/m²·año.
- La calificación global de la vivienda referente al indicador de emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera, obteniéndose una calificación B con unas emisiones de CO₂ de 11,02 kilogramos por cada metro cuadrado.

Ambas calificaciones globales están formadas por la suma de los indicadores parciales de los sistemas de calefacción, refrigeración y de agua caliente sanitaria que se verán a continuación.

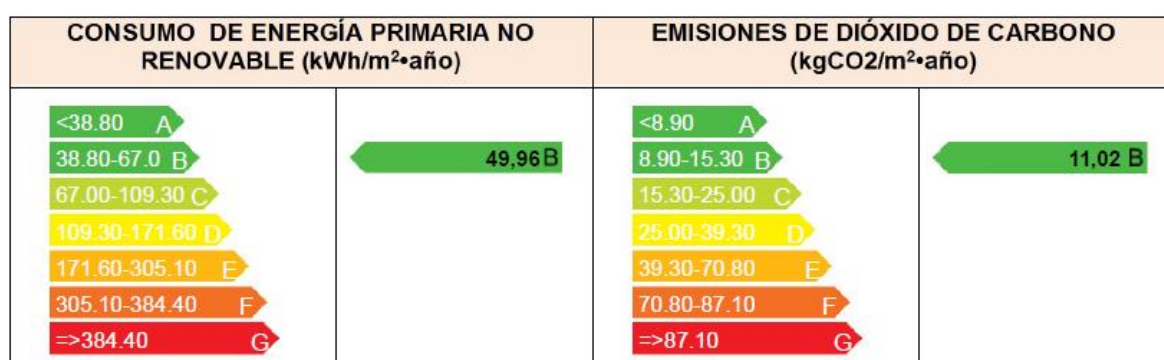


Figura 7.2 Calificación energética obtenida.

Puede comprobarse como la vivienda unifamiliar estudiada tiene una alta calificación energética (B) esto es debido a que se trata de una vivienda de nueva construcción por lo que la eficiencia energética ha sido considerada en su diseño, dotando a la vivienda de un buen aislamiento con el exterior, mediante aislamiento en los cerramientos y la utilización de ventanas de gran calidad y aislamiento.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta que las instalaciones de calefacción y refrigeración han sido instaladas y dimensionadas previo estudio de las cargas térmicas en cada habitación, para así hacer un correcto dimensionado con lo que se adaptan a las necesidades de la vivienda y por lo consiguiente permiten mejorar la eficiencia energética de dicha vivienda.

7.3 Calificación energética de la vivienda en emisiones.

El software también calcula los indicadores parciales para las emisiones de CO₂ correspondientes a los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria tal y como puede verse en la Figura 7.3, asignándole la letra correspondiente, aunque el

cómputo global de todos los sistemas queda reflejado en el indicador global, como se ha visto anteriormente.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<8.90A 8.90-15.30B 15.30-25.00C 25.00-39.30D 39.30-70.80E 70.80-87.10F =>87.10G	11,02B	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	B	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A		
		7,69		1,19			
		REFRIGERACIÓN					
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A		
				2.14			

Figura 7.3 Calificación energética de la vivienda en emisiones.

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

Puede observarse que los indicadores parciales tanto para los sistemas de refrigeración como de agua caliente sanitaria tienen una calificación de A, mientras que el sistema de calefacción posee una calificación de B, esto es debido a que la refrigeración se hace mediante el consumo de electricidad, a que el agua caliente sanitaria tiene una aportación del 70 % del sistema solar térmico mientras que la calefacción funciona exclusivamente con la caldera de gasoil que evidentemente produce más emisiones que las anteriores fuente de energía.

7.4 Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable.

Se entiende por energía primaria no renovable a la energía consumida por la vivienda procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

En este sentido el software también calcula los indicadores parciales los consumos de energía primaria no renovable referidos a los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria tal y como puede verse en la Figura 7.4, asignándole la letra correspondiente, aunque el cómputo global de todos los sistemas queda reflejado en el indicador global.

Puede comprobarse como los indicadores parciales tanto para los sistemas de refrigeración como de agua caliente sanitaria tienen una calificación de A, mientras que el sistema de calefacción posee una calificación de B, al igual que ocurre en la calificación referente a emisiones.

Esto es debido a:

- La refrigeración no tiene un excesivo consumo de electricidad.
- El agua caliente sanitaria tiene una aportación del 70 % del sistema solar térmico (energía renovable), por lo que el consumo de energía procedente de la caldera de gasoil es mínimo.
- La calefacción funciona exclusivamente con la caldera de gasoil que tiene un consumo más elevado que los anteriores sistemas.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<38.80 A 38.80-67.0 B 67.00-109.3 C 109.30-171.6 D 171.60-305.10 E 305.10-384.40 F =>384.40 G	49.96 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	B	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		32,83		4,52	
		REFRIGERACIÓN			
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A		
		12.61			
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)					

Figura 7.4 Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable.

7.5 Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

En la Figura 7.5 puede verse la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración obtenida por la vivienda.

La demanda energética de calefacción y refrigeración hace referencia a la energía necesaria para mantener en unas buenas condiciones de confort el interior de la vivienda. A medida que la calificación se acerque a la letra A, menos energía necesitará la vivienda para mantener las condiciones de confort y, por tanto, será más eficiente energéticamente hablando.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	25,07 B	<13.90 A 13.90-20.0 B 20.00-28.40 C 28.40-41.40 D 41.40-50.90 E 50.90-62.60 F =>62.60 G	18,61 B
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

Figura 7.5 Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

Todos los resultados obtenidos hacen referencia a la demanda de la vivienda en el transcurso de un año, teniendo una demanda de calefacción de 25,07 kWh/m²·año con una calificación parcial de B y una demanda de refrigeración de 18,61 kWh/m²·año con una calificación parcial de B.

En la Tabla 7.1 proporcionada por el software, se muestra un cuadro resumen de todas las calificaciones, emisiones, demandas y consumos comentados anteriormente.

	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	B	25,1	4857,7
Demanda refrigeración	B	18,6	3605,5
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria no renovable calefacción	B	32,8	6362,7
Consumo energía primaria no renovable refrigeración	A	12,6	2443,4
Consumo energía primaria no renovable ACS	A	4,5	875,5
Consumo energía primario no renovable totales	B	50,0	9681,6
	Clase	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	7,7	1491,0
Emisiones CO ₂ refrigeración	A	2,1	413,9
Emisiones CO ₂ ACS	A	1,2	230,9
Emisiones CO ₂ totales	B	11,0	2135,9

Tabla 7.1 Cuadro resumen de las calificaciones obtenidas para la vivienda estudiada.

7.6 Opción de mejora 1

La primera opción de mejora de la eficiencia energética consistirá en la sustitución de la caldera mixta instantánea de gasóleo de 25 kW de potencia (*ATLAS 25 SI UNIT*) de la marca Ferroli, por una caldera de biomasa de pellets de madera de 19 kW de potencia nominal (*GAMA CARINA AT18*) también de la marca Ferroli, cuyo precio es de 4200€ además de un coste de instalación de 85€ por lo que su coste total será de 4.285€, el resto de datos técnicos pueden observarse en la Figura 7.6.



GAMA CARINA. Para instalaciones de calefacción por agua. Con acumulador vitrificado para agua caliente sanitaria integrado



CODIGO	MODELO	EAN 13	CONTENEDOR DE PELLET INTEGRADO (Kg)	CALEFACCION DE VIVIENDAS (m²) ***	CAPACIDAD ACUMULADOR A.C.S	POTENCIA NOMINAL (KW)		RENDIMIENTO (%)	PRECIO €
1B3500177	AT 18 **	8028693828604	30	≈ 150	100 litros	19	agua: 17,34	95,28	4.200
							ambiente: 1,86		
1B3500217	AT 23 **	8028693828635	40	≈ 180	100 litros	23	agua: 21,14	94,75	4.700
							ambiente: 1,86		

** mando a distancia incluido

*** datos aproximados, en función de tipo de aislamiento, zona climática, altura de la zona a calefactar, etc.

Figura 7.6 Datos técnicos caldera de biomasa (GAMA CARINA AT 18)

Sustituyendo la caldera en el software se obtienen las siguientes calificaciones (Figura 7.7):

- Para la calificación global de la vivienda referente al indicador de consumo de energía primaria no renovable, se obtiene una calificación A con un consumo de 29,27 kWh/m²·año.
- Para la calificación global de la vivienda referente al indicador de emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera, se obtiene una calificación A con unas emisiones de CO₂ de 5,46 kilogramos por cada metro cuadrado.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)	
	29,27 A		5,46 A

Figura 7.7 Calificación energética opción de mejora 1.

Con la instalación de la caldera de biomasa se pasa de una calificación B con 49,96 kWh/m²·año de consumo de energía primaria no renovable a una calificación A con un consumo de 29,27 kWh/m²·año de energía primaria no renovable, lo que representa una reducción del 41,41%.

En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono se pasa de una calificación B con unas emisiones de CO₂ de 11,02 kilogramos por cada metro cuadrado a una calificación A con unas emisiones de CO₂ de 5,46 kilogramos por cada metro cuadrado, lo que representa una reducción del 50,45%.

La calificación integra de la opción de mejora 1 proporcionada por el software viene adjunta en el Anexo VI de este documento.

7.6.1 Calificación energética de la vivienda en emisiones con la opción de mejora 1.

Puede observarse en la Figura 7.8 como el indicador parcial para el sistema de refrigeración se mantiene constante, ya que la caldera nada tiene que ver con tal sistema. Además, se pueden comprobar como las emisiones del sistema de agua caliente sanitaria pasan a ser prácticamente 0 y las emisiones de la calefacción pasan de ser B con 7,69

KgCO₂/m²·año a ser A con 3,26 KgCO₂/m²·año con la introducción de la opción de mejora 1, lo que representa una reducción del 57,60%.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<8.90A 8.90-15.30B 15.30-25.00C 25.00-39.30D 39.30-70.80E 70.80-87.10F =>87.10G	5,46A	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A	
		3,26		0,06		
		REFRIGERACIÓN				
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹	Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A		
			2.14			

Figura 7.8 Calificación opción mejora 1 en emisiones.

7.6.2 Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable con la opción de mejora 1.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<38.80A 38.80-67.0B 67.00-109.3C 109.30-171.6D 171.60-305.10E 305.10-384.40F =>384.40G	29,27A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		16,36		0,30	
		REFRIGERACIÓN			
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A		
		12,61			
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

Figura 7.9 Calificación opción de mejora 1 en consumo de energía primaria no renovable.

Con la opción de mejora 1 el indicador parcial de calefacción pasa de tener una calificación B con un consumo de 32,83 kWh/m²·año de energía primaria no renovable, a tener una calificación A con un consumo de 16,36 kWh/m²·año suponiendo una reducción del consumo del 50,17%, mientras que el indicador parcial para el sistema de agua caliente sanitaria mantiene la calificación A, pero pasa de tener un consumo de 4,52 kWh/m²·año, a tener un consumo de 0,30 kWh/m²·año, reduciéndose en un 93,36%.

7.6.3 Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración.

En la Figura 7.10 puede verse como la calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración obtenida para la vivienda no varía ya que como se ha comentado anteriormente hace referencia a la energía necesaria para mantener en unas buenas condiciones de confort el interior de la vivienda y esta energía va ser la misma ya que solo depende de las características constructivas de la vivienda.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	25.07 B	<13.90 A 13.90-20.0 B 20.00-28.40 C 28.40-41.40 D 41.40-50.90 E 50.90-62.60 F =>62.60 G	18.61 B
Demanda de calefacción (kWh/m ² año)		Demanda de refrigeración (kWh/m ² año)	

Figura 7.10 Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración para la opción de mejora 1.

7.7 Opción de mejora 2.

La segunda opción de mejora de la eficiencia energética consistirá en la sustitución de la caldera mixta instantánea de gasoil de 25 kW de potencia (*ATLAS 25 SI UNIT*) de la marca Ferroli, por una caldera de biomasa no densificada mixta de 21 kW de potencia (*Energy plus mod.21*) de la marca EDILKAMIN, cuyo precio es de 4200€ incluyendo el coste de instalación, el resto de datos técnicos pueden observarse en la Figura 7.11. Esta decisión ha sido adoptada ya que la vivienda se encuentra ubicada en una zona olivarera por excelencia, por lo que el propietario al disponer de olivares, podría usar la leña procedente de la poda de dichos olivares como combustible para la caldera, no teniendo así que gastar dinero en la adquisición de combustible para la caldera.



Datos técnicos		mod. 21 min/max	mod. 26 min/max	mod. 30 min/max	mod. 34 min/max
largo	cm	47	47	47	47
profundidad	cm	46	56	66	76
altura	cm	109	109	109	109
medida boca fuego (L x P x H)	cm	30x29x40	30x39x40	30x49x40	30x59x40
potencia en el hogar	kW	31,8	39,4	45,5	51,5
potencia útil del agua	kW	21	26	30	34
rendimiento	%	66	66	66	66
consumo de combustible	kg/h	3,2/6,7	3,8/8,3	4,5/9,6	5,4/10,8
contenido de agua	l	27	31	35	39
Ø salida humos	cm	15	15	15	15
Ø toma de aire	cm	16	16	16	16
peso	kg	230	265	300	335
vol. calentable (en función del tipo de instalación)	m³	545	680	780	885

Figura 7.11 Datos técnicos caldera de biomasa no densificada (Energy plus mod.21)

Sustituyendo la caldera en el software se obtienen las siguientes calificaciones (Figura 7.12):

- Para la calificación global de la vivienda referente al indicador de consumo de energía primaria no renovable, se obtiene una calificación A con un consumo de 28,41 kWh/m²·año.
- Para la calificación global de la vivienda referente al indicador de emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera, se obtiene una calificación A con unas emisiones de CO₂ de 5,65 kilogramos por cada metro cuadrado.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m²·año)	
<38.80 A 38.80-67.0 B 67.00-109.30 C 109.30-171.60 D 171.60-305.10 E 305.10-384.40 F =>384.40 G	28,41A	<8.90 A 8.90-15.30 B 15.30-25.00 C 25.00-39.30 D 39.30-70.80 E 70.80-87.10 F =>87.10 G	5,65A

Figura 7.12 Calificación energética opción de mejora 2.

Con la instalación de la caldera de biomasa no densificada se pasa de una calificación B con 49,96 kWh/m²·año de consumo de energía primaria no renovable a una calificación A con un consumo de 28,41 kWh/m²·año de energía primaria no renovable, lo que representa una reducción del 43,13%.

En cuanto a las emisiones de dióxido de carbono se pasa de una calificación B con unas emisiones de CO₂ de 11,02 kilogramos por cada metro cuadrado a una calificación A con unas emisiones de CO₂ de 5,65 kilogramos por cada metro cuadrado, lo que representa una reducción del 48,73%.

La calificación integra de la opción de mejora 2 proporcionada por el software viene adjunta en el Anexo VII de este documento.

7.7.1 Calificación energética de la vivienda en emisiones con la opción de mejora 2.

Se puede comprobar como las emisiones del sistema de agua caliente sanitaria pasan a ser prácticamente 0 y las emisiones de la calefacción pasan de tener calificación B con 7,69 KgCO₂/m²·año a tener una calificación A con 3,42 KgCO₂/m²·año con la introducción de la opción de mejora 2, lo que representa una reducción del 55,53%.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.90A 8.90-15.30B 15.30-25.00C 25.00-39.30D 39.30-70.80E 70.80-87.10F =>87.10G	5,65A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		3,42		0,09	
		REFRIGERACIÓN			
		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A		
		2,14			
Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹					

Figura 7.13 Calificación opción de mejora 2 en consumo de energía primaria no renovable.

7.7.2 Calificación energética de la vivienda en consumo de energía primaria no renovable con la opción de mejora 1.

Con la opción de mejora 2 el indicador parcial de calefacción pasa de tener una calificación B con un consumo de 32,83 kWh/m²·año de energía primaria no renovable, a tener una calificación A con un consumo de 15,62 kWh/m²·año suponiendo una reducción del consumo del 52,42%, mientras que el indicador parcial para el sistema de agua caliente

sanitaria mantiene la calificación A, pero pasa de tener un consumo de 4,52 kWh/m²·año, a tener un consumo de 0,17 kWh/m²·año, reduciéndose en un 96,24%.

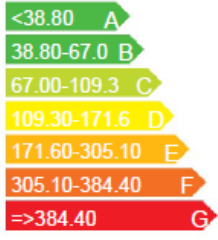
INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m ² año) ¹		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m ² año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m ² año)	A
		15,62		0,17	
		REFRIGERACIÓN			
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m ² año)	A		
		12,61			

Figura 7.14 Calificación opción de mejora 2 en consumo de energía primaria no renovable.

No se han considerado realizar mejoras en el sistema de refrigeración, ya que el sistema inicial seleccionado es el que mejor encaja con las cargas térmicas de refrigeración calculadas anteriormente, de hecho, dicho sistema tiene una calificación A.

Tampoco se han considerado mejoras constructivas en la vivienda ya que dispone de buenos sistemas de aislamiento en sus cerramientos al igual que en las ventanas al disponer de un acristalamiento 4-12-4 bajo emisivo (cristal exterior de 4 mm, vacío de 12 mm y cristal interior de 4 mm).

Por ultimo indicar que se han estudiado otras posibles opciones de mejora, como la sustitución de la caldera de gasoil por otras de gas o eléctricas, pero han obtenido peores calificaciones que la inicial, por lo que han sido descartadas.

7.8 Estudio económico de la introducción de mejoras.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar nueva que inicialmente no tiene ningún sistema de calefacción instalado, se tiene la ventaja de que directamente se puede seleccionar el sistema que más interese tanto eficientemente como económicamente. Por otra parte, es importante considerar que las mejoras solo se refieren a la sustitución de la caldera por lo que los únicos factores económicos que variarán serán el consumo de combustible y su precio, el coste e instalación de la caldera, y su mantenimiento, no afectando en nada a la selección de radiadores.

Los costes de mantenimiento de las calderas de biomasa tanto de pellet como la de biomasa no densificada (leña de olivo) representan el 5% de los gastos anuales de consumo, mientras que para la caldera de gasoil representan el 1% según los datos proporcionados por los fabricantes.

Por otro lado, se tiene que la demanda del sistema de calefacción es de 25,07 kWh/m²·año según la Figura 7.5, mientras que la demanda auxiliar procedente de la caldera para el sistema de agua caliente sanitaria es de 785 kWh/mes según la Tabla 6.2.

Según la Tabla 5.1 las superficies de la vivienda que tienen calefacción es de:

- 43,74 m² de la sala de estar.
- 4,19 m² del baño 1
- 20,7 m² del dormitorio 1
- 11,9 m² del dormitorio 2
- 11,7 m² del dormitorio 3
- 4,9 m² del baño 2
- 2,9 m² del lavabo

Siendo el total de 100,03 m²

Por lo que se tendrá:

$$Demanda_{total} = 25,07 \frac{kWh}{m^2 \cdot año} * 100,03 m^2 + 785 \frac{kWh}{mes} * \frac{12 meses}{1 año} = 11927,75 \frac{kWh}{año}$$

El poder calorífico inferior (PCI) de los distintos combustibles es: [13]

- Gasoil → $11,80 \frac{kWh}{kg}$
- Pellets → $5,01 \frac{kWh}{kg}$
- Leña olivo → $2,90 \frac{kWh}{kg}$

Por lo que el consumo al año de cada combustible es:

$$Consumo_{gasoil} = \frac{11927,75 \frac{kWh}{año}}{11,80 \frac{kWh}{kg}} = 1010,83 \frac{kg}{año}$$

$$Consumo_{pellets} = \frac{11927,75 \frac{kWh}{año}}{5,01 \frac{kWh}{kg}} = 2380,78 \frac{kg}{año}$$

$$\text{Consumo}_{\text{leña olivo}} = \frac{11927,75 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}}{2,90 \frac{\text{kWh}}{\text{kg}}} = 4113,02 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Considerando los precios actuales de los diferentes combustibles: [14]

- Gasoil $\rightarrow 0,822 \frac{\text{€}}{\text{l}} \cdot \frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3} \cdot \frac{1\text{m}^3}{832 \text{ kg}} = 0,988 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$
- Pellets $\rightarrow$ Palet de 1000 kg a 254,63 € $\rightarrow 0,2546 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$
- Leña olivo $\rightarrow 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$

El coste anual con los gastos de mantenimiento incluidos de cada caldera para cada combustible será:

$$\text{Coste anual caldera}_{\text{gasoil}} = 1010,83 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot 0,988 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 1,01 = 1008,69 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Coste anual caldera}_{\text{pellets}} = 2380,78 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot 0,2546 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 1,05 = 636,45 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Coste anual caldera}_{\text{leña olivo}} = 4113,02 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 1,05 = 259,12 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

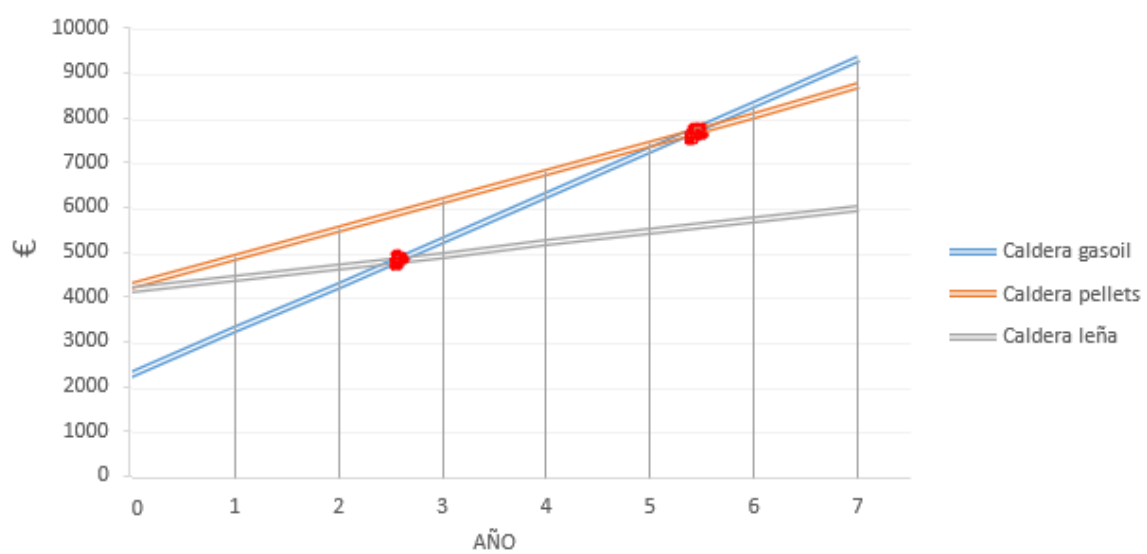
Los costes de adquisición más instalación de cada caldera son:

- Caldera mixta instantánea de gasóleo modelo (ATLAS 25 SI UNIT) $\rightarrow 2.285\text{€}$.
- Caldera de biomasa de pellets de madera (GAMA CARINA AT18) $\rightarrow 4.285\text{€}$.
- Caldera de biomasa no densificada (leña de olivo) mixta (Energy plus mod.21) $\rightarrow 4.200\text{€}$

En el gráfico 7.1 donde se representan los costes que tiene cada caldera con el paso de los años, se puede observar como a mediados del segundo año la caldera de leña ya es más rentable económicamente que la caldera de gasoil, lo mismo ocurre para la caldera de pellets que será más rentable con respecto a la de gasoil a partir de mediados del quinto año. También puede observarse como la caldera de leña es más rentable que la de pellets.

Por todo esto y por las mejores calificaciones obtenidas por la caldera de leña con respecto a la de gasoil, se considera que merece la pena instalar desde un principio la caldera de leña en lugar de la de gasoil, ya que además de mejorar la eficiencia energética también se empezaría a amortizar a partir del tercer año.

Gráfico 7.1



8 CONCLUSIONES.

El principal objetivo del presente Trabajo Fin de Grado se ha logrado con éxito al obtener la calificación energética de la vivienda unifamiliar estudiada con la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC), dado que siguiendo las directrices de la Nota informativa sobre Procedimiento para la Certificación de Eficiencia Energética, que desde el 14 de enero de 2016 dictamina que sólo serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la versión 20151113 (0.9.1431.1016) de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC).

Antes de proceder a la determinación de la calificación energética, se han calculado las cargas térmicas tanto de calefacción como de refrigeración de las estancias que se van a climatizar para poder dimensionar los sistemas de calefacción y refrigeración de manera eficiente.

El proceso de calificación energética llevado a cabo para la vivienda unifamiliar ha permitido calificarlo con una calificación B con un consumo de 49,96 kWh/m²·año referente al indicador de consumo de energía primaria no renovable y con una calificación B con unas emisiones de CO₂ de 11,02 kilogramos por cada metro cuadrado referente al indicador de emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera.

También se han estudiado la introducción de mejoras energéticas en la vivienda como la sustitución de la caldera de gasoil inicial por otras calderas de pellets o de leña de olivo, realizándose después una calificación energética y un estudio económico para estas mejoras y concluyéndose que la mejor mejora sería la caldera de leña de olivo, ya que estaría amortizada a partir del tercer año y además se pasa de una calificación B con 49,96 kWh/m²·año de consumo de energía primaria no renovable a una calificación A con un consumo de 28,41 kWh/m²·año de energía primaria no renovable, lo que representa una reducción del 43,13%, mientras que para las emisiones de dióxido de carbono se pasa de una calificación B con unas emisiones de CO₂ de 11,02 kilogramos por cada metro cuadrado a una calificación A con unas emisiones de CO₂ de 5,65 kilogramos por cada metro cuadrado, lo que representa una reducción del 48,73%.

No se han considerado realizar mejoras en el sistema de refrigeración, ya que el sistema inicial seleccionado es el que mejor encaja con las cargas térmicas de refrigeración calculadas anteriormente, de hecho, dicho sistema tiene una calificación A.

Tampoco se han considerado mejoras constructivas en la vivienda ya que dispone de buenos sistemas de aislamiento en sus cerramientos al igual que en las ventanas al disponer de un acristalamiento 4-12-4 bajo emisivo (cristal exterior de 4 mm, vacío de 12 mm y cristal interior de 4 mm).

Por último, también se han alcanzado los objetivos secundarios ya que:

- Se ha visto de manera generalizada la normativa actual de certificación energética en los edificios españoles.
- Se ha visto cual es el procedimiento para obtener la certificación y calificación energética de una vivienda de nueva construcción, conociendo asimismo el significado de dicho certificado.
- El presente Trabajo Fin de Grado puede ser de utilidad para concienciar de la necesidad de realizar una calificación energética a los edificios, para poder acometer medidas de mejora con el fin de conseguir una mejor eficiencia energética y consecuentemente un ahorro económico y una menor contaminación medioambiental.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).

[2] Nota informativa: modificación del procedimiento para certificación de la eficiencia energética de edificios del 14 de diciembre de 2015.

[3] Plataforma tecnológica española de eficiencia energética. << <http://www.ptee.org/es/> >>

[4] Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

[5] Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

[6] 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] Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.

[8] Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

[9] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Calificación de la eficiencia energética de los edificios, << www.minetur.gob.es >>

[10] Ministerio de Fomento, Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España, junio 2014.

[11] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, 3^{er} Informe Estado de la Certificación Energética de los Edificios Datos CCAA, julio 2015. << www.minetur.gob.es >>

[12] Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre 2013, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

[13] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. <<
<http://www.idae.es/>>>

[14] Asociación Española de valorización energética de la biomasa. <<
<http://www.avebiom.org/es/ind-precios-biomasa>>>

OTRAS REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Becquerel Energía, Certificación de la eficiencia energética en la Unión Europea. << <http://www.becquerel.es> >>
- Wikipedia << <https://es.wikipedia.org> >>
- Steelpav Ingeniería << <https://certifikablog.com> >>

10 ANEXOS.

ANEXO I. Modelo de etiqueta de eficiencia energética.

ANEXO II. Catálogos de fabricantes.

ANEXO III. Informe cálculos de cargas térmicas.

ANEXO IV. Informe de validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas.

ANEXO V. Certificado de eficiencia energética de la vivienda unifamiliar estudiada.

ANEXO VI. Certificado de eficiencia energética de la opción de mejora 1.

ANEXO VII. Certificado de eficiencia energética de la opción de mejora 2.

ANEXO VIII. Planos.

ANEXO I. MODELO DE ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

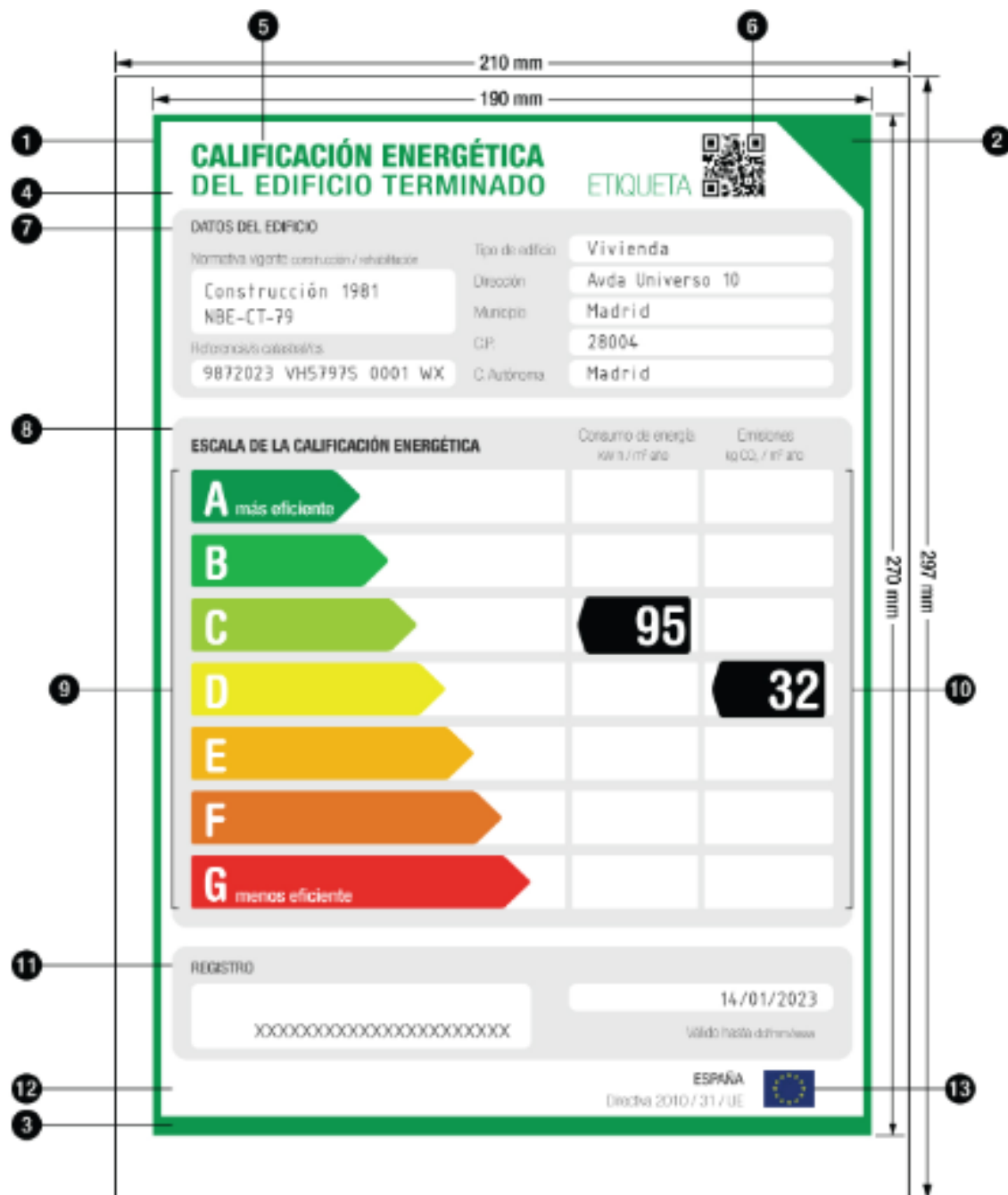


Figura 10.1 Modelo de etiqueta de eficiencia energética.

El modelo de etiqueta de eficiencia energética ha de cumplir los siguientes requisitos:

- La etiqueta tendrá que medir como mínimo 190 mm de ancho y 270 mm de alto. Si se imprimiera en un formato mayor se deben de mantener las proporciones mencionadas en las especificaciones.
- El fondo tiene que ser blanco.
- Los colores tienen que ser cian, magenta, amarillo y negro, como sigue en este ejemplo: 00-70-X-00, cian 0%, magenta 70%, amarillo 100% y negro 0%.
- Se admiten como válidas todas las lenguas oficiales en España.

- La etiqueta tiene que cumplir los siguientes requisitos (los números hacen referencia a la Figura 10.1):

1. Reborde de la etiqueta: trazo de 2 mm en los bordes izquierdo, superior y derecho; y trazo de 4 mm en el borde inferior, con un color para los edificios terminados: verde 85-15-95-30 mientras que para los proyectos: naranja 10-65-100-10.
2. Esquina de la etiqueta: será un chaflán de 20 mm – 20 mm, con un color para los edificios terminados: verde 85-15-95-30 mientras que para los proyectos: naranja 10-65-100-10.
3. Borde inferior de la etiqueta: con un trazo de 4mm para el borde inferior.
4. Cabecera de la etiqueta.
5. Título de la etiqueta: ancho de 180mm, alto de 20 mm y con fondo 00-00-00-00.
 - I. 1º línea: “CALIFICACIÓN ENERGÉTICA” con fuente: Helvética Condensed Heavy 24 pt.
 - II. 2º línea: “DEL EDIFICIO TERMINADO” o “DEL PROYECTO” con fuente: Helvética Condensed Medium 24 pt.
 - III. Color: para los edificios terminados: será verde 85-15-95-30; y para proyectos será naranja 10-65-100-10.
6. Código BIDI: ancho de 18 mm y alto de 18 mm.
 - I. Título “ETIQUETA” con fuente: Helvética Condensed Thin 24 pt. Y con color para los edificios terminados: verde 85-15-95-30; y con color para proyectos: naranja 10-65-100-10.
7. Datos del edificio:
 - I. Área rectangular: con un ancho de 180 mm y un alto de 50 mm, las esquinas estarán redondeadas con radio de 4 mm y color: 00-00-00-10.
 - II. Título “DATOS DEL EDIFICIO” con fuente: Helvética Condensed Roman 13 pt y color: 00-00-00-X.

- III. Texto descriptivo de las casillas de formulario: con fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt y color: 00-00-00-55.
 - IV. Casillas de formulario con un ancho variable y un alto desde 17 a 7 mm y color: 00- 00-00-00.
 - V. Texto a introducir en las casillas de formulario: con fuente: Arial Normal 9- 13 pt y color: 00-00-00-X.
8. Escala de la calificación energética con un ancho de 180 mm y un alto de 135 mm, las esquinas estarán redondeadas con un radio de 4 mm y con color: 00-00-00-10.
- I. Título “ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA” fuente: Helvética Condensed Heavy 13 pt y con color: 00-00-00-X.
 - II. Texto descriptivo de las casillas de formulario con fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt y con color: 00-00-00-55.
9. Escala de A (más eficiente) a G (menos eficiente):
- I. Flecha con un ancho: para clase A de 45 mm y para clase G de 90 mm, un alto de 14 mm y un espacio de 3 mm, los colores serán:
 - Clase A: 85-15-95-30.
 - Clase B: 80-00-X-00.
 - Clase C: 45-00-X-00.
 - Clase D: 10-00-95-00.
 - Clase E: 05-30-X-00.
 - Clase F: 10-65-X-00.
 - Clase G: 05-95-95-00.
 - II. Texto “A” – “G”: con fuente: Helvética Rounded Condensed Bold 35 pt y color: 00-00-00-00.
 - III. Texto “más eficiente”, “menos eficiente”: con fuente: Helvética Condensed Medium 15 pt y color: 00-00-00-00.
10. Calificación energética:
- I. Flecha con un ancho de 30 mm y un alto de 15 mm, los colores serán: 00-00-00-X.
 - II. Valor con fuente: Helvética Rounded Condensed Bold 45 pt y color: 00- 00-00-00.

11. Registro:

- I. Área rectangular: ancho de 180 mm y alto de 30 mm, además las esquinas estarán redondeadas con un radio de 4 mm y color: 00-00-00-10.
- II. Título "REGISTRO" fuente: Helvética Condensed Roman 13 pt – color: 00-00-00-X.
- III. Texto descriptivo de las casillas de formulario: con fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt y color: 00-00-00-55.
- IV. Casillas de formulario: ancho: variable, alto de 17 a 7 mm y color: 00- 00-00-00.
- V. Texto a introducir en las casillas de formulario: deberá tener una fuente: Arial Normal 9- 13 pt y color: 00-00-00-X.

12. Pie de etiqueta: tendrá un ancho de 180 mm y un alto de 20 mm, con un fondo: 00-00-00-00.

- I. Texto "ESPAÑA": con fuente: Helvética Condensed Roman 13 pt y un color: 00-00-00-X.
- II. Texto "Directiva 2010/31/UE": con fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt y un color: 00-00-00-55.

13. Logotipo de la Unión Europea: tendrá un ancho de 14 mm y un alto de 10 mm.

ANEXO II. CATÁLOGOS DE FABRICANTES.

Puerta PH

Puerta para zonas con gran afluencia de paso que permite composiciones de grandes dimensiones. Es una puerta muy segura ya que emplea un sistema de pivotes ocultos que permite prescindir de las bisagras y garantiza la inviolabilidad del acristalamiento.

La puerta está compuesta por marcos bitubulares de módulo 63 mm, con galce integrado, montantes de hoja de forma elíptica de módulo 63, travesaños de hoja superior e inferior de forma rectangular con galce incorporado. La unión es a 45° mediante escuadras de aluminio. Perfil de suelo (umbral) tubular para altas prestaciones de estanqueidad.

Los perfiles de hoja cuentan con montantes de forma elíptica de 63 mm de módulo y travesaños superior e inferior de forma rectangular y de idéntico módulo. Todos con galce incorporado y ensamblados a corte recto mediante embudos de alta resistencia con tornillería anti vibraciones para un peso de 140 Kg por hoja. Las dimensiones máximas de la puerta son 2,5 m de alto por 1,30 de ancho por hoja.

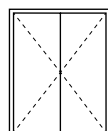
Cuenta con una capacidad de acristalamiento de hasta 33 mm mediante junquillo interior/ exterior y junta de EPDM calidad marina apenas visibles, de fácil colocación y no pudiendo ser extraídas desde el exterior. En el exterior, sólo existen junquillos clipados y atornillados sobre los montantes, asegurando así la inviolabilidad del vidrio. Los junquillos interiores van clipados, siendo curvos los verticales y rectos los horizontales.

VARIANTES/OPCIONES

- Cierre de 1, 2, ó 3 puntos. Accionamiento mediante maneta, tirador o barra.
- Cierre con ventosas electromagnéticas encastradas en perfil de hoja específico.
- Combinación con módulos fijos (tarjas laterales y/o superiores) de la misma serie para una perfecta integración estética en el conjunto de la fachada y/o escaparate.
- Sistema "anti-pinza-dedos" a través de unos perfiles de hoja específicos, felpas sintéticas y juntas labiadas de gran sección.
- Integración de sistemas de control de accesos en perfil montante lateral específico.



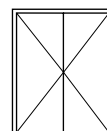
APLICACIONES



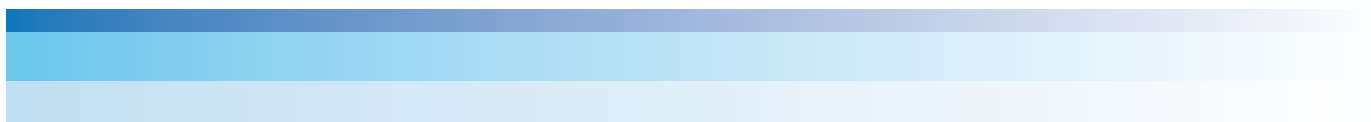
Puerta 2 hojas
apertura exterior



Puerta 1 hoja
apertura interior



Puerta 2 hojas
apertura interior



DIMENSIONES Y PESOS MÁXIMOS ORIENTATIVOS

Aplicación	H x L
1 hoja	2500 x 1300
2 hojas	2500 x 2500
Peso máximo por hoja: 140 Kg	
Capacidad de acristalamiento: 6 a 33 mm	

RESISTENCIA

Conforme a las normas europeas:

EN 947-2 (cargas verticales)

EN 948-2 (torsión)

EN 949-2 (choque con cuerpos blandos)

DURACIÓN

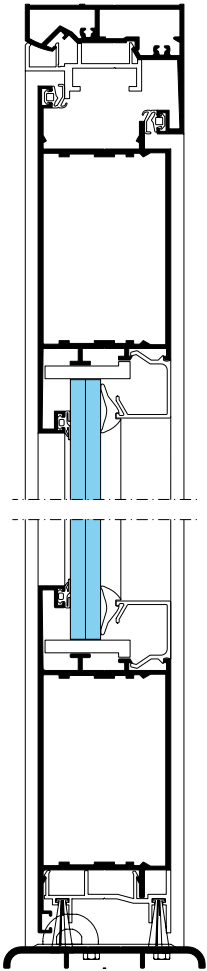
Test de resistencia en el tiempo según el método de la futura norma EN 1191

Ensayo superado a 1 millón de ciclos

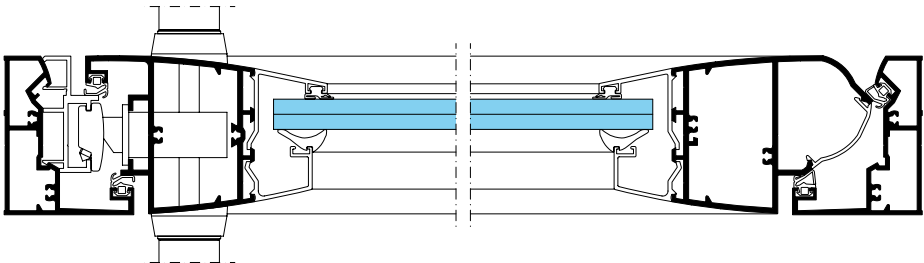
ESTANQUEIDAD

A3 - E2 - VE (con travesaño de marco inferior tubular)

SECCIONES



PUERTA PH 1 HOJA. Sección vertical. Escala 1/3



PUERTA PH 1 HOJA. Sección horizontal. Escala 1/3

Saphir FXi 65

La ventana FXi 65 de la gama de practicables Saphir es la ventana, dotada de gran robustez, ideada principalmente para viviendas ubicadas en zonas con temperaturas extremas de frío o calor. Además, goza de una estética muy cuidada que oculta los sistemas necesarios para el correcto funcionamiento de la ventana y utiliza cierres de diseño exclusivo Technal.

La ventana FXi 65 de Saphir está compuesta por perfiles de marco de módulo 65 mm y perfiles de hoja de módulo 75 mm con tres cámaras, ensamblados a corte de inglete. La Rotura del Puente Térmico mediante barretas de poliamida de 19 mm con nervios intermedios para crear cámaras que mejoran la transmitancia térmica. La serie dispone de una amplia gama de montantes y travesaños para absorber la inercia necesaria en cada aplicación.



ACRISTALAMIENTO

La capacidad de acristalamiento que acepta el sistema varía de 17 a 48 mm. La fijación de los cristales se realiza mediante la aplicación de junquillos interiores clipados y juntas de EPDM de calidad marina apenas visibles.

COMPOSICIÓN Y SOLUCIONES ESPECÍFICAS

Saphir FXi 65 dispone de soluciones para ventanas y balconeras de una y dos hojas practicables, oscilobatientes, abatibles, italianas y compuestos con fijos.

Existe la posibilidad de colocar un herraje lógico (1ª abertura abatible y 2ª practicable) en ventanas oscilobatientes.

APLICACIONES



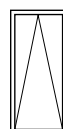
Fijo



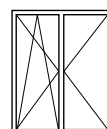
Ventana y balconera
1 hoja



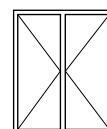
Ventana y balconera
oscilobatiente



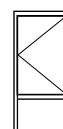
Ventana
abatible



Ventana y balconera
a la francesa
oscilobatiente



Balconera
a la francesa
2 hojas



Ventana 1 hoja
con fijo inferior

A.E.V.

Aplicación	H x L (mm)	Clasificación
Ventana OB 2 hojas	1200 x 1200	4 9A C5
Ventana 2 hojas fijo interior	2100 x 1200	4 E750 C5
Balconera 1 hoja	2100 x 900	4 E1200 C5
Practicable 1 hoja	1200x900	4 E1200 C5

PRESTACIONES TÉRMICAS

Aplicación	Acristalamiento	Coefficiente U
Ventana 1 hoja 2200x800	6-12-6	2,8
	4-12-4 bajo emisivo	2,1
	6-16-6 bajo emisivo y cámara de argón	1,7

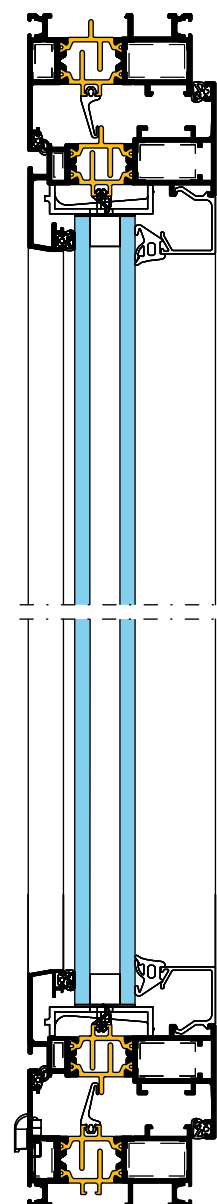
PRESTACIONES ACÚSTICAS

Aplicación	HxL (mm)	Acristalamiento	R(W)
Ventana 2 hojas Osclobatiente	1200x1200	8-16-5+5	41 dB(A)
Abatible	1180x2490	4+4 acústico/24/ 5+5 acústico	45 dB(A)

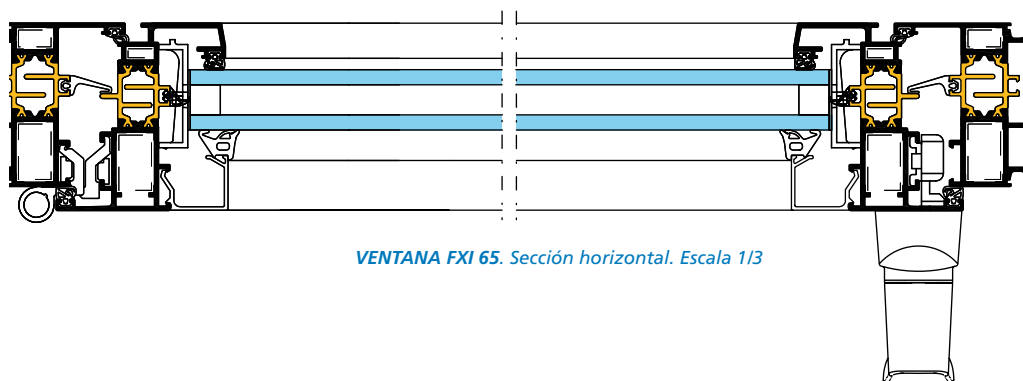
MEDIDAS MÁXIMAS ORIENTATIVAS

Tipo de abertura	H x L (mm)
Balconera practicable	2500x1000
Abatible	1300x1600

SECCIONES



VENTANA FXI 65. Sección vertical. Escala 1/3



VENTANA FXI 65. Sección horizontal. Escala 1/3



Modelo ECOTECH 2FA 160 y 220



Modelo ECOTECH 2FA 280

Accesorios disponibles

C51021000 Kit seguridad viento ECOTECH 2FA(*)

C51021010 Válvula Seguridad Presión/Temperatura ECOTECH 2FA

(*) Necesario para vientos superiores a 100 km/h



Equipo termosifón para producción de agua caliente sanitaria

- Producción autónoma de Agua Caliente Sanitaria, con un ahorro anual equivalente próximo al 70% del consumo energético en producción de Agua Caliente Sanitaria (Según localización y condiciones de uso).
- Indicado para viviendas unifamiliares en zonas de temperaturas cálidas.

El suministro incluye:

- Colector solar selectivo de alto rendimiento (1 ud. en ECOTECH 2FA 160 y ECOTECH 2FA 220, y 2 ud. en ECOTECH 2FA 280).
- Acumulador vitrificado de ACS, de doble envoltente (de 160, 220 o 280 litros, según modelo).
- Posibilidad de llenado de acumulador sin necesidad de equipos de bombeo.
- Soporte de acero galvanizado con cataforesis para superficie plana o inclinada (en modelos de 160 y 220 litros, existen 2 posibles tipos de estructura inclinada en función de la tipología del tejado: con tornillos pasantes o con ganchos).
- Ánodo de magnesio, resistencia de 1.500 W de potencia y líquido solar Ferroli incluidos.

Recomendaciones para su utilización:

- En el caso de que se vayan a instalar sistemas de apoyo auxiliar Ferroli conectados en serie con el equipo compacto, como medida de seguridad es OBLIGATORIO la instalación de una válvula mezcladora Ferroli a la entrada del equipo auxiliar, siendo aconsejable su instalación también a la salida.

Certificaciones:

- Solarkeymark en todos los modelos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
C51021940	Kit ECOTECH 2FA 160 (*)
C51021850	Estructura C. Plana ECOTECH 2FA 160 (**)
C51021880	Estructura C. Inclinada tornillos ECOTECH 2FA 160 (**)
C51021900	Estructura C. Inclinada ganchos ECOTECH 2FA 160 (**)
C51021950	Kit ECOTECH 2FA 220 (*)
C51021860	Estructura C. Plana ECOTECH 2FA 220 (**)
C51021890	Estructura C. Inclinada tornillos ECOTECH 2FA 220 (**)
C51021910	Estructura C. Inclinada ganchos ECOTECH 2FA 220 (**)
C51021960	Kit ECOTECH 2FA 280 (*)
C51021870	Estructura C. Plana ECOTECH 2FA 280 (**)
C51021930	Estructura C. Inclinada tornillos ECOTECH 2FA 280 (**)

(*) Colector (1 en 160 y 220 l, y 2 en 280 l) + acumulador + líquido solar

(**) Conjunto estructura + accesorios de unión

TABLA DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS		ECOTECH 2FA 160	ECOTECH 2FA 220	ECOTECH 2FA 280
Dimensiones tejado inclinado 40° (LxPxH)	mm	1.350 x 2.300 x 600	1.450 x 2.600 x 600	2.500 x 2.300 x 600
Dimensiones tejado plano (LxPxH)	mm	1.350 x 1.700 x 1.850	1.450 x 1.900 x 2.100	2.500 x 1.700 x 1.900
Superficie bruta	m ²	1,97	2,32	3,94
Superficie de la abertura	m ²	1,89	2,23	3,78
Superficie del absorbedor	m ²	1,86	2,20	3,72
Absorbedor de cobre con tratamiento de alta selectividad	—	SI	SI	SI
Peso total	kg	265	350	465
Peso sin carga	kg	100	125	175
Capacidad de agua del circuito primario	l	15	21	24
Número de colectores	nº	1 ECOTOP VRFA 2.0	1 ECOTOP VRFA 2.3	2 ECOTOP VRFA 2.0
Volumen del acumulador	l	160	220	280
Tratamiento del acumulador	—		Vitroporcelanado	
Protección catódica del acumulador	—		Ánodo de magnesio	
Resistencia eléctrica	W	1.500	1.500	1.500
Dimensiones conexiones circuito sanitario	Ø	3/4"	3/4"	3/4"
Dimensiones conexiones circuito de líquido solar	Ø	3/4"	3/4"	3/4"
Presión máxima de funcionamiento circuito solar (válv. de seguridad)	bar	1,8	1,8	1,8
Presión máxima de funcionamiento circuito líquido solar	bar	10	10	10
Temperatura máxima de funcionamiento circuito líquido solar	°C	90	90	90

Ejemplo instalación compacto Equipo Auxiliar Ferroli



ATLAS 25 SI UNIT

Grupo térmico analógico de hierro fundido a gasoleo para calefacción y ACS instantánea

OTRAS PRESTACIONES

- Gama disponible en 25 kW.
- Con vaso de expansión y válvula de seguridad para calefacción.
- Con intercambiador de placas y válvula de 3 vías con prioridad en A.C.S.

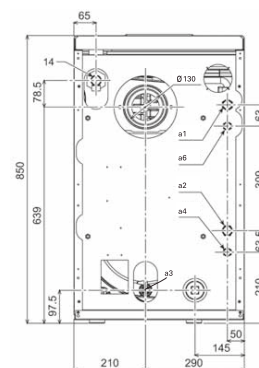
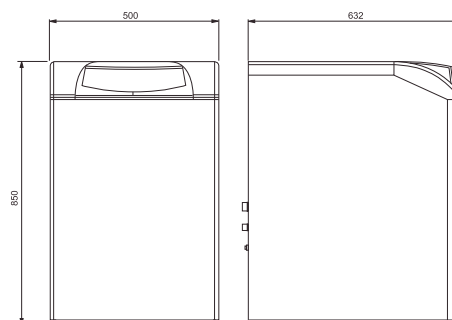
AMPLIAS POSIBILIDADES DE INCORPORAR ELEMENTOS DE REGULACIÓN

- Ahorros del 5% adicionales al incorporar la conexión de un Cronotermostato con o sin hilos Ferroli (consultar catálogo general).



PANEL DE MANDOS CON DISPLAY DIGITAL QUE INCORPORA

- Hidrómetro.
- Selector de temperatura de calefacción y ON/OFF
- Selector de temperatura de A.C.S.
- Display digital con múltiple información:
 - Temperatura
 - Bloqueo
 - Modo de funcionamiento



DATOS TÉCNICOS ATLAS 25 SI UNIT

Potencia nominal útil		(kW)	25
		(kcal/h)	21.500
Rendimiento útil (sobre P.C.I.)	100% Pot. Máx	%	93,93
	30% Pot. Máx	%	98,19
Clasificación energética	Calefacción		B
	A.C.S.		B / XL
Volumen vaso expansión calefacción			8
Presión de trabajo		bar	6
Conexiones	a1 Ida calefacción	Ø (pulg.)	3/4"
	a2 Retorno calefacción	Ø (pulg.)	3/4"
	a3 Vaciado caldera	Ø (pulg.)	1/2"
	Salida gases quemados	Ø mm	130
	a5 Entrada agua fría red	Ø (pulg.)	1/2"
	a6 Salida agua caliente	Ø (pulg.)	1/2"
Peso en vacío		(Kg)	160
Código			698040254

CAL 125/16

DISTRIBUIDO POR:



MÁS INFORMACIÓN : www.ferroli.es - Tfno.: 91 661 23 04 - marketing@ferroli.es

Posibles combinaciones de unidades interiores/exteriores	Capacidad del sistema (Min.-Máx.)	Capacidad de la unidad interior	Etherea
			 
CU-2E12SBE (2 Habitaciones)	3,2kW - 5,7kW	5 - 1,6kW 7 - 2,0kW 9/10 - 2,5kW ¹ 12 - 3,2kW	CS-ME5SKE-M / CS-ME5PKE CS-XE7SKEW / CS-E7SKEW-M / CS-XE7QKEW / CS-E7QKEW CS-XE9SKEW / CS-E9SKEW-M / CS-XE9QKEW / CS-E9QKEW CS-XE12SKEW / CS-E12SKEW-M / CS-XE12QKEW / CS-E12QKEW
CU-2E15SBE (2 Habitaciones)	3,2kW - 5,7kW	5 - 1,6kW 7 - 2,0kW 9/10 - 2,5kW ¹ 12 - 3,2kW	CS-ME5SKE-M / CS-ME5PKE CS-XE7SKEW / CS-E7SKEW-M / CS-XE7QKEW / CS-E7QKEW CS-XE9SKEW / CS-E9SKEW-M / CS-XE9QKEW / CS-E9QKEW CS-XE12SKEW / CS-E12SKEW-M / CS-XE12QKEW / CS-E12QKEW
CU-2E18SBE (2 Habitaciones)	3,2kW - 7,5kW	5 - 1,6kW 7 - 2,0kW 9/10 - 2,5kW ¹ 12 - 3,2kW 15 - 4,0kW 18 - 5,0kW	CS-ME5SKE-M / CS-ME5PKE CS-XE7SKEW / CS-E7SKEW-M / CS-XE7QKEW / CS-E7QKEW CS-XE9SKEW / CS-E9SKEW-M / CS-XE9QKEW / CS-E9QKEW CS-XE12SKEW / CS-E12SKEW-M / CS-XE12QKEW / CS-E12QKEW CS-E15SKEW-M ² / CS-E15QKEW ² CS-XE18SKEW ² / CS-E18SKEW-M ² / CS-XE18QKEW ² / CS-E18QKEW ²
CU-3E18PBE (3 Habitaciones)	4,5kW - 9,0kW	5 - 1,6kW 7 - 2,0kW 9/10 - 2,5kW ¹ 12 - 3,2kW 15 - 4,0kW 18 - 5,0kW	CS-ME5SKE-M / CS-ME5PKE CS-XE7SKEW / CS-E7SKEW-M / CS-XE7QKEW / CS-E7QKEW CS-XE9SKEW / CS-E9SKEW-M / CS-XE9QKEW / CS-E9QKEW CS-XE12SKEW / CS-E12SKEW-M / CS-XE12QKEW / CS-E12QKEW CS-E15SKEW-M ² / CS-E15QKEW ² CS-XE18SKEW ² / CS-E18SKEW-M ² / CS-XE18QKEW ² / CS-E18QKEW ²
CU-3E23SBE (3 Habitaciones)	4,5kW - 11,0kW	5 - 1,6kW 7 - 2,0kW 9/10 - 2,5kW ¹ 12 - 3,2kW 15 - 4,0kW 18 - 5,0kW 21 - 6,8kW	CS-ME5SKE-M / CS-ME5PKE CS-XE7SKEW / CS-E7SKEW-M / CS-XE7QKEW / CS-E7QKEW CS-XE9SKEW / CS-E9SKEW-M / CS-XE9QKEW / CS-E9QKEW CS-XE12SKEW / CS-E12SKEW-M / CS-XE12QKEW / CS-E12QKEW CS-E15SKEW-M ² / CS-E15QKEW ² CS-XE18SKEW ² / CS-E18SKEW-M ² / CS-XE18QKEW ² / CS-E18QKEW ² CS-E21QKEW ²

Etherea (disponible en junio de 2016)			1,6 kW	2,0 kW	2,5 kW	3,2 kW	4,0 kW	5,0 kW
Unidad interior Plateada			—	CS-XE7SKEW	CS-XE9SKEW	CS-XE12SKEW	—	CS-XE18SKEW
Unidad interior Blanco Mate			CS-ME5SKE-M	CS-E7SKEW-M	CS-E9SKEW-M	CS-E12SKEW-M	CS-E15SKEW-M	CS-E18SKEW-M
Capacidad frigorífica	Nominal	kW / kCal/h	1,60 / 1.380	2,00 / 1.720	2,50 / 2.150	3,20 / 2.750	4,00 / 3.440	5,00 / 4.300
Capacidad calorífica	Nominal	kW / kCal/h	2,60 / 2.240	3,20 / 2.750	3,60 / 3.010	4,50 / 3.870	5,60 / 4.820	6,80 / 5.850
Conexión		mm ²	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5
Nivel de presión sonora ¹	Frio — Calor (A/Ba/S-Ba)	dB(A)	39 / 29 / 23 — 39 / 29 / 23	40 / 26 / 23 — 40 / 26 / 23	40 / 26 / 23 — 40 / 26 / 23	44 / 32 / 26 — 44 / 32 / 26	44 / 32 / 26 — 44 / 33 / 32	46 / 33 / 30 — 46 / 35 / 32
Dimensiones / Peso neto	Al x An x Pr	mm / kg	295 x 870 x 255 / 9	295 x 870 x 255 / 9	295 x 870 x 255 / 9	295 x 870 x 255 / 9	295 x 870 x 255 / 9	290 x 1.070 x 255 / 12
Conexión tuberías	Líquido / gas	Inch (mm)	1/4 (6,35) / 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) / 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) / 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) / 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) / 1/2 (12,70)	1/4 (6,35) / 1/2 (12,70)
Precio de la unidad interior Plateada		€	—	515	555	640	—	863
Precio de la unidad interior Blanca Mate		€	350	415	455	540	705	763

Unidad exterior			3,2 a 5,7 kW	3,2 a 5,7 kW	3,2 a 7,5 kW	4,5 a 9,0 kW	4,5 a 11,0 kW	4,5 a 11,0 kW	4,5 a 13,6 kW	4,5 a 17,5 kW
Unidad			CU-2E12SBE*	CU-2E15SBE*	CU-2E18SBE*	CU-3E18PBE	CU-3E23SBE*	CU-4E23PBE	CU-4E27PBE	CU-5E34PBE
Capacidad frigorífica	Nominal (Min. - Máx.)	kW	3,60 (1,50 - 4,50)	4,50 (1,50 - 5,20)	5,20 (1,50 - 5,40)	5,20 (1,80 - 7,30)	6,80 (1,90 - 8,00)	6,80 (1,90 - 8,00)	8,00 (3,00 - 9,20)	10,00 (2,90 - 11,50)
EER ¹⁾	Nominal	W/W	4,50 (6,00 - 4,09)	3,66 (6,00 - 3,42)	3,42 (6,00 - 3,42)	4,33 (5,00 - 3,24)	3,56 (7,04 - 3,38)	3,21 (5,59 - 2,63)	4,04 (5,66 - 3,21) A	3,5 (5,27 - 2,98) A
SEER	Nominal	W/W	6,50 A++	6,50 A++	6,50 A++	5,60 A+	7,00 A++	5,60 A+	7,00 A++	6,50 A++
Pdesign (Frio)		kW	3,6	4,5	5,2	5,2	6,8	6,8	8,0	10,0
Consumo en frío	Nominal (Min. - Máx.)	kW	0,800 (0,250 - 1,100)	1,230 (0,250 - 1,520)	1,520 (0,250 - 1,580)	1,270 (0,360 - 2,250)	1,910 (0,270 - 2,370)	2,120 (0,340 - 3,040)	1,980 (0,530 - 2,870)	2,860 (0,550 - 3,860)
Consumo anual de electricidad (Frio) ²⁾		kWh/a	400	242	760	260	955	340	400	538
Capacidad calorífica	Nominal (Min. - Máx.)	kW	4,40 (1,10 - 5,60)	5,40 (1,10 - 7,00)	5,60 (1,10 - 7,20)	6,80 (1,60 - 8,30)	8,50 (3,30 - 10,40)	8,50 (3,00 - 10,40)	9,40 (4,20 - 10,60)	12,00 (3,40 - 14,50)
Capacidad calorífica a -7 °C	Nominal	kW	3,54	3,54	3,65	4,90	6,05	6,05	7,08	8,85
COP ²⁾	Nominal	W/W	4,63 (5,24 - 4,41)	4,62 (5,24 - 4,19)	4,63 (5,24 - 4,24)	4,47 (5,00 - 3,81)	4,07 (5,32 - 3,74)	3,66 (5,17 - 3,54)	4,52 (6,00 - 3,46) A	4,20 (6,42 - 3,42) A
SCOP	Nominal	W/W	4,00 A+	4,00 A+	4,00 A+	3,80 A	4,00 A+	4,00 A+	4,00 A+	4,00 A+
Pdesign a -10 °C		kW	4,0	4,0	4,2	4,8	5,2	5,2	8,0	10,0
Consumo en calor	Nominal (Min. - Máx.)	kW	0,950 (0,210 - 1,270)	1,170 (0,210 - 1,670)	1,210 (0,210 - 1,700)	1,520 (0,320 - 2,180)	2,090 (0,620 - 2,780)	2,320 (0,580 - 2,940)	2,080 (0,700 - 3,060)	2,860 (0,530 - 4,240)
Consumo anual de electricidad (Calor) ³⁾		kWh/a	1.400	1.400	1.470	1.680	1.820	1.925	2.800	3.500
Corriente	Frio / Calor	A	3,75 / 4,20	5,75 / 5,20	7,10 / 5,35	5,30 / 6,70	8,40 / 9,60	7,50 / 8,80	9,40 / 9,80	13,20 / 13,40
Alimentación		V	230	230	230	230	230	230	230	230
Fusible recomendado		A	16	16	16	16	16	20	20	25
Sección recomendada del cable de alimentación		mm ²	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5
Nivel de presión sonora ¹⁾ Frio / Calor (Al)		dB(A)	47 / 49	47 / 49	49 / 51	46 / 47	50 / 51	50 / 51	51 / 52	53 / 54
Dimensiones ⁴⁾	Al x An x Pr	mm	619 x 824 x 299	619 x 824 x 299	619 x 824 x 229	795 x 875 x 320	795 x 875 x 320	795 x 875 x 320	999 x 940 x 340	999 x 940 x 340
Peso neto		kg	39	39	39	71	71	72	80	81
Conexión tuberías	Líquido / gas	Putq. (mm)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)	1/4 (6,35) – 3/8 (9,52)
Longitud de tubería (a una unidad) / Desnivel (int. / ext.)		m	3 ~ 30 (3 ~ 20) / 10	3 ~ 30 (3 ~ 20) / 10	3 ~ 30 (3 ~ 20) / 10	3 ~ 50 (3 ~ 25) / 15	~ 60 (3 ~ 25) / 15	~ 60 (3 ~ 25) / 15	~ 80 (3 ~ 25) / 15	~ 80 (3 ~ 25) / 15
Longitud de tubería para gas adicional / Gas adicional		m / g/m	20 / 15	20 / 15	20 / 15	30 / 20	30 / 20	30 / 20	45 / 20	45 / 20
Rango de funcionamiento Frio / Calor Min. ~ Máx.		°C	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24	-10 ~ +46 / -15 ~ +24
Precio de la unidad exterior		€	1.142	1.202	1.355	1.583	2.129	2.365	3.128	4.103

1) El nivel de presión sonora de las unidades muestra el valor medido en un punto situado a 1 metro por delante del cuerpo principal y 0,8 metros por debajo de la unidad. El nivel de presión sonora de las unidades muestra el valor medido según la especificación Eurovent 4/C/006-97. 2) La clasificación EER y COP se efectúa a 230 V de acuerdo con la directiva de la UE 2002/31/CE. 3) El consumo anual de energía se calcula de acuerdo con la directiva ErP. 4) Añadir 70 o 95 mm para la salida de tuberías. Cantidad mínima de unidades conectadas: 2 unidades interiores. * Disponible en marzo de 2016.

ANEXO III. INFORMES CÁLCULO CARGAS TÉRMICAS.

Zona: DORMITORIO 1

20,70 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO	INVIERNO	VERANO	
EXTERNAS	-0,70 °C	38,00 °C	35,00 %H.R.
INTERNAS	21,00 °C	26,00 °C	60,00 %H.R.

MÁXIMA CARGA VERANO	
MES 8	HORA 22
33,30 °C	45,30 %H.R.

					VERANO (Watt)			INVIERNO
					TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	(Watt)
MUROS	N	4,52	m2	.....		19		39
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S	9,88	m2	.....		64		77
	SO		m2	.....				
	O	15,96	m2	.....		98		131
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR MUROS					181	181		247
CRISTALES	N	0,80	m2	.....		23		60
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S	3,00	m2	.....		106		204
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR CRISTALES					129	129		264
TABIQUE	TIPO1	23,24	m2	+	m2 Cristal	366		483
	TIPO2		m2	+	m2 Cristal			
TOTAL CARGA POR TABIQUES					366	366		483
TECHOS EXTERIORES		20,70	m2	.....		221		184
TECHOS INTERIORES			m2	.....				
CLARABOYAS			m2	.....				
SUELO		20,70	m2	.....		89		127
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO					310	310		311
AIRE EXTERIOR	46 m3/h	0,0%Rec.Ental	TOTAL	46 m3/h		109	78	361
	(0,80 Renovaciones * hora)	(23,00 m3/h. por persona)						
PERSONAS	2					124	176	
ILUMINACIÓN	0,10	KW				67		
MOTORES		HP						
OTRAS CARGAS		Kw Sensibles		Kw Latentes				
TOTAL CARGAS INTERNAS					554	300	254	361
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,84								
CARGAS TOTALES					1.540	1.286	254	1.666

Resultados hora a hora en Verano

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. M.	1.401	1.357	1.315	1.275	1.243	1.225	1.252	897	899	946	996	1.046
P. M.	1.082	1.101	1.102	1.082	1.058	1.027	1.522	1.541	1.530	1.512	1.480	1.444

Zona: DORMITORIO 2

11,90 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO	INVIERNO	VERANO	
EXTERNAS	-0,70 °C	38,00 °C	35,00 %H.R.
INTERNAS	21,00 °C	26,00 °C	60,00 %H.R.

MÁXIMA CARGA VERANO	
MES 8	HORA 21
34,60 °C	42,10 %H.R.

				VERANO (Watt)			INVIERNO
				TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	(Watt)
MUROS	N	m2	.....				
	Nº Salidas	m2	.....				
	E	10,64	m2		70		87
	SE		m2				
	S	6,40	m2		39		50
	SO		m2				
	O		m2				
	NE		m2				
	SOMBRA		m2				
TOTAL CARGA POR MUROS				109	109		137
CRISTALES	N	m2	.....				
	Nº Salidas	m2	.....				
	E		m2				
	SE		m2				
	S	2,00	m2		74		123
	SO		m2				
	O		m2				
	NE		m2				
	SOMBRA		m2				
TOTAL CARGA POR CRISTALES				74	74		123
TABIQUE	TIPO1	19,04	m2	+		298	395
	TIPO2		m2	+			
TOTAL CARGA POR TABIQUES				298	298		395
TECHOS EXTERIORES		11,90	m2	.....		122	106
TECHOS INTERIORES			m2	.....			
CLARABOYAS			m2	.....			
SUELO		11,90	m2	.....		50	73
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO				172	172		179
AIRE EXTERIOR	27 m3/h	0,0%Rec.Ental	TOTAL	27 m3/h		75	46
(0,80 Renovaciones * hora)				(27,00 m3/h. por persona)			
PERSONAS	1		.....		50	88	
ILUMINACIÓN	0,01	KW	.....		4		
MOTORES		HP	.....				
OTRAS CARGAS		Kw	Sensibles				
TOTAL CARGAS INTERNAS				263	129	134	212
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,85							
CARGAS TOTALES				916	782	134	1.046

Resultados hora a hora en Verano

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. M.	809	781	753	729	705	696	523	513	516	524	540	558
P. M.	580	601	622	639	654	657	915	914	901	885	862	837

Zona: DORMITORIO 3

11,70 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO	INVIERNO	VERANO	
EXTERNAS	-0,70 °C	38,00 °C	35,00 %H.R.
INTERNAS	21,00 °C	26,00 °C	60,00 %H.R.

MÁXIMA CARGA VERANO	
MES 7	HORA 21
34,30 °C	40,80 %H.R.

					VERANO (Watt)			INVIERNO
					TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	(Watt)
MUROS	N	8,92	m2	.....		37		77
	Nº Salidas		m2	.....				
	E	8,12	m2	.....		55		67
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR MUROS					92	92		144
CRISTALES	N	2,00	m2	.....		81		126
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR CRISTALES					81	81		126
TABIQUE	TIPO1	19,04	m2	+	m2 Cristal	299		395
	TIPO2		m2	+	m2 Cristal			
TOTAL CARGA POR TABIQUES					299	299		395
TECHOS EXTERIORES		11,70	m2	.....		129		104
TECHOS INTERIORES			m2	.....				
CLARABOYAS			m2	.....				
SUELO		11,70	m2	.....		49		72
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO					178	178		176
AIRE EXTERIOR	26 m3/h	0,0%Rec.Ental	TOTAL	26 m3/h		69	27	204
(0,80 Renovaciones * hora) (26,00 m3/h. por persona)								
PERSONAS	1					50	88	
ILUMINACIÓN	0,01	KW				4		
MOTORES		HP						
OTRAS CARGAS		Kw	Sensibles	Kw Latentes				
TOTAL CARGAS INTERNAS					238	123	115	204
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,87								
CARGAS TOTALES					888	773	115	1.045

Resultados hora a hora en Verano

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A. M.	775	749	722	700	678	679	528	519	524	532	548	566
P. M.	587	605	624	639	652	654	888	883	867	850	826	802

Zona: SALA DE ESTAR 43,70 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO				INVIERNO		VERANO		MÁXIMA CARGA VERANO	
EXTERNAS				-0,70 °C		38,00 °C 35,00 %H.R.		MES 8	HORA 24
INTERNAS				21,00 °C		24,00 °C 65,00 %H.R.		30,50 °C	53,20 %H.R.

				VERANO (Watt)			INVIERNO
				TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	(Watt)
MUROS	N	8,76	m2				73
	Nº Salidas		m2				
	E		m2				
	SE		m2				
	S	13,18	m2				100
	SO		m2				
	O	20,16	m2				160
	NE		m2				
	SOMBRA		m2				
TOTAL CARGA POR MUROS				0	0		333
CRISTALES	N	5,80	m2				314
	Nº Salidas		m2				
	E		m2				
	SE		m2				
	S	5,30	m2				261
	SO		m2				
	O		m2				
	NE		m2				
	SOMBRA		m2				
TOTAL CARGA POR CRISTALES				0	0		575
TABIQUE	TIPO1	22,12	m2 + m2 Cristal				459
	TIPO2		m2 + m2 Cristal				
TOTAL CARGA POR TABIQUES				0	0		459
TECHOS EXTERIORES m2							
TECHOS INTERIORES 43,70 m2							287
CLARABOYAS m2							
SUELO 43,70 m2							177
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO				0	0		464
AIRE EXTERIOR	96 m3/h	0,0%Rec.Ental	TOTAL 96 m3/h				640
(0,80 Renovaciones * hora) (24,00 m3/h. por persona)							
PERSONAS	4						
ILUMINACIÓN	0,44	KW					
MOTORES	13,00	HP					
OTRAS CARGAS		Kw Sensibles	Kw Latentes				
TOTAL CARGAS INTERNAS				0	0	0	640
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,00							
CARGAS TOTALES				0	0	0	2.471

Zona: BAÑO 1

4,20 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO	INVIERNO	VERANO	
EXTERNAS	-0,70 °C	38,00 °C	35,00 %H.R.
INTERNAS	21,00 °C	26,00 °C	70,00 %H.R.

MÁXIMA CARGA VERANO	
MES 7	HORA 18
37,20 °C	34,60 %H.R.

					VERANO (Watt)			INVIERNO
					TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	(Watt)
MUROS	N	5,58	m2	.....				44
	Nº Salidas		m2	.....				
	E	5,32	m2	.....				40
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR MUROS					0	0		84
CRISTALES	N	0,30	m2	.....				19
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR CRISTALES					0	0		19
TABIQUE	TIPO1	11,20	m2	+	m2 Cristal			211
	TIPO2		m2	+	m2 Cristal			
TOTAL CARGA POR TABIQUES					0	0		211
TECHOS EXTERIORES				m2				
TECHOS INTERIORES				4,20 m2				25
CLARABOYAS				m2				
SUELO				4,20 m2				23
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO					0	0		48
AIRE EXTERIOR	55 m3/h	0,0%Rec.Ental	TOTAL	55 m3/h				432
(4,70 Renovaciones * hora) (55,00 m3/h. por persona)								
PERSONAS	1							
ILUMINACIÓN	0,06	KW						
MOTORES	2,41	HP						
OTRAS CARGAS		Kw Sensibles		Kw Latentes				
TOTAL CARGAS INTERNAS					0	0	0	432
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,00								
CARGAS TOTALES					0	0	0	794

Zona: BAÑO 2

4,90 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO	INVIERNO	VERANO	
EXTERNAS	-0,70 °C	38,00 °C	35,00 %H.R.
INTERNAS	21,00 °C	26,00 °C	70,00 %H.R.

MÁXIMA CARGA VERANO	
MES 7	HORA 18
37,20 °C	34,60 %H.R.

					VERANO (Watt)			INVIERNO (Watt)
					TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	
MUROS	N	6,14	m2	.....				48
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR MUROS					0	0		48
CRISTALES	N	0,30	m2	.....				19
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR CRISTALES					0	0		19
TABIQUE	TIPO1	17,64	m2	+				333
	TIPO2		m2	+				
TOTAL CARGA POR TABIQUES					0	0		333
TECHOS EXTERIORES		4,90	m2	.....				40
TECHOS INTERIORES			m2	.....				
CLARABOYAS			m2	.....				
SUELO		4,90	m2	.....				27
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO					0	0		67
AIRE EXTERIOR	54 m3/h	0,0%Rec.Ental	TOTAL	54 m3/h				424
(3,90 Renovaciones * hora) (54,00 m3/h. por persona)								
PERSONAS	1			.....				
ILUMINACIÓN	0,07	KW		.....				
MOTORES	2,41	HP		.....				
OTRAS CARGAS		Kw Sensibles		Kw Latentes				
TOTAL CARGAS INTERNAS					0	0	0	424
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,00								
CARGAS TOTALES					0	0	0	891

Zona: LAVABO 2,90 m²

CONDICIONES DEL PROYECTO				INVIERNO	VERANO		MÁXIMA CARGA VERANO	
EXTERNAS				-0,70 °C	38,00 °C	35,00 %H.R.	MES 7	HORA 17
INTERNAS				21,00 °C	26,00 °C	70,00 %H.R.	37,70 °C	33,80 %H.R.

					VERANO (Watt)			INVIERNO
					TOTAL	SENSIBLE	LATENTE	(Watt)
MUROS	N	4,20	m2	.....				33
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR MUROS					0	0		33
CRISTALES	N		m2	.....				
	Nº Salidas		m2	.....				
	E		m2	.....				
	SE		m2	.....				
	S		m2	.....				
	SO		m2	.....				
	O		m2	.....				
	NE		m2	.....				
	SOMBRA		m2	.....				
TOTAL CARGA POR CRISTALES					0	0		0
TABIQUES	TIPO1	6,44	m2	+				122
	TIPO2		m2	+				
TOTAL CARGA POR TABIQUES					0	0		122
TECHOS EXTERIORES		2,90	m2	.....				23
TECHOS INTERIORES			m2	.....				
CLARABOYAS			m2	.....				
SUELO		2,90	m2	.....				11
TOTAL POR TECHOS, CLARABOYAS Y SUELO					0	0		34
AIRE EXTERIOR	38 m3/h		0,0%Rec.Ental	TOTAL	38 m3/h			298
(4,70 Renovaciones * hora)				(0,00 m3/h. por persona)				
PERSONAS								
ILUMINACIÓN	0,04	KW		.....				
MOTORES		HP		.....				
OTRAS CARGAS		Kw	Sensibles					
TOTAL CARGAS INTERNAS					0	0	0	298
FACTOR DE CALOR SENSIBLE 0,00								
CARGAS TOTALES					0	0	0	487

ANEXO IV. INFORME DE VALIDACIÓN
DEL CUMPLIMIENTO HE4 EN
INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS.

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

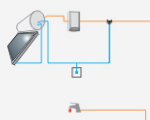
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	TFG
Comunidad	
Localidad	
Dirección	

Datos del autor

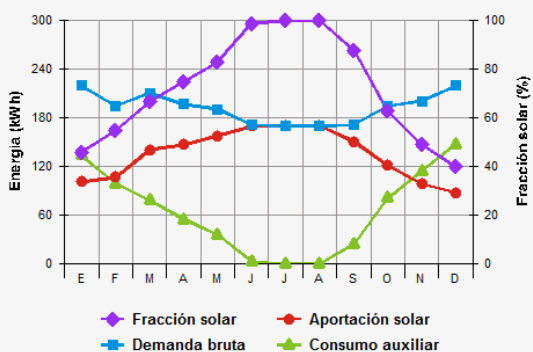
Nombre	Juan Fernández Herguedas
Empresa o institución	UJAEN
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia						Torreperogil (Jaén)							
Altura respecto la referencia [m]						9							
Sistema seleccionado						Instalación consumo único sistema prefabricado							
Demanda [l/día a 60°C]						112							
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Resultados



Fracción solar [%]	70
Demanda neta [kWh]	2.212
Demanda bruta [kWh]	2.312
Aporte solar [kWh]	1.623
Consumo auxiliar [kWh]	772
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	477

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	Ecotech F 220 (Ferrolí)	☐
Contraseña de certificación	NPS-0911 - Verificar vigencia	☐
Número de captadores	1,0	☐
Pérdidas por sombras (%)	2,0	☐
Orientación [°]	38,0	☐
Inclinación [°]	38,0	☐
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera convencional	☐
Tipo de combustible	Gasóleo	☐
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	9,0	☐
Diámetro de la tubería [mm]	50,0	☐
Espesor del aislante [mm]	30,0	☐
Tipo de aislante	genérico	☐
Temperatura de distribución [°C]	60,0	☐

ANEXO V. CERTIFICADO DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE
LA VIVIENDA UNIFAMILIAR
ESTUDIADA.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Trabajo_Fin_de_Grado		
Dirección	Calle Antonio Chacón		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	-		

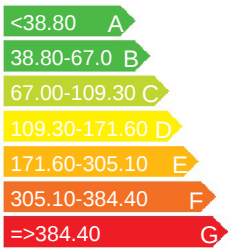
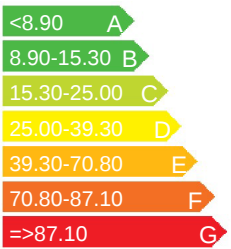
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Juan Fernandez Herguedas	NIF/NIE	26497344X
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	49,96 B		11,02 B

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 26/08/2016

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

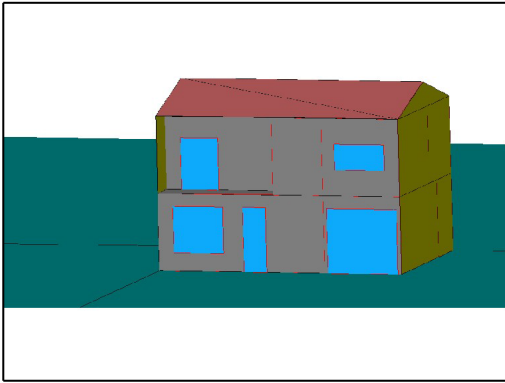
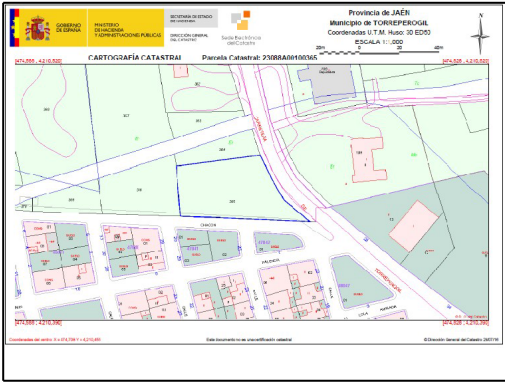
Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	127,35
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Muro_Exterior	Fachada	48,18	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	40,95	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	3,60	0,40	Usuario
Cubierta	Cubierta	69,22	0,47	Usuario
Cimentacion	Suelo	66,44	0,32	Usuario
Forjado_Interior	Fachada	5,55	0,50	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Balconera	Hueco	3,00	2,60	0,39	Usuario	Usuario
Puerta_principal	Hueco	2,25	5,12	0,28	Usuario	Usuario
Puerta_trasera	Hueco	3,75	4,25	0,45	Usuario	Usuario
Cochera	Hueco	7,00	3,94	0,14	Usuario	Usuario
Ventana Bano 1	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Bano 2	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Delantera Sala de estar	Hueco	3,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Trasera Sala de estar	Hueco	2,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Lavadero	Hueco	1,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 2	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 3	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 1	Hueco	0,75	2,36	0,52	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera_mixta_ATLAS_25_K_100	Caldera eléctrica o de combustible	25,00	96,00	GasoleoC	Usuario
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	6,80	96,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	96,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		31,80			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	5,20	288,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	288,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		5,20			

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	70,00
TOTALES	0,00	0,00	0,00	70,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C4	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.90 A 8.90-15.30 B 15.30-25.00 C 25.00-39.30 D 39.30-70.80 E 70.80-87.10 F =>87.10 G	11,02 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	B	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		7,69		1,19	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO_{2}/m^{2} año)	-
2,14	-				

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	2,96	573,94
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	8,06	1561,95

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<38.80 A 38.80-67.0 B 67.00-109.3 C 109.30-171.6 D 171.60-305.10 E 305.10-384.40 F =>384.40 G	49,96 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	B	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		32,83		4,52	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
12,61	-				
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	25,07 B	<13.90 A 13.90-20.0 B 20.00-28.40 C 28.40-41.40 D 41.40-50.90 E 50.90-62.60 F =>62.60 G	18,61 B
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El 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.

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en uso residencial privado

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Trabajo_Fin_de_Grado		
Dirección	Calle Antonio Chacón		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	-		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Juan Fernandez Herguedas	NIF/NIE	26497344X
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración*

D_{cal}	25,07	kWh/m ² año	$D_{cal,lim}$	25,16	kWh/m ² año	Sí cumple
D_{ref}	18,61	kWh/m ² año	$D_{ref,lim}$	20,00	kWh/m ² año	Sí cumple

Consumo de energía primaria no renovable*

C_{ep}	49,96	kWh/m ² año	$C_{ep,lim}$	57,74	kWh/m ² año	Sí cumple
----------	-------	------------------------	--------------	-------	------------------------	-----------

D_{cal}	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
D_{ref}	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

*Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.1 de la sección DB-HE1 y del apartado 2.2.1 de la sección DB-HE0. Se recuerda que otras exigencias de las secciones DB-HE0 y DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica 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 26/08/2016

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

Fecha 26/08/2016

Ref. Catastral

-

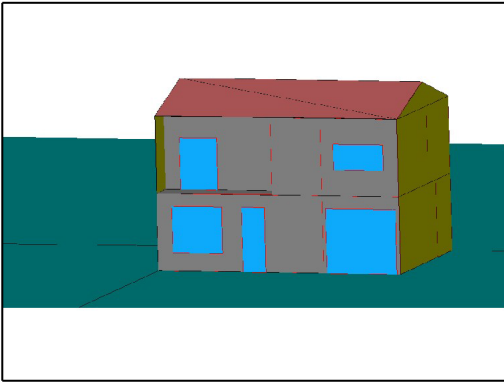
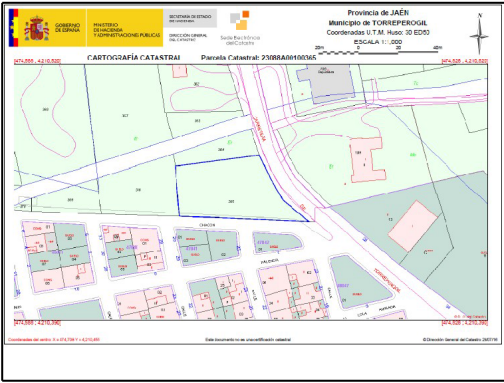
Página 1 de 3

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	127,35
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Muro_Exterior	Fachada	48,18	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	40,95	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	3,60	0,40	Usuario
Cubierta	Cubierta	69,22	0,47	Usuario
Cimentacion	Suelo	66,44	0,32	Usuario
Forjado_Interior	Fachada	5,55	0,50	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Balconera	Hueco	3,00	2,60	0,39	Usuario	Usuario
Puerta_principal	Hueco	2,25	5,12	0,28	Usuario	Usuario
Puerta_trasera	Hueco	3,75	4,25	0,45	Usuario	Usuario
Cochera	Hueco	7,00	3,94	0,14	Usuario	Usuario
Ventana Bano 1	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Bano 2	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Delantera Sala de	Hueco	3,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Trasera Sala de estar	Hueco	2,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Lavadero	Hueco	1,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 2	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 3	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 1	Hueco	0,75	2,36	0,52	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Caldera_mixta_ATLAS_25_K_100	Caldera eléctrica o de combustible	25,00	96,00	GasoleoC	Usuario
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	6,80	96,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	96,00	GasNatural	PorDefecto

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	5,20	288,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	288,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto

ANEXO VI. CERTIFICADO DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA
OPCIÓN DE MEJORA 1.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Trabajo_Fin_de_Grado		
Dirección	Calle Antonio Chacón		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	-		

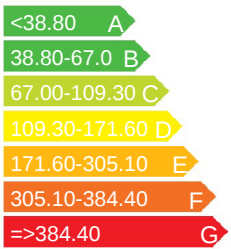
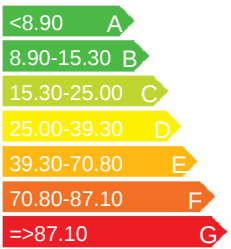
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Juan Fernandez Herguedas	NIF/NIE	26497344X
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	29,27 A		5,46 A

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 29/08/2016

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

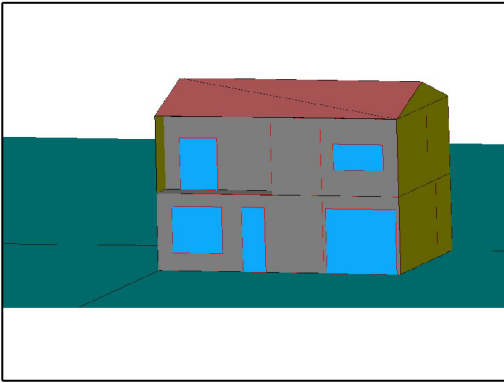
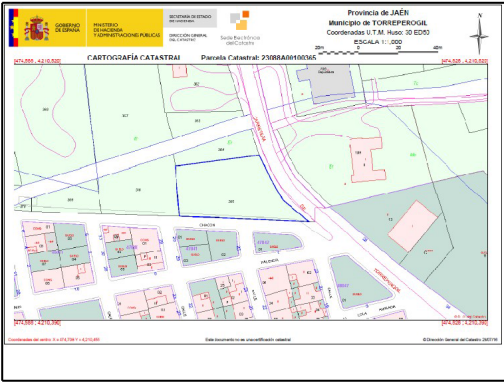
Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	127,35
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Muro_Exterior	Fachada	48,18	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	40,95	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	3,60	0,40	Usuario
Cubierta	Cubierta	69,22	0,47	Usuario
Cimentacion	Suelo	66,44	0,32	Usuario
Forjado_Interior	Fachada	5,55	0,50	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Balconera	Hueco	3,00	2,60	0,39	Usuario	Usuario
Puerta_principal	Hueco	2,25	5,12	0,28	Usuario	Usuario
Puerta_trasera	Hueco	3,75	4,25	0,45	Usuario	Usuario
Cochera	Hueco	7,00	3,94	0,14	Usuario	Usuario
Ventana Bano 1	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Bano 2	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Delantera Sala de estar	Hueco	3,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Trasera Sala de estar	Hueco	2,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Lavadero	Hueco	1,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 2	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 3	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 1	Hueco	0,75	2,36	0,52	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	19,00	80,00	BiomasaPellet	Usuario
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	6,80	80,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	80,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		25,80			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	5,20	288,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	288,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		5,20			

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	70,00
Caldera de biomasa	44,09	0,00	47,96	14,39
TOTALES	44,09	0,00	47,96	84,39

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C4	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.90 A 8.90-15.30 B 15.30-25.00 C 25.00-39.30 D 39.30-70.80 E 70.80-87.10 F =>87.10 G	5,46 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		3,26		0,06	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO_{2}/m^{2} año)	-
		2,14	-		

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	2,96	573,94
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	8,49	1646,15

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<38.80 A 38.80-67.0 B 67.00-109.3 C 109.30-171.6 D 171.60-305.10 E 305.10-384.40 F =>384.40 G	29,27 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		16,36		0,30	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
		12,61		-	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	25,07 B	<13.90 A 13.90-20.0 B 20.00-28.40 C 28.40-41.40 D 41.40-50.90 E 50.90-62.60 F =>62.60 G	18,61 B
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El 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 VII. CERTIFICADO DE
EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA
OPCIÓN DE MEJORA 2.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Trabajo_Fin_de_Grado		
Dirección	Calle Antonio Chacón		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
Zona climática	C4	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	-		

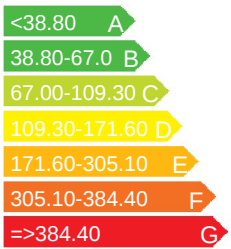
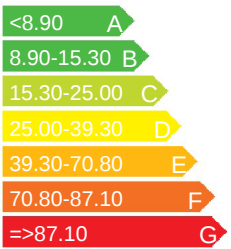
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☒ Edificio de nueva construcción	☐ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Juan Fernandez Herguedas	NIF/NIE	26497344X
Razón social	-	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Torreperogil	Código Postal	23320
Provincia	Jaén	Comunidad Autónoma	Andalucía
e-mail:	-	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m²·año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO2/m²·año)	
	28,41 A		5,65 A

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 29/08/2016

Firma del técnico certificador:

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

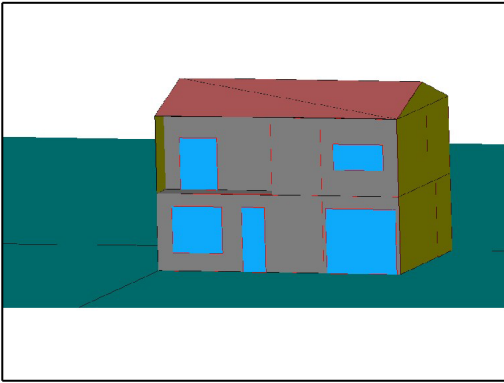
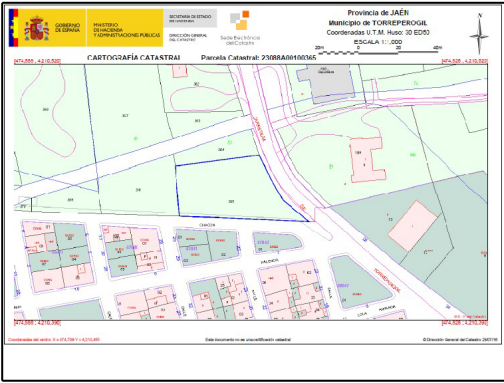
Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	127,35
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Modo de obtención
Muro_Exterior	Fachada	48,18	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	40,95	0,40	Usuario
Muro_Exterior	Fachada	3,60	0,40	Usuario
Cubierta	Cubierta	69,22	0,47	Usuario
Cimentacion	Suelo	66,44	0,32	Usuario
Forjado_Interior	Fachada	5,55	0,50	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m²)	Transmitancia (W/m²K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Balconera	Hueco	3,00	2,60	0,39	Usuario	Usuario
Puerta_principal	Hueco	2,25	5,12	0,28	Usuario	Usuario
Puerta_trasera	Hueco	3,75	4,25	0,45	Usuario	Usuario
Cochera	Hueco	7,00	3,94	0,14	Usuario	Usuario
Ventana Bano 1	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Bano 2	Hueco	0,26	2,48	0,46	Usuario	Usuario
Ventana Delantera Sala de estar	Hueco	3,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Trasera Sala de estar	Hueco	2,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Lavadero	Hueco	1,00	2,36	0,52	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 2	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 3	Hueco	2,00	2,20	0,60	Usuario	Usuario
Ventana Dormitorio 1	Hueco	0,75	2,36	0,52	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ2_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	21,00	62,00	BiomasaOtros	Usuario
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	6,80	62,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	62,00	GasNatural	PorDefecto
TOTALES		27,80			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Refrigeracion_Unidad_Exterior	Unidad exterior en expansión directa	5,20	288,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	288,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
TOTALES		5,20			

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final,cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	70,00
Caldera de biomasa	65,84	0,00	69,22	20,77
TOTALES	65,84	0,00	69,22	90,77

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C4	Uso	CertificaciónVerificaciónNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<8.90 A 8.90-15.30 B 15.30-25.00 C 25.00-39.30 D 39.30-70.80 E 70.80-87.10 F =>87.10 G	5,65 A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones ACS (kgCO ₂ /m ² año)	A
		3,42		0,09	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones globales (kgCO ₂ /m ² año) ¹		Emisiones refrigeración (kgCO ₂ /m ² año)	A	Emisiones iluminación (kgCO_{2}/m^{2} año)	-
		2,14	-		

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	2,96	573,94
Emisiones CO ₂ por combustibles fósiles	9,12	1767,69

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

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<38.80A 38.80-67.0B 67.00-109.3C 109.30-171.6D 171.60-305.10E 305.10-384.40F =>384.40G	28,41A	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)	A
		15,62		0,17	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)	A	Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)	-
		12,61		-	
Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año) ¹					

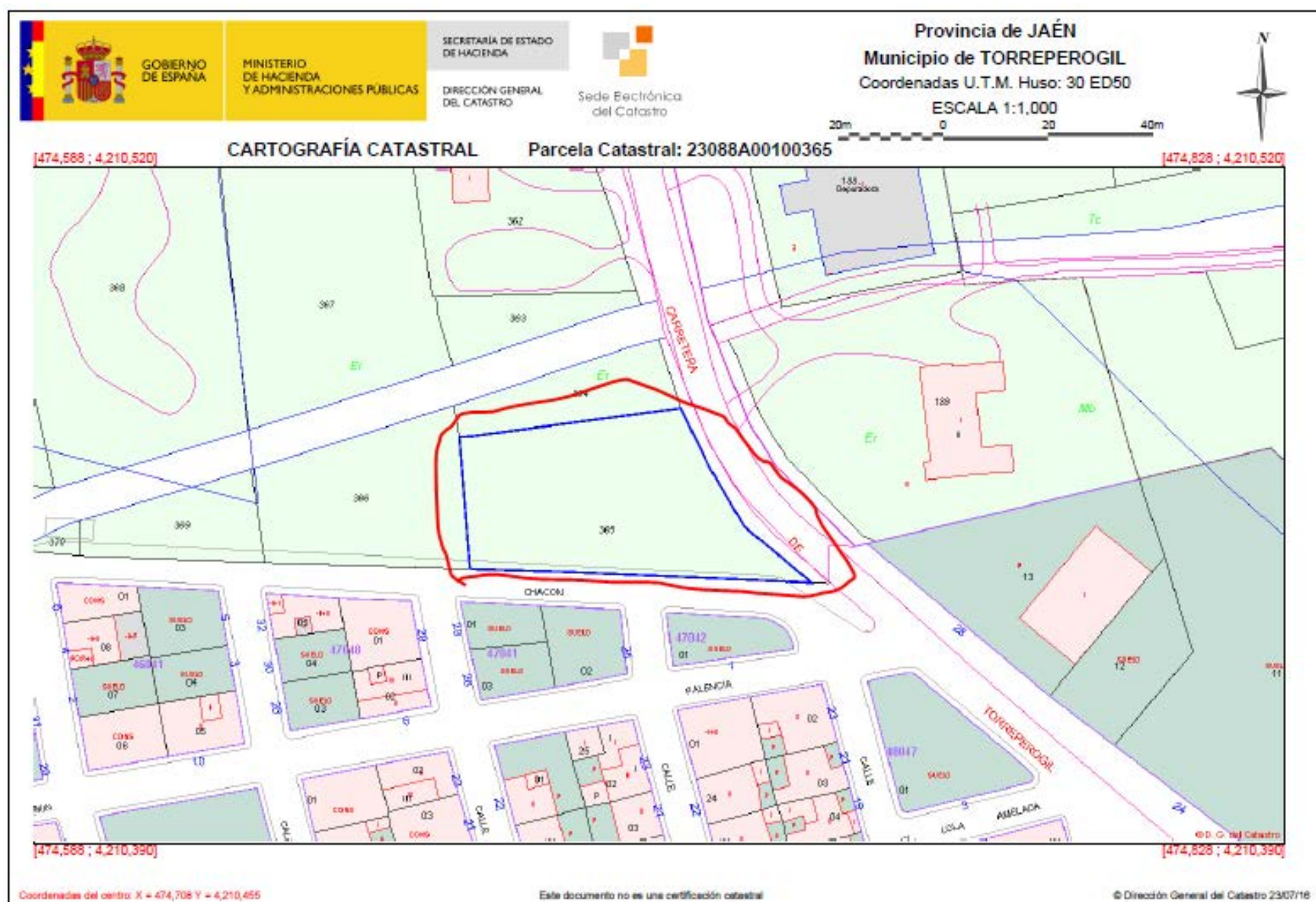
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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

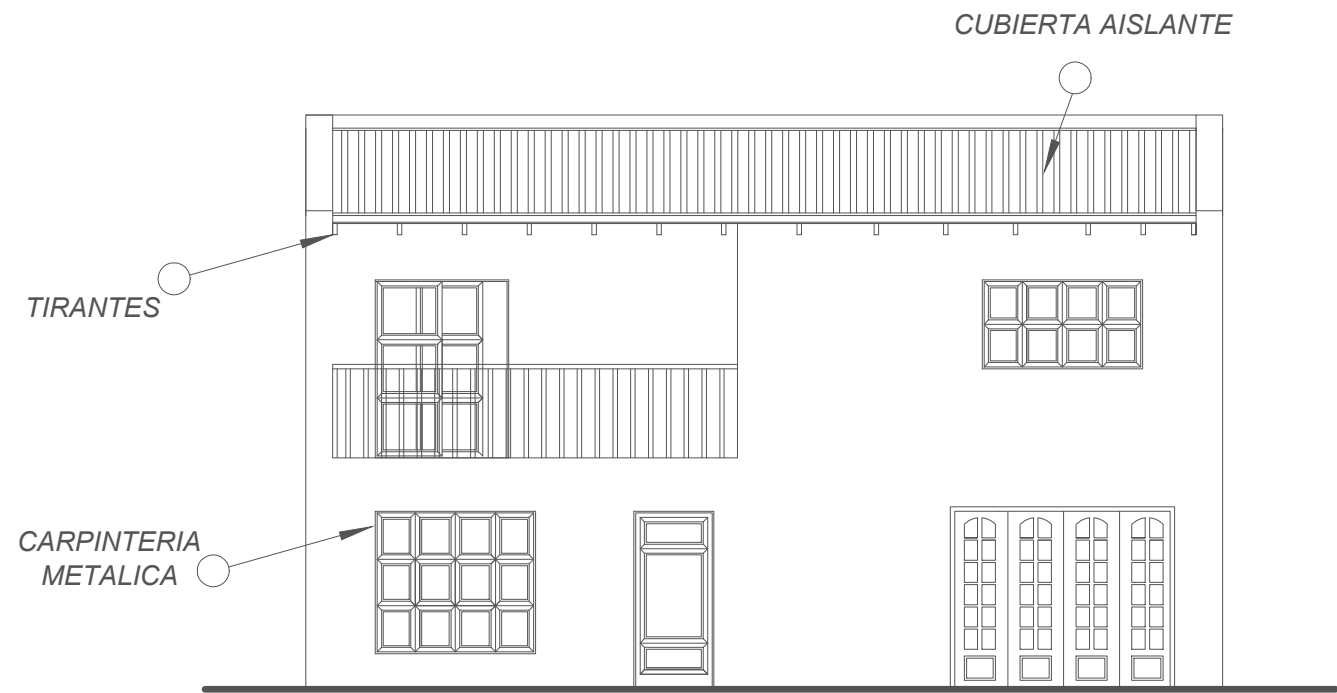
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<19.70 A 19.70-32.0 B 32.00-49.50 C 49.50-76.20 D 76.20-125.70 E 125.70-147.00 F =>147.00 G	25,07 B	<13.90 A 13.90-20.0 B 20.00-28.40 C 28.40-41.40 D 41.40-50.90 E 50.90-62.60 F =>62.60 G	18,61 B
Demanda de calefacción (kWh/m²año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²año)	

¹El 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.

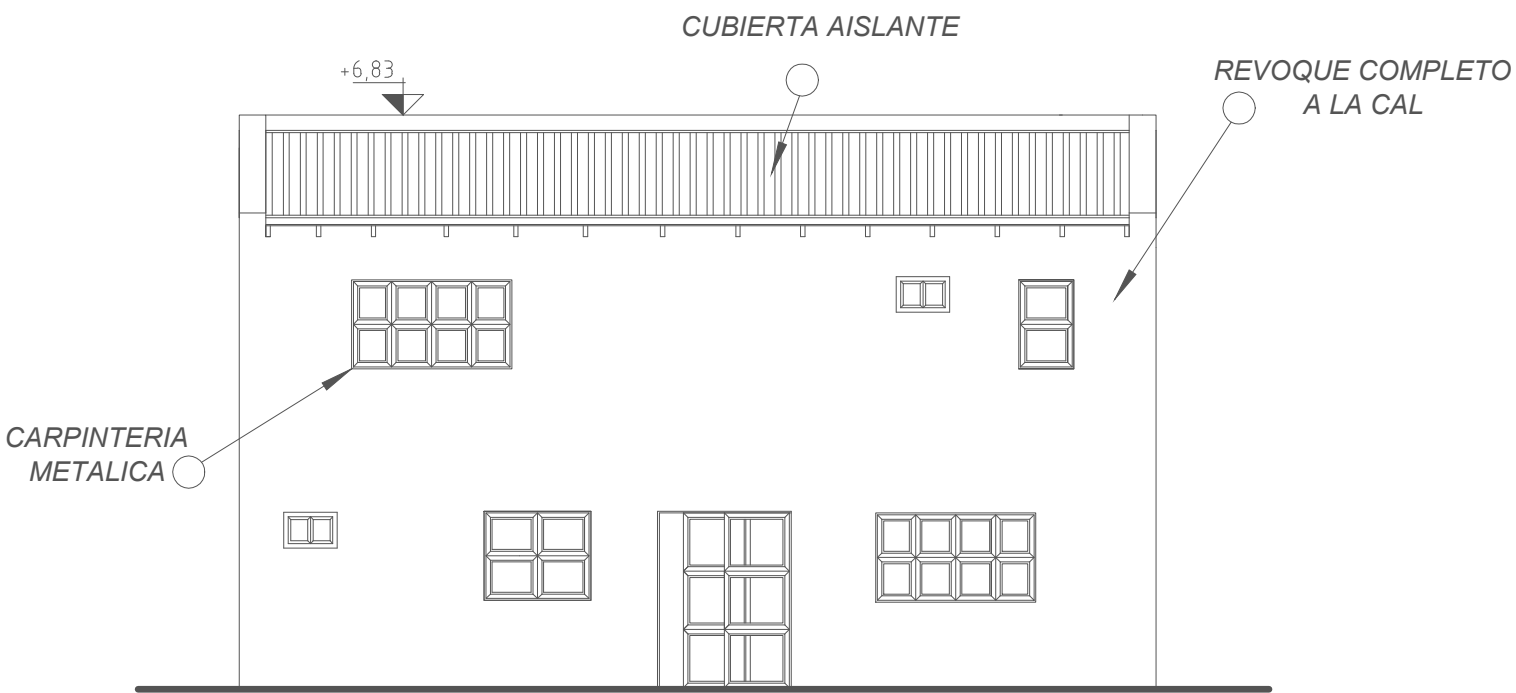
ANEXO VIII. PLANOS.



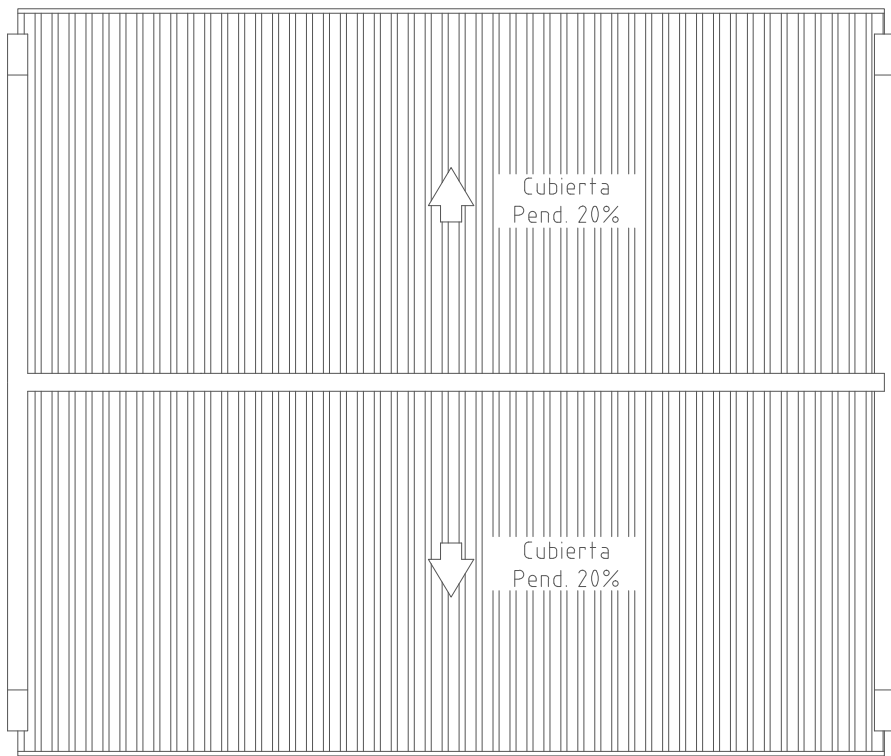
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	5-06-2016	JUAN		
COMPROBADO	5-06-2016	FERNÁNDEZ		
		HERGUEDAS		
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de edificios UBICACIÓN DE LA VIVIENDA			Nº PLANO 1/4
1:1000				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



FACHADA

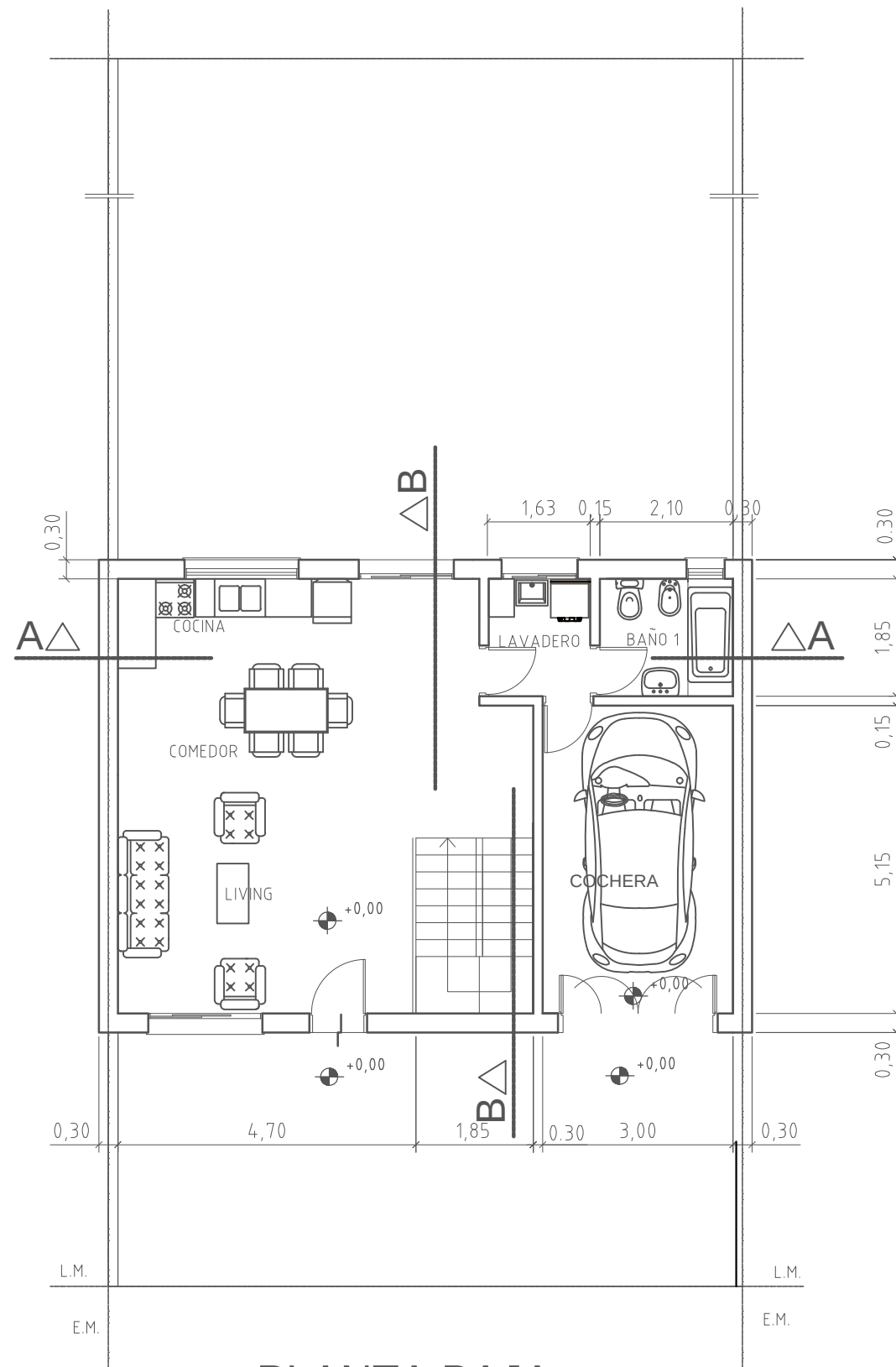


CONTRA FACHADA

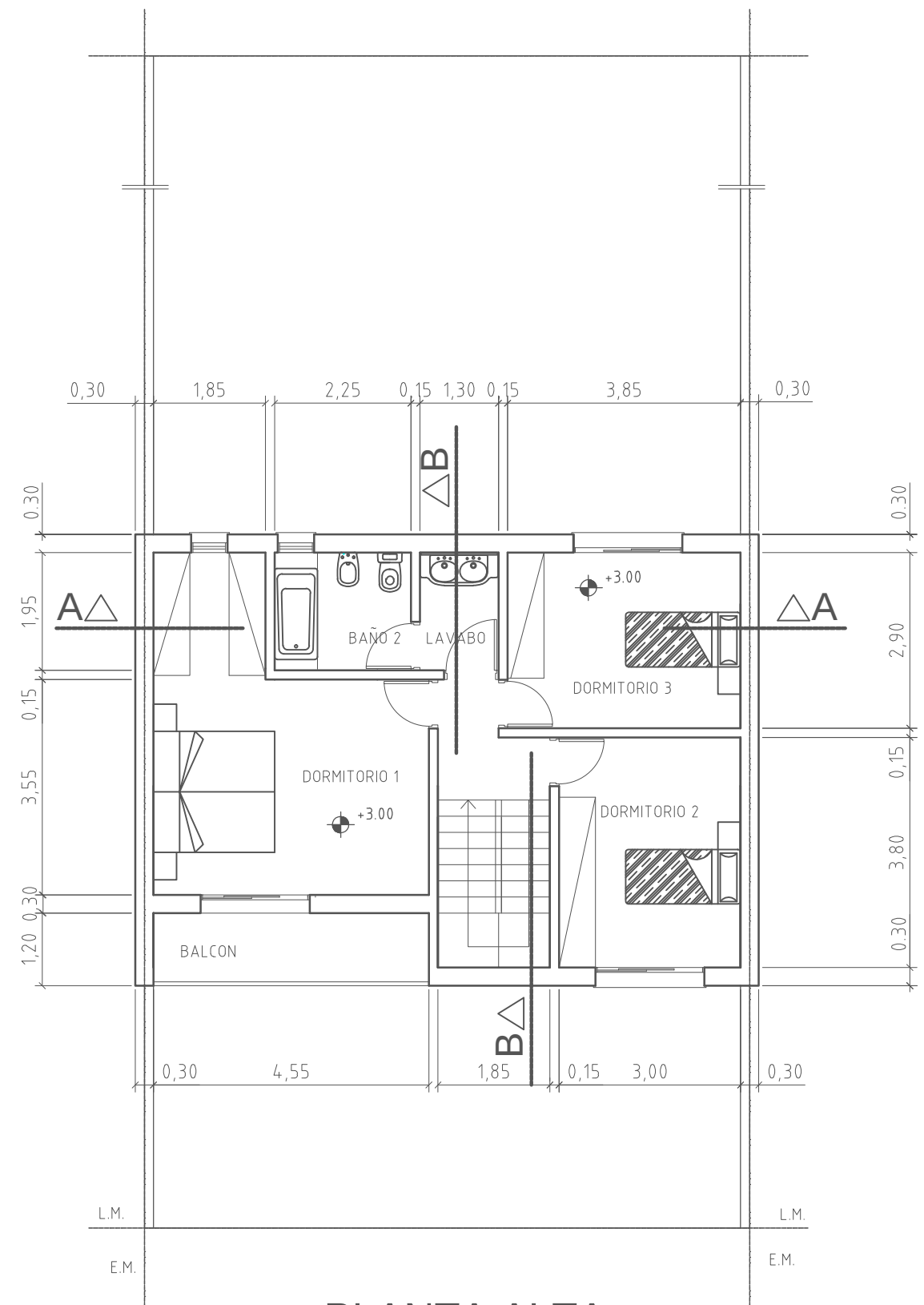


PLANTA DE TECHOS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	5-06-2016	JUAN		
COMPROBADO	5-06-2016	FERNÁNDEZ		
		HERGUEDAS		
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de edificios FACHADA, CONTRA FACHADA Y TECHOS			Nº PLANO 2/4
1:50				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

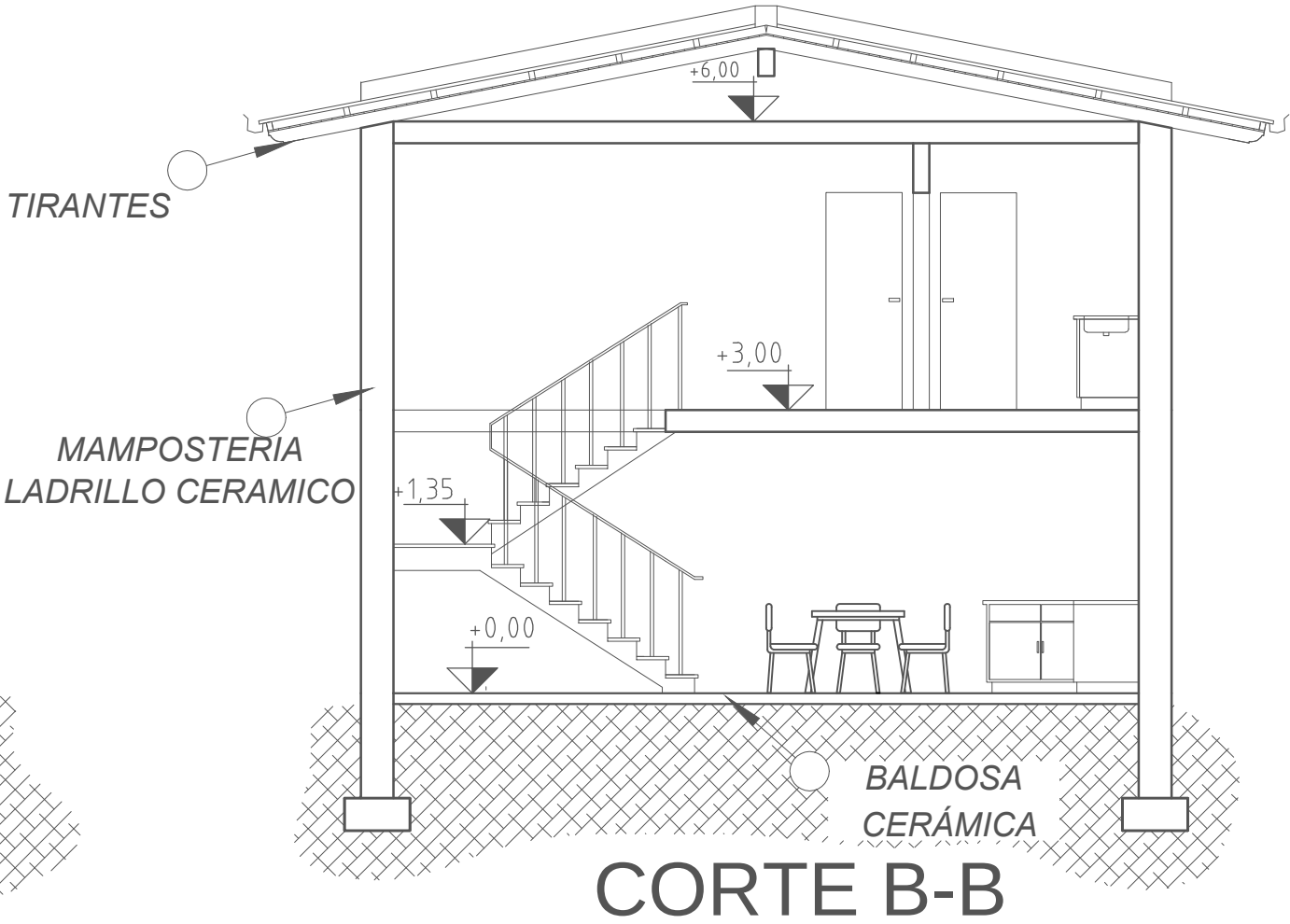
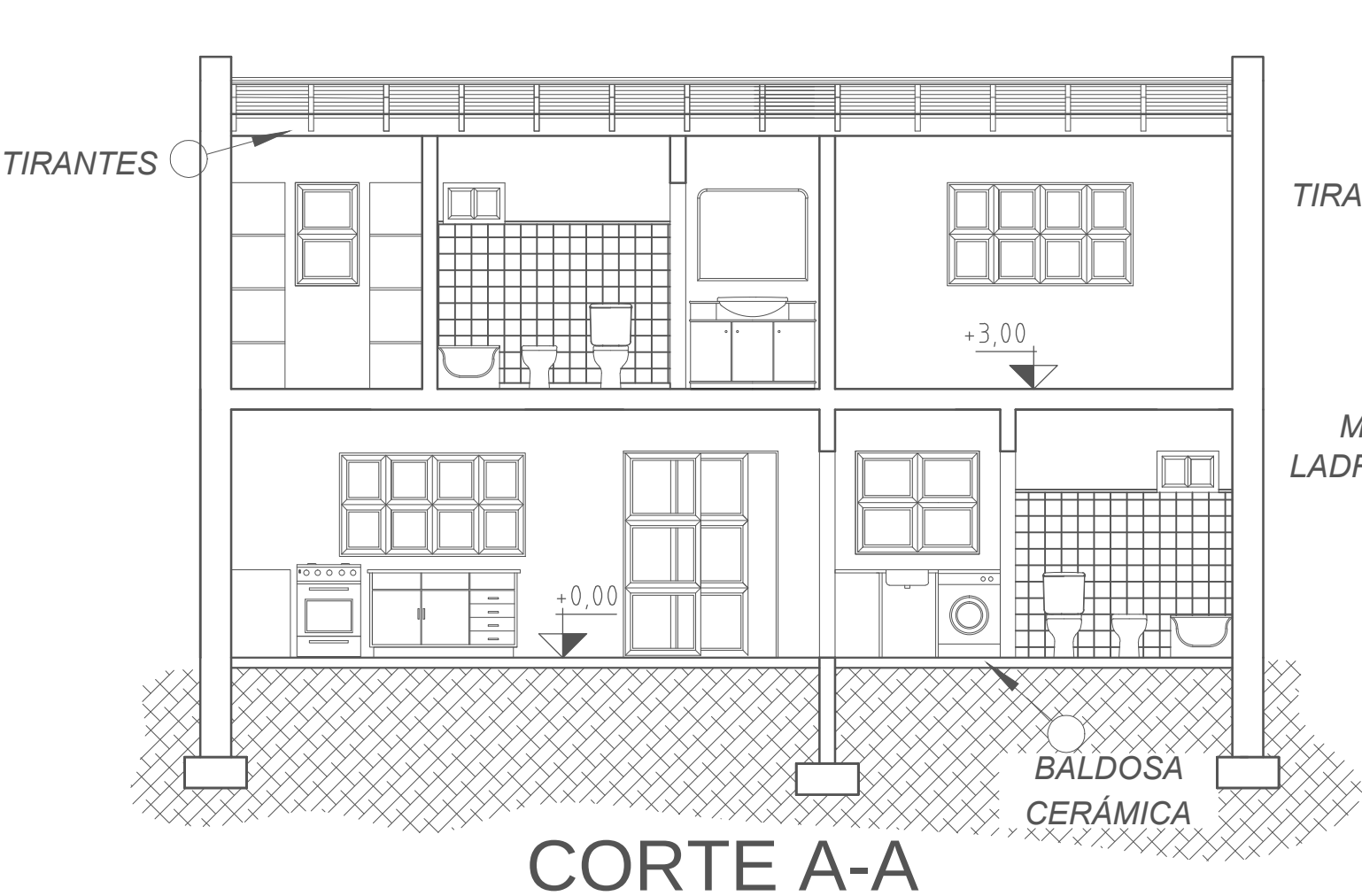


PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	5-06-2016	JUAN		
COMPROBADO	5-06-2016	FERNÁNDEZ		
		HERGUEDAS		
ESCALA: 1:50	Determinación de la calificación energética de edificios DISTRIBUCIÓN			Nº PLANO 3/4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	5-06-2016	JUAN		
COMPROBADO	5-06-2016	FERNÁNDEZ		
		HERGUEDAS		
ESCALA:	Determinación de la calificación energética de edificios CORTES			Nº PLANO 4/4
1:50				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

