

CURSO 2013-14

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR Y PROPUESTA DE MEJORA.

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR
EXISTENTE Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA MISMA EN LA CIUDAD DE
ALZIRA (VALENCIA)

AUTORA:

AMPARO MAZAGATOS CAMARASA

TUTOR ACADÉMICO:

JORGE GIRBÉS PÉREZ



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS de Ingeniería de Edificación
Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

Según la última directiva europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, es obligatorio disponer de un certificado de eficiencia energética para los edificios, incluidos los edificios existentes, cuando se vendan o se arrienden a partir del 1 de enero de 2013. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asignará a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

El presente proyecto consistirá en el estudio de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar existente y las intervenciones a realizar sobre la misma que puedan mejorar esta eficiencia, reducir su consumo y mejorar su calificación energética, tratándolo primeramente como vivienda, en el ámbito de la rehabilitación energética, y, posteriormente, como terciario. También se calculará la viabilidad de estas mejoras.

Este estudio pretende dar información y observar como repercute la aplicación de cada mejora sobre la calificación energética obtenida del edificio en el consumo y las emisiones de CO₂. El programa base sobre el que se realiza este estudio es el CE3X.

According to the latest European Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and the RD 47/2007, of 19th January, it is mandatory to have an energy performance certificate for buildings, including existing buildings, when sold or leased as of January 1, 2013. In this certificate, and through energy efficiency label, each building is assigned a class energy efficiency, which will vary from class A, for more energy efficient the G class, for the least efficient.

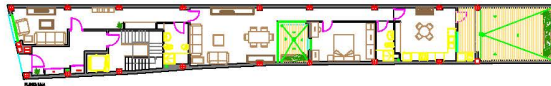
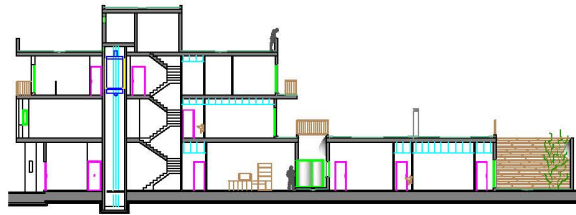
This project will study the energy efficiency of an existing single family dwelling and interventions to be performed on the same that can improve the efficiency, reduce consumption and improve your energy rating, treating it primarily as home, in the field of rehabilitation energy, and then as tertiary. The feasibility of these improvements are also calculated.

This study aims to provide information and to see how each affects the implementation of improvement obtained on the energy rating of the building in fuel consumption and CO₂ emissions. The program on the basis that this study is conducted is CE3X.

Segons l'última directiva europea 2010/31/UE relativa a l'eficiència energètica dels edificis i el Reial Decret 47/2007, de 19 de gener, és obligatori disposar d'un certificat d'eficiència energètica per als edificis, inclosos els edificis existents, quan es venguen o s'arrenden a partir de l'1 de gener del 2013. En este certificat, i per mitjà d'una etiqueta d'eficiència energètica, s'assignarà a cada edifici una Classe Energètica d'eficiència, que variarà des de la classe A, per als energèticament més eficients, a la classe G, per als menys eficients.

El present projecte consistirà en l'estudi de l'eficiència energètica d'una vivenda unifamiliar existent i les intervencions a realitzar sobre la mateixa que puguen millorar esta eficiència, reduir el seu consum i millorar la seua qualificació energètica, tractant-ho primerament com a vivenda, en l'àmbit de la rehabilitació energètica, i, posteriorment, com terciari. També es calcularà la viabilitat d'estes millores.

Este estudi pretén donar informació i observar com repercutix l'aplicació de cada millora sobre la qualificació energètica obtinguda de l'edifici en el consum i les emissions de CO₂. El programa base sobre el qual es realitza este estudi és el CE3X.



ÍNDICE

CAPÍTULO 1	0
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2. MÉTODOS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS	3
CAPÍTULO 2	7
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL SOLAR Y DEL INMUEBLE.....	8
2.2. SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO.....	11
CAPÍTULO 3	18
3.1. VIABILIDAD.....	19
CAPÍTULO 4	27
4.1. EDIFICIO USO VIVIENDA.....	28
4.1.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL EDIFICIO.....	28
4.1.2. ESTUDIO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA INICIAL DEL EDIFICIO POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO.....	29
4.1.3. PROPUESTAS TÉCNICAS DE MEJORAS EN LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	30
4.2. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.....	36
4.2.1. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LA ENVOLVENTE	36
4.2.2. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LAS INSTALACIONES.....	40
4.3. VIABILIDAD DEL EDIFICIO USO VIVIENDA	43
CAPÍTULO 5.....	48
5.1. EDIFICIO USO TERCIARIO.	49
5.1.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	49
5.1.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL EDIFICIO.....	52
5.1.3. ESTUDIO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA INICIAL DEL EDIFICIO POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO.....	53
5.1.4. PROPUESTAS TÉCNICAS DE MEJORA	54
5.2. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.....	62
5.2.1. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LA ENVOLVENTE	62
5.2.2. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LAS INSTALACIONES.....	66

5.3. VIABILIDAD EDIFICIO USO TERCIARIO.....	70
CAPÍTULO 6.....	75
6.1. CONCLUSIONES.....	76
CAPÍTULO 7.....	79
7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
CAPÍTULO 8.....	81
8.1. ANEXOS.....	82

CAPÍTULO 1

Introducción general

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

En las últimas décadas hemos visto como se ha incrementado el consumo de energía en consonancia con la mejora del bienestar y de la favorable evolución de la economía, sin apenas reparar en el coste y en la aplicación de medidas para ahorrar energía.

Paralelamente, la vida en el planeta se ve amenazada por el deterioro de la capa de ozono a causa de gases, entre los que destaca el CO₂, que provocan el llamado efecto invernadero. Por este motivo los países industrializados tomaron el compromiso de reducir las emisiones de los 6 gases responsables del efecto invernadero mediante la firma del protocolo de Kioto en 1997.

En este sentido, Naciones Unidas hace un llamado a revisar estos modelos insostenibles, recurriendo a modelos de consumo responsable, como tal entendemos la elección de los productos y servicios no sólo en base a su calidad y precio, sino también por su consumo energético.

Según la última directiva europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, es obligatorio disponer de un certificado de eficiencia energética para los edificios, incluidos los edificios existentes, cuando se vendan o se arrienden a partir del 1 de enero de 2013. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asignará a cada edificio una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes. Esta certificación servirá para calificar un edificio ya que el consumo de energía de cada inmueble depende de muchos factores: la zona climática donde se ubica la vivienda, la calidad constructiva, el nivel de aislamiento y el uso que damos a los equipos.

Dadas estas directrices, el presente proyecto consistirá en el estudio de la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar existente y las intervenciones a realizar sobre la misma que puedan mejorar esta eficiencia, reducir su consumo y mejorar su calificación energética, tratándolo primeramente como vivienda, en el ámbito de la rehabilitación energética, y posteriormente como terciario.

El coste de la aplicación de las mejoras y ejecución constructiva no es el mismo desde el punto de vista de una rehabilitación de un edificio en su uso de vivienda al de uno en su uso terciario. Los precios utilizados en este proyecto han sido obtenidos a partir de precios del IVE y de presupuestos facilitados por empresas instaladoras para poder ajustarse más a la realidad del mercado, incluyéndose en estos los gastos generales y beneficio industrial.

Este estudio pretende dar información y observar como repercute la aplicación de cada mejora sobre la calificación energética obtenida del edificio en el consumo y emisión de CO₂. El programa base sobre el que se realiza este estudio es el CE3X.

1.2. MÉTODOS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

Para la realización de la calificación energética del edificio se debe optar por uno de los dos procedimientos alternativos de comprobación siguientes:

- **Opción simplificada:**

La opción simplificada consiste en la obtención de una clase de eficiencia a partir del cumplimiento por parte de los edificios afectados de unas prescripciones relativas tanto a la envolvente del edificio como a los sistemas térmicos de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación. El conjunto de estas prescripciones se denomina solución técnica.

Para la utilización de la opción simplificada es necesaria la proposición de soluciones específicas que tendrán la consideración de documentos reconocidos previa aprobación de los mismos por parte de la Comisión Asesora para la Certificación Energética de Edificios.

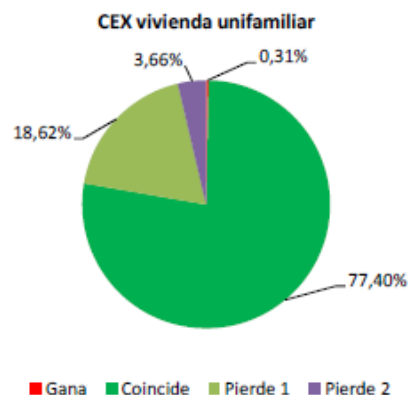
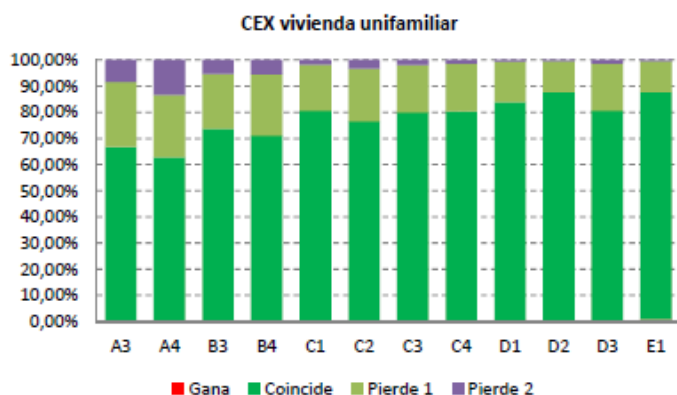
- **Opción general:**

La única limitación para la utilización de la opción general es la derivada del uso en el edificio de soluciones constructivas innovadoras cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa informático que se utilice.

En el caso de nuestro proyecto realizaremos la simulación del edificio mediante el programa CE3X, aunque tenemos en cuenta que los resultados del método simplificado pueden ser inferiores a los obtenidos con el programa CALENER VyP, tal y como podemos ver en los tests comparativos de precisión CE3X- CALENER facilitados por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

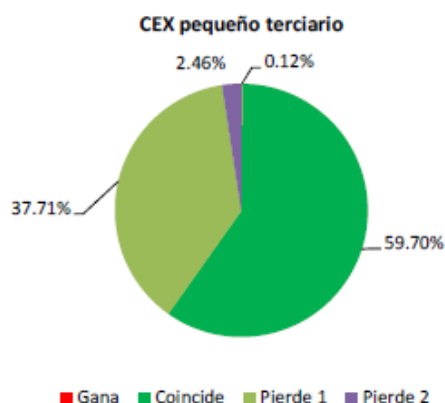
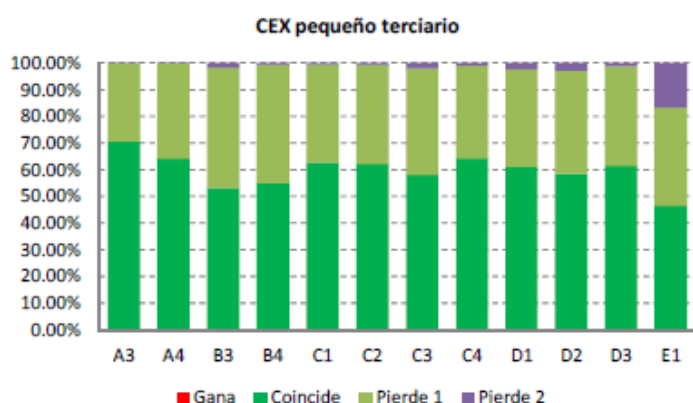
Vivienda unifamiliar

	Gana	Coincide	Pierde 1	Pierde 2
A3	0,04%	66,66%	24,85%	8,45%
A4	0,02%	62,82%	23,85%	13,31%
B3	0,32%	73,41%	20,89%	5,38%
B4	0,02%	71,19%	23,35%	5,44%
C1	0,40%	80,31%	17,57%	1,72%
C2	0,51%	76,18%	20,02%	3,29%
C3	0,13%	80,04%	17,86%	1,96%
C4	0,24%	80,06%	18,30%	1,40%
D1	0,57%	83,46%	15,34%	0,63%
D2	0,27%	87,47%	11,77%	0,49%
D3	0,46%	80,27%	17,88%	1,39%
E1	0,78%	86,92%	11,78%	0,52%
Promedio	0,31%	77,40%	18,62%	3,66%



Edificios del pequeño y mediano terciario

	Gana	Coincide	Pierde 1	Pierde 2
A3	0.10%	70.47%	29.41%	0.02%
A4	0.00%	64.27%	35.61%	0.11%
B3	0.00%	53.26%	45.02%	1.73%
B4	0.00%	54.88%	44.41%	0.71%
C1	0.03%	62.77%	36.74%	0.47%
C2	0.03%	62.22%	37.16%	0.59%
C3	0.03%	58.23%	39.84%	1.91%
C4	0.45%	63.78%	34.82%	0.95%
D1	0.53%	60.51%	36.61%	2.35%
D2	0.16%	58.29%	38.69%	2.86%
D3	0.10%	61.28%	37.42%	1.19%
E1	0.06%	46.43%	36.83%	16.68%
Promedio	0.12%	59.70%	37.71%	2.46%



http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/Test_comparativos_precision_CE3X_CALEN_ER.pdf

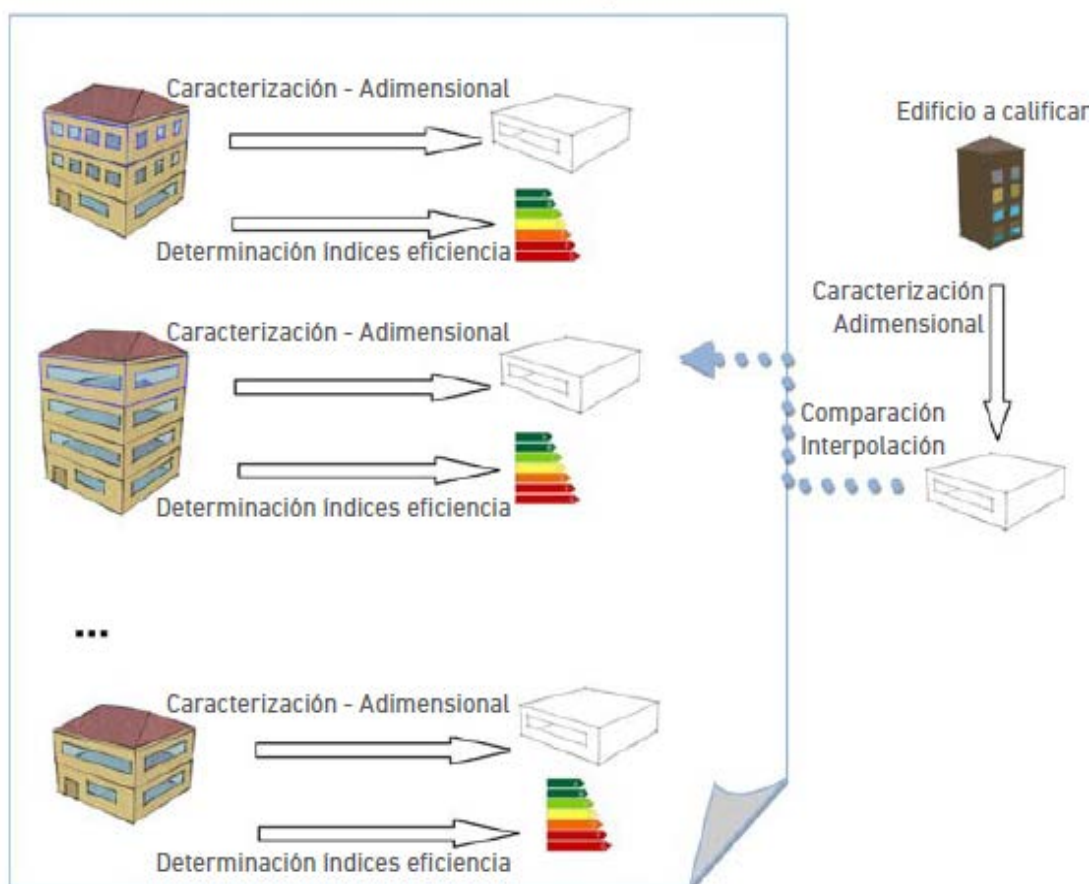
El programa se fundamenta en la comparación del edificio objeto de la certificación y una base de datos que ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con CALENER. Cuando se introducen en el programa los datos del edificio objeto, éste parametriza dichas variables y las compara con las características de los casos recogidos en la base de datos.

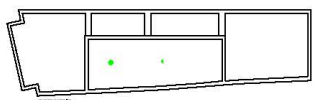
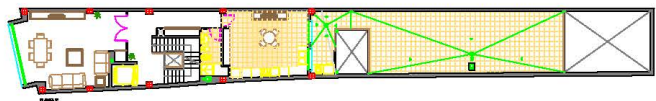
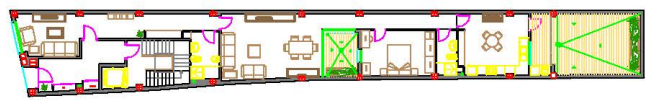
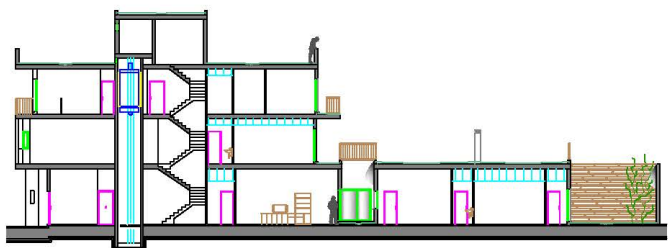
De esta forma, el programa busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas de calefacción y refrigeración, obteniendo así las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

El siguiente esquema representa el proceso de este procedimiento. A la izquierda se representa la base de datos generada con CALENER con distintos tipos de edificios de los cuales se ha obtenido la calificación energética y cuyas variables que lo definen

han sido adimensionalizadas. En la parte de la derecha se representa el edificio existente a calificar, al que a partir de los datos introducidos por el técnico certificador se obtienen sus variables adimensionalizadas para compararlas con las de la base de datos. A partir de esto se obtienen las demandas energéticas del edificio y su calificación energética final, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente), el cual se basa en las emisiones totales previsibles de $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$.

Ilustración 1. Base de datos del método simplificado





CAPÍTULO 2

*Características del
inmueble*

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL SOLAR Y DEL INMUEBLE

La parcela se halla ubicada en Alzira, entre medianeras y recayente a la calle C/ O' Donell nº 7, con referencia catastral 1766022YJ2316N0001BQ. Este solar tiene una superficie catastral de 181,00 m².

Para la redacción del presente estudio se ha seleccionado un edificio con fachada principal recayente al norte y la fachada posterior al sur. El edificio se encuentra adosado a otros edificios de las mismas características por lo que sus fachadas este y oeste se encuentran formando medianera.

El edificio consta de dos viviendas unifamiliares. Una en planta baja y la otra en planta primera y segunda, a modo de dúplex, tal y como se indica en los planos.

La edificación se resuelve mediante un bloque. Hay un acceso común a la edificación. Desde la planta baja hay un acceso para la vivienda de planta baja, que ocupa la totalidad del solar, con un patio posterior a modo de terraza y otro para el dúplex, cuya profundidad edificable son 18m. La escalera y el ascensor, así como la terraza plana superior son de uso exclusivo de la vivienda dúplex.

El programa general de esta edificación es el siguiente:

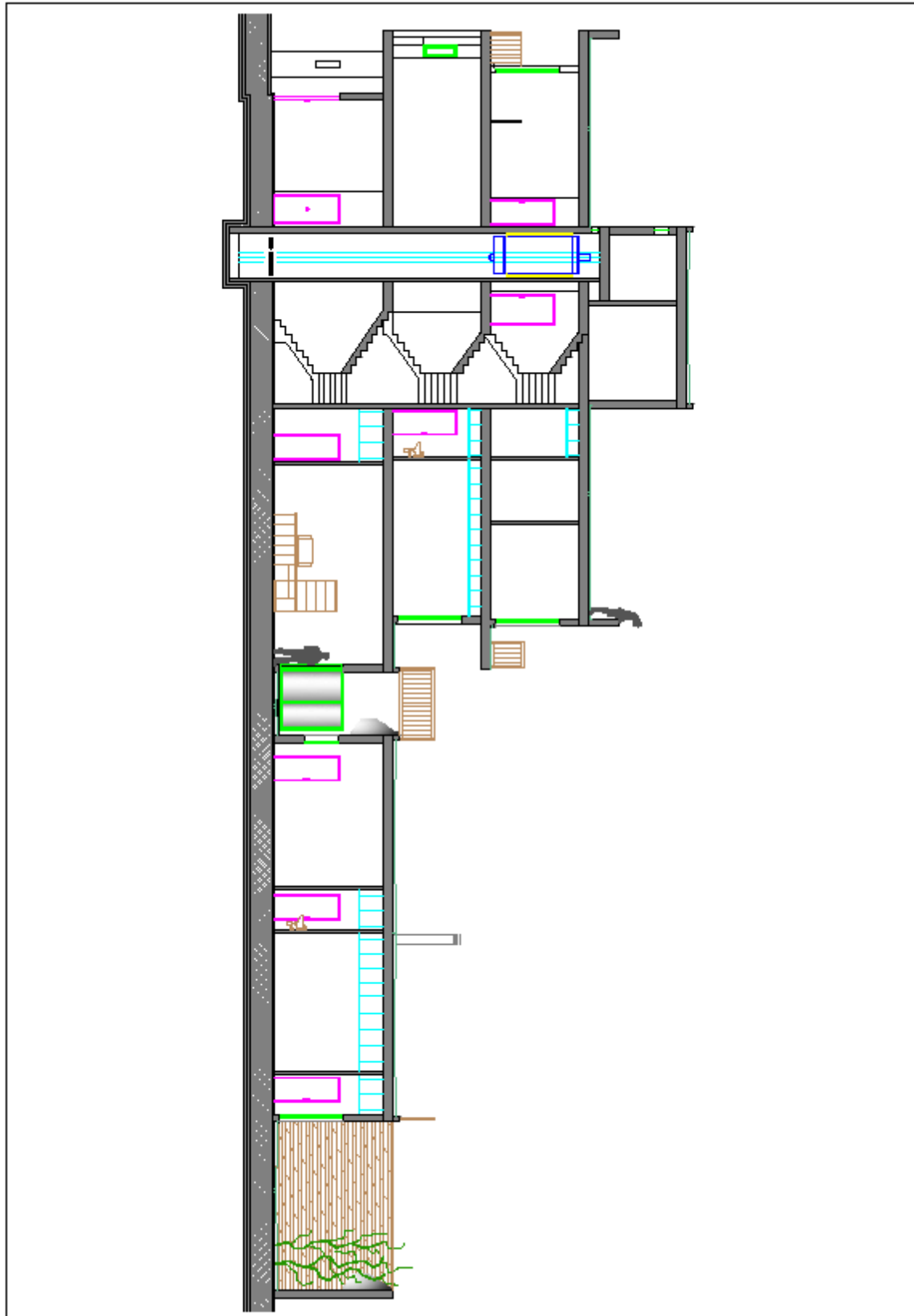
- Planta baja: Uso vivienda: estar, salón-comedor, cocina, aseo, galería, 1 habitación y baño.
- Plantas primera y segunda: Uso vivienda (dúplex): salón-comedor, cocina, galería y aseo en la primera planta. Tres habitaciones, baño y aseo en planta segunda. Acceso a cubierta y cuarto de máquinas en planta tercera.

La superficie de cada planta es la siguiente:

	SUPERFICIES CONSTRUIDAS	SUPERFICIES ÚTILES	SUPERFICIES ÚTILES REPERCUTIDA	
	Viviendas y espacios comunes)	Viviendas y espacios comunes)		
ZAGUÁN	13,38	11,61		
VIVIENDA PLANTA BAJA	124,22	104,40	110,20	PLANTA BAJA
ESCALERA PLANTA BAJA	16,94	11,78		
PLANTA PRIMERA	94,82	81,15	173,00	DÚPLEX
PLANTA SEGUNDA	91,92	74,27		
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	341,28			

Se adjuntan los planos de secci3n y distribuci3n del edificio correspondiente al uso vivienda:





ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR Y
PROPUESTA DE MEJORA.

2.2. SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO

Consideramos que el edificio se encuentra en todos los casos, terciario y vivienda, definido por los siguientes sistemas constructivos:

□ SUELOS:

El forjado de planta baja estará formado por los siguientes elementos:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp
1	Azulejo cerámico	0,020	1,300	2300	840
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,050	1,800	2100	1000
3	FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 350	0,350	1,211	1035	1000

□ CERRAMIENTOS:

El cerramiento de *fachada* está formado por los siguientes elementos:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp
1	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,115	0,667	1140	1000
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020	1,800	2100	1000
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm				
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,060	0,432	930	1000
5	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0,020	0,430	1050	1000

Las *medianeras* con los edificios colindantes están formadas mediante el siguiente sistema constructivo:

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000
2	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,020	0,031	40	1000
3	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,115	0,991	2170	1000
4	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,020	0,031	40	1000
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000

□ **CUBIERTAS:**

En nuestro edificio tenemos cubiertas planas transitables:

Cubierta plana transitable

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020	1,000	2000	800
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020	1,800	2100	1000
3	Betún fieltro o lámina	0,020	0,230	1100	1000
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020	1,800	2100	1000
5	Hormigón celular curado en autoclave d 500	0,100	0,140	500	1000
6	FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 350	0,350	1,211	1035	1000
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,015	0,250	825	1000

□ **HUECOS:**

Los huecos se encuentran cerrados mediante carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico y acristalamiento simple. Tomaremos los datos disponibles en el catálogo de elementos constructivos, los cuales se pueden obtener a través de la librería del CE3X y son los siguientes:

<i>U vidrio</i>	<input type="text" value="5.7"/>	<i>W/m2K</i>
<i>g vidrio</i>	<input type="text" value="0.82"/>	
<i>U marco</i>	<input type="text" value="5.7"/>	<i>W/m2K</i>

□ **INSTALACIONES:**

- **USO VIVIENDA**

El edificio consta de un termo eléctrico para la producción de ACS, de 80 litros de capacidad: efecto Joule y rendimiento 100%. Existe un único termo para cada vivienda y cubre el 100% de la demanda de ACS.

La climatización frío/calor se resuelve mediante un equipo de bomba de calor para cada vivienda con los rendimientos siguientes:

Calefacción	Rendimiento nominal	<input type="text" value="150"/>	%
Refrigeración	Rendimiento nominal	<input type="text" value="150"/>	%

- USO TERCIARIO

Para uso terciario tomaremos de origen las mismas instalaciones de ACS, calefacción y refrigeración que para uso vivienda, añadiendo para este uso la instalación de iluminación.

El sistema de iluminación inicial consiste en tubos fluorescentes 15 w de potencia cada uno, con un total de 80 unidades instaladas por planta.

La iluminancia media horizontal mantenida nunca debe ser inferior a lo que prescribe la norma UNE EN 12464-1 (Tabla 5.3. Oficinas). Siendo en nuestro caso:

3 Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
3.1	Archivo, copias, etc.	300	19	80	
3.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.3	Dibujo técnico	750	16	80	
3.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80	Trabajo en EPV: véase el apartado 4.11
3.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	La iluminación debería ser controlable
3.6	Mostrador de recepción	300	22	80	
3.7	Archivos	200	25	80	

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de un espacio, VEEI_{Obj}, se expresará como la potencia en vatios instalada por cada metro cuadrado de superficie y por cada 100 lux a obtener mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_m}$$

donde:

P es la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];

S es la superficie iluminada [m²];

E_m es la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Este edificio se encuentra representado dentro del grupo de Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética. Por lo que para el valor de la eficiencia energética límite VEEI_{Ref} se establece el siguiente:

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Resumen de la instalación de iluminación del edificio:

Zona	ud	Potencia w	Superficie iluminada m ²	Potencia instalada w/m ²	Iluminancia media horizontal lux	VEEI obj	VEEI ref según CTE
Planta Baja	80	1200,00	116,01	10,34→15	500	2,10	3,0
Planta 1^a	80	1200,00	81,15	14,78→15	500	3,50	3,0
Planta 2^a	80	1200,00	74,27	16,15→15	500	3,66	3,0

• **Demanda ACS:**

Para el uso terciario se debe introducir la demanda en función de la tabla 4.1 del HE-4 del código técnico.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

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

En uso terciario, tomamos la ocupación definida en la tabla 2.1 Densidades de ocupación del Seguridad en caso de Incendio 3 del Código Técnico.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾		
Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestibulos generales y zonas de uso público	2

Resultando:

$$Q_{\text{terciario}} = 3 \frac{l}{\text{persona} \cdot \text{día}} * 0,1 \frac{\text{persona}}{\text{m}^2} = 0,3 \frac{l}{\text{m}^2 \cdot \text{día}}$$

□ VENTILACIÓN:

La ventilación necesaria para uso vivienda es diferente de la ventilación para uso terciario.

Ventilación de edificio para uso vivienda:

El *caudal de ventilación* mínimo para los *locales* se obtiene en la tabla 2.1 y normas de la HS3.

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

1. El número de ocupantes se considera igual:

a) en cada dormitorio individual, a uno y, en cada dormitorio doble a dos.

b) en cada comedor y en cada sala de estar, a la suma de los contabilizados para todos los dormitorios de la vivienda correspondiente.

2. El valor que se debe obtener es el mayor caudal de ventilación que salga del cálculo de cocinas y aseos (zonas húmedas y de extracción) y dormitorios y salas de estar (zonas secas y de entrada de aire).

El valor que se debe obtener es el mayor caudal de ventilación que salga del cálculo de cocinas y aseos (zonas húmedas y de extracción) y dormitorios y salas de estar (zonas secas y de entrada de aire). Generalmente saldrá siempre mayor el de las zonas húmedas, pero nunca se deben sumar.

Ventilación del edificio terciario: al tratarse de un edificio de oficinas, el RITE especifica que el edificio se encuentra en una categoría IDA 2.

Categoría	uso
IDA 1 (aire de óptima calidad)	hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías
IDA 2 (aire de buena calidad)	Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3 (aire de calidad media)	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4 (aire de calidad baja)	No aplicable

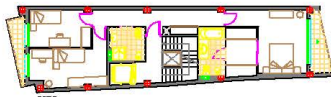
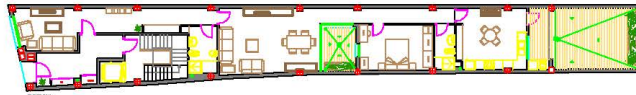
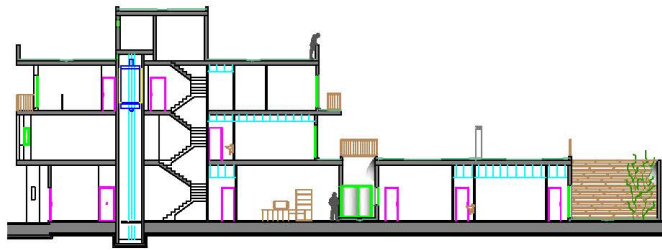
Categorías del aire interior del RITE (IT 1.1.4.2.2)

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior, se calculará de acuerdo con el Método indirecto de caudal de aire exterior por persona (método más usual) donde se empleará el valor de la tabla siguiente:

CATERGÍA	dm ³ /s por persona	m ³ /h por persona
IDA 1	20	72
IDA 2	12,5	45
IDA 3	8	28,8
IDA 4	5	18

Tabla 1.4.1.2 Caudales del aire exterior (dm³/s por persona) del RITE

Establecemos que el uso de ocupación de cada planta será de 6 personas. Por lo tanto se le asignará al equipo de refrigeración correspondiente en cada planta una ventilación de **270 m³/h**.



CAPÍTULO 3

Viabilidad

3.1. VIABILIDAD.

Toda inversión requiere de un análisis técnico-económico para conocer su rentabilidad y, así, obtener la relación óptima entre el ahorro energético y la inversión realizada para mejorar la demanda y el consumo

Algunos beneficios pueden ser cuantificables (ahorro de combustibles menor contaminación del medioambiente, etc.) y otros difícilmente ponderables (mejor calidad de vida, vivir en ambientes más confortables en invierno y en verano, situaciones que tienen que ver indirectamente con la mayor productividad). Se trata de determinar frente a las condiciones impuestas y conociendo su factibilidad técnica y su comportamiento térmico, la solución más rentable desde el punto de vista técnico-económico.

La rentabilidad de la inversión realizada la vamos a analizar durante un periodo de vida útil de 15 años, considerando una vida útil tanto para los aislamientos y carpinterías como para los equipos de refrigeración y climatización por conductos, caldera de gas e instalación de sistema de captación de energía solar, de 15 años. Por lo tanto, se pretende analizar la rentabilidad de cada inversión del conjunto de mejora durante un periodo estimado y, finalmente, analizar la rentabilidad de éstas.

Para poder valorar el coste del ahorro actual frente al futuro es preciso establecer una tasa de intercambio entre valores actuales y futuros, el valor de esta tasa lo determinan los mercados financieros. A esta acción se le denomina capitalización. Capitalizar es obtener el equivalente futuro de una cantidad disponible en el momento actual.

La operación inversa es determinar la cantidad de dinero actual a que equivale una cantidad disponible con certeza en el futuro. a esta operación se le denomina descuento o actualización.

Esta teoría de la elección entre consumo actual y futuro proporciona las bases para el análisis de la decisión de invertir en función del criterio del valor actual.

Para evaluar si una inversión es rentable, se deben evaluar todos los costes y beneficios actuales y futuros, y combinarlos en una medida individual del valor. Este objetivo se traduce en la evaluación de las inversiones en función de su rentabilidad y riesgo asociado.

Para evaluar la rentabilidad de las mejoras propuestas deberemos analizar varias variables económicas como son el tiempo de retorno del capital, la tasa de rentabilidad interna (T.I.R.) o el valor actual neto (V.A.N.).

El VAN se define como la suma algebraica de los valores capitalizados y descontados en cada periodo de tiempo menos el desembolso inicial de la inversión.

En nuestro caso será:

$$VAN = A \cdot \sum [(1+a)/(1+n)]^t - M \cdot \sum [(1+i)/(1+n)]^t - C$$

Para poder calcularlos correctamente debemos cuantificar los costes:

- El *coste de la inversión*, ya lo hemos obtenido en los apartados anteriores, al valor de inversión de cada mejora lo llamaremos "C".
- El *coste de mantenimiento* de la instalación "M", en las mejoras que sea necesario.
- El *ahorro energético anual* producido al introducir la mejora "A", y que es el responsable de que, con el paso de los años recuperemos la inversión realizada.

A estos valores fijos y conocidos hay que añadir otros que deberemos suponer constantes para realizar el análisis de rentabilidad. Estos son:

- El *incremento del coste energético "a"*. Para poder valorar el ahorro energético debemos plantearnos primero el coste de la energía y la posible tendencia de crecimiento durante los próximos años sobre los que vamos a estudiar la amortización. Lógicamente, contra más años comprenda la viabilidad del estudio mayor incertidumbre tendremos sobre la línea de crecimiento energético.

El estudio se ha basado en la base de datos del Eurostat, que indica los precios de la energía en los últimos años.

Electricity prices for household consumers Code: ten0011
EUR per kWh
This indicator presents electricity prices charged to final consumers. Electricity prices ... [more](#)

Flags Codes Labels Codes

geo	time	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Denmark		0.0997	0.1170	0.1203	0.1239	0.1168	0.1263	0.1314	0.1300
Germany		0.1374	0.1433	0.1299	0.1401	0.1381	0.1406	0.1441	0.1493
Estonia		0.0620	0.0635	0.0639	0.0712	0.0695	0.0704	0.0771	0.0994
Ireland		0.1285	0.1465	0.1559	0.1789	0.1589	0.1584	0.1850	0.1951
Greece		0.0643	0.0661	0.0957	0.1055	0.0975	0.1025	0.1065	0.1170
Spain		0.0940	0.1004	0.1124	0.1294	0.1417	0.1597	0.1766	0.1752
France		0.0905	0.0921	0.0914	0.0908	0.0940	0.0994	0.0986	0.1007
Croatia		0.0759	0.0760	0.0798	0.0935	0.0934	0.0918	0.0965	0.1091
Italy		0.1548	0.1658	:	:	:	0.1397	0.1445	0.1498
Cyprus		0.1225	0.1177	0.1528	0.1336	0.1597	0.1731	0.2338	0.2277
Latvia		0.0702	0.0583	0.0802	0.0957	0.0954	0.0957	0.1143	0.1140
Lithuania		0.0609	0.0658	0.0729	0.0799	0.0955	0.1004	0.1042	0.1132
Luxembourg		0.1390	0.1509	0.1442	0.1619	0.1433	0.1451	0.1468	0.1447

Evolución de precios de la electricidad del Eurostat

Gas prices for household consumers Code: ten0011
€/Gigajoule
This indicator presents the natural gas prices charged to final consumers. Natural gas ... [more](#)

Flags Codes Labels Codes

geo	time	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Czech Republic		8.4256	7.9440	10.2536	11.5531	10.8661	12.6040	15.2595	14.7132
Denmark		13.1881	13.6439	:	12.3959	14.6034	16.4669	15.0963	13.8242
Germany		12.2500	13.9700	13.3200	13.4800	11.5400	12.0800	13.2200	13.7700
Estonia		3.9280	4.9902	7.3897	8.9926	7.7148	9.0700	10.9200	11.4400
Ireland		11.0200	14.7420	13.2900	15.7600	12.0700	11.6900	14.2600	15.1300
Greece		:	:	:	:	:	:	:	17.4000
Spain		11.7500	12.2710	13.7770	14.6400	12.7863	12.6200	15.5700	16.1600
France		10.8100	11.4200	12.2900	13.0100	12.2500	13.4300	14.7000	15.6900
Croatia		6.4211	6.4264	5.9103	7.2634	8.6454	8.4758	8.5795	10.3353
Italy		10.4300	11.7940	12.0310	14.1580	10.4490	12.2500	14.1900	15.6600
Cyprus		:	:	:	:	:	:	:	:
Latvia		4.5402	6.3513	8.2749	13.2097	7.9209	9.5891	11.1986	11.1389
Lithuania		5.2864	5.9699	7.7517	9.9989	8.6206	9.9774	11.7064	13.8380

Evolución de precios del gas del Eurostat

Observamos que la subida del precio de la electricidad desde el 2006 hasta el 2013 ha sido de 0,0940 a 0,1752 €/kw, como el crecimiento en cada año es distinto calculamos un porcentaje, el cual aplicado a cada año nos da una tendencia.

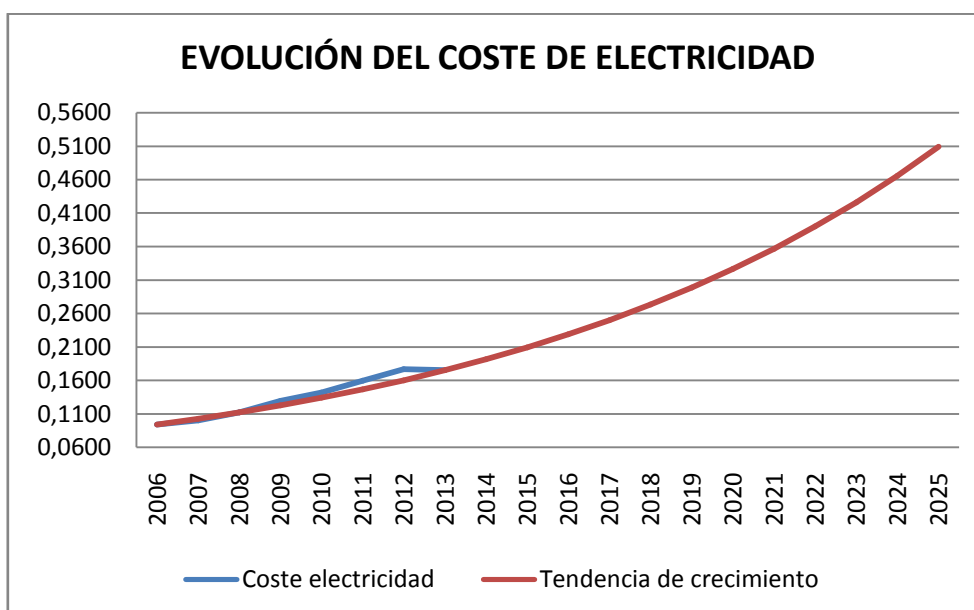
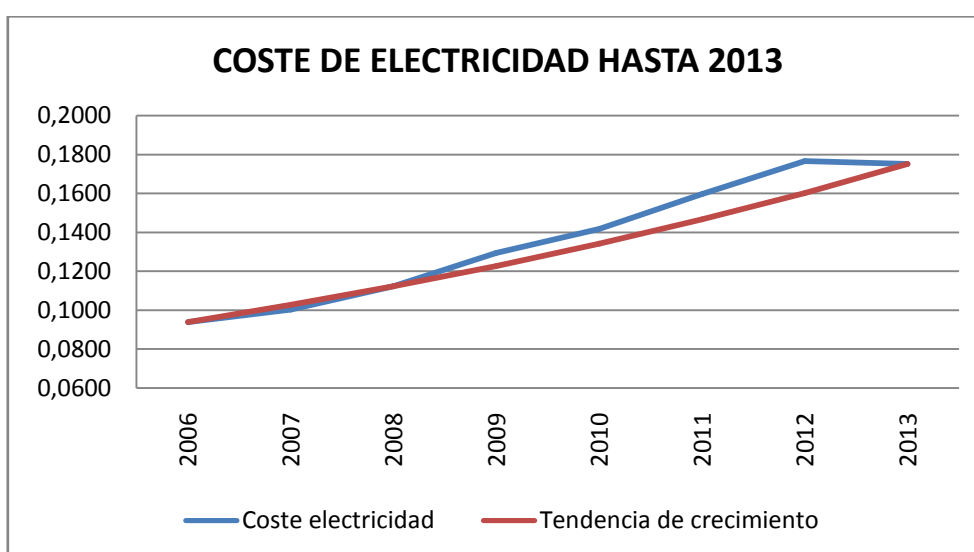
Calculamos el porcentaje de crecimiento medio anual de la electricidad desde el 2006 hasta el 2013:

$$C_{2013} = C_{2006} \cdot (1 + a_{\text{elect}})^{(t)}$$

$$a_{\text{elect}} = (C_{2013} / C_{2006})^{1/7} - 1 \rightarrow a_{\text{elect}} = (0,1752 / 0,0940)^{1/7} - 1 = 0,09302$$

$$a_{\text{elect}}\% = 9,3\%$$

Este porcentaje de aumento del coste de electricidad resultante será el que aplicaremos como aumento del coste anual de la electricidad.



La evolución del precio del gas también es significativa, pasa de 11,75 €/Giga julios en 2006 a 16,16 €/Giga julios en 2013. Dicho en kw, pasa de 0,0423 a 0,58176 €/kwh.

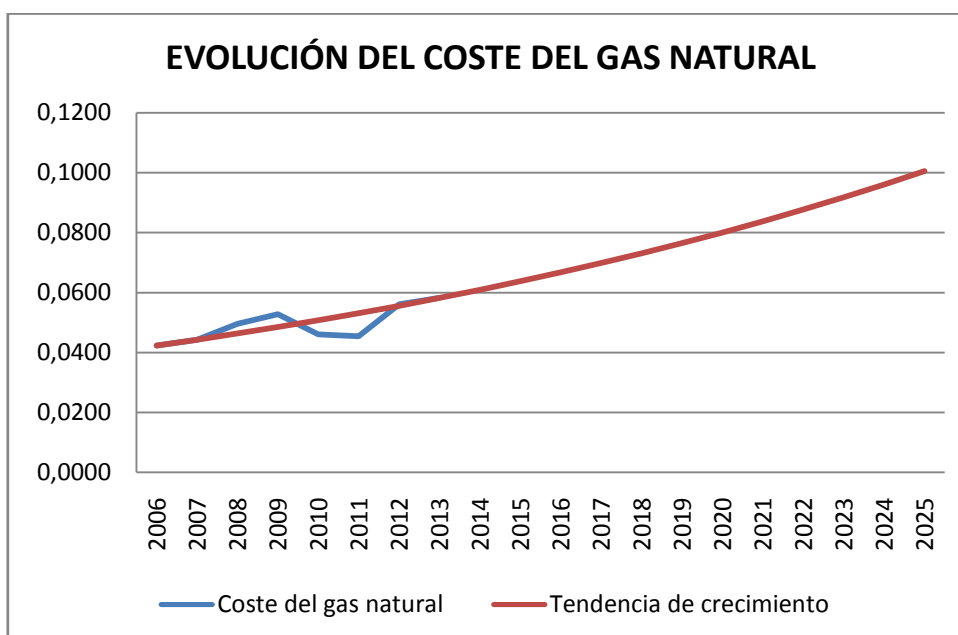
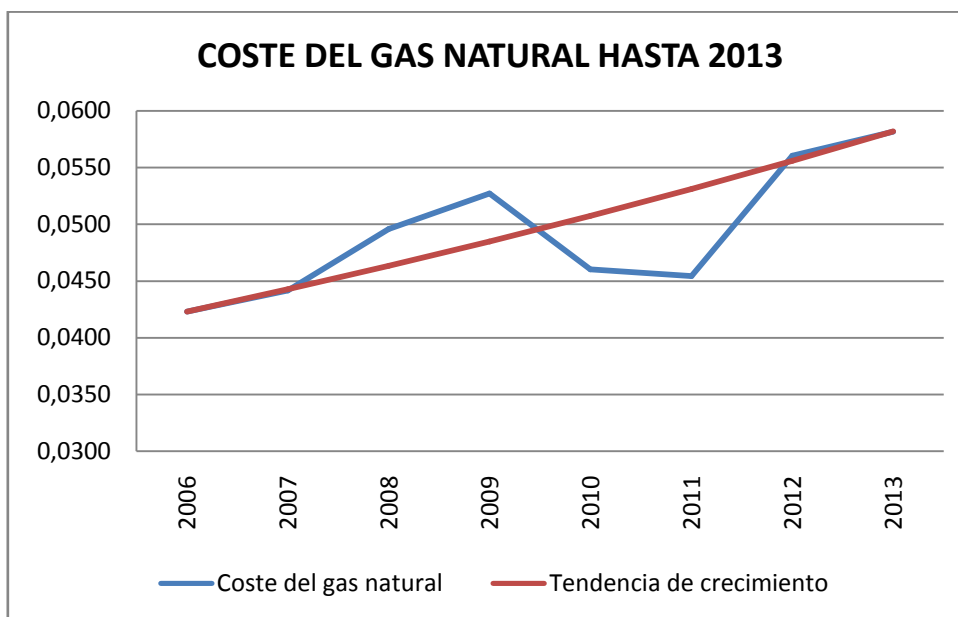
Calculamos el porcentaje medio de crecimiento anual del gas:

$$C_{2013} = C_{2006} \cdot (1 + a_{\text{gas}})^{(t)}$$

$$a_{\text{gas}} = (C_{2013} / C_{2006})^{1/7} - 1 \quad \rightarrow \quad a_{\text{gas}} = (16,16 / 11,75)^{1/7} - 1 = 0,0466$$

$$a_{\text{gas}}\% = 4,66\%$$

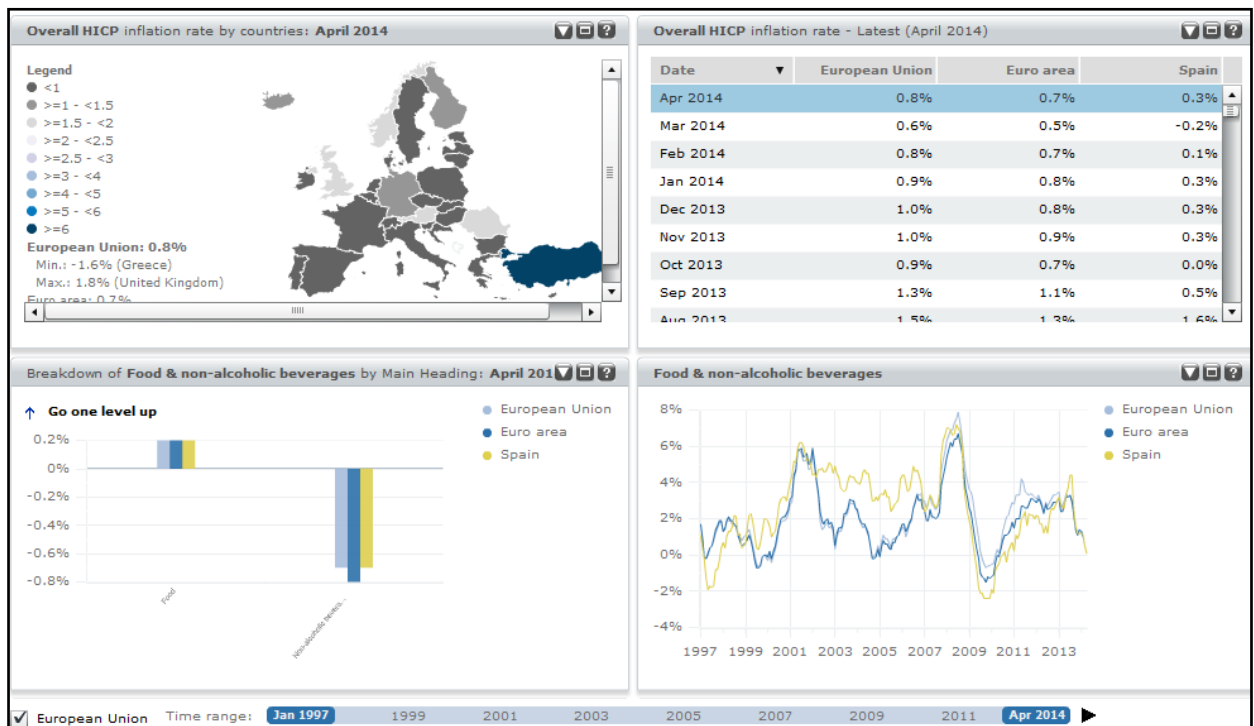
El porcentaje de aumento del coste de gas resultante será el que aplicaremos como aumento del coste anual de la electricidad.



En nuestro estudio sobre diferencia de consumo entre el edificio inicial y el mejorado, los términos fijos contemplados en las facturas no supondrán ningún coste añadido sobre el consumo que debamos tener en cuenta.

- *Periodo de años, “t”* (en función de la vida útil)
- El *incremento del coste del mantenimiento*, valorado por el índice de inflación anual “i”

El actual índice de inflación en España según el Banco Central Europeo se encuentra en un 0,3 %.



http://epp.eurostat.ec.europa.eu/inflation_dashboard

- El *interés tasa de descuento “n”*: Tipo de interés del Bono a 15 años del mercado secundario de valores (público y privado) facilitado diariamente por el Banco de España.

Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN en el momento de la redacción del estudio: **3,29%**

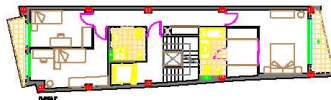
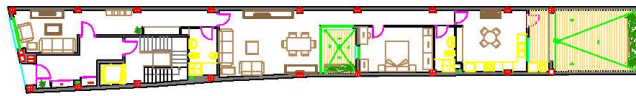
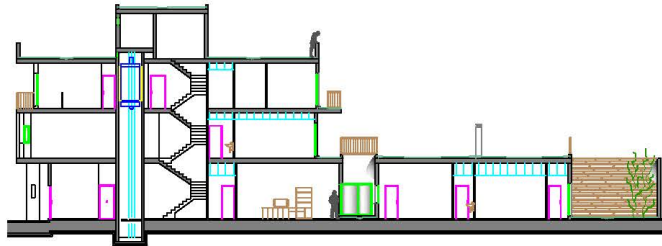
El programa CE3x nos facilita el valor del VAN, por tanto, no necesitamos calcularlo.

El cálculo del VAN facilita la toma de decisiones de cada inversión al poder seleccionar las mejoras cuando el VAN es positivo y rechazar aquellas con VAN negativo.

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida.	El proyecto puede aceptarse.
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida.	El proyecto debería rechazarse.
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas.	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad, la decisión debería basarse en otros criterios.

La selección de las mejoras tras la obtención del VAN y TIR se realizará atendiendo a la que obtenga un mayor VAN, siempre que este sea positivo. La selección de las mejoras en función del VAN es arriesgada ya que se ha de ser consciente que esta decisión es más sensible a variaciones debido a posibles cambios futuros en la tasa de descuento y en los cambios de tipos de intereses del mercado, pero es el valor que nos define el beneficio de la inversión.

Otra forma de calcular lo mismo es con la tasa interna de retorno T.I.R., que es aquel interés en el que el VAN se hace cero. Es decir, es un interés bancario que hace rentabilizar la inversión al cabo de "n" años, al mismo beneficio por intereses que la mejora por aporte de energía. Si el TIR es alto, estamos ante un proyecto rentable, que supone un retorno de la inversión equiparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado. Sin embargo, si el TIR es bajo, es mejor invertir en otro tipo de proyecto.



CAPÍTULO 4

Edificio uso vivienda

4.1. EDIFICIO USO VIVIENDA.

Para la redacción del presente estudio se ha seleccionado un edificio con fachada principal recayente al norte y la fachada posterior al sur. El edificio se encuentra adosado a otros edificios de las mismas características por lo que sus fachadas este y oeste se encuentran formando medianera.

4.1.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL EDIFICIO

El cálculo de la demanda del edificio y la comprobación del cumplimiento de su envolvente respecto de la HE1 se realiza mediante la aplicación CE3X.

Una vez introducidos todos los datos en el programa, éste calcula la demanda resultante, de manera que obtenemos el siguiente resultado:

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	57.0	E
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	9.7	C

Este valor de la demanda será la base sobre la que compararemos el coste energético de todas las mejoras que se realicen sobre la envolvente. Para cada mejora se obtendrán distintos valores de demanda y sobre estos valores se calculará el coste energético de cada una de ellas.

Los valores obtenidos para las demandas son meramente orientativos, ya que estos valores no significan el consumo real del edificio, sin embargo los emplearemos para poder determinar un hipotético ahorro energético de cada mejora y así valorar la idoneidad o no de cada una.

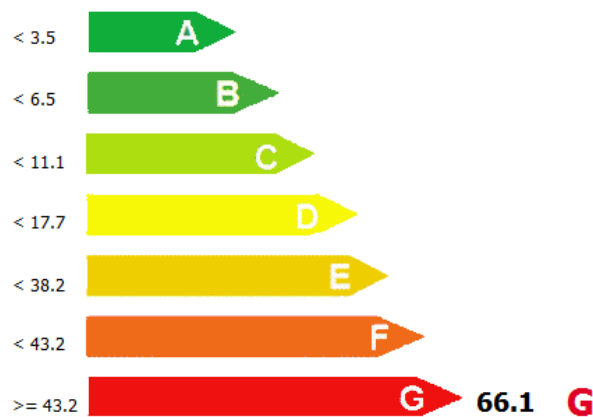
4.1.2. ESTUDIO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA INICIAL DEL EDIFICIO POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO

Se realiza la calificación energética del edificio con los sistemas constructivos definidos en el apartado anterior mediante el método simplificado.

Calificación obtenida por el método simplificado mediante el programa CE3X

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	57.0	E
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	9.7	C
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	41.0	G
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	8.1	G
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	17.0	G

Las emisiones de ACS son altas debido al consumo de electricidad como único combustible y los valores de emisiones de calefacción pueden ser debidos al bajo rendimiento de la bomba de calor.

4.1.3. PROPUESTAS TÉCNICAS DE MEJORAS EN LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

En este punto, analizamos los sistemas constructivos del edificio y las posibles actuaciones o mejoras que se podrían realizar para mejorar su demanda, consumo y su calificación energética.

Se trata de proponer medidas para la mejora de la envolvente y de las instalaciones térmicas, técnicamente viables y que reduzcan la demanda.

Para mejorar la demanda energética del edificio se realizan propuestas de mejora que modifican la transmitancia térmica de los distintos sistemas constructivos. En cada mejora sobre la envolvente que se analice se obtendrá una demanda con su correspondiente calificación energética, y se analizará la viabilidad y repercusión económica de la inversión. De esta manera se pretende ir seleccionando las mejoras más rentables para, así, obtener una nueva calificación energética.

De la misma manera, se realizará el estudio sobre las instalaciones, calculando el consumo de las propuestas de mejora y analizando la viabilidad de la inversión en cada caso.

- PROPUESTAS SOBRE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Los sistemas sobre los que trabajaremos en CE3X para mejorar la envolvente del edificio y por consiguiente su demanda energética son los siguientes:

CERRAMIENTOS.

Intervenir en la Envolvente Térmica y, de manera particular, en fachada es una medida de mejora eficaz que permite un ahorro económico en cuanto a consumo de energía necesaria para cubrir la demanda de refrigeración y calefacción. Una buena envolvente térmica, es el primer paso para reducir la demanda de energía.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, propondremos añadir el aislamiento por el exterior mediante el sistema SATE, siempre que la Administración (Ayuntamiento) acepte el incremento de sobrevuelo en viales, ya que en algunos casos puede exceder del vuelo permitido. No obstante, hoy en día, hay pocos Ayuntamientos que rechacen proyectos o mejoras que impliquen una mejora energética que lleva a un menor consumo y a una menor emisión de CO₂.

SATE son las siglas de **Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior**. Es un sistema que ofrecen diferentes casas comerciales y que se compone de:

- Panel aislante prefabricado: este panel puede ser de diferentes espesores y materiales: EPS -poliestireno expandido-, XPS -poliestireno extruido, lana de roca o placas de EPS con grafito.

- Fijaciones que garanticen la unión del aislamiento al muro soporte: mediante mortero cola -adhesivo- y fijaciones mecánicas al muro.
- Acabados: el acabado consiste en dos capas de mortero cola, con una malla intermedia de fibra de vidrio alcalirresistente de gran gramaje. El acabado protege al aislamiento térmico. Como acabado final, se aplica una imprimación y un revestimiento continuo tipo revoco.

El sistema SATE se puede aplicar en bloques plurifamiliares o en viviendas unifamiliares y, aunque no se puede aplicar en edificios con fachada protegida, algunas de sus ventajas son:

- Aprovecha la capacidad de las paredes de fachada de acumular calor si las tiene.
- No consume superficie útil.
- Elimina los puentes térmicos en fachada: pilares, cajas de persiana, encuentros con forjados, etc...
- Elimina condensaciones en muro, pues permite que el edificio respire.
- Garantiza la estanqueidad de la fachada.
- Continuidad del aislamiento térmico.
- Rapidez en la ejecución frente a otros sistemas.
- Intervención por el exterior sin interrumpir la vida cotidiana de los propietarios de las viviendas.



□ CUBIERTAS

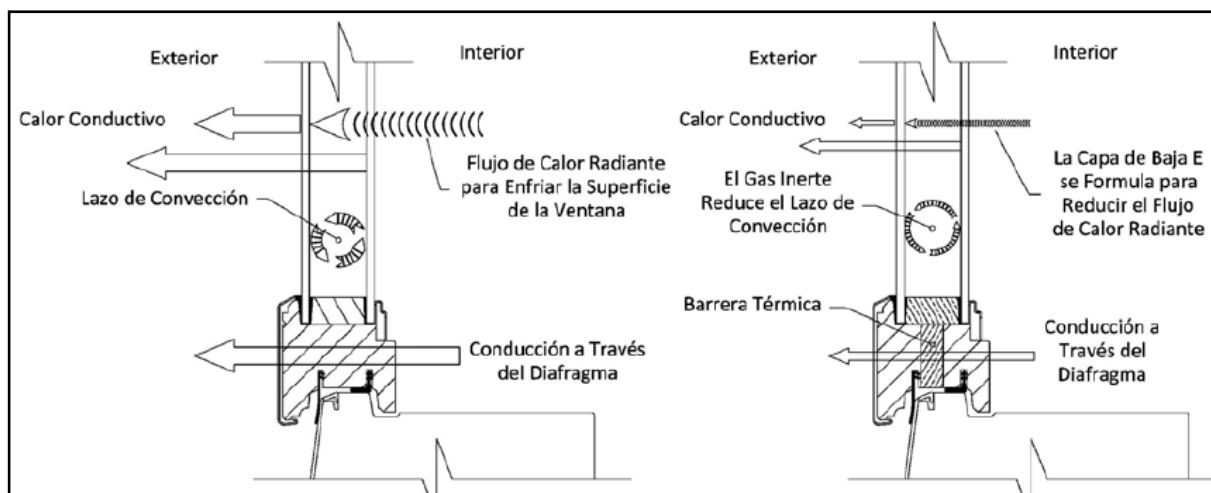
En la cubierta proponemos intervenir colocando aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta. Analizaremos las posibles mejoras que podemos obtener con 4, 8 y 12 cm de espesor de este aislamiento.

□ HUECOS

Para poder obtener una mejora respecto a nuestra situación inicial, plantearemos la colocación de carpintería de aluminio con rotura de puente térmico en todos los huecos y acristalamiento con cámara de aire.

La elección de los vidrios se realizará atendiendo a estos dos factores: la transmisión térmica y el factor solar.

1. TRANSMISIÓN TÉRMICA: El coeficiente "U" expresa la transferencia de energía a través del vidrio por conducción o convección, es decir la cantidad de calor o frío que traspasa el vidrio. Cuanto más bajo sea este valor más aislamiento ofrece. La reducción del coeficiente "U", se obtiene por la incorporación de dobles acristalamientos hasta cierto nivel de anchura de cámara y muy significativamente por la integración de vidrios de baja emisividad

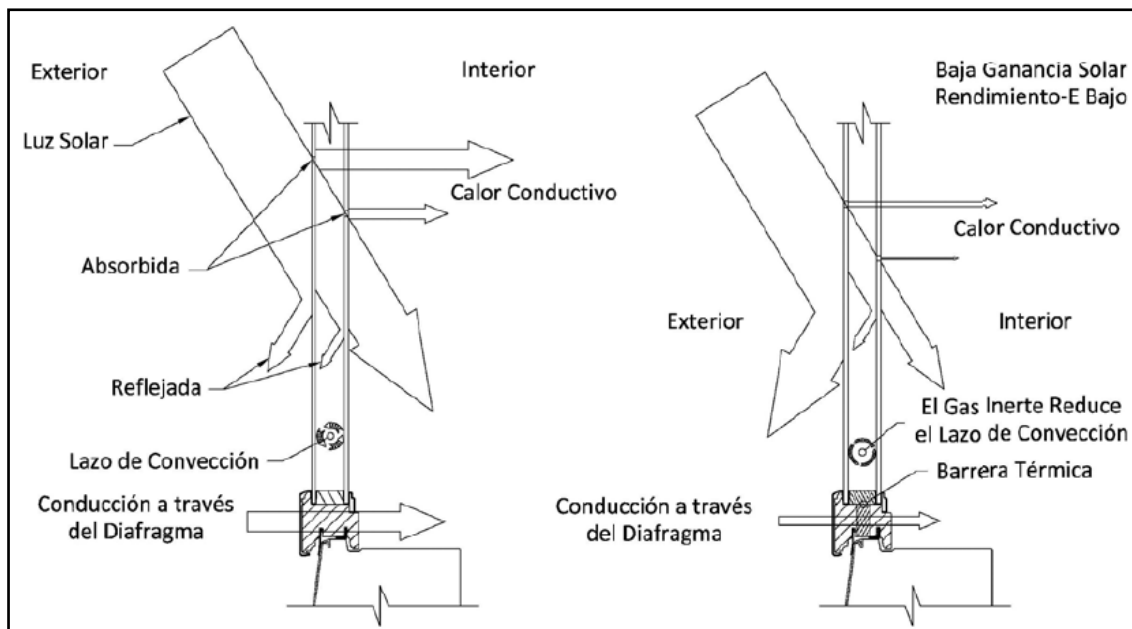


Pérdida de calor en invierno de la ventana

Al disminuir la transmitancia térmica se consigue:

- Mayor nivel de confort.
- Reducción de las condensaciones interiores.
- Reducción del coste de calefacción y refrigeración para alcanzar la misma temperatura.
- Protección del medio ambiente al reducir el consumo de energía.

2. **FACTOR SOLAR:** este expresa la fracción de la energía de radiación solar incidente que penetra en el interior de la vivienda a través del acristalamiento. De forma práctica, es una medida de la energía que puede entrar a través de un vidrio cuando el sol incide directamente sobre él. Cuanto más bajo sea el factor solar mayor será la energía reflejada.



2.1. **Espesor del vidrio:** El espesor del vidrio no influye en la transmitancia térmica del conjunto. Por lo tanto, para tener una referencia, emplearemos en todos los casos un vidrio doble 4/ca/3+3 al tratarse de un buen acristalamiento y a un precio mejor que si adoptáramos soluciones con mayores espesores de vidrio.

2.2. **Espesor de la cámara de aire:** La repercusión económica que se obtiene al aumentar la cámara de aire de un acristalamiento es mínima, sin embargo la mejora térmica es importante. Por lo tanto, siempre que el tipo de carpintería lo permita se realizará el estudio con el mayor espesor de cámara de aire posible.

La transmitancia térmica (valor U) tiene una relación inversa con el espesor de la cámara de aire. Al aumentar ésta, el valor U disminuye, esto es válido hasta un espesor de cámara de 16 mm, a partir del cual las corrientes de aire que se crean dentro de la misma aumentan la transmisión energética

2.3. **Emisividad:** Los vidrios de baja emisividad son lunas de vidrio ordinario en las que una de sus caras ha sido tratada con precipitaciones de sales, óxidos metálicos y metales nobles, mediante tecnologías avanzadas, para conseguir un coeficiente de emisividad muy inferior al del vidrio base manteniendo una elevada transmisión luminosa. Son vidrios dirigidos a

limitar las pérdidas energéticas a través de los acristalamientos, aumentando el aislamiento y facilitando las aportaciones solares, permitiendo el paso de la energía solar (luz y calor) y reflejando el infrarrojo lejano.

- PROPUESTAS SOBRE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Los sistemas sobre los que trabajaremos en CE3X para mejorar los consumos de energía del edificio son los siguientes:

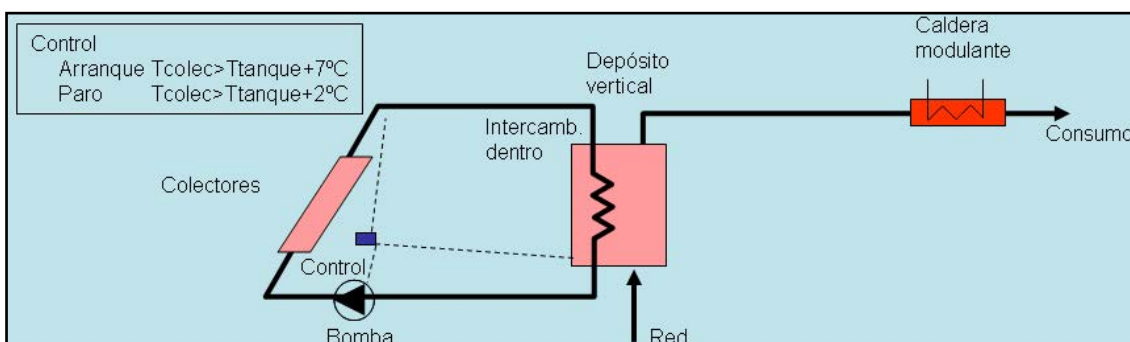
□ SUSTITUCIÓN DEL EQUIPO GENERADOR DE CALOR PARA ACS

Se propone sustituir el termo eléctrico por una caldera convencional cuyo combustible será el gas natural, ya que la vivienda dispone de acometida de gas, con el siguiente rendimiento:

Potencia nominal	24.0	kW
Carga media real β_{cmb}	0.2	?
Rendimiento de combustión	90	%

□ INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Instalación de colectores solares encargados de captar la radiación solar y convertir la energía incidente en energía térmica con la que se pueda sustituir un porcentaje de la demanda de ACS.



□ **MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

Se propone la sustitución de los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético y que satisfaga el 100% de la demanda.



4.2. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

4.2.1. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LA ENVOLVENTE

Se realizarán una simulación del edificio para cada mejora propuesta con la que se obtendrán unas demandas para cada caso. Estos datos de demanda obtenidos se compararán con los datos de demanda del edificio inicial para observar si estas mejoras producen un ahorro energético y determinar la rentabilidad de la inversión, seleccionando las mejoras más eficientes de cada tipología constructiva.

El cálculo de la demanda se realizará modificando, sobre el edificio inicial, solamente la característica de la envolvente definida en la mejora y manteniendo invariable el resto de tipologías constructivas.

1. DEMANDA EDIFICIO CON MEJORAS 1 (AISLAMIENTOS EN FACHADA)

Aislamiento en fachada mediante el sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con poliestireno expandido (EPS).

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	34.2 E	57.0 E	39.9 %
Demanda de refrigeración	10.4 C	9.7 C	-6.7 %
Emisiones de calefacción	24.6 E	41.0 G	39.9 %
Emisiones de refrigeración	8.6 G	8.1 G	-6.7 %
Emisiones de ACS	17.0 G	17.0 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	50.3 G	66.1 G	23.9 %

Aunque no mejora el nivel de la calificación sí observamos una notable mejora en la demanda de calefacción y en las emisiones globales, a pesar del ligero aumento en la demanda de refrigeración. Por tanto, sí tendremos en cuenta esta mejora.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
M1_Aislamiento fachada	15	2.145,00	1,4	34.762,80

2. DEMANDA EDIFICIO CON MEJORAS 2 (HUECOS)

Para poder obtener una mejora respecto a nuestra situación inicial, plantearemos la colocación de carpintería de aluminio con rotura de puente térmico en todos los huecos y acristalamiento con cámara de aire.

Los vidrios seleccionados para esta mejora son los vidrios dobles bajo emisivos <0.03 en posición vertical (VER_DB3_4-15-331) y sus características son las siguientes:

U W/m2K
Factor solar

La carpintería seleccionada para esta mejora es carpintería metálica en posición vertical con rotura de puente térmico > 12 mm y sus características son las siguientes:

U W/m2K
Absortividad

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	51.8 E	57.0 E	9.0 %	A
Demanda de refrigeración	16.8 D	9.7 C	-73.5 %	B
Emisiones de calefacción	37.3 G	41.0 G	9.0 %	C
Emisiones de refrigeración	14.0 G	8.1 G	-73.5 %	D
Emisiones de ACS	17.0 G	17.0 G	0.0 %	E
EMISIONES GLOBALES	68.3 G	66.1 G	-3.4 %	F

68.3 G

A la vista de estos resultados y, debido a que no hay una mejora energética una vez sustituida la carpintería y el coste de esta sustitución elevado, decidimos no realizar ninguna mejora en los huecos.

3. DEMANDA EDIFICIO CON MEJORAS 3 (CUBIERTAS)

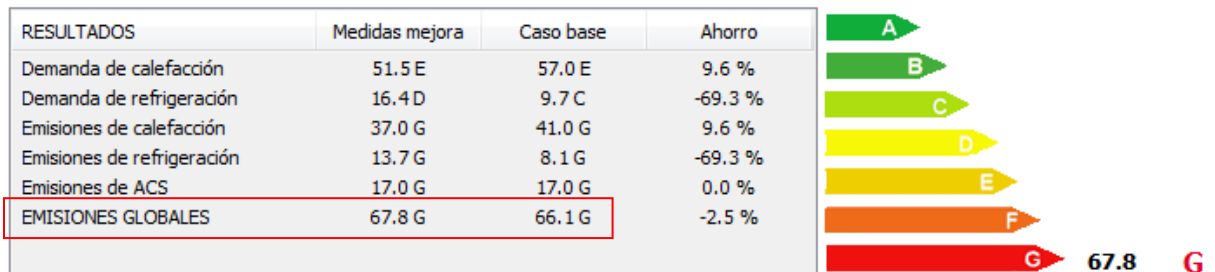
Se propone un aumento del espesor del aislamiento. Consideramos la colocación de aislamiento XPS de poliestireno extruido de 0.032 w/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta

- Colocación de 4 cm de aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta.

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m2K
 Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

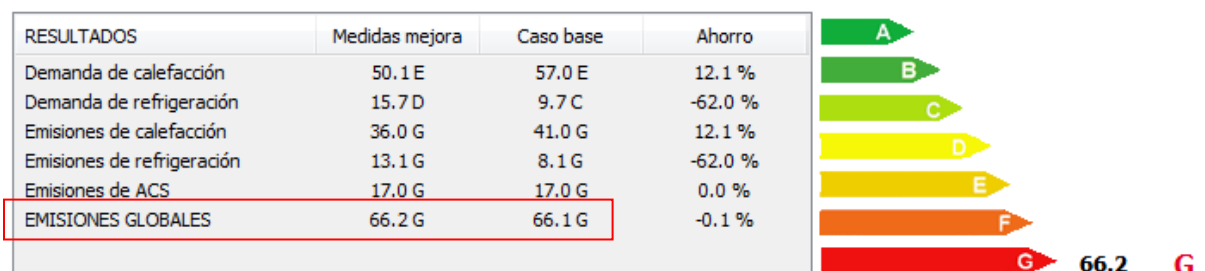


- Colocación de 8 cm de aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta.

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m2K
 Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:



- Colocación de 12 cm de aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta.

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m²K
 Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	49.5 E	57.0 E	13.2 %
Demanda de refrigeración	15.4 D	9.7 C	-58.7 %
Emisiones de calefacción	35.6 G	41.0 G	13.2 %
Emisiones de refrigeración	12.8 G	8.1 G	-58.7 %
Emisiones de ACS	17.0 G	17.0 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	65.4 G	66.1 G	1.0 %

La mejora que se produce es inapreciable respecto al edificio original para el sobrecoste que supondría la demolición del falso techo y su posterior colocación con aislamiento, incluso se produce un aumento en la demanda de refrigeración. Por lo tanto, se da por válida la solución existente y decidimos desechar la mejora sobre la envolvente en la cubierta.

4.2.2. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LAS INSTALACIONES









Al igual que se ha realizado en los puntos anteriores, en este apartado realizaremos un estudio de mejoras sobre las instalaciones del edificio inicial para mejorar el consumo. Estos datos de consumo obtenidos se compararán con los datos del edificio inicial para analizar si estas mejoras producen un ahorro energético, seleccionando las mejoras más eficientes de cada tipología constructiva, y determinando la rentabilidad de la inversión.

1 OPCIÓN INSTALACIONES 1

Sustitución del termo eléctrico por una caldera convencional cuyo combustible es el gas natural y con las siguientes características:

Potencia nominal	<input type="text" value="24.0"/>	kW
Carga media real β_{cmb}	<input type="text" value="0.2"/>	<input style="border: 1px solid gray; padding: 2px 5px;" type="button" value="?"/>
Rendimiento de combustión	<input type="text" value="90"/>	%

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	57.0 E	57.0 E	0.0 %	
Demanda de refrigeración	9.7 C	9.7 C	0.0 %	
Emisiones de calefacción	21.8 E	41.0 G	46.8 %	
Emisiones de refrigeración	3.7 D	8.1 G	54.1 %	
Emisiones de ACS	3.3 E	17.0 G	80.6 %	
EMISIONES GLOBALES	28.8 E	66.1 G	56.4 %	 28.8 E
				
				

La mejora que se produce es muy significativa ya que observamos una mejora de la calificación en dos letras. Se reduce el consumo de energía y, por tanto, de emisiones de CO₂. Estas medidas no influyen en la demanda.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
O.I.1_Caldera convencional	15	712,48	0,1	145.626,10

2 OPCIÓN INSTALACIONES 2

En esta opción sustituiremos el termo eléctrico por una caldera convencional cuyo combustible es el gas natural y con las siguientes características:

Potencia nominal kW
 Carga media real β_{cmb} ?
 Rendimiento de combustión %

También sustituiremos los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético y que satisfaga el 100% de la demanda y cuyas características son:

Calefacción Rendimiento nominal %
Refrigeración Rendimiento nominal %

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	57.0 E	57.0 E	0.0 %	A
Demanda de refrigeración	9.7 C	9.7 C	0.0 %	B
Emisiones de calefacción	12.3 E	41.0 G	70.0 %	C
Emisiones de refrigeración	2.5 C	8.1 G	69.6 %	D
Emisiones de ACS	3.3 E	17.0 G	80.6 %	E
EMISIONES GLOBALES	18.1 E	66.1 G	72.7 %	18.1 E

En este caso, la mejora que se produce también es muy significativa ya que observamos una mejora de la calificación en dos letras. Además, hay una reducción muy considerable en las emisiones de refrigeración, calefacción y ACS. Estas medidas no influyen en la demanda.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
TOTAL				10.192,48

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
O.I.1 + O.I.2 → ACS + Climatización	15	10.192,48	2,2	101.751,80

4.3. VIABILIDAD DEL EDIFICIO USO VIVIENDA

En esta parte del proyecto, analizaremos la viabilidad y la rentabilidad de las mejoras propuestas anteriormente. Para ello, propondremos dos conjuntos de mejora, que llamaremos conjunto 1 y conjunto 2. Éstos estarán compuesto de :

Conjunto 1: Aislamiento fachada

Equipo de ACS

Refrigeración/Calefacción

Conjunto 2: Aislamiento fachada

Equipo de ACS

Refrigeración/Calefacción

Contribuciones energéticas.

CONJUNTO 1: Aislamiento fachada, Equipo de ACS, Refrigeración/Calefacción

En esta opción, realizaremos el *aislamiento en fachada* mediante el sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con poliestireno expandido (EPS) porque aunque no mejora el nivel de la calificación sí observamos una notable mejora en la demanda de calefacción y en las emisiones globales, a pesar del ligero aumento en la demanda de refrigeración.

También sustituiremos el *termo eléctrico* por una caldera convencional cuyo combustible es el gas natural y con las siguientes características:

Potencia nominal	<input type="text" value="24.0"/>	kW
Carga media real β _{cmb}	<input type="text" value="0.2"/>	<input style="border: 1px solid gray;" type="text" value="?"/>
Rendimiento de combustión	<input type="text" value="90"/>	%

Y, por último, sustituiremos los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético y que satisfaga el 100% de la demanda y cuyas características son:

Calefacción	Rendimiento nominal	<input type="text" value="450"/>	%
Refrigeración	Rendimiento nominal	<input type="text" value="400"/>	%

La calificación energética de este conjunto de mejoras es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	34.2 E	57.0 E	39.9 %	
Demanda de refrigeración	10.4 C	9.7 C	-6.7 %	
Emisiones de calefacción	7.4 D	41.0 G	82.0 %	
Emisiones de refrigeración	2.6 C	8.1 G	67.6 %	
Emisiones de ACS	3.3 E	17.0 G	80.6 %	
EMISIONES GLOBALES	13.3 D	66.1 G	79.9 %	13.3 D

En el conjunto 1, la mejora que se produce es muy significativa ya que observamos una mejora de la calificación en dos letras. Además, hay una reducción muy considerable en las emisiones de refrigeración, calefacción y ACS.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elasticado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
				12.337,48

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
CONJUNTO 1	15	12.337,48	2,5	109.923,30

Dado que el VAN es positivo, podemos decir que el conjunto 1 de mejoras es viable.

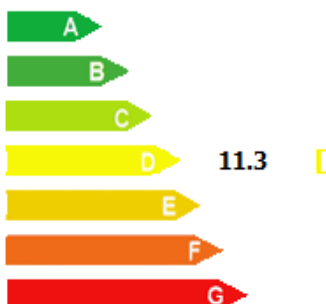
CONJUNTO 2: Aislamiento fachada, Equipo de ACS, Refrigeración/Calefacción, Contribuciones energéticas.

En esta opción, añadiremos al conjunto de mejoras 1 un Sistema de captación de energía solar térmica: Instalación de sistema de captación de energía solar térmica mediante captador solar en cubierta con una contribución en demanda de ACS del 60%.

La calificación energética de este conjunto de mejoras es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	34.2 E	57.0 E	39.9 %	A
Demanda de refrigeración	10.4 C	9.7 C	-6.7 %	B
Emisiones de calefacción	7.4 D	41.0 G	82.0 %	C
Emisiones de refrigeración	2.6 C	8.1 G	67.6 %	D
Emisiones de ACS	1.3 B	17.0 G	92.2 %	E
EMISIONES GLOBALES	11.3 D	66.1 G	82.9 %	F



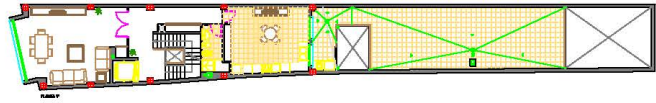
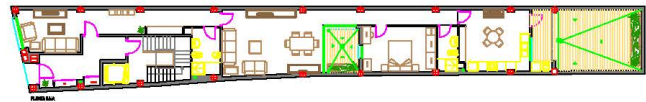
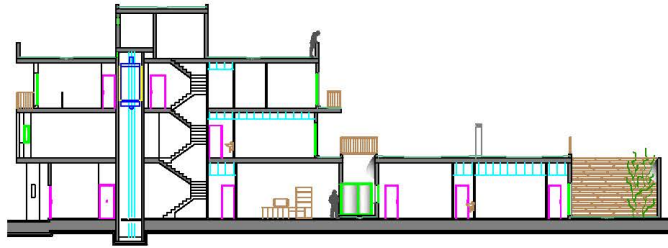
MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
O.I.3	ud. Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, compuesto por: dos paneles de 2320x1930x90 mm en conjunto, superficie útil total 4,04 m ² , rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, depósito de 300 l, grupo de bombeo individual, centralita solar térmica programable.	1	3.136,63	3.136,63
				15.474,11

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
CONJUNTO 2	15	15.474,11	3	111.476,60

En el cuadro siguiente quedan reflejados los valores de VAN y amortización de los dos conjuntos de mejoras

	COSTE	VAN	AMORTIZACIÓN
CONJUNTO 1	12.337,48	109.923,30	2,5 años
CONJUNTO 2	15.474,11	111.476,60	3 años

A la vista de estos resultados podríamos decir que, desde el punto de vista económico, el **conjunto 1** de mejoras es el más rentable de los dos porque recuperamos la inversión en, aproximadamente, un 25% menos de tiempo. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta las **subvenciones** disponibles que podrían hacer más interesante el conjunto 2 de medidas, y se podrían incluir como retornos de la inversión o beneficios en el momento en que éstas sean efectivas.



CAPÍTULO 5

Edificio uso terciario

5.1. EDIFICIO USO TERCIARIO.

5.1.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio para uso terciario es exactamente el mismo que el de vivienda, simplemente se ha variado el uso que se le da, empleándolo ahora como edificio de oficinas con carga interna media de 8 horas.

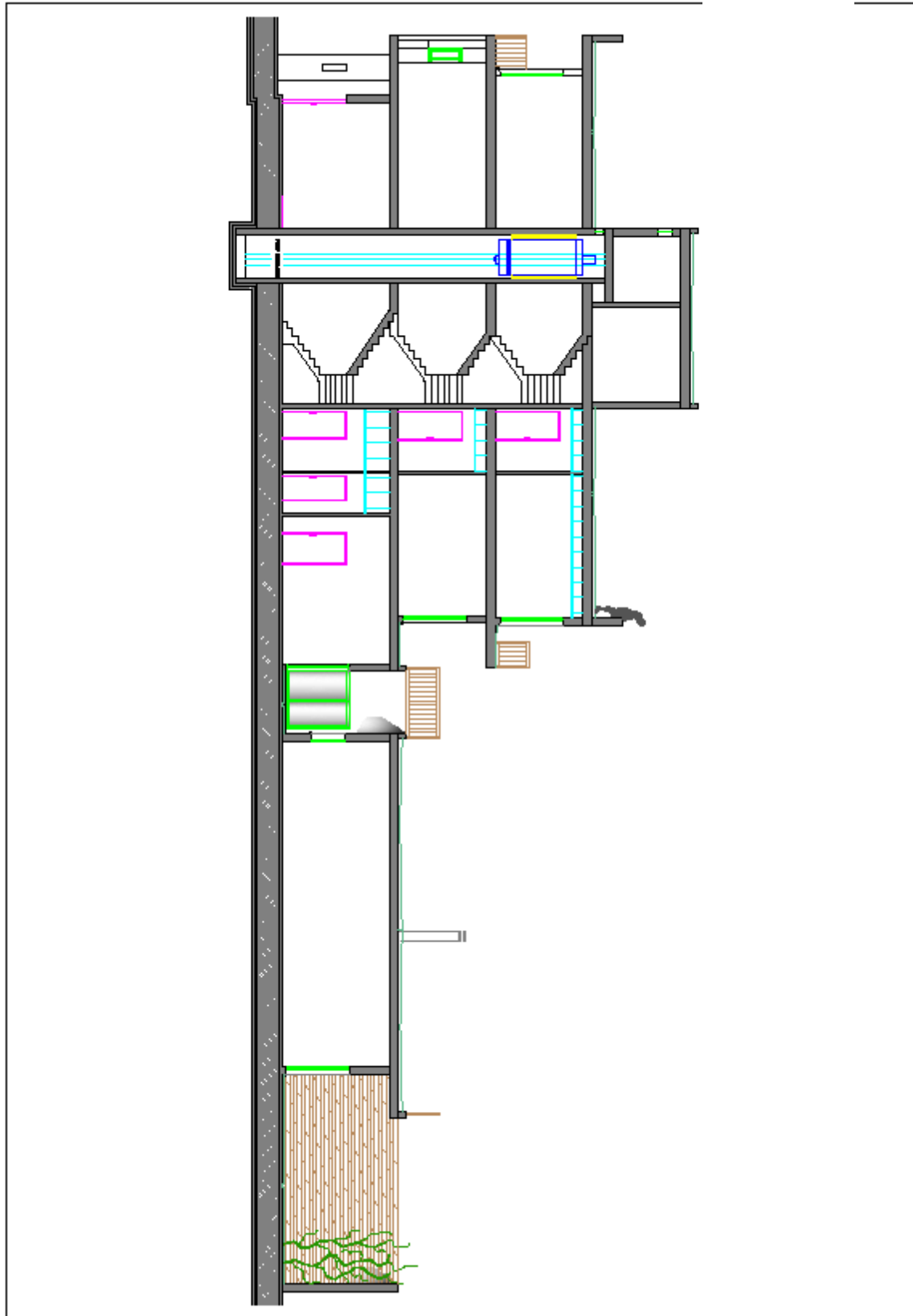
El cuadro de superficies es el siguiente:

	SUPERFICIES CONSTRUIDAS (m ²)	SUPERFICIES ÚTILES (m ²)	SUPERFICIES ÚTILES REPERCUTIDAS (m ²)
PLANTA BAJA	154,54	116,01	
PLANTA PRIMERA	94,82	81,15	
PLANTA SEGUNDA	91,92	74,27	
TOTAL	341,28	271,43	283,20

La orientación, plantas y sistema constructivo siguen siendo los mismos. La distribución del edificio en el uso terciario es la siguiente:



ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR Y
PROPUESTA DE MEJORA.



5.1.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL EDIFICIO

En edificios terciarios no se considera ningún periodo especial a lo largo del año. La instalación tiene una temperatura de consigna para refrigeración (25°C) y otra de calefacción (20°C) durante las horas de funcionamiento de la instalación, por lo tanto puede necesitarse calefacción o refrigeración en cualquier época del año.

Nuestro edificio tendrá una intensidad de uso media de 8 horas.

El cálculo de la demanda del edificio y la comprobación del cumplimiento de su envolvente respecto a la HE1 se realiza nuevamente mediante CE3X con el mismo edificio ya definido para uso vivienda, pero indicando el cambio a uso terciario de intensidad media de 8 horas y definiendo la iluminación correspondiente.

Una vez introducidos todos los datos en el programa, éste calcula la demanda resultante, de manera que obtenemos el siguiente resultado:

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	56.29	G
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	13.23	C

Este valor de la demanda será la base sobre la que compararemos el coste energético de todas las mejoras que se realicen sobre la envolvente. Para cada mejora se obtendrán distintos valores de demanda y sobre estos valores se calculará el coste energético de cada una de ellas.

Los valores obtenidos para las demandas son meramente orientativos, ya que estos valores no significan el consumo real del edificio, sin embargo los emplearemos para poder determinar un hipotético ahorro energético de cada mejora y así valorar la idoneidad o no de cada una.

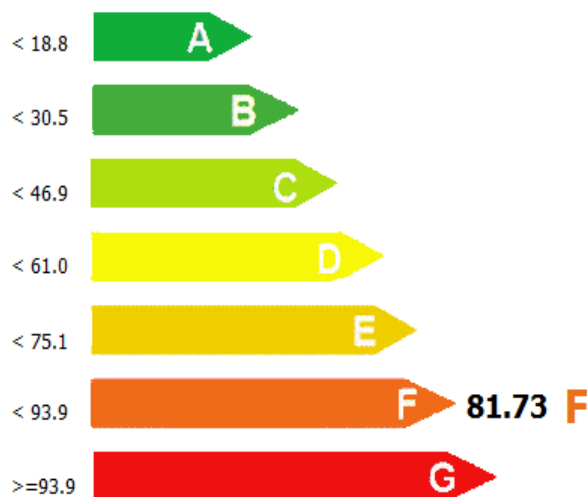
5.1.3. ESTUDIO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA INICIAL DEL EDIFICIO POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO

Se realiza la calificación energética del edificio con los sistemas constructivos definidos anteriormente mediante el método simplificado.

Calificación obtenida por el método simplificado mediante el programa CE3X

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO₂/m²



Edificio objeto

Demanda de calefacción (kWh/m ²)	56.29	G
Demanda de refrigeración (kWh/m ²)	13.23	C
Emisiones de calefacción (kg CO ₂ /m ²)	40.77	G
Emisiones de refrigeración (kg CO ₂ /m ²)	8.41	D
Emisiones de ACS (kg CO ₂ /m ²)	11.71	A
Emisiones de iluminación (kg CO ₂ /m ²)	20.83	C

5.1.4. PROPUESTAS TÉCNICAS DE MEJORA

Se realiza la calificación energética del edificio con los sistemas constructivos definidos anteriormente mediante el método simplificado.

En este punto, analizamos los sistemas constructivos del edificio y las posibles actuaciones o mejoras que se podrían realizar para mejorar su demanda, consumo y su calificación energética.

Proponemos las mismas medidas para la mejora de la envolvente y de las instalaciones, tal y como hemos hecho anteriormente en el edificio uso vivienda. Añadimos en el uso terciario la propuesta de mejoras en la iluminación, que detallamos a continuación.

- PROPUESTAS SOBRE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

Los sistemas sobre los que trabajaremos en CE3X para mejorar la envolvente del edificio y por consiguiente su demanda energética son los siguientes:

□ CERRAMIENTOS.

Intervenir en la Envolvente Térmica y, de manera particular, en fachada es una medida de mejora eficaz que permite un ahorro económico en cuanto a consumo de energía necesaria para cubrir la demanda de refrigeración y calefacción. Una buena envolvente térmica, es el primer paso para reducir la demanda de energía.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, propondremos añadir el aislamiento por el exterior mediante el sistema SATE, siempre que la Administración (Ayuntamiento) acepte el incremento de sobrevuelo en viales, ya que en algunos casos puede exceder del vuelo permitido. No obstante, hoy en día, hay pocos Ayuntamientos que rechacen proyectos o mejoras que impliquen una mejora energética que lleva a un menor consumo y a una menor emisión de CO₂.

SATE son las siglas de **Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior**. Es un sistema que ofrecen diferentes casas comerciales y que se compone de:

- Panel aislante prefabricado: este panel puede ser de diferentes espesores y materiales: EPS -poliestireno expandido-, XPS -poliestireno extruido, lana de roca o placas de EPS con grafito.
- Fijaciones que garanticen la unión del aislamiento al muro soporte: mediante mortero cola -adhesivo- y fijaciones mecánicas al muro.
- Acabados: el acabado consiste en dos capas de mortero cola, con una malla intermedia de fibra de vidrio alcalirresistente de gran gramaje. El acabado protege al aislamiento térmico. Como acabado final, se aplica una imprimación y un revestimiento continuo tipo revoco.

El sistema SATE se puede aplicar en bloques plurifamiliares o en viviendas unifamiliares y, aunque no se puede aplicar en edificios con fachada protegida, algunas de sus ventajas son:

- Aprovecha la capacidad de las paredes de fachada de acumular calor si las tiene.
- No consume superficie útil.
- Elimina los puentes térmicos en fachada: pilares, cajas de persiana, encuentros con forjados, etc...
- Elimina condensaciones en muro, pues permite que el edificio respire.
- Garantiza la estanqueidad de la fachada.
- Continuidad del aislamiento térmico.
- Rapidez en la ejecución frente a otros sistemas.
- Intervención por el exterior sin interrumpir la vida cotidiana de los propietarios de las viviendas.



CUBIERTAS

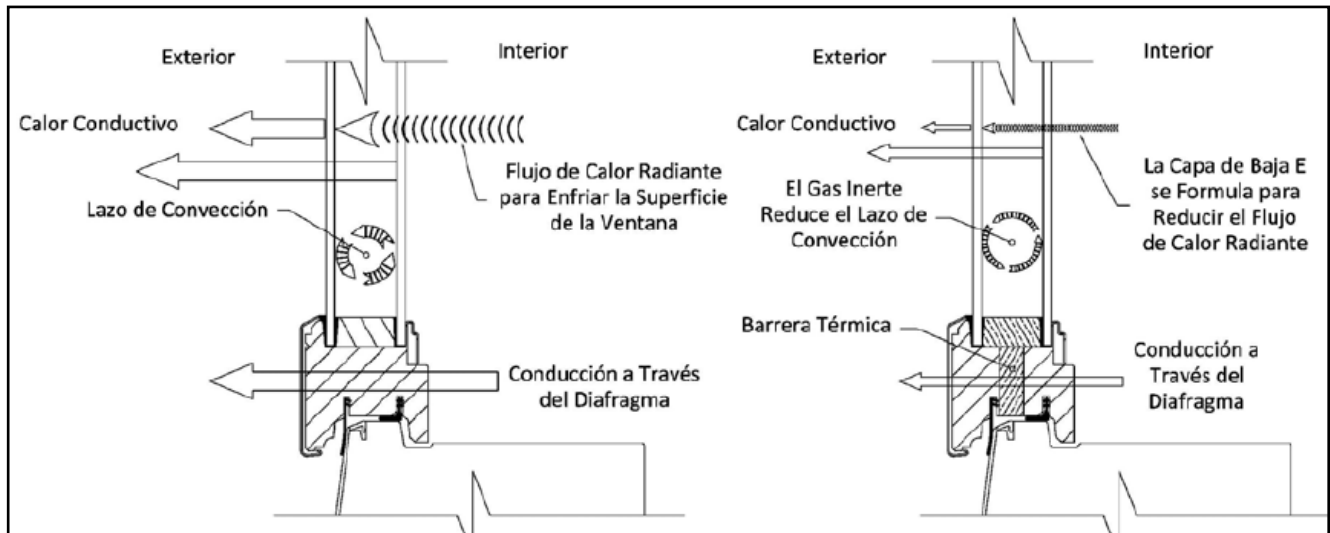
En la cubierta proponemos intervenir colocando aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta. Analizaremos las posibles mejoras que podemos obtener con 4, 8 y 12 cm de espesor de este aislamiento.

HUECOS

Para poder obtener una mejora respecto a nuestra situación inicial, plantearemos la colocación de carpintería de aluminio con rotura de puente térmico en todos los huecos y acristalamiento con cámara de aire.

La elección de los vidrios se realizará atendiendo a estos dos factores: la transmisión térmica y el factor solar.

3. TRANSMISIÓN TÉRMICA: El coeficiente "U" expresa la transferencia de energía a través del vidrio por conducción o convección, es decir la cantidad de calor o frío que traspasa el vidrio. Cuanto más bajo sea este valor más aislamiento ofrece. La reducción del coeficiente "U", se obtiene por la incorporación de dobles acristalamientos hasta cierto nivel de anchura de cámara y muy significativamente por la integración de vidrios de baja emisividad

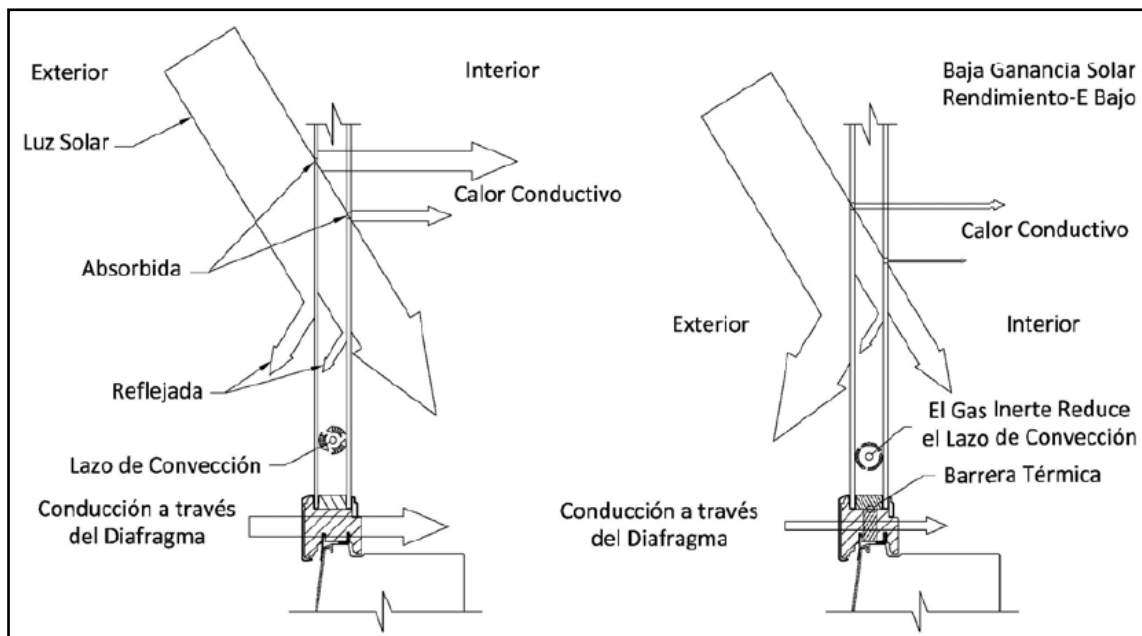


Pérdida de calor en invierno de la ventana

Al disminuir la transmitancia térmica se consigue:

- Mayor nivel de confort.
- Reducción de las condensaciones interiores.
- Reducción del coste de calefacción y refrigeración para alcanzar la misma temperatura.
- Protección del medio ambiente al reducir el consumo de energía.

4. **FACTOR SOLAR:** este expresa la fracci3n de la energa de radiaci3n solar incidente que penetra en el interior de la vivienda a trav3s del acristalamiento. De forma pr3ctica, es una medida de la energa que puede entrar a trav3s de un vidrio cuando el sol incide directamente sobre 3l. Cuanto m3s bajo sea el factor solar mayor ser3 la energa reflejada.



- 4.1. **Espesor del vidrio:** El espesor del vidrio no influye en la transmitancia t3rmica del conjunto. Por lo tanto, para tener una referencia, emplearemos en todos los casos un vidrio doble 4/ca/3+3 al tratarse de un buen acristalamiento y a un precio mejor que si adopt3ramos soluciones con mayores espesores de vidrio.
- 4.2. **Espesor de la c3mara de aire:** La repercusi3n econ3mica que se obtiene al aumentar la c3mara de aire de un acristalamiento es m3nima, sin embargo la mejora t3rmica es importante. Por lo tanto, siempre que el tipo de carpintera lo permita se realizar3 el estudio con el mayor espesor de c3mara de aire posible.

La transmitancia t3rmica (valor U) tiene una relaci3n inversa con el espesor de la c3mara de aire. Al aumentar 3sta, el valor U disminuye, esto es v3lido hasta un espesor de c3mara de 16 mm, a partir del cual las corrientes de aire que se crean dentro de la misma aumentan la transmisi3n energ3tica

- 4.3. **Emisividad:** Los vidrios de baja emisividad son lunas de vidrio ordinario en las que una de sus caras ha sido tratada con precipitaciones de sales, 3xidos met3licos y metales nobles, mediante tecnologas avanzadas, para conseguir un coeficiente de emisividad muy inferior al del vidrio base manteniendo una elevada transmisi3n luminosa. Son vidrios dirigidos a

limitar las pérdidas energéticas a través de los acristalamientos, aumentando el aislamiento y facilitando las aportaciones solares, permitiendo el paso de la energía solar (luz y calor) y reflejando el infrarrojo lejano.

Los sistemas sobre los que trabajaremos CE3X para mejorar la envolvente del edificio y por consiguiente su demanda energética son los siguientes:

- PROPUESTAS SOBRE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO

Los sistemas sobre los que trabajaremos en CE3X para mejorar los consumos de energía del edificio son los siguientes:

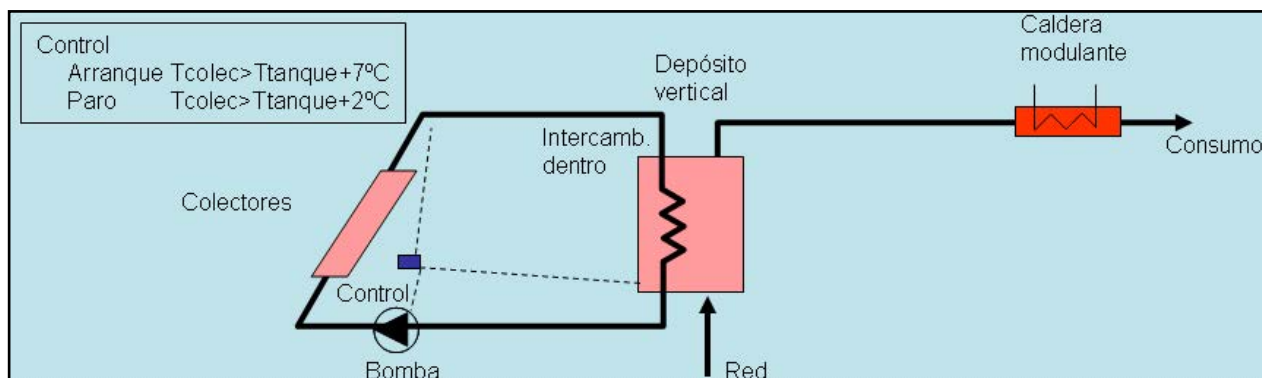
☐ SUSTITUCIÓN DEL EQUIPO GENERADOR DE CALOR PARA ACS

Se propone sustituir el termo eléctrico por una caldera convencional cuyo combustible será el gas natural, ya que la vivienda dispone de acometida de gas, con el siguiente rendimiento:

Potencia nominal	<input type="text" value="24.0"/>	kW
Carga media real β_{cmb}	<input type="text" value="0.2"/>	<input style="border: none; background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-weight: bold; font-size: 1.2em; width: 20px; height: 20px; vertical-align: middle;" type="text" value="?"/>
Rendimiento de combustión	<input type="text" value="90"/>	%

☐ INCORPORACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Instalación de colectores solares encargados de captar la radiación solar y convertir la energía incidente en energía térmica con la que se pueda sustituir un porcentaje de la demanda de ACS.




□ **MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

Se propone la sustitución de los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético y que satisfaga el 100% de la demanda.



□ MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LA ILUMINACIÓN


Se estudiará la forma que afecta al edificio la sustitución de los tubos fluorescentes tradicionales por unos tubos leds.

OSRAM 

Hoja de datos de producto

L 15 W/865

LUMILUX T8 | Lámparas fluorescentes 26 mm tubular, con casquillo G13



Beneficios del producto

- Eficacia luminosa superior hasta en un 18 % que en las lámparas T8 BASIC convencionales
- Buena rentabilidad gracias a la alta eficiencia

Características del producto

- Muy buen mantenimiento de lumen: >90 % a lo largo de toda la vida útil de la lámpara
- Buen grupo de reproducción cromática: 1B (R_a: 80...89)
- Regulable
- Fósforo de tres bandas de calidad superior: LUMILUX
- Disponible en muchos colores de luz diferentes (2.700...8.000 K) para cada aplicación y cada preferencia

Hoja de datos de producto



ST8-HB2 -865

SubstiTUBE Basic | Lámparas LED tubulares



Beneficios del producto

- Reemplazo rápido, simple y seguro sin recablear
- Bajos costes de mantenimiento gracias a la larga vida útil
- Luz de encendido instantáneo, por lo que resulta especialmente adecuada en combinación con la tecnología de sensores
- Máxima resistencia frente a cargas cambiantes
- Funcionamiento correcto incluso a temperaturas bajas

Características del producto

- LED alternativo a las lámparas fluorescentes T8 clásicas en luminarias ECC
- Iluminación uniforme
- Ángulo de haz ancho: 120°
- ECE integrado con factor de potencia elevado
- Libre de mercurio y de conformidad con RoHS
- Tipo de protección: IP20

5.2. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

5.2.1. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LA ENVOLVENTE

Se realizará una simulación del edificio para cada mejora propuesta con la que se obtendrán unas demandas para cada caso. Estos datos de demanda obtenidos se compararán con los datos de demanda del edificio inicial para observar si estas mejoras producen un ahorro energético y determinar la rentabilidad de la inversión, seleccionando las mejoras más eficientes de cada tipología constructiva.

El cálculo de la demanda se realizará modificando, sobre el edificio inicial, solamente la característica de la envolvente definida en la mejora y manteniendo invariable el resto de tipologías constructivas.

1. DEMANDA EDIFICIO CON MEJORAS 1 (AISLAMIENTOS EN FACHADA)

Aislamiento en fachada mediante el sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con poliestireno expandido (EPS).

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	38.1 E	56.3 G	32.4 %
Demanda de refrigeración	9.2 B	13.2 C	30.2 %
Emisiones de calefacción	27.6 G	40.8 G	32.4 %
Emisiones de refrigeración	5.9 C	8.4 D	30.2 %
Emisiones de ACS	11.7 A	11.7 A	0.0 %
Emisiones de iluminación	20.8 C	20.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	66.0 E	81.7 F	19.2 %

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
M1_Aislamiento fachada	15	2.145,00	1,5	32.599,40

2. DEMANDA EDIFICIO CON MEJORAS 2 (HUECOS)

Para poder obtener una mejora respecto a nuestra situación inicial, plantearemos la colocación de carpintería de aluminio con rotura de puente térmico en todos los huecos y acristalamiento con cámara de aire.

Los vidrios seleccionados para esta mejora son los vidrios dobles bajo emisivos <0.03 en posición vertical (VER_DB3_4-15-331) y sus características son las siguientes:

U W/m2K
Factor solar

La carpintería seleccionada para esta mejora es carpintería metálica en posición vertical con rotura de puente térmico > 12 mm y sus características son las siguientes:

U W/m2K
Absortividad

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	55.1 G	56.3 G	2.1 %
Demanda de refrigeración	13.2 C	13.2 C	0.3 %
Emisiones de calefacción	39.9 G	40.8 G	2.1 %
Emisiones de refrigeración	8.4 D	8.4 D	0.4 %
Emisiones de ACS	11.7 A	11.7 A	0.0 %
Emisiones de iluminación	20.8 C	20.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	80.8 F	81.7 F	1.1 %

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
M2_Huecos	15	5000	62,3	-3050,30

A la vista de estos resultados y, debido a que no hay una mejora energética una vez sustituida la carpintería y el coste de esta sustitución elevado, decidimos no realizar ninguna mejora en los huecos.

3. DEMANDA EDIFICIO CON MEJORAS 3 (CUBIERTAS)

Se propone un aumento del espesor del aislamiento. Consideramos la colocación de aislamiento XPS de poliestireno extruido de 0.032 w/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta

- Colocación de 4 cm de aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta.

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m2K
 Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	53.8 G	56.3 G	4.4 %
Demanda de refrigeración	14.2 C	13.2 C	-7.6 %
Emisiones de calefacción	39.0 G	40.8 G	4.4 %
Emisiones de refrigeración	9.1 E	8.4 D	-7.6 %
Emisiones de ACS	11.7 A	11.7 A	0.0 %
Emisiones de iluminación	20.8 C	20.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	80.6 F	81.7 F	1.4 %

- Colocación de 8 cm de aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta.

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m2K
 Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	53.2 G	56.3 G	5.5 %
Demanda de refrigeración	14.5 C	13.2 C	-9.4 %
Emisiones de calefacción	38.5 G	40.8 G	5.4 %
Emisiones de refrigeración	9.2 E	8.4 D	-9.4 %
Emisiones de ACS	11.7 A	11.7 A	0.0 %
Emisiones de iluminación	20.8 C	20.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	80.3 F	81.7 F	1.7 %

- Colocación de 12 cm de aislamiento de lana de roca de 0.032 W/m°C en el falso techo bajo el forjado cubierta.

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U W/m²K
 Características del aislamiento añadido λ W/mK Espesor m

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	53.0 G	56.3 G	5.9 %
Demanda de refrigeración	14.6 C	13.2 C	-10.4 %
Emissiones de calefacción	38.4 G	40.8 G	5.9 %
Emissiones de refrigeración	9.3 E	8.4 D	-10.5 %
Emissiones de ACS	11.7 A	11.7 A	0.0 %
Emissiones de iluminación	20.8 C	20.8 C	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	80.2 F	81.7 F	1.9 %

La mejora que se produce es inapreciable respecto al edificio original para el sobre coste que supondría la demolición del falso techo y su posterior colocación con aislamiento, incluso se produce un aumento en la demanda de refrigeración. Por lo tanto, se da por válida la solución existente y decidimos desechar la mejora sobre la envolvente en la cubierta.

5.2.2. SELECCIÓN DE MEJORAS SOBRE LAS INSTALACIONES

Al igual que se ha realizado en los puntos anteriores, en este apartado realizaremos un estudio de mejoras sobre las instalaciones del edificio inicial para mejorar el consumo. Estos datos de consumo obtenidos se compararán con los datos del edificio inicial para analizar si estas mejoras producen un ahorro energético, seleccionando las mejoras más eficientes de cada tipología constructiva, y determinando la rentabilidad de la inversión.

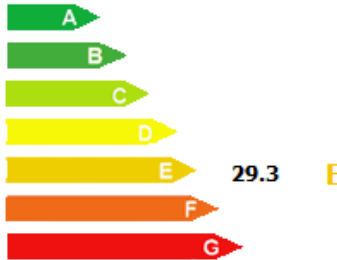
1 OPCIÓN INSTALACIONES 1

Sustitución del termo eléctrico por una caldera convencional cuyo combustible es el gas natural y con las siguientes características:

Potencia nominal	<input type="text" value="24.0"/>	kW
Carga media real β _{cmb}	<input type="text" value="0.2"/>	<input style="border: 1px solid gray; padding: 2px 5px;" type="button" value="?"/>
Rendimiento de combustión	<input type="text" value="90"/>	%

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	67.0 F	56.3 G	-19.1 %	
Demanda de refrigeración	9.6 C	13.2 C	27.7 %	
Emisiones de calefacción	25.6 F	40.8 G	37.1 %	
Emisiones de refrigeración	3.6 C	8.4 D	56.6 %	
Emisiones de ACS	0.0 A	11.7 A	100.0 %	
Emisiones de iluminación	0.0 A	20.8 C	100.0 %	
EMISIONES GLOBALES	29.3 E	81.7 F	64.2 %	29.3 E

La mejora que se produce es muy significativa. Se reduce el consumo de energía y, por tanto, de emisiones de CO₂. Además, hay una reducción muy considerable en las emisiones de refrigeración, calefacción, ACS e iluminación.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
O.I.1_Caldera convencional	15	712,48	0,1	172.791,10

2 OPCIÓN INSTALACIONES 2

En esta opción sustituiremos el termo eléctrico por una caldera convencional cuyo combustible es el gas natural y con las siguientes características:

Potencia nominal kW
 Carga media real β_{cmb} ?
 Rendimiento de combustión %

También sustituiremos los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético y que satisfaga el 100% de la demanda y cuyas características son:

Calefacción Rendimiento nominal %
Refrigeración Rendimiento nominal %

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

- Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	67.0 F	56.3 G	-19.1 %	
Demanda de refrigeración	9.6 C	13.2 C	27.7 %	
Emisiones de calefacción	16.2 D	40.8 G	60.3 %	
Emisiones de refrigeración	2.3 B	8.4 D	72.9 %	
Emisiones de ACS	0.0 A	11.7 A	100.0 %	
Emisiones de iluminación	0.0 A	20.8 C	100.0 %	
EMISIONES GLOBALES	18.5 C	81.7 F	77.4 %	

En este caso, la mejora que se produce también es muy significativa ya que observamos una mejora de la calificación en tres letras. Además, hay una reducción muy considerable en las emisiones de refrigeración, calefacción, ACS e iluminación.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480
TOTAL				10.192,48

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
O.I.1 + O.I.2 → ACS + Climatización	15	10.192,48	1,9	122.552,50

3 OPCIÓN INSTALACIONES 3

En esta opción añadiremos a la *opción instalaciones 2* la mejora sobre la iluminación, que consiste en la colocación de Leds que reducen la potencia (de 15 w a 9 w) necesaria para la obtención de la misma iluminancia.

La calificación energética de esta mejora es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	67.0 G	56.3 G	-19.0 %
Demanda de refrigeración	9.6 B	13.2 C	27.6 %
Emisiones de calefacción	16.2 F	40.8 G	60.4 %
Emisiones de refrigeración	2.3 B	8.4 D	72.9 %
Emisiones de ACS	0.0 A	11.7 A	100.0 %
Emisiones de iluminación	0.1 A	20.8 C	99.6 %
EMISIONES GLOBALES	18.5 A	81.7 F	77.3 %

En este caso, observamos una mejora de la calificación que alcanza la letra A.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48

O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
LED	ud. Lámparas LED tubulares del tipo ST8-HB2-865 o similar.	240	36,71	8.810,40
TOTAL				19.002,88

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
O.I.1 + O.I.2 → ACS + Climatización + LED	15	19.002,88	3,5	113.561,10

5.3. VIABILIDAD EDIFICIO USO TERCIARIO

En esta parte del proyecto, analizaremos la viabilidad y la rentabilidad de las mejoras propuestas anteriormente. Para ello, propondremos tres conjuntos de mejora, que llamaremos conjunto 1, conjunto 2 y conjunto 3. Éstos estarán compuestos de :

- Conjunto 1: Aislamiento fachada
Equipo de ACS
Refrigeración/Calefacción
- Conjunto 2: Aislamiento fachada
Equipo de ACS
Refrigeración/Calefacción
Iluminación LED.
- Conjunto 3: Aislamiento fachada
Equipo de ACS
Refrigeración/Calefacción
Iluminación LED.
Contribuciones energéticas.

CONJUNTO 1: Aislamiento fachada, Equipo de ACS, Refrigeración/Calefacción

En esta opción, realizaremos el *aislamiento en fachada* mediante el sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con poliestireno expandido (EPS) porque aunque no mejora el nivel de la calificación sí observamos una notable mejora en la demanda de calefacción y en las emisiones globales, a pesar del ligero aumento en la demanda de refrigeración.

También sustituiremos el *termo eléctrico* por una caldera convencional cuyo combustible es el gas natural y con las siguientes características:

Potencia nominal	<input type="text" value="24.0"/>	kW
Carga media real β_{cmb}	<input type="text" value="0.2"/>	<input style="border: 1px solid gray;" type="text" value="?"/>
Rendimiento de combustión	<input type="text" value="90"/>	%

Y, por último, sustituiremos los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético y que satisfaga el 100% de la demanda y cuyas características son:

Calefacción	Rendimiento nominal	450	%
Refrigeración	Rendimiento nominal	400	%

La calificación energética de este conjunto de mejoras es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro	
Demanda de calefacción	47.7 E	56.3 G	15.2 %	A
Demanda de refrigeración	6.7 C	13.2 C	49.6 %	B 13.1 B
Emisiones de calefacción	11.5 D	40.8 G	71.7 %	C
Emisiones de refrigeración	1.6 B	8.4 D	81.1 %	D
Emisiones de ACS	0.0 A	11.7 A	100.0 %	E
Emisiones de iluminación	0.0 A	20.8 C	100.0 %	F
EMISIONES GLOBALES	13.1 B	81.7 F	84.0 %	G

En el conjunto 1, la mejora que se produce es muy significativa ya que observamos una mejora de la calificación en cuatro letras. Además, hay una reducción muy considerable en las emisiones de refrigeración, calefacción y ACS.

El coste de la inversión sería el siguiente:

MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
				12.337,48

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
CONJUNTO 1	15	12.337,48	2,1	132.219,90

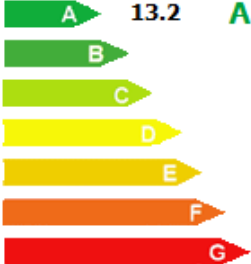
Dado que el VAN es positivo, podemos decir que el conjunto 1 de mejoras es viable.

CONJUNTO 2: Aislamiento fachada, Equipo de ACS, Refrigeración/Calefacción, Iluminación con LED.

La calificación energética de este conjunto de mejoras es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	47.7 F	56.3 G	15.3 %
Demanda de refrigeración	6.7 B	13.2 C	49.5 %
Emisiones de calefacción	11.5 D	40.8 G	71.8 %
Emisiones de refrigeración	1.6 A	8.4 D	81.1 %
Emisiones de ACS	0.0 A	11.7 A	100.0 %
Emisiones de iluminación	0.1 A	20.8 C	99.6 %
EMISIONES GLOBALES	13.2 A	81.7 F	83.9 %



MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elasticado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
LED	ud. Lámparas LED tubulares del tipo ST8-HB2-865 o similar.	240	36,71	8810,40
				21.147,88

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
CONJUNTO 2	15	21.147,88	3,6	123.225,70

CONJUNTO 3: Aislamiento fachada, Equipo de ACS, Refrigeración/Calefacción, Iluminación con LED y Contribuciones solares.

En esta opción, añadiremos al conjunto de mejoras 2 un Sistema de captación de energía solar térmica: Instalación de sistema de captación de energía solar térmica mediante captador solar en cubierta con una contribución en demanda de ACS del 60%.

La calificación energética de este conjunto de mejoras es la siguiente:

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	47.7 F	56.3 G	15.3 %
Demanda de refrigeración	6.7 B	13.2 C	49.5 %
Emisiones de calefacción	11.5 D	40.8 G	71.8 %
Emisiones de refrigeración	1.6 A	8.4 D	81.1 %
Emisiones de ACS	0.0 A	11.7 A	100.0 %
Emisiones de iluminación	0.1 A	20.8 C	99.6 %
EMISIONES GLOBALES	13.2 A	81.7 F	83.9 %

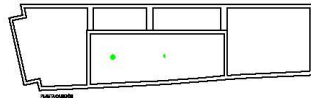
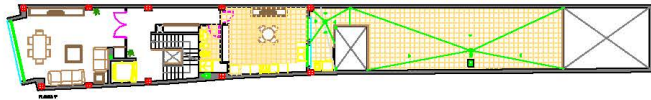
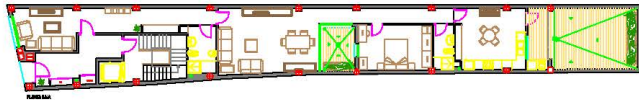
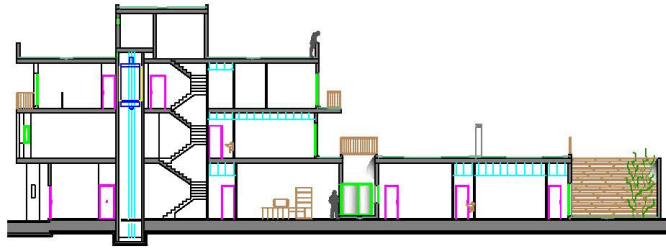
MEJORA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	€/ud	IMPORTE
M.1.	m ² . Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elastificado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.	71,50	30,00	2.145,00
O.I.1	ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.	2	356,24	712,48
O.I.2	ud. Instalación de equipo de climatización por conductos inverter bomba de calor de Mitsubishi o similar, totalmente instalada.	3	3.160,00	9.480,00
LED	ud. Lámparas LED tubulares del tipo ST8-HB2-865 o similar.	240	36,71	8810,40
PLACAS	ud. Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, compuesto por: un panel de 1160x1930x90 mm, superficie útil total 2,02 m ² , rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, depósito de 200 l, grupo de bombeo individual, centralita solar térmica programable.	1	2.741,35	2.741,35
				23.889,23

MEJORAS	VIDA ÚTIL	COSTE	AMORTIZACIÓN SIMPLE (AÑOS)	VAN (€)
CONJUNTO 3	15	23.889,23	4	312.460,4

En el cuadro siguiente quedan reflejados los valores de VAN y amortización de los tres conjuntos de mejoras:

	COSTE	AMORTIZACIÓN	VAN
CONJUNTO 1	12.337,48	2,1	132.219,90
CONJUNTO 2	21.147,88	3,6	123.225,70
CONJUNTO 3	23.889,23	4	312.460,4

A la vista de estos resultados podríamos decir que, desde el punto de vista económico, el **conjunto 1** de mejoras es el más rentable de los tres porque recuperamos la inversión en, aproximadamente, un 25% menos de tiempo que el conjunto 2 y en la mitad de tiempo que el conjunto 3. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta las **subvenciones** disponibles que podrían hacer más interesante el conjunto 2 y 3 de medidas, y se podrían incluir como retornos de la inversión o beneficios en el momento en que éstas sean efectivas.



CAPÍTULO 6

Conclusiones

6.1. CONCLUSIONES

Una vez obtenidos los resultados de las simulaciones realizadas podremos extraer unas conclusiones. Debemos recordar que los resultados obtenidos en el edificio para uso vivienda y para uso terciario no deben de ser comparados, ya que en el terciario tenemos en cuenta factores como la iluminación y la carga interna, por lo que determinaremos unas conclusiones distintas para cada uso.

Edificio uso vivienda.

Rehabilitación energética.

En el caso del estudio de viabilidad de un rehabilitación energética para un edificio de uso vivienda hemos partido de una serie de propuestas con las que mejorar el ahorro energético del edificio y conseguir con ellas la rentabilidad suficiente como para ser un producto de inversión atractivo o por lo menos rentable.

De entre todas las posibles soluciones para aislar la fachada, en este proyecto nos decantamos por el sistema SATE porque no consume superficie útil; elimina los puentes térmicos en fachada: pilares, cajas de persiana, encuentros con forjados, etc...; elimina condensaciones en muro, pues permite que el edificio respire; garantiza la estanqueidad de la fachada; es más rápido que otros sistemas y su intervención se realiza por el exterior.

En el caso del estudio de la mejora de la carpintería observamos que el VAN es negativo, por lo que se descartará la aplicación de la mejora al no ser viable la inversión. Los posibles cambios que se pudieran realizar en los huecos obedecerían a criterios distintos al ahorro energético, como podría ser el confort. Lo mismo sucede con las mejoras de aislamiento en la cubierta, dado que el VAN es también negativo, rechazamos la mejora por no ser viable.

Respecto a las mejoras sobre las instalaciones, la mejora más rentable de entre las propuestas es la instalación de una caldera estándar mediante gas natural y la sustitución de los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético.

La instalación de un sistema de captadores solares también produce beneficios aunque en menor medida ya que su aprovechamiento solamente es para el ACS. La aplicación, y/o ampliación, de esta mejora depende de la existencia o no de subvenciones que podrían hacer más interesante el conjunto de medidas de mejora e, incluso podrían generar retornos de la inversión o beneficios en el momento en que éstas sean efectivas.

Edificio uso terciario

Planteamos las mismas propuestas de mejora que hemos realizado sobre el edificio uso vivienda.

Habitualmente, para el estudio del uso terciario se debe de tener en cuenta la iluminación existente en el edificio. ya que produce una variación importante sobre los resultados de consumo de calefacción y refrigeración., debido a la radiación térmica que produce.

Nuestro proyecto inicial consistía en tubos fluorescentes que al ser sustituidos por tubos leds nos producían un gran desembolso inicial y un importante ahorro energético año a año pero no el suficiente como para que nos fuese rentable su colocación de cara a una inversión, ya que tanto el coste como la amortización del conjunto 2 (con LEDS) representa casi el doble respecto al conjunto de mejoras seleccionado, en el que no se incluyen los cambios a LEDS . Por lo tanto, la sustitución de tubos fluorescentes por tubos Leds no sería prioritario.

Rehabilitación energética.

Aunque, a priori, podríamos pensar que los captadores solares y, sobretodo, el cambio de tubos fluorescente a tubos LED nos producirían un mayor ahorro energético, la realidad de este proyecto es que el mayor ahorro lo produce el cambio del termo eléctrico a caldera convencional de gas natural y la sustitución de los equipos de calefacción/refrigeración por un sistema de climatización más eficiente, de mayor rendimiento energético.

En el resto de las medidas de mejoras planteadas sobre la envolvente elegimos el aislamiento de la fachada ya utilizado en el uso vivienda.

A la hora de interpretar los resultados debemos tener en cuenta que trabajamos con datos aproximados y que los valores están obtenidos a partir de unos datos preestablecidos por el programa. Por lo que estamos realizando un hipotético análisis energético-económico sobre un consumo energético determinado a los datos preestablecidos.

Si queremos obtener unos resultados más exactos deberemos realizar previamente un estudio de los hábitos de consumo de las personas que habitan en la vivienda para obtener unos resultados más reales.

Otro factor que los resultados no reflejan el confort, tal y como hemos comentado anteriormente. El confort es una variable que no se puede cuantificar o que resulta muy difícil de cuantificar económicamente. Sin embargo, este factor sí que influye en la toma de decisiones de algunas mejoras. Nosotros, como técnicos, podemos exponer las distintas posibilidades al cliente y que él decida si vale la pena o no realizarlas para aumentar el confort, aunque no siempre sean económicamente viables. Así, por ejemplo, la colocación de una carpintería con rotura puente térmico con un acristalamiento doble con cámara de 14mm con argón 100% no es una inversión rentable. Sin embargo, esta opción daría un gran confort al inmueble ya que reduciría notablemente la conductividad térmica del hueco evitando la variación de temperaturas.

CAPÍTULO 7

*Referencias
bibliográficas*

7.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Solé Bonet, Josep. “Aislamiento térmico en la edificación: limitación de la demanda energética DB HE1 e Iniciación”. 2007.
- Ministerio de Vivienda. “Codigo Técnico de la Edificación (CTE)”. 2006.
- “Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)”. 2007
- Asociación Española de Climatización y Refrigeración. (ATECYR). “DTIE 7.03. Entrada de datos a los programas Lider y Calener VyP”.
- <http://www.certificadosenergeticos.com/mejora-transmitancia-termica-fachada-sate>.
- <http://www.certificadosenergeticos.com/certificacion-energetica>
- http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1|0_1_0|1|NAF060|naf_060:_0_0_0_200_0_0_0_0_1_0_0|hoja_exterior_vista_sys:_0
- <http://www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/tipos/tipos.html>
- http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Documents/Manual_fundamentos_tecnicos_CE3X_05.pdf
- <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ten00115>
- <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ten00113>
- http://epp.eurostat.ec.europa.eu/inflation_dashboard/
- <http://www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/tipos/tipos.html>

CAPÍTULO 8

Anexos

8.1. ANEXOS

ANEXO I: Referencia catastral

ANEXO II: PLANOS USO VIVIENDA

ANEXO II.1. PLANO DE SITUACIÓN

ANEXO II.2. PLANO DE DISTRIBUCIÓN

ANEXO II.3. SECCIÓN LONGITUDINAL

ANEXO III: PLANOS USO TERCIARIO

ANEXO III.1. PLANO DE SITUACIÓN

ANEXO III.2. PLANO DE DISTRIBUCIÓN USO TERCIARIO

ANEXO III.3. SECCIÓN LONGITUDINAL

ANEXO IV: PRESUPUESTOS

ANEXO I

Referencia catastral



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



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

Municipio de ALZIRA Provincia de VALENCIA

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
1766022YJ2316N0002ZW

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
CL O'DONELL 7 Es:1 Pl:01 Pt:02
46600 ALZIRA [VALENCIA]

USO LOCAL PRINCIPAL
Residencial

AÑO CONSTRUCCIÓN
2009

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN
62,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)
227

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN
CL O'DONELL 7
ALZIRA [VALENCIA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)
344

SUPERFICIE SUELO (m²)
178

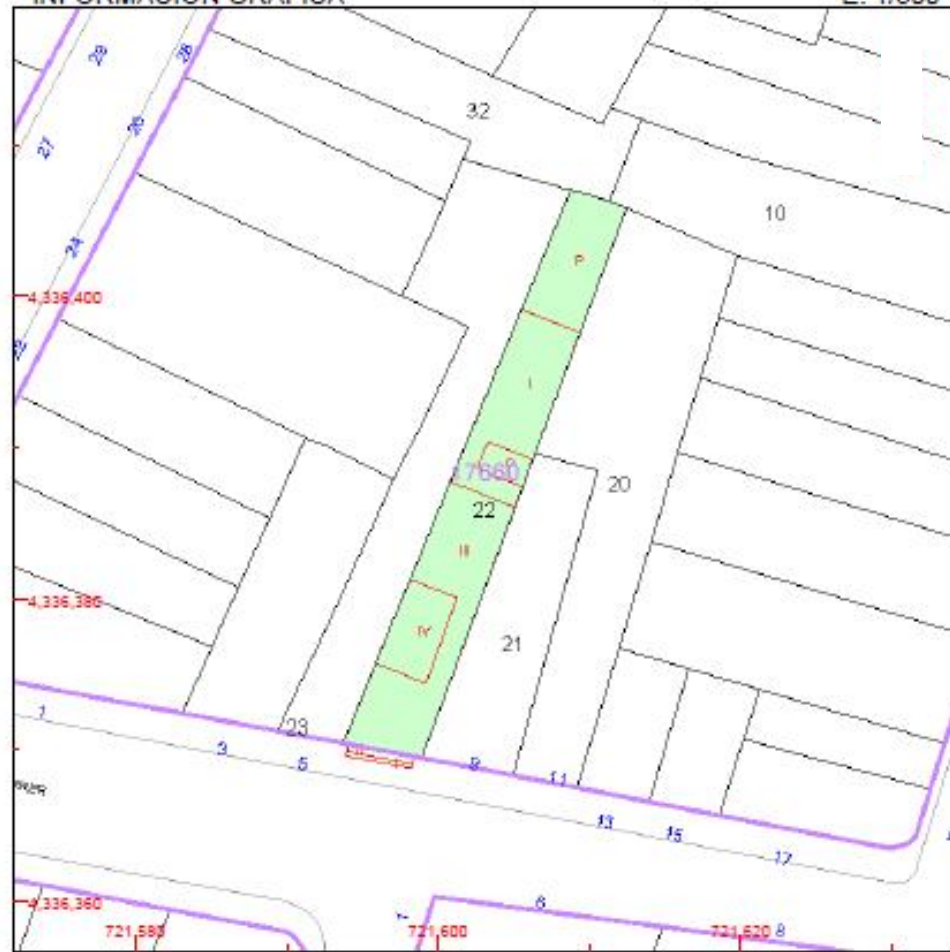
TIPO DE FINCA
[division horizontal]

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Uso	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m²
VIVIENDA	1	01	02	95
VIVIENDA	1	02	02	91
VIVIENDA	1	03	02	21
VIVIENDA	1	00	02	11
ELEMENTOS COMUNES				9

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/500



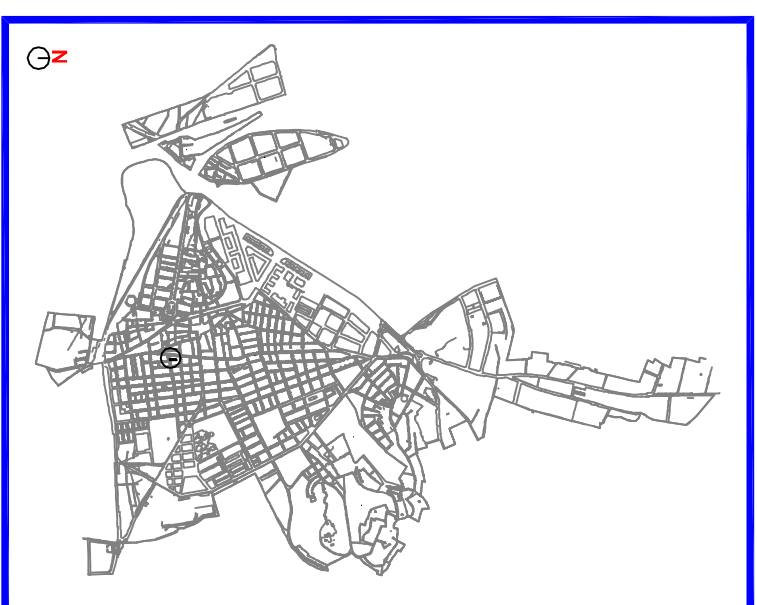
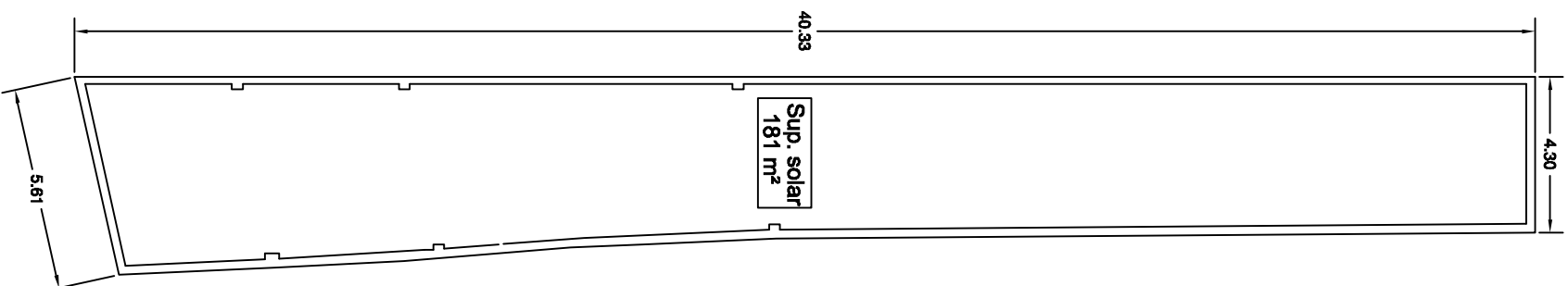
Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

- 721,520 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Miércoles , 4 de Junio de 2014

ANEXO II

Planos uso vivienda



PROYECTO
TRABAJO FIN DE GRADO

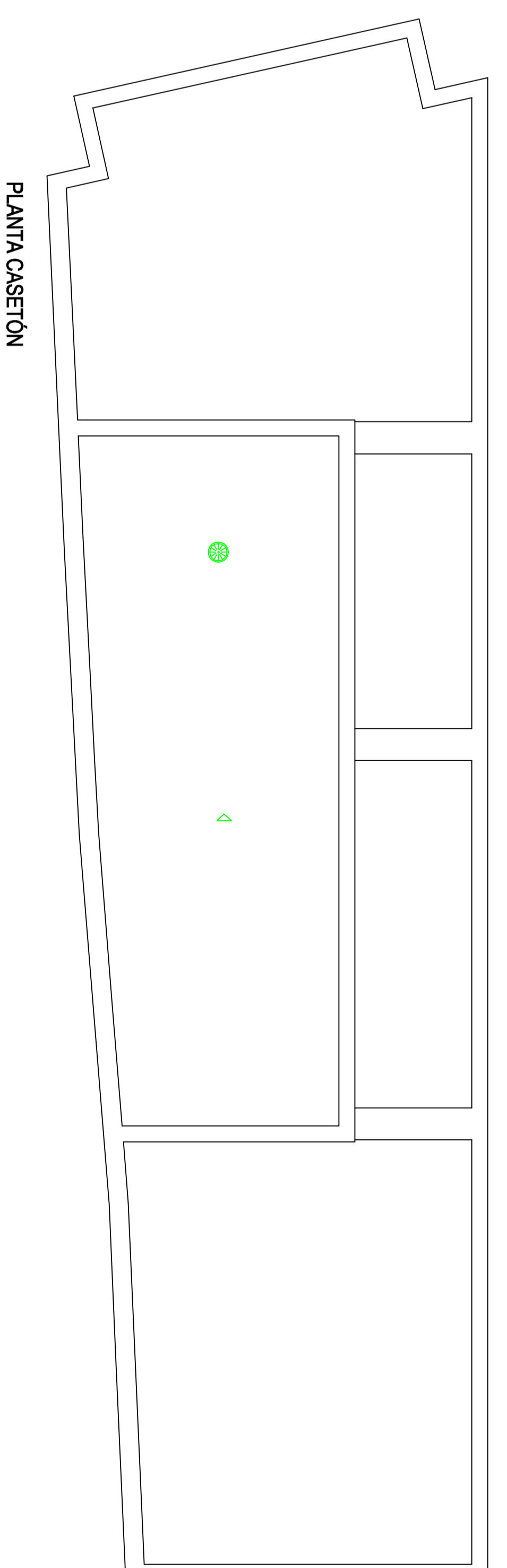
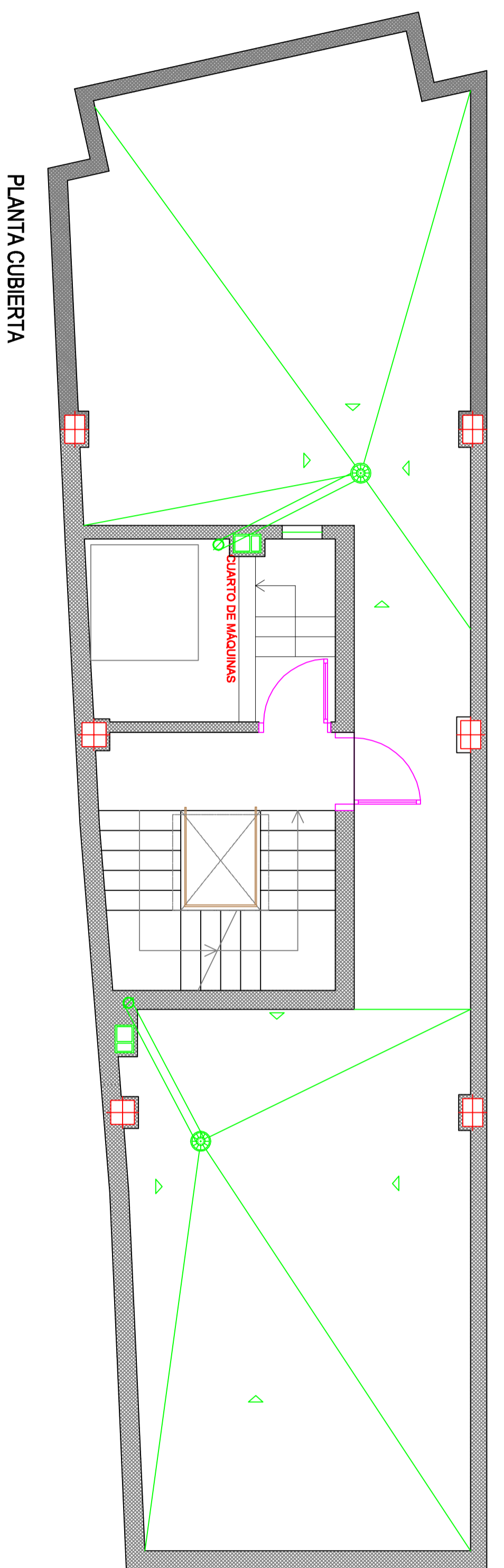
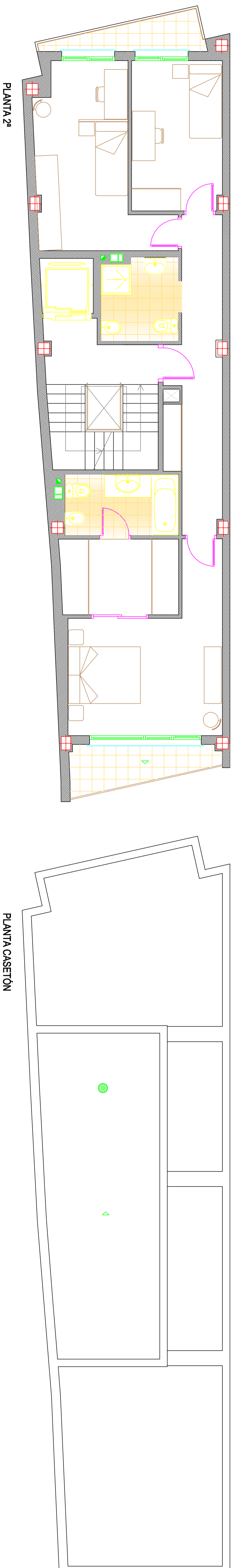
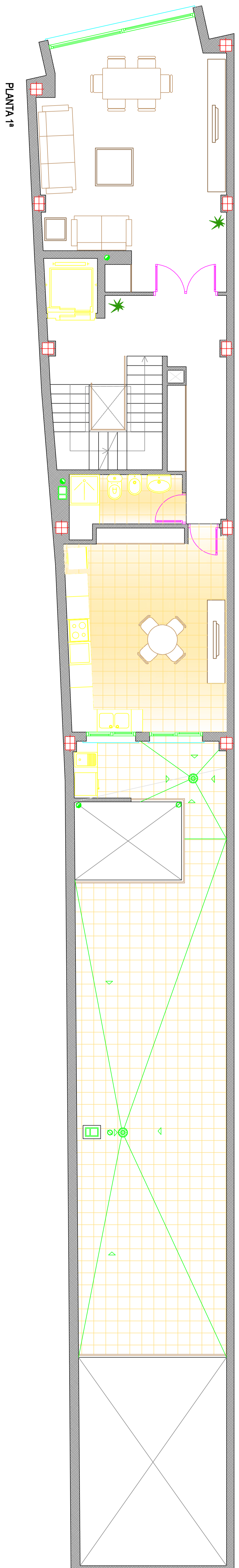
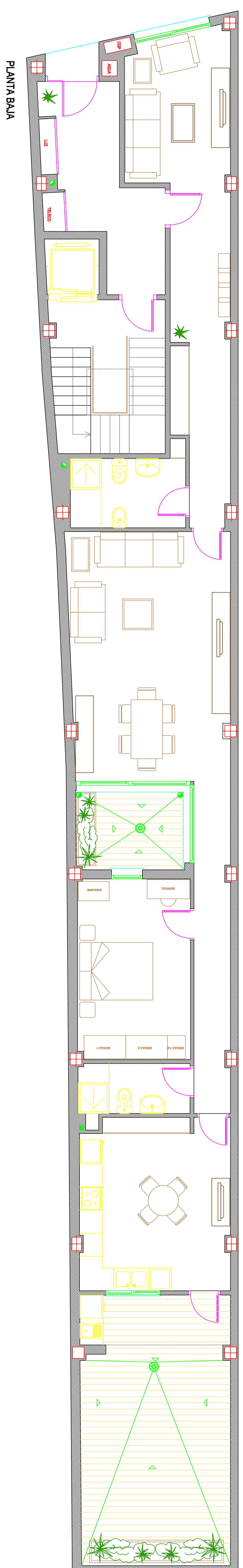
PLANO n°

1

ESCALA

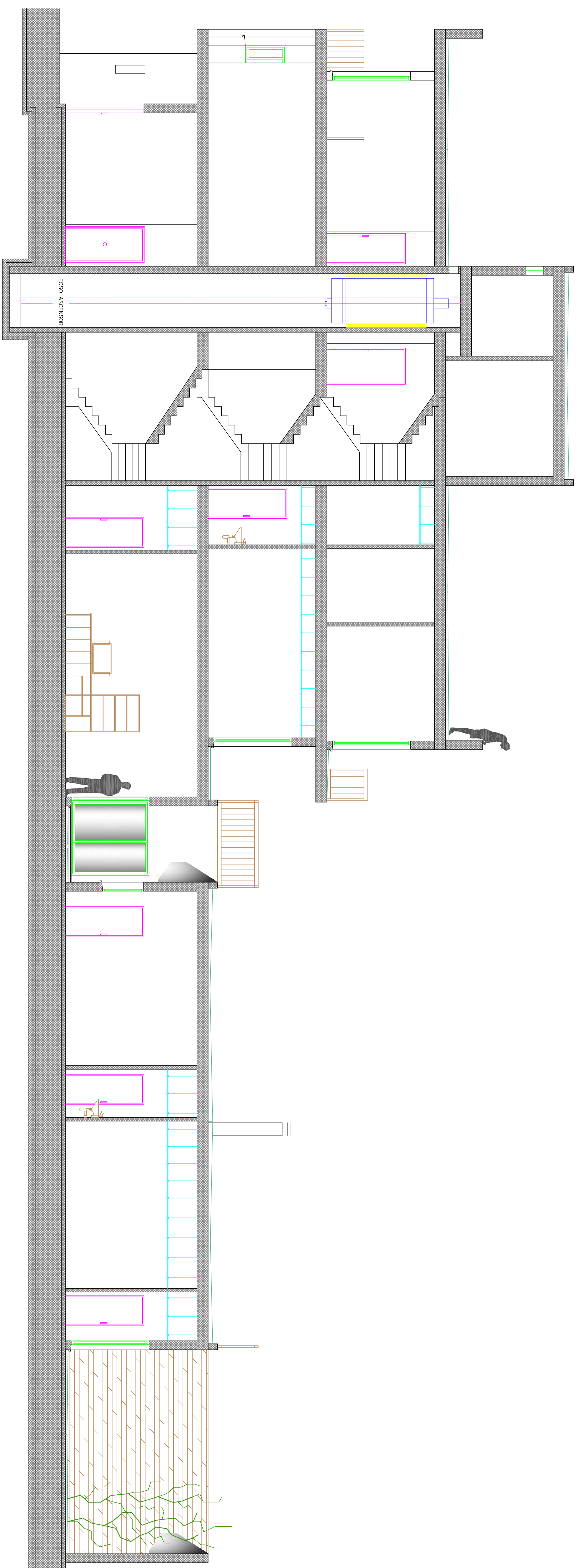
PLANO
AMPARO MAZAGATOS CAMARASA

PLANO
SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO Y PARCELA



PROYECTO TRABAJO FIN DE GRADO

PLANO nº 2
 ESCALA 1/50
 PLANO AMPARO MAZAGATOS CAMARASA
 PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN USO VIVIENDA



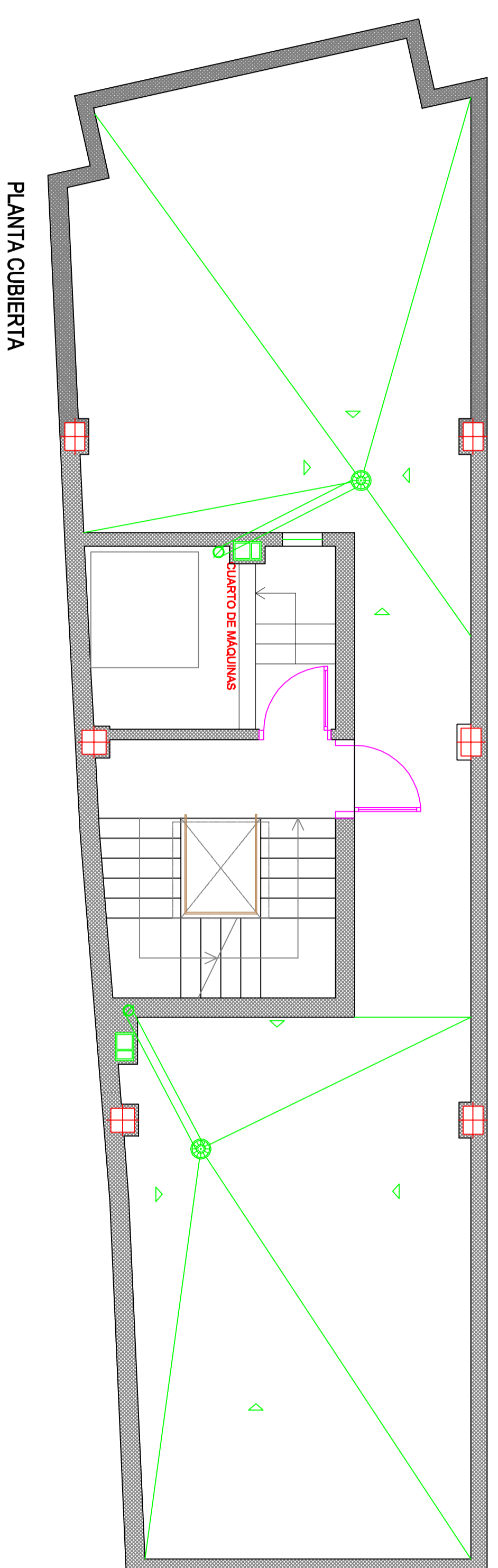
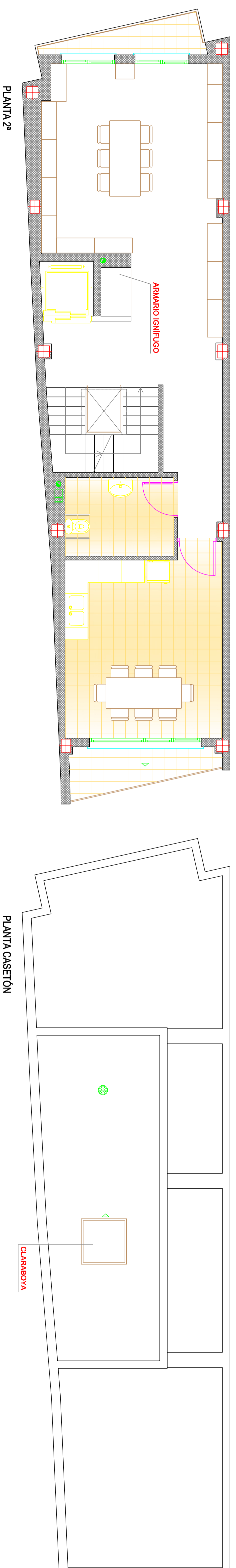
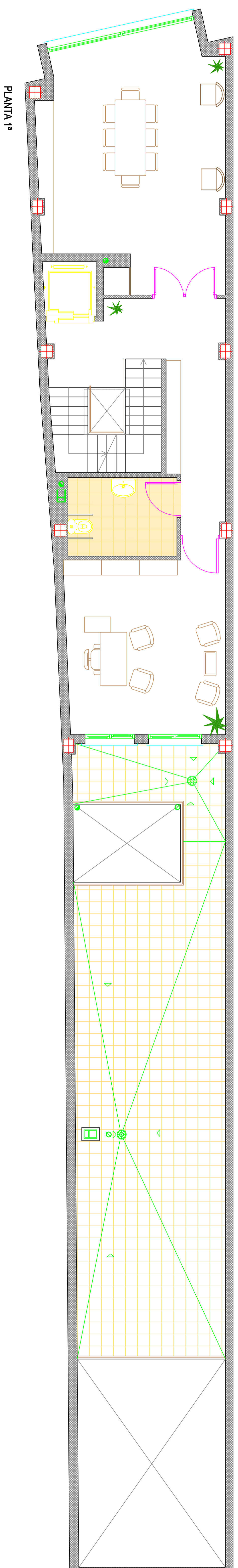
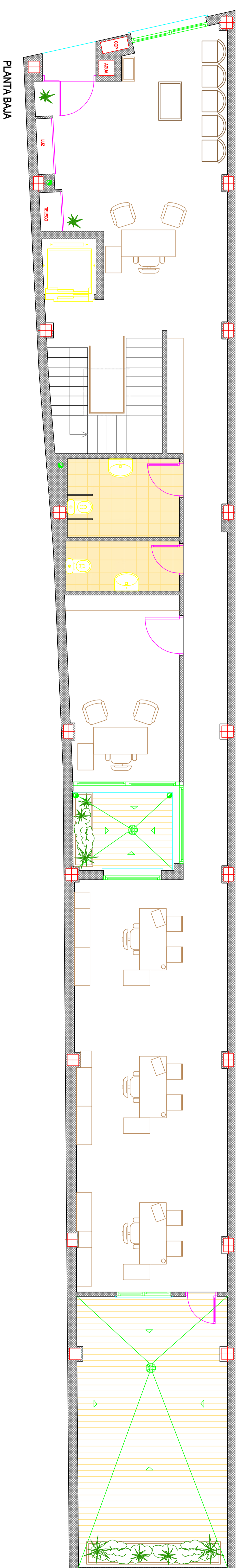
PROYECTO
TRABAJO FIN DE GRADO

PLANO n°
3
ESCALA
1/50

PLANO
AMPARO MAZAGATOS CAMARASA
PLANO
SECCIÓN LONGITUDINAL_USO VIVIENDA

ANEXO III

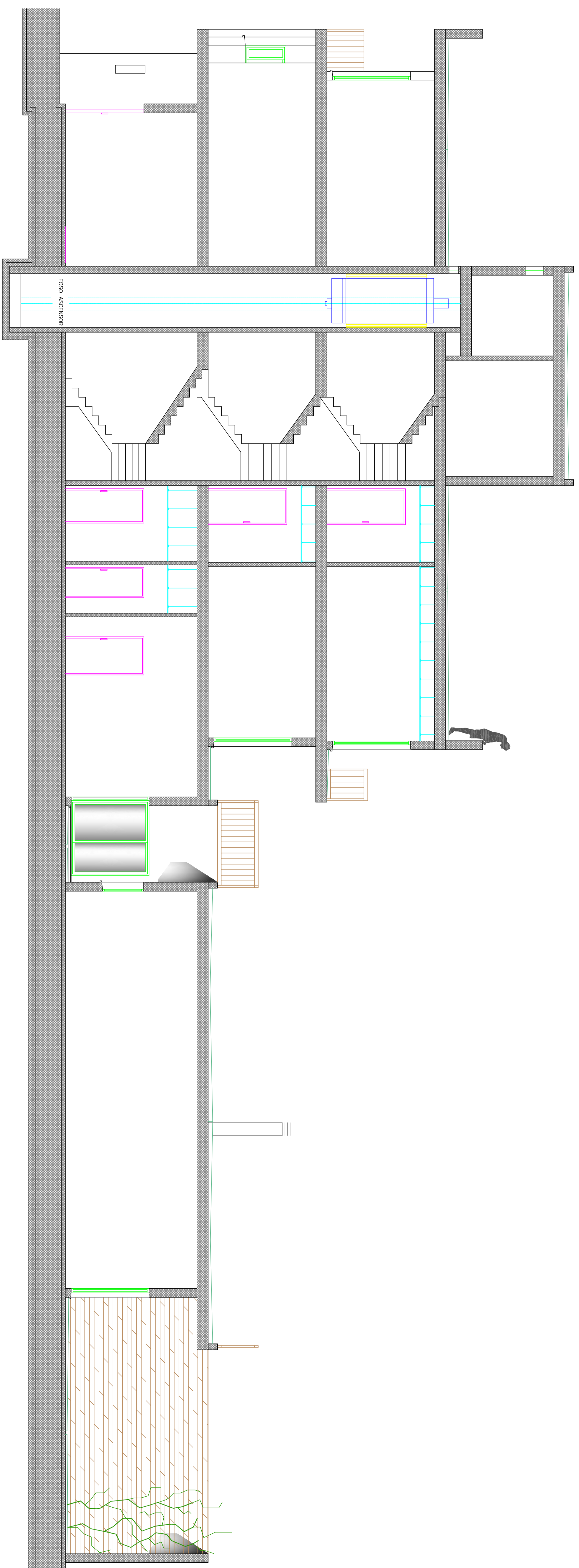
Planos uso terciario



PROYECTO
TRABAJO FIN DE GRADO

PLANO n°
2
ESCALA
1/50

PLANO
AMPARO MAZAGATOS CAMARASA
PLANO
PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN_USO TERCIARIO



PROYECTO
TRABAJO FIN DE GRADO

PLANO n°
3
ESCALA
1/50

PLANO
AMPARO MAZAGATOS CAMARASA
PLANO
SECCIÓN LONGITUDINAL_USO TERCIARIO

ANEXO IV

Presupuestos

AISLAMIENTO FACHADA

m². Aislamiento por el exterior en fachada de fábrica para revestir formado por panel rígido de poliestireno expandido elasticado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, colocado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas, para recibir la capa de regularización y la de acabado (no incluidas en este precio), en sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS); con andamiaje homologado.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt16peb010e	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido elasticado, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 50 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,6 m ² K/W, conductividad térmica 0,031 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-BS170-CS(10)90-TR150.	1,050	13,23	13,89
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación de placas aislantes.	6,000	0,08	0,48
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes en paramentos verticales.	4,000	0,19	0,76
mt50spa200b600	Ud	Repercusión de montaje, utilización y desmontaje de andamiaje homologado y medios de protección, por m ² de superficie ejecutada de revestimiento de fachada.	1,000	10,00	10,00
mo053	h	Oficial 1 ^a montador de aislamientos.	0,101	17,82	1,80
mo099	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,101	16,13	1,63
	%	Medios auxiliares	2,000	28,56	0,57
	%	Costes indirectos	3,000	29,13	0,87
Coste de mantenimiento decenal: 0,48€ en los primeros 10 años.				Total:	30,00

INSTALACIONES_CALDERA CONVENCIONAL ACS

ud. Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38cgj009a	Ud	Calentador instantáneo a gas N, para el servicio de A.C.S., mural vertical, para uso interior, cámara de combustión abierta y tiro natural, encendido por tren de chispas a pilas, con llama piloto, 6 l/min, 9,4 kW, dimensiones 610x270x190 mm, con dispositivo de control de evacuación de los productos de la combustión y control de llama por sonda de ionización.	1,000	254,14	254,14
mt37sve010c	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4".	1,000	5,95	5,95
mt38tew010a	Ud	Latiguillo flexible de 20 cm y 1/2" de diámetro.	2,000	2,85	5,70
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,000	1,45	1,45
mo003	h	Oficial 1 ^a calefactor.	2,118	17,82	37,74
mo101	h	Ayudante calefactor.	2,118	16,10	34,10
	%	Medios auxiliares	2,000	339,08	6,78
	%	Costes indirectos	3,000	345,86	10,38
Coste de mantenimiento decenal: 338,43€ en los primeros 10 años.				Total:	356,24

INSTALACIONES_CAPTADORES SOLARES

ud. Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, compuesto por: dos paneles de 2320x1930x90 mm en conjunto, superficie útil total 4,04 m ² , rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, depósito de 300 l, grupo de bombeo individual, centralita solar térmica programable.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38csg010bj	Ud	Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, formado por: dos paneles de 2320x1930x90 mm en conjunto, superficie útil total 4,04 m ² , rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de vidrio de 4 mm de espesor; depósito de 300 l, con un serpentín; grupo de bombeo individual con vaso de expansión de 18 l y vaso pre-expansión; centralita solar térmica programable; kit de montaje para dos paneles sobre cubierta plana; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire.	1,000	2822,04	2822,04
mt38csg100	l	Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C.	2,720	4,00	10,88
mo008	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	4,500	17,82	80,19
mo106	h	Ayudante instalador de captadores solares.	4,500	16,10	72,45
	%	Medios auxiliares	2,000	2985,56	59,71
	%	Costes indirectos	3,000	3045,27	91,36
Coste de mantenimiento decenal: 2.383,84€ en los primeros 10 años.				Total:	3136,63

INSTALACIONES_CAPTADORES SOLARES

Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, compuesto por: un panel de 1160x1930x90 mm, superficie útil total 2,02 m ² , rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2, depósito de 200 l, grupo de bombeo individual, centralita solar térmica programable.					
Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt38csg010aa	Ud	Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, formado por: un panel de 1160x1930x90 mm, superficie útil total 2,02 m ² , rendimiento óptico 0,819 y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de vidrio de 4 mm de espesor; depósito de 200 l, con un serpentín; grupo de bombeo individual con vaso de expansión de 18 l y vaso pre-expansión; centralita solar térmica programable; kit de montaje para un panel sobre cubierta plana; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire.	1,000	2492,88	2492,88
mt38csg100	l	Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C.	1,360	4,00	5,44
mo008	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	3,272	17,82	58,31
mo106	h	Ayudante instalador de captadores solares.	3,272	16,10	52,68
	%	Medios auxiliares	2,000	2609,31	52,19
	%	Costes indirectos	3,000	2661,50	79,85
Coste de mantenimiento decenal: 2.083,43€ en los primeros 10 años.				Total:	2741,35