



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UNA VIVIENDA EN BLOQUE DE VIVIENDAS EN VALENCIA Y SU VIABILIDAD ECONÓMICA.

27 de julio de 2015

AUTOR DANIEL ASENSIO ALCAIDE
TUTOR AMADEO PASCUAL GALÁN

RESUMEN

La arquitectura tradicional ha sido desde siempre y casi por definición, una arquitectura respetuosa con el medio ambiente. La alta producción de viviendas de los últimos años ha hecho que la arquitectura se haya ido alejando del respeto por el medio ambiente.

El cambio climático y el calentamiento global son, hoy en día, una realidad contra la que los diferentes gobiernos se han propuesto luchar.

Uno de los retos a los que nos enfrentamos es hacer la construcción más sostenible. Especialmente aquellos inmuebles que ya están contruidos y necesitan una mejora, ya que su uso nos obliga a derroches energéticos y grandes emisiones de CO₂ a la atmósfera, lo que produce el conocido efecto invernadero.

En este Trabajo Fin de Grado se ha estudiado el caso de una vivienda en la ciudad de Valencia. Se ha hecho un estudio comparativo de diversas medidas de mejora energética para determinar cuales son las opciones que mejores resultados tienen tanto a nivel económico y de amortización como a nivel medioambiental y de producción de CO₂.

PALABRAS CLAVE: Cambio climático, eficiencia energética, energía renovable, estudio económico, reforma energética.

ABSTRACT

Traditional architecture has always been an environmentally friendly architecture. It runs in its veins. The raise in the housing produccion in the latest decades has made the construction industry to take one step away from a respectful industry towards the envireonment.

Climate change and global warming are, nowadays, a reality governments have proposed fight against.

One of the challenges we face is to make buildings more ecological. Especially those properties that are already built and are in need of improvement, since its use makes us waste great energy and produce CO2 emissions to the atmosphere. This emissions are the responsible for the well-knows greenhouse effect.

In this Final Project it has been studied a house in the city of Valencia. A comparative study has been made in order to determinate the best way tu cut down the CO2 emissions and the energy waste.

Key words: climate change, economic study, energetic refurbishment, energy efficiency, renewable energy.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de mi familia que se ha hecho uno conmigo en la redacción de este trabajo. No puedo dejar de mencionar a mis suegros, cuya ayuda nunca me ha faltado en ningún momento.

ACRÓNIMOS

Ah: Amperio.

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

COP: Potencia calorífica; Potencia eléctrica consumida en calefacción

CTE-DB: Código Técnico de la Edificación Documento Básico

EER: Potencia frigorífica; Potencia eléctrica consumida en refrigeración

EPS: poliestireno expandido

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

IVA: Impuesto sobre el Valor Añadido.

K: Grado Kelvin.

Kg: Kilogramo

kW: Kilovatio

kWh: Kilovatio Hora

LED: light-emitting diode (diodo emisor de luz).

RPT: Rotura del Puente Térmico.

SCOP: Coefficient Of Performance (coeficiente de rendimiento)

SEER: Seasonal Energy Efficiency Ratio

U: Transmitancia

W: Vatio

XPS: Poliestireno expandido

ÍNDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
AGRADECIMIENTOS	III
ACRÓNIMOS	IV
ÍNDICE	V
1- INTRODUCCIÓN	1
1.1- Objetivo del Trabajo Fin de Grado.	1
1.2- Marco normativo.	2
2- CONSIDERACIONES ENERGÉTICAS	3
2.1- Métodos de calificación energética.	4
2.2- Inercia térmica.	7
2.3- Huecos: Marcos y cristalería.	10
2.4- Productos para la eficiencia energética.	13
3- VIVENDA	17
3.1- Datos generales.	17
3.2- Descripción general de la vivienda.	18
3.3- Descripción gráfica. Planimetría.	19
3.4- Orientación.	20
3.5- Soluciones constructivas de envolvente.	21
3.6- Soluciones constructivas de ventanas y carpinterías.	28
3.7- Instalaciones existentes	31
4- ANÁLISIS ENERGÉTICO	32
5- MEJORAS ENERGÉTICAS	33
5.1- Mejora de la envolvente térmica:	33
5.2- Mejora de ventanas	36
5.3- Energía solar térmica para ACS.	38
5.4- Energía solar fotovoltaica.	43
5.5- Instalación de caldera para generación de ACS y calefacción.	52
5.6- Instalación bomba de calor MultiSplit.	54

5.7- Bomba de calor ACS	56
6- ESTUDIO ECONÓMICO	57
6.1- Costes de las medidas de mejora energética.	57
6.2- Rentabilidad de las medidas de mejora energética.	58
6.3- Amortización de las medidas de mejora energética.	60
7- CONCLUSIONES	69
7.1- La materia prima importa	69
7.2- Eficiencia y coherencia	69
7.3- Componente humano de la calificación energética	70
7.4- Eficiencia energética y cambio climático	70
8- BIBLIOGRAFÍA	72
9- ÍNDICE DE TABLAS	73
10- ÍNDICE DE FIGURAS	76
11- ANEXOS	78
Anexo I: Ficha catastral	
Anexo II: Planimetría	
Anexo III: Certificado energético	
Anexo IV: Cálculo de transmitancias	
Anexo V: Presupuestos	

1- INTRODUCCIÓN

1.1- Objetivo del Trabajo Fin de Grado.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es estudiar la viabilidad económica y el período de amortización de las diferentes actuaciones de mejora energética que pueden realizarse sobre la vivienda ubicada en la Calle de Santa Rosa 4, 13.

Tras una mirada al marco normativo que rige las Certificaciones Energéticas en España, su historia y las diferentes herramientas de certificación existentes en el mercado hoy en día, se procederá a realizar una exhaustiva descripción del edificio, sin la cual no se podría realizar, posteriormente un adecuado estudio energético.

Una vez determinada la demanda energética, las emisiones de CO₂ que el uso de esta vivienda genera se procederá a realizar un estudio por partes del impacto económico y medioambiental que cada una de estas medidas supone.

Se estudiará también el plazo de amortización de las medidas para discernir si su implementación es rentable o no.

Combinando las soluciones de cerramientos y instalaciones, optaremos, al final, por dos propuesta de reforma energética, teniendo en cuenta, no solo el aumento de la calidad energética sino también en el período de amortización de la intervención.

1.2- Marco normativo.

Como hemos visto en el apartado anterior, la normativa de la eficiencia energética ha ido evolucionando durante los últimos años.

En el marco normativo podemos distinguir varios niveles de concreción que van desde leyes supranacionales, como pueden ser las aprobadas por el Parlamento Europeo, en las que se recogen las líneas de trabajo que los diferentes países han de seguir, hasta las autonómicas, que desarrollan los contenidos de normativas nacionales y que, de una forma concreta, definen los pormenores de la actividad relacionada con la certificación energética.

La Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, que deroga la Directiva 2002/91/CE, obliga a expedir un certificado de eficiencia energética para los edificios o unidades de estos, que se construyan, vendan o alquilen. Actualmente esta Directiva está en proceso de transposición mediante un Real Decreto que regulará la certificación energética de edificios existentes.

Los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, como responsables de esta transposición, han encomendado al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), poner a disposición del público programas informáticos de calificación de eficiencia energética para edificios existentes, que sean de aplicación en todo el territorio nacional y desarrollar un plan de formación e información a los sectores afectados por la certificación de eficiencia energética de los edificios existentes.

Mediante concurso público abierto, el Consejo de Administración del IDAE aprobó la adjudicación de la contratación de servicios para la elaboración de dos procedimientos de calificación energética de edificios existentes, denominados CE3 y CE3X, uno de ellos a la UTE MIYABI-CENER y el otro a la empresa APPLUS NORCONTROL S.L.U.

2- CONSIDERACIONES ENERGÉTICAS

El estudio energético de un edificio comprende el estudio de dos fases en la vida diaria de un edificio o vivienda. Por un lado existe un consumo energético para aclimatar las estancias y hacerlas confortables. Por otro están las medidas empleadas para evitar que este confort alcanzado se pierda.

Esto nos hace centrarnos en el estudio de dos apartados muy diferenciados:

1- Uso energético para el confort.

2- Técnicas para mantener el confort.

La energía que se emplea en una casa sirve para calentar el ACS, para suministrar electricidad a la red, para poner en marcha la calefacción. Para ello se recurre a energía eléctrica, gas natural, gas butano, gasóleo o biomasa, entre otros. Estos productos tienen diferentes aportes energéticos y diferentes precios en el mercado.

Los sistemas de climatización han ido desarrollándose durante las últimas décadas y hoy en día ofrecen productos muy eficientes.

A modo de ejemplo comentaré el caso del rendimiento de la energía eléctrica. Si empleamos una resistencia sumergida en el agua de un depósito para suministro de ACS y tiene una potencia de 2,5kW, toda esta energía, menos pérdidas de carga del propio sistema, será transmitida directamente al agua. Lo que hace que tengamos un rendimiento del 100%.

¿Es esto mejorable? Podríamos hablar de calentar el agua mediante gas, pero igualmente estaríamos hablando de rendimientos cercanos al 100%, ya que un kW de gas transmitirá tanta energía como un kW eléctrico.

No obstante, otros sistemas, con otras técnicas pueden aumentar los rendimientos por encima del 100% de forma que con un kW de electricidad o de gas natural, se pueda lograr más calor que la empleada inicialmente.

Es el caso de la bomba de calor. La bomba de calor es un sistema formado por un circuito a través del cual circula un fluido impulsado por una bomba. Este fluido pasa a través de un compresor que comprime el fluido y a consecuencia de esta compresión su temperatura sube. El circuito pasa por un condensador, en el que la energía se disipa y la temperatura desciende. Al expandirse de nuevo el fluido, este se descomprime y la temperatura

desciende los mismos grados que anteriormente habían ascendido en el compresor. Esto hace que la energía disipada en el condensador sea la temperatura que se ha conseguido reducir en el circuito. Este fluido, ya refrigerado llega al evaporador, donde absorbe energía del ambiente calentándose. Tras el evaporador, el circuito vuelve a comenzar. De esta manera se está consiguiendo un intercambio de calor.

De esta manera, con un kW eléctrico para poner en marcha el sistema conseguimos más kW térmicos para calefactar nuestra vivienda.

Si a esto además le añadimos un sistema de contribución solar, como puede ser un sistema de placas solares fotovoltaicas o térmicas, la energía que necesitamos consumir de la red eléctrica se reduce considerablemente y, consecuentemente, reduciríamos los kgCO₂ emitidos al ambiente, y la energía consumida.

El otro factor fundamental a la hora de valorar energéticamente una vivienda es que pasa con este calor, o con estas frigorías, una vez ya se ha alcanzado la temperatura de confort en la vivienda.

La vivienda no es un sistema aislado en el que la energía no se pierde. La vivienda está rodeada de otras viviendas, tiene fachadas que la separan del ambiente exterior con quien, irremediablemente, intercambiará esa energía que hemos generado con los sistemas de instalaciones para calefacción.

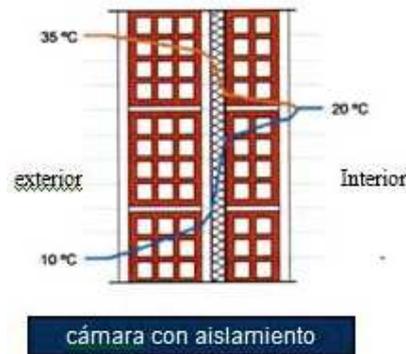


Fig 1: Aislamiento en cámara de aire

La calidad energética de un cerramiento depende principalmente de la velocidad a la que transmite la temperatura. Ningún muro es totalmente estanco en este sentido. Todos dejan pasar la energía a través de sus capas cuando se genera un gradiente térmico entre las dos estancias contiguas.

Este gradiente es más notorio cuando el muro separa una estancia con el exterior.

Además de la conductividad del cerramiento se considera también la inercia térmica que queda dentro de la vivienda que ayudaría a mantener unas condiciones más constantes en la estancia calefactada.

Las ventanas son puntos de baja resistencia térmica y, además, son los elementos encargados de la captación de energía solar en los meses fríos. De ahí que un estudio sobre la idoneidad de las ventanas en cada zona de la casa y sus obstáculos solares sea muy importante.

Para obtener una visión global de la situación de esta vivienda nos valdremos de una serie de fórmulas y expresiones. Algunas proceden directamente de sus definiciones y otros métodos vienen recomendados por la normativa actual.

2.1- Métodos de calificación energética.

MÉTODO CTE DB HE 1

El ministerio de fomento ha redactado un documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía llamado Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, con el objetivo de describir varios métodos simplificados que se pueden emplear para el cálculo de los parámetros característicos de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica del edificio.

El cálculo de la transmitancia térmica de los cerramientos en contacto con el aire exterior se realiza mediante la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

La transmitancia se mide en $W/m^2 \cdot K$

RT: Es la resistencia térmica total del componente constructivo. Se expresa en $m^2 \cdot K/W$. Esta resistencia térmica total viene definida según la siguiente expresión:

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

R_{si} y R_{se} son las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente. Este valor varía en función de la posición del cerramiento, la dirección del flujo del calor y su situación en el edificio. Su valor se obtiene de la siguiente tabla, que está expresada en $m^2 \cdot K/W$

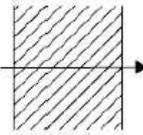
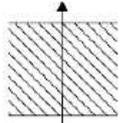
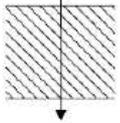
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales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

Tabla 1: Resistencia térmica en función de la dirección del flujo de calor.

R_1, R_2, R_3, \dots corresponde a las resistencias térmicas de cada capa. Esta resistencia está definida por

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

la expresión:

En el que e es el espesor de la capa expresada en metros.

λ (lambda) corresponde a la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, que se puede calcular a partir de los valores térmicos reflejados en la norma UNE-EN 10456:2012

Este documento determina, según la siguiente tabla, la resistencia térmica de las cámaras de aire sin ventilar, que son las que tenemos en nuestra vivienda objeto de este estudio.

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Tabla 3: Aislamiento de la cámara de aire en función de su espesor

MÉTODOS INFORMÁTICOS ACREDITADOS

La calificación energética de un edificio existente se debe realizar mediante la utilización de un programa informático que tenga la consideración de documento reconocido.

En la actualidad, ambos procedimientos, CE3 y CE3X, han superado los test de validación y son programas reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento para la certificación energética para edificios existentes.

Estos programas representan una opción simplificada de calificación energética de viviendas y edificios. Existen también otros programas como el CALENER, bastante más complejo y completo, o el CERMA, otra opción simplificada, a través de los cuales se puede realizar la certificación energética. Para el presente proyecto, dado que se trata de un edificio existente y que se va a realizar un posterior análisis económico, el programa que se va a emplear es el CE3X, ya que dispone de un módulo destinado al análisis de costes de implantación de medidas de mejoras energéticas.

	Gana	Coincide	Pierde 1	Pierde 2
A3	0,24%	69,13%	21,08%	9,55%
A4	0,10%	69,25%	20,94%	9,71%
B3	0,03%	68,90%	21,68%	9,38%
B4	0,05%	73,40%	20,18%	6,37%
C1	0,00%	77,67%	21,55%	0,79%
C2	0,00%	75,53%	22,79%	1,68%
C3	0,00%	73,84%	23,92%	2,24%
C4	0,00%	76,73%	22,06%	1,21%
D1	0,00%	74,54%	24,82%	0,64%
D2	0,00%	81,12%	18,52%	0,37%
D3	0,00%	78,76%	20,38%	0,86%
E1	0,00%	72,98%	25,65%	1,37%
Promedio	0,04%	74,32%	21,96%	3,68%

Tabla 4: Relación de resultados entre Calener y CE³X

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo hizo un estudio comparativo entre los resultados arrojados por sus programas y el programa de referencia CALENER para comprobar la fiabilidad del CE3 y el CE3X.

Para el caso de viviendas en bloque de edificios el resultado coincidía en un 74,32% de los casos. Para los edificios de la misma zona en la que se ubica nuestra vivienda, Valencia B3, la precisión baja

ligeramente, situándose en un 68,90% de coincidencia de estos programas de opción simplificada con la opción general, más detallada y extensa, realizada con el programa CALENER.

La necesidad de obtener un procedimiento simplificado, y adaptado para la calificación de edificios existentes ha sido cubierta de esta forma con dos herramientas con sustanciales diferencias a la hora de introducir los datos, pero con uniformidad en su salida, para ofrecer a los técnicos competentes la posibilidad de elegir la que más se adapte a su forma de trabajar.

De la necesidad de publicar dos herramientas de calidad y con un alto grado de uniformidad y coherencia, tanto entre ellas, como con el procedimiento de referencia CALENER, se han realizado una serie de pruebas que ambos programas han superado, y que han servido para mejorar la operatividad de los mismos.

2.2- Inercia térmica.

LAS TRANSFERENCIAS DE ENERGÍA EN LOS CERRAMIENTOS

El comportamiento térmico de los cerramientos que se utilizan en la construcción muestran distintos grados de eficacia. No obstante, ninguno de ellos consigue evitar en su totalidad el paso de la energía. La capacidad de los cerramientos se limita a controlar el ritmo con el que se pierde la energía. Este ritmo es como un grifo que deja salir la energía en mayor o menor grado no puede cerrarse completamente.

Esta transferencia de energía a través de los cerramientos se produce debido a la diferencia de temperatura entre ambos lados del cerramiento. Si el aporte de energía en el interior de la vivienda cesa, ésta no tardará en perderla y tenderá a igualarse con las condiciones exteriores.

La diferencia entre unos cerramientos y otros es la velocidad a la que esta energía se pierde. Los cerramientos con altas resistencias térmicas dejan escapar el calor lentamente, mientras que los pocos resistentes la dejan pasar con mayor velocidad.

Teniendo en cuenta que los sistemas de acondicionamiento interior deben proporcionar calor o frío al mismo tiempo que se pierde a través de la envolvente térmica de la vivienda, los edificios con cerramientos termoresistentes necesitarán menores aparatos de calefacción y refrigeración con unos consumos mucho menores que aquellos edificios con envolventes térmicas menos resistentes.

Como hemos visto en el apartado anterior, los dos factores clave que definen la termoresistencia de un cerramiento son la Resistencia Interior del material y su espesor.

A modo de ejemplo mencionaremos que la resistencia térmica de varios materiales, y los espesores necesarios para alcanzar una resistencia equivalente.

Poliestireno extruido	Bloque termoarcilla	Muro HA	Acero
			
E= 0,02m	E= 0,35m	E= 1,21m	E= 26,31m
<i>Cond.= 0,038W/mK</i>	<i>Cond.= 0,667W/mK</i>	<i>Cond.= 2,30W/mK</i>	<i>Cond.= 50W/mK</i>
Ri= 0,52 m²K/W	Ri= 0,52 m²K/W	Ri= 1,31 m²K/W	Ri= 1,31 m²K/W

Tabla 5: Resistencia térmica de varios materiales

Estos coeficientes son intrínsecos a cada material, aunque pueden cambiar según ciertas condiciones ambientales como pueden ser la temperatura, la humedad o la presencia de aire en su estructura interna.

La temperatura tiene poca incidencia en los niveles de variación de temperatura con los que se trabajan en edificación. No obstante si que tiene una gran repercusión la presencia de humedad, que puede influir drásticamente en la conductividad de un material. Si éste, además, es el material sobre el que recae la mayor parte de la capacidad aislante entonces la presencia de humedad puede acarrear consecuencias nefastas en cuanto a la resistencia térmica del material. Es por eso que hay que protegerlo de posibles infiltraciones de agua desde el exterior así como de posibles condensaciones intersticiales debido a la falta de barrera de vapor.

TRANSMISIÓN DE CALOR EN RÉGIMEN VARIABLE

La transmisión de calor que se produce a través de un cuerpo es función de la resistencia térmica del sistema constructivo, de la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior y de la radiación solar que recibe el paramento.

El ritmo de la transferencia de calor que se da en la fachada varía a lo largo del día y de la noche debido a los cambios de temperatura en interior y exterior y a la radiación solar.

Este fenómeno se produce de forma muy significativa en verano, cuando la radiación solar produce un importante aporte de energía sobre la fachada. Como consecuencia de estos tres factores, resistencia de fachada, temperatura variable exterior y soleamiento de fachada, se puede hablar de un desfase y una amortiguación de la onda térmica.

DEFASE Y AMORTIGUACIÓN DE LA ONDA TÉRMICA

El desfase de la onda térmica se aprecia ante los procesos de calentamiento solar de las viviendas. La temperatura del ambiente y la radiación solar aumentan la temperatura de la cara exterior del cerramiento. Al mismo tiempo comienza un lento proceso de paso de calor por conducción desde esta capa exterior hacia el interior del muro atravesando todas sus capas. El tiempo que tarda la onda de calor en atravesar el cerramiento, desde el exterior al interior, se llama desfase de la onda térmica.

No es objeto de este Trabajo Final de Grado entrar en el cálculo de desfase de onda térmica, pero sí que conviene comprender en qué consiste y de qué factores depende para poder tomar las decisiones más acertadas de cara a plantear mejoras energéticas en la vivienda objeto de estudio.

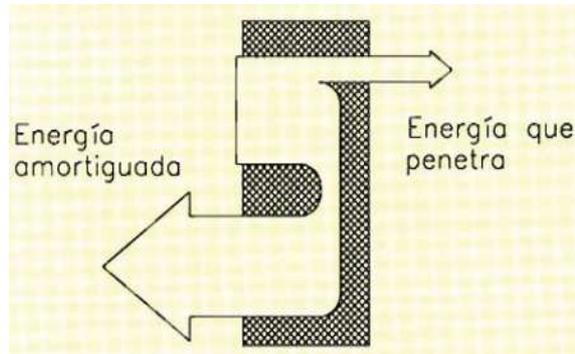


Figura 1: Amortización de la energía irradiada en fachadas

El desfase de la onda térmica depende de varios factores. Estos son la conductividad térmica del material de cada capa, su densidad, su espesor, su calor específico y del período del fenómeno noche y día que es 24 horas. Cuanto más tarda el calor en atravesar las capas, mayor será el desfase de la onda térmica. Este desfase suele ser de varias horas.

Además del desfase de onda, se produce también la amortiguación de onda, que se produce debido al cambio de condiciones externas, ya que al bajar la temperatura exterior y dejar de recibir radiación solar, el calor almacenado en el cerramiento encuentra en el exterior otra vía de escape, produciéndose así un rebote de onda que penetra dentro de la vivienda.

Esta amortiguación de onda es muy elevada, generalmente superior al 60%.

INERCIA TÉRMICA

El tercer efecto provocado por el factor tiempo y el régimen variable de temperaturas es la inercia térmica.

La inercia es la resistencia que ofrecen los cuerpos a cambiar de estado en el que se encuentran. La inercia térmica es, por tanto, la resistencia que ofrece un cuerpo a variar su temperatura, tendiendo a mantenerse constante. Está intrínsecamente relacionado con su masa térmica, a mayor masa térmica, mayor inercia térmica.

La masa térmica es el producto de la masa del elemento por su calor específico. Dado que el calor específico de los materiales constructivos varía poco, los elementos con mayor masa son los que dotarán al cerramiento de mayor inercia térmica.

La inercia térmica está directamente relacionada con la estabilidad térmica, de ahí su importancia. Generalmente los edificios se ven permanentemente afectados por las variaciones climáticas externas y por condiciones de uso interno. Esto provoca una permanente variación de la temperatura interior. Para regular esta temperatura interna se suele recurrir a sistemas de acondicionamiento hasta alcanzar el confort. Una alta inercia térmica de un cerramiento hará que las fluctuaciones se realicen de forma más pausadas y siempre dentro de unos márgenes de confort.

LA INERCIA TÉRMICA EFECTIVA

La posición del material aislante en la fachada es muy importante a la hora de determinar la inercia térmica aprovechable de una fachada.

Si el aislamiento se coloca cerca de la cara interior, la mayor parte de la masa del muro queda en el exterior y su inercia térmica no se aprovecha, ya que se disipará por el exterior. Para que un elemento aporte su inercia a la estabilidad térmica del local es necesario que el aislamiento esté en la cara exterior, así la hoja interior actuará de condensador de energía y la aportará paulatinamente a la estancia.

Un cerramiento con el aislamiento situado en la cara interior aportaría entre un 10 y un 20% de su masa térmica a la inercia del local, dependiendo de la solución constructiva empleada.

Un cerramiento con el aislamiento situado en la cara exterior aportaría entre un 80 y un 90% de su masa térmica a la inercia del local. Dependiendo de la solución constructiva empleada.

Un cerramiento sin aislamiento térmico aportaría entre un 40% y un 60% de su capacidad máxima.

Un cerramiento con gran inercia térmica nos ayuda a distribuir la energía absorbida de una forma más uniforme a lo largo del día, ya que absorbería la energía radiada por el sol a través de las zonas acristaladas en las horas centrales del día y la liberaría en las horas en las que el aporte solar es nulo. Por el contrario, un muro con baja inercia térmica efectiva, como puede ser un muro con el aislamiento en el interior, no absorbería la energía irradiada en las horas centrales del día no podría entonces liberarla en las horas frías del invierno.

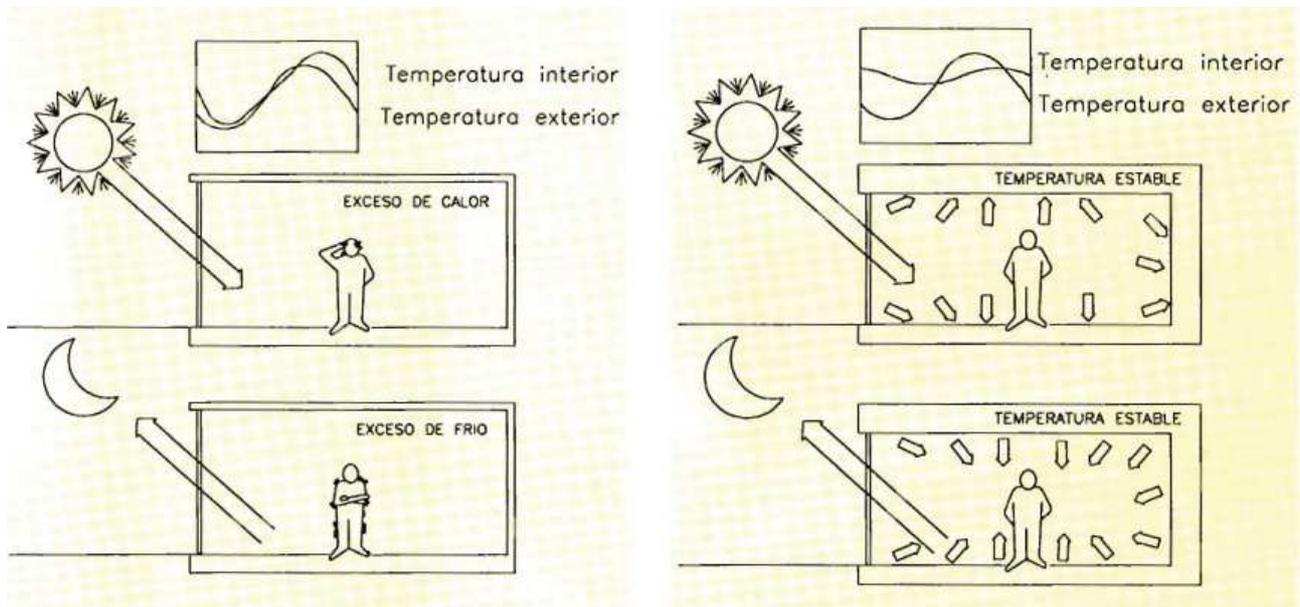


Figura 2: Inercia térmica de los cerramientos

2.3- Huecos: Marcos y cristalería

CAPTACIÓN

Como hemos visto, una de las funciones clave de las fachadas es la de impedir que el calor que se halla dentro de la vivienda en invierno, y evitar la entrada de calor en verano. Por ello la parte opaca de las fachadas se aísla.

Los huecos, no obstante, pese a ser un punto débil en este sentido, ya que deja su mayor conductividad deja disiparse más calor al exterior en invierno y permite la entrada de mayor cantidad de calor en verano, gracias a ser un elemento translúcido nos permite la captación de calor solar en invierno.

Esto hace que los huecos y su configuración, así como los materiales que constituyen el marco y la

cristalería, sean unos puntos claves a la hora de captar y retener el calor captado. Hacen una función de regulación.

Son varios los factores que influyen en la energía solar que un hueco puede captar, entre ellos está la transmitancia del vidrio y del marco, el factor g del vidrio, las sombras que proyectan las edificaciones vecinas sobre el hueco, los obstáculos que la propia fachada presente frente al sol, el espesor de fachada, etc.

PARTE TRANSLÚCIDA

La parte translúcida está compuesta de vidrios de diferentes tipos que se sitúan en diferentes capas dejando cámaras entre ellos en muchos casos.

El factor solar de un vidrio es la relación entre la energía que entra a través del vidrio y la energía total que incide sobre este. De forma que un factor solar alto, próximo a 1, deja pasar la mayor parte de la energía solar. Mientras que un vidrio con un factor solar g bajo, cercano a 0, la está reflejando al exterior, por lo que el aporte solar sería menor.

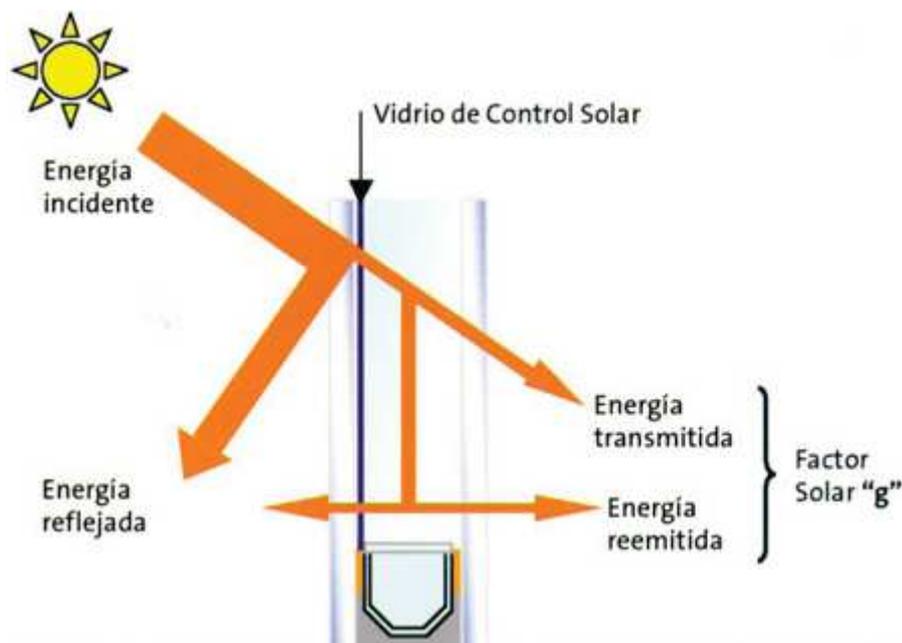


Figura 3: Factor "g" del vidrio

Esto puede resultar desconcertante ya que mientras que en verano vamos a desear que refleje el máximo de radiación posible, en invierno preferiremos lo contrario. Para escoger apropiadamente un vidrio para una casa es necesario conocer otros aspectos de los vidrios que se complementan con el factor solar.

Otro aspecto a tener en cuenta es la transmitancia de del vidrio o sistema de vidrios que componen la hoja de la ventana.

A mayor transmitancia mayor calor puede disiparse a través de la ventana. Ocurre igual que con las fachadas. Hay que tener en cuenta que la transmitancia de las ventanas suele ser más elevada que la de las fachadas, es por eso que los ventanales suponen una zona de pérdida de energía.

Además del factor solar g , hay que considerar el factor solar modificado h , que además de considerar el factor solar del vidrio, considera el de la proporción de marco y obstáculos solares de la ventana.

PARTE OPACA

Actualmente encontramos carpinterías de acero, madera, aluminio y PVC. La transmitancia de los

metales es muy alta lo que hace que los marcos sean unos puentes térmicos muy a tener en consideración.

Actualmente existen los perfiles de aluminio con rotura de puente térmico. Eso es que la parte interior del perfil no está en contacto con la cara exterior más que a través de otro material con mucha menor transmitancia

Otra solución bastante buena son los marcos de PVC, que tienen una transmitancia bastante inferior al acero o aluminio. Estos en su interior tienen un alma metálica para darles la consistencia necesaria, aún así son una solución bastante buen para evitar los puentes térmicos en marcos.

Otra solución son los marcos de madera, que tienen un comportamiento térmico muy bueno. La desventaja de los marcos de madera es el mantenimiento que requieren o la deformabilidad que tienen debido a su higroscopía, lo que hacer que con la variación de humedad y temperatura relativa presente pequeñas alteraciones morfológicas.

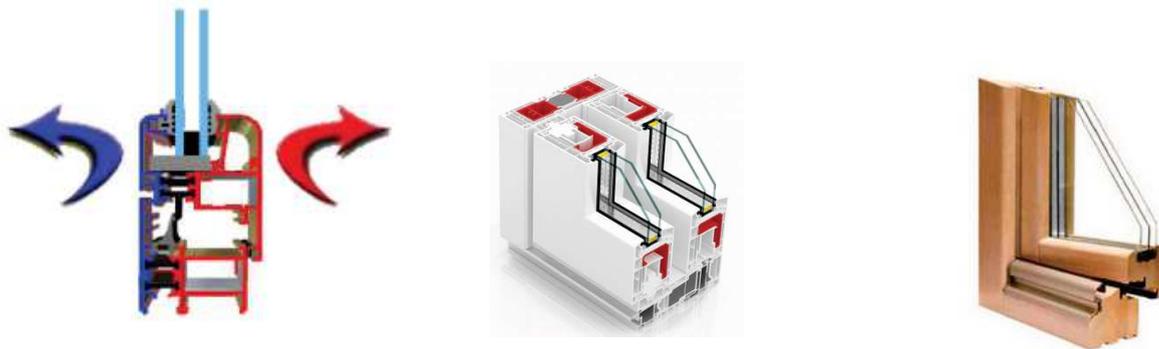


Figura 4: Tipologías de marco

OBSTÁCULOS

La morfología de los edificios colindantes suponen un obstáculo a la entrada de sol en la vivienda. Esto en ciertos casos nos puede beneficiar, en otros, perjudicar.

LA forma de aprovechar los obstáculos externos es haciendo un estudio de la radiación solar sobre las ventanas, que son los captadores de energía solar, para evitar su entrada en verano y permitirla en invierno.

Para esto se tiene en cuenta la trayectoria del sol durante el año con la siguiente gráfica:

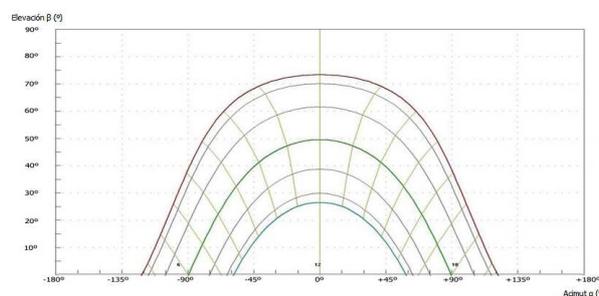


Figura 5: Trayectoria solar

Esta gráfica representa la trayectoria del sol en los diferentes meses y horas del día. La línea superior representa la trayectoria del sol el 21 de junio (solsticio de verano) y la línea inferior la trayectoria del sol el 22 de diciembre (Solsticio de invierno).

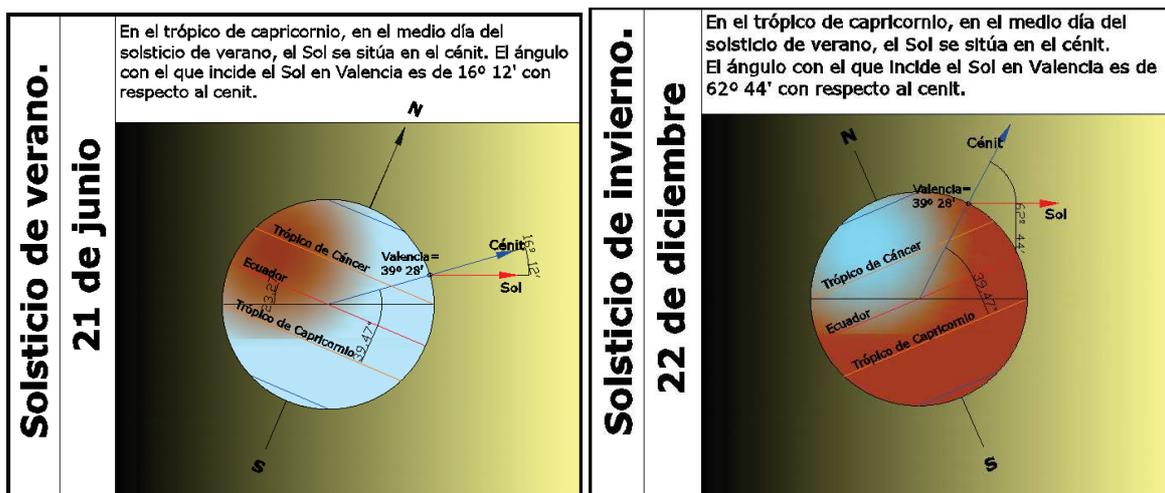


Figura 6: Ángulo solar en solsticios

Esto nos da la información de la inclinación de la luz solar en cada momento del año, por lo que si queremos diseñar un voladizo sobre la ventana que nos obstaculice la luz solar en los meses de mayo a julio pero no en el resto.

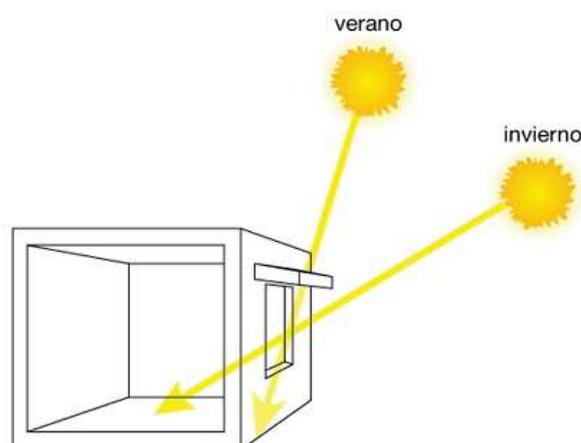


Figura 7: Barrera solar en verano

2.4- Productos para la eficiencia energética.

SISTEMAS DE ACS Y CALEFACCIÓN

En función de la intención de cada estación, refrigerar o calefactar, la bomba de calor mueve el fluido en un sentido o en otro de la instalación, de esta forma se puede meter calor en la vivienda o sacarlo de ella.

Este intercambio tiene un aporte energético mayor que la potencia que se emplea en poner en marcha la bomba, el compresor y el o los ventiladores. Esto quiere decir que por cada kW eléctrico empleado en poner en funcionamiento la instalación, se están consiguiendo más de un kW térmico para la vivienda.

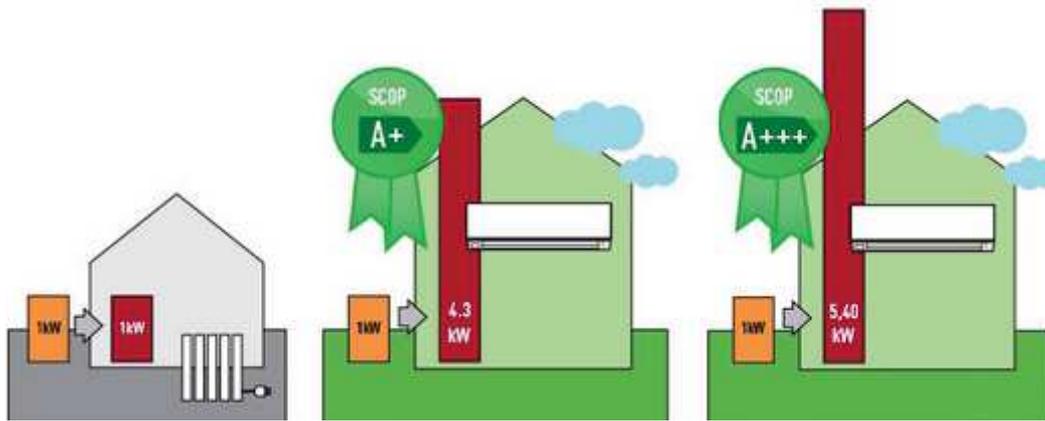


Figura 8: Eficiencia energética de bomba de calor

Existen varios tipos sistemas equipados con bomba de calor en función de dónde intercambian la energía fuera de la vivienda. Los más comunes son los sistemas AEROTÉRMICOS. Los sistemas Aerotérmicos intercambian la energía con el aire exterior, van equipados con ventiladores que favorecen el intercambio que impulsan el aire contra los intercambiadores.

Existen otros que son hidrotérmicos, que intercambian la energía con agua. Esto puede realizarse a través de depósitos pensados para este propósito, pozos cercanos, etc...

Existen también los sistemas GEOTÉRMICOS, que intercambian el calor con la tierra. Los conductos que realizarán el intercambio de energía se entierran y se asegura un buen contacto entre tierra e intercambiadores para que al final del circuito el agua vuelva con calor captado del terreno o disipado al terreno. Estos sistemas son bastante más caros que los de Aerotermia, por lo que su rentabilidad es inferior. Es un sistema muy adecuado para zonas de temperaturas extremas. Países nórdicos como Suecia, Finlandia, utilizan esta técnica con muy buenos rendimientos y ahorros.

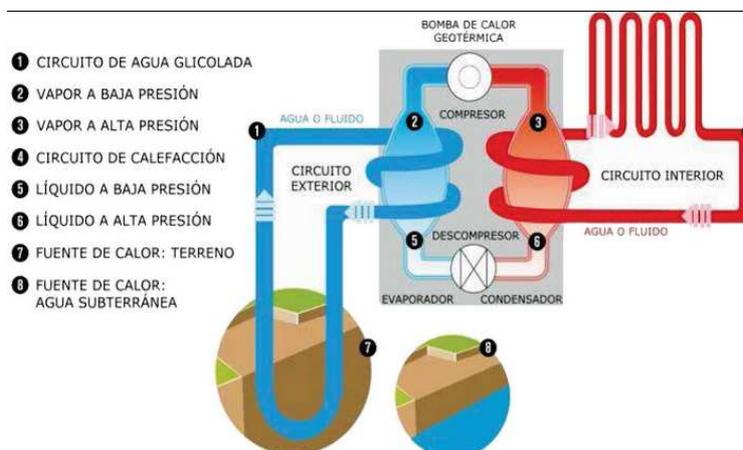


Figura 9: Funcionamiento de un sistema geotérmico

Otros aparatos que obtienen un rendimiento mayor que el empleado por el combustible primario son las llamadas CALDERAS DE CONDENSACIÓN.

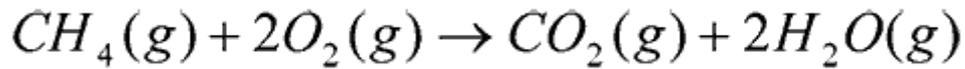
Su comportamiento es muy parecido al de una caldera normal, en el que el agua se calienta cuando pasa a través de un intercambiador calentado por el fuego producido por la combustión de gas.

La diferencia entre una caldera de condensación y una tradicional es la siguiente:

En las calderas tradicionales la salida de humos se sitúa sobre el intercambiador, por lo que una vez la

combustión se ha producido y el calor ha sido transmitido al agua, el humo resultante de la reacción química, formado por CO₂ y vapor de agua, sale al exterior.

El 90% del gas natural es Metano (CH₄), y se aprecia presencia de otros gases como Etano (C₂H₆) o Butano (C₄H₁₀). En el proceso de combustión de estos gases se desprende CO₂ y vapor de agua en diferentes proporciones:



Este vapor de agua es la clave para el funcionamiento de esta caldera de condensación.

En la caldera de condensación se fuerza la salida de los humos por un punto más bajo, haciéndola pasar por otro intercambiador por el que circula el agua, de esta forma se producen dos fenómenos. El primero es que el agua absorbe parte del calor que todavía está en el humo de la combustión. El segundo es que al bajar la temperatura de estos humos, el vapor de agua existente alcanza la temperatura de rocío y se condensa. Esta condensación produce calor, que también es absorbido en el intercambiador.

De esta forma, además de los kw que la combustión proporciona, se obtiene un aporte energético adicional gracias a la condensación del vapor de agua existente en el producto de la combustión.

PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

La industria de los paneles solares fotovoltaicos lleva ya unas décadas de trayectoria. El principio por el que funcionan se lo debemos Alexandre Edmond Bequerel, descubridor del efecto fotovoltaico, y a otros científicos que fueron desarrollando la teoría con nuevos descubrimientos, entre ellos Albert Einstein, quien en 1921 gana el Premio Nobel por sus teorías explicando el efecto fotovoltaico.

La producción de paneles fotovoltaicos comenzó para la industria espacial y posteriormente entró en el sector industrial.

Actualmente existen diferentes tipos de paneles fotovoltaicos con diferentes calidades y rendimientos. En este punto se pretende dar una pequeña visión de los productos que ofrece el mercado y su idoneidad.

Según la demanda energética, los paneles solares ofrecen potencias máximas 5w, 30w 50w, 75w, 100w, 150w... Esta es la potencia máxima que el panel puede suministrar, pudiendo aportar menos cuando las condiciones de irradiación no sean las adecuadas debido a nubosidad, ángulo de incidencia o limpieza del panel.

Según su composición de cristales existen paneles de células monocristalinas, policristalinas o amorfas.

Las placas de células monocristalinas constan de una única pieza de cristal de silicio cortado. Este tipo de placa solar son las más eficientes. Han de ser montados sobre un marco rígido para su protección.

Paneles solares de células policristalinas. Consta de varios cristales de silicio, es menos eficiente que los monocristalinos y han de ser montados sobre marcos rígidos para su protección.

Paneles solares de células amorfas están fabricados sobre un soporte no rígido de silicio, lo que permite que estas placas sean flexibles. Son los menos eficientes de todos los paneles y con el tiempo la potencia máxima de suministro disminuye.

		
Célula monocristalino	Célula policristalino	Célula amorfa

Tabla 6: Tipología de paneles solares

Económicamente, los más eficientes, de célula monocristalina, son, a su vez, los más caros, mientras que los de célula amorfa, y menos eficientes, son los más baratos de producir.

3- VIVENDA

3.1- Datos generales.

La vivienda objeto de este Trabajo Final de Grado está situada en la Calle Santa Rosa 4, 13. Código Postal 46021. Valencia.

Referencia Catastral: 7322402YJ2772C0209SU

Localización: CL Santa Rosa 4. Planta 5ª. Puerta 13

Código Postal: 46021 Localidad: Valenciana

Uso: Residencial

Año de construcción: 1977

Superficie Construida: 105m²

Plano de Ubicación:

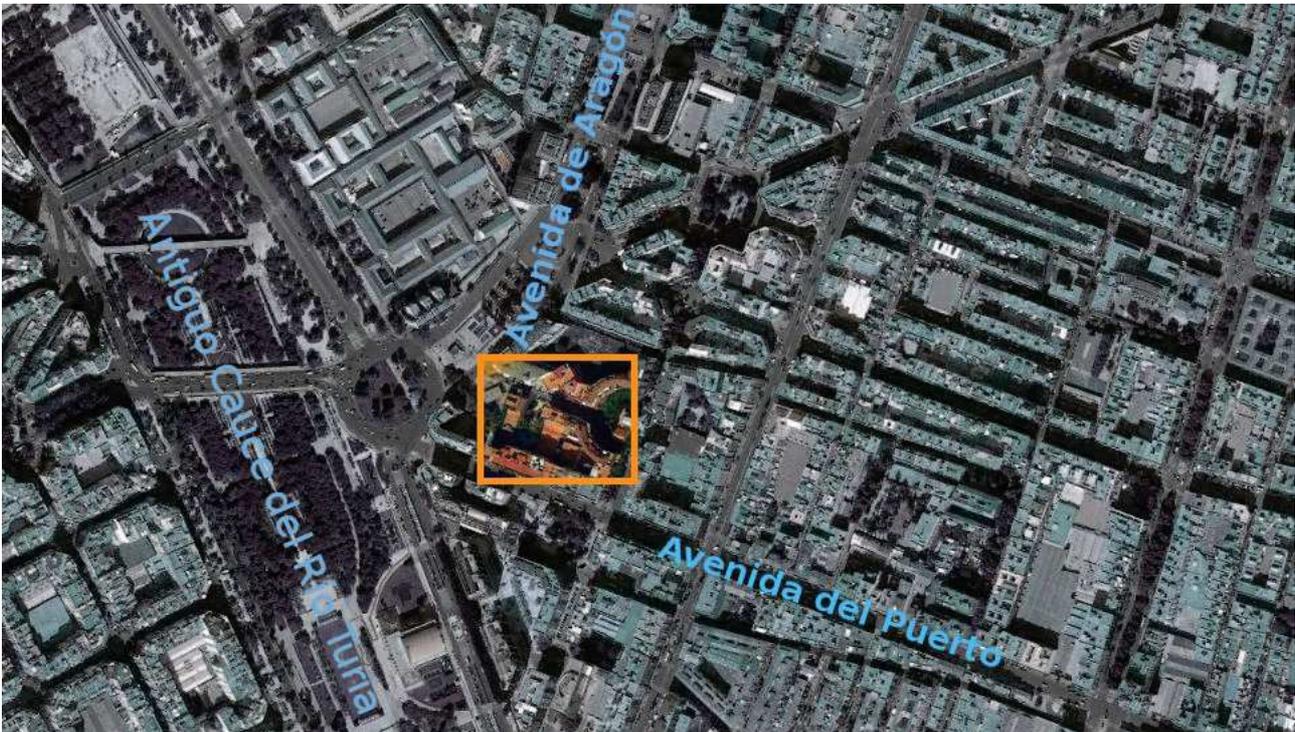


Figura 10: Ubicación de la vivienda objeto de estudio.

En el Anexo 1 se adjunta la ficha Catastral.

3.2- Descripción de la vivienda.

El edificio en el que se encuentra la vivienda objeto de estudio es un edificio entre medianeras. El edificio tiene garaje en el sótano, planta baja y seis alturas. La vivienda se encuentra en la 5ª altura. Tiene una altura libre de 2,50m y tiene falsos techos en aseo y cuarto de baño.

La vivienda tiene una superficie construida de 99m² y una superficie útil de 86m².

N	Concepto	Superficie	Cómputo	Total
1	Delimitación contorno exterior vivienda	101m ²	100,00%	100,05m ²
2	Galería (Abierta)	2,1m ²	-50,00%	-1,05m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA VIVIENDA				99m²
3	Elementos comunes	6m ²	100	6m ²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA				105m²

Tabla 7: Superficie construida de la vivienda.

La vivienda tiene un recibidor, una cocina, una galería, un balcón, un comedor, un aseo, un cuarto de baño, pasillo y cuatro habitaciones.

N	Espacio	Superficie	Cómputo	Total
1	Recibidor	4,4m ²	100,00%	4,4m ²
2	Pasillos	7,7m ²	100,00%	7,7m ²
3	Cocina	7m ²	100,00%	7m ²
4	Galería	2,1m ²	50,00%	1,05m ²
5	Dormitorio Principal	13m ²	100,00%	13m ²
6	Comedor	16,3m ²	100,00%	16,3m ²
7	Aseo	2,7m ²	100,00%	2,7m ²
8	Armario empotrado en pasillo	1,8m ²	50,00%	0,9m ²
9	Cuarto de baño	4,1m ²	100,00%	4,1m ²
10	Habitación 2	9,6m ²	100,00%	9,6m ²
11	Habitación 3	6,5m ²	100,00%	6,5m ²
12	Habitación 4	9,4m ²	100,00%	9,4m ²
13	Armario empotrado habitación 4	1,3m ²	50,00%	0,65m ²
14	Balcón	5,4m ²	50,00%	2,7m ²
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL				86m²

Tabla 8: Superficie útil de la vivienda.

3.3- Descripción gráfica. Planimetría.

En el Anexo II se encuentra la planimetría del trabajo.



Figura 11: Plano de la vivienda

3.4- Orientación.

El apartado 3.1 del DB HE1 del Código Técnico de la Edificación establece un criterio para la determinación de las orientaciones de las fachadas de los edificios:

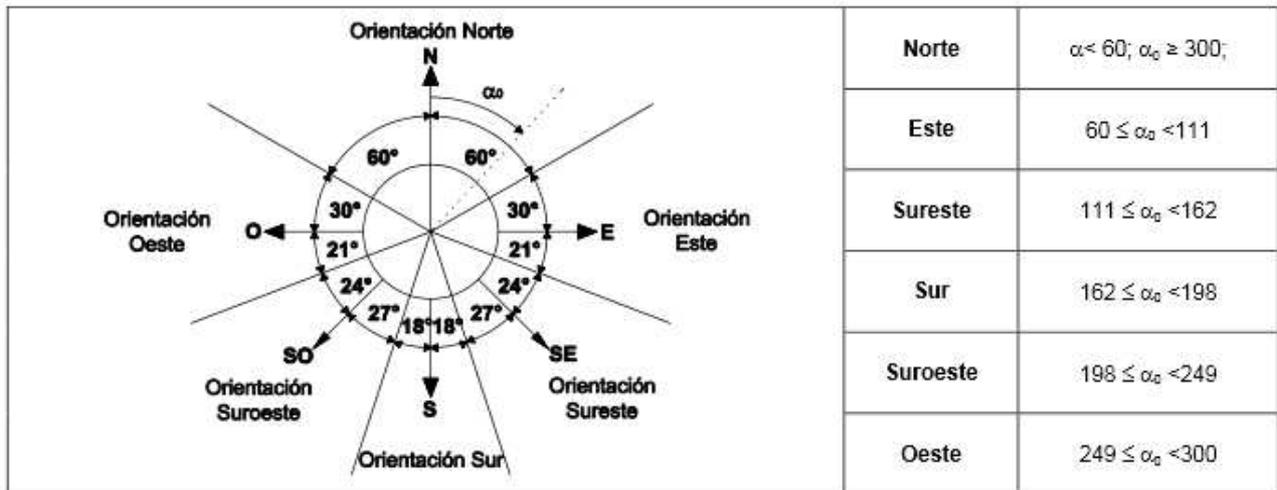


Tabla 9: Orientaciones de fachada según CTE

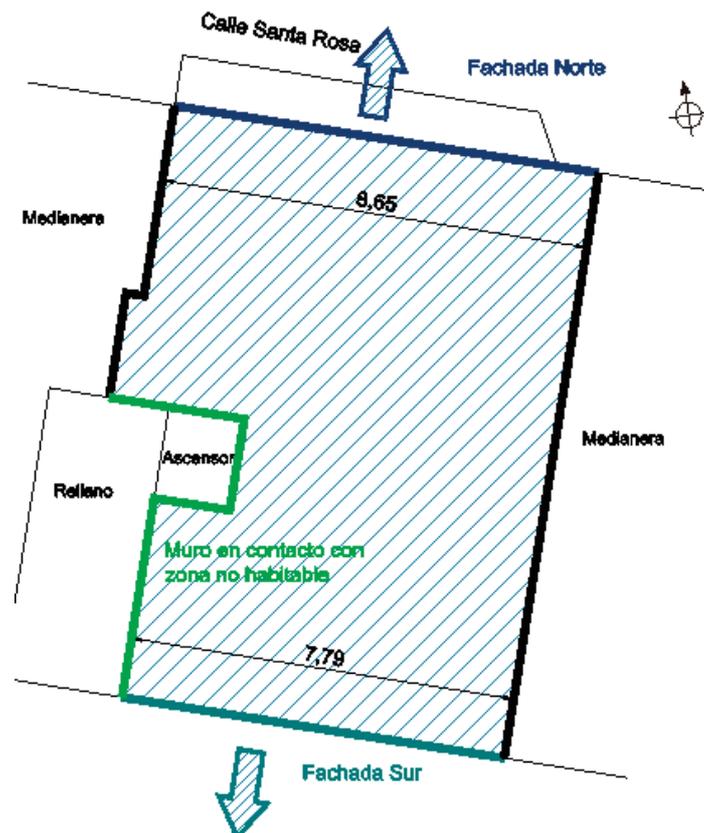


Figura 12: Orientación de las fachadas de la vivienda

La vivienda objeto de este estudio tiene dos fachadas enfrentadas, una orientada al norte y la otra al sur. La que está orientada al norte tiene algunas protecciones solares, como el voladizo del balcón, no obstante la que está orientada al sur no tiene ninguna protección solar más allá del propio retranqueo del a ventana.

3.5- Soluciones constructivas de envolvente.

Según el CTE DB HE1, la envolvente térmica de un edificio está compuesta por los cerramientos que limitan los espacios habitables con el ambiente exterior, ya sea aire, terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que limitan los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Nuestra vivienda, al estar ubicada en la quinta planta de un bloque de viviendas de más de cinco alturas no limita ni con el ambiente exterior ni con espacios no habitables en sentido vertical. Sí lo hace en sentido horizontal. Dispone de dos fachadas, orientadas al Norte y al Sur y tiene un cerramiento interior vertical que limita con un espacio no habitable, que es la caja de escaleras, que a su vez está en contacto a través de su fachada con el exterior.

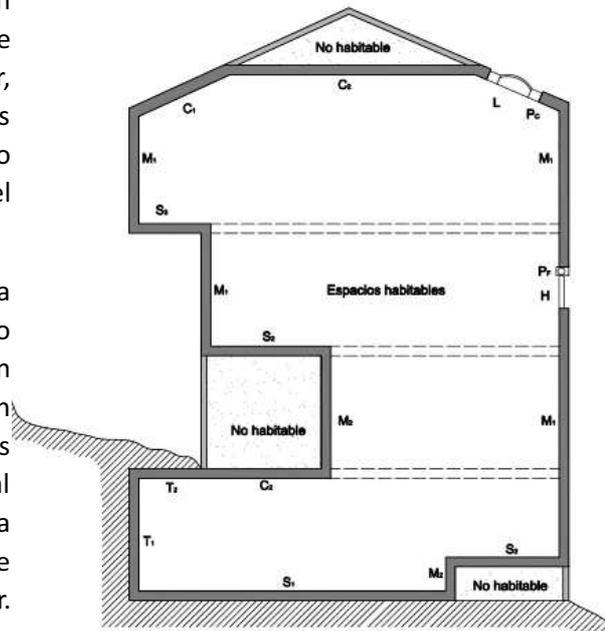


Figura 13: Tipologías envolvente térmica

Los forjados horizontales así como las medianeras que limitan con viviendas se consideran adiabáticos, es decir que no existe una transmisión de calor en ninguno de los sentidos a través del muro. Esto se debe a que las estancias en ambos lados el muro son espacios habitables calefactorios, por lo que se les presupone una misma temperatura.

Esto es una aproximación ya que en ocasiones nuestra vivienda ganará calor, cuando la vivienda colindante esté más calefactada, otras lo cederá, cuando nuestra vivienda esté más calefactada que la nuestra, y otras veces, efectivamente, el muro tendrá un comportamiento adiabático, cuando ambas viviendas estén a la misma temperatura.

En este punto vamos a analizar las soluciones constructivas de fachada y partición interior en contacto con la caja de escalera.

FACHADA NORTE

La fachada principal, que da a la calle Santa Rosa, está compuesta por dos capas hojas de ladrillo; la exterior realizada con ladrillo perforado y acabada con un maestreado de mortero y pintura, y la hoja interior realizada con ladrillo de doble hueco con un acabado de enlucido de yeso y pintura.

El acabado interior de la cocina es de baldosa cerámica. Y en alguna zona hay una balconada cerrada. Por lo que podemos distinguir tres tipos de cerramientos: el A, el B y el C según la siguiente imagen.

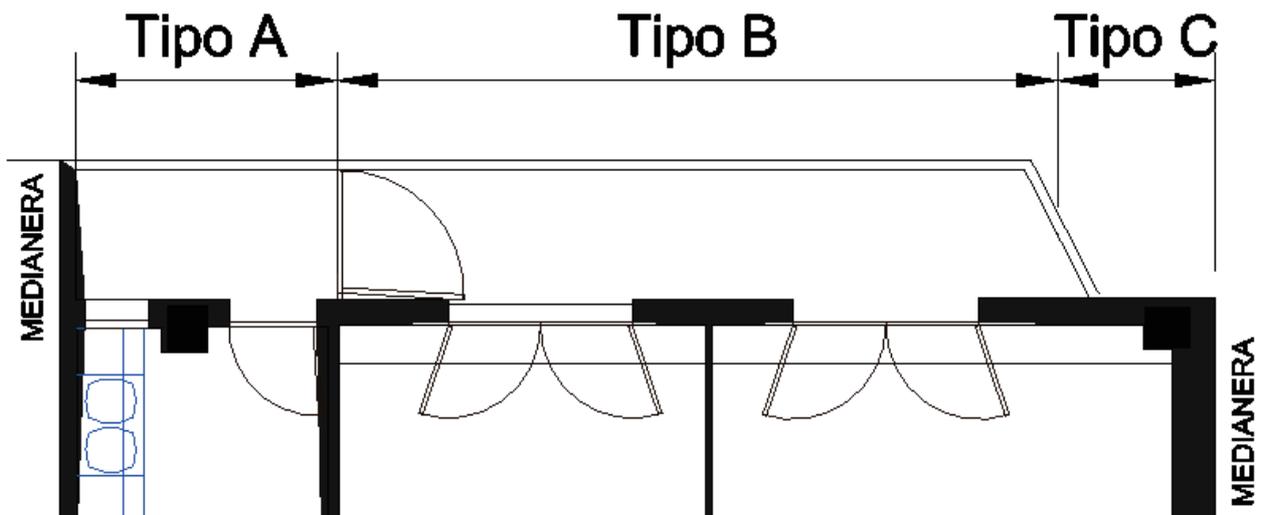


Figura 14: Tipologías fachada norte

CERRAMIENTO TIPO A

El cerramiento A es el que separa la cocina del exterior. En medio hay una galería abierta al exterior, por lo que se considerará un espacio exterior, como se puede ver en la fotografía.

Se aprecia también la existencia de un pilar integrado en el cerramiento. Esto puede suponer un puente térmico y en este apartado se analizará en que medida esto sucede.

En nuestro proyecto la fachada pasa ligeramente por delante del pilar. La cámara de aire no ventilada se interrumpe y la segunda hoja de ladrillo también, de esta forma el aislamiento de la fachada disminuye en esta zona.

A continuación analizaremos la magnitud del puente térmico del pilar integrado en fachada a la altura de la cocina.



Figura 15: Puerta cocina-galería

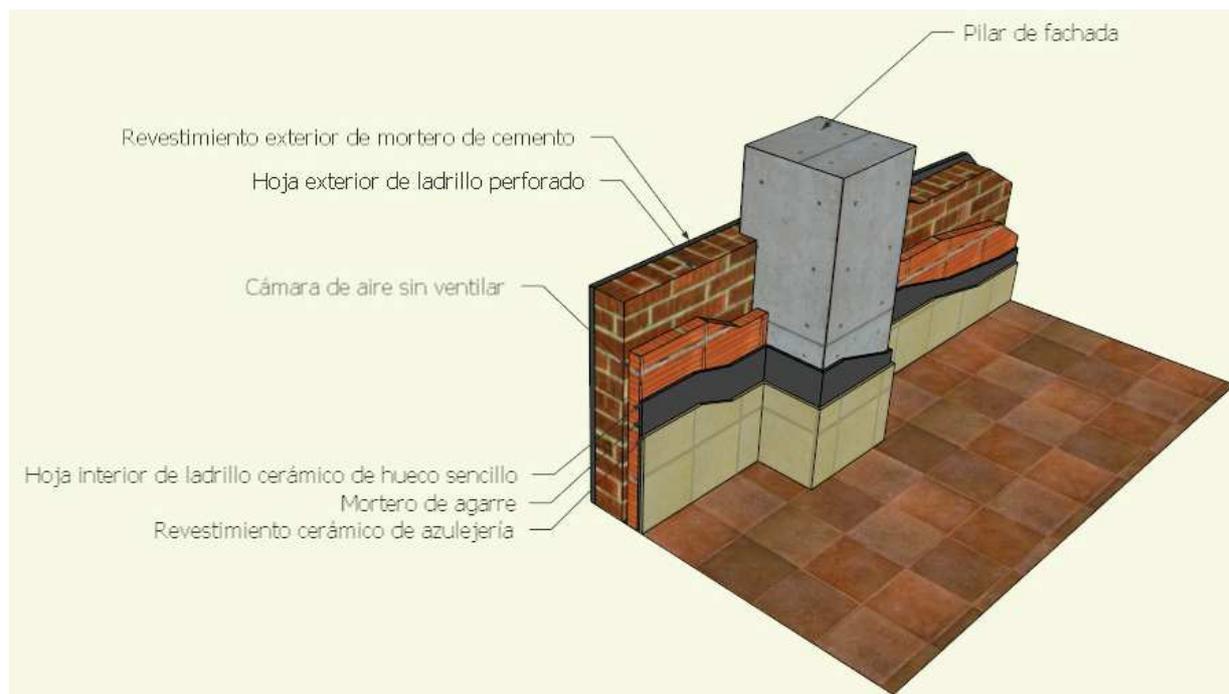


Figura 16: Puente térmico en pilar integrado en fachada.

En este detalle vemos como el pilar interrumpe la cámara de aire y queda ligeramente revestido por el exterior. La hoja exterior de la fachada pasa por delante de él, pero la hoja interior no lo bordea. Además la resistencia térmica del hormigón es inferior a la del ladrillo hueco y la cámara y, aunque el espesor del pilar sea mayor la diferencia de resistencias térmicas no es compensada por la sección de hormigón, por lo que se genera un puente térmico.

A continuación se cuantifica este puente térmico.

FACHADA NORTE COCINA				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
TOTAL			0,492 m²K/W	

FACHADA NORTE COCINA: PUENTE TÉRMICO PILAR				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	Ladrillo perforado	0,03	0,053	0,567
3	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
4	Hormigón armado	0,33	0,143	2,3
5	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
TOTAL			0,226 m²K/W	

Tabla 10. Resistencia térmica de fachada norte en cocina y puente térmico.

En la tabla superior se observa como el pilar integrado en la fachada tiene una sección con una resistencia térmica inferior a la del resto de la fachada. Es, por tanto, una zona por la que el calor se pierde en invierno y se gana en verano.

FACHADA TIPO B

La fachada tiene un acabado interior de enlucido de yeso. A continuación se muestra la composición de este tabique. Además el balcón es una zona cerrada que genera una pequeña estancia intermedia entre el interior de la vivienda y el exterior, a modo de de una cámara de aire.

En la siguiente tabla se calcula la resistencia térmica del conjunto de fachada con balcón cerrado.

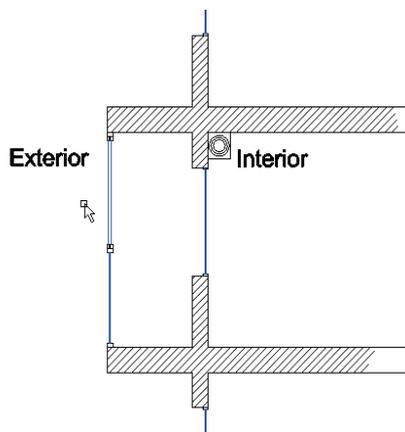


Figura 17: Esquema balconera cerrada

FACHADA NORTE CON BALCONADA CERRADA				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,9	1,710	0,5263
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			2,392 m²K/W	

Tabla 11: Resistencia térmica de la fachada norte con balconera cerrada

El encuentro de la fachada con el forjado que se prolonga en voladizo nos produce un puente térmico longitudinal horizontal en la fachada. Las dos hojas de ladrillo y la cámara de aire se ven interrumpidas en el paso de la estructura. La estructura tiene una mayor transmitancia y esto genera un puente térmico.

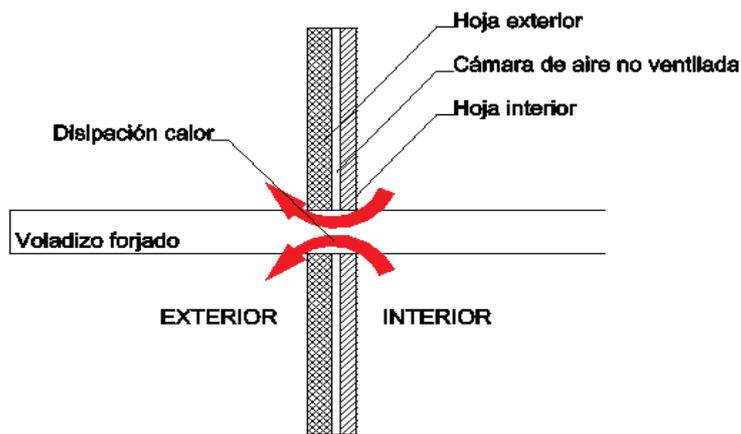


Figura 18: Puente térmico en forjado pasante

FACHADA TIPO C

La fachada tiene un acabado interior de enlucido de yeso. A continuación se muestra la composición de este tabique:

FACHADA NORTE				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			0,678 m²K/W	

Tabla 12: Resistencia térmica en fachada norte

El encuentro del tabique con el forjado un puente térmico longitudinal horizontal en la fachada. Las dos hojas de ladrillo y la cámara de aire se ven interrumpidas en el paso de la estructura. La estructura tiene una mayor transmitancia y esto genera un puente térmico.

La fachada pasa por delante del frente de forjado, pero únicamente en un porcentaje de su sección. Esto supone la interrupción de la hoja interior y la cámara de aire. Debido a la mayor conductividad del hormigón, esto se convierte en un puente térmico.

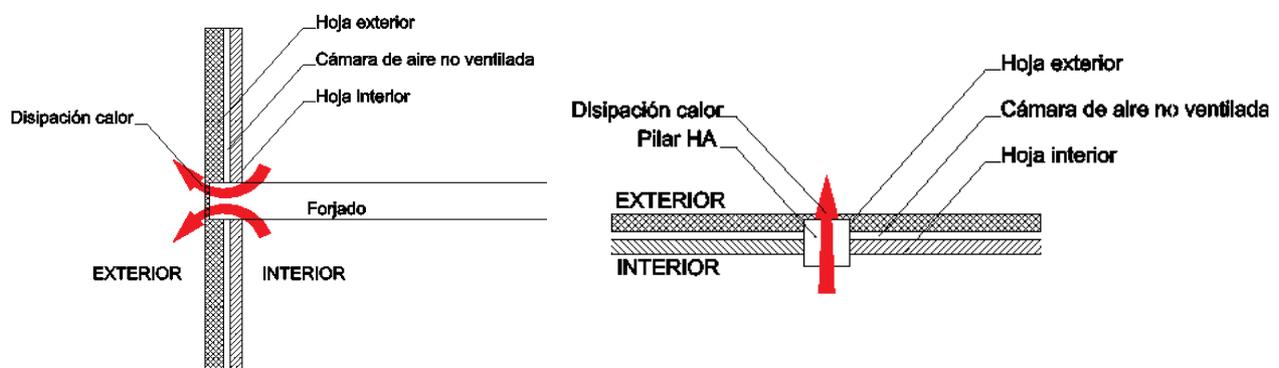


Figura 19: Puentes térmicos en el encuentro de fachada y estructura

FACHADA SUR

La fachada sur está compuesta por dos capas hojas de ladrillo; la exterior realizada con ladrillo de doble hueco y acabada con un maestreado de mortero y pintura, y la hoja interior realizada con ladrillo de doble hueco con un acabado de enlucido de yeso y pintura.

En esta fachada se producen varios puentes térmicos en su encuentro con estructura y huecos. Esto influye negativamente en el aislamiento de la vivienda por lo lo vamos estudiar detenidamente.

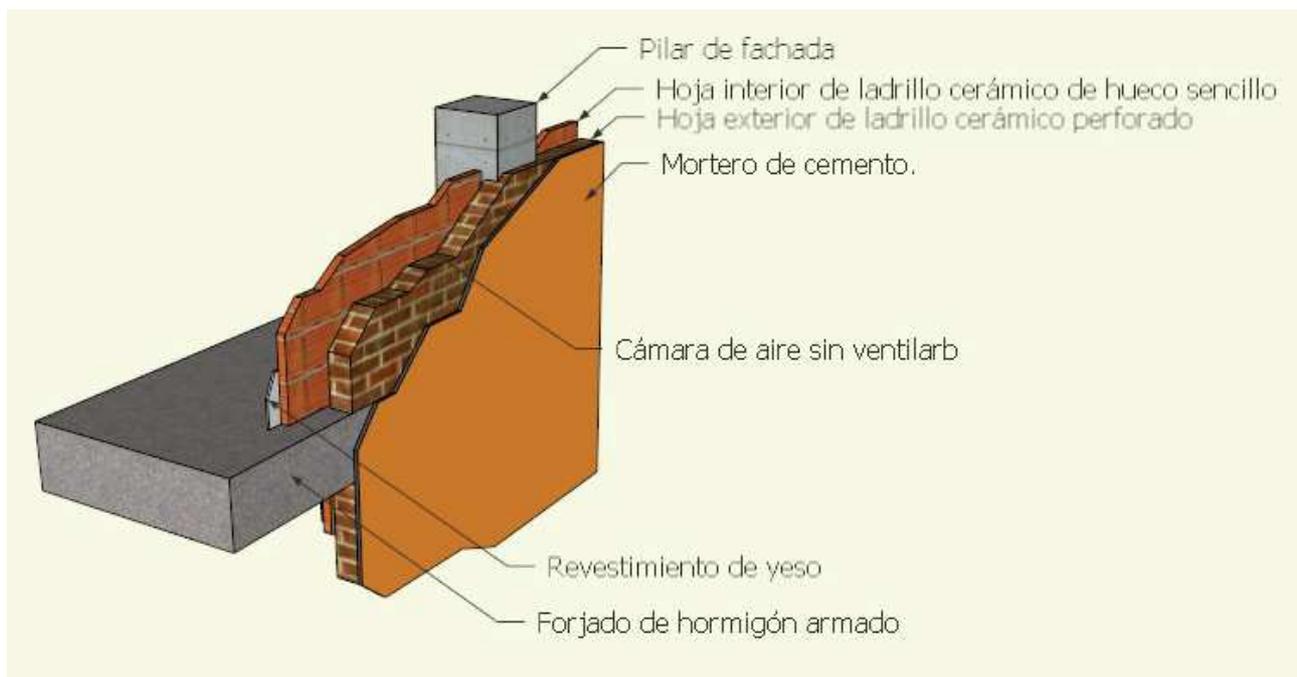


Figura 20: Composición fachada sur

El encuentro de la fachada con el pilar nos produce un puente térmico longitudinal vertical en la fachada. En nuestro proyecto la fachada pasa ligeramente por delante del pilar. La cámara de aire no ventilada se interrumpe y la segunda hoja de ladrillo también, de esta forma el aislamiento de la fachada disminuye en esta zona.

FACHADA SUR				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			0,678 m²K/W	

Tabla 13: Resistencia térmica de la fachada sur

FACHADA SUR: PUENTE TÉRMICO PILAR				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m²K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	Ladrillo perforado	0,03	0,053	0,567
3	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
4	Hormigón armado	0,33	0,143	2,3
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
7	Rsi		0,040	
8	Rse		0,130	
TOTAL			0,418 m²K/W	

Tabla 14: Resistencia térmica del puente térmico del pilar integrado en fachada sur

El encuentro con el forjado también es un puente térmico. En el caso de esta vivienda la fachada pasa por delante del frente de forjado quedando interrumpida la cámara no ventilada y la hoja interior. Esta solución permite la disipación del calor a través del frente de forjado en invierno:

PARTICIÓN INTERIOR COLINDANTE CON ESPACIO NO HABITABLE.

La vivienda es colindante a la caja de escalera y a la caja del ascensor. El muro que separa la vivienda y el rellano se considera una partición en contacto con un espacio no habitable porque la caja de escalera colinda con un espacio exterior.

El hueco del ascensor también lo consideraremos como un espacio no habitable, ya que, pese a no colindar con un espacio exterior en horizontal, sí que lo hace en vertical con el terreno por abajo y con la cubierta del casetón por arriba.

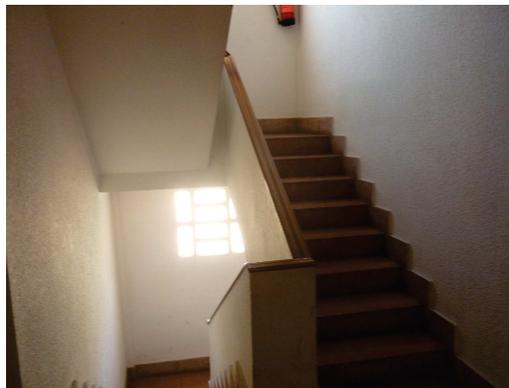


Figura 21.: Zona que está en contacto con el exterior a través de una fachada vertical.

TABIQUE SEPARACIÓN ZONA NO HABITADA				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m²K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			0,419 m²K/W	

Tabla 15: Resistencia térmica del tabique que linda con caja de escalera

3.6- Soluciones constructivas de ventanas y carpinterías.

Las ventanas están compuestas de carpinterías metálicas sin rotura de puente térmico con vidrio simple de 4mm. El CE³X dispone de un catálogo de elementos de vidrio y carpinterías de donde tomaremos los valores que asignaremos a estos elementos.

U del vidrio	5,7 W/m ² K
g del vidrio	0,82
U del marco	5,7 W/m ² K

Tabla 16: Características de la ventana.

Cabe destacar la poca permeabilidad de esta tipología de marcos. No obstante la ventana 1, al ser un fijo que no se abre tiene una permeabilidad nula al paso del aire.

La absorptividad de la radiación solar del marco se determina en función del color del marco y de su claridad. En nuestro caso, para un color verde oscuro la absorptividad se determina en 0,88.

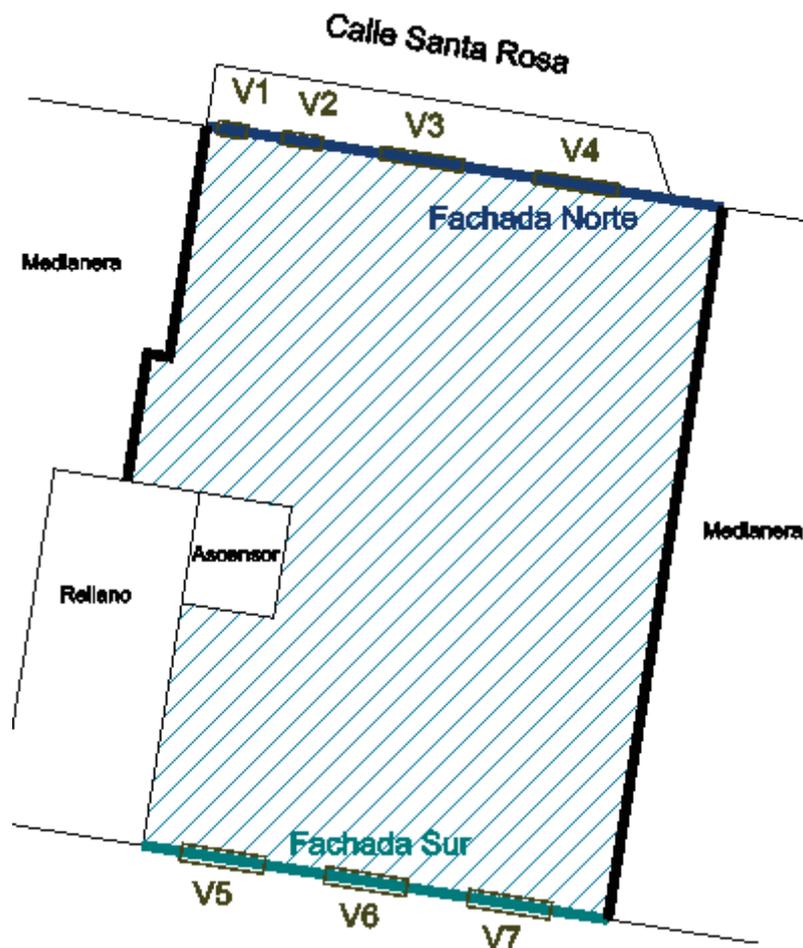


Figura 22. Orientación de las ventanas

Nombre	Fachada	Ancho	Alto	Superficie	Vidrio	Marco	%Marco	Perm.	Sombras
V1	Norte	0,50m	0,80m	0,40m ²	Simple	Metálico	12,50%	Estanco	El propio edificio
V2	Norte	0,66m	2,09m	1,38m ²	Simple	Metálico	22,51%	Poco estanco	El propio edificio
V3	Norte	1,40m	1,26m	1,76m ²	Simple	Metálico	7,36%	Poco estanco	El propio edificio
V4	Norte	1,40m	2,09m	2,93m ²	Simple	Metálico	18,36%	Poco estanco	El propio edificio
V5	Sur	1,40m	1,26m	1,76m ²	Simple	Metálico	7,36%	Poco estanco	Retrnq. 15cm
V6	Sur	1,40m	1,26m	1,76m ²	Simple	Metálico	7,36%	Poco estanco	Retrnq. 15cm
V7	Sur	1,40m	1,26m	1,76m ²	Simple	Metálico	7,36%	Poco estanco	Retrnq. 15Cm

Tabla 17: Características de las ventanas

A continuación no calcularemos la resistencia térmica de las ventanas teniendo en cuenta otros elementos constructivos que afectan a estas soluciones.

En la fachada sur, en la que tenemos las ventanas V5, V6 y V7 la resistencia térmica del vidrio es la siguiente:

VENTANA SUR				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Rsi		0,040	
3	Rse		0,130	
TOTAL			0,174 m²K/W	

Tabla 18: Resistencia térmica de la ventana sur.

La transmitancia es la inversa de la resistencia térmica:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,174} = 5,7$$

En la fachada norte, contaremos con la existencia de un balcón cerrado. Esto produce una cámara de aire muy aislante:

VENTANA NORTE CON BALCONERA CERRADA				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,9	1,710	0,5263
3	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
4	Rsi		0,040	
5	Rse		0,130	
TOTAL			1,888 m²K/W	

Tabla 19: Resistencia térmica ventana norte con balconera.

$$U = 0,529$$

Las ventanas de la fachada sur son captadores de la energía solar, lo que es una ventaja en invierno y un inconveniente en verano.

La siguiente imagen muestra el patrón de sombras de las ventanas de la fachada sur.

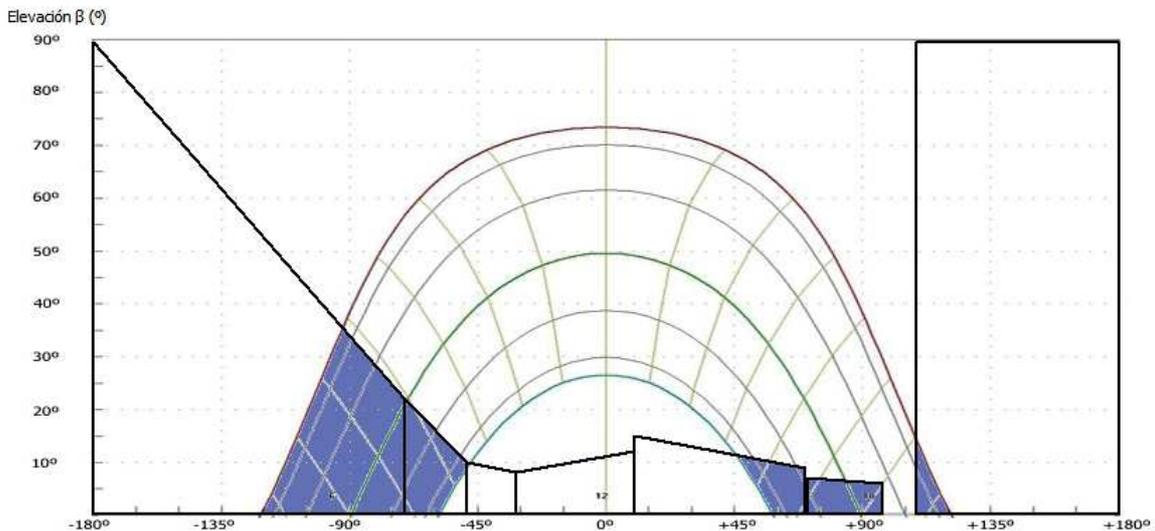


Figura 23. Patrón de sombras desde las ventanas de la vivienda.

En azul se ha marcado los momentos en los que el sol no incide sobre nuestra fachada porque algún edificio lo obstaculiza.

PUNTES TÉRMICOS

Las huecos en sí mismos constituyen un puente térmico en la fachada, ya que las zonas acristaladas tienen una conductividad mayor que las partes ciegas del muro. Esto es algo inevitable, ya que las ventanas son necesarias a la hora de proyectar una vivienda.

No obstante, existe una serie de puentes térmicos en el encuentro del hueco con la fachada que, según unas prácticas constructivas u otras, ofrecen mejores resultados.

Estas zonas son el alféizar, las jambas y el dintel. En muchos casos, el dintel está acompañado de una caja de persiana. La caja de persiana suele ser un puente térmico que, además, permite la entrada de aire del exterior hacia el interior y viceversa.



Figura 24: Imágenes de los marcos, ventanas y contornos de huecos

3.7 INSTALACIONES EXISTENTES

Para el calentamiento de ACS la vivienda dispone de un calentador acumulador eléctrico de 30l y una potencia nominal de 1200W.

El calentador es de la casa COINTRA modelo TE 30.



Figura 25: Acumulador de ACS existente.

Para la calefacción, la casa dispone de un calefactor eléctrico en el salón comedor de la casa Orbeago de 1500W de potencia regulable.

Es un aparato que no impulsa aire frío, está compuesto únicamente por un calefactor eléctrico.

No obstante, voy a considerar que para la calefacción hasta la temperatura de confort del resto de las estancias se realizará con radiadores eléctricos. Por lo que consideraremos unas instalaciones no fijas que con el efecto Joule calefactan las siguientes estancias: Dormitorio principal, habitación 2, habitación 3 y habitación 4.

4- ANÁLISIS ENERGÉTICO

La calificación de la vivienda se ha realizado con el programa CE3X. Los datos introducidos son los expuestos en el apartado de anterior del edificio.

Los resultados devueltos por el programa CE3X son los siguientes:



Figura 26: Calificación energética global

La demanda de refrigeración y calefacción de la vivienda son las siguientes:

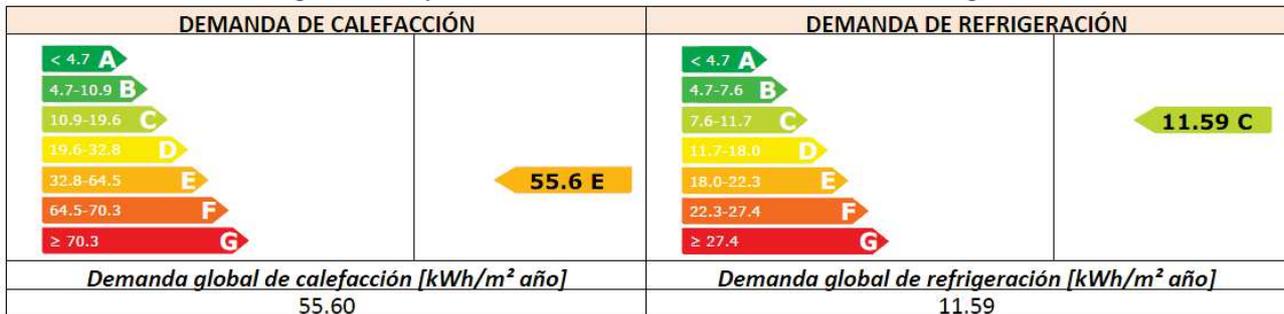


Figura 27: Demanda energética de calefacción y refrigeración

La demanda de refrigeración y calefacción es la demanda mínima para mantener la vivienda en unas condiciones internas de confort.

5- MEJORAS ENERGÉTICAS

5.1- Mejora de la envolvente térmica

OPCIÓN 1: RELLENO DE LA CÁMARA DE AIRE CON POLIURETANO INYECTADO

La inyección de espuma de poliuretano rígido en la cámara de aire de la fachada es una opción de aislamiento térmico para los edificios existentes que se construyeron con cámara de aire pero sin aislamiento en su interior, como es el caso de nuestro edificio.

El poliuretano se inyecta en estado líquido en la cámara de aire de la fachada, expandiéndose en el interior y formando una espuma rígida de celda abierta de gran capacidad aislante y muy baja densidad. Únicamente el 2% de esta espuma es materia sólida.

Las ventajas que este poliuretano tiene es, en primer lugar, la extremadamente baja conductividad térmica de este producto, bastante más baja que la cámara de aire, lo que reduce la transmitancia del cerramiento.

Es además un buen absorbente acústico, por lo que reduce el ruido que proviene del exterior.

Al ser inyectado en fase líquida, se puede garantizar el llenado de cada recoveco de la cámara, siempre que se ejecute correctamente, ya que se adaptará a cualquier geometría.

Esta solución, frente la OPCIÓN 2 que veremos a continuación, no reduce el espacio habitable de la vivienda.

El poliuretano, además constituye una barrera de vapor, que al colocarse en la cámara intermedia de a las hojas nos protege de posibles humedades por condensación.

En el anejo de cálculos de transmitancias encontramos que esta solución nos mejora la resistencia térmica de $0,662\text{m}^2\text{K/W}$ a $0,993\text{m}^2\text{K/W}$.

OPCIÓN 2: TRASDOSADO DE YESO LAMINADO CON AISLAMIENTO TÉRMICO

La solución que se propone aquí es la de realizar un trasdosado de yeso laminado con aislamiento térmico en su interior. Esta solución, además nos permite prolongar de manera continua el aislamiento térmico por debajo del forjado para contrarrestar el puente térmico que éste genera al estar la estructura en contacto con el exterior.

También nos permite cubrir los pilares, evitando así los puentes térmicos, ya que en la solución anterior, la cámara quedaba interrumpida por la estructura.

A continuación analizamos la mejora que supone un trasdosado de yeso laminado con aislamiento:

En la cocina se va a considerar que el trasdosado se realiza sobre el alicatado actual y posteriormente se vuelve a alicatar para evitar obras y costes adicionales al tiempo que se ofrece una solución reversible.

Esta solución envuelve interiormente los pilares, de esta forma acaba con este puente térmico.

En el anexo de cálculos de transmitancia está el cálculo realizado de los que se han obtenido los siguientes valores:

Espesor Poliestireno	2cm	3cm	4cm	5cm
Mejora de la resistencia.	0,668 m ² K/W	0,962 m ² K/W	1,256 m ² K/W	1,551 m ² K/W

Tabla 20: Mejora de resistencia térmica con diferentes soluciones

OPCIÓN 3: SUSTITUCIÓN DE HOJA INTERIOR.

En esta tercera opción se ha querido evaluar una solución intermedia entre las dos anteriores, aprovechando al máximo la ventaja de cada sistema. De forma que podamos aumentar la resistencia del muro considerablemente al tiempo que no perdemos espacio habitable.

Esta solución consiste en el derribo de la hoja interior de fachada, la que corresponde a un ladrillo de hueco sencillo de 4cm de espesor, colocación de aislamiento de poliestireno extruido preparado para recibir un revoco de yeso armado con malla para evitar fisuraciones.

El inconveniente de esta solución es el mayor coste de ejecución que presenta.

Una vez derribada la hoja interior, la cámara de aire queda al descubierto. Contra la hoja exterior colocaremos el aislamiento, 4cm de poliestireno extruido. Vamos a contemplar dos opciones diferentes de acabado. Una acabada en placa de yeso laminado, y otra es colocando una fábrica de medio pie de ladrillo perforado que otorgue a la vivienda cierta inercia térmica que, de la otra forma, no tendría.

En el anexo de cálculo se pueden ver los resultados de mejoras en cuanto a resistencia térmica de estas soluciones.

Las mejoras de fachadas se ven esquematizadas en el siguiente cuadro resumen:

A continuación se expone una tabla comparativa con las diferentes características de cada solución para que en un vistazo se pueda valorar los pros y contras

	Descripción	Mejora media de aislamiento	Rotura puente térmico pilar	Reducción espacio habitable	Pérdida de inercia térmica
Opción 1	Relleno de la cámara de aire.				
1a	Inyectado de poliuretano expansivo en la cámara de aire	0,331 m ² K/W	No	No	No
Opción 2	Trasdosado directo de aislamiento con acabado de yeso laminado				
2a	2 cm de aislamiento	0,668 m ² K/W	Sí	4cm	Sí
2b	3cm de aislamiento	0,962 m ² K/W	Sí	5cm	Sí
2c	4cm de aislamiento	1,256 m ² K/W	Sí	6cm	Sí
2d	5cm de aislameinto	1,551 m ² K/W	Sí	7cm	Sí
Opción 3	Eliminación de la hoja interior del cerramiento				
3a	Elimianción hoja interior y colocación de aislamiento con acabado en yeso laminado	0,96 m ² K/W	Sí	No	Sí
3b	Eliminación hoja interior y colocación de aislamiento y ½ pie de LP con tendido de yeso	1,12 m ² K/W	Sí	8cm	No

Tabla 21: Resumen mejoras y características de las soluciones de fachada

5.2- Mejora de ventanas

Como hemos visto en el apartado de descripción de huecos, tenemos unas ventanas de perfilaría metálica, permeables al aire y con vidrios monolíticos. No obstante diferenciamos dos casuísticas al existir, en la fachada norte, una balconera cerrada que genera una cámara de aire. Esto hace que el aislamiento térmico del conjunto cerrado de la balconera tenga unos resultados muy buenos.

Echamos un vistazo a los productos que existen en el mercado en materia de vidrios:

En la fachada norte además, la ventana de la habitación principal y la puerta balconera del comedor dan a un balcón cerrado. Esto aporta gran resistencia térmica al conjunto, por lo que únicamente actuaríamos en las ventanas V1 y V2, que son el fijo de la cocina y la puerta que da acceso a la galería abierta. Para esta fachada, en la que no necesitamos ningún tipo de control solar primaremos el aislamiento térmico, por lo que elegiremos un vidrio SGG PLANITHERM ULTRA N.

Para la fachada sur, además del aislamiento térmico necesitaremos un control solar para evitar la entrada de calor durante los meses de verano. La opción que voy a escoger es la de instalar una doble ventana de características similares a la existente. Esto me generaría una cámara de aire en medio que amortiguaría la pérdida de calor en invierno.

Por lo que en este punto distinguiremos tres puntos diferentes.

Opción 1: V1 y V2: Vidrio Climalit y marco con rotura de puente térmico.

Opción 2: Adición de doble ventana en la fachada sur.

Opción 3: Colocación de obstáculos solares en la fachada sur

OPCIÓN 1: CAMBIO DE VENTANA COMPLETA

Las zonas acristaladas son, de toda la envolvente térmica, las que mayores coeficientes de conductividad presenta. La solución existente, que consiste en un vidrio simple con carpintería metálica supone una gran fuga de energía.

A la hora de escoger una ventana debemos tener en cuenta cada uno de sus elementos: El vidrio, el marco y la caja de persiana, en caso de existir.

Se va a optar por la instalación de un a ventana con rotura de puente térmico. El perfil con rotura de puente térmico consiste en un perfil metálico cuya parte interior y parte exterior no están en contacto sino a través de un perfil de goma, rompiéndose así la transmitancia del calor a través del marco metálico.

OPCIÓN 2: ADICIÓN DE DOBLE VENTANA

Otra opción a considerar es la adición de otra ventana, en la parte externa del muro. Esto nos crearía una cámara intermedia entre el acristalamiento interior y el exterior, amortiguando así la salida de calor al tiempo que permite la captación solar.

Esta opción además nos permite la recuperación del calor perdido a través de un sistema de termostatos que en función de la época del año y las temperaturas en el interior de la vivienda, en el

exterior y en la cámara entre ventanas, puede forzar ese aire al interior o exterior de la vivienda.

Las características de las ventanas en la fachada norte y sur son bastante diferentes. Ya que una recibe soleamiento y la otra no y la ventana y puerta del comedor, que están orientados al norte, dan a un balcón cerrado con ventanales, lo que ya supone en sí mismo una cámara intermedia de la que se puede recuperar el calor perdido.

OPCIÓN 3: COLOCACIÓN DE OBSTÁCULOS SOLARES EN FACHADA SUR

La opción que en este punto voy a contemplar es la colocación de un voladizo atornillado al frente de forjado en la fachada sur. Este voladizo ha sido dimensionado para que el sol que entra en verano en las horas centrales, pero que no impida su entrada en invierno.

Esto se puede conseguir gracias a la variación de la inclinación de la radiación solar a lo largo del año.

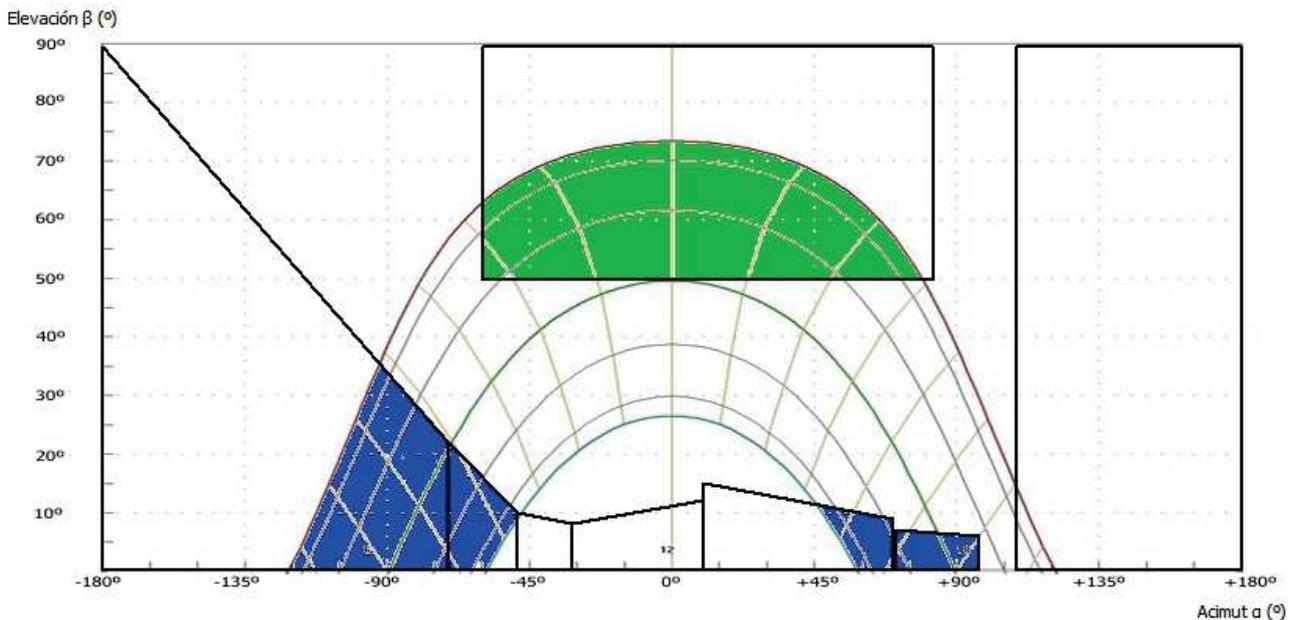


Figura 28. Patrón de sombras con marquesina instalada

En verde se ha marcado los momentos en los que el sol quedaría obstaculizado por el voladizo que vamos a colocar.

En el siguiente gráfico se aprecia como la marquesina obstaculiza el sol en función de su inclinación:

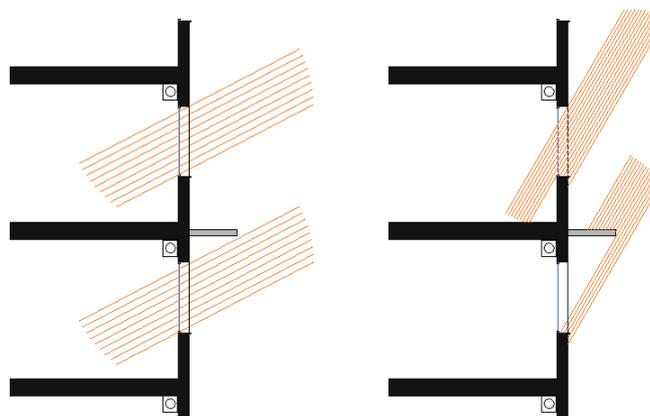


Figura 29: Funcionamiento de la marquesina solar en verano e invierno

En invierno (izquierda) no obstaculiza la captación solar, mientras que en verano (derecha) en las horas centrales del día sí que obstaculiza la captación.

5.3- Energía solar térmica para ACS

Vamos a valorar la implantación de captadores solares térmicos que contribuyan a la generación de ACS. En primer lugar deberemos cuantificar la demanda de ACS que tiene la vivienda.

Siendo que tiene 4 habitaciones, en esta vivienda podrían vivir entre 4 y 6. Consideraremos para el cálculo que son 6 personas las que viven en esta vivienda, aunque el CTE CB HE establezca un mínimo de 5 personas en la tabla 4.2. Así estaremos del lado de la seguridad.

DATOS

Ciudad: Valencia

Latitud: 39,48º

Altitud: 10m

Zona climática: I

Sgún la tabla 4.1 del CTE DB HE los litros de agua caliente sanitaria a 60º que demanda una persona son 28:

Por lo que estimaremos que la vivienda consume un total de 168 litros de ACS a 60ºC cada día. Aunque el consumo puede variar en cada estación del año debido a mayor o menor consumo de agua caliente o simplemente a la ocupación de la vivienda, ya que se puede estar de vacaciones.

Número de personas	6
Uso del Edificio	Vivienda Unifamiliar
Consumo por persona [L/día]:	28
Consumo de agua a máxima ocupación [L/día]:	168
Temperatura de referencia [°C]:	60

Tabla 22: Cálculo de consumo diario de agua caliente sanitaria

Debido a estas variaciones de ocupación vamos a hacer una hipótesis de ocupación en verano: Una ocupación del 90% en julio y agosto.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
% de ocupación:	100	100	100	100	100	100	90	90	100	100	100	100	98
Consumo diario [l]:	168	168	168	168	168	168	151	151	168	168	168	168	1982

Tabla 23: Consumo mensual y anual de ACS

Una vez hemos hallado el consumo de ACS de la vivienda podremos calcular la demanda energética mensual:

$$D_{mes} = \delta \cdot cp \cdot C \cdot N \cdot (T_c - T_f) \quad \text{Siendo:}$$

D_{mes}	Demanda de energía al mes expresado en MJ
δ	Densidad del agua = 1kg/l
cp	Calor específico del agua (4,18kJ/kg·K)
C	Consumo diario de Agua Caliente Sanitaria: 28·6 =168l
N	Días que tiene cada mes
T_c	Temperatura de suministro en el grifo: Ver tabla inferior
T_f	Temperatura de suministro en la red: 60º

La temperatura del agua en la red la tomamos de los datos de la Tabla B.1 del apéndice B del CTE DB HE 4:

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7

Tabla 24: Temperatura media mensual de agua fría (°C)

MES	DÍAS	Tª red	Tª servicio	Δtª	Ocupación	Consumo m³/día	Consumo l/mes	d (kg/l)	cp (kJ/kg·K)	DACS (MJ)	DACS (kW/h)
enero	31	10	60	50	100%	168	5208	1	4,18	1088	302,4
febrero	28	11		49	100%		4704			267,6	
marzo	31	12		48	100%		5208			290,3	
abril	30	13		47	100%		5040			275,0	
mayo	31	15		45	100%		5208			272,1	
junio	30	17		43	100%		5040			251,6	
julio	31	19		41	90%		4687,2			223,1	
agosto	31	20		40	90%		4687,2			217,7	
septiembre	30	18		42	100%		5040			245,8	
octubre	31	16		44	100%		5208			266,1	
noviembre	30	13		47	100%		5040			275,0	
diciembre	31	11		49	100%		5208			296,3	
TOTAL										11.459 MJ	3.183 kW/h

Tabla 25. Demanda energética para abastecer de ACS a la vivienda.

El consumo del ACS se realizará a lo largo de todo el día, especialmente durante la mañana y durante la noche. Vamos a considerar un acumulador de 150 litros para garantizar el abastecimiento continuo de ACS.

Si suponemos un almacenamiento de 75 l/m² de captador, junto con el dato del consumo de 168l,

podemos realizar una primera valoración

$$m^2 \text{ de panel} = \frac{\text{demanda diaria}}{I/m^2 \text{ de panel}} = \frac{168}{75} = 2,24 \text{ m}^2 \text{ de panel}$$

Escogeremos inicialmente un único panel modelo LP SUN 20 que tiene una superficie bruta de 2,25m² y 2,00m² de absorbedor.

Alto	2,083m
Ancho	1,080m
Rendimiento óptico	0,78
Factor de pérdidas	4,08



Figura 30: Panel LP SUN 20

El panel se ubicará en la azotea del edificio. En esta posición, el patrón de sombras es el siguiente:

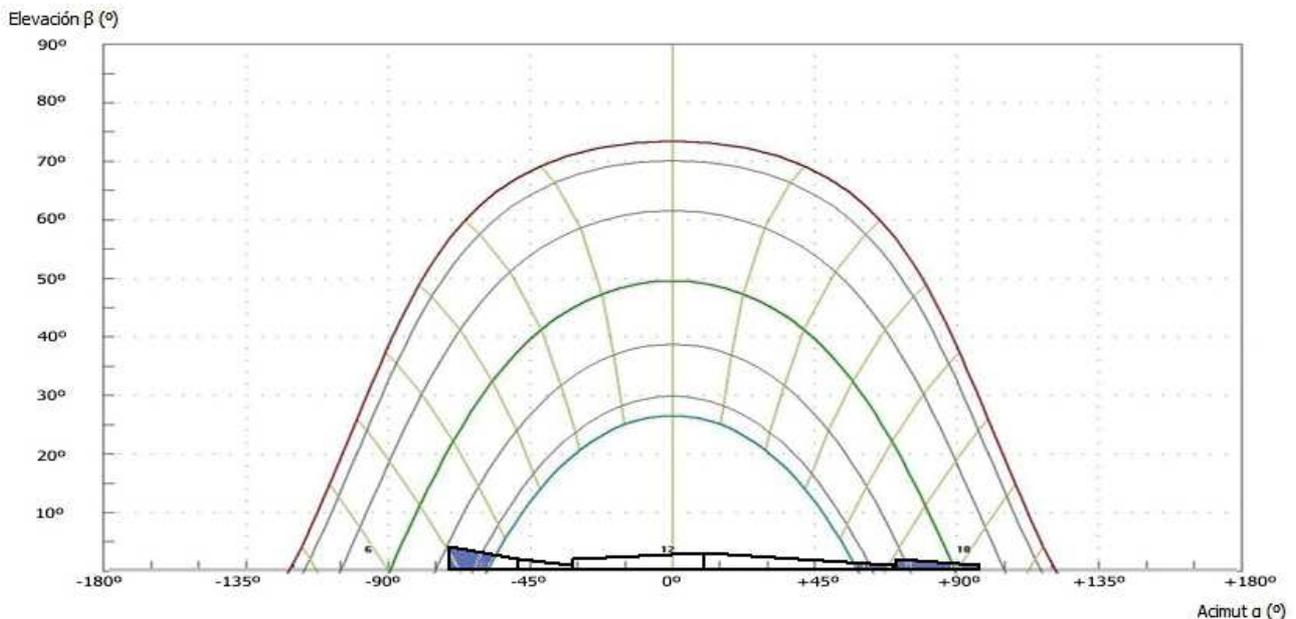


Figura 31: Patrón de sombras desde la cubierta del edificio

Por lo que los edificios que están al sur, apenas obstaculizan el sol, ya que, pese a ser más altos, están bastante lejos.

El CTE DB HE nos proporciona un diagrama a través del cual podemos calcular la inclinación y la orientación óptima del panel. Como vemos en la imagen si el panel está inclinado 45° y orientado al sur más menos 45°, las pérdidas por orientación e inclinación serán inferiores al 10%. El panel lo colocaremos orientado al sur e inclinado a 35°, inclinación óptima.

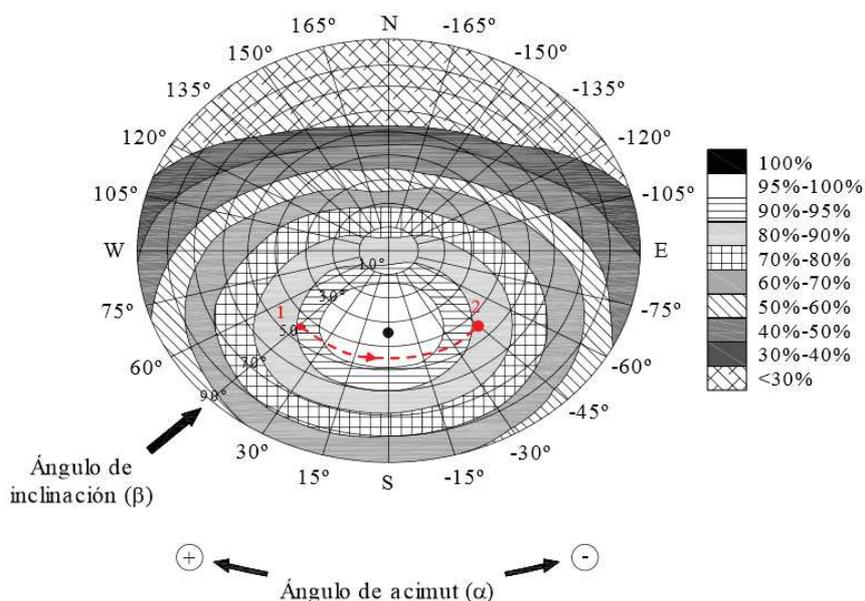


Figura 32: Rendimiento de los paneles en función de su orientación e inclinación.

Utilizamos una herramienta de cálculo que, mediante el método F-Chart nos calcula que este sistema nos aporta un 62% de la energía para ACS.

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Q [Kcal·1000]:	260	230	250	237	234	217	173	169	212	229	237	255	2.703
Q [Kcal·1000/d]:	8,4	8,2	8,1	7,9	7,6	7,2	5,6	5,4	7,1	7,4	7,9	8,2	7
Q [kWh]:	303	268	291	276	273	252	201	196	246	267	276	297	262
FD [Kcal·1000]:	120	118	150	149	158	153	152	148	151	122	116	109	1.645
FD [kWh]:	140	137	174	173	184	178	177	172	176	142	135	126	2.547
FD [MJ]:	502	494	626	624	662	641	635	619	634	509	487	455	6.887
fmedio [%]	46	51	60	63	68	71	88	88	72	53	49	43	62

Tabla 26: Aporte energético de la placa solar

La normativa no nos obliga a establecer un porcentaje mínimo de aportación de energía solar térmica, ya que se trata de una reforma y no de un edificio de nueva construcción, no obstante seguiremos sus criterios para establecer qué porcentaje de la instalación vamos a cubrir:

La contribución solar que aportaremos va a ser del 50% ya que Valencia está ubicada en la zona IV y tiene un caudal de ACS de 168 litros al día.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 27. Contribución solar mínima para edificios de nueva construcción según el CTE

El código técnico establece que el dimensionamiento se realizará teniendo en cuenta que, por un lado se ha de cubrir la demanda del 50%, y por otra, en ningún mes se ha de superar el 110% de la demanda de la instalación. Tampoco se puede superar el 100% en tres meses del año. Esto se establece para evitar sobrecalentamientos en el sistema. De suceder así habría que recurrir a medidas de protección del sistema.

En nuestro caso, la instalación elegida cumple con este requisito.

Panel Solar LP-SUN 20

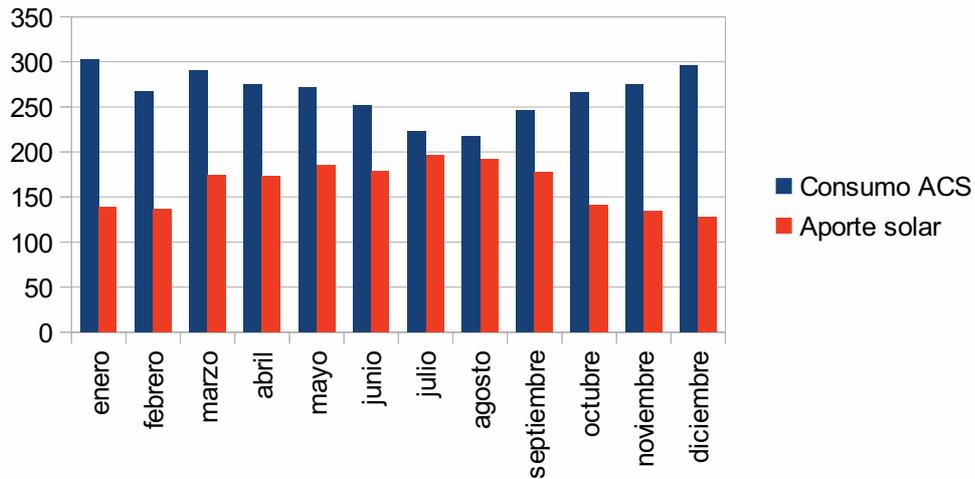


Figura 33: Aporte solar mensual del panel solar LP-SUN 20

Para una acumulación de 168 litros, se va a considerar un modelo de acumulador de 200l. Optaremos por el modelo 49 de Lapesa

Este modelo se instalará con una resistencia de apoyo de 1,5kW.

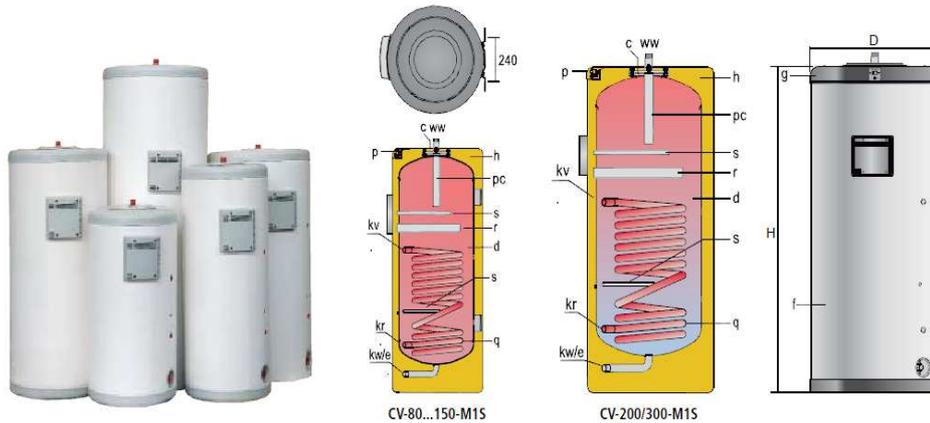


Figura 34. Modelo de interacumulador propuesto

CARACTERÍSTICAS GENERALES		CV-80-M15	CV-110-M15	CV-150-M15	CV-200-M15	CV-300-M15
Capacidad ACS	l.	80	110	150	200	300
D: Diámetro exterior	mm.	480	480	560	620	620
H: Altura total	mm.	935	1155	1265	1205	1685
kw: entrada agua red / vaciado	" GAS/M	3/4	3/4	3/4	1	1
ww: salida ACS	" GAS/M	3/4	3/4	3/4	1	1
kv: entrada primario	" GAS/H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
kr: retorno primario	" GAS/H	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Superficie serpentín	m ²	0,3	0,5	0,6	0,8	1,3
Peso en vacío (aprox.)	Kg	43	51	65	72	91

- c - Boca de inspección
- d - Depósito A.C.S.
- f - Forro externo
- g - Cubierta
- q - Serpentín intercambiador
- h - Aislamiento térmico
- s - Vaina sensores
- r - Vaina resistencia
- p - Medidor ánodo
- pc - Protección catódica

Tabla 28. Características del interacumulador propuesto para ACS.

5.4- Energía solar fotovoltaica

En este punto vamos a valorar la opción de colocar placas fotovoltaicas que contribuirán al abastecimiento eléctrico de la vivienda.

El consumo eléctrico viene dado por luces, enchufes, calefacción e incluso ACS.

En el programa CE³X no se considera el consumo de la iluminación para viviendas, pese a que pueda existir un ahorro real en la factura de la luz. Vamos a cuantificar el consumo eléctrico de los electrodomésticos existentes, la calefacción, que es eléctrica y el calentador acumulador que también es eléctrico para realizar una estimación de la magnitud de la instalación para realizara una contribución de al menos el 60% del consumo eléctrico.

Existen diferentes tipos de instalaciones eléctricas fotovoltaicas, las aisladas las conectadas a red o las conmutadas.

Las instalaciones aisladas son aquellas que no están conectadas a la red eléctrica, por lo que únicamente pueden consumir la energía que captan. Estas instalaciones suelen llevar una batería que permita hacer un uso diferido de la energía.

Las instalaciones conectadas a red, que responden al modelo de balance neto, no tienen batería, de forma que el exceso de energía que producen lo inyectan a la red eléctrica, y cuando necesitan más electricidad de la que se está captando entonces la toman de la red.

El borrador del Real Decreto que está por aprobarse establece que aquel individuo que quiera vender energía eléctrica producida de manera local a las compañías eléctricas e inyectarla en la red deberán darse de alta como empresarios y pagar sus correspondientes cuotas de autónomo.

Esto hace que únicamente instalaciones de cierta envergadura puedan resultar rentables que y tengan un retorno económico una vez se superen los gastos iniciales de la instalación y los periódicos de mantenimiento y de los costes de autónomo.

Para pequeñas instalaciones, como puede ser la que se instala en una vivienda, este no es un escenario favorable para la instalación un gran número de paneles fotovoltaicos.

No obstante cabe valorar la posibilidad de realizar una instalación como si de una vivienda aislada se tratase o con un aporte energético inferior al consumo calculado, a modo del aporte de ACS mediante paneles solares.

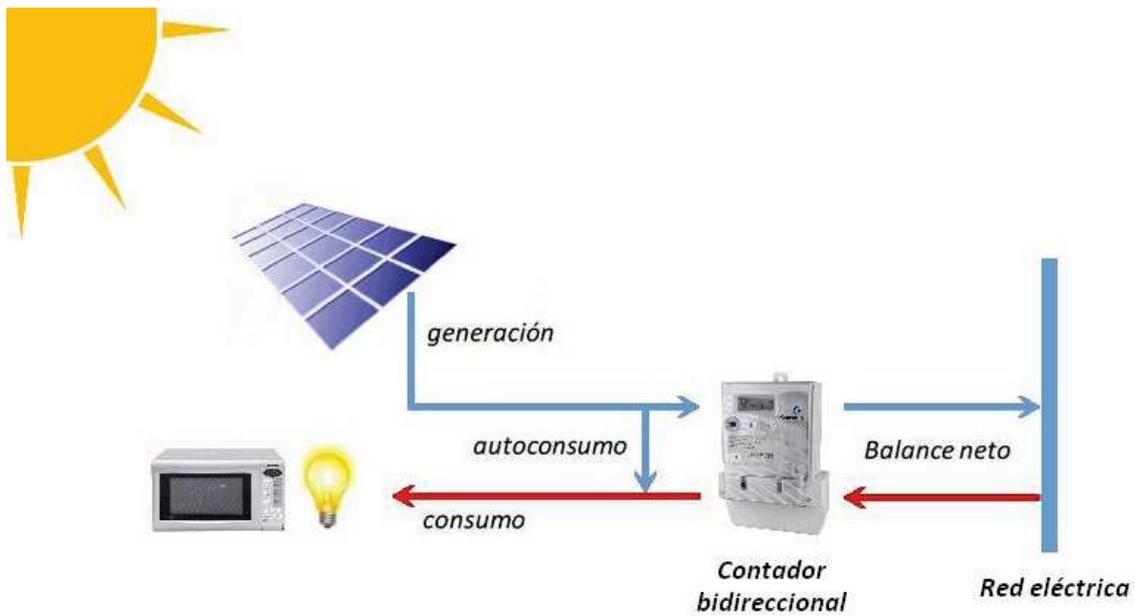


Figura 35: Funcionamiento de la instalación fotovoltaica con balance neto

En las siguientes gráficas se puede ver la diferencia entre un sistema aislado de autoconsumo neto y un sistema de balance neto

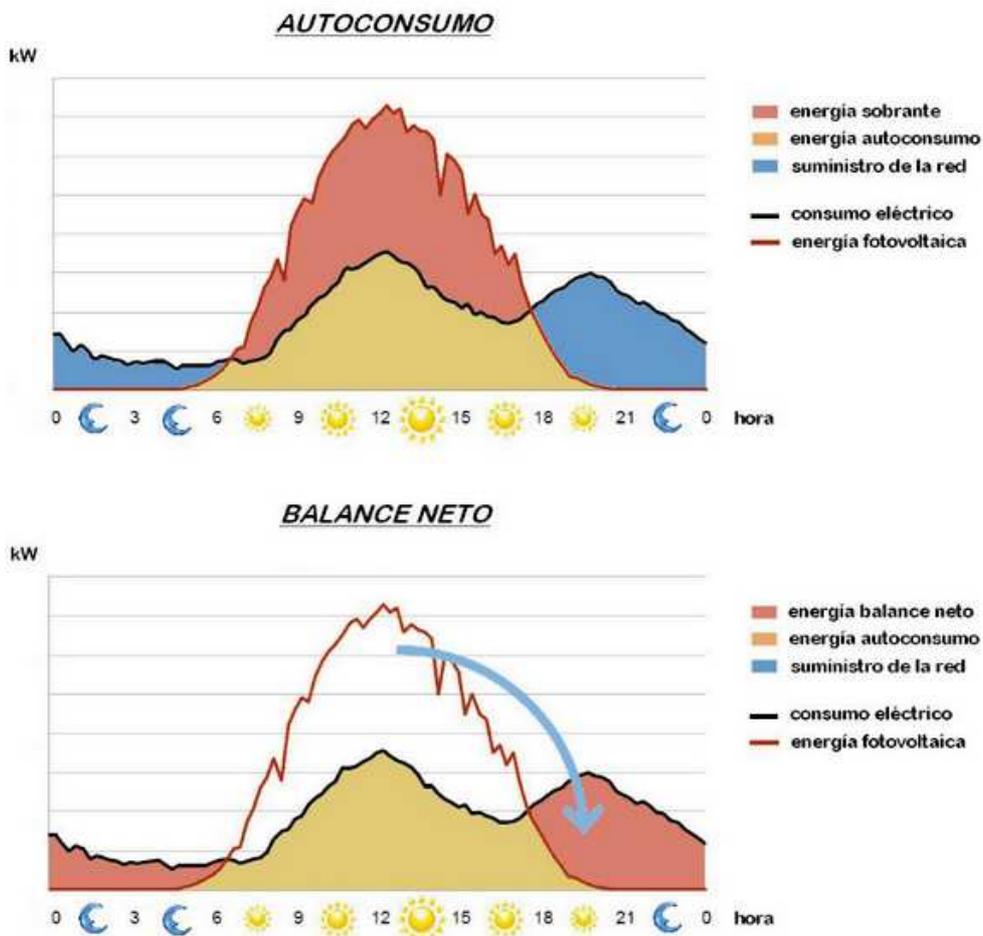


Figura 36: Distribución temporal de producción y consumo de energía fotovoltaica.

Existe también la instalación conmutada. En la que se hace uso de la batería para evitar inyectar energía en la red eléctrica y cuando la batería se agota y se está consumido más energía de la que se capta entonces se toma energía de la red.

Este será el modelo de instalación que se ha de diseñar para la vivienda, evitando así la inyección eléctrica a la red y la falta de energía en momentos de poca producción de energía.

A continuación estimaremos el consumo diario de los aparatos eléctricos de la vivienda:

	Consumo kwh	Verano		Invierno	
		Horas al día	Consumo al día	Horas al día	Consumo al día
ELECTRODOMÉSTICOS					
Horno	2,5	0,1	0,25	0,15	0,375
Microondas	0,8	0,3	0,24	0,35	0,28
Nevera	0,05	24	1,2	24	1,2
Lavadora	0,8	1,1	0,88	0,8	0,64
Lavavajillas	0,9	0,7	0,63	0,7	0,63
Televisor	0,24	2	0,48	1,5	0,36
Teléfono	0,02	24	0,48	24	0,48
ILUINACIÓN					
Dormitorio principal	0,07	1,5	0,105	3	0,21
Habitación 2	0,04	1	0,04	2,5	0,1
Habitación 3	0,04	1	0,04	2,5	0,1
Habitación 4	0,04	1	0,04	2,5	0,1
Cocina	0,05	1,5	0,075	3	0,15
Recibidor y pasillo	0,06	0,5	0,03	1	0,06
Aseo	0,02	0,75	0,015	0,75	0,015
Cuarto de baño	0,05	0,75	0,0375	0,75	0,0375
Comedor	0,02	2	0,04	4	0,08
OTROS					
Cargador móviles	0,01	2	0,02	2	0,02
Cargador portátiles	0,1	2	0,2	2	0,2
Ordenador	0,1	2	0,2	2	0,2
OCASIONALES					
Secador del pelo, v	0,3	0,5	0,15	0,5	0,15
CALEFACCIÓN					
Comedor	1,5	0	0	2	3
Habitaciones	2,4	0	0	1,5	3,6
ACS					
Termo			7,5		10,2
Consumo diario energético			12,6525		22,1875

Tabla 29: Consumo eléctrico de la vivienda en verano e invierno

Esto hace una media anual de 17,18kW diarios durante el año.

En la siguiente gráfico vemos estos datos comparados según el tipo de electrodoméstico y la estación del año:

Consumo energético

kWh/día

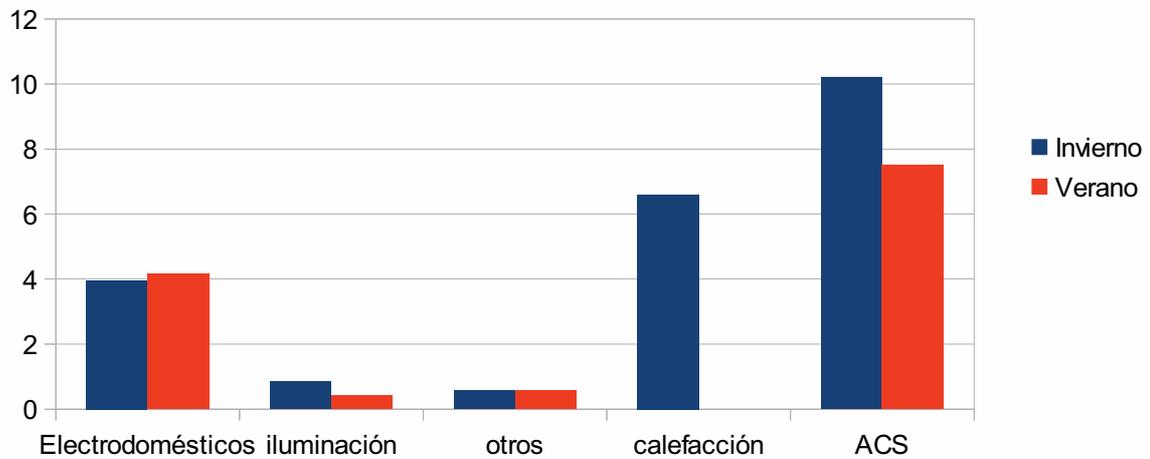


Figura 37: Consumos energético por uso durante el año

El consumo energético teórico medio es la media entre los valores de invierno y los de verano, aunque realizaremos una ponderación ya que favorezca el perfil de consumo de verano ya que en Valencia el invierno suele ser corto.

$$E_t = \frac{0,6 \cdot E_v + 0,4 \cdot E_i}{2} = 16,46 \text{ kWh}$$

PANELES SOLARES

En el apartado anterior hemos visto la irradiación de la ciudad de Valencia, con estos mismos datos calcularemos a continuación los paneles solares que necesitamos.

Para ello tendremos que calcular las *Horas Solares Pico*. Este valor es el número de horas efectivas de una hipotética irradiación solar de 1000w/m²

Una hora pico solar equivale a 3,6MJ/m²

$$1 \text{ HSP} = \frac{1000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h}}{\text{m}^2} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ J/s}}{1 \text{ W}} = 3,6 \text{ MJ/m}^2$$

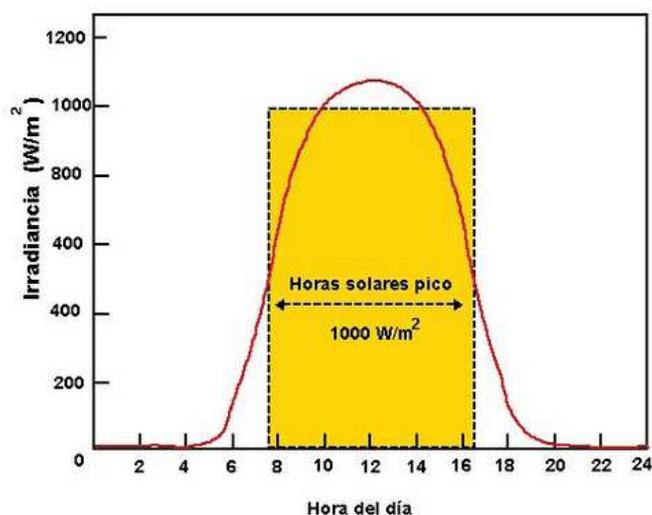


Figura 38: Relación entre irradiancia y horas solares pico

El IVACE publica la radiación solar en valores medios mensuales de la radiación diaria con diferentes inclinaciones. En su misma web () nos dice que dividiendo el valor global por 3,6 (correspondencia entre MJ/m²día y HSP) podemos obtener las horas de sol pico de estas tablas:

Valencia

Ang	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Ob.	No.	Di.	R. Anual	Inviern
20	12.9	14.7	18.9	21.2	22.1	23.2	24.0	22.3	20.3	16.4	13.2	11.0	6602	2624
25	13.7	15.3	19.3	21.2	21.8	22.6	23.5	22.2	20.5	17.0	14.0	11.8	6694	2750
30	14.5	15.9	19.7	21.1	21.3	22.0	22.9	21.9	20.7	17.5	14.7	12.5	6748	2858
35	15.2	16.4	19.9	20.9	20.7	21.3	22.2	21.5	20.8	18.0	15.4	13.2	6763	2948
40	15.8	16.7	20.0	20.6	20.1	20.5	21.4	21.0	20.7	18.3	15.9	13.7	6740	3020
45	16.3	17.0	19.9	20.1	19.3	19.5	20.5	20.4	20.5	18.5	16.3	14.2	6679	3072
50	16.7	17.2	19.8	19.5	18.5	18.5	19.5	19.7	20.2	18.6	16.6	14.6	6580	3105
55	16.9	17.2	19.5	18.8	17.6	17.5	18.5	18.9	19.7	18.5	16.9	14.8	6444	3119
60	17.1	17.2	19.1	18.1	16.5	16.3	17.3	18.0	19.2	18.4	17.0	15.0	6272	3112
65	17.1	17.0	18.6	17.2	15.5	15.1	16.1	16.9	18.5	18.1	17.0	15.1	6065	3086
70	17.1	16.7	18.0	16.2	14.3	13.9	14.8	15.9	17.7	17.8	16.8	15.0	5827	3040

Tabla 30: Irradiancia en Valencia según la inclinación de la superficie receptora

Estos datos quedan reflejados en la siguiente gráfica:

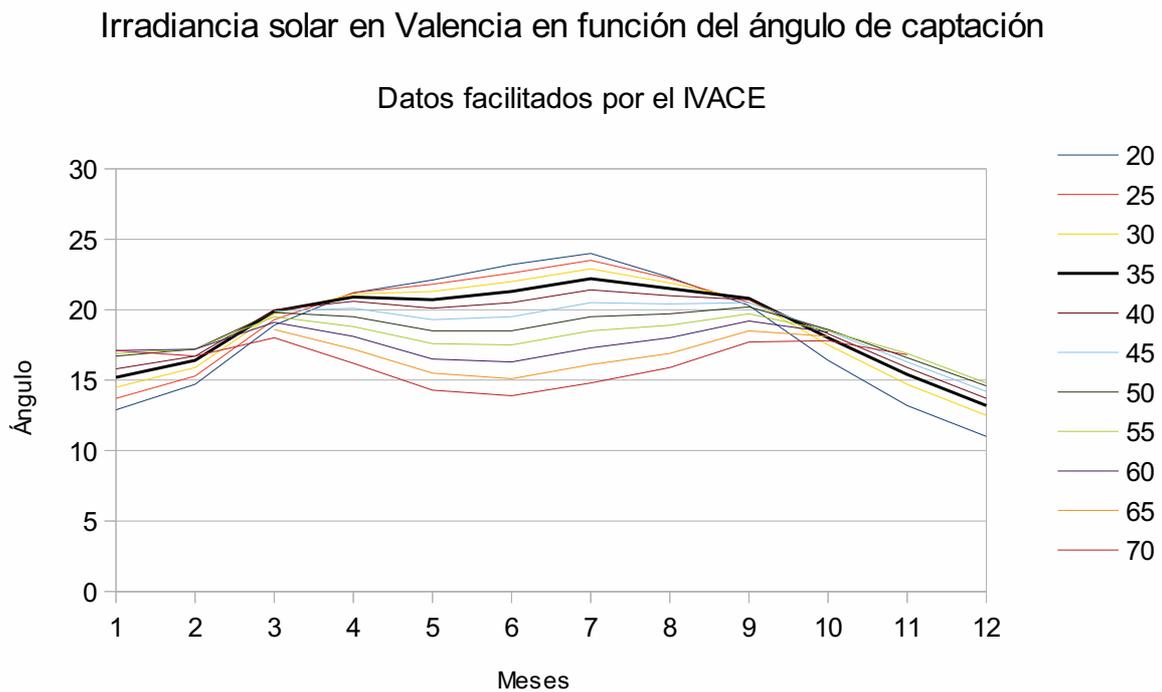


Figura 39: Irradiancia solar en Valencia en función del ángulo de captación

Vemos que una inclinación de 20º nos daría mucha energía durante el verano, y poca durante el invierno. Inclinaciones mayores de 60 grados nos darían más energía en los meses de primavera y otoño y menos en los de invierno y verano.

La inclinación óptima para la latitud en la que está la ciudad de Valencia es 36º.

Con estos datos podemos calcular una aproximación de las horas solares pico:

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	Media
Radiación a 36º	15,32	16,46	19,92	20,84	20,58	21,14	22,04	21,4	20,78	18,06	15,5	13,3	18,8
HSP	4,3	4,6	5,5	5,8	5,7	5,9	6,1	5,9	5,8	5,0	4,3	3,7	5,2

Tabla 31: Radiación y horas solares pico en Valencia con una inclinación de 36º

Otro dato a tener en consideración son los obstáculos que los paneles solares tienen frente al sol. Desde la azotea del edificio, lugar en el que su ubicarían los paneles, apenas hay sombras hacia el sur. Los edificios son de una o dos plantas más altas pero al ser una manzana grande están a gran distancia. Vease la figura 40.

Con los datos obtenidos ya podemos escoger el tipo de Panel Solar que nos interesa.

Hay que tener en cuenta que el panel nos va a proporcionar una energía equivalente a las horas solares pico.

Como hemos visto en el punto 2.5, los paneles más eficientes son los monocristalinos, y los paneles menos eficientes, los de célula amorfa. Existe un punto intermedio, aunque más cerca de la calidad de los paneles de célula monocristalina, que son los paneles policristalinos.

Para calcular la energía que nos producen estos paneles y si hubiera que corregir el número por exceder el 100% de las necesidades de un mes:

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	TOTAL
Consumo/día	22,21	22,21	19,64	17,06	14,49	11,91	11,91	12,66	15,05	17,44	19,82	22,21	206,6
Consumo/mes	688,51	621,88	608,685	511,8	449,035	357,3	369,21	392,46	451,425	540,485	594,675	688,51	6274,0

Tabla 32: Consumo energético mensual.

En la siguiente tabla estudiamos la aportación en términos de Horas Pico Solar (HPS) con diferentes inclinaciones de panel:

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	TOTAL
HSP 36°	4,3	4,6	5,5	5,8	5,7	5,9	6,1	5,9	5,8	5,0	4,3	3,7	62,6
HSP a 40°	4,4	4,6	5,6	5,7	5,6	5,7	5,9	5,8	5,8	5,1	4,4	3,8	62,4
HSP a 50°	4,6	4,8	5,5	5,4	5,1	5,1	5,4	5,5	5,6	5,2	4,6	4,1	60,9
HSP a 60°	4,8	4,8	5,3	5,0	4,6	4,5	4,8	5,0	5,3	5,1	4,7	4,2	58,1
HSP a 70°	4,8	4,6	5,0	4,5	4,0	3,9	4,1	4,4	4,9	4,9	4,7	4,2	53,9

Tabla 33: Aporte energético solar con diferentes inclinaciones

Vemos que la inclinación óptima es la de 36° como ya habíamos estudiado previamente. No obstante, colocar los paneles en un ángulo de menor rendimiento nos puede servir para evitar superar la demanda energética de nuestra vivienda.

Con paneles de 315w obtenemos los siguientes datos:

Inclinación	Paneles	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	TOTAL	
36°	9	374,0	362,9	486,3	492,3	502,4	499,4	538,1	522,4	490,9	440,9	366,2	324,7	5400,6	86,08%
	8	332,4	322,6	432,3	437,6	446,6	443,9	478,3	464,4	436,4	391,9	325,5	288,6	4800,5	76,51%
	7	290,9	282,3	378,2	382,9	390,8	388,4	418,5	406,3	381,8	342,9	284,8	252,5	4200,5	66,95%

Tabla 34: Aporte energético con diferentes instalaciones de 7, 8 y 9 paneles solares.

Por lo que con 6 paneles de 315w inclinados a 36° sobre la horizontal y orientados al sur podemos obtener un 66,95% de la energía sin sobrepasar en ningún mes la energía consumida.

Consumo y aporte eléctrico

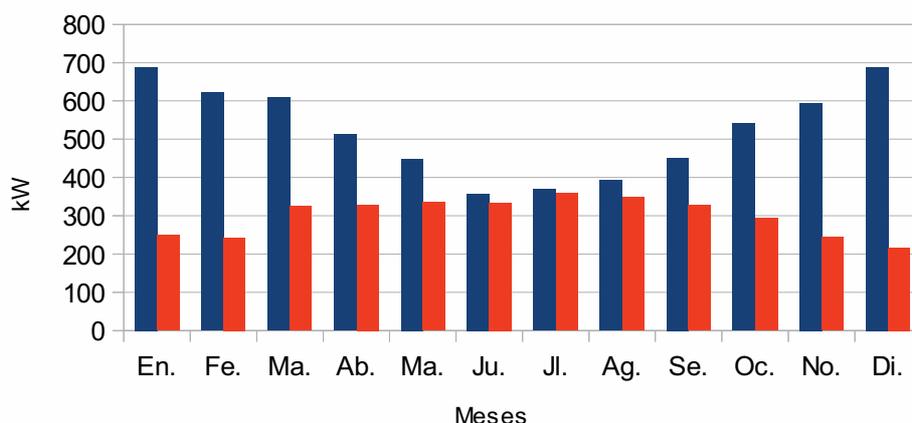


Figura 40: Aporte energético de la instalación de paneles solares fotovoltaicos.

BATERÍAS

A continuación calcularemos la capacidad necesaria de las baterías.

$$C = \frac{E \cdot N}{V \cdot P_d} = \frac{7160 \cdot 1}{12 \cdot 0,7} = \frac{7160}{8,4} = 852 \text{ Ah}$$

Con la siguiente expresión calculamos la energía que las baterías han de ser capaces de almacenar.

$$E_{acu} = \frac{1,1 \cdot N \cdot E}{P_d} = \frac{1,1 \cdot 1 \cdot 7160}{0,7} = 11.251 \text{ Wh}$$

Para este perfil de consumo optaremos por el banco de baterías translúcida de 6 vasos de 2v, 897 Ah de la casa TUDOR, 6,7 Enersol T 880.

Optaremos por los paneles de 315W de célula monocristalina de ATERSA

Las características de este panel son las siguientes:

Ptencia máxima	315 W
Voltaje (Vmp)	30,76 V
Corriente (Imp)	8,88 A
Voltaje circuito abierto (Voc)	37,80 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,88 A
Eficiencia del módulo (%)	15,66%
Tolerancia de potencia (W)	0/+5
Peso	21,5 kg
Largo	1645 mm
Ancho	990 mm

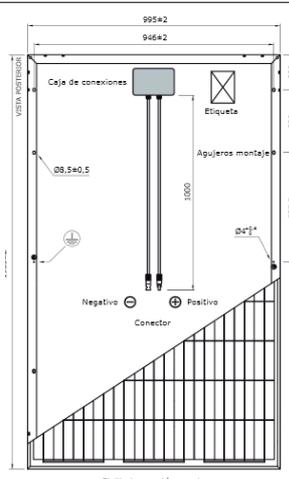


Tabla 35: Características del panel solar escogido

REGULADOR DE CARGA

El regulador de carga es el dispositivo encargado de proteger las baterías de sobrecargas y sobredescargas profundas.

Para calcular la intensidad máxima del regulador de carga multiplicaremos la tensión suministrada por los módulos por el nº de módulos conectados en serie y por un coeficiente de seguridad:

$$I_{max} = 1,25 \cdot I_{isc} \cdot N_{módulo} \quad I_{max} = 1,25 \cdot 8,74 \cdot 3 = 35,78 \text{ A}$$

El regulador de carga escogido es el LEO 10 35+35 bitensión 12/24V 35A de ATERSA.

INVERSOR

El inversor es el encargado de transformar la corriente continua proveniente que los paneles y baterías en corriente alterna para uso de aparatos eléctricos del hogar.

El inversor ha de ser capaz de suministrar la energía instantánea consumida en la vivienda.

Según la tabla de de consumos del hogar, podemos establecer un consumo instantáneo de 5 KW en invierno y de 2,5 KW en verano. El equipo que seleccionaremos, de la casa ATERSA será el Inversor TAURO onda senoidal 2548 / 48Vcc – 220Vca 2500w.

INSTALACIÓN

Tras los cálculos realizados, el equipo de generación de electricidad es el siguiente:

1 batería estacionaria translúcida, 6 vasos de 2v, 779Ah, 6,7 ENERSOL T760 de TUDOR

6 paneles fotovoltaicos A-315M SOL de 315 W de potencia máxima de ATERSA

1 regulador LEO 20 50A 12/24V de ATERSA

1 inversor TAURO onda senoidal 2548 / 48Vcc → 220Vca a 2500W de ATERSA

2 soportes para 3 paneles

5.5- Instalación de caldera para generación de ACS y calefacción

En este apartado se van a considerar varias opciones de instalación de caldera tanto para ACS como para calefacción.

A continuación calcularemos la energía requerida para el sistema de calefacción:

Para ello emplearemos la siguiente fórmula:

$$P = s \cdot A \cdot B \cdot C \cdot h \cdot 33$$

donde:

P	Potencia (w)	
S	Superficie de la estancia a calefactar	
A	Factor de orientación	1 → Este, Oeste, interior.
		0,92 → Sur.
		1,12 → Norte.
B	Factor aislamiento	0,70 → Espacio interior.
		0,93 → Doble ventana y doble hoja en fachada.
		1 → Doble hoja y ventanal sencillo.
		1,1 → Fachada de una hoja y ventana de un cristal.
C	Factor zona climática	Valencia → 0,95.
H	Altura de de la estancia	2,5m

Tabla 36. Coeficientes para cálculo de demanda de calefacción

Por lo que la potencia necesaria para calefactar la casa será necesaria la siguiente potencia:

N	Espacio	Superficie (m ²)	A (orientación)	B (aislamiento)	C (zona climática)	h (altura)	Total
1	Pasillos	7,7	100,00%	70,00%	95,00%	2,5	422 w
2	Cocina	7	112,00%	100,00%	95,00%	2,2	541 w
3	Dormitorio Principal	13	112,00%	93,00%	95,00%	2,5	1.061 w
4	Comedor	16,3	112,00%	93,00%	95,00%	2,5	1.331 w
5	Cuarto de baño	4,1	100,00%	70,00%	95,00%	2,2	198 w
6	Aseo	2,7	100,00%	70,00%	95,00%	2,2	130 w
7	Recibidor	4,4	100,00%	70,00%	95,00%	2,5	241 w
8	Habitación 2	9,6	92,00%	100,00%	95,00%	2,5	692 w
9	Habitación 3	6,5	92,00%	100,00%	95,00%	2,5	469 w
10	Habitación 4	9,4	92,00%	100,00%	95,00%	2,5	678 w
TOTAL WATIOS							5.763 w
TOTAL KILO WATIOS							5,76 kw

Tabla 37. Demanda de calefacción de las estancias de la vivienda

Hemos elegido la caldera de condensación RKOMB22A de la casa DAIKIN.

Con esto y las características de los elementos de los radiadores:



Referencia	Modelo	Emisión calorífica en W		Euros
		$\Delta T=50^{\circ}\text{C}$	$\Delta T=40^{\circ}\text{C}$	

MISTRAL

72445xx	Radiador de aluminio MISTRAL 45	84,8	63,4	12,40
72460xx	Radiador de aluminio MISTRAL 60	106,1	79,5	12,80
72470xx	Radiador de aluminio MISTRAL 70	122,0	91,2	15,35
72480xx	Radiador de aluminio MISTRAL 80	138,6	103,6	16,25

Precios por elemento. Suministro en baterías de 3 a 12 elementos. Accesorios no incluidos.

Dígitos xx = N° elementos Ejemplo: Radiador de aluminio MISTRAL60 de 5 elementos = 7246005

Tabla 38: Características del elemento de radiador MISTRAL.

Podemos establecer los módulos que necesitamos en cada estancia:

N	Espacio	Necesidad	P. elemento	n° de elementos	P. suministrada
1	Pasillos	422 w	106,10 w	4	424,40 w
2	Cocina	541 w	106,10 w	5	530,50 w
3	Dormitorio Principal	1.061 w	106,10 w	10	1.061,00 w
4	Comedor	1.331 w	106,10 w	13	1.379,30 w
5	Cuarto de baño	198 w	106,10 w	2	212,20 w
6	Aseo	130 w	106,10 w	2	212,20 w
7	Recibidor	241 w	106,10 w	3	318,30 w
8	Habitación 2	692 w	106,10 w	7	742,70 w
9	Habitación 3	469 w	106,10 w	5	530,50 w
10	Habitación 4	678 w	106,10 w	7	742,70 w
TOTAL WATIOS				58	6.154 w
TOTAL KILO WATIOS					6,15 kw

Tabla 39: Distribución de radiadores en vivienda.



Calderas murales de condensación a gas	Unidad	RKOMBG28 Smart Condens Plus	RKOMBG33 Smart Condens Plus	RKOMB22A Smart Condens
Calefacción				
Potencia de calefacción nominal con P_n (80 / 60 °C)	kW	7,1–28,4	7,4–32,1	5,4–17,8
Potencia de calefacción nominal con condensación P_{nc} (50 / 30 °C)	kW	7,7–31,1	8,2–35,0	5,9–18,5
Eficiencia en calefacción	%	109 %		107 %
Presión de funcionamiento máxima admisible (calefacción)	bares	3		3
Temperatura de flujo máxima admisible (calefacción central)	°C	90		90
Calentamiento de agua caliente sanitaria (ACS)				
Potencia de calefacción nominal P_{nw}	kW	7,7–28,4	8,2–32,1	6,1–21,0
Eficiencia en ACS	%	101,4 %		95,8 %
Caudal de salida mínima	l/min	1,5		1,5
Caudal de ACS con $\Delta T=25^{\circ}\text{C}$	l/min	16,3	18	12
Caudal de ACS con $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$	l/min	12,5	15	10
Caudal de ACS con $\Delta T=50^{\circ}\text{C}$	l/min	7,5	9	6

Tabla 40: Características de calderas para instalación de calefacción.

Vemos que es capaz de calefactar 50°C 6 litros cada minuto. Por lo que Calentar el acumulador de 150l desde cero en invierno (temperatura de red 10°) tardaría 25 minutos para lo que emplearía 8,75kwh.

Esta caldera es capaz de suministrar suficiente energía para el ACS y la calefacción.

5.6- Instalación bomba de calor MultiSplit

Como hemos visto anteriormente, existen bombas de calor altamente eficientes que con el consumo de un único kilovatio eléctrico son capaces de producir 2, 3, 4 o incluso más kW térmicos o frigorías.

La directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento de del uso de energía procedente de fuentes renovables considera la energía Aerotérmica entre las fuentes de energía renovable ya que no procede de fuentes fósiles.

Esta directiva establece que la energía Aerotérmica, geotérmica e hidrotérmica capturada por bombas de calor se podrán considerar renovables siempre que la producción final de energía supere significativamente el consumo primario necesario para impulsar la bomba de calor. Esta directiva establece además un criterio de cálculo para que una bomba de calor pueda ser calificada como energía renovable de donde se deriva la clasificación de eficiencia energética de las bombas de calor:

	SEER 	SCOP 
	Eficiencia en frío (SEER)	Eficiencia en calor (SCOP)
A+++	SEER ≥ 8,50	SCOP ≥ 5,10
A++	6,10 ≤ SEER < 8,50	4,60 ≤ SCOP < 5,10
A+	5,60 ≤ SEER < 6,10	4,00 ≤ SCOP < 4,60
A	5,10 ≤ SEER < 5,60	3,40 ≤ SCOP < 4,00
B	4,60 ≤ SEER < 5,10	3,10 ≤ SCOP < 3,40
C	4,10 ≤ SEER < 4,60	2,80 ≤ SCOP < 3,10
D	3,60 ≤ SEER < 4,10	2,50 ≤ SCOP < 2,80

Tabla 41: Calificación energética de las bombas de calor en función de su rendimiento estacional

Estos valores, proporcionados por los fabricantes son introducidos en el programa de cálculo CE³X para calcular la mejora que estos sistemas proporcionan a la vivienda.

Para hacernos una idea de la calidad de la bomba que tenemos que escoger vamos a ver las mejoras que proporcionaría cada una de las clasificaciones:

Equipo multisplit con 2 splits. Comedor y dormitorio principal (29% superficie)							
Calificación	SEER	SCOP	A H O R R O			KGCO ₂ /M ²	CALIFICACIÓN
			CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	GLOBAL		
A+++	8,50	5,10	47,80%	27,30%	36,30%	30,6	E
A++	7,30	4,85	47,40%	26,10%	36,00%	30,8	E
A+	5,85	4,30	46,30%	24,20%	35,10%	31,2	E
A	8,35	3,70	44,90%	23,30%	34,00%	31,7	E
B	4,85	3,25	43,40%	22,10%	32,90%	32,3	E
C	4,35	2,95	42,20%	20,70%	31,90%	32,7	E
D	3,83	2,65	40,70%	19,00%	30,70%	33,3	E

Tabla 42: Mejora energética de diferentes calidades de bomba de calor

Ahorro energético

Bomba de calor

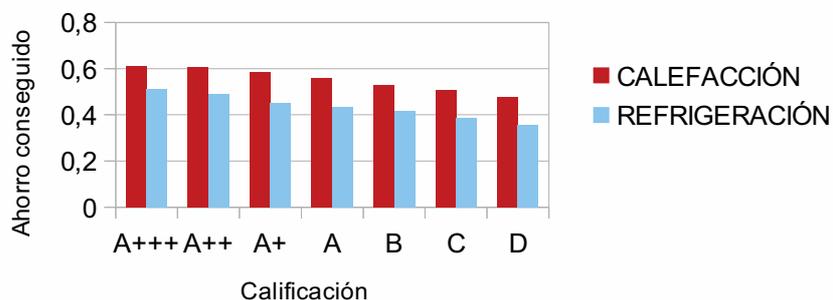


Figura 41: Ahorro energético con bomba de calor

Vamos escoger un producto de la marca Junkers:

Unidad exterior 2x1 (5,3kW) y dos unidades interiores, para el comedor un Split de 2,6kw y para la habitación un Split de 2kw.



SEER = 5,60
SCOP = 3,80
Calificación:

A+ / A

Figura 42: Bomba de calor con dos splits

Tras esta instalación habría que considerar que las habitaciones se calefaktan mediante radiadores eléctricos ya que es lo que hemos hecho en la vivienda. Por lo que También vamos a contemplar la instalación de un sistema de unidad exterior de 12,4kW y unidades interiores, Split, una en cada habitación, de esta forma la totalidad de la casa quedará abastecida de calefacción y refrigeración mediante un sistema eficiente de climatización.



SEER = 5,10
SCOP = 3,80
Calificación:

A / A

Figura 43: Bomba de calor con cinco splits

5.7- Bomba de calor ACS

En este punto estudiaré la posibilidad de instalar un sistema de producción de ACS mediante bomba de calor. Estos sistemas son más mucho más eficientes que los que calientan el agua mediante el efecto Joule.

Instalaremos la bomba Supraeco W-2 de la casa Junkers con una capacidad de 270 litros, un SCOP de 4,3.

6- ESTUDIO ECONÓMICO

6.1- Costes de las medidas de mejora energética.

A continuación se muestra un resumen de los presupuestos de las medidas de mejora. El desglose se puede encontrar en el anejo de presupuestos.

N	MEDIDAS	COSTE + IVA
1	Relleno de cámara de aire con aislamiento	723,02 €
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.020,32 €
3	Trasdosado de 4 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.346,43 €
4	Trasdosado de 5 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.415,35 €
5	Trasdosado de 6 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.483,33 €
6	Aislamiento XPS y sustitución de hoja interior por yeso laminado	2.697,04 €
7	Adición de doble ventana en las fachadas al sur	1.794,30 €
8	Colocación de marquesina en fachada al sur	1.500,59 €
9	Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS	3.398,29 €
10	Instalación fotovoltaica	8.682,11 €
11	ACS y calefacción con caldera de condensación y apoyo solar	8.801,23 €
12	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal	1.947,85 €
13	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las habitaciones y comedor.	4.668,24 €
14	Instalación de bomba de calor aire-agua para ACS	3.081,00 €

Tabla 43: Resumen de presupuesto de diferentes medidas energéticas.

6.2- Rentabilidad de las medidas de mejora

AHORRO ESTIMADO PARA CADA MEDIDA.

El ahorro estimado para cada medida se ha calculado mediante el programa CE³X, que en su apartado de medidas de mejora realiza un a comparativa del consumo, tanto para refrigeración como para calefacción, de la vivienda en el estado actual y del consumo de la vivienda una vez realizadas las medidas de mejora.

Los valores de consumo y producción de kg de CO₂/m² que se han estimado para la vivienda son los siguientes:

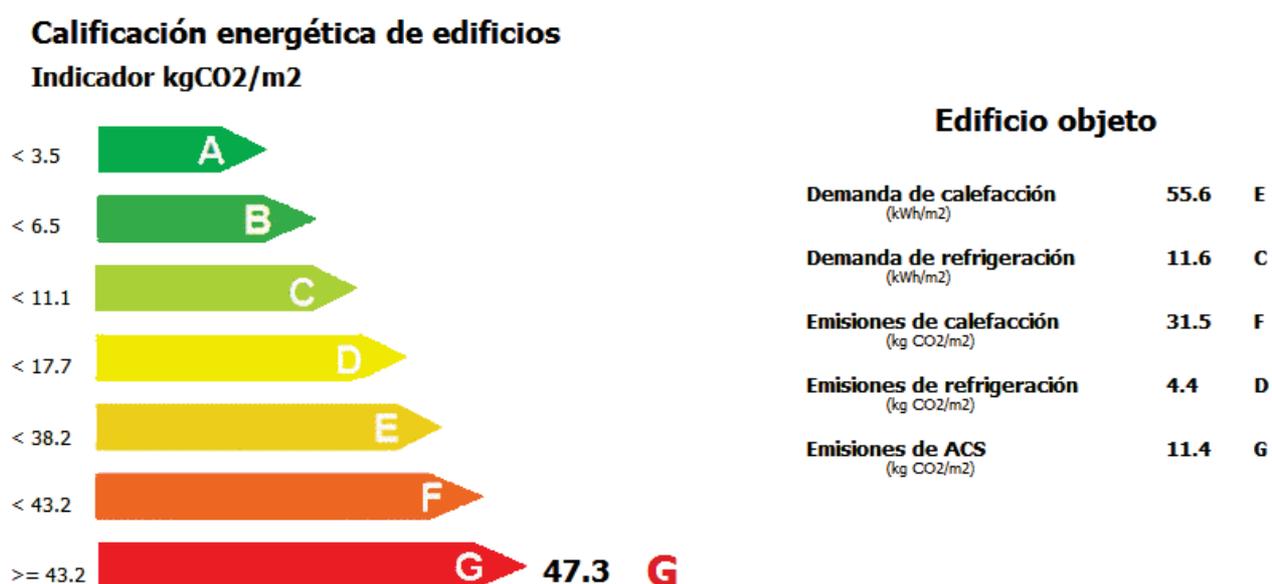


Figura 44: Calificación energética de la vivienda

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
1	Relleno de cámara de aire con aislamiento	52,5	10,8	29,7	4,1	11,4	45,3	G
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	43,8	10,7	24,8	4,1	11,4	40,3	F
3	Trasdosado de 4 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	43,6	10,7	24,7	4,1	11,4	40,2	F
4	Trasdosado de 5 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	43,4	10,7	24,6	4,1	11,4	40,1	F
5	Trasdosado de 6 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	43,3	10,6	24,5	4,1	11,4	40,0	F
6	Aislamiento XPS y sustitución de hoja interior por ladrillo perforado	43,3	10,6	24,5	4,1	11,4	40,0	F
7	Adición de doble ventana en fachada sur	51,8	11,5	29,3	4,4	11,4	45,2	G
8	Colocación marquesina en fachada sur	53,7	11,4	30,4	4,3	11,4	46,2	G
9	Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS	55,6	11,6	31,5	4,4	4,4	40,3	F
10	Instalación fotovoltaica	55,6	11,6	4,4	4,4	10,4	35,6	E
11	ACS y calefacción con caldera de condensación	55,6	11,6	11,1	4,4	7,1	22,7	E
12	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal	55,6	11,6	17,3	3,4	10,4	31,0	E
13	Instalación bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las habitaciones y comedor.	55,6	11,6	9,5	1,5	10,4	21,4	E
14	Bomba de calor aire-agua para ACS	55,6	11,6	31,5	4,4	6,4	42,3	F

Tabla 44: Mejora energética de las diferentes opciones.

6.3- Amortización de las medidas de mejora energética

AMORTIZACIÓN SOLUCIONES DE FACHADA

Vamos a analizar detenidamente las diferentes soluciones de fachada que hemos propuesto:

N	Medida	Coste (€)	Demanda total (kWh/m ²)	Emisiones globales (kgCO ₂ /m ²)	Amortización (años)	Calificación
1	Relleno de cámara de aire con aislamiento	723,02	63,3	45,3	133,3	G
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1020,32	54,5	40,3	11,7	F
3	Trasdosado de 4 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1346,43	54,3	40,2	15,2	F
4	Trasdosado de 5 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1415,35	54,1	40,1	15,8	F
5	Trasdosado de 6 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1483,33	53,9	40,0	16,4	F
6	Aislamiento XPS y sustitución de hoja interior por ladrillo perforado	2697,04	53,9	40,0	73,2	F

Tabla 45: Eficacia de las mejoras energéticas en la envolvente térmica.

A la vista de los datos calculados podemos deducir varias cosas. En primer lugar que la opción de relleno de cámara de aislamiento es la más económica pero es la que menos resultados proporciona. La mejora es tan baja que, no solo no nos hace cambiar de letra, a diferencia del resto de opciones, sino que además se establece un período de amortización de más de un siglo. Por lo que descartaremos la opción del relleno de cámara de aire.

La opción 6, que consistía en sustituir la hoja interior por otra con más masa térmica a fin de conseguir inercia térmica y más espacio habitable, tampoco es una opción sensata. Es la opción más cara, ya que conlleva el derribo y una construcción de tabiquería de ladrillo con aislamiento. Su período de amortización está en más de 70 años. Por lo que descartaremos esta opción.

Respecto a las opciones que nos quedan, que son trasdosados de yeso laminado con 3, 4, 5 o 6 cm de aislamiento, vemos que la mejora en cuanto ahorro de demanda energética y en cuanto a emisiones de kg de CO₂/m² son mínimas, casi inapreciables, mientras que se establece una diferencia de unos 300€ el saltar de un espesor a otro de aislamiento. Por ello se aprecia diferencias en los años e amortización que aparecen.

A la luz de este cuadro nos decantaremos por la opción de trasdosado de 3cm de poliestireno extruido (XPS) y yeso laminado.

A partir de ahora descartamos el resto de soluciones de tratamiento de fachada y combinaremos otras opciones con la escogida.

AMORTIZACIÓN DOBLE VENTANA Y MARQUESINA

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
7	Adición de doble ventana en fachada sur	51,8	11,5	29,3	4,4	11,4	45,2	G
8	Colocación marquesina en fachada sur	53,7	11,4	30,4	4,3	11,4	46,2	G

Tabla 46: Mejora energética conseguida con intervención en ventanas.

Con la adición de doble ventana en la fachada sur, obtenemos un ahorro en calefacción del 6,7%.

Esto supone un ahorro en la factura de la luz del 0,96%, ya que la calefacción únicamente representa una parte de la factura. Este ahorro es de 13,96€/año. Por lo que el período de amortización de esta medida se prolonga 128 años. No es una solución rentable, ya que la vida útil de estas ventanas es considerablemente inferior a su período de amortización.

El beneficio de la marquesina es principalmente en verano, cuando es necesario refrigerar la vivienda. No obstante esta vivienda no tiene sistemas de refrigeración, por lo que esta marquesina puede aumentar el bienestar en la vivienda pero no supondría un ahorro económico considerable. Además el ahorro que se estima en refrigeración es del 1,7%, bastante inferior al de la colocación de doble ventana. Siendo el precio ligeramente inferior al de la colocación de doble ventana obtendríamos unos períodos de amortización desincentivadores.

AMORTIZACIÓN APOYO SOLAR TÉRMICO PARA ACS

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
9	Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS	55,6	11,6	31,5	4,4	4,4	40,3	F

Tabla 47: Mejora conseguida con instalación de apoyo solar a ACS.

Con la instalación de apoyo a la producción de ACS mediante paneles solares podemos conseguir un aporte del 61,8% de la energía.

Como el calentador es eléctrico, este 61.8% sería supondría una reducción del coste de la factura eléctrica del 23,12%. Esto supone un ahorro eléctrico de 338,28€ al año. Esto nos da un período de amortización de unos 10 años. Algo bastante razonable.

AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
10	Instalación fotovoltaica	55,6	11,6	4,4	4,4	10,4	35,6	E

Tabla 48: Mejora energética conseguida con la instalación fotovoltaica.

En el apartado de instalación fotovoltaica hemos calculado que el aporte energético suministrado por los paneles solares suponía el 57,39% de la energía consumida por la vivienda. Esto supone un ahorro económico del 42,8% de la factura: 622,22€ al año.

Si además se baja la potencia contratada por confiar en la suministrada por el sistema fotovoltaico, se puede alcanzar un ahorro del 47,31% (692,11€ al año) si la bajamos a 4,6kW o del 51,81% (758,01€ al año) si la bajamos a 3,45kW.

Esto hace que el período de amortización de la instalación fotovoltaica se sitúe entre 11,45 y 13,95 años.

Sabiendo que la vida útil de los paneles es de 25 años, se considera la instalación fotovoltaica una opción rentable a largo plazo.

AMORTIZACIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN MEDIANTE CALDERA DE CONDENSACIÓN

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
11	ACS y calefacción con caldera de condensación	55,6	11,6	11,1	4,4	7,1	22,7	E

Tabla 49: Mejora energética mediante la instalación de caldera de condensación.

En esta medida lo primero que tenemos que hacer es calcular una reducción del consumo eléctrico que lo asociaré a una reducción de la energía contratada a 3,45kW.

Esto, de entrada ya nos supone un descenso anual en la factura eléctrica de 899,73€

La energía necesaria de ACS y calefacción se ha calculado previamente en el punto en el que se trataba esta instalación.

Como hemos visto, la energía que necesitamos para producir el ACS es de 3.183kW/h y la energía necesaria para calefacción

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.
Calefacción/h	6,15	6,15	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	3,08	6,15
calef/día (1,6h)	9,84	9,84	3,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,95	4,92	9,84
Calef/mes	305,04	275,52	122,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,51	147,60	305,04
ACS/mes	302,40	267,60	290,30	275,00	272,10	251,60	223,10	217,70	245,80	266,10	275,00	296,00
TOTAL	607,44	543,12	412,32	275,00	272,10	251,60	223,10	217,70	245,80	357,61	422,60	601,04

Tabla 50: Demanda energética de calefacción con radiadores y ACS.

La demanda total de energía sería de 4.430kWh al año. Al instalar una caldera de condensación con un rendimiento del 109%, el consumo de gas es el siguiente:

$$\frac{4.430}{1,09} = 4.064 kWh$$

Esto supone un gasto de 428,41€. Por lo que el ahorro anual de esta medida es de:

$$899,73 - 428,41 = 471,32$$

Por lo que el período de amortización de esta medida es de 18,7 años

BOMBA DE CALOR FRÍO Y CALOR EN COMEDOR Y DORMITORIO PRINCIPAL

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
12	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal	55,6	11,6	17,3	3,4	10,4	31,0	E

Tabla 51: Mejora energética conseguida con bomba de calor en dos estancias.

Al igual que en la anterior medida, en esta descontaremos la electricidad empleada en calefactar mediante radiadores eléctricos las habitaciones de la vivienda y después calcularemos el gasto que esta bomba genera para calefactar y refrigerar la vivienda.

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	
Calefacción/h	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	4,60	
Horas de uso	2,00	2,50	1,50	0,00	0,00	1,00	2,50	2,50	1,50	0,00	0,50	1,50	
Calef/mes	285,20	322,00	213,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	69,00	213,90	1104,00
Refrig/mes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	138,00	320,85	320,85	207,00	0,00	0,00	0,00	986,70

Tabla 52: Demanda energética con la bomba de calor en dos estancias.

El total de energía aportada a la vivienda, ya sea para refrigeración o calefacción, sería de 1104,00+986,70=2162,78kwh

No obstante para calcular la energía eléctrica consumida debemos tener en cuenta los coeficientes SCOP (Coeficiente de rendimiento Estacional) y SEER (Factor de eficiencia energética estacional).

En este caso los valores son los siguientes:

SEER (Refrigeración): 5,6

SCOP (Calefacción): 3,8

Por lo que el consumo eléctrico para calefactar y refrigerar la vivienda será de:

$$\frac{kWh_{refrigeración}}{SEER} + \frac{kWh_{calefacción}}{SCOP} = \frac{986,70}{5,6} + \frac{1104,00}{3,8} = 176,20 + 290,52 = 466,73 kWh$$

Esto supone un ahorro en la factura eléctrica de 79,86€ anuales, ay que consideramos que en las habitaciones en las que no se han instalado Splits se sigue utilizando radiadores eléctricos.

Esto nos da un período de amortización de 25 años.

Este sistema nos da un período de amortización largo. Los motivos son que a lo largo del año el consumo que se realizará de este aparato se producirá tanto en verano como en invierno. Esta situación no se daba antes, ay que la casa no tenía refrigeración. Se contempla pues un mayor consumo energético que aunque sea amortizable en un período largo de tiempo está proporcionando a la vivienda un mayor confort no solo en los meses de invierno, también en los de verano.

BOMBA DE CALOR FRÍO Y CALOR EN COMEDOR Y EN TODOS LOS DORMITORIOS

MEDIDAS		DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
13	Instalación bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las habitaciones y comedor.	55,6	11,6	9,5	1,5	10,4	21,4	E

Tabla 53: Mejora energética con la instalación de bomba en todas las estancias.

La energía térmica aportada por esta opción es la siguiente:

	En.	Fe.	Ma.	Ab.	Ma.	Ju.	Jl.	Ag.	Se.	Oc.	No.	Di.	
Calefacción/h	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	12,40	
Horas de uso	2,00	2,50	1,50	0,00	0,00	1,00	2,50	2,50	1,50	0,00	0,50	1,50	
Calef/mes	768,80	868,00	576,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	186,00	576,60	2976,00
Refrig/mes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	372,00	864,90	864,90	558,00	0,00	0,00	0,00	2659,80

Tabla 54: Demanda energética con bomba de calor en todas las estancias.

La energía consumida sería:

$$\frac{kWh_{refrigeración}}{SEER} + \frac{kWh_{calefacción}}{SCOP} = \frac{2659,8}{5,1} + \frac{2976,00}{3,8} = 521,53 + 783,16 = 1.304,69 kWh$$

Esto nos da un ahorro negativo anual de 18,29€. Por lo que nunca se amortizaría esta inversión.

Esto no quiere decir que sea una mala inversión, ya que en la decisión de instalar un aire acondicionado no está presente únicamente el querer ahorrar dinero, también el querer calefactar o refrigerar una vivienda y es esto lo que se estaría pagando.

AEROTERMIA PARA ACS

N	MEDIDAS	DEMANDA CALEFACCIÓN	DEMANDA REFRIGERACIÓN	EMISIONES CALEFACCIÓN	EMISIONES REFRIGERACIÓN	EMISIONES ACS	EMISIONES GLOBALES	CALIFICACIÓN
14	Bomba de calor aire-agua para ACS	55,6	11,6	31,5	4,4	6,4	42,3	F

Tabla 55: Mejora conseguida con aerotermia para ACS.

El sistema de Aerotermia para ACS es un sistema parecido al del apoyo por placa solar térmica para la producción de ACS. La diferencia es que el calor es cogido del aire en lugar del sol.

Este sistema, al tener un elevado SCOP (4,3) nos produce el ACS con la cuarta parte de la energía que necesitaría una resistencia eléctrica.

Esto supone un ahorro anual de 373,10€ en la factura de la luz. Con este valor obtenemos un período de amortización de 8,25años. Este es un período de amortización bastante razonable.

N	MEDIDAS	COSTE MEDIDA	AMORTIZACIÓN	AHORRO ANUAL	REDUCCIÓN EMISIONES	CALIFICACIÓN
1	Relleno de cámara de aire con aislamiento	723,02 €	133,3	5,4	4,30%	G
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.020,32 €	11,7	87,2	14,80%	F
3	Trasdosado de 4 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.346,43 €	15,2	88,6	15,10%	F
4	Trasdosado de 5 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.415,35 €	15,8	89,6	15,30%	F
5	Trasdosado de 6 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.483,33 €	16,4	90,4	15,50%	F
6	Aislamiento XPS y sustitución de hoja interior por ladrillo perforado	2.697,04 €	36,8	73,2	15,40%	F
7	Adición de doble ventana en fachada sur	1.794,30 €	128,0	14,0	4,60%	G
8	Colocación marquesina en fachada sur	1.500,59 €	140,0	10,7	2,40%	G
9	Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS	3.398,29 €	10,0	338,3	14,90%	F
10	Instalación fotovoltaica	8.682,11 €	12,5	692,1	24,70%	E
11	ACS y calefacción con caldera de condensación	8.801,23 €	18,7	471,3	52,10%	E
12	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal	1.947,85 €	25,0	79,9	34,40%	E
13	Instalación bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las habitaciones y comedor.	4.668,24 €	Infinito	-18,3	54,90%	E
14	Bomba de calor aire-agua para ACS	3.081,00 €	8,3	373,1	10,60%	F

Tabla 56: Resumen de la mejora energética de las medidas a implementar.

Vemos que la mejor opción de fachada es la de un trasdosado de poliestireno extruido de 3cm acabado en yeso laminado, aunque esto nos quite la inercia térmica de la fachada.

Las medidas más atractivas económicamente hablando son aquellas que ofrecen un menor período de amortización:

- 1- Aerotermia para ACS
- 2- Instalación solar térmica para apoyar la producción de ACS
- 3- Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado
- 4- Instalación fotovoltaica
- 5- Instalación de ACS con caldera

Las opciones que mayor reducen las emisiones de CO2 a la atmósfera y por tanto mayor harían subir la calificación a la vivienda son las siguientes:

- 1-Instalación bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las

habitaciones y comedor.

2- ACS y calefacción con caldera de condensación

3- Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal

4- Instalación fotovoltaica

5- Soluciones de fachada

6- Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS

7- Aerotermia para ACS

A lo hora de plantear una reforma energética es crucial incidir tanto en la forma de alcanzar el confort como en la forma de mantenerlo.

A continuación calcularemos algunas propuestas que engloben más de una de las anteriores para poder abordar una reforma energética en base a diferentes presupuestos.

Los conjuntos de medidas van a ser los siguientes:

Conjunto 1:

Trasdosado de 3cm de poliestireno todas las fachadas de la vivienda. Bomba de calor con Split en comedor y habitación principal, Aerotermia para ACS y paneles solares fotovoltaicos.

Las medidas de bomba de calor, Aerotermia y el mayor aislamiento en la vivienda hace que el consumo eléctrico se reduzca, por lo que volveremos a rediseñar la instalación fotovoltaica:

Trasdosado de 3cm de poliestireno extruido en todas las fachadas de la vivienda e instalación de caldera de condensación para ACS y calefacción mediante radiadores.

Vemos que si colocamos 4 paneles tenemos una sobreintensidad durante el mes de julio. Colocar 3 paneles a 36º, inclinación óptima nos aportaría el 57,52% de la energía, pero si ponemos 4 paneles y los inclinamos 50º, aumentaríamos la energía obtenida en invierno y reduciríamos la obtenida en verano, por lo que podemos llegar a suministrar un 74,63% de la electricidad sin sobrecargar ningún mes la instalación.

Este mayor aporte de energía eléctrica se hace posible gracias al consumo de energía que se produce en los meses fríos, ya que antes no habría refrigeración y esto nos limitaba la instalación para no generar sobreintensidades.

Además esto nos permitiría bajar la potencia contratada a 3,45kW, por lo que el ahorro sería de 1.097,24€ anuales.

El precio de este conjunto de medidas es el siguiente:

N	MEDIDAS	COSTE + IVA
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.020,32 €
10	Instalación fotovoltaica (4 paneles)	7.637,64 €
12	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal	1.947,85 €
14	Instalación de bomba de calor aire-agua para ACS	3.081,00 €
	TOTAL	13,686,81€

Tabla 57: Coste de las medidas del conjunto 1.

Este conjunto de medidas se amortizaría en 12,47 años y la calificación energética obtenida gracias a este conjunto de medidas sería la siguiente:

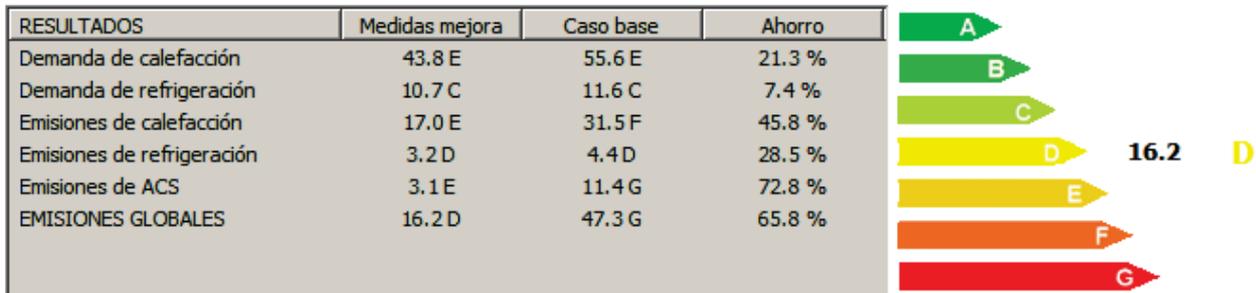


Figura 45: Mejora energética del conjunto 1

Conjunto 2:

Trasdosado de 3cm de poliestireno extruido en todas las fachadas de la vivienda, instalación de calefacción y ACS mediante caldera de condensación y aporte energético al ACS mediante paneles solares térmicos.

Como en el punto en el que hemos tratado la instalación de ACS y calefacción no mediante radiadores, vamos a calcular el ahorro mediante el descuento de la energía eléctrica empleada para calefactar la vivienda, y luego añadiremos el gasto de gas generado por la instalación, aunque esta vez será algo menor ya que el aislamiento de la envolvente térmica va a retener el calor y hará falta emplear menos energía térmica para alcanzar el confort térmico en el interior de la vivienda.

El ahorro en la instalación eléctrica es de 899,73€ euros anuales y la factura de gas ascenderá a 237,41€ anuales, por lo que el ahorro conseguido es de 662,32€ anuales.

N	MEDIDAS	COSTE + IVA
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.020,32 €
9	Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS	3.398,29 €
11	ACS y calefacción con caldera de condensación y apoyo solar	8.801,23 €
	TOTAL	13,219,84€

Tabla 58: Coste de las medidas energéticas del conjunto 2.

Esto nos da un plazo de amortización de 20 años. La calificación energética que este conjunto de medidas nos aportaría sería la siguiente:

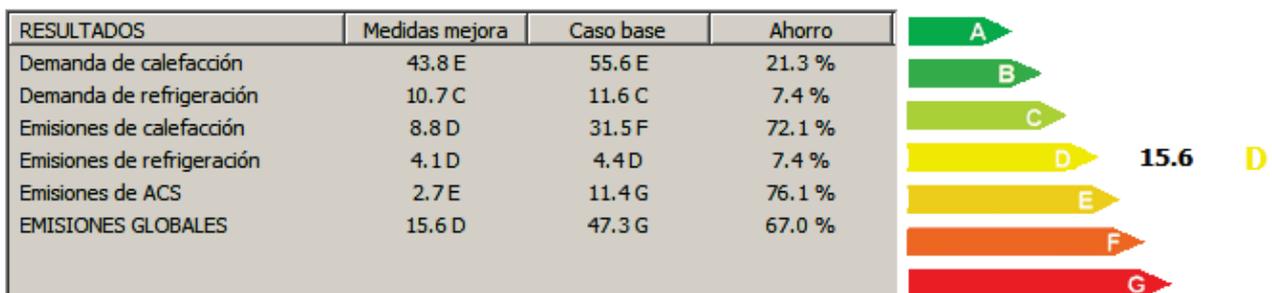


Figura 46: Mejora energética del conjunto 2

7- CONCLUSIONES

7.1 La materia prima importa

Hemos visto varias medidas con diferentes rentabilidades económicas. Algunas de ellas nos permiten ahorrar un gran porcentaje del coste de las facturas energéticas. obstante, este ahorro no es siempre proporcional a la mejora energética que se produce.

Uno de los motivos por los que ocurre esto es porque el consumo de un kWh de electricidad no desprende la misma cantidad de kg de CO₂ que el consumo de un kWh de gas natural. Esto hace que las opciones que se decanten por el consumo de gas natural salgan beneficiadas en la calificación energética.

El consumo eléctrico de 1 kWh de Gas Natural genera 204g CO₂. Este valor es fijo, o al menos tiene una variabilidad muy baja en función de la cantidad de otros gases contenidos en el Gas Natural.

La producción de CO₂ de la electricidad varía en función de como esta ha sido generada. Por lo que tiene que ver también con el punto de consumo. Así por ejemplo en las islas baleares, el consumo de 1 kWh asciende a casi 1kg de CO₂. No obstante, en la península se considera que este valor ronda los 270gr de CO₂/kWh.

Este valor también depende de la compañía que suministre el gas, así por ejemplo, Iberdrola informa del contenido de carbono producido para suministrarte la electricidad.

Vemos que Iberdrola produce 160gr de CO₂ por cada kWh. Este valor es inferior al del gas natural y se debe a la creciente apuesta por energías renovables de la empresa.

Algunas compañías informan también del origen de la energía suministrada como forma de desmarcarse de la competencia.

También cabe destacar que parte de la energía eléctrica se pierde en el transporte desde las centrales hasta los puntos de consumo, mientras que el consumo de gas se realiza en la propia vivienda por lo que las pérdidas son inferiores.

7.2 Eficiencia y coherencia

Tras plantear diversas mejoras y analizar su rentabilidad y su mejora energética se ve claramente la importancia de los sistemas de instalaciones con altos rendimientos.

Es el caso por ejemplo de las calderas de condensación, que aportan más kW térmicos de los que consume. Esto incide directamente en una reducción proporcional en el consumo y, consecuentemente, en las emisiones de CO₂.

Es el caso también de la energía solar, que realiza un aporte casi gratuito a la producción de ACS o al consumo eléctrico. Al fin y al cabo, lo que están haciendo estos sistemas de apoyo es rebajar la necesidad de producción de los sistemas existentes, por lo que se consigue, en conjunto, una vivienda con un alto rendimiento.

Las energías renovables están siendo impulsadas en el CTE, y cabe resaltar que la Directiva Europea 2009/28/CE consideró la energía Aerotérmica como energía renovable debido a los altos rendimientos que obtenía, pudiendo llegar a obtener más de 5 kW térmicos por cada kW eléctrico consumido en algunos casos.

La apuesta por estos sistemas supone una inversión inicial mayor, pero que garantizan períodos de retorno menores.

A la hora realizar las instalaciones, conviene buscar cierta coherencia, y decidirse previamente sobre si seguir una instalación eminentemente eléctrica, o una eminentemente a gas. Si elegimos un potenciar el consumo de gas, nos convendrá utilizarlo lo mayor posible, ya que el precio del kWh de gas es más económico que el consumo del kWh eléctrico. No obstante, si elegimos una instalación cuyo consumo principal es eléctrico, nos convendrá, para evitar gastos fijos, tener un aparato que consuma gas.

7.3- Componente humano de la calificación energética.

La certificación energética de viviendas evalúa por un lado el consumo energético necesario para alcanzar niveles de confort en el interior de la vivienda, y por el otro la capacidad de la envolvente térmica de mantener este nivel de confort.

En el presente trabajo hemos visto diferentes soluciones para la envolvente térmica y para las instalaciones de la vivienda, y es innegable la importancia de el uso de sistemas con altos rendimientos que nos permitan aprovechar energías renovables e inagotables.

No obstante existe una componente que hace que la el consume energético o las emisiones de CO₂ a la atmósfera varíen. Estos son los inquilinos que habitan las viviendas.

Una casa con una alta calificación energética no garantiza unos mejores resultados en cuanto a emisiones y consumos que otra con pero calificación si los hábitos de las personas que viven en la vivienda no son respetuosos con el medio ambiente y tiene cierto grado de sensibilización.

Obviamente no podemos calificar energéticamente a las personas en función de sus hábitos, pero no son pocas las campañas que se han preocupado de aumentar la *“calificación energética de las personas”* mediante campañas de sensibilización.

No es raro ver anuncios que nos inviten a cambiar bombillas incandescentes por bombillas de bajo consumo, o que nos digan que pongamos la lavadora cuanto esté al máximo de su carga, o que pongamos el termostato a 24º tanto en invierno como en verano, o que no dejemos correr el agua caliente mientras hacemos otras cosas...

Existen un sin fin de consejos que despiertan en las personas la responsabilidad por la conservación del planeta, y, es que este es el primer paso para una buena calificación energética.

7.4- Eficiencia energética y cambio climático

Por último, me gustaría acabar con una reflexión sobre el cambio climático, el calentamiento global y nuestras posibilidades de detener la degradación del planeta.

Es innegable que el cese del cambio climático depende de la humanidad, ya que es el principal actor que lo potencia. Me gustaría pensar que en nuestra mano está la posibilidad de cambiar la huella ecológica que imprimimos al planeta. Pero todo me hace pensar que pese a que esta posibilidad está en nuestras manos, no vamos a hacer uso de ella.

Si cada persona, a nivel individual, no está dispuesta a cambiar sus hábitos y su forma de vida en aras de un medio ambiente más sano, entonces el cambio climático está fuera de nuestro control. Las personas, con sus honorables excepciones, no estamos dispuestos a dejar de utilizar el coche o a tener otro modelo de consumo. Estamos esperando que sea la industria la que encuentre soluciones ecológicas y eficientes para que, sin apenas modificar el modo de vida que llevamos y conocemos, podamos ser más respetuosos con el medio ambiente. Pero no solo esto. La primera condición que pondríamos a cualquier sistema es que sea rentable económicamente.

Los coches eléctricos no se venden porque sean más ecológicos, sino por que son más rentables. Las bombillas de bajo consumo no se venden porque sean más respetuosas con el medio ambiente, es por que a la larga salen rentables.

De este hecho se deriva la importancia de realizar un preciso y acertado estudio energético. La tarea del certificador energético no es únicamente la de proporcionar un papel exigido por la ley para poder realizar una venta o alquiler de un inmueble. Es la oportunidad de dar cumplimiento a nuestro deber con el medio ambiente y con el planeta. Es necesario convencer de que la opción ecológica es, además, la opción económica. Esto, a la luz de este Trabajo Fin de Grado, no es faltar al verdad, más bien es sacarla a relucir. Comprar sistemas baratos y contaminantes a medio plazo sale más caro.

8- BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2012). *Certificación energética de edificios existentes. Comparación de resultados frente a procedimiento de referencia: Calener - CE3*. Recuperado el 16 de junio de 2015 de www.minetur.gob.es

Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2012). *Procedimientos de certificación energética para edificios existentes*. Recuperado el 16 de junio de 2015 de www.minetur.gob.es

Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2012). *Procedimientos de certificación energética para edificios existentes*. Recuperado el 16 de junio de 2015 de www.minetur.gob.es

Agencia Estatal de Meteorología. *Atlas de radiación solar en España utilizando los datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Recuperado el 30 de junio de 2015 de www.aemet.es

Artículos Técnicos, Cerámica La Paloma. *El comportamiento térmico y la inercia térmica de las fábricas con bloques Termoarcilla*. F. Javier Neila González y César Bedoya Frutos. Recuperado el 1 de julio de 2015 de www.ceramica-lapaloma.com

Sialsol: Balance neto. Tabla excel para cálculo fotovoltaico. Javier Gómez de la Vega Jiménez. Recuperado el 1 de julio de 2015 de www.sialsol.es

IFTec GeoEnergía SL. *Bomba de Calor Geotérmica (BCG)*. Recuperado el 9 de julio de 2015. www.iftec.es/bcg.html

9- ÍNDICE DE TABLAS

1. Aislamiento en cámara de aire	4
2. Resistencia térmica en función de la dirección del flujo de calor.	6
3. Aislamiento de la cámara de aire en función de su espesor	6
4. Relación de resultados entre Calener y CE ³ X	6
5. Resistencia térmica de varios materiales	8
6. Tipología de paneles solares	16
7. Superficie construida de la vivienda.	18
8. Superficie útil de la vivienda.	18
9. Orientaciones de fachada según CTE	20
10. Resistencia térmica de fachada norte en cocina y puente térmico.	23
11. Resistencia térmica de la fachada norte con balconera cerrada	24
12. Puente térmico en forjado pasante	25
13. Resistencia térmica de la fachada sur	26
14. Resistencia térmica del puente térmico del pilar integrado en fachada sur	27
15. Resistencia térmica del tabique que linda con caja de escalera	27
16. Características generales de la ventana.	28
17. Características de las ventanas	29
18. Resistencia térmica ventana sur	29
19. Resistencia térmica ventana norte con balconera.	29
20. Mejora de resistencia térmica con diferentes soluciones	34
21. Resumen mejoras y características de las soluciones de fachada	35
22. Cálculo de consumo diario de agua caliente sanitaria	38
23. Consumo mensual y anual de ACS	38
24. Temperatura media mensual de agua fría (°C)	39
25. Demanda energética para abastecer de ACS a la vivienda.	39

26. Aporte energético de la placa solar	41
27. Contricubión solar mínima para edificios de nueva construcción según el CTE	41
28. Características del interacumulador propuesto para ACS.	42
29. Consumo eléctrico de la vivienda en verano e invierno	45
30. Irradiancia en Valencia según la inclinación de la superficie receptora	47
31. Radiación y horas solares pico en Valencia con una inclinación de 36º	48
32. Consumo energético mensual.	49
33. Aporte energético solar con diferentes inclinaciones	49
34. Aporte energético con diferentes instalaciones de 7, 8 y 9 paneles solares.	49
35. Características del panel solar escogido	50
36. Coeficientes para cálculo de demanda de calefacción	52
37. Demanda de calefacción de las estancias de la vivienda	52
38. Características del elemento de radiador MISTRAL.	53
39. Distribución de radiadores en vivienda.	53
40. Características de calderas para instalación de calefacción	53
41. Calificación energética de las bombas de calor en función de su rendimiento estacional	54
42. Mejora energética de diferentes calidades de bomba de calor	54
43. Resumen de presupuesto de diferentes medidas energéticas.	57
44. Mejora energética de las diferentes opciones.	59
45. Eficacia de las mejoras energéticas en la envolvente térmica	60
46. Mejora energética conseguida con intervención en ventanas	61
47. Mejora conseguida con instalación de apoyo solar a ACS	61
48. Mejora energética conseguida con la instalación fotovoltaica	62
49. Mejora energética mediante la instalación de caldera de condensación	62
50. Demanda energética de calefacción con radiadores y ACS	63
51. Mejora energética conseguida con bomba de calor en dos estancias	63
52. Demanda energética con la bomba de calor en dos estancias	63

53. Mejora energética con la instalación de bomba en todas las estancias	64
54. Demanda energética con bomba de calor en todas las estancias	64
55. Mejora conseguida con aerotermia para ACS	65
56. Resumen de la mejora energética de las medidas a implementar.	66
57. Coste de las medidas del conjunto 1	67
58. Coste de las medidas energéticas del conjunto 2	68

10- ÍNDICE DE FIGURAS

1. Figura 1: Amortización de la energía irradiada en fachadas	9
2. Inercia térmica de los cerramientos	10
3. <i>Factor “g” del vidrio</i>	11
4. <i>Tipologías de marco</i>	12
5. <i>Trayectoria solar</i>	12
6. <i>Ángulo solar en solsticios</i>	13
7. <i>Barrera solar en verano</i>	13
8. <i>Eficiencia energética de bomba de calor</i>	14
9. <i>Funcionamiento de un sistema geotérmico</i>	14
10. <i>Ubicación de la vivienda objeto de estudio.</i>	17
11. <i>Plano de la vivienda</i>	19
12. <i>Orientación de las fachadas de la vivienda</i>	20
13. <i>Tipologías envolvente térmica</i>	21
14. <i>Tipologías fachada norte</i>	22
15. <i>Puerta cocina-galería</i>	22
16. <i>Puente térmico en pilar integrado en fachada.</i>	23
17. <i>Esquema blaconera cerrada</i>	24
18. <i>Puente térmico en forjado pasante</i>	25
19. <i>Puentes térmicos en el encuentro de fachada y estructura</i>	25
20. <i>Composición fachada sur</i>	26
21. <i>Zona que está en contacto con el exterior a través de una fachada vertical.</i>	27
22. <i>Orientación de las ventanas</i>	28
23. <i>Patrón de sombras desde las ventanas de la vivienda.</i>	30
24. <i>Imágenes de los marcos, ventanas y contornos de huecos</i>	30
25. <i>Acumulador de ACS existente.</i>	31

26. <i>Calificación energética global</i>	32
27. <i>Demanda energética de calefacción y refrigeración</i>	32
28. <i>Patrón de sombras con marquesina instalada</i>	37
29. <i>Funcionamiento de la marquesina solar en verano en invierno</i>	37
30. <i>Panel LP SUN 20</i>	40
31. <i>Patrón de sombras desde la cubierta del edificio</i>	40
32. <i>Rendimiento de los paneles en función de su orientación e inclinación.</i>	41
33. <i>Aporte solar mensual del panel solar LP-SUN 20</i>	42
34. <i>Modelo de interacumulador propuesto</i>	42
35. <i>Funcionamiento de la instalación fotovoltaica con balance neto</i>	44
36. <i>Distribución temporal de producción y consumo de energía fotovoltaica.</i>	44
37. <i>Consumos energético por usso durante el año</i>	46
38. <i>Relación entre irradiancia y horas solares pipco</i>	47
39. <i>Irradiancia solar en valencia en función del ángulo de captación</i>	48
40. <i>Aporte energético de la instalación de paneles solares fotovoltaicos.</i>	50
41. <i>Ahorro energético con bomba de calor</i>	55
42. <i>Bomba de calor con dos splits</i>	55
43. <i>Bomba de calor con cinco splits</i>	55
44. <i>Calificación energética de la vivienda</i>	58
45. <i>Mejora energética del conjunto 1</i>	68
46. <i>Mejora energética del conjunto 2</i>	68

11- ANEXOS

Anexo 1: Ficha Catastral



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

Municipio de VALENCIA Provincia de VALENCIA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
7322402YJ2772C0209SU**DATOS DEL INMUEBLE**

LOCALIZACIÓN

CL SANTA ROSA 4 Es:1 Pl:05 Pt:13**46021 VALENCIA [VALENCIA]**

USO LOCAL PRINCIPAL

Residencial

AÑO CONSTRUCCIÓN

1977

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

0,990000SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]**105****DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE**

SITUACIÓN

AV PUERTO DEL 11**VALENCIA [VALENCIA]**SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]**16.698**SUPERFICIE SUELO [m²]**2.430**

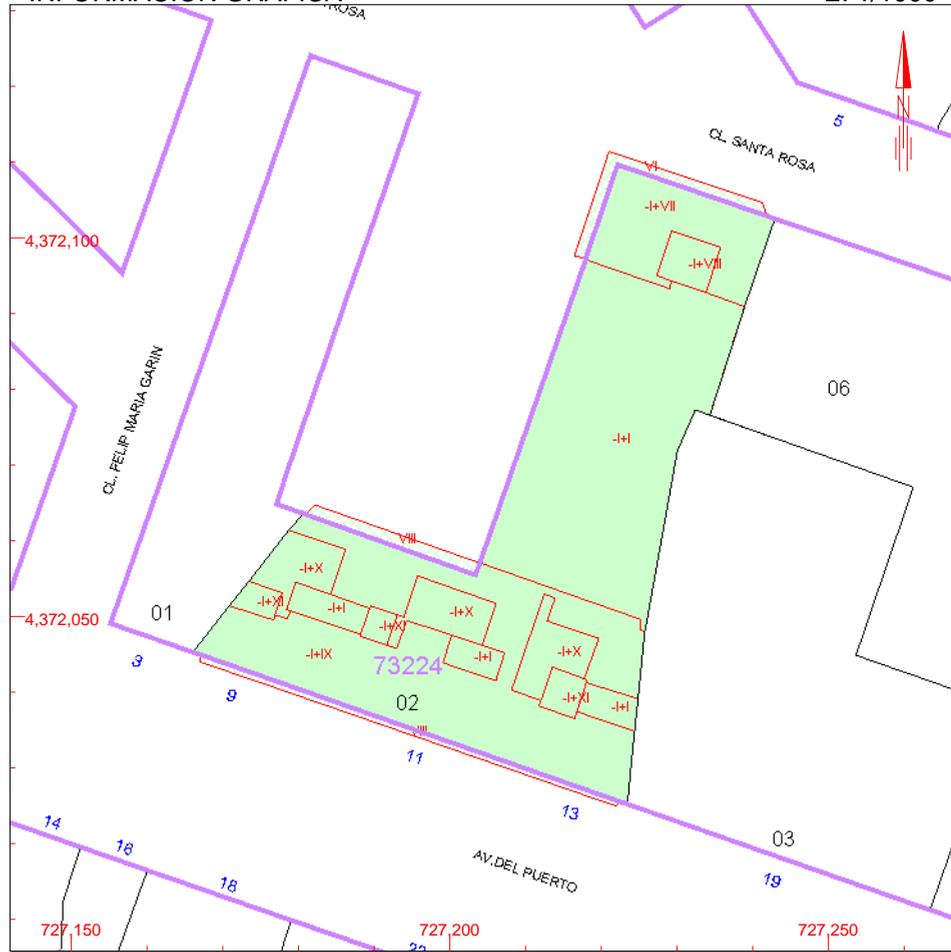
TIPO DE FINCA

[division horizontal]**ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN**

Uso	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²
VIVIENDA		05	13	99
ELEMENTOS COMUNES				6

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/1000



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.

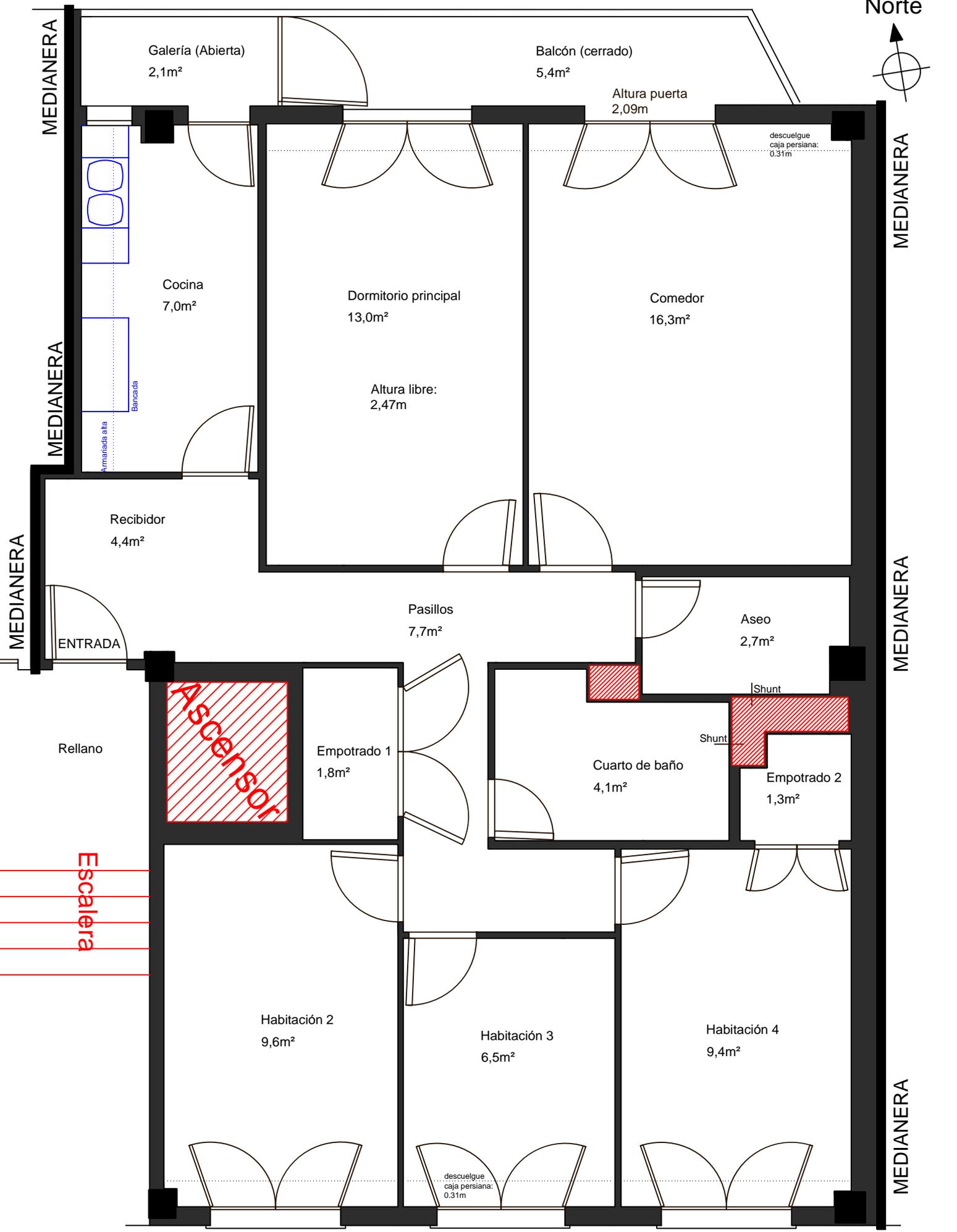
727.250 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Martes , 14 de Abril de 2015

Anexo 2: Planimetría

Norte



Zona de instalaciones

Altura ventana: 2,09m

Altura antepecho: 0,83m

Escala 1:50

Un centímetro en el dibujo corresponde con 50cm en la realidad. Impresión en A4.

Anexo 3: Certificado energético

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Santa Rosa 4, 13		
Dirección	Calle Santa Rosa 4, 13		
Municipio	Valencia	Código Postal	46021
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1977
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7322402YJ2772C0209SU		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ● Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Daniel Asensio Alcaide	NIF	33473031-G
Razón social	Daniel Asensio Alcaide	CIF	33473031-G
Domicilio	C/ Luz Casanova 6, 13		
Municipio	Valencia	Código Postal	46009
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	danielasensioalcaide@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto Técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación 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: 24/6/2015

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

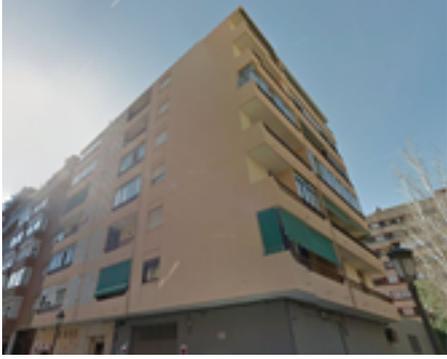
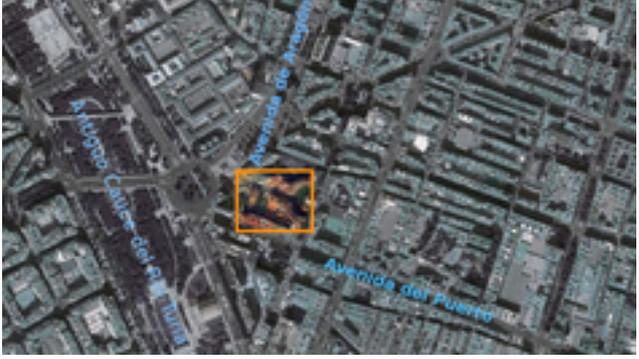
ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	86
---	----

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada Norte sin balcón	Fachada	2.03	1.47	Conocido
Fachada Sur	Fachada	19.48	1.47	Conocido
Fachada Norte Cocina	Fachada	4.75	1.49	Conocido
Fachada Norte con balcón acabado en enlucido	Fachada	13.65	0.42	Conocido
Tabique Escalera Ascensor	Partición Interior	21.0	0.85	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
v1	Hueco	0.4	5.70	0.82	Estimado	Estimado
v2	Hueco	1.38	5.70	0.82	Estimado	Estimado
v3	Hueco	1.76	0.53	0.85	Conocido	Conocido
v4	Hueco	2.93	0.53	0.85	Conocido	Conocido
v5	Hueco	1.76	5.70	0.82	Estimado	Estimado
v6	Hueco	1.76	5.70	0.82	Estimado	Estimado
v7	Hueco	1.76	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción comedor	Efecto Joule		90.00	Electricidad	Estimado
Calefacción dormitorio principal	Efecto Joule		100.00	Electricidad	Estimado
Calefacción habitación 2	Efecto Joule		100.00	Electricidad	Estimado
Calefacción habitación 3	Efecto Joule		100.00	Electricidad	Estimado
Calefacción habitación 4	Efecto Joule		100.00	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

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

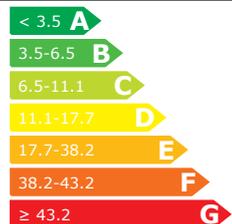
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		90.0	Electricidad	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Vivienda Individual
----------------	----	-----	---------------------

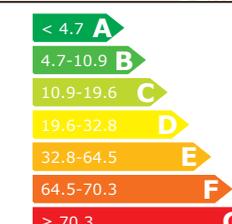
1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	47.32 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		F		G	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		31.47		11.43	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		-	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
47.32		4.42		-	

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

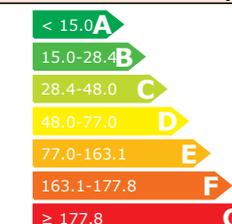
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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					
	55.6 E		11.59 C				
				<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
				55.60		11.59	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	188.32 G	CALEFACCIÓN		ACS	
		F		G	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		124.56		45.96	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		D		-	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
188.32		17.80		-	

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

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

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

El proceder a la hora de realizar la presente Certificación Energética ha sido el de visita in situ del inmueble, toma de datos, medidas de la envolvente térmica y de la configuración interior del edificio, toma de medidas en fachadas, observación de huecos, materiales empleados, estado de ventanas, persianas.

Se ha tenido en cuenta también las instalaciones existentes que dan servicio a la vivienda, como el acumulador eléctrico que abastece de ACS al inmueble y el calefactor del comedor. Se han supuesto otros consumos eléctricos necesarios para aclimatar la vivienda hasta la temperatura de confort en las habitaciones, ya que en estas no existía ningún tipo de calefacción. Al estar la vivienda en desuso, se ha considerado que la forma de calefactar estos ambientes era mediante energía eléctrica.

Una vez volcada toda esta información en el programa se ha tenido en cuenta la orientación de las fachadas, el soleamiento que reciben, los obstáculos solares de la fachada sur y los posibles puentes térmicos en encuentros de fachada con pilares, huecos, caja de persiana...

Se han supuesto radiadores eléctricos para calefactar las habitaciones y un termo de 150l para abastecer de ACS a la vivienda ya que las instalaciones existentes eran las propias de una vivienda en la que vivía una persona que no hacía un uso completo de la vivienda.

Anexo 4: Cálculo de transmitancias

ÍNDICE

1- MÉTODOS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

MÉTODOCTE HE 1

2- MEJORA DE FACHADA

OPCIÓN 1: RELLENO DE LA CÁMARA DE AIRE CON POLIURETANO INYECTADO

OPCIÓN 2: TRASDOSADO DE YESO LAMINADO CON AISLAMIENTO TÉRMICO

OPCIÓN 3: SUSTITUCIÓN DE HOJA INTERIOR.

RESUMEN FACHADAS

3- MEJORA DE HUECOS

1- Métodos de calificación energética.

MÉTODO CTE DB HE 1

El ministerio de fomento ha redactado un documento de apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía llamado Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, con el objetivo de describir varios métodos simplificados que se pueden emplear para el cálculo de los parámetros característicos de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica del edificio.

El cálculo de la transmitancia térmica de los cerramientos en contacto con el aire exterior se realiza mediante la siguiente expresión:

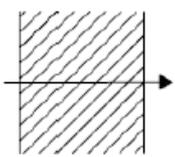
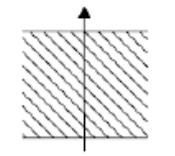
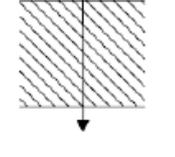
$$U = \frac{1}{R_T}$$

La transmitancia se mide en $W/m^2 \cdot K$

RT: Es la resistencia térmica total del componente constructivo. Se expresa en $m^2 \cdot K/W$. Esta resistencia térmica total viene definida según la siguiente expresión:

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

R_{si} y R_{se} son las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente. Este valor varía en función de la posición del cerramiento, la dirección del flujo del calor y su situación en el edificio. Su valor se obtiene de la siguiente tabla, que está expresada en $m^2 \cdot K/W$

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

R1, R2, R3, ... corresponde a las resistencias térmicas de cada capa. Esta resistencia está definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

En el que e es el espesor de la capa expresada en metros.

λ (lambda) corresponde a la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, que se puede calcular a partir de los valores térmicos reflejados en la norma UNE-EN 10456:2012

Este documento determina, según la siguiente tabla, la resistencia térmica de las cámaras de aire sin ventilar, que son las que tenemos en nuestra vivienda objeto de este estudio.

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

2- Mejora de fachada

OPCIÓN 1: RELLENO DE LA CÁMARA DE AIRE CON POLIURETANO INYECTADO

FACHADA NORTE COCINA: TIPO A				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliuretano inyectado	0,02	0,500	0,04
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
7	Rsi		0,040	
8	Rse		0,130	
TOTAL			0,993 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,662m²K/W	0,993m²K/W

FACHADA NORTE CON BALCONADA CERRADA: TIPO B				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,9	1,710	0,5263
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliuretano inyectado	0,02	0,500	0,04
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			2,723 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
2,392 m²K/W	2,723 m²K/W

FACHADA NORTE: TIPO C

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliuretano inyectado	0,02	0,500	0,04
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			1,009 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,678 m²K/W	1,009 m²K/W

FACHADA SUR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliuretano inyectado	0,02	0,500	0,04
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			1,009 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,678 m²K/W	1,009 m²K/W

Esta solución mejora la resistencia térmica en 0,331m²K/W las fachadas.

OPCIÓN 2: TRASDOSADO DE YESO LAMINADO CON AISLAMIENTO TÉRMICO

FACHADA NORTE COCINA: TIPO A				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
7	Poliestireno extruido con CO ₂	0,03	0,882	0,034
8	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
9	Rsi		0,040	
10	Rse		0,130	
TOTAL			1,624 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,662m²K/W	1,624m²K/W

FACHADA NORTE CON BALCONADA CERRADA: TIPO B				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,9	1,710	0,5263
3	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
5	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
6	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
7	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
8	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
9	Poliestireno extruido con CO ₂	0,03	0,882	0,034
10	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
11	Rsi		0,040	
12	Rse		0,130	
TOTAL			3,354 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
2,392 m²K/W	3,354 m²K/W

FACHADA NORTE: TIPO C

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Poliestireno extruido con CO ₂	0,03	0,882	0,034
7	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
8	Rsi		0,040	
9	Rse		0,130	
TOTAL			1,640 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,678 m²K/W	1,640 m²K/W

FACHADA SUR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Cámara de aire sin ventilar	0,02	0,169	
4	Tabicón de ladrillo cerámico hueco sencillo	0,04	0,090	0,445
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Poliestireno extruido con CO ₂	0,03	0,882	0,034
7	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
8	Rsi		0,040	
9	Rse		0,130	
TOTAL			1,640 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,678 m²K/W	1,640 m²K/W

Esta solución mejora la resistencia térmica en 0,331m²K/W las fachadas, incluso en las zonas de pilares como se muestra a continuación:

FACHADA NORTE COCINA: PUENTE TÉRMICO PILAR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	Ladrillo perforado	0,03	0,053	0,567
3	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
4	Hormigón armado	0,33	0,143	2,3
5	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
7	Poliestireno extruido con CO ₂	0,03	0,882	0,034
8	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
9	Rsi		0,040	
10	Rse		0,130	
TOTAL			1,359 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,396 m²K/W	1,359 m²K/W

FACHADA SUR: PUENTE TÉRMICO PILAR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	Ladrillo perforado	0,03	0,053	0,567
3	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
4	Hormigón armado	0,33	0,143	2,3
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Poliestireno extruido con CO ₂	0,03	0,882	0,034
7	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
8	Rsi		0,040	
9	Rse		0,130	
TOTAL			1,380 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica con la solución de poliuretano en cámara.
0,418 m²K/W	1,380 m²K/W

Los resultados mostrados son los derivados de realizar el cálculo con una plancha de 3cm de poliestireno extruido con CO₂. En la siguiente tabla podemos ver las mejoras que supone esta solución con diferentes espesores de poliestireno.

Espesor Poliestireno	2cm	3cm	4cm	5cm
Mejora de la resistencia.	0,668 m²K/W	0,962 m²K/W	1,256 m²K/W	1,551 m²K/W

OPCIÓN 3: SUSTITUCIÓN DE HOJA INTERIOR.

OPCIÓN 3a: Acabado en yeso laminado.

FACHADA NORTE COCINA: TIPO A				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
8	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
9	Rsi		0,040	
10	Rse		0,130	
TOTAL			1,648 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por aislamiento y yeso laminado.
0,662 m²K/W	1,648 m²K/W

FACHADA NORTE CON BALCONADA CERRADA: TIPO B				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,9	1,710	0,5263
3	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
5	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
6	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
10	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
11	Rsi		0,040	
12	Rse		0,130	
TOTAL			3,354 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por aislamiento y yeso laminado.
2,392 m²K/W	3,354 m²K/W

FACHADA NORTE: TIPO C

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
4	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
5	Rsi		0,040	
6	Rse		0,130	
TOTAL			1,640 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por aislamiento y yeso laminado.
0,678 m²K/W	1,640 m²K/W

FACHADA SUR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
4	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
5	Rsi		0,040	
6	Rse		0,130	
7	TOTAL		1,640 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por aislamiento y yeso laminado.
0,678 m²K/W	1,640 m²K/W

FACHADA NORTE COCINA: PUENTE TÉRMICO PILAR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m²K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	Ladrillo perforado	0,03	0,053	0,567
3	Mortero de cemento para albañilería	0,01	0,006	1,8
4	Hormigón armado	0,33	0,143	2,3
5	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
6	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
7	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
8	Rsi		0,040	
9	Rse		0,130	
TOTAL			1,647 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por aislamiento y yeso laminado.
0,396 m²K/W	1,647 m²K/W

TABIQUE SEPARACIÓN ZONA NO HABITADA

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m²K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
7	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
8	Placa de yeso laminado	0,02	0,080	0,25
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			1,675 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por aislamiento y yeso laminado.
0,419 m²K/W	1,675 m²K/W

OPCIÓN 3b: Acabado en hoja de ladrillo perforado y tendido de yeso.

FACHADA NORTE COCINA: TIPO A				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
4	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
5	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
6	Azulejo cerámico	0,01	0,008	1,3
7	Rsi		0,040	
8	Rse		0,130	
TOTAL			1,652 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por LP y tendido de yeso.
0,662 m²K/W	1,652 m²K/W

FACHADA NORTE CON BALCONADA CERRADA: TIPO B				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de 4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,9	1,710	0,5263
3	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
4	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
5	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
6	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
7	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
8	Rsi		0,040	
9	Rse		0,130	
TOTAL			3,382 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por LP y tendido de yeso.
2,392 m²K/W	3,382 m²K/W

FACHADA NORTE: TIPO C

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
4	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			1,668 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por LP y tendido de yeso.
0,678 m²K/W	1,668 m²K/W

FACHADA SUR

N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Mortero de cemento para albañilería	0,02	0,011	1,8
2	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
3	Poliestireno extruido con CO ₂	0,04	1,176	0,034
4	½ pie de Ladrillo perforado	0,115	0,203	0,567
5	Enlucido de yeso	0,02	0,035	0,57
6	Rsi		0,040	
7	Rse		0,130	
TOTAL			1,668 m²K/W	

Resistencia térmica actual.	Resistencia térmica sustitución de hoja interior por LP y tendido de yeso.
0,678 m²K/W	1,668 m²K/W

RESUMEN FACHADAS

A continuación se expone una tabla comparativa con las diferentes características de cada solución para que en un vistazo se pueda valorar los pros y contras

	Descripción	Mejora media de aislamiento	Rotura puente térmico pilar	Reducción espacio habitable	Pérdida de inercia térmica
Opción 1	Relleno de la cámara de aire.				
1a	Inyectado de poliuretano expansivo en la cámara de aire	0,331 m ² K/W	No	No	No
Opción 2	Trasdosado directo de aislamiento con acabado de yeso laminado				
2a	2 cm de aislamiento	0,668 m ² K/W	Sí	4cm	Sí
2b	3cm de aislamiento	0,962 m ² K/W	Sí	5cm	Sí
2c	4cm de aislamiento	1,256 m ² K/W	Sí	6cm	Sí
2d	5cm de aislameinto	1,551 m ² K/W	Sí	7cm	Sí
Opción 3	Eliminación de la hoja interior del cerramiento				
3a	Elimianción hoja interior y colocación de aislamiento con acabado en yeso laminado	0,96 m ² K/W	Sí	No	Sí
3b	Eliminación hoja interior y colocación de aislamiento y ½ pie de LP con tendido de yeso	1,12 m ² K/W	Sí	8cm	No

3- Mejora de huecos

DOBLE VENTANA SUR				
N	Composición	Espesor (m)	Resistencia (m ² K/W)	Conductividad (W/mK)
1	Cristal monolítico de4mm	0,004	0,004	1
2	Cámara de aire no ventilada	0,19	0,361	0,5263
3	Cristal monolítico de4mm	0,004	0,004	1
4	Rsi		0,040	
5	Rse		0,130	
TOTAL			0,539 m ² K/W	

Anexo 5: Presupuestos

ÍNDICE

- 1 Relleno de cámara de aire con aislamiento
- 2 Trasdoso de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado
- 3 Trasdoso de 4 cm de poliestireno extruido y yeso laminado
- 4 Trasdoso de 5 cm de poliestireno extruido y yeso laminado
- 5 Trasdoso de 6 cm de poliestireno extruido y yeso laminado
- 6 Aislamiento XPS y sustitución de hoja interior por yeso laminado
- 7 Adición de doble ventana en las fachadas al sur
- 8 Colocación de marquesina en fachada al sur
- 9 Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS
- 10 Instalación fotovoltaica 6 paneles
- 10b Instalación fotovoltaica 4 paneles
- 11 ACS y calefacción con caldera de condensación y apoyo solar
- 12 Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal
- 13 Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las habitaciones y comedor.
- 14 Instalación de bomba de calor aire-agua para ACS
- 15 Resumen

1- RELLENO DE CÁMARA DE AIRE CON AISLAMIENTO

INSUFL

Insuflado de aislamiento en la cámara de aire

Rehabilitación energética de fachada mediante insuflación, desde el interior, de aislamiento termoacústico de nódulos de lana de vidrio Insuver "ISO-VER", con densidad 50 kg/m³ y conductividad térmica 0,037 W/(mK), en el interior de la cámara de aire del cerramiento, de 50 mm de espesor medio; tapado de los taladros ejecutados en el paramento con posterior sellado; y capa de pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, con una mano de fondo con imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa y dos manos de acabado con pintura plástica (rendimiento: 0,187 l/m² cada mano).

Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
v1	-1		0,49	-0,29
v2	-1		0,66	-1,38
v3	-1		1,37	-1,73
v4	-1		1,40	-2,93
v5	-1		1,40	-1,76
v6	-1		1,40	-1,76
v7	-1		1,40	-1,76

25,89 23,08 597,54

TOTAL CAPÍTULO AISL_CAMARA Inyección de aislamiento térmico en la cámara..... 597,54

TOTAL..... 597,54

2- TRASDOSADO DE 3CM DE POLIESTIRENO EXTRUIDO Y YESO LAMINADO

TRASDOSADO m2 Tradosado					
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
	v1	-1		0,49	0,60
	v2	-1		0,66	2,09
	v3	-1		1,37	1,26
	v4	-1		1,40	2,09
	v5	-1		1,40	1,26
	v6	-1		1,40	1,26
	v7	-1		1,40	1,26
					25,89
					32,57
					843,24
 AISL30	 m2 Aislamiento hoja interior 30mm				
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
	v1	-1		0,49	0,60
	v2	-1		0,66	2,09
	v3	-1		1,37	1,26
	v4	-1		1,40	2,09
	v5	-1		1,40	1,26
	v6	-1		1,40	1,26
	v7	-1		1,40	1,26
					25,89
					8,23
					213,07
TOTAL CAPÍTULO TRAS_YL_AIS30 Tradosado directo de pladur con 30mm de.....					1.056,31
TOTAL.....					1.056,31

3- TRASDOSADO DE 4CM DE POLIESTIRENO EXTRUIDO Y YESO LAMINADO

AISL40

m2 Aislamiento hoja interior 40mm

m². Aislamiento de la hoj exterior por la cara interior mediante placas de poliestireno extruido de 40mm de espesor Danopren TR40 sujetas mediante espigas plásticas colocadas de suelo a techo con recortes en huecos de fachada.

Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
v1	-1		0,49	0,60
v2	-1		0,66	2,09
v3	-1		1,37	1,26
v4	-1		1,40	2,09
v5	-1		1,40	1,26
v6	-1		1,40	1,26
v7	-1		1,40	1,26

25,89 10,41 269,51

TRASDOSADO m2 Trasdoso

Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
v1	-1		0,49	0,60
v2	-1		0,66	2,09
v3	-1		1,37	1,26
v4	-1		1,40	2,09
v5	-1		1,40	1,26
v6	-1		1,40	1,26
v7	-1		1,40	1,26

25,89 32,57 843,24

TOTAL CAPÍTULO TRAS_YL_AIS40 Trasdoso directo de pladur con 40mm de..... 1.112,75

4- TRASDOSADO DE 5CM DE POLIESTIRENO EXTRUIDO Y YESO LAMINADO

CAPÍTULO TRAS_YL_AIS50 Tradosado directo de pladur con 50mm de poliestireno

TRASDOSADO m2 Tradosado					
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
	v1	-1		0,49	0,60
	v2	-1		0,66	2,09
	v3	-1		1,37	1,26
	v4	-1		1,40	2,09
	v5	-1		1,40	1,26
	v6	-1		1,40	1,26
	v7	-1		1,40	1,26
					25,89
AISSL50 m2 Aislamiento hoja interior 50mm					
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
	v1	-1		0,49	0,60
	v2	-1		0,66	2,09
	v3	-1		1,37	1,26
	v4	-1		1,40	2,09
	v5	-1		1,40	1,26
	v6	-1		1,40	1,26
	v7	-1		1,40	1,26
					25,89
					12,61
					326,47
TOTAL CAPÍTULO TRAS_YL_AIS50 Tradosado directo de pladur con 50mm de.....					1.169,71

5- TRASDOSADO DE 6CM DE POLIESTIRENO EXTRUIDO Y YESO LAMINADO

TRASDOSADO m2 Tradosado					
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
	v1	-1		0,49	0,60
	v2	-1		0,66	2,09
	v3	-1		1,37	1,26
	v4	-1		1,40	2,09
	v5	-1		1,40	1,26
	v6	-1		1,40	1,26
	v7	-1		1,40	1,26
					25,89
 AISL60	 m2 Aislamiento hoja interior 60mm				32,57
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
	v1	-1		0,49	0,60
	v2	-1		0,66	2,09
	v3	-1		1,37	1,26
	v4	-1		1,40	2,09
	v5	-1		1,40	1,26
	v6	-1		1,40	1,26
	v7	-1		1,40	1,26
					14,78
					843,24
TOTAL CAPÍTULO TRAS_YL_AIS60 Tradosado directo de pladur con 60mm de.....					1.225,89

6- AISLAMIENTO XPS Y SUSTITUCIÓN DE HOJA INTERIOR POR LADRILLO PERFORADO

CAPÍTULO SUST_FACH_LP Eliniación hoja interior y puesta de aislamiento y LP

DEM	m2 Demolición hoja interior							
	m ² . Demolición de hoja interior de cerramiento de fachada, de fábrica revestida, formada por ladrillo hueco sencillo de 4/5 cm de espesor, con medios manuales, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.							
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00			
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50			
	v1	-1		0,49	0,60	-0,29		
	v2	-1		0,66	2,09	-1,38		
	v3	-1		1,37	1,26	-1,73		
	v4	-1		1,40	2,09	-2,93		
	v5	-1		1,40	1,26	-1,76		
	v6	-1		1,40	1,26	-1,76		
v7	-1		1,40	1,26	-1,76			
						25,89	4,82	124,79
AISL40	m2 Aislamiento hoja interior 40mm							
	m ² . Aislamiento de la hoj exterior por la cara interior mediante placas de poliestireno extruido de 40mm de espesor Danopren TR40 sujetas mediante espigas plásticas colocadas de suelo a techo con recortes en huecos de fachada.							
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00			
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50			
	v1	-1		0,49	0,60	-0,29		
	v2	-1		0,66	2,09	-1,38		
	v3	-1		1,37	1,26	-1,73		
	v4	-1		1,40	2,09	-2,93		
	v5	-1		1,40	1,26	-1,76		
	v6	-1		1,40	1,26	-1,76		
v7	-1		1,40	1,26	-1,76			
						25,89	10,41	269,51
HOJA	m2 Hoja de ladrillo perforado							
	Hoja interior de cerramiento de fachada de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico perforado, para revestir, 33x16x7 cm, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado en sacos.							
	Fachada norte	1	8,00	2,50	20,00			
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50			
	v1	-1		0,49	0,60	-0,29		
	v2	-1		0,66	2,09	-1,38		
	v3	-1		1,37	1,26	-1,73		
	v4	-1		1,40	2,09	-2,93		
	v5	-1		1,40	1,26	-1,76		
	v6	-1		1,40	1,26	-1,76		
v7	-1		1,40	1,26	-1,76			
						25,89	15,34	397,15
PINT	m2 Pintado interior							
	Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de yeso o escayola, mano de fondo con imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa y dos manos de acabado con pintura plástica (rendimiento: 0,187 l/m ² cada mano).							
	Fachada norte	1	6,02	2,50	15,05			
	Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50			
	v3	-1		1,37	1,26	-1,73		
	v4	-1		1,40	2,09	-2,93		
	v5	-1		1,40	1,26	-1,76		
	v6	-1		1,40	1,26	-1,76		
	v7	-1		1,40	1,26	-1,76		
							22,61	6,34

ENLUC**m2 Guarnecido y enlucido**

M2. Guarnecido maestreado con yeso grueso YG, de 12 mm. de espesor, y enlucido con yeso fino YF de 1mm. de espesor, en superficies horizontales y/o verticales, con maestras intermedias separadas 1m. y alineadas con cuerda, i/rayado del yeso tosco antes de enlucir, formación de rincones, aristas y otros remates, p.p. de guardavivos de chapa galvanizada o PVC, distribución de material en planta, limpieza posterior de tajos y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPG-10, 11, 12 y 13.

Fachada norte	1	6,02	2,50	15,05
Fachada sur	1	7,00	2,50	17,50
v3	-1		1,37	-1,73
v4	-1		1,40	-2,93
v5	-1		1,40	-1,76
v6	-1		1,40	-1,76
v7	-1		1,40	-1,76

22,61 8,60 194,45

ALICA**m2 Alicatado de la hoja interior**

Alicatado con azulejo decorativo, 1/0/-/, 20x20 cm, 8 €/m², colocado sobre una superficie soporte de fábrica en paramentos interiores, mediante mortero de cemento M-5, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm); con cantoneras de PVC.

Fachada norte	1	2,26	2,50	5,65
v1	-1		0,49	-0,29
v2	-1		0,66	-1,38

3,98 27,05 107,66

VENT_ARR**ud Arrancado de ventanas**

4,00 13,51 54,04

VENT_COL**ud Colocación de ventanas**

4,00 52,77 211,08

PERS**ml Cajón de persiana**

Cajón de persiana, de tablero rechapado de madera de pino país para barnizar aislado térmicamente y cerrado herméticamente.

Fachada norte	1	6,23	6,23
Fachada sur	1	7,31	7,31

13,54 45,69 618,64

TOTAL CAPÍTULO SUST_FACH_LP Eliniación hoja interior y puesta de aislamiento. . 2.120,67

7- ADICIÓN DE DOBLE VENTANA EN FACHADA SUR

V5-6-7 ud Ventana aluminio con RTP y climalit bajoemisivo 6-12-4

3,00 598,10 1.794,30

TOTAL CAPÍTULO VENTANAS Cambio de ventanas en fachada norte e instalación..... 1.794,30

8- INSTALACIÓN DE MARQUESINA SOBRE VENTANAS AL SUR

PS ud Protección solar

1 7,60 0,85

6,46

6,46 232,29 1.500,59

TOTAL CAPÍTULO MARQUESINA Colocación de marquesina solar horizontal sobre.. 1.500,59

9 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE APOYO A PRODUCCIÓN DE ACS

DEPOSITO	ud depósito CV 150M1S Depósito de 150l para producción y acumulación de ACS, en instalación vertical sobre suelo e instalación mural, hasta 150 l. FABRICADO EN ACERO VITRIFICADO, S/DIN 4753 . Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, libre de CFC, de 50mm de espesor y acabado exterior con forro de propileno acolchado desmontable y cubiertas en la parte superior e inferior.			
		1,00	594,00	594,00
PANEL TERM	ud Panel solar LP SUN 20			
		1,00	496,00	496,00
RESISTEN	ud Resistencia cerámica 1,5kw Ud. Resistencia cerámica de 1,5kW para el depósito modelo CV 150M1S.			
		1,00	58,00	58,00
ESTRUC	ud Estructura soporte para panel solar			
		1,00	199,00	199,00
OTROS	PA Otros materiales			
		1,00	400,00	400,00
BOMB	ud Bomba de circulación			
		1,00	361,50	361,50
INST	PA Instalación y mano de obra			
		1,00	700,00	700,00
TOTAL CAPÍTULO Instalación solar térmica de un panel y cambio.....				2.808,50

10a- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 6 PANELES 315W

PANEL	ud Panel A 315M de Atersa de 315w paneles fotovoltaicos A-315M SOL de 315 W de potencia máxima de ATERSA			
BATERIA	ud Batería estacionaria translúcida de 6 vasos de 2V, 897Ah. Batería estacionaria translúcida de 6 vasos de 2V de 897Ah 6,7 ENERSOL T 880. Incluye conexiones.	6,00	431,60	2.589,60
REGULADOR	ud LEO10 35+35 bitensión 12/24V 35A LEO10 35+35 bitensión 12/24V 35A	1,00	1.546,70	1.546,70
INVERSOR	ud inversor TAURO onda senoidal 2548 / 48Vcc ? 220Vca a 2500W de AT	1,00	188,30	188,30
SOPORTES	ud Estructura de aluminio para 3 paneles Termostato diferencial Delta Sol AX Regulador ATERSA LEO10 35+35 12/24V, 35A Estufa insertable de pellet Extraflame mod. Comfort Plus 11 kW Batería estacionaria 6 OPzS 600, 12 V, 900 Ah C100 Batería monoblock POWER 250, 12 V, 250 Ah Inversor STUDER AJ 275-12, 200 W, 12 V Inversor ATERSA BCR 300 W, 12 V Termostato diferencial D-Sol E Regulador STECA POWER TAROM 2070 ,70 A, 12/24 V, con display digital Anticongelante / refrigerante Liquid Sun DILUIDO. Protección -20°C. Garrafa 25l a base de propilenglicol.	1,00	1.083,90	1.083,90
OTROS	PA Otros materiales	1,00	266,80	266,80
INSTA	PA Instalación y mano de obra	1,00	400,00	400,00
		1,00	1.100,00	1.100,00
TOTAL CAPÍTULO FOTOVOLTAICA Instalación fotovoltaica de 6 paneles 315W			7.175,30	

10b- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 4 PANELES 315W

CAPÍTULO FOTOVOLTAICA Instalación fotovoltaica de 6 paneles 315W

PANEL	ud Panel A 315M de Atersa de 315w paneles fotovoltaicos A-315M SOL de 315 W de potencia máxima de ATERSA			
			4,00	431,601.726,40
BATERIA	ud Batería estacionaria translúcida de 6 vasos de 2V, 897Ah. Batería estacionaria translúcida de 6 vasos de 2V de 897Ah 6,7 ENERSOL T 880. Incluye conexiones.			
			1,00	1.546,70 1.546,70
REGULADOR	ud LEO10 35+35 bitensión 12/24V 35A LEO10 35+35 bitensión 12/24V 35A			
			1,00	188,30 188,30
INVERSOR	ud inversor TAURO onda senoidal 2548 / 48Vcc ? 220Vca a 2500W de AT			
			1,00	1.083,90 1.083,90
SOPORTES	ud Estructura de aluminio para 3 paneles Termostato diferencial Delta Sol AX Regulador ATERSA LEO10 35+35 12/24V, 35A Estufa insertable de pellet Extraflame mod. Comfort Plus 11 kW Batería estacionaria 6 OPzS 600, 12 V, 900 Ah C100 Batería monoblock POWER 250, 12 V, 250 Ah Inversor STUDER AJ 275-12, 200 W, 12 V Inversor ATERSA BCR 300 W, 12 V Termostato diferencial D-Sol E Regulador STECA POWER TAROM 2070 ,70 A, 12/24 V, con display digital Anticongelante / refrigerante Liquid Sun DILUIDO. Protección -20°C. Garrafa 25l a base de propilenglicol.			
			1,00	266,80 266,80
OTROS	PA Otros materiales			
			1,00	400,00 400,00
INSTA	PA Instalación y mano de obra			
			1,00	1.100,00 1.100,00
TOTAL CAPÍTULO FOTOVOLTAICA Instalación fotovoltaica de 6 paneles 315W				6.312,10

11- ACS Y CALEFACCIÓN CON CALDERA DE CONDENSACIÓN Y APOYO SOLAR

CAPÍTULO ACS_CALEF_SOL Instalación de calefacción, ACS, y apoyo solar.

CALDERA	UD	Caldera RCOMB22A de 22kW de Daikin			
		Caldera RCOMB22A de 22kW de Daikin			
				1,00	1.476,00 1.476,00
DEPOSITO	ud depósito CV 150M1S	Depósito de 150l para producción y acumulación de ACS, en instalación vertical sobre suelo e instalación mural, hasta 150 l. FABRICADO EN ACERO VITRIFICADO, S/DIN 4753 . Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, libre de CFC, de 50mm de espesor y acabado exterior con forro de propileno acolchado desmontable y cubiertas en la parte superior e inferior.			
				1,00	594,00 594,00
PANEL	ud Panel A 255P de Atersa de 255w	paneles fotovoltaicos A-255P SOL de 255 W de potencia máxima de ATER-SA			
				1,00	316,20 316,20
RADIADORES	Ud	Elementos radiadores MISTRAL 60cm de alto y 106,1w			
		Elementos radiadores MISTRAL 60cm de alto y 106,1w			
		Pasillos	4	4,00	
		Cocina	5	5,00	
		Dormitorio principal	10	10,00	
		Habitación 2	7	7,00	
		Habitación 3	5	5,00	
		Habitación 4	7	7,00	
		Comedor	13	13,00	
		Cuarto de baño	2	2,00	
		Aseo	2	2,00	
		recibidor	3	3,00	
				58,00	12,80 742,40
PANEL TERM	ud Panel solar LP SUN 20	Panel solar LP SUN 20			
				1,00	496,00 496,00
ESTRUC	ud Estructura soporte para panel solar	Estructura soporte para panel solar			
				1,00	199,00 199,00
BOMB	ud Bomba de circulación	Bomba de circulación			
				1,00	361,50 361,50
INTERACUMULAD	ud Interacumulador de acero				
vitricado, con intercambiador de un s		Interacumulador de acero vitricado, con intercambiador de un s			
				1,00	415,94 415,94
VASOEXP	ud Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 24 l.	Vaso de expansión cerrado con una capacidad de 24 l.			
				2,00	136,35 272,70
OTROS	PA Otros materiales				
				3,00	400,00 1.200,00
INSTALACIÓNpa	Instalación y mano de obra				
				1,00	1.200,00 1.200,00
TOTAL CAPÍTULO ACS_CALEF_SOL Instalación de calefacción, ACS, y apoyo solar..					7.273,74

12- INSTALACIÓN BOMBA DE CALOR CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN COMEDOR Y DORMITORIO PRINCIPAL

UDEX	Ud	Unidad exterior junker			
		Unidad exterior Multi Split de 5,3kW de clase energética A con refrigerante R410A. Colocación e instalación incluida			
	Exterior	1	1,00		
				1,00	979,11 979,11
UDIN2	Ud	Split de 2kW para unidad multisplit			
		Unidad interior mural excellence E de Junkers para MultiSplits. Potencia de 2kW filtro de Ion plata y filtro anti-polvo programación diaria y mando acondicionado. Incluida la instalación			
	Dormitorio principal	1	1,00		
				1,00	307,38 307,38
UDIN26	Ud	Split de 2,6kW para unidad multisplit			
	Comedor	1	1,00		
				1,00	323,30 323,30
TOTAL CAPÍTULO BOMBACALOR Instalación multisplit con dos splits de la casa.....					1.609,79

13- INSTALACIÓN BOMBA DE CALOR CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN EN TODAS LAS HABITACIONES Y COMEDOR

UDIN2	Ud	Split de 2kW para unidad multisplit				
		Unidad interior mural excellence E de Junkers para MultiSplits. Potencia de 2kW filtro de Ion plata y filtro anti-polvo programación diaria y mando acondicionado. Incluida la instalación				
		Dormitorio principal	4	4,00		
					4,00	307,381.229,52
UDIN26	Ud	Split de 2,6kW para unidad multisplit				
		Comedor	1	1,00		
					1,00	323,30 323,30
UDEX12	Ud	Unidad exterior de 12,4kW				
		Unidad exterior Multi Split de 12,4kW de clase energética A con refrigerante R410A. Colocación e instalación incluida				
			1	1,00		
					1,00	2.305,232.305,23
TOTAL CAPÍTULO BOMBACALOR2 Instalación bomba de calor con 5 unidades						3.858,05

14- INSTALACIÓN BOMBA DE CALOR AIRE-AGUA PARA ACS

BOM	ud Supra eco 2w Suministro e instalación de bomba de calor para producción de A.C.S., aire-agua, para instalación en interior, con interfaz de usuario con pantalla LCD y control digital, potencia calorífica nominal de 1,5 kW, COP = 4,3, depósito de A.C.S. de acero vitrificado de 270 litros, dimensiones 1825x700x735 mm, modelo Supraeco W-2 HP 270-2E0 "JUNKERS", resistencia eléctrica de apoyo de 2 kW, ánodo de magnesio, alimentación monofásica a 220 V, límites operativos: entrada de aire entre 5°C y 35°C, salida de agua a 60°C (70°C con la resistencia eléctrica de apoyo), con vaso de expansión de 12 l de capacidad, conductos para admisión y evacuación, de 160 mm de diámetro, con aislamiento térmico y acústico, para la impulsión y para el retorno, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de los conductos de ventilación. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	1	1,00			
				1,00	2.206,00	2.206,00
VAL	UD	Otros materiales	1	1,00		
				1,00	875,00	875,00
TOTAL CAPÍTULO SUPRAECO Bomba de calor para producción de ACS.....				3.081,00		

15- RESUMEN

N	MEDIDAS	COSTE + IVA
1	Relleno de cámara de aire con aislamiento	723,02 €
2	Trasdosado de 3 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.020,32 €
3	Trasdosado de 4 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.346,43 €
4	Trasdosado de 5 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.415,35 €
5	Trasdosado de 6 cm de poliestireno extruido y yeso laminado	1.483,33 €
6	Aislamiento XPS y sustitución de hoja interior por yeso laminado	2.697,04 €
7	Adición de doble ventana en las fachadas al sur	1.794,30 €
8	Colocación de marquesina en fachada al sur	1.500,59 €
9	Instalación solar térmica de apoyo a producción de ACS	3.398,29 €
10	Instalación fotovoltaica 6 paneles	8.682,11 €
10b	Instalación fotovoltaica 4 paneles	7.637,64 €
11	ACS y calefacción con caldera de condensación y apoyo solar	8.801,23 €
12	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en comedor y dormitorio principal	1.947,85 €
13	Instalación de bomba de calor para refrigeración y calefacción en todas las habitaciones y comedor.	4.668,24 €
14	Instalación de bomba de calor aire-agua para ACS	3.081,00 €