



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis de alternativas para la rehabilitación
Energética de una vivienda particular.

Analysis of options for the energy rehabilitation of a
private home.

Anexos

Autor

Alejandro Lomba Sachez

Director

Sergio Usón Gil

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2018

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular**ÍNDICE ANEXOS**

ÍNDICE ANEXOS	2
ÍNDICE ILUSTRACIONES.....	4
INDICE TABLAS	5
1. Certificación Energética: Procedimientos y cálculos.....	6
1.1. Geometrías del edificio:	6
1.2. Ventilación del inmueble:	6
1.3. Demanda diaria de ACS:.....	7
1.4. Patrón de sombras:	7
2. Calificación energética: Informe de la vivienda sin mejoras.....	9
2.1. Certificado de eficiencia energética de edificios	9
2.2. Descripción de las características del edificio.....	10
2.3. Calificación energética del edificio.....	12
3. Demanda térmica horaria de la envolvente:.....	14
3.1. Transmitancia:.....	14
3.2. Temperatura Interior:	18
3.3. Temperatura Exterior del edificio:	18
4. Carga térmica Máxima de calefacción:	29
5. Calculo de la demanda térmica de ACS:.....	33
5.1. Demanda máxima de ACS:	33
5.2. Demanda térmica de ACS mensual y anual:	33
6. Consumo de Energía Final o secundaria:.....	36
7. Sistema SATE	38
7.1. Características y costes de las opciones	38
7.2. Informe de las medidas de mejora	40
7.3. Análisis económico del gasto en calefacción:	46
8. Fachada ventilada.....	48
8.1. Sistema de revestimiento.....	48
8.2. Aislantes	49



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

8.3.	Informe de las medidas de mejora por CE3X.....	51
8.4.	Ahorro económico:.....	55
8.5.	Coste de las medidas.....	56
9.	Mejora de huecos:.....	58
9.1.	Elección de las propuestas	58
9.2.	Precio de las propuestas	67
9.3.	Informe CE3X de las medidas de mejora	67
9.4.	Calculo de los ahorros económicos de las propuestas finales.....	70
10.	Sistema de energía solar Térmica:.....	72
11.	Sistema de obtención de calor: Caldera de Biomasa (pellets)	77
11.1.	Informe de las Medidas de mejora	78



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Valor demanda ACS. Fuente: DB-HE4.....	7
Ilustración 2. Modelo CE3X de introducción de patrones de sombra.	8
Ilustración 3. Transmitancias Máximas. Fuente: DB HE PONERLO BIEN.....	17
Ilustración 4. Temperatura Terreno	20
Ilustración 5. Distribución Demandas	27
Ilustración 6. Distribución Demanda Térmica	28
Ilustración 7. Suplementos por Orientación.	30
Ilustración 8. Cuadro simplificado de suplementos	30
Ilustración 9. Fuente: http://www.minetad.gob.es	36
Ilustración 10. Detalle constructivo: Sistema ETICS. Fuente: Arquimedes	38
Ilustración 11. Fachada Ventilada PLACOTHERM. Fuente: Arquimedes.....	48
Ilustración 12. Posibles Sistemas de Energía Solar Térmica.....	73
Ilustración 13. Características acumulador.	74
Ilustración 14. Características captadoras solares	75
Ilustración 15. Etiqueta certificación energética Sist. Solar Térmico.....	75



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

INDICE TABLAS

Tabla 1. Valores de los caudales Mínimos. Fuente: DB-HS3	6
Tabla 2. Composición de la fachada. Fuente: Excel Propio	15
Tabla 3. Composición Cubierta.....	15
Tabla 4. Composición Suelo.....	16
Tabla 5. Comparación Transmitancia Limite y del edificio.....	18
Tabla 6. Horas temperatura Anual Zaragoza.....	20
Tabla 7. Demanda calefacción Tejado	22
Tabla 8. Demanda Calefacción Suelo	23
Tabla 9. Demanda Calefacción Huecos	25
Tabla 10. Demanda Calefacción Muros.....	26
Tabla 11. Demanda mensual Total Envolverte Térmica	26
Tabla 12. Valor total demanda anual	27
Tabla 13. Temperatura Media ACS.....	34
Tabla 14. Valores calculo ACS	34
Tabla 15. Demanda Mensual ACS.....	35
Tabla 16. Tabla Precios. Fuente: Arquimedes	57
Tabla 17. Composición Ventanas	58
Tabla 18. Características Finales acristalamiento	58
Tabla 19. Coste medidas acristalamiento.....	67
Tabla 20. Demanda dependiendo Zona Climática. Fuente DB-H4	72
Tabla 21. Características Sistema Energía Solar térmico	73
Tabla 22. Valores Sist. Energía Solar Térmica como Medida de mejora.....	76

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

1. Certificación Energética: Procedimientos y cálculos

En este anexo se encuentran todos los procedimientos y/o cálculos que se han necesitado para la creación del modelo del edificio objeto en el programa CE3X.

1.1. Geometrías del edificio:

Todos los datos, que tienen que ver con longitudes y/o superficies, introducidos en el programa CE3X se han obtenido de la medición en la vivienda.

1.2. Ventilación del inmueble:

La obtención del valor de diseño para el caudal de ventilación mínimo se calcula según el DB-HS3. Para ello es necesario observar la siguiente tabla:

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

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

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

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

Tabla 1. Valores de los caudales Mínimos. Fuente: DB-HS3

1.2.1. Caudal Locales Secos: Dormitorios, salas de estar y comedor

- Dormitorios principales: 8 l/s x 4 dormitorios = 32 l/s
- Salas de estar y comedores: 2 salas de estar y 1 comedor = 30 l/s

Por lo tanto, el caudal total seco es de 62 l/s

1.2.2. Caudales Locales Húmedos: Baño y cocina

- Cocina: 8 l/s
- Baño: 8 l/s

El caudal húmedo total es de 16 l/s.

Por lo tanto, el valor escogido es el caudal de extracción ahora solo bastara pasarlo a las unidades necesarias siendo estas renovaciones/hora y multiplicar por el volumen de la vivienda.

$$Tasa\ ventilación\ inmueble = \frac{62 \frac{l}{s} * \frac{3600 s}{1000 l} * \frac{m^3}{h}}{183.95 m^3 * 2.7m} = 0.449 ren/hora$$

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

1.3. Demanda diaria de ACS:

Para la obtención de la demanda del agua caliente sanitaria es necesario el documento básico Ahorro de energía (HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria). A continuación se observa la tabla donde se encuentra el valor de la demanda en litros/día por persona:

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

Ilustración 1. Valor demanda ACS. Fuente: DB-HE4

Donde se puede observar la cantidad de ACS mínima por persona y día dependiendo del uso del edificio. Al ser una vivienda el valor será el de 28 litros/día por persona. Como en el caso estudiado el número de personas es 6, la cantidad necesaria será de 168 litros diarios.

1.4. Patrón de sombras:

El único obstáculo que puede realizar sombra sobre el edificio se encuentra paralelo a la fachada suroeste. Por lo tanto, es necesario definir que existe un patrón de sombras en esa fachada y en sus respectivos huecos.

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

La herramienta CE3X facilita la introducción de un obstáculo con forma rectangular. Así pues, y como el obstáculo tiene gran parecido a esa forma se va a proceder a introducir los datos necesarios para generar dicho patrón.

A continuación en la siguiente imagen se definen los datos necesarios:

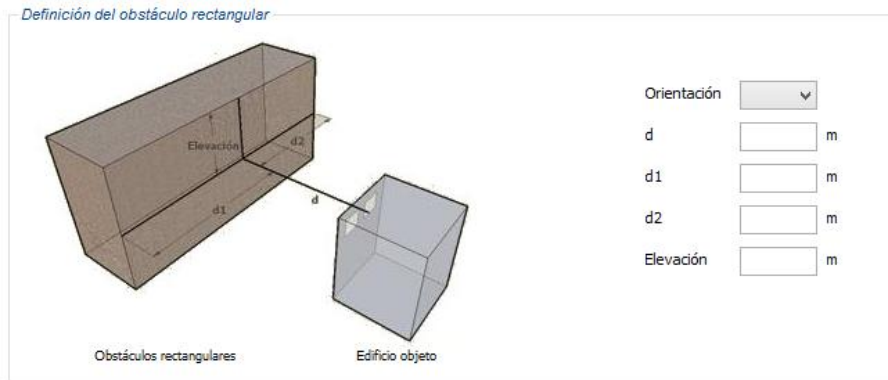


Ilustración 2. Modelo CE3X de introducción de patrones de sombra.

Por lo tanto, la distancia “d” entre el obstáculo y el edificio es de 5 metros, d1 es de 3.8m y d2 es de 2.7 m. La elevación es de 1.9 metros y la orientación es Suroeste.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

2. Calificación energética: Informe de la vivienda sin mejoras

2.1. Certificado de eficiencia energética de edificios

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Juan Jose Sacher Ortega		
Dirección	Camino de la ribera, numero 5		
Municipio	Zaragoza	Código Postal	50190
Provincia	Zaragoza	Comunidad Autónoma	Aragón
Zona climática	D3	Año construcción	1985
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	002000500XM51H0001QG		
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:			
<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción		<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente	
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 		<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local 	

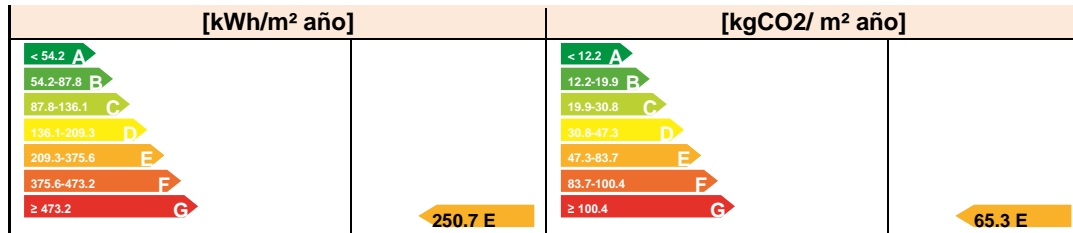
DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	xxxxxxxxxx	NIF(NIE)	xxxxxx
Razón social	xxxxxxxxxx	NIF	xxxxxx
Domicilio	xxxxxxxxxx		
Municipio	xxx	Código Postal	xxx
Provincia	Zaragoza	Comunidad Autónoma	Aragón
e-mail:	xxxxxxxxxx	Teléfono	xxxxxxxxxx
Titulación habilitante según normativa vigente	xxxxxxxxxx		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO
---	--

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



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

Fecha: 23/04/2018

Firma del técnico certificador

2.2. Descripción de las características 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.

2.2.1. Superficie, imagen y situación

Superficie habitable [m ²]	183.95
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2.2.2. Envolvente Térmica

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Fachada NO	Fachada	38.86	1.28	Conocidas
Fachada SE	Fachada	38.86	1.28	Conocidas
Fachada NE	Fachada	35.59	1.28	Conocidas



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Fachada SO	Fachada	36.55	1.28	Conocidas
Suelo	Suelo	183.955	0.38	Estimadas
Cubierta con aire	Cubierta	183.93	0.38	Conocidas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco oeste	Hueco	3.6	5.29	0.65	Estimado	Estimado
Hueco este	Hueco	4.56	5.14	0.59	Estimado	Estimado

2.2.3. Instalaciones térmicas

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

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

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)		168.0			
Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Gasóleo-C	Estimado
TOTALES	ACS				

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

2.3. Calificación energética del edificio

Zona climática	D3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

2.3.1. Calificación energética del edificio en emisiones

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</i>	F
		56.51		7.26	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</i>	A	<i>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</i>	-		
1.51		-			
<i>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</i>					

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

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	1.51	278.51
<i>Emisiones CO2 por otros combustibles</i>	63.77	11729.89

2.3.2. Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m²año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	E
		214.22		27.52	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	A	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m²año]</i>	-		
8.94		-			
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]</i>					

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



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

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	
	140.3 E		9.1 A
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>	

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



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

3. Demanda térmica horaria de la envolvente:

Para obtener un mejor análisis de las propuestas de mejora de la envolvente térmica se van a calcular las diferentes cargas térmicas que soportan las fachadas, el suelo, la cubierta y los huecos.

Para ello es necesario utilizar la siguiente expresión:

$$Dem_{térmica,envolvente} (kWh) = \Sigma U_c * A_c * (T_i - T_e) * h_{T_e}$$

Donde

- U_c es la transmitancia térmica del cerramiento "c" ($W/m^2 K$)
- A_c el área de la superficie del cerramiento "c" en contacto con la parte exterior de la vivienda.
- T_i es la temperatura constante que se debe tener en el interior de la vivienda ($^{\circ}C$)
- T_e es la temperatura que existe en el exterior ($^{\circ}C$)
- h_{T_e} son las horas totales en las que hay una temperatura exterior.

Una vez descrita la ecuación se procede a explicar la obtención de los diferentes componentes de está.

3.1. Transmitancia:

Gracias a esta característica que tienen los elementos constructivos y las partes que componen la envolvente térmica se pueden conseguir las diferentes pérdidas de calor de los edificios. Para poder llevar a cabo los cálculos es necesario utilizar la resistencia térmica aunque una vez obtenidas las diferentes transmitancias se pueden promediar entre ellas.

Los cálculos para conseguir las transmitancias de la fachada y de la cubierta se obtiene de la suma de la resistencia térmica de cada material y realizando la inversa se tiene el valor de la transmitancia.

$$R_t \left(m^2 \frac{K}{W} \right) = R_1 + R_1 + \dots + R_n = \frac{e}{\lambda} = \frac{1}{U_t}$$

Siendo

- R_n es la resistencia térmica de cada cerramiento
- e el espesor del material (m)
- λ conductividad térmica del material ($W/m K$)



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Para conseguir dichos valores se han obtenido las composiciones de los diferentes cerramientos actuales de la vivienda, descritas en el apartado 2.3. La obtención de los valores de los diferentes materiales se obtiene de la librería que contiene el programa CE3X.

Composición fachada			
Material	$R_t (m^2 \frac{K}{W})$	$e (m)$	$\lambda (W/mK)$
Mortero de cemento	0.011	0.02	1.8
BH aligerado hueco	0.661	0.3	0.454
Yeso, baja dureza <600	0.111	0.02	0.18
Total	0.78		

Tabla 2. Composición de la fachada. Fuente: Excel Propio

$$U_{Fachada} = \frac{1}{0.78} = 1.28 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Composición cubierta			
Material	$R_t (m^2 \frac{K}{W})$	$e (m)$	$\lambda (W/mK)$
Baldosa cerámica	0.02	0.02	1
Yeso, baja dureza <600	0.111	0.02	1.8
Mortero de cemento	0.022	0.04	0.034
Poliestireno Extruido	2.059	0.07	1.8
Mortero de cemento	0.011	0.02	1.128
Entrevigado de hormigón aligerado	0.266	0.3	1.8
Mortero de cemento	0.022	0.04	0.18
Total	2.51		

Tabla 3. Composición Cubierta.

$$U_{cubierta} = \frac{1}{2.51} = 0.398 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Para realizar los cálculos con respecto al suelo, se ha utilizado el programa CE3X para la obtención de la transmitancia. Los datos introducidos en dicho programa han sido:



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

- Perímetro del suelo que da al exterior
- Su resistencia térmica

Por lo tanto, la resistencia térmica tiene como valor el que facilita por defecto el programa CE3X.

$$R_{termica,suelo} = 2.57 \left(m^2 \frac{K}{W} \right)$$

$$U_{suelo} = 0.39 \left(\frac{W}{m^2} K \right)$$

Se puede comparar con el cálculo realizado buscando las resistencias térmicas en la librería de materiales de CE3X y realizando la suma algebraica de estas.

Composición suelo			
Material	$R_t \left(m^2 \frac{K}{W} \right)$	$e \text{ (m)}$	$\lambda \text{ (W/mK)}$
Hormigón con áridos ligeros	0.296	0.40	1.35
Poliestireno Extruido	2.353	0.08	0.034
Mortero de cemento	0.039	0.07	2100
Baldosa cerámica	0.02	0.03	2.3
Total	2.7		

Tabla 4. Composición Suelo.

Para poder conseguir las transmitancias térmicas de los huecos se tiene que tener en cuenta la geometría del marco y del cristal, el porcentaje que se utiliza de cada componente del hueco y los materiales tanto del marco como del cristal y así obtener las correspondientes transmitancias térmicas.

Existen en la fachada NE 4 ventanas de 0.95 m de largo por 1.2 m de alto y en la fachada SO 2 ventanas de 1.5 m de largo por 1.2 de alto. Todas ellas están formadas por un vidrio con una transmitancia de $5.7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ y el marco es metálico con rotura de puente térmico con transmitancia de $4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Una vez obtenidas las diferentes transmitancias se obtiene el área que ocupa el cristal y el marco y se realiza el porcentaje del hueco que le corresponde a cada uno.

- Fachada SO

$$Porcentaje_{marco} = \frac{A_{marco}}{A_{total}} = 24 \%$$



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

$$\text{Porcentaje}_{\text{vidrio}} = \frac{A_{\text{vidrio}}}{A_{\text{total}}} = 76 \%$$

- Fachada NE

$$\text{Porcentaje}_{\text{marco}} = \frac{A_{\text{marco}}}{A_{\text{total}}} = 33 \%$$

$$\text{Porcentaje}_{\text{vidrio}} = \frac{A_{\text{vidrio}}}{A_{\text{total}}} = 67 \%$$

Después los valores obtenidos se introducen en la siguiente expresión:

$$U_{\text{hueco}_{SO}} = \text{Porcentaje}_{\text{marco}_{SO}} * U_{\text{marco}_{SO}} + \text{Porcentaje}_{\text{vidrio}_{SO}} * U_{\text{vidrio}_{SO}} = 5.13 \left(\frac{W}{m^2} K \right)$$

$$U_{\text{hueco}_{NE}} = \text{Porcentaje}_{\text{marco}_{NE}} * U_{\text{marco}_{NE}} + \text{Porcentaje}_{\text{vidrio}_{NE}} * U_{\text{vidrio}_{NE}} = 5.29 \left(\frac{W}{m^2} K \right)$$

Para obtener una transmitancia final se realiza la media de los resultados obtenidos para cada fachada.

$$U_{\text{hueco}} = 5.19 \left(\frac{W}{m^2} K \right)$$

Una vez calculados los diferentes valores se procede a comparar con los valores límites de obligado cumplimiento que se muestran en el Documento Básico HE de Ahorro de energía para la zona climática de invierno D3.

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

Ilustración 3. Transmitancias Máximas. Fuente: DB HE PONERLO BIEN

La tabla que se muestra a continuación contiene los valores de U actuales y los límites máximos para cada cerramiento.

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Cerramiento	Transmitancia (U)	Transmitancia Máxima
Fachada	1.28	0.6
Cubierta	0.39	0.4
Suelo	0.38	0.4
Huecos	5.29	2.7

Tabla 5. Comparación Transmitancia Limite y del edificio.

Por lo tanto, se observa que la cubierta y el suelo cumplen los límites establecidos mientras que en la fachada y en los huecos será necesario realizar modificaciones ya que no cumplen los valores establecidos por el documento de ahorro de energía. Así pues esta comparación se tendrá en cuenta para realizar las medidas de mejora.

3.2. Temperatura Interior:

Las condiciones interiores se basan en el reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE). En el apartado de instalaciones de climatización con equipos autónomos dentro del documento de ahorro y eficiencia energética de instalaciones de climatización de la guía técnica se encuentran los intervalos de temperaturas interiores que debe haber en el interior de la casa.

Periodo del año	Temperatura interior
Verano	23 - 25 °C
Invierno	21 - 23°C

Por lo tanto, para el cálculo de las diferentes demandas de calefacción de la envolvente se utilizará la temperatura correspondiente al invierno de 21°C mientras que para el cálculo de las demandas de refrigeración se escogerá la temperatura de 25 °C que corresponde al verano.

3.3. Temperatura Exterior del edificio:

Es necesario obtener la temperatura exterior del ambiente y la temperatura del terreno. Ya que la primera se utilizara para realizar los cálculos correspondientes a la cubierta, los muros y los huecos. La segunda se utilizara para los cálculos referentes al suelo.

Temperatura exterior del ambiente

Para la obtención de la temperatura exterior utilizada, y así poder calcular las demandas horarias, se ha utilizado el programa de análisis de datos climáticos de AEMET. Este programa permite obtener las temperaturas en intervalos de 1 grado y las horas anuales



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

totales en las que existe dicha temperatura. Se ha escogido la estación meteorológica de Zaragoza.

En la siguiente tabla se puede observar las horas de cada intervalo de temperatura en cada mes y la suma total anual en la Estación meteorológica del Aeropuerto de Zaragoza.

Tipo de Datos: Estaciones Meteorológicas Zaragoza Zaragoza (Aeropuerto) 9434 Variable a representar= Temperatura seca (°C) Tipo= Nº horas													
Intervalo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
-8,5												1	1
-7,5													0
-6,5												2	2
-5,5	1		1									4	6
-4,5	2											8	10
-3,5	3	1	1								1	11	17
-2,5	5	3	1								1	14	24
-1,5	12	6	1								1	16	36
-0,5	26	8	2								2	22	60
0,5	29	14	6								3	23	75
1,5	34	27	9	1							10	34	115
2,5	44	31	11	1							14	41	142
3,5	54	36	13	4							24	41	172
4,5	65	47	20	8						1	32	49	222
5,5	70	51	29	14						3	39	56	262
6,5	75	64	36	21	3					4	46	64	313
7,5	70	60	47	28	4					7	55	71	342
8,5	62	57	55	36	9				1	13	58	64	355
9,5	45	57	59	48	15				2	22	71	62	381
10,5	39	47	59	61	21	1			4	35	71	54	392
11,5	35	46	64	61	34	5			7	49	70	35	406
12,5	24	34	56	61	39	6			13	50	61	25	369
13,5	18	23	52	54	50	10	1	1	16	57	45	15	342
14,5	14	20	45	51	52	17	5	5	27	64	35	12	347
15,5	8	13	37	46	57	22	11	9	38	72	26	8	347
16,5	5	13	33	42	55	33	17	19	58	67	23	5	370
17,5	3	8	27	35	51	39	28	31	67	63	15	3	370
18,5	1	4	23	28	46	54	38	39	64	52	8	2	359
19,5		2	19	26	45	48	51	50	56	44	5	1	347
20,5			13	22	38	50	55	59	54	37	2	1	331



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

21,5			10	20	39	49	56	61	49	31	1		316
22,5			6	16	35	42	56	56	47	24	1		283
23,5			4	11	26	43	49	52	42	19			246
24,5			3	9	25	38	46	49	36	12			218
25,5			1	7	24	36	41	44	32	8			193
26,5			1	4	19	33	40	39	30	3			169
27,5				2	17	32	36	38	23	3			151
28,5				1	15	28	36	33	15	2			130
29,5				1	8	27	29	35	12	1			113
30,5				1	6	23	27	28	10	1			96
31,5					5	22	24	25	6				82
32,5					3	16	23	20	5				67
33,5					1	15	24	14	3				57
34,5					1	12	17	13	2				45
35,5					1	9	15	7	1				33
36,5						5	11	7					23
37,5						3	5	7					15
38,5						1	2	3					6
39,5						1	1						2

Tabla 6. Horas temperatura Anual Zaragoza

Temperatura del terreno:

Para la obtención de dicha temperatura se ha recurrido a reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE) en la guía técnica: condiciones climáticas exteriores de proyecto. La temperatura del terreno en la estación meteorológica del aeropuerto de Zaragoza es de 13.14°C.

Provincia	Estación		Indicativo			
Zaragoza	Zaragoza (Aeropuerto)		9434			
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
247	41°39'43"	01°00'29" W	87.600 (1998-2007)	(2) 18.980 (1998-2007)	13.140 (1998-2006)	

Ilustración 4. Temperatura Terreno

Una vez se calculan todos los parámetros se procede a realizar el cálculo. Para ello se ha calculado primero de manera separada para luego con un sumatorio obtener el resultado final.

Intervalo	Tejado (kWh)						
	Ene	Feb	Mar	Abr	Oct	Nov	Dic
-8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

-7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,03
-5,5	1,94	0,00	1,94	0,00	0,00	0,00	7,76
-4,5	3,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,94
-3,5	5,38	1,79	1,79	0,00	0,00	1,79	19,73
-2,5	8,60	5,16	1,72	0,00	0,00	1,72	24,09
-1,5	19,77	9,88	1,65	0,00	0,00	1,65	26,36
-0,5	40,93	12,59	3,15	0,00	0,00	3,15	34,63
0,5	43,52	21,01	9,01	0,00	0,00	4,50	34,52
1,5	48,54	38,55	12,85	1,43	0,00	14,28	48,54
2,5	59,59	41,99	14,90	1,35	0,00	18,96	55,53
3,5	69,19	46,12	16,66	5,12	0,00	30,75	52,53
4,5	78,52	56,78	24,16	9,66	1,21	38,66	59,19
5,5	79,44	57,87	32,91	15,89	3,40	44,26	63,55
6,5	79,62	67,94	38,22	22,29	4,25	48,83	67,94
7,5	69,19	59,30	46,45	27,67	6,92	54,36	70,17
8,5	56,74	52,16	50,33	32,95	11,90	53,08	58,57
9,5	37,89	47,99	49,67	40,41	18,52	59,78	52,20
10,5	29,98	36,13	45,35	46,89	26,91	54,58	41,51
11,5	24,34	31,99	44,51	42,43	34,08	48,69	24,34
12,5	14,94	21,16	34,85	37,96	31,12	37,96	15,56
13,5	9,88	12,63	28,55	29,65	31,30	24,71	8,24
14,5	6,66	9,52	21,41	24,27	30,46	16,66	5,71
15,5	3,22	5,23	14,90	18,52	28,99	10,47	3,22
16,5	1,65	4,28	10,87	13,84	22,07	7,58	1,65
17,5	0,77	2,05	6,92	8,97	16,14	3,84	0,77
18,5	0,18	0,73	4,21	5,12	9,52	1,46	0,37
19,5	0,00	0,22	2,09	2,86	4,83	0,55	0,11
20,5	0,00	0,00	0,48	0,81	1,35	0,07	0,04
21,5	0,00	0,00	-0,37	-0,73	-1,13	-0,04	0,00
22,5	0,00	0,00	-0,66	-1,76	-2,64	-0,11	0,00
23,5	0,00	0,00	-0,73	-2,01	-3,48	0,00	0,00
24,5	0,00	0,00	-0,77	-2,31	-3,07	0,00	0,00
25,5	0,00	0,00	-0,33	-2,31	-2,64	0,00	0,00
26,5	0,00	0,00	-0,40	-1,61	-1,21	0,00	0,00
27,5	0,00	0,00	0,00	-0,95	-1,43	0,00	0,00
28,5	0,00	0,00	0,00	-0,55	-1,10	0,00	0,00
29,5	0,00	0,00	0,00	-0,62	-0,62	0,00	0,00
30,5	0,00	0,00	0,00	-0,70	-0,70	0,00	0,00



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

31,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7. Demanda calefacción Tejado

Intervalo	Suelo (kWh)						
	Ene	Feb	Mar	Abr	Oct	Nov	Dic
-8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
-7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10
-5,5	0,55	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	2,20
-4,5	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40
-3,5	1,65	0,55	0,55	0,00	0,00	0,55	6,04
-2,5	2,75	1,65	0,55	0,00	0,00	0,55	7,69
-1,5	6,59	3,30	0,55	0,00	0,00	0,55	8,79
-0,5	14,28	4,40	1,10	0,00	0,00	1,10	12,09
0,5	15,93	7,69	3,30	0,00	0,00	1,65	12,64
1,5	18,68	14,83	4,94	0,55	0,00	5,49	18,68
2,5	24,17	17,03	6,04	0,55	0,00	7,69	22,53
3,5	29,67	19,78	7,14	2,20	0,00	13,19	22,53
4,5	35,71	25,82	10,99	4,40	0,55	17,58	26,92
5,5	38,46	28,02	15,93	7,69	1,65	21,43	30,77
6,5	41,21	35,16	19,78	11,54	2,20	25,27	35,16
7,5	38,46	32,97	25,82	15,38	3,85	30,22	39,01
8,5	34,06	31,32	30,22	19,78	7,14	31,87	35,16
9,5	24,72	31,32	32,42	26,37	12,09	39,01	34,06
10,5	21,43	25,82	32,42	33,51	19,23	39,01	29,67
11,5	19,23	25,27	35,16	33,51	26,92	38,46	19,23
12,5	13,19	18,68	30,77	33,51	27,47	33,51	13,74
13,5	9,89	12,64	28,57	29,67	31,32	24,72	8,24



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

14,5	7,69	10,99	24,72	28,02	35,16	19,23	6,59
15,5	4,40	7,14	20,33	25,27	39,56	14,28	4,40
16,5	2,75	7,14	18,13	23,08	36,81	12,64	2,75
17,5	1,65	4,40	14,83	19,23	34,61	8,24	1,65
18,5	0,55	2,20	12,64	15,38	28,57	4,40	1,10
19,5	0,00	1,10	10,44	14,28	24,17	2,75	0,55
20,5	0,00	0,00	7,14	12,09	20,33	1,10	0,55
21,5	0,00	0,00	5,49	10,99	17,03	0,55	0,00
22,5	0,00	0,00	3,30	8,79	13,19	0,55	0,00
23,5	0,00	0,00	2,20	6,04	10,44	0,00	0,00
24,5	0,00	0,00	1,65	4,94	6,59	0,00	0,00
25,5	0,00	0,00	0,55	3,85	4,40	0,00	0,00
26,5	0,00	0,00	0,55	2,20	1,65	0,00	0,00
27,5	0,00	0,00	0,00	1,10	1,65	0,00	0,00
28,5	0,00	0,00	0,00	0,55	1,10	0,00	0,00
29,5	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55	0,00	0,00
30,5	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55	0,00	0,00
31,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 8. Demanda Calefacción Suelo

Intervalo	Huecos						
	Ene	Feb	Mar	Abr	Oct	Nov	Dic
-8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25
-7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
-5,5	1,12	0,00	1,12	0,00	0,00	0,00	4,49
-4,5	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,64
-3,5	3,11	1,04	1,04	0,00	0,00	1,04	11,41
-2,5	4,98	2,99	1,00	0,00	0,00	1,00	13,93
-1,5	11,43	5,72	0,95	0,00	0,00	0,95	15,25
-0,5	23,67	7,28	1,82	0,00	0,00	1,82	20,03



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

0,5	25,18	12,15	5,21	0,00	0,00	2,60	19,97
1,5	28,08	22,30	7,43	0,83	0,00	8,26	28,08
2,5	34,47	24,29	8,62	0,78	0,00	10,97	32,12
3,5	40,02	26,68	9,63	2,96	0,00	17,79	30,39
4,5	45,42	32,84	13,98	5,59	0,70	22,36	34,24
5,5	45,95	33,48	19,04	9,19	1,97	25,60	36,76
6,5	46,06	39,30	22,11	12,90	2,46	28,25	39,30
7,5	40,02	34,30	26,87	16,01	4,00	31,45	40,59
8,5	32,82	30,17	29,12	19,06	6,88	30,70	33,88
9,5	21,92	27,76	28,73	23,38	10,71	34,58	30,20
10,5	17,34	20,90	26,24	27,13	15,56	31,57	24,01
11,5	14,08	18,51	25,75	24,54	19,71	28,16	14,08
12,5	8,64	12,24	20,16	21,96	18,00	21,96	9,00
13,5	5,72	7,31	16,52	17,15	18,10	14,29	4,76
14,5	3,85	5,51	12,39	14,04	17,62	9,63	3,30
15,5	1,86	3,03	8,62	10,71	16,77	6,06	1,86
16,5	0,95	2,48	6,29	8,00	12,77	4,38	0,95
17,5	0,44	1,19	4,00	5,19	9,34	2,22	0,44
18,5	0,11	0,42	2,44	2,96	5,51	0,85	0,21
19,5	0,00	0,13	1,21	1,65	2,80	0,32	0,06
20,5	0,00	0,00	0,28	0,47	0,78	0,04	0,02
21,5	0,00	0,00	-0,21	-0,42	-0,66	-0,02	0,00
22,5	0,00	0,00	-0,38	-1,02	-1,52	-0,06	0,00
23,5	0,00	0,00	-0,42	-1,16	-2,01	0,00	0,00
24,5	0,00	0,00	-0,44	-1,33	-1,78	0,00	0,00
25,5	0,00	0,00	-0,19	-1,33	-1,52	0,00	0,00
26,5	0,00	0,00	-0,23	-0,93	-0,70	0,00	0,00
27,5	0,00	0,00	0,00	-0,55	-0,83	0,00	0,00
28,5	0,00	0,00	0,00	-0,32	-0,64	0,00	0,00
29,5	0,00	0,00	0,00	-0,36	-0,36	0,00	0,00
30,5	0,00	0,00	0,00	-0,40	-0,40	0,00	0,00
31,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

38,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 9. Demanda Calefacción Huecos

Intervalo	Muros						
	Ene	Feb	Mar	Abr	Oct	Nov	Dic
-8,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,97
-7,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-6,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,12
-5,5	5,36	0,00	5,36	0,00	0,00	0,00	21,44
-4,5	10,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,26
-3,5	14,87	4,96	4,96	0,00	0,00	4,96	54,51
-2,5	23,77	14,26	4,75	0,00	0,00	4,75	66,55
-1,5	54,61	27,31	4,55	0,00	0,00	4,55	72,82
-0,5	113,07	34,79	8,70	0,00	0,00	8,70	95,67
0,5	120,25	58,05	24,88	0,00	0,00	12,44	95,37
1,5	134,10	106,49	35,50	3,94	0,00	39,44	134,10
2,5	164,64	116,00	41,16	3,74	0,00	52,39	153,42
3,5	191,14	127,43	46,02	14,16	0,00	84,95	145,13
4,5	216,93	156,86	66,75	26,70	3,34	106,80	163,53
5,5	219,46	159,89	90,92	43,89	9,41	122,27	175,57
6,5	219,96	187,70	105,58	61,59	11,73	134,91	187,70
7,5	191,14	163,84	128,34	76,46	19,11	150,18	193,87
8,5	156,76	144,11	139,06	91,02	32,87	146,64	161,81
9,5	104,67	132,59	137,24	111,65	51,17	165,15	144,22
10,5	82,83	99,82	125,30	129,55	74,33	150,79	114,68
11,5	67,25	88,39	122,98	117,21	94,15	134,51	67,25
12,5	41,26	58,45	96,28	104,87	85,96	104,87	42,98
13,5	27,31	34,89	78,88	81,92	86,47	68,26	22,75
14,5	18,41	26,29	59,16	67,05	84,14	46,02	15,78
15,5	8,90	14,46	41,16	51,17	80,10	28,92	8,90
16,5	4,55	11,83	30,04	38,23	60,98	20,93	4,55
17,5	2,12	5,66	19,11	24,78	44,60	10,62	2,12
18,5	0,51	2,02	11,63	14,16	26,29	4,05	1,01
19,5	0,00	0,61	5,76	7,89	13,35	1,52	0,30
20,5	0,00	0,00	1,31	2,22	3,74	0,20	0,10
21,5	0,00	0,00	-1,01	-2,02	-3,14	-0,10	0,00
22,5	0,00	0,00	-1,82	-4,85	-7,28	-0,30	0,00
23,5	0,00	0,00	-2,02	-5,56	-9,61	0,00	0,00
24,5	0,00	0,00	-2,12	-6,37	-8,50	0,00	0,00



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

25,5	0,00	0,00	-0,91	-6,37	-7,28	0,00	0,00
26,5	0,00	0,00	-1,11	-4,45	-3,34	0,00	0,00
27,5	0,00	0,00	0,00	-2,63	-3,94	0,00	0,00
28,5	0,00	0,00	0,00	-1,52	-3,03	0,00	0,00
29,5	0,00	0,00	0,00	-1,72	-1,72	0,00	0,00
30,5	0,00	0,00	0,00	-1,92	-1,92	0,00	0,00
31,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
39,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 10. Demanda Calefacción Muros

Tras la obtención de las diferentes demandas por intervalos se procede a realizar la suma y la división por los metros del inmueble para poder ver los resultados mensuales.

Cerramiento	Demanda mensual (kWh/m ₂)						
	Ene	Feb	Mar	Abr	Oct	Nov	Dic
Tejado	4,32	3,50	2,82	2,11	1,54	3,17	4,34
Hueco	2,50	2,02	1,63	1,22	0,89	1,83	2,51
Suelo	2,22	2,01	2,22	2,15	2,22	2,15	2,22
Muros	11,93	9,66	7,80	5,83	4,25	8,75	11,98

Tabla 11. Demanda mensual Total Envolvente Térmica

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

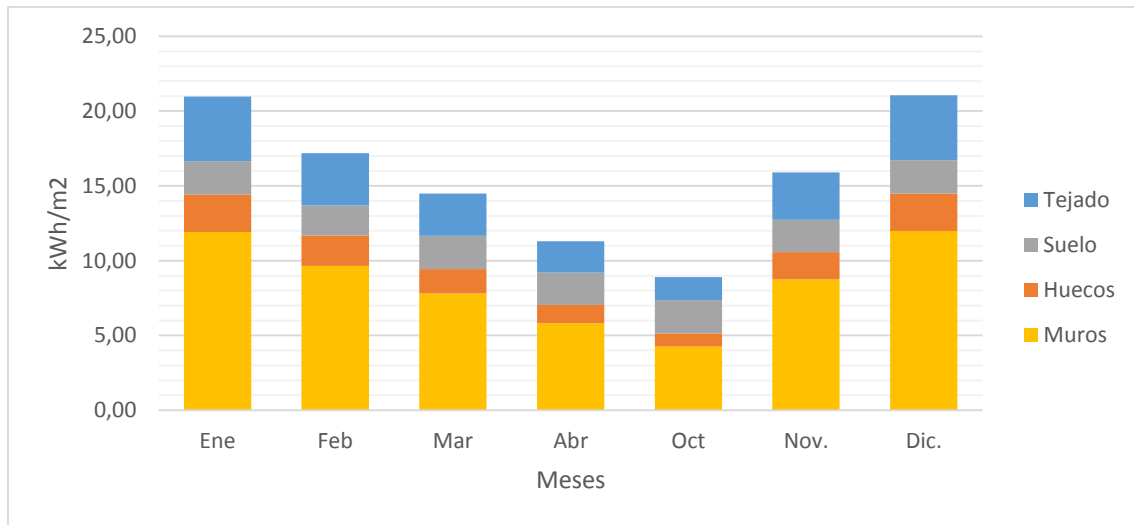


Ilustración 5. Distribución Demandas

Para obtener la demanda anual total debido a los cerramientos solo es necesario sumar todos los valores obtenidos en la tabla anterior.

$$Dem_{termica,envolvente} = 109.79 \frac{kWh}{m_2} año$$

La distribución de las demandas en función de los diferentes componentes de la envolvente térmica del edificio queda de la siguiente forma:

Cerramientos	Demanda anual (kWh/m ₂)
Tejado	21.79
Huecos	12,60
Suelo	15.20
Muros	60,20

Tabla 12. Valor total demanda anual

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

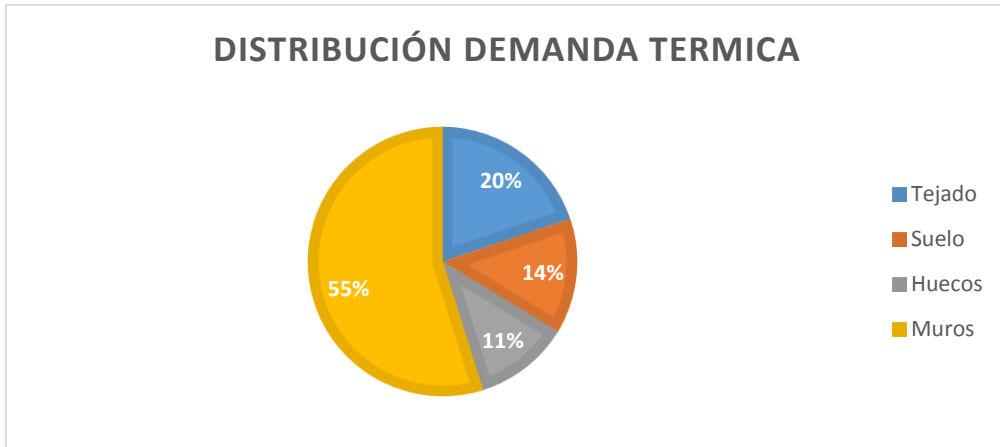


Ilustración 6. Distribución Demanda Térmica



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

4. Carga térmica Máxima de calefacción:

Para poder escoger de manera correcta las instalaciones es necesario calcular la carga térmica, ya que dependiendo de la zona geográfica se necesitará unos equipos con mayor o menor potencia debido a la variación de las temperaturas de una localidad a otra.

Las temperaturas necesarias para dimensionar las instalaciones tanto de calefacción como de refrigeración se han obtenido del reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE) en la guía técnica: condiciones climáticas exteriores de proyecto.

Provincia	Estación		Indicativo				
Zaragoza	Zaragoza (Aeropuerto)		9434				
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
247	41°39'43"	01°00'29" W	87.600 (1998-2007)	(2) 18.980 (1998-2007)	13.140 (1998-2006)		
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS _{99,6} (°C)	TS ₉₉ (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-9,5	-3,0	-1,1	9,3	89	39,2		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS _{0,4} (°C)	THC _{0,4} (°C)	TS ₁ (°C)	THC ₁ (°C)	TS ₂ (°C)	THC ₂ (°C)	OMDR (°C)
42,3	36,2	21,8	34,5	21,7	32,8	21,5	17,1
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH _{0,4} (°C)	TSC _{0,4} (°C)	TH ₁ (°C)	TSC ₁ (°C)	TH ₂ (°C)	TSC ₂ (°C)		
23,3	33,7	22,5	33,4	21,8	32,7		

Los datos que interesan para este proyecto son la temperatura seca con un percentil del 99% para calefacción y con un percentil del 1% para refrigeración.

$$T_{Seca_Calefacción_{99\%}} = -1.1^{\circ}\text{C}$$

$$T_{Terreno} = 10.14^{\circ}\text{C}$$

El nivel percentil es el porcentaje de horas anuales en las que la temperatura de la zona sobrepasa por un cierto valor. Lo que quiere decir este porcentaje es que por cada 100 días de invierno cogiendo el 99% solo un día la temperatura será menor que la escogida. Mientras que por cada 100 días de verano para un percentil del 1% solo un 1 sobrepasará dicha temperatura. Es una manera de asegurar que no se sobredimensionen los diferentes equipos de calefacción y/o de refrigeración.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

La temperatura interior utilizada para el cálculo es 21 °C mientras que la temperatura exterior es de -1.1 °C (temperatura para un percentil del 99%) para el caso de los muros, cubierta y huecos. Mientras que para el suelo se tendrá una temperatura del terreno de 13.14 °C .

Para la obtención de dicha carga es necesario calcular las cargas por transmisión y las cargas de ventilación.

Para calcular las cargas de transmisión es necesario tener en cuenta unos suplementos añadidos debidos a las pérdidas de calor que existen. Estos suplementos se han definido debido a la gran dificultad de obtener un valor exacto de las perdidas.

Para este proyecto se van a utilizar los suplementos (z) debidos a la orientación y a las paredes que dan al exterior.

Suplemento por orientación (z₂ en tanto por uno)

Orientación	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE
z ₂ (tanto por uno)	0	0,025	0,075	0,125	0,175	0,175	0,125	0,075

Ilustración 7. Suplementos por Orientación.

Cuadro simplificado de suplementos

Concepto	Valor (tanto por uno)
Por orientación norte	0,06
Por intermitencia: reducción nocturna	0,05
Por intermitencia: de 8 a 9 h de parada	0,10
Por intermitencia: más de 10 h de parada	0,20
Más de dos paredes al exterior (se incluye techo)	0,05
Últimas plantas de un edificio	0,02

Ilustración 8. Cuadro simplificado de suplementos

Por lo tanto, la ecuación a utilizar será la siguiente:

$$Carga_{transmisión} = \sum_c (1 + \sum_s z_{s,c}) * U_c * A_c * (T_i - T_e)$$

A continuación se pueden observar los valores obtenidos y los suplementos utilizados para cada parte de la envolvente:



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

	Muros			
	Fachada SO	Fachada NO	Fachada SE	Fachada NE
Suplemento	0,025	0,125	0,075	0,125
U_c	1.28	1.28	1.28	1.28
A_c	36,55	38,86	38,86	35,59
Carga (W)	1059,77	1236,68	1291,64	1082,28

	Huecos	
	Fachada SO	Fachada NE
Nº huecos	2	4
U_c	5.19	5.19
A_c	1.8	1.14
Suplemento	0,025	0,125
Carga (W)	268,05	887,77

	Tejado	Suelo
A_c	183.95	183.95
U_c	0.398	0.38
Carga (W)	1617,98741	549,42186

Por último, se aplicara un suplemento a la suma final de las cargas de 0.05 debido a tener más de dos paredes (incluyendo el techo).

$$Carga_{transmisión}(kW) = \sum_c (1 + \sum_s z_{s,c}) * U_c * A_c * (T_i - T_e) / 1000 = 8.39 kW$$

Ahora es necesario calcular el valor de la carga por ventilación para después conseguir el valor final de la carga térmica.

$$Volumen\ de\ aire\ vivienda = ren \left(\frac{1}{h}\right) * V_L (m^3) / 3600 \left(\frac{s}{h}\right) = 0.062 \frac{m^3}{s}$$

Donde

- Ren: son las renovaciones horas
- V_L , el volumen total de la vivienda

Una vez se obtiene dicho volumen, se realiza la siguiente expresión:



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

$$\begin{aligned} \text{Cargas por ventilación} &= \text{Volumen de aire vivienda} * \rho_a * c_{pa} * \frac{(T_i - T_e)}{1000} \\ &= 1.615 \text{ kW} \end{aligned}$$

Donde

- ρ_a es la densidad del aire, 1.18 kg/m^3
- c_{pa} calor específico del aire, 1000 J/(Kg*K)

Para las cargas por infiltración se estima que son un 25% de las cargas por ventilación.

$$\text{Carga termica de la vivienda} = 8.39 + 1.615 - 0.25 * 1.615 = 9.6 \text{ kW}$$

Así pues la caldera debería de satisfacer la demanda de calefacción máxima de 9.6 kW y la carga instantánea de ACS, siempre y cuando no se utilice una ayuda externa que disminuyera la carga debida a las ACS.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

5. Cálculo de la demanda térmica de ACS:

5.1. Demanda máxima de ACS:

Para obtener la potencia necesaria para abastecer la demanda máxima de ACS se realizará lo siguiente:

$$Demanda_{ACS} \left(\frac{l}{dia} \right) = Demanda_{ACS} \left(\frac{l}{s} \right) / (24 * 3600)$$

El caudal instantáneo se toma el mismo que la demanda en l/s ya que este es muy pequeño y si aplicamos los coeficientes que indica el CTE podría salir un caudal negativo. La potencia instantánea:

$$P_{ins} = Demanda_{ACS} \left(\frac{l}{s} \right) * \rho_{Agua} * Cp_{agua} * (T_{ref} - T_{min}) = 0.422 kW$$

Donde

- C_p el calor específico del agua (4,178 kJ/kg.k)
- T_{ref} es la temperatura marcada como objetivo (60°C)
- T_{min} es la temperatura media de agua fría menor de los 12 meses del año (8°C)
- ρ_{Agua} es la densidad del agua 1000 kg/m³

5.2. Demanda térmica de ACS mensual y anual:

La ecuación que va a determinar la demanda térmica de ACS mensual que debe tener la vivienda se muestra a continuación:

$$Q_i(kJ) = L * C_p * (T_{ref} - T_{media}) * n_i$$

Siendo

- Q_i es la carga calorífica mensual en kJ
- L es el número de litros necesarios (168 litros)
- C_p el calor específico del agua (4,178 kJ/kg.k)
- T_{ref} es la temperatura marcada como objetivo (60°C)
- T_{media} es la temperatura media de agua fría de cada mes en °C
- n_i el número de días del mes a calcular

Una vez se obtiene la carga calorífica es necesario realizar un cambio de unidades de kJ a kWh para esto:

$$Q_{acs}(kWh) = \frac{Q_i(kJ)}{3600s}$$



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Para la obtención de la temperatura media es necesario acudir al apéndice B del Documento básico de ahorro de energía y escoger las temperaturas mostradas para la ciudad de Zaragoza.

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
Bilbao/Bilbo	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
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
Vitoria-Gasteiz	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

Tabla 13. Temperatura Media ACS

	En	feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmedia	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8
Dias mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
kWh	314,30	278,42	302,21	280,76	271,99	251,52	241,77	247,81	251,52	278,03	292,46	314,30
KWh/m²	1,71	1,51	1,64	1,53	1,48	1,37	1,31	1,35	1,37	1,51	1,59	1,71

Tabla 14. Valores calculo ACS

Una vez obtenidos los valores mensuales se realiza la suma aritmética y se calcula la demanda de ACS anual:

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

$$Demanda ACS = 18.08 \frac{kWh}{m^2} \text{ año}$$

A continuación se muestra la gráfica por meses de la demanda:

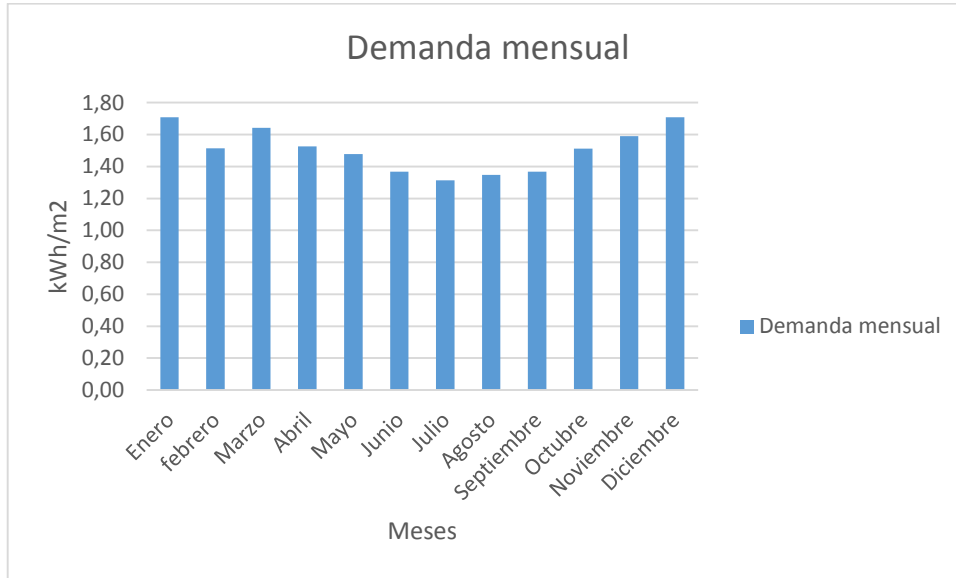


Tabla 15. Demanda Mensual ACS

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

6. Consumo de Energía Final o secundaria:

El programa informático CE3X calcula los consumos de energía primaria, dicha energía proviene de una fuente disponible en el medio natural. Por lo tanto, es necesario realizar el cambio a energía final o secundaria, la energía que verdaderamente se consume y que proviene de la transformación de la energía primaria.

A continuación se muestran los valores de energía primaria anuales de la vivienda proyectada:

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	250.7 E	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	E
		214.22		27.52	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	-
		8.94		-	

Con los datos anteriores se procede a obtener el consumo final de la caldera de gasóleo de calefacción. Para ello será necesario obtener los coeficientes de paso de energía primaria a final que dependen del tipo de combustible utilizado. En el documento reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) se encuentra la tabla con los valores de conversión de energía final a primaria para varios combustibles

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

Ilustración 9. Fuente: <http://www.minetad.gob.es>



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

El combustible utilizado es el gasóleo de calefacción y el tipo de energía primaria escogida es a total. Por lo tanto, el coeficiente escogido es:

$$\frac{kWh E. Primaria total}{kWh E. final} = 1.182$$

La suma total del consumo de energía primaria de la vivienda proviene de sumar el consumo de calefacción y el de ACS:

$$\begin{aligned} Cons. E. primaria total &= Cons. E. primaria Calef. + Cons. E. primaria ACS \\ &= 214.22 + 27.52 = 241.74 \frac{kWh}{m^2} \text{ año} \end{aligned}$$

$$kWh E. Primaria total = 241.74 * A_{vivienda} = 44468.073 kWh$$

$$kWh E. final = \frac{kWh E. Primaria total}{1.182} = 37621.04 kWh$$

Una vez obtenido el valor real de la energía que se ha consumido en un año en la vivienda se realiza el cálculo del gasto económico:

$$Gasto Economico Anual = 39012.34 kWh * 0.09 \frac{\text{€}}{kWh} = 3385.89 \text{ €}$$

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

7. Sistema SATE

El Sistema ETICS Traditerm "GRUPO PUMA" para aislamiento térmico por el exterior de fachada es el elegido para variar los aislantes. A continuación se muestra el detalle constructivo de dicho sistema.

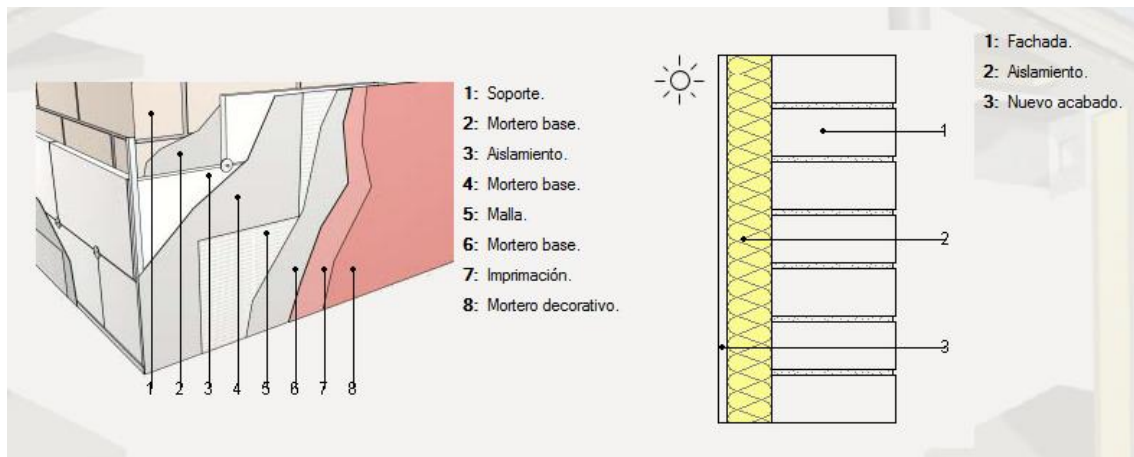


Ilustración 10. Detalle constructivo: Sistema ETICS. Fuente: Arquimedes

A continuación se muestran las características desglosadas de las diferentes zonas y los precios para cada caso de la adición de aislante.

7.1. Características y costes de las opciones

7.1.1. Opción 1: Poliéstireno Expandido

m² Sistema ETICS Traditerm "GRUPO PUMA" para aislamiento térmico por el exterior de fachada existente.

Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por su cara exterior, con el sistema Traditerm "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico, Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la malla; un panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, Traditerm Panel EPS "GRUPO PUMA", de 50 mm de espesor, color blanco, resistencia térmica 1,38 m²K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), densidad 20 kg/m³ (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); malla de fibra de vidrio, de 5x4 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m² y 0,6 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt28mop020f	kg	Mortero hidráulico, Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, para la fijación y el revestimiento de paneles de poliestireno expandido en paramentos verticales, tipo GP, según UNE-EN 998-1.	7,500	1,20	9,00
mt28mop080e	m	Perfil de arranque de aluminio, de 50 mm de anchura.	0,170	9,80	1,67
mt28mop070d	m	Perfil de esquina de PVC con malla.	0,300	3,10	0,93



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

mt16pea030d	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, Traditerm Panel EPS "GRUPO PUMA", de 50 mm de espesor, color blanco, resistencia térmica 1,38 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), densidad 20 kg/m ³ , Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-UNE-EN 13163-L2-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-BS100-CS(10)60.	1,050	4,25	4,46
mt16aaa022b	Ud	Taco de expansión de polipropileno con clavo metálico "GRUPO PUMA", de 110 mm de longitud, para fijación de placas aislantes.	8,000	0,21	1,68
mt28mop050	m ²	Malla de fibra de vidrio, de 5x4 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m ² y 0,6 mm de espesor, para refuerzo del mortero en el sistema de aislamiento por el exterior.	1,100	1,60	1,76
mt28mop320a	kg	Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA", compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	0,200	3,95	0,79
mt28mop310aa	kg	Mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso, para revestimiento de paramentos exteriores, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	2,200	4,20	9,24
mo053	h	Oficial 1 ^a montador de aislamientos.	0,120	23,13	2,78
mo099	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,47	2,46
mo038	h	Oficial 1 ^a revocador.	0,723	22,38	16,18
mo077	h	Ayudante revocador.	0,723	20,47	14,80
	%	Medios auxiliares	2,000	65,75	1,32
	%	Costes indirectos	3,000	67,07	2,01
Coste de mantenimiento decenal: 5,39€ en los primeros 10 años.				Total:	69,08

$$\text{Coste mejora con lana mineral} = A_{\text{Fachada}} * (\text{Coste}_{\text{Sistema+Pol.Expandido}})$$

$$= 10949.18 \text{ €}$$

7.1.2. Opción 2: Lana mineral

m² Sistema ETICS Traditerm "GRUPO PUMA" para aislamiento térmico por el exterior de fachada existente.

Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por su cara exterior, con el sistema Traditerm "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico, Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la malla; un panel de lana mineral natural (LMN) de altas prestaciones térmicas y alta resistencia a compresión (30 kPa), no revestido, aglomerado con resinas, imputrescible, MW FKD-S, de 50 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 1,35 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK) (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); malla de fibra de vidrio, de 5x4 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m² y 0,6 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt28mop020f	kg	Mortero hidráulico, Traditerm "GRUPO PUMA", color gris, para la fijación y el revestimiento de paneles de poliestireno expandido en paramentos verticales, tipo GP, según UNE-EN 998-1.	7,500	1,20	9,00
mt28mop080e	m	Perfil de arranque de aluminio, de 50 mm de anchura.	0,170	9,80	1,67



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

mt28mop070d	m	Perfil de esquina de PVC con malla.	0,300	3,10	0,93
mt16lra070k	m ²	Panel de lana mineral natural (LMN) de altas prestaciones térmicas y alta resistencia a compresión (30 kPa), no revestido, aglomerado con resinas, imputrescible, MW FKD-S, de 50 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 1,35 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), Euroclase A1 de reacción al fuego, con código de designación MW-EN 13162-T5-CS(10)30-TR10-MU1-Clase A1, de aplicación como aislante térmico y acústico en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior de fachadas.	1,050	15,12	15,88
mt16aaa022b	Ud	Taco de expansión de polipropileno con clavo metálico "GRUPO PUMA", de 110 mm de longitud, para fijación de placas aislantes.	8,000	0,21	1,68
mt28mop050	m ²	Malla de fibra de vidrio, de 5x4 mm de luz, antiálcalis, de 160 g/m ² y 0,6 mm de espesor, para refuerzo del mortero en el sistema de aislamiento por el exterior.	1,100	1,60	1,76
mt28mop320a	kg	Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA", compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	0,200	3,95	0,79
mt28mop310aa	kg	Mortero acrílico Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 mm de espesor, color Blanco 100, acabado grueso, para revestimiento de paramentos exteriores, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	2,200	4,20	9,24
mo053	h	Oficial 1 ^º montador de aislamientos.	0,120	23,13	2,78
mo099	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,120	20,47	2,46
mo038	h	Oficial 1 ^º revocador.	0,723	22,38	16,18
mo077	h	Ayudante revocador.	0,723	20,47	14,80
	%	Medios auxiliares	2,000	77,17	1,54
	%	Costes indirectos	3,000	78,71	2,36
Coste de mantenimiento decenal: 6,32€ en los primeros 10 años.				Total:	81,07

$$\text{Coste mejora con Pol. Expandido} = A_{\text{Fachada}} * (\text{Coste}_{\text{Sistema+lana}}) = 12849.59 \text{ €}$$

7.2. Informe de las medidas de mejora

7.2.1. Informe descriptivo de la medida de mejora: SATE (con lana mineral)



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
SATE (Lana)
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 12849.59 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	151.63 D		39.27 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	76.19 D		7.93 A

ANÁLISIS TÉCNICO

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m ² K]
Hueco oeste	Hueco	3.60	5.29	5.70	3.60	5.29	5.70
Hueco este	Hueco	4.56	5.14	5.70	4.56	5.14	5.70



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	98.70	45.7%	3.97	13.3%	23.34	0.0%	-	-%	126.00	39.9%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	116.36	D 45.7%	7.75	A 13.3%	27.52	E 0.0%	-	-%	151.63	D 39.5%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	30.69	D 45.7%	1.31	A 13.3%	7.26	F 0.0%	-	-%	39.27	D 39.9%
Demanda [kWh/m ² año]	76.19	D 45.7%	7.93	A 13.3%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada NO	Fachada	38.86	1.28	38.86	0.46
Fachada SE	Fachada	38.86	1.28	38.86	0.46
Fachada NE	Fachada	35.59	1.28	35.59	0.46
Fachada SO	Fachada	36.55	1.28	36.55	0.46
Suelo	Suelo	183.96	0.38	183.96	0.38
Cubierta con aire	Cubierta	183.93	0.38	183.93	0.38

Huecos y lucernarios INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

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



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Generadores de refrigeración

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

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

7.2.2. Informe descriptivo de la medida de mejora: SATE con poliestireno expandido

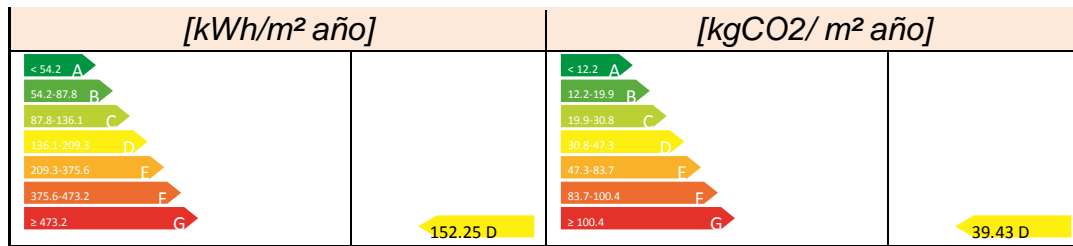
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
SATE (EPS)
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 10949.18 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

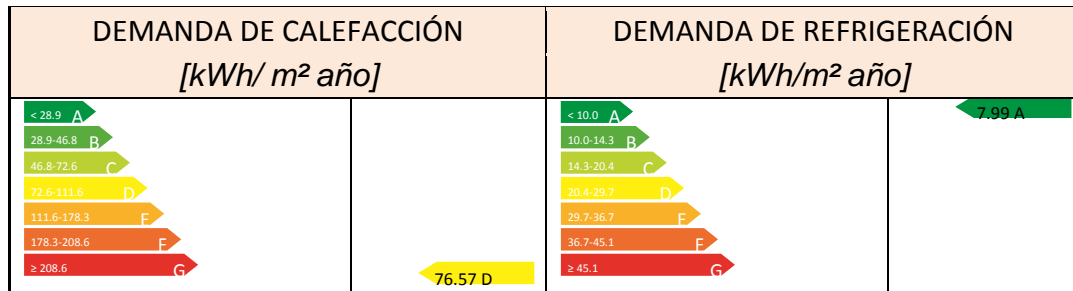
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO
--	---------------------------------



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	99.18	45.4%	3.99	12.7%	23.34	0.0%	-	-%	126.51	39.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	116.9 3	D 45.4%	7.80 A	12.7%	27.52 E	0.0%	-	-%	152.2 5	D 39.3%
Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	30.84 D	45.4%	1.32 A	12.7%	7.26 F	0.0%	-	-%	39.43 D	39.6%
Demanda [kWh/m ² año]	76.57 D	45.4%	7.99 A	12.7%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m ² K]
Hueco oeste	Hueco	3.60	5.29	5.70	3.60	5.29	5.70
Hueco este	Hueco	4.56	5.14	5.70	4.56	5.14	5.70



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Fachada NO	Fachada	38.86	1.28	38.86	0.48
Fachada SE	Fachada	38.86	1.28	38.86	0.48
Fachada NE	Fachada	35.59	1.28	35.59	0.48
Fachada SO	Fachada	36.55	1.28	36.55	0.48
Suelo	Suelo	183.96	0.38	183.96	0.38
Cubierta con aire	Cubierta	183.93	0.38	183.93	0.38

Huecos y lucernarios INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

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

Generadores de refrigeración

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

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

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

7.3. Análisis económico del gasto en calefacción:

7.3.1. Opción 1: Aislante Poliestireno Expandido

$$\begin{aligned}
 \text{Cons. E. primaria total Opción 1} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\
 &= 116.93 + 27.52 = \frac{kWh}{m^2} \text{ año}
 \end{aligned}$$

$$kWh \text{ E. Primaria total} = 144.45 * A_{vivienda} = 26571.57 kWh$$

$$kWh \text{ E. final Opción 1} = \frac{kWh \text{ E. Primaria total}}{1.182} = 22480.18 kWh$$

$$\text{Gasto Economico Anual Opción 1} = 22480.18 kWh * 0.09 \frac{\text{€}}{kWh} = 2023.21 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro Anual Opción B} = 3385.89 - 2023.21 = 1362.73 \text{ €}$$

7.3.2. Opción 2: Aislante Lana Mineral

$$\begin{aligned}
 \text{Cons. E. primaria total Opción 2} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\
 &= 116.36 + 27.52 = \frac{kWh}{m^2} \text{ año}
 \end{aligned}$$

$$kWh \text{ E. Primaria total} = 143.88 * A_{vivienda} = 26466.72 kWh$$

$$kWh \text{ E. final Opción 2} = \frac{kWh \text{ E. Primaria total}}{1.182} = 22391.47 kWh$$

$$\text{Gasto Economico Anual Opción 1} = 22391.47 kWh * 0.09 \frac{\text{€}}{kWh} = 2015.23 \text{ €}$$



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

$$\text{Ahorro Anual Opción B} = 3385.89 - 2015.23 = 1370.66 \text{ €}$$

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

8. Fachada ventilada

8.1. Sistema de revestimiento

Se escoge el sistema PLACOTHERM V EGR PLACO del programa "ARQUIMEDES" para la estructura metálica, impermeabilización, el tratamiento de juntas y el revoco. Mientras que para escoger el aislante se realizará un estudio entre tres posibles tipos.

En la siguiente imagen se observa la descomposición del sistema escogido:

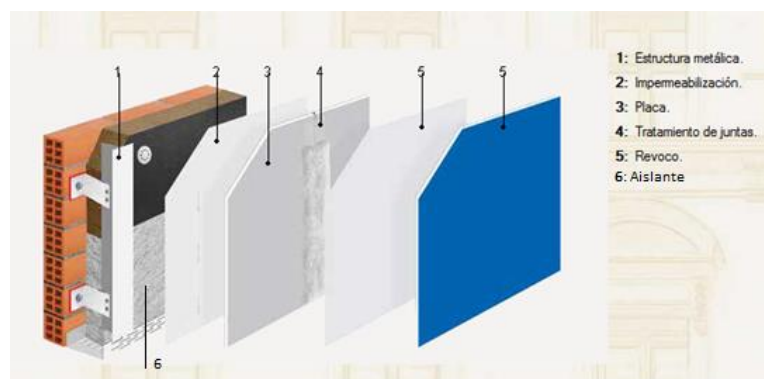


Ilustración 11. Fachada Ventilada PLACOTHERM. Fuente: Arquimedes

A continuación se muestra el desglose del precio total del sistema y diferentes características de este.

Sistema **Placotherm V EGRG "PLACO"** de revestimiento para fachada ventilada, compuesto por **una estructura metálica de aluminio extruido de montantes verticales de perfiles en T y en L, de 1,8 mm de espesor con una modulación de 750 mm, fijada al soporte base con ménsulas y creando una cámara de aire, sobre la que se atornilla una placa Glasroc H 13 de 12,5 mm de espesor, se coloca pasta de fraguado, Promix Hydro "PLACO" y cinta autoadhesiva de malla de fibra de vidrio "PLACO", para el tratamiento de juntas entre placas, y se aplica como revoco, una capa de imprimación de fondo y reguladora de la absorción Weber CS y una capa de mortero acrílico Weber.tene Stilo, de 2 a 3 mm de espesor, color Blanco, acabado gota, entre los perfiles y la placa se colocará una lámina flexible impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, Tyvek Estándar.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt12ple300a	Ud	Ménsula de sustentación de aluminio extruido de aleación 6063 y tratamiento térmico T-66, con aislamiento de polipropileno de 5 mm de espesor, para rotura de puente térmico, "PLACO", de 65 mm de longitud.	0,370	6,45	2,39
mt12ple310a	Ud	Ménsula de retención de aluminio extruido de aleación 6063 y tratamiento térmico T-66, con aislamiento de polipropileno de 5 mm de espesor, para rotura de puente térmico, "PLACO", de 65 mm de longitud.	1,480	5,04	7,46
mt12plt100	Ud	Taco de nylon con tornillo de acero galvanizado con cabeza hexagonal, "PLACO", de 10 mm de diámetro y 80 mm de longitud, para fijación de ménsulas.	2,220	1,41	3,13
mt12plp300	m	Perfil en T de aluminio extruido de aleación 6063 y tratamiento térmico T-66, "PLACO", de 1,8 mm de espesor, suministrado en barras de 6 m de longitud.	0,670	10,06	6,74



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

mt12plp310	m	Perfil en L de aluminio extruido de aleación 6063 y tratamiento térmico T-66, "PLACO", de 1,8 mm de espesor, suministrado en barras de 6 m de longitud.	0,670	6,14	4,11
mt12plt060	Ud	Tornillo autotaladrante de acero inoxidable para ménsula, "PLACO", con cabeza hexagonal, de 19 mm de longitud.	4,440	0,99	4,40
mt28fvp030a	m	Lámina flexible impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, Tyvek Estándar "PLACO", de 1,5 m de anchura, según UNE-EN 13859-2, suministrada en rollos de 50 m de longitud.	1,100	3,71	4,08
mt12plk010eelbc	m ²	Placa de yeso laminado H1 / UNE-EN 520 - 1200 / 2800 / 12,5 / borde afinado, Glasroc H 13 "PLACO", formada por un núcleo de yeso revestido por las dos caras con fibra de vidrio con tratamiento hidrófobo.	1,050	16,13	16,94
mt12plq020b	Ud	Tornillo THTPF 32 INOX "PLACO", con cabeza de trompeta, de 32 mm de longitud, para instalación de placas de cemento sobre perfilaría.	20,000	0,08	1,60
mt12plm015a	kg	Pasta de fraguado, Promix Hydro "PLACO", para el tratamiento de las juntas de las placas de yeso laminado.	0,300	6,13	1,84
mt12plj030	m	Cinta autoadhesiva de malla de fibra de vidrio, "PLACO", para refuerzo de juntas.	1,000	0,06	0,06
mt28pcc060a1a	kg	Imprimación de fondo y reguladora de la absorción Weber CS "WEBER CEMARKSA", color Blanco, compuesta de aglutinantes orgánicos y pigmentos resistentes a los álcalis.	0,200	5,24	1,05
mt28mac020aa1a	kg	Revestimiento acrílico Weber.tene Stilo "WEBER CEMARKSA", de 2 a 3 mm de espesor, color Blanco, acabado gota. Según UNE-EN 15824.	2,000	4,93	9,86
mo051	h	Oficial 1ª montador de sistemas de fachadas prefabricadas.	0,614	23,13	14,20
mo097	h	Ayudante montador de sistemas de fachadas prefabricadas.	0,614	20,47	12,57
	%	Medios auxiliares	2,000	90,43	1,81
	%	Costes indirectos	3,000	92,24	2,77
Coste de mantenimiento decenal: 13,78€ en los primeros 10 años.				Total:	95,01

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 520:2005/A1:2010 Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.	162010	1122010	3/4

8.2. Aislantes

A continuación se muestran las características que se definen en el programa Arquímedes y el desglose de precio de los diferentes aislantes.

8.2.1. Opción A: Lana mineral



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



NAF040 m² Aislamiento por el exterior en fachadas ventiladas

14,43€

Aislamiento por el exterior en fachada ventilada formado por panel de lana mineral, según UNE-EN 13162, de 50 mm de espesor, revestido por una de sus caras con un velo negro, fijado mecánicamente.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt16aaa020ab	Ud	Fijación mecánica para paneles aislantes de lana mineral, colocados directamente sobre la superficie soporte.	4,000	0,20	0,80
mt16iva070e	m ²	Panel de lana mineral, según UNE-EN 13162, de 50 mm de espesor, revestido por una de sus caras con un velo negro, resistencia térmica 1,4 m ² K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK).	1,050	6,26	6,57
mt16aaa030	m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas.	0,440	0,30	0,13
mo053	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,143	23,13	3,31
mo099	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,143	20,47	2,93
	%	Medios auxiliares	2,000	13,74	0,27
	%	Costes indirectos	3,000	14,01	0,42
Coste de mantenimiento decenal: 0,29€ en los primeros 10 años.					
				Total:	14,43

8.2.2. Opción B: Poliestireno Expandido



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

NAF040 m² Aislamiento por el exterior en fachadas ventiladas 12,23€
Aislamiento por el exterior en fachada ventilada formado por panel rígido de poliestireno expandido, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, de 50 mm de espesor, fijado mecánicamente.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt16aaa020hb	Ud	Fijación mecánica para paneles aislantes de poliestireno expandido, colocados directamente sobre la superficie soporte.	6,000	0,20	1,20
mt16pea010da	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,35 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-EN 13163-L1-W1-T1-S1-P3-DS(N)2-B-S100-CS(10)60.	1,050	3,01	3,16
mo053	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,167	23,13	3,86
mo099	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,167	20,47	3,42
	%	Medios auxiliares	2,000	11,64	0,23
	%	Costes indirectos	3,000	11,87	0,36
Coste de mantenimiento decenal: 0,24€ en los primeros 10 años.					
				Total:	12,23

8.2.3. Opción C: Poliestireno Extruido



NAF040 m² Aislamiento por el exterior en fachadas ventiladas 15,03€
Aislamiento por el exterior en fachada ventilada formado por panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, de 50 mm de espesor, resistencia a compresión >= 250 kPa, fijado mecánicamente.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt16aaa020ib	Ud	Fijación mecánica para paneles aislantes de poliestireno extruido, colocados directamente sobre la superficie soporte.	6,000	0,19	1,14
mt16pxa010dc	m ²	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, de 50 mm de espesor, resistencia a compresión >= 250 kPa, resistencia térmica 1,5 m ² K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)250-DLT(2)6-DS(TH)-WL(T)0,7.	1,050	5,60	5,88
mo053	h	Oficial 1º montador de aislamientos.	0,167	23,13	3,86
mo099	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,167	20,47	3,42
	%	Medios auxiliares	2,000	14,30	0,29
	%	Costes indirectos	3,000	14,59	0,44
Coste de mantenimiento decenal: 0,30€ en los primeros 10 años.					
				Total:	15,03

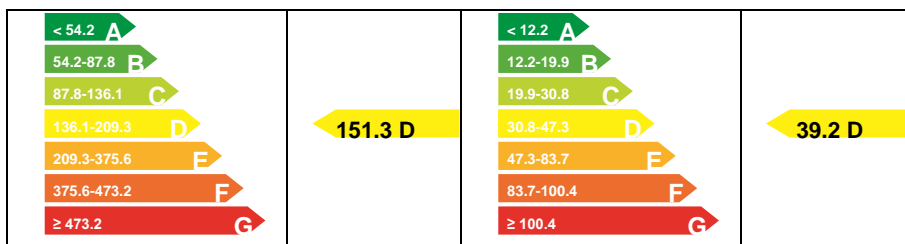
8.3. Informe de las medidas de mejora por CE3X

8.3.1. Fachada ventilada: Aislante Lana Mineral

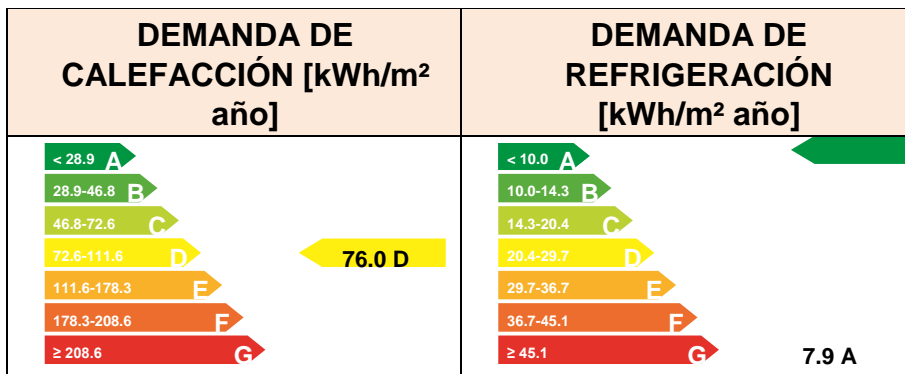
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

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

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	98.45	45.8%	3.95	13.6%	23.34	0.0%	-	-%	125.74	40.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	116.07	45.8%	7.72	13.6%	27.52	0.0%	-	-%	151.31	39.6%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	30.62	45.8%	1.31	13.6%	7.26	0.0%	-	-%	39.18	40.0%
Demanda [kWh/m ² año]	76.00	45.8%	7.90	13.6%						

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

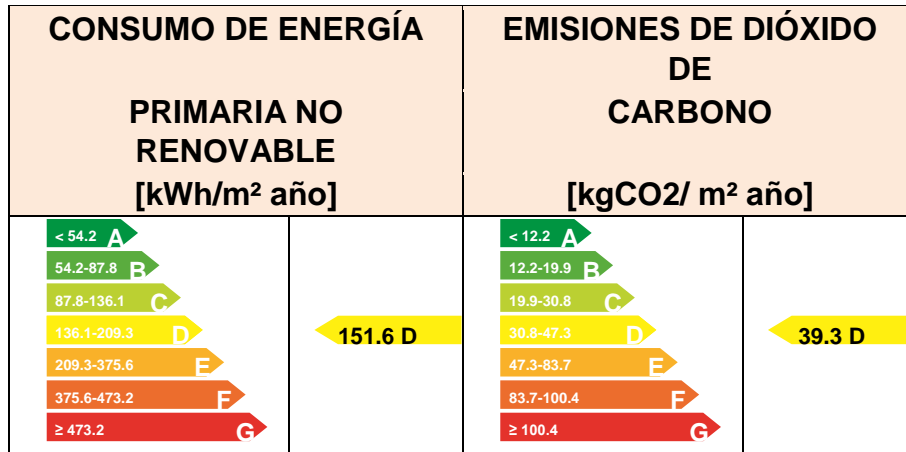
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Sistema PLACOTHERM V EGR PLACO con lana mineral como aislante.

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

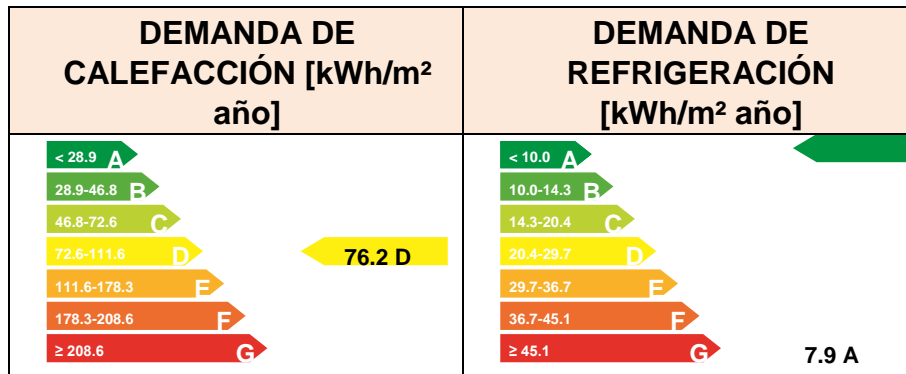
Coste estimado de la medida
17293.7 €
Otros datos de interés

8.3.2. Fachada ventilad: Aislante Poliextireno expandido

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	98.70	45.7%	3.97	13.3%	23.34	0.0%	-	-%	126.00	39.9%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	116.36 D	45.7%	7.75 A	13.3%	27.52 E	0.0%	-	-%	151.63 D	39.5%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	30.69 D	45.7%	1.31 A	13.3%	7.26 F	0.0%	-	-%	39.27 D	39.9%
Demanda [kWh/m² año]	76.19 D	45.7%	7.93 A	13.3%						

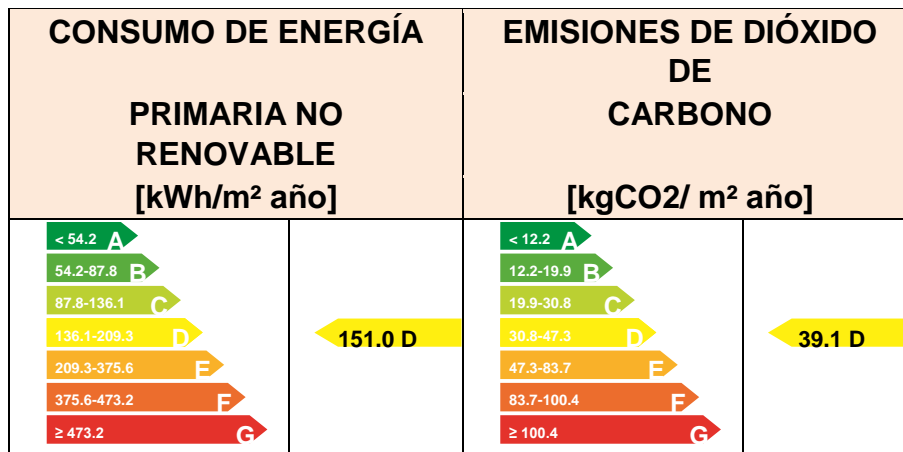
Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

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

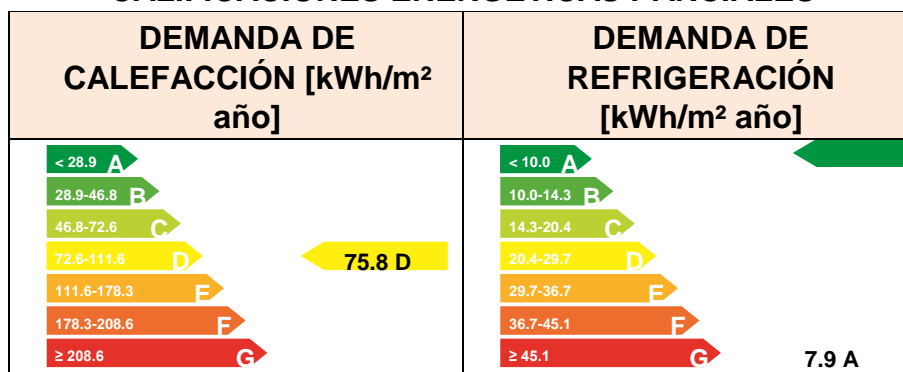
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Sistema PLACOTHERM V EGR PLACO
Coste estimado de la medida 16946.06 €
Otros datos de interés

8.3.3. Fachada ventilada: Aislante Poliestireno Extruido

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Consumo Energía final [kWh/m ² año]	98.20		46.0%	3.94		13.9%	23.34		0.0%	-		-%	125.47		40.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	115.77	D	46.0%	7.69	A	13.9%	27.52	E	0.0%	-	-	-%	150.98	D	39.8%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	30.54	D	46.0%	1.30	A	13.9%	7.26	F	0.0%	-	-	-%	39.10	D	40.1%
Demanda [kWh/m ² año]	75.81	D	46.0%	7.87	A	13.9%									

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 17388.52 €
Otros datos de interés

8.4. Ahorro económico:

8.4.1. Opción A

$$\begin{aligned}
 \text{Cons. E. primaria total Opción A} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\
 &= 116.07 + 27.52 = 143.59 \frac{kWh}{m^2} \text{ año}
 \end{aligned}$$

$$kWh E. Primaria total = 143.59 * A_{vivienda} = 26413.38 kWh$$

$$kWh E. final Opción A = \frac{kWh E. Primaria total}{1.182} = 22346.34 kWh$$

$$\text{Gasto Economico Anual Opción A} = 22346.34 kWh * 0.09 \frac{€}{kWh} = 2011.17 €$$

$$\text{Ahorro Anual Opción A} = 3385.89 - 2011.17 = 1374.71 €$$

8.4.2. Opción B

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

$$\begin{aligned} \text{Cons. E. primaria total Opción B} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\ &= 116.36 + 27.52 = 143.88 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ año} \end{aligned}$$

$$\text{kWh E. Primaria total} = 143.88 * A_{\text{vivienda}} = 26466.72 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh E. final Opción B} = \frac{\text{kWh E. Primaria total}}{1.182} = 22391.47 \text{ kWh}$$

$$\text{Gasto Economico Anual Opción B} = 22391.47 \text{ kWh} * 0.09 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 2015.23 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro Anual Opción B} = 3385.89 - 2015.23 = 1370.65 \text{ €}$$

8.4.3. Opción C

$$\begin{aligned} \text{Cons. E. primaria total Opción C} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\ &= 115.77 + 27.52 = 143.29 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ año} \end{aligned}$$

$$\text{kWh E. Primaria total} = 143.29 * A_{\text{vivienda}} = 26358.19 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh E. final Opción C} = \frac{\text{kWh E. Primaria total}}{1.182} = 22299.65 \text{ kWh}$$

$$\text{Gasto Economico Anual Opción C} = 22299.65 \text{ kWh} * 0.09 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 2006.96 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro Anual Opción C} = 3385.89 - 2006.96 = 1378.92 \text{ €}$$

8.5. Coste de las medidas

Para la obtención de los costes de las medidas es necesario multiplicar el área total de la fachada por la suma de precios del sistema y la adición de cada aislante por separado.

$$\begin{aligned} \text{Coste mejora con lana mineral} &= A_{\text{Fachada}} * (\text{Coste}_{\text{placotherm}} + \text{Coste}_{\text{lanaMineral}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste mejora con Pol. Expandido} &= A_{\text{Fachada}} * (\text{Coste}_{\text{placotherm}} + \text{Coste}_{\text{Pol. Expandido}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste mejora con Pol. Extruido} &= A_{\text{Fachada}} * (\text{Coste}_{\text{placotherm}} + \text{Coste}_{\text{Pol. Extruido}}) \end{aligned}$$

*Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular*

	Area Fachada (m ²)	Coste PLACOTHERM	Coste Aislante (€)	Coste Total (€)
Lana Mineral	158,02	95,01	14,43	17293,70
Pol. Expandido	158,02	95,01	12,23	16946,06
Pol. Extruido	158,02	95,01	15,03	17388,52

Tabla 16. Tabla Precios. Fuente: Arquimedes



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

9. Mejora de huecos:

9.1. Elección de las propuestas

Para escoger una propuesta de mejora de los vidrios se van a escoger varias posibilidades dependiendo de:

- Tipo de vidrio:
 - Estándar
 - Bajo Emisivo
- Composición del acristalamiento: Es decir la distribución y espesor en mm de los dos vidrios y la cámara de aire. En la siguiente tabla se pueden observar los tipos de composiciones utilizados.

Vidrio Ext	Camara de aire	Vidrio Int
6	10	6
6	12	6
6	16	8

Tabla 17. Composición Ventanas

Para la obtención de diferentes tipos de acristalamientos y precios se ha utilizado el generador de precios "Arquimedes". En la siguiente tabla se puede observar los diferentes acristalamientos escogidos para el análisis.

Acristalamiento							
Tipo	Composición	Cámara	$U \left(\frac{W}{m^2} K \right)$	Factor solar	Precio (€/m ²)	Vidrio Ext-Int	Referencia
Estándar	6 10 6	Aire	2,9	0,75	67,61	Float-Float	1
		Gas	2,7	0,75	73,95		2
Bajo Emisivo		Aire	1,8	0,39	75,35	Float-Bajo Emisivo	3
		Gas	1,4	0,39	81,7		4
Estándar	6 12 6	Aire	2,8	0,75	67,92	Float-Float	5
		Gas	2,7	0,75	74,26		6
Bajo Emisivo		Aire	1,6	0,39	75,67	Float-Bajo Emisivo	7
		Gas	1,3	0,39	82,01		8
Estándar	6 16 8	Aire	2,7	0,74	79,41	Float-Float	9
		Gas	2,6	0,74	82,76		10
Bajo Emisivo		Aire	1,4	0,39	110,88	Float-Bajo Emisivo	11
		Gas	1,1	0,38	117,21		12

Tabla 18. Características Finales acristalamiento

A continuación se van a mostrar las diferentes descomposiciones de precio y características de las diferentes referencias.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

• Ref. 1

Información técnica	
Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.9 W/(m ² K)	
Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 75%	
Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 80%	
Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)	

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	
<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8	
	<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12	
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Aire	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8	
<input type="radio"/> Gas argón	<input checked="" type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12	
	<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> 16	
	<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20	
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	
<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8	
	<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12	

LVC010 m² Doble acristalamiento. 67,61€
Doble acristalamiento estándar, 6/10/6, con calzos y sellado continuo.

Des compuesto	Ud	Des composición	Rend	Precio unitario	Precio partida
m2 1veg011aem	m ²	Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 10 mm, y vidrio interior Float incoloro de 6 mm de espesor.	1,006	42,10	42,36
m2 1va015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40
m2 1va021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo054	h	Oficial 1º cristallero.	0,418	24,17	10,10
mo108	h	Ayudante cristallero.	0,418	22,11	9,24
	%	Medios auxiliares	2,000	64,36	1,29
	%	Costes indirectos	3,000	66,64	1,97
Coste de mantenimiento decenal: 14,20€ en los primeros 10 años.				Total:	67,61

• Ref. 2



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.7 W/(m²K)

Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 75%

Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 80%

Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 6
		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input type="radio"/> Aire	<input checked="" type="radio"/> Gas argón	<input checked="" type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
		<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> 16
		<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 6
		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12

LVC010	m ²	Doble acristalamiento.	73,95€			
Doble acristalamiento estándar, 6/10/6, con catzos y sellado continuo.						
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida	
m21veg011afmc	m ²	Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 10 mm, rellena de gas argón y vidrio interior Float incoloro de 6 mm de espesor.	1,000	48,10	48,39	
m21va015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,680	2,42	1,40	
m21va021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26	
mo054	h	Oficial 1º cristalero.	0,418	24,17	10,10	
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24	
	%	Medios auxiliares	2,000	70,39	1,41	
	%	Costes indirectos	3,000	71,80	2,15	
Coste de mantenimiento decenal: 15,53€ en los primeros 10 años.					Total:	73,95

- Ref 3.

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.4 W/(m²K)

Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 39%

Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47%

Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float de color azul	<input type="radio"/> Float de color gris	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 6
	<input type="radio"/> Float de color verde		
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Aire	<input type="radio"/> Gas argón	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
		<input type="radio"/> 14	<input checked="" type="radio"/> 16
		<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica		<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 6
		<input type="radio"/> 8	



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

LVC010 m² Doble acristalamiento. 78,71€
Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, de color azul 6/16/6, con calzos y sellado continuo.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida
m21veg011neG	m ²	Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, conjunto formado por vidrio exterior Float de color azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica de 6 mm de espesor.	1,008	50,72	51,02
m21vae015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40
m21vae021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo054	h	Oficial 1 ^a cristalero.	0,418	24,17	10,10
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24
	%	Medios auxiliares	2,000	73,02	1,46
	%	Costes indirectos	3,000	74,48	2,23
Coste de mantenimiento decenal: 16,11€ en los primeros 10 años.			Total:		78,71

- Ref 4

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.4 W/(m²K)

Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 39%

Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47%

Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior

Float de color azul

Float de color gris

Float de color verde

Espesor (mm)

6

Cámara

Aire

Gas argón

Espesor de la cámara (mm)

10

12

14

16

18

20

Vidrio interior

De baja emisividad térmica

Espesor (mm)

4

6

8

LVC010 m² Doble acristalamiento. 81,70€
Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, de color azul 6/16/6, con calzos y sellado continuo.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida
m21veg011nfo	m ²	Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, conjunto formado por vidrio exterior Float de color azul de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, rellena de gas argón y vidrio interior de baja emisividad térmica de 6 mm de espesor.	1,008	55,43	55,76
m21vae015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40
m21vae021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo054	h	Oficial 1 ^a cristalero.	0,418	24,17	10,10
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24
	%	Medios auxiliares	2,000	77,76	1,56
	%	Costes indirectos	3,000	79,32	2,38
Coste de mantenimiento decenal: 17,16€ en los primeros 10 años.			Total:		81,70

- Ref 5



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.8 W/(m²K)
 Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 75%
 Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 80%
 Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
		<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Aire	<input type="radio"/> Gas argón	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input checked="" type="radio"/> 12
		<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> 16
		<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
		<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12

LVC010 m² Doble acristalamiento. 67,92€
 Doble acristalamiento estándar, 8/12/6, con calzos y sellado continuo.

Descompuesto	Ud	Des composición	Rend	Precio unitario	Precio partida
m21veg011a	m ²	Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 6 mm de espesor.	1,000	42,40	42,66
m21va015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40
m21va021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo054	h	Oficial 1º cristalero.	0,418	24,17	10,10
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24
	%	Medios auxiliares	2,000	64,66	1,28
	%	Costes indirectos	3,000	66,94	1,98
Coste de mantenimiento decenal: 14,26€ en los primeros 10 años.				Total:	67,92

- Ref 6

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.7 W/(m²K)
 Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 75%
 Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 80%
 Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
		<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input type="radio"/> Aire	<input checked="" type="radio"/> Gas argón	<input type="radio"/> 10	<input checked="" type="radio"/> 12
		<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> 16
		<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
		<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

LVC010 m² Doble acristalamiento. 74,26€
Doble acristalamiento estándar, 6/12/6, con calzos y sellado continuo.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida	
m21veg011a6	m ²	Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, rellena de gas argón y vidrio interior Float incoloro de 6 mm de espesor.	1,000	48,40	48,69	
m21vae015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40	
m21vae021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26	
mo054	h	Oficial 1º cristalero.	0,418	24,17	10,10	
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24	
	%	Medios auxiliares	2,000	70,69	1,41	
	%	Costes indirectos	3,000	72,10	2,16	
Coste de mantenimiento decenal: 15,69€ en los primeros 10 años.					Total:	74,26

• Ref 7

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.6 W/(m²K)

Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 39%

Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47%

Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior

Float de color azul

Float de color gris

Float de color verde

Espesor (mm)

6

Cámara

Aire

Gas argón

Espesor de la cámara (mm)

6 8

10 12

14 16

18 20

Vidrio interior

De baja emisividad térmica

Espesor (mm)

4 6

8

LVC010 m² Doble acristalamiento. 75,67€
Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, de color azul 6/12/6, con calzos y sellado continuo.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida	
m21veg011neuc	m ²	Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, conjunto formado por vidrio exterior Float de color azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica de 6 mm de espesor.	1,000	49,73	50,03	
m21vae015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40	
m21vae021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26	
mo054	h	Oficial 1º cristalero.	0,418	24,17	10,10	
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24	
	%	Medios auxiliares	2,000	72,03	1,44	
	%	Costes indirectos	3,000	73,47	2,20	
Coste de mantenimiento decenal: 15,89€ en los primeros 10 años.					Total:	75,67

• Ref 8



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Infomación técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.3 W/(m²K)
Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 39%
Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47%
Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-2; -5)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float de color azul	<input type="radio"/> Float de color gris	<input checked="" type="radio"/> 6	
<input type="radio"/> Float de color verde			
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input type="radio"/> Aire	<input type="radio"/> 10	<input checked="" type="radio"/> 12	
<input checked="" type="radio"/> Gas argón	<input type="radio"/> 14	<input type="radio"/> 16	
	<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20	
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 6	
	<input type="radio"/> 8		

LVC010 m² Doble acristalamiento. 82,01€
Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, de color azul 6/12/6, con calzos y sellado continuo.

Descompuesto Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida
m2 1veg011nfc	m ² Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, conjunto formado por vidrio exterior Float de color azul de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, rellena de gas argón y vidrio interior de baja emisividad térmica de 6 mm de espesor.	1,006	56,73	56,08
m2 1vae015	Ud Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40
m2 1vae021	Ud Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo054	h Oficial 1º cristallero.	0,418	24,17	10,10
mo108	h Ayudante cristallero.	0,418	22,11	9,24
	% Medios auxiliares	2,000	78,06	1,56
	% Costes indirectos	3,000	79,62	2,39
Coste de mantenimiento decenal: 17,22€ en los primeros 10 años.			Total:	82,01

- Ref 9

Infomación técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.7 W/(m²K)
Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 74%
Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 79%
Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-1; -3)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
		<input checked="" type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Aire	<input type="radio"/> Gas argón	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12
		<input type="radio"/> 14	<input checked="" type="radio"/> 16
		<input type="radio"/> 18	<input type="radio"/> 20
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
		<input type="radio"/> 6	<input checked="" type="radio"/> 8
		<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 12



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

LVC010 m² Doble acristalamiento. 79,41€
Doble acristalamiento estándar, 6/16/8, con calzos y sellado continuo.

Des compuesto	Ud	Des composición	Rend	Precio unitario	Precio partida	
m21veg011aeE	m ²	Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, y vidrio interior Float incoloro de 8 mm de espesor.	1,000	63,27	63,27	
m21vae015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40	
m21vae021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26	
mo054	h	Oficial 1º cristalero.	0,418	24,17	10,10	
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24	
	%	Medios auxiliares	2,000	75,59	1,51	
	%	Costes indirectos	3,000	77,10	2,31	
Coste de mantenimiento decenal: 16,66€ en los primeros 10 años.					Total:	79,41

- Ref. 10

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 2.6 W/(m²K)

Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 74%

Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 79%

Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, R_w (dB) y términos de adaptación espectral C y C_{tr}, según UNE-EN 12758: 35 (-1; -3)

Vidrio exterior

Float incoloro

Impreso Clarglas

Espesor (mm)

4 5

6 8

10 12

Cámara

Aire

Gas argón

Espesor de la cámara (mm)

10 12

14 **16**

18 20

Vidrio interior

Float incoloro

Impreso Clarglas

Espesor (mm)

4 5

6 **8**

10 12

LVC010 m² Doble acristalamiento. 85,76€
Doble acristalamiento estándar, 6/16/8, con calzos y sellado continuo.

Des compuesto	Ud	Des composición	Rend	Precio unitario	Precio partida	
m21veg011aeE	m ²	Doble acristalamiento estándar, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior Float incoloro de 8 mm de espesor.	1,000	68,27	68,27	
m21vae015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40	
m21vae021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26	
mo054	h	Oficial 1º cristalero.	0,418	24,17	10,10	
mo108	h	Ayudante cristalero.	0,418	22,11	9,24	
	%	Medios auxiliares	2,000	81,63	1,63	
	%	Costes indirectos	3,000	83,26	2,50	
Coste de mantenimiento decenal: 18,01€ en los primeros 10 años.					Total:	85,76

- Ref 11



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.4 W/(m²K)
 Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 39%
 Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47%
 Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-1; -3)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float de color azul		<input checked="" type="radio"/> 6	
<input type="radio"/> Float de color gris			
<input type="radio"/> Float de color verde			
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Aire		<input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8	
<input type="radio"/> Gas argón		<input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 12	
		<input type="radio"/> 14 <input checked="" type="radio"/> 16	
		<input type="radio"/> 18 <input type="radio"/> 20	
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica		<input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6	
		<input checked="" type="radio"/> 8	

LVC010 m² Doble acristalamiento. Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, de color azul 6/16/8, con calzos y sellado continuo. 110,88€

Des compuesto	Ud	Des composición	Rend	Precio unitario	Precio partida
mt21veg011neG	m ²	Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, conjunto formado por vidrio exterior Float de color azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil s eparsador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica de 8 mm de espesor.	1,000	83,04	83,54
mt21va015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40
mt21va021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo054	h	Oficial 1º cris talero.	0,418	24,17	10,10
mo108	h	Ay udante cris talero.	0,418	22,11	9,24
	%	Medios auxiliares	2,000	105,64	2,11
	%	Costes indirectos	3,000	107,65	3,23
Coste de mantenimiento decenal: 23,28€ en los primeros 10 años.				Total:	110,88

- Ref 12

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 1.1 W/(m²K)
 Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 38%
 Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 47%
 Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 35 (-1; -3)

Vidrio exterior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> Float de color azul		<input checked="" type="radio"/> 6	
<input type="radio"/> Float de color gris			
<input type="radio"/> Float de color verde			
Cámara		Espesor de la cámara (mm)	
<input type="radio"/> Aire		<input type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 12	
<input checked="" type="radio"/> Gas argón		<input type="radio"/> 14 <input checked="" type="radio"/> 16	
		<input type="radio"/> 18 <input type="radio"/> 20	
Vidrio interior		Espesor (mm)	
<input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica		<input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6	
		<input checked="" type="radio"/> 8	



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

LVC010	m ²	Doble acristalamiento.				117,21€
Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, de color azul 6/16/8, con calzos y sellado continuo.						
Des. compuesto	Ud	Des. composición	Rend.	Precio unitario	Precio partida	
mt21veg011n3d	m ²	Doble acristalamiento de baja emisividad térmica, conjunto formado por vidrio exterior Float de color azul de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm, rellena de gas argón y vidrio interior de baja emisividad térmica de 8 mm de espesor.	1,000	89,04	89,57	
mt21wa015	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,42	1,40	
mt21wa021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26	
mo054	h	Oficial 1º cristaler.	0,418	24,17	10,10	
mo108	h	Ayudante cristaler.	0,418	22,11	9,24	
	%	Medios auxiliares	2,000	111,57	2,23	
	%	Costes indirectos	3,000	113,80	3,41	
Coste de mantenimiento decenal: 24,81€ en los primeros 10 años.					Total:	117,21

9.2. Precio de las propuestas

Ahora se procede a calcular el área de los vidrios para de esta manera conocer el precio exacto que supondría la elección final.

$$Area_{hucosNE} = n^{\circ} \text{ de huecos} * \% \text{ vidrio} * A_{hucosNE} = 4 * 0.67 * 1.14 = 3.05 \text{ m}^2$$

$$Area_{hucosSO} = n^{\circ} \text{ de huecos} * \% \text{ vidrio} * A_{hucosSO} = 2 * 0.76 * 1.8 = 2.73 \text{ m}^2$$

$$Area_{hucos} = Area_{hucosNE} + Area_{hucosSO} = 5.78 \text{ m}^2$$

Una vez obtenida el área total se multiplica por el precio por metro cuadrado y se obtienen los valores de las 12 referencias:

Referencia	Coste de las mejoras (€)
1	390,7858
2	427,431
3	435,523
4	472,226
5	392,5776
6	429,2228
7	437,3726
8	474,0178
9	458,9898
10	478,3528
11	640,8864
12	677,4738

Tabla 19. Coste medidas acristalamiento.

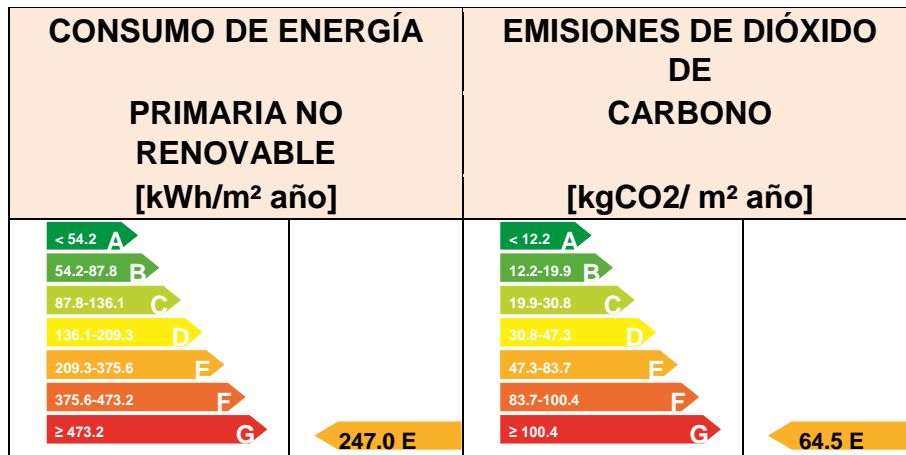
9.3. Informe CE3X de las medidas de mejora

9.3.1. Informe CE3X referencia 8:

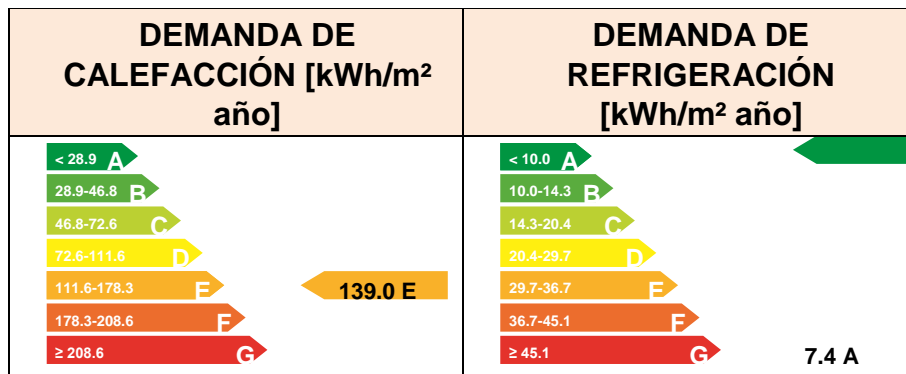
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	180.04	0.9%	3.68	19.5%	23.34	0.0%	-	-%	207.06	1.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	212.27 E	0.9%	7.20 A	19.5%	27.52 E	0.0%	-	-%	246.98 E	1.5%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	55.99 E	0.9%	1.22 A	19.5%	7.26 F	0.0%	-	-%	64.47 E	1.2%
Demanda [kWh/m ² año]	138.99 E	0.9%	7.37 A	19.5%						

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

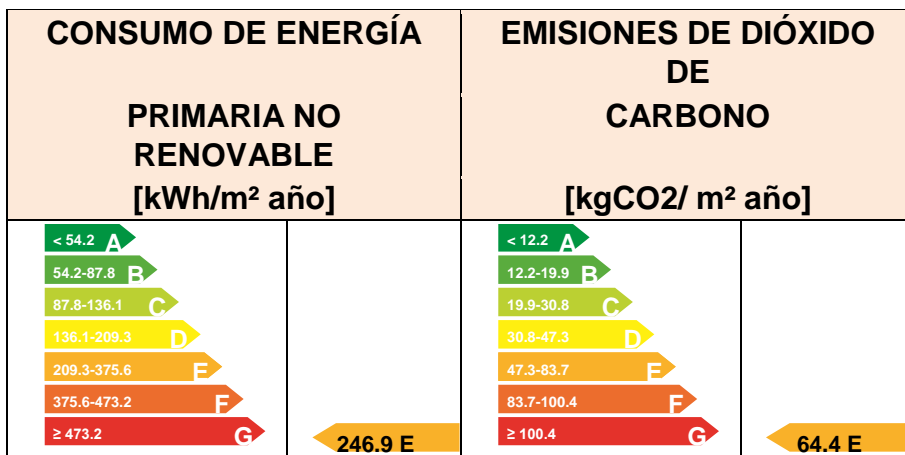


Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

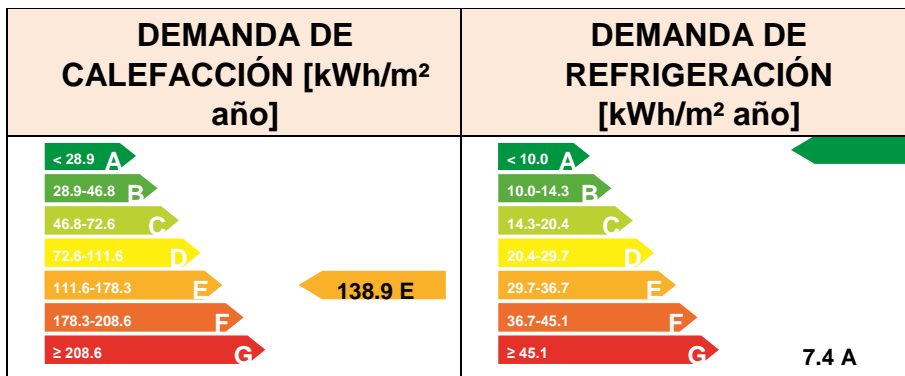
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Composicion: 6 12 6 Tipo de camara: Gas argón U=1,3 g= 0,39
Coste estimado de la medida 474.01 €
Otros datos de interés

9.3.2. Informe CE3X referencia 12

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Consumo Energía final [kWh/m ² año]	179.95		1.0%	3.68		19.6%	23.34		0.0%	-		-%	206.97		1.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	212.16	E	1.0%	7.18	A	19.6%	27.52	E	0.0%	-	-	-%	246.86	E	1.5%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	55.96	E	1.0%	1.22	A	19.6%	7.26	F	0.0%	-	-	-%	64.44	E	1.3%
Demanda [kWh/m ² año]	138.92	E	1.0%	7.35	A	19.6%									

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Composición: 6 16 8 Tipo de cámara: Gas argón U=1,1 g= 0,38
Coste estimado de la medida 677.47 €
Otros datos de interés

9.4. Calculo de los ahorros económicos de las propuestas finales

El gasto económico anual de la vivienda es de 3385.89€. Ahora solo falta calcular el nuevo gasto económico tras las dos mejoras.

Gracias a la tabla de análisis técnico que existe en el informe de las medidas de mejora para cada referencia se puede obtener directamente el nuevo consumo de energía final para cada propuesta.

9.4.1. Referencia 8

$$\begin{aligned}
 \text{Cons. E. primaria total Ref. 8} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\
 &= 212.27 + 27.52 = 239.79 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ año}
 \end{aligned}$$

$$\text{kWh E. Primaria total} = 239.79 * A_{\text{vivienda}} = 44109.37 \text{ kWh}$$

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

$$kWh E. final = \frac{kWh E. Primaria total}{1.182} = 37317.57 kWh$$

$$Gasto Economico Anual Ref. 8 = 37317.57 kWh * 0.09 \frac{€}{kWh} = 3358.58 €$$

$$Ahorro Anual Ref. 8 = 3385.89 - 3358.58 = 27.3 €$$

9.4.2. Referencia 12

Cons. E. primaria total. Ref 12

$$= Cons. E. primaria Calef. + Cons. E. primaria ACS$$

$$= 212.16 + 27.52 = 239.68 \frac{kWh}{m^2} año$$

$$kWh E. Primaria total = 239.68 * A_{vivienda} = 44089.13 kWh$$

$$kWh E. final = \frac{kWh E. Primaria total}{1.182} = 37300.45 kWh$$

$$Gasto Economico Anual Ref. 8 = 37300.45 kWh * 0.09 \frac{€}{kWh} = 3357.04 €$$

$$Ahorro Anual Ref. 8 = 3385.89 - 3357.04 = 28.84 €$$



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

10. Sistema de energía solar Térmica:

Para poder escoger de manera correcta los equipos para la instalación de un sistema de energía solar térmica es necesario acudir al DB-HE4: Contribución Solar mínima de ACS.

Dependiendo de la zona climática y de la demanda de ACS será necesario una contribución u otra. Por esto, en el DB-HE4 existe una tabla donde se pueden observar los valores en tanto por ciento de la contribución mínima anual dependiendo de la zona climática.

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 20. Demanda dependiendo Zona Climática. Fuente DB-H4

El caso de la vivienda proyectada se encuentra en la zona climática IV y con una demanda de 168 litros/día es decir entre 50 y 50000 litros/día. Así pues la contribución solar mínima es del 50%.

Una vez obtenida dicha contribución se procede a dimensionar el acumulador y los captadores, la orientación e inclinación de los captadores se indican en el DB-HE4 para de esta manera facilitar la elección de los sistemas en las propuestas que contengan dicho sistema de obtención de energía de rehabilitación de la vivienda actual.

El volumen del acumulador debe abastecer la demanda de ACS de litros al día de la vivienda. Dicha demanda tiene un valor de 168 litros/día. Por lo tanto, el acumulador deberá ser mayor a dicha demanda para asegurar el abastecimiento máximo de la vivienda.

Mientras que para calcular el valor del área de los captadores es necesario utilizar la siguiente expresión, la cual, se obtiene del DB-HE4:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Donde

- A suma de las áreas de los captadores (m²)
- V volumen de la acumulación solar (200 litros).

Para realizar dicho cálculo se debe escoger un valor entre 50 y 180. Por lo tanto, se va a calcular para ambos extremos y de esta manera tener el rango de áreas válidas para los

Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

captadores. El sur se considerará como la orientación óptima de los captadores mientras que la inclinación dependerá del periodo de utilización. En el caso de este proyecto, se va a dejar fija a 40 grados.

	Área máxima	Área Mínima
Volumen Acumulador	200 litros	
Área captadores	4 m ²	1.11 m ²

Tabla 21. Características Sistema Energía Solar térmico

Para introducir las medidas de mejora en el programa CE3X se ha utilizado un complemento del programa desarrollado por la empresa SALTOKI. Este complemento permite introducir la orientación e inclinación de los captadores, el número de paneles, el coeficiente de reparto, el lugar donde se instalan los captadores y el precio del sistema. De esta manera se consigue el porcentaje de demanda de ACS cubierto por los diferentes sistemas a analizar.

El programa te ofrece una amplia variedad de posibilidades de captadores y de sistemas de acumulación y una vez escogido el sistema que deseas se introducen los datos anteriormente citados. La siguiente ilustración muestra las opciones a elegir dentro de un modelo.



Ilustración 12. Posibles Sistemas de Energía Solar Térmica.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Como se observa en la anterior imagen el sistema escogido es un equipo compacto térmico solar de producción de ACS DRAIN-BACK de la marca GREENHEISS. Existen tres modelos:

- GH 150 DB
- GH 200 DB
- GH 300 DB

Para escoger entre uno de ellos es necesario acudir al manual de instalación de este sistema y observar el volumen del acumulador y el área del captador para poder cumplir con los valores obtenidos anteriormente.

En la tabla que se muestra a continuación se muestran los valores de volumen de ACS que pueden tener cada modelo.

MEDIDAS			
Modelo	150	200	300
ALTURA (mm)	1.305	1.530	1.770
DIÁMETRO (mm)	560	560	640
Volumen de ACS (l)	160	212	295
Volumen en 1º (l)	5,40	8,60	11,00
Área de intercambio (m ²)	1,00	1,40	1,80
Peso en vacío (kg)	90,0	120,0	160,0

Ilustración 13. Características acumulador.

El modelo escogido es el GH 200DB debido a que el volumen de ACS es el más cercano al escogido anteriormente. Aunque el modelo GH 150 DB podría utilizarse pero cumpliría la demanda de ACS máxima de manera exacta sin un margen de maniobra para posibles situación donde la demanda pudiera ser mayor debido a mayor ocupación en la vivienda debido a visitas.

Mientras que para escoger el captador se opta por el modelo GH-CLASS 25V debido a que el área útil con respecto a el GH-CLAS 20 V es mayor como se observa en la siguiente tabla.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Características técnicas			
Captador		GH - CLASS 20 V	GH - CLASS 25 V
Código		5400000060	5400000061
Colocación		Vertical	Vertical
Área útil	m ²	1,99	2,32
Alto	mm	2.067	2.067
Ancho	mm	1.067	1.233
Fondo	mm	100	100
Área absorbedor	m ²	2,00	2,33
Área bruta	m ²	2,21	2,55
Peso en vacío	kg	33,2	38,2
Volumen de fluido	l	1,19	1,34
Presión de trabajo	bar	10	10
Caudal de ensayo	l/h	143	167
T° de estancamiento	°C	215	215
Potencia máxima	kW	1,57	1,79

Ilustración 14. Características captadoras solares

Así pues, el modelo final escogido es el sistema DRAIN BAXK GH 200 con 1 Cap CLASS 25V.

Ahora se procede a introducir los diferentes valores en el complemento para después obtener la medida de mejora en el CE3X y con ella los resultados con respecto al ahorro energético y económico.

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	140.3 E	140.3 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	9.1 A	9.1 A	0.0 %	B
Emissiones de calefacción	56.5 E	56.5 E	0.0 %	C
Emissiones de refrigeración	1.5 A	1.5 A	0.0 %	D
Emissiones de ACS	2.6 C	7.3 F	64.7 %	E
EMISIONES GLOBALES	60.6 E	65.3 E	7.2 %	F

Ilustración 15. Etiqueta certificación energética Sist. Solar Térmico

Se observa como descienden las emisiones de ACS debido al porcentaje que ahora se satisface con la energía obtenida del sol.



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	181.70	0.0%	4.57	0.0%	8.24	64.7%	-	-%	194.51	7.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	214.2 2	E 0.0%	8.94	A 0.0%	9.71	C 64.7%	-	-	232.8 7	E 7.1%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	56.51	E 0.0%	1.51	A 0.0%	2.56	C 64.7%	-	-	60.58	E 7.2%
Demanda [kWh/m ² año]	140.2 7	E 0.0%	9.15	A 0.0%						

Tabla 22. Valores Sist. Energía Solar Térmica como Medida de mejora

$$\begin{aligned} \text{Cons. E. primaria total.} &= \text{Cons. E. primaria Calef.} + \text{Cons. E. primaria ACS} \\ &= 214.22 + 9.71 = 223.93 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \text{ año} \end{aligned}$$

$$\text{kWh E. Primaria total} = 223.93 * A_{\text{vivienda}} = 41191.92 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh E. final} = \frac{\text{kWh E. Primaria total}}{1.182} = 34849.34 \text{ kWh}$$

$$\text{Gasto Economico Anual Ref. 8} = 34849.3 \text{ kWh} * 0.09 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 3136.44 \text{ €}$$

$$\text{Ahorro Anual Ref. 8} = 3385.89 - 3136.44 = 249.45 \text{ €}$$



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

11. Sistema de obtención de calor: Caldera de Biomasa (pellets)

A continuación se muestran las dos instalaciones con los datos técnicos de ambas posibilidades:

Opción 1:

EasyFire 2 - EF2 V 12KW

"Caldera Pellet KWB modelo EASYFIRE EF2 V 12kW. Control de combustión mediante sonda lambda. Con un rendimiento del 94 % y clase 5 según EN 303-5 Quemador inferior de fundición con plato de quemador de acero y KWB EasyFlex (limpieza automática del plato del quemador). Encendido automático mediante elementos de encendido cerámicos y supervisión mediante fotocélula. Ventilador de aire de combustión. Descarga automática de cenizas en un contenedor de ceniza. Dispositivo de protección contra retroceso de llama: Válvula alveolar con 7 cámaras de transporte. En combinación con el depósito de combustible (tolva), adecuada para Pellet de diámetro 6 mm y 8 mm según ISO 17225-2 A1. Intercambiador de calor vertical de haz de tubos con limpieza automática, compuesto por: Muelles de limpieza y turbuladores de alta eficiencia, Ventilador de aspiración y control de la temperatura de retorno con caudal variable (incl. válvula de dos vías con servomotor). Depósito combustible (tolva): Contenido aprox. 107 litros, alimentación de combustible únicamente desde la izquierda. Regulación KWB Comfort 4 compuesta por: Mando Exclusive, con pantalla táctil a color. Posibilidad de conexión GSM, Posibilidad de conexión al KWB Comfort Online, incluido todos los sensores de caldera así como 1 sensor para la temperatura exterior y depósito de inercia con 3 sensores de temperatura. Conexiones de ida y retorno de 1" llenado y vaciado 1/2". Conexión de salida de humos de 130mm. Cuerpo modular especialmente diseñado para salas de difícil acceso. Espacio mínimo en la sala de calderas, 1560x1670 mm. Altura recomendada 1650 mm."

Opción 2:



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

"Caldera Pellet KWB modelo EASYFIRE EF2 V 15kW. Control de combustión mediante sonda lambda. Con un rendimiento del 94,3 % y clase 5 según EN 303-5 Quemador inferior de fundición con plato de quemador de acero y KWB EasyFlex (limpieza automática del plato del quemador). Encendido automático mediante elementos de encendido cerámicos y supervisión mediante fotocélula. Ventilador de aire de combustión. Descarga automática de cenizas en un contenedor de ceniza. Dispositivo de protección contra retroceso de llama: Válvula alveolar con 7 cámaras de transporte. En combinación con el depósito de combustible (tolva), adecuada para Pellet de diámetro 6 mm y 8 mm según ISO 17225-2 A1. Intercambiador de calor vertical de haz de tubos con limpieza automática, compuesto por: Muelles de limpieza y turbuladores de alta eficiencia, Ventilador de aspiración y control de la temperatura de retorno con caudal variable (incl. válvula de dos vías con servomotor). Depósito combustible (tolva): Contenido aprox. 107 litros, alimentación de combustible únicamente desde la izquierda. Regulación KWB Comfort 4 compuesta por: Mando Exclusive, con pantalla táctil a color. Posibilidad de conexión GSM, Posibilidad de conexión al KWB Comfort Online, incluido todos los sensores de caldera así como 1 sensor para la temperatura exterior y deposito de inercia con 3 sensores de temperatura. Conexiones de ida y retorno de 1" llenado y vaciado 1/2". Conexión de salida de humos de 130mm. Cuerpo modular especialmente diseñado para salas de difícil acceso. Espacio mínimo en la sala de calderas, 1560x1670 mm. Altura recomendada 1950 mm."

11.1. Informe de las Medidas de mejora

11.1.1.Opción 1: Caldera de biomasa

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

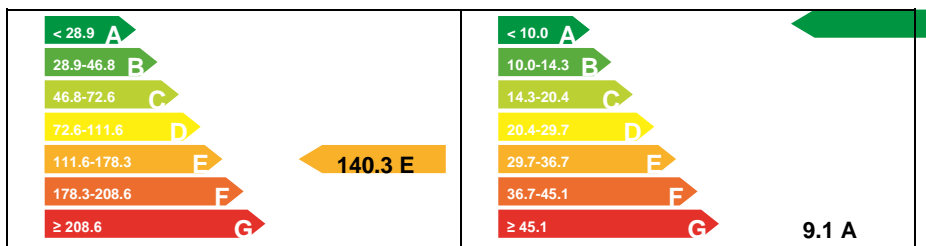
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
<p>< 54.2 A 54.2-87.8 B 87.8-136.1 C 136.1-209.3 D 209.3-375.6 E 375.6-473.2 F ≥ 473.2 G</p>	22.1 A	<p>< 12.2 A 12.2-19.9 B 19.9-30.8 C 30.8-47.3 D 47.3-83.7 E 83.7-100.4 F ≥ 100.4 G</p>	4.3 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	134.31	26.1%	4.57	0.0%	20.16	13.6%	-	-%	159.04	24.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	11.42	A 94.7%	8.94	A 0.0%	1.71	A 93.8%	-	-%	22.07	A 91.2%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	2.42	A 95.7%	1.51	A 0.0%	0.36	A 95.0%	-	-%	4.29	A 93.4%
Demanda [kWh/m ² año]	140.27	E 0.0%	9.15	A 0.0%						

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 9959.0 €
Otros datos de interés Descripción de la medida de mejora de instalaciones en documento anexo

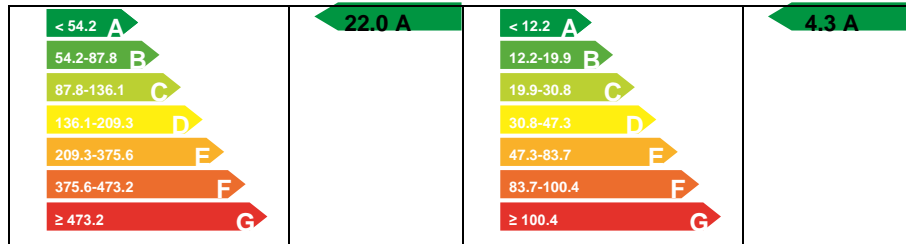
11.1.2. Opción 2: Caldera Biomasa de 15 kw

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

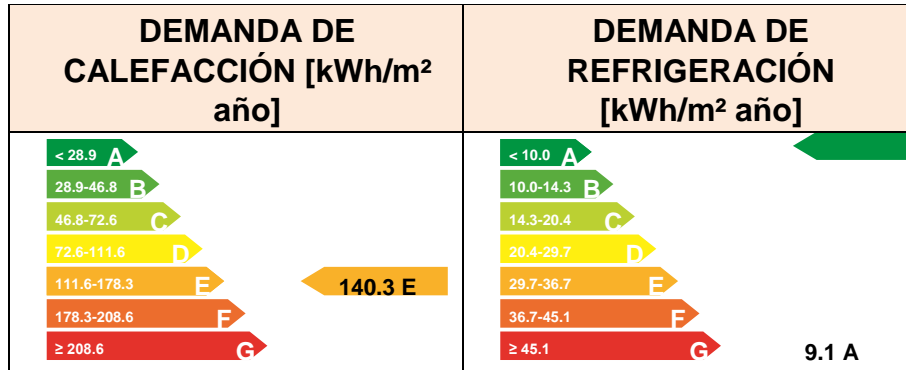
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
---	---



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	133.87	26.3%	4.57	0.0%	20.02	14.2%	-	-%	158.47	24.4%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	11.38 A	94.7%	8.94 A	0.0%	1.70 A	93.8%	-	-%	22.02 A	91.2%
Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	2.41 A	95.7%	1.51 A	0.0%	0.36 A	95.0%	-	-%	4.28 A	93.4%
Demanda [kWh/m ² año]	140.27 E	0.0%	9.15 A	0.0%						

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

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 10302.0 €



Análisis de alternativas para la rehabilitación Energética de una vivienda particular

Otros datos de interés

Descripción de la medida de mejora de instalaciones en documento anexo