



Universidad Politécnica
de Cartagena

Rehabilitación energética de un edificio de viviendas


Estudio energético y
económico de las
medidas pasivas
en la rehabilitación
energética de un
edificio situado en
Cartagena

Alumno

**José Manuel
Rivera Martínez**

Director de proyecto

Julián Pérez Navarro



Quiero agradecer este trabajo a las personas que siempre han sido cómplices de mi entusiasmo por acabarlo y me han dado ánimos y fuerza. Gracias a los amigos de la universidad y su entorno sobretodo en el último estirón, a la familia por ser tan incondicional, a Julián, mi director de proyecto, por estar ahí pasara el tiempo que pasara. Y sobre todo, gracias a Nuria, porque desde la luz o la sombra, siempre ha incentivado mi ilusión por terminar mi proyecto y mi carrera.

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. PLANTEAMIENTO INICIAL	6
2.1 Objetivo.....	7
2.2 Antecedentes medioambientales.....	8
2.3 Consumos de energía en la edificación	11
2.4 Eficiencia energética	14
3. MARCO TEÓRICO	17
3.1 La Envolvente	18
3.1.1 La fachada	20
3.1.2 La Cubierta.....	29
3.1.3 Huecos	35
3.1.4 Materiales Aislantes.....	44
3.2 Energías renovables.....	49
3.2.1 El código técnico de la edificación	49
3.2.2 Energías renovables aplicadas a la construcción	50
3.3 Iluminación	87
3.3.1 Directivas, códigos, leyes y reglamentos sobre la eficiencia energética	87
3.3.2 Ahorrar energía en instalaciones de iluminación	95
3.4 Elevadores.....	105
3.4.1 Tipos básicos de ascensores	105
3.4.2 Ahorro de energía y lubricante.....	106
4. CASO PRÁCTICO	110
4.1 Análisis del estado actual	111
4.1.1 Marco normativo	111
4.1.2 Entorno geográfico y climatológico.....	112
4.1.3 Datos básicos de la edificación	112
4.1.4 Análisis del estado actual.....	114
4.2 Propuesta de intervención	124
4.2.1 Opción de intervención CTE.....	125
4.2.2 Digitalización, modelado y análisis de resultados de la opción CTE ...	127

4.2.3 Opción de intervención ERE.....	129
4.2.4 Digitalización, modelado y análisis de resultados de la opción ERE	132
4.3 Comparativa de las opciones	134
4.4 Estudio económico	137
4.4.1 Presupuesto económico de la opción sin rehabilitar	138
4.4.2 Presupuesto económico de la opción de rehabilitación CTE.....	139
4.4.3 Presupuesto económico de la opción de rehabilitación ERE.....	141
4.4.4 Estudio de amortización.....	143
4.5 Conclusiones	151
5. ANEXOS. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA, PRESUPUESTOS BIBLIOGRAFÍA, GLOSARIO E ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES	154
Bibliografía	155
Documentación fotográfica.....	156
Presupuestos	157
Glosario	179
Índice de tablas e ilustraciones.....	185
Justificación del cumplimiento del DB por la opción general. Opción CTE.	188
Justificación del cumplimiento del DB por la opción general. Opción ERE ..	198

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos fundamentales en un edificio residencial es el confort térmico; prueba de ello es que casi 70% del consumo energético en este sector, se corresponde con los sistemas de climatización y producción de agua caliente sanitaria. Por este motivo, se considera cada vez más relevante minimizar las pérdidas térmicas a través de la envolvente de las edificaciones y de sus instalaciones, garantizando un mínimo de confort a sus habitantes.

Cabe destacar también que la existencia de pérdidas térmicas supone el derroche de energía, pues se aumenta el consumo debido a la sobreutilización de los sistemas térmicos para compensar las mismas y de este modo satisfacer las necesidades de confort de los usuarios; es por ello que cuando se habla de rehabilitación se habla de sostenibilidad, pues adaptar esas viejas construcciones a las normativas que establecen nuevos criterios respetuosos con el Medio Ambiente no sólo es más económico que hacer nuevas construcciones (aun si estas están desde el principio concebidas bajo los mismos principios de sostenibilidad), sino que, además, puede alargar la vida útil de estas construcciones y evitar que tengan que ser demolidas en su totalidad cuando ésta haya acabado.

El objetivo de este trabajo es demostrar que a través de una metodología adecuada, y no necesariamente costosa, las edificaciones antiguas pueden ser energéticamente sostenibles. Para ello, se ha analizado una edificación existente, construida en el año 1990 utilizando herramientas informáticas, con la intención de lograr un ahorro económico y energético actuando sobre su envolvente.

Este tipo de análisis está en pleno desarrollo en la actualidad, cada vez son más las empresas y entes gubernamentales las que utilizan la simulación energética como herramienta de predicción en proyectos de arquitectura eficientes. Esto además supone, por un lado reducir las emisiones de CO₂, y por el otro la reactivación económica del sector de la construcción, llevándolo a contemplar como una oportunidad ante la crisis actual, la rehabilitación de edificios existentes.



s pasivas en la rehabilitac

2. PLANTEAMIENTO INICIAL

2.1 Objetivo

La mayor parte de los edificios construidos en las últimas cuatro décadas, no cumplen con los requerimientos mínimos a cumplir de sostenibilidad, como puede ser el ahorro energético, relacionado con la transmitancia térmica de los cerramientos y la carpintería, que teniendo como referencia el CTE, debería ser inferior a los máximos establecidos según la orientación de la fachada y la configuración de los elementos que la componen.

El estado térmico de un edificio es el resultado de los distintos flujos de calor que intervienen como resultado de las solicitaciones externas e internas.

La envolvente del edificio, así como el resto de elementos interiores que lo conforman, influyen sobre las diferencias de clima que se producen en el interior de la edificación con respecto al clima exterior.

La envolvente de un edificio, está constituida principalmente por cerramientos (cubiertas, suelos, muros de fachada, medianeras), que separan los recintos habitables del ambiente exterior y por huecos, que, representan una vía importante para la transmisión de calor entre el interior de la vivienda y el ambiente exterior.

Generalmente, el máximo confort y la conservación de la energía en el interior del edificio, depende de la resistencia térmica de los cerramientos.

Dado que la labor de los técnicos de la edificación no es solo construir sino analizar las repercusiones de las decisiones tomadas durante el ciclo de vida de una edificación, esta condición genera especial interés y preocupación, ya que el buen funcionamiento energético y las óptimas condiciones internas de confort son factores fundamentales en la lucha contra el cambio climático.

El presente proyecto se ha planteado para fomentar la rehabilitación de edificaciones con más de 20 años de antigüedad, para que sean energéticamente sostenibles, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos interiores y la relación coste-eficacia, partiendo del uso de recursos informáticos para prever el comportamiento energético del edificio. El desarrollo del siguiente estudio basado en:

1. Recopilación de antecedentes ambientales que dieron lugar a la formulación del planteamiento de sostenibilidad y eficiencia energética, analizando la influencia del ciclo de vida de la edificación en los consumos de energía, a través de consultas a documentos oficiales y datos estadísticos emitidos por:
 - IDAE (Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía)
 - AIDICO (Instituto tecnológico de la construcción)
 - MITYC (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio)
 - ARGEM (Agencia de Gestión de la Energía de la Región de Murcia)

2. Analizar el estado actual de una edificación existente ubicada en la Provincia de Murcia, mediante la aplicación de recursos informáticos, con el fin de mejorar las condiciones de confort, habitabilidad, sostenibilidad y por consiguiente mejorar la eficiencia energética del mismo.

- AUTOCAD. Confección de planos: plantas, alzados, secciones.
- CYPE. Digitalización.
- LIDER. Análisis del comportamiento térmico del edificio.

Se plantea como metodología de trabajo, el uso de herramientas informáticas de simulación energética para el análisis del comportamiento de la envolvente de las edificaciones que requieran ser rehabilitadas. Como ya se ha mencionado, se realizará el análisis de la edificación existente con una herramienta homologada Energy Plus a través de la exportación desde CYPE, contrastando los valores de demandas y consumos obtenidos tras el análisis del estado actual y de las intervenciones propuestas.

Se pretende usar la simulación energética como herramienta de predicción del comportamiento de los edificios para su posterior rehabilitación, y de este modo impulsar la rehabilitación energética de las edificaciones, a través de la mejora en los parámetros para así optimizar en lo posible el comportamiento térmico de las mismas.

2.2 Antecedentes medioambientales

Es de todos sabido, que la construcción forma parte fundamental de la economía de cualquier ciudad o país; por el empleo que genera, los recursos naturales utilizados, las infraestructuras generadas y la energía consumida durante todo el ciclo de vida de las edificaciones. Una de las principales consecuencias de la cadena generada a partir de ésta práctica es el *impacto medioambiental*.

El impacto medioambiental es un tema que ha generado preocupación desde hace décadas. En 1948, en el marco de una conferencia internacional celebrada en Francia, se funda la “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources” UICN, pero no es hasta finales de los años 60 que la sociedad mundial comienza a preocuparse por la biodiversidad y el deterioro medioambiental.

En 1972 es publicado un informe llamado “Los Límites del Crecimiento”, redactado por un grupo de investigadores que presentan los resultados de las simulaciones por ordenador de la evolución de la población humana sobre la base de la explotación de los recursos naturales, con proyecciones hasta el año 2100. Las perspectivas resultaron muy negativas.

Es entonces cuando comienzan a gestionarse las primeras reuniones mundiales sobre medioambiente, algunas de ellas con mayores resultados que otras:

- 1972**- Conferencia sobre el Medio Humano de Estocolmo. Primera “Cumbre de la Tierra”.
- 1980**- La UICN publica el informe “Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales”
- 1983**- La ONU establece la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo.
- 1987**- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. “Informe Brundtland”, formaliza por primera vez el concepto de *desarrollo sostenible*.
- 1992**- Segunda Cumbre de la Tierra. Río de Janeiro, *Agenda 21* y 21 local, se modifica la definición original de desarrollo sostenible del informe de Brundtland, integrando la perspectiva del progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente.
- 1994**- Se celebra la Primera Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles. Dinamarca. “El Plan de Aalborg”, supone el compromiso de los municipios firmantes a adecuar sus políticas a las directrices del desarrollo sostenible.
- 1996**- Segunda Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles. “El Plan de actuación de Lisboa”, de la carta de Aalborg a la acción.
- 1997**- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. “*Protocolo de Kioto*”
- 2000**- Tercera conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles.” La Declaración de Hannover de los líderes Municipales en el umbral del siglo XXI”
- 2002**- Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica), se reafirmó el desarrollo sostenible como el elemento central de la Agenda Internacional y se dio un nuevo ímpetu a la acción global para la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente.
- 2004**- Conferencia Aalborg +10, se convoca a los gobiernos regionales europeos para que se unan a la firma de los compromisos de Aalborg, de España firman el compromiso Ayuntamientos de Albacete, Alicante, Barcelona, Castellón, Córdoba, Huesca, Sevilla y Valencia.
- 2007**- Cumbre sobre el cambio climático de Bali, se redefine el Protocolo de Kioto para adecuarlo a las nuevas necesidades respecto al cambio climático.
- 2009**- 15º Cumbre sobre el cambio climático de Copenhague, la intención era reunir 189 países para llegar a un acuerdo vinculante sobre el cambio climático que permita relevar el protocolo de Kyoto que expira en 2012. El objetivo era conseguir un acuerdo refrendado por la mayoría de países que tenga por objetivo una reducción sustancial de los gases de efecto invernadero, sin embargo no se llegó a ningún acuerdo.



El protocolo de Kioto vino a dar fuerza vinculante para limitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, a este respecto, la Unión Europea, se comprometió a reducir sus emisiones totales medias durante el periodo 2008 - 2012 en un 8% respecto de las de 1990. No obstante, a cada país se le otorgó un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales según el principio de «reparto de la carga», de manera que dicho reparto se acordó de la siguiente manera: Alemania (-21%), Austria (-13%), Bélgica (-7,5%), Dinamarca (-21%), Italia (-6,5%), Luxemburgo (-28%), Países Bajos (-6%), Reino Unido (-12,5%), Finlandia (-2,6%), Francia (-1,9%), España (+15%), Grecia (+25%), Irlanda (+13%), Portugal (+27%) y Suecia (+4%).

En lo referente a España, las iniciativas para reducir las emisiones no han sido suficientes. Según el Inventario de Emisiones de la Atmosfera⁷, editado en 2009 por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, las emisiones de gases de efecto invernadero siguen en aumento, para el año 2006 ya habían superado el 48% de las emisiones del año de referencia (1990).

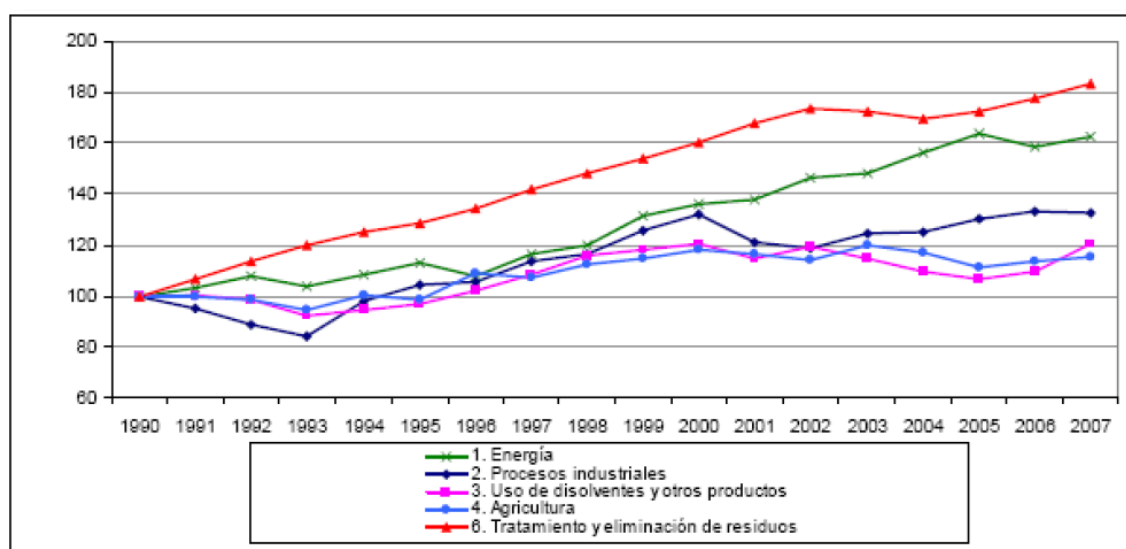


Ilustración 1. Evolución de las emisiones por grupo de actividad
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

Se establecen por tanto los Planes Nacionales de Asignación de derechos de emisión de GEI (Gases Efecto Invernadero), en los cuales se definen los objetivos de las emisiones de los distintos sectores de la economía incluidos en la Directiva 2003/87 llamados “sectores incluidos”, resultando que las emisiones de dichas empresas solo suponen el 45%. El resto son generadas por sectores no incluidos en la Directiva, llamados “sectores difusos” (transporte, edificación, equipamiento doméstico, la agricultura).

2.3 Consumos de energía en la edificación

Los procesos industriales, el uso de energía, los residuos; forman parte del ciclo de vida de la edificación: obtención de materia prima, construcción, vida útil, derribo y reciclaje de residuos.

De todas las fases del ciclo de vida de una edificación (Fig. 2.1 Fases del ciclo de vida de una edificación), claramente el uso tiene la mayor importancia, dada la duración de su vida útil y la magnitud de los consumos y emisiones que se producen durante ella. Se trata de flujos energéticos que dependen de diversas variables que pueden clasificarse como internas (gestión de recursos energéticos, tipos de envolventes y tipologías constructivas) y externas (variaciones en el clima) y que suponen una cantidad equivalente al doble de las emisiones debidas al consumo de energía relacionada con la fabricación de materiales para la creación de más superficie construida.

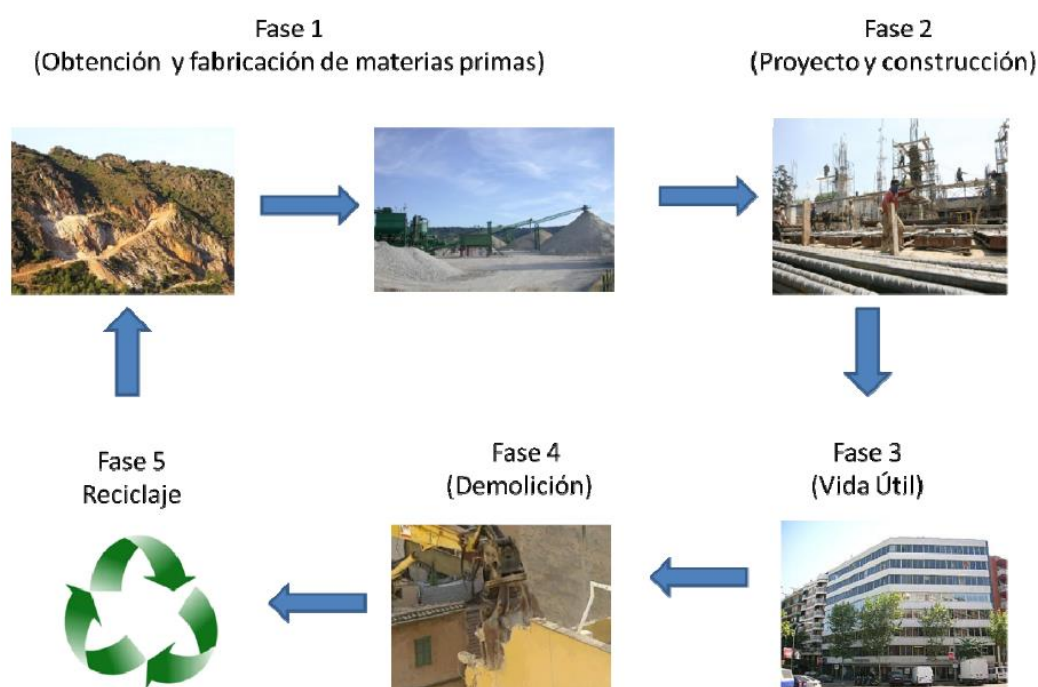


Ilustración 2. Fases del ciclo de vida de una edificación

Teniendo en cuenta que los factores ambientales no habían sido incluidos dentro de las pautas marcadas dentro de los procesos constructivos hasta el año 2000 con la entrada en vigor de la Ley 38/1999 de Ordenación de la edificación (LOE), 10 entre los que se encontraron diversos aspectos funcionales relativos a la habitabilidad, protección del medio ambiente y ahorro de energía, es inevitable realizar el planteamiento de que la reducción de las emisiones del sector edificación ha de ser aplicada al parque existente.

Los criterios de sostenibilidad ambiental relativos a la eficiencia energética y energías renovables comienzan a formar parte del proceso de la construcción con la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, siendo de carácter obligatorio para la nueva construcción y las obras mayores de rehabilitación, sin embargo la intervención sobre las edificaciones existentes es fundamental para reducir las emisiones debidas al uso de energía de los edificios.

Según datos estadísticos del MITYC, sobre los consumos de energía, el sector residencial abarca el 26% del total del consumo en España, teniendo en cuenta que el sector de la construcción sólo se corresponde con el 1% del consumo, estos datos comprueban el hecho que la fase útil de la edificación es sin duda la de mayor incidencia en los cálculos de energía.

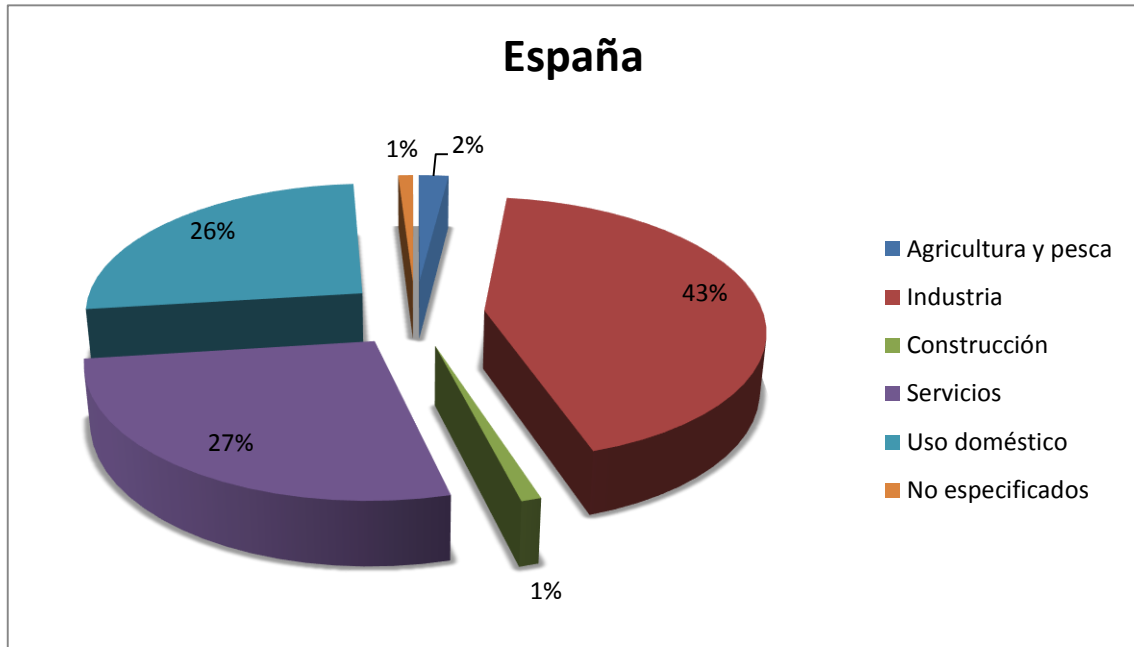


Ilustración 3. Distribución de energía eléctrica (ktep) por sectores de uso. Media 1990–2007
Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Estadística de la industria de energía eléctrica

El flujo de energía durante la vida útil de un edificio, está relacionado con los usos energéticos que posean (electrodomésticos, agua caliente, calefacción) y éstos a su vez, con la habitabilidad de los espacios: climatización, iluminación, entre otros.

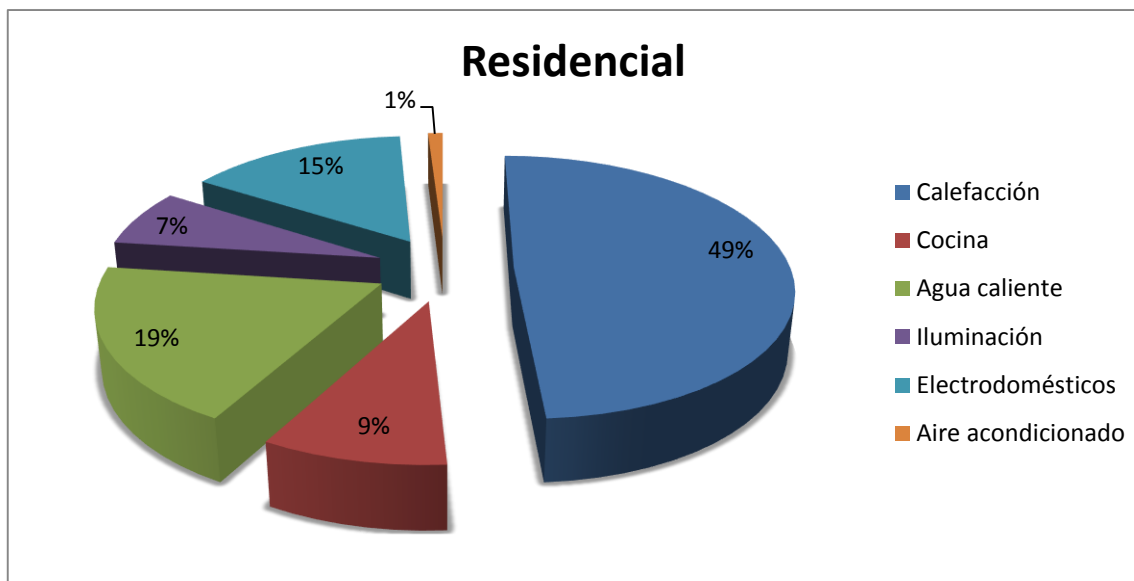


Ilustración 4. Utilización de la energía en el sector residencial
Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Con relación a la habitabilidad de los espacios, influye en gran medida como ha sido el desarrollo de las primeras etapas del ciclo de vida de la edificación, ya que los materiales, la disposición de los mismos al generar elementos separadores de espacios y como se relacionan con su entorno, son capaces de limitar el consumo energético durante la vida útil de la edificación.

“Cuando la arquitectura y el arquitecto como proyectista renuncian a aprovechar las posibilidades de interacción entre el edificio y su entorno, el control del balance energético desde la arquitectura desaparece y en consecuencia, las condiciones de habitabilidad están tan solo sujetas a procesos externos, generalmente asociados a máquinas y sistemas, que consumen cantidades significativamente mayores de energía”.

Se puede llegar a ser eficaz generando las condiciones de confort requeridas, la aplicación de la normativa vigente es uno de los indicadores de que con cada nueva edificación se deben generar cada vez edificios más eficientes energéticamente, no obstante, se debe tener en cuenta los renglones de antigüedad del parque de viviendas existente, ya que es en éste sentido donde deberían enfocarse los esfuerzos para reducir los consumos energéticos.

Cabe destacar que en el año 2001 más del 64% de viviendas de Cartagena eran mayores de 20 años. Si observamos de nuevo la gráfica anterior en cuanto al uso de energía en el sector doméstico, salta a la vista que los consumos en climatización son en parte indicador de que la tipología constructiva predominante en la zona no es energéticamente sostenible.

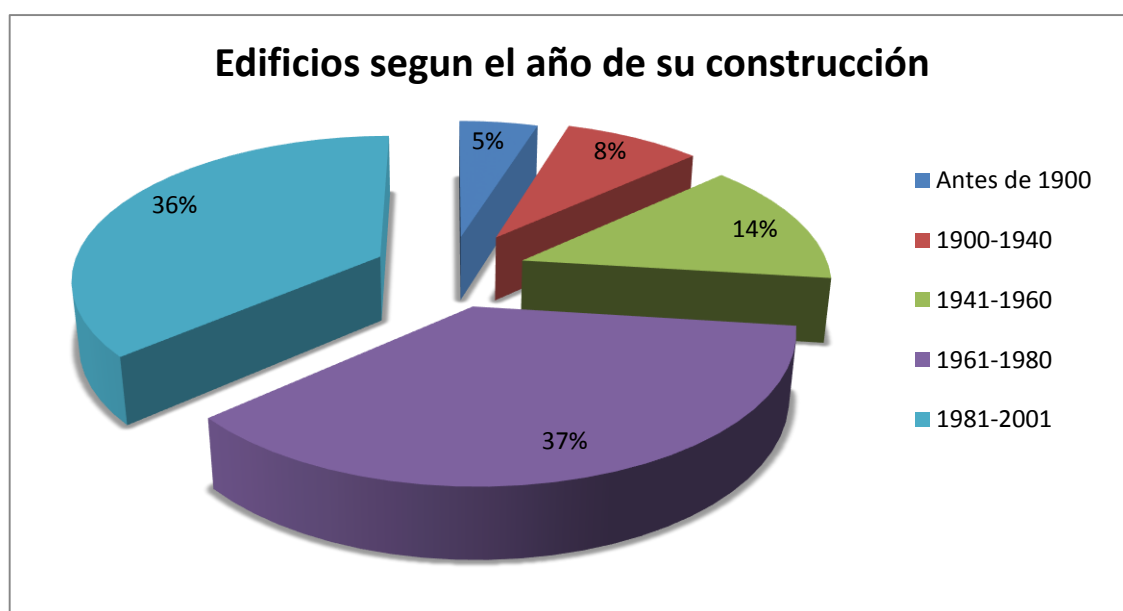


Ilustración 5. Relación de edificios según el año de su construcción en Cartagena
Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Entre los años 1950 y 1980, la construcción de edificios experimentó un gran crecimiento, es por eso que el parque actual de viviendas consta en una proporción muy significativa de viviendas construidas durante aquel periodo.

Estas edificaciones fueron concebidas y diseñadas, en algunos de sus aspectos, sin una normativa que estableciera niveles mínimos de calidad o que al menos, pudiera orientar a los técnicos en aspectos relacionados con aislamiento térmico o acústico. La ausencia de inspección y de mantenimiento durante la vida útil de aquellos edificios, cuya calidad constructiva inicial era escasa, empeora su estado de conservación y como consecuencia el envejecimiento prematuro de las viviendas.

La tendencia hasta ahora, había sido el aumento del volumen de obras ejecutadas de nueva edificación, en una proporción casi al doble que el de la rehabilitación. Desde el punto de vista de la viabilidad económica y la sostenibilidad, la rehabilitación es la estrategia más adecuada.

Hablar de rehabilitación es hablar de sostenibilidad, ya que los recursos necesarios para construir un edificio, aun habiendo sido concebido con criterios respetuosos con el Medio Ambiente, siempre serán superiores a los necesarios para rehabilitarlos.

Los requerimientos técnicos que deberían introducirse en las actuaciones de rehabilitación deben ir dirigidos a conseguir los niveles de confort climático y ambiental, utilizando los menores recursos energéticos externos posibles e incorporando criterios de sostenibilidad en los materiales a emplear y en la gestión de las obras.

2.4 Eficiencia energética

Como ya se ha comentado anteriormente, la edificación residencial absorbe más del 40% del consumo total de energía, cifra que se agrava aún más si se tiene en cuenta que las necesidades energéticas de nuestra sociedad crecen de manera desproporcionada, y en consecuencia de las emisiones de dióxido de carbono.

La actual crisis económica, que afecta particularmente al sector de la construcción, representa una oportunidad para fomentar la rehabilitación de las edificaciones. Lograr un correcto equilibrio en el empleo de medidas pasivas y activas dentro de la edificación, permite reducir la demanda energética del edificio, al reducir ésta, se obtendrá, no solo un ahorro económico del que se beneficiara el usuario, sino además mejorar la calificación de eficiencia energética y por ende la reducción de las emisiones de CO₂; por ello las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones, y contribuir al desarrollo sostenible del planeta, mediante la certificación energética de los edificios, una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos.

Como es sabido, la Directiva Europea 2002/91/CE tiene como objetivo fomentar la Eficiencia Energética de los Edificios y obliga a todos los estados miembros, entre otras cosas, a que todo edificio vaya acompañado de un Certificado de Eficiencia Energética.

El RD 47/2007 traspone a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva Comunitaria 2002/91 sobre eficiencia energética de los edificios. Es decir, todos los edificios de nueva construcción en España deben incorporar medidas de ahorro energético y una certificación energética. Además, el Gobierno central está ultimando la normativa que obligará a los edificios existentes en España a disponer de una certificación energética. Esta certificación será similar a la que ya existe para los electrodomésticos, que disponen de los niveles A-G para certificar grados de eficiencia.

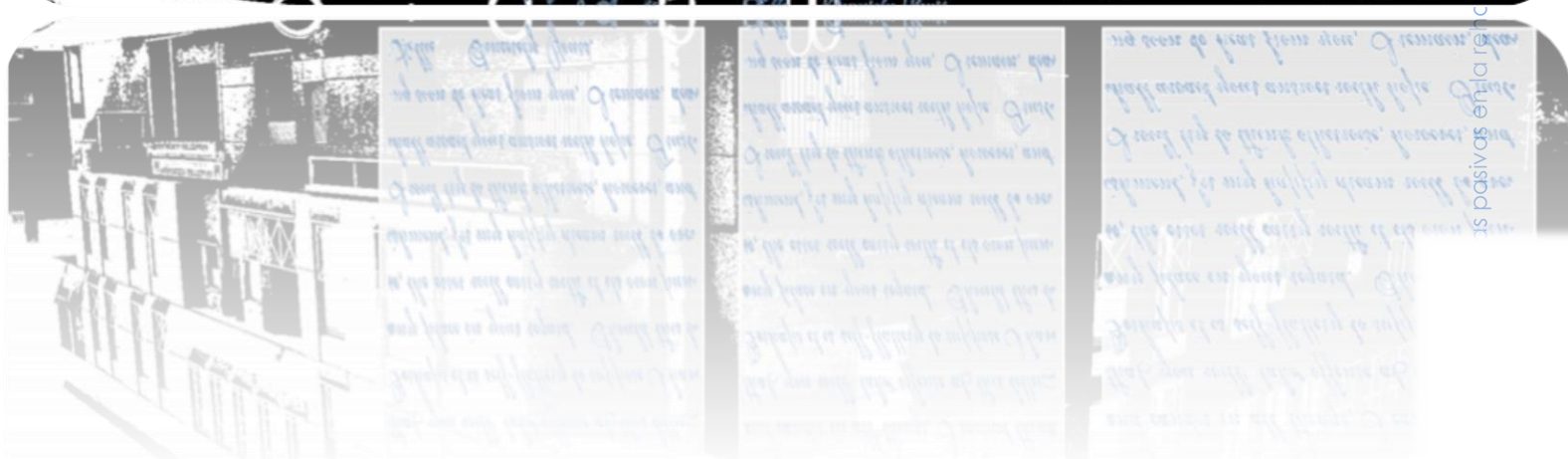
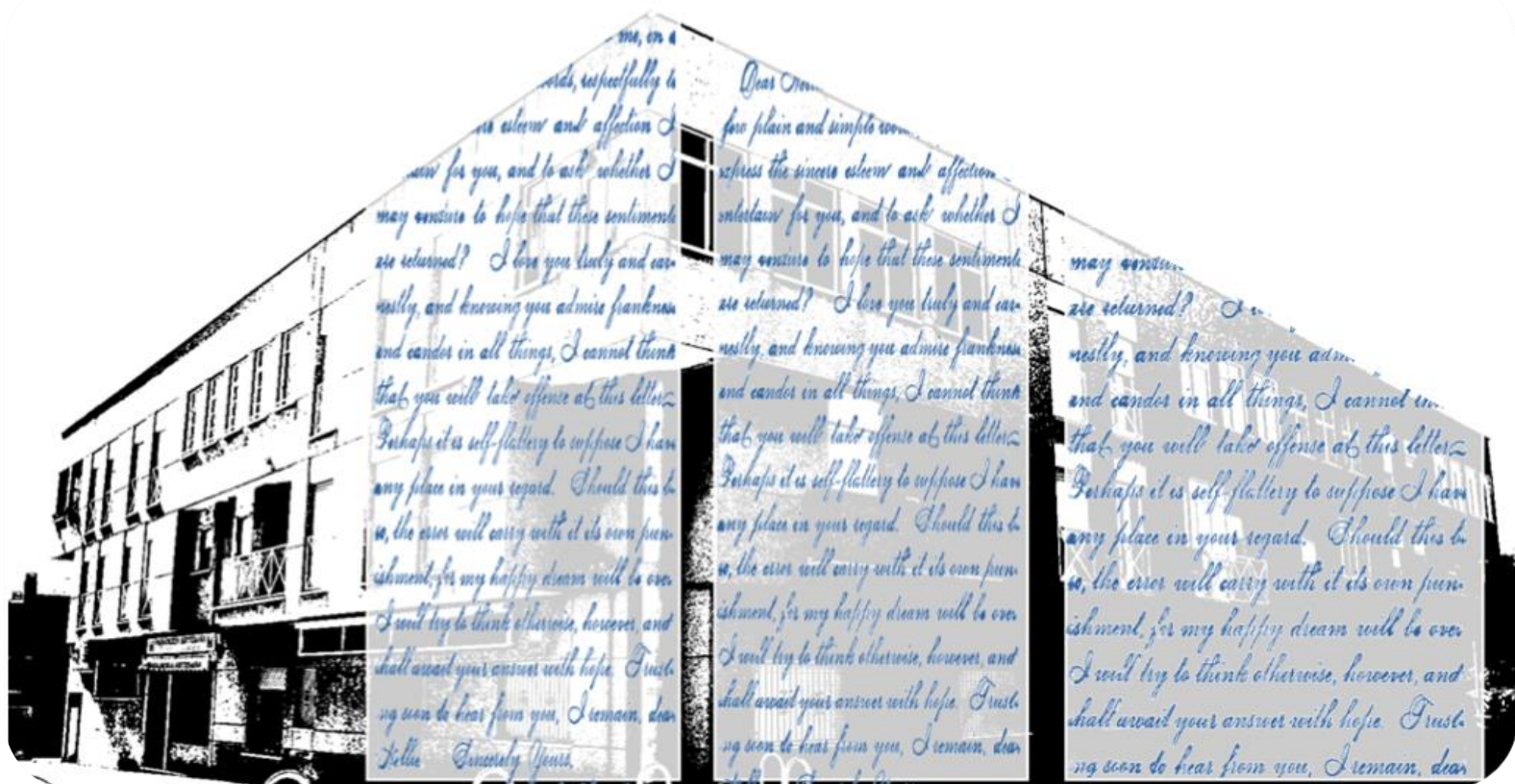
Por otro lado, uno de los principios del Anteproyecto de Ley de Economía Sostenible es la “Racionalización de la construcción residencial” donde las administraciones públicas deberán adoptar políticas para la rehabilitación de las viviendas y los núcleos urbanos y la protección del medio ambiente.

Hasta ahora, la normativa vigente estaba dirigida a los edificios de nueva construcción y a los edificios existentes que sufran modificaciones, reformas o rehabilitaciones. La Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, que deroga la Directiva 2002/91/CE, obliga a expedir un certificado de eficiencia energética para los edificios o unidades de estos, que se construyan, vendan o alquilen. El recién aprobado Real Decreto 235/2013 de 5 de abril deroga el Real Decreto 47/2007 y regula la certificación tanto de edificios nuevos como existentes.

Existen además sistemas de certificación medioambientales para la edificación:

1. LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible), es un sistema estándar internacional voluntario, basado en el consenso y en criterios de mercado para desarrollar edificios sostenibles de alta eficiencia, haciendo énfasis en estrategias punteras en Sostenibilidad para; el desarrollo de la parcela, eficiencia en agua, eficiencia energética, selección de materiales y calidad medioambiental.
2. GBC (Green Building Council), reconoce la reducción de impacto medioambiental del edificio que se evalúa comparado con un edificio de referencia, establece un total de 6 niveles de certificación, aplicables a edificios de uso residencial y oficinas. Los criterios de evaluación están agrupados por las siguientes áreas temáticas:
 - **Selección del sitio, proyecto de emplazamiento y planificación:** estrategias para el reciclaje de residuos en la comunidad o proyecto; uso de plantas autóctonas; contaminación lumínica.
 - **Energía y Atmósfera:** uso de energía no renovable en los materiales de construcción; uso de energía no renovable para el transporte en los materiales de construcción; consumo de energía no renovable durante el uso, demanda y eficiencia de los sistemas; demanda de energía eléctrica en la fase de uso; producción de energía renovable en la parcela.

- **Recursos Naturales:** consumo de agua potable; retención de aguas de lluvia para su reutilización; reutilización de aguas grises; impactos de los materiales de construcción; estrategias para el desmontaje, reutilización y reciclado; impactos generados en el proceso de construcción, residuos de construcción.
- **Calidad del espacio interior:** eliminación, previa a la ocupación del edificio, de los contaminantes emitidos por materiales nuevos de acabados interiores; concentración de CO2 en el aire interior; limitación a la velocidad de aire en las zonas con ventilación mecánica; eficiencia de la ventilación en las áreas con ventilación natural; confort Higrotérmico en los espacios con ventilación mecánica; confort térmico en los espacios con ventilación natural; iluminación natural en los espacios de ocupación primaria; deslumbramiento en las zonas de ocupación no residencial; nivel de iluminación y Calidad de la luz en los puestos de trabajo; protección frente al ruido a través de la envolvente y zonas de ocupación primaria; protección frente al ruido a través de las salas de máquinas a las zonas de ocupación primaria; protección frente al ruido entre áreas de ocupación primaria.
- **Calidad del Servicio:** eficiencia de los espacios; eficiencia volumétrica; provisión y funcionamiento de un sistema de control de las instalaciones; capacidad de funcionamiento parcial de las instalaciones y sistemas técnicos; capacidad de control local del sistema de iluminación, en las áreas de ocupación no residencial; capacidad de control local de los sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, en las áreas de ocupación no residencial; posibilidad de modificación de las instalaciones técnicas en el edificio; adaptabilidad de los espacios. Limitaciones impuestas por la estructura; adaptabilidad de los espacios, adaptabilidad a cambios futuros en el tipo de suministro energético; desarrollo e implementación de un plan de gestión de mantenimiento; monitorización y control del edificio durante el uso.
- **Impacto socio económico:** estrategias para mejorar el acceso para personas discapacitadas; derecho al sol; acceso a espacios abiertos privados desde las viviendas; protección a las vistas desde el exterior del interior de las viviendas; acceso visual desde las áreas de trabajo; coste de construcción; coste de mantenimiento; incentivo por la venta ó el alquiler.



3. MARCO TEÓRICO

3.1 La Envolverte

La envolvente térmica de un edificio, está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire, terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los parámetros de ahorro de energía de un edificio se centran fundamentalmente en el análisis de las particiones, tanto verticales como horizontales, de los espacios habitables (aquellos que están calefactados) con el exterior y con los espacios no habitables (aquellos que no están calefactados).

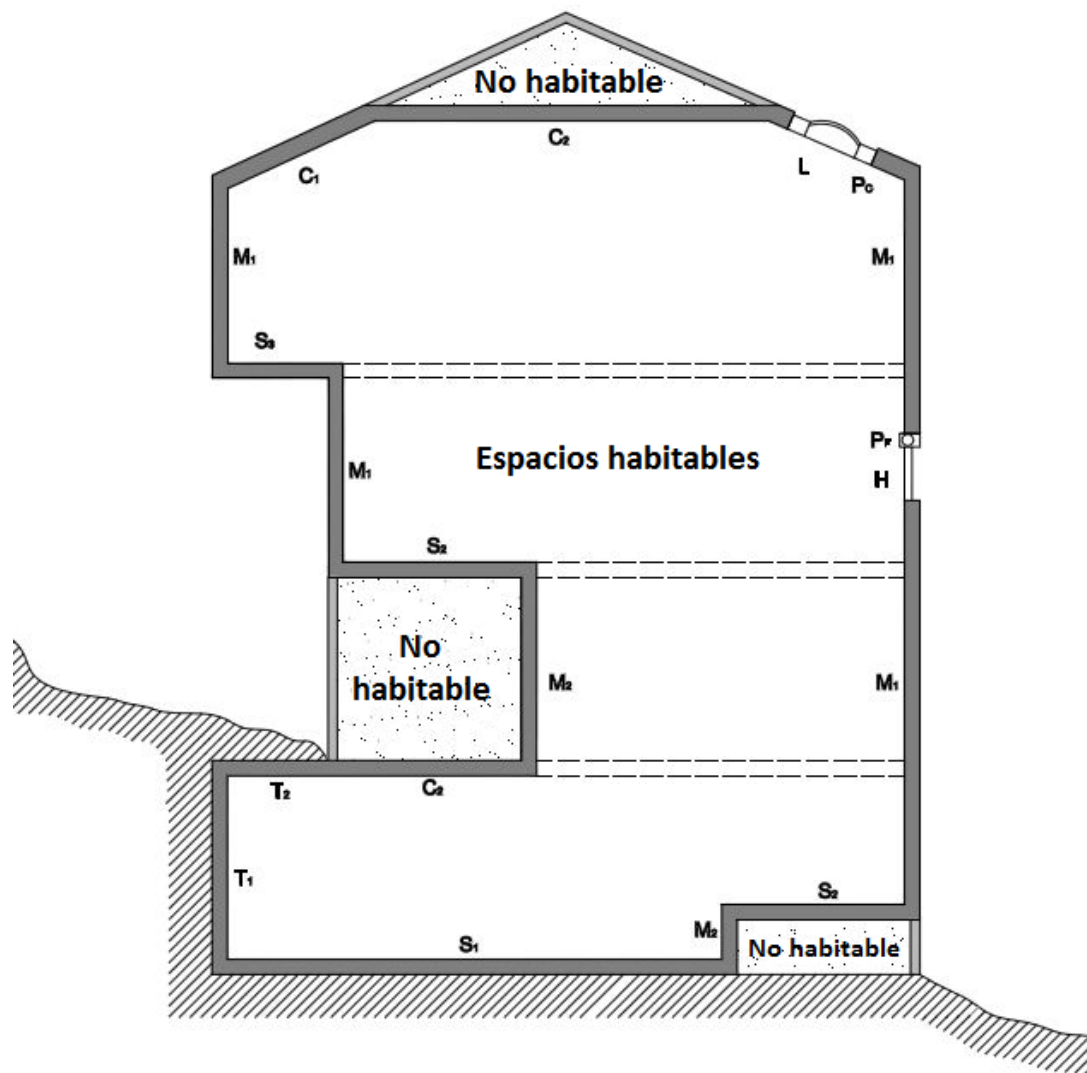


Ilustración 6. Esquema de la envolvente térmica de un edificio.
Fuente: CTE HE-1

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

Suelos: comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que están en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable.

Medianerías: comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que formen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad, el cerramiento se considerará a efectos térmicos una fachada.

Cerramientos en contacto con el terreno: comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.

Particiones interiores: comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Cubiertas: comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es inferior a 60° respecto a la horizontal.

Fachadas: comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación es superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones.

La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada medido en sentido horario.

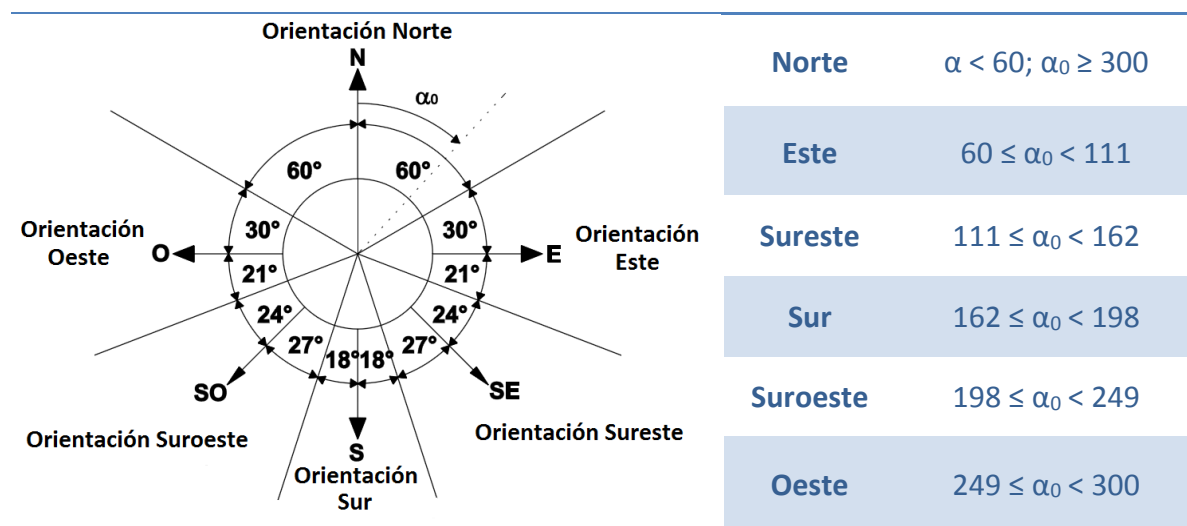


Ilustración 7. Orientaciones de las fachadas
Fuente: CTE HE-1

3.1.1 La fachada

La humedad, el calor, el ruido, son algunas de las agresiones a las que se somete una edificación y a su vez, son factores que determinan las condiciones de habitabilidad de la misma, por lo que las fachadas suponen algo más que un cerramiento para el edificio, ya que son tanto una barrera que evita que las acciones que inciden en ella pasen al interior, como la materialización de la relación entre el edificio y su entorno.

En una misma fachada se distribuyen diferentes funciones en distintas partes según su situación vertical: zócalo, cuerpo central y coronación. En cada una de éstas partes se pueden diferenciar diferentes elementos que pueden resumirse en el siguiente cuadro:

PARTES	ELEMENTO	COMPLEMENTO
ZOCALO	PAÑO CIEGO HUECO DE PASO	CARPINTERIA, SEGURIDAD
CUERPO CENTRAL	PAÑO CIEGO HUECO DE VENTANA BALCON O TERRAZA MIRADOR	MOLDURAS VERTICALES Y HORIZONTALES CARPINTERIA,CELOSIA, REJAS,ETC BARANDILLA, CELOSIA CELOSIA
CORONACION	ALERO CORNISA	

Tabla 1. Componentes de una fachada

A lo largo de la historia la fachada ha experimentado multitud de transformaciones no solo por los distintos estilos arquitectónicos, sino también por la evolución de las técnicas constructivas.

Las normativas de aplicación en lo referente a la resistencia a la intemperie, son cada vez más exigentes. En el Código Técnico de la edificación, se establece que los cerramientos deben construirse de modo que la demanda energética necesaria para alcanzar el confort debe limitarse en función de: la localidad, el uso, el régimen de verano e invierno, por lo que ha de tenerse en cuenta el aislamiento, la permeabilidad al aire, la exposición a la radiación solar.

Tipología de fachadas

Las fachadas pueden clasificarse según su función, en varios aspectos.

- La proyectual y la técnica
- La protectora y de relación

Entendiendo la función proyectual, como la expresividad del edificio, volumen, color, textura, espacios. Recoge el aspecto compositivo, relación de huecos y macizos que determinan el aspecto exterior de la edificación.

La función técnica es la que nos asegura las condiciones de habitabilidad y confort. La habitabilidad persigue la obtención de espacios con un determinado nivel mínimo de confort en función de su uso además de la seguridad de sus ocupantes. El confort, debe estar definido por unas condiciones ambientales de humedad, temperatura, luminosidad y ruido.

La fachada cumple su función como protectora cuando cumple con objeto proteger el espacio interior de las agresiones externas: viento, lluvia, calor-frío, ruido, contaminación, agresiones físicas.

Finalmente la función de relación se establece en términos de intercambio de energía y sustancias: aire exterior, energía térmica, radiación solar.

Basado en las condiciones de funcionalidad, la fachada debe cumplir además las siguientes condiciones:

- **Resistencia y estabilidad:** Sea portante o no, la fachada debe cumplir con la resistencia y estabilidad mecánica ante las cargas verticales, gravitatorias y horizontales.
- **Aislamiento térmico y acústico:** Debe asegurar el confort y el ahorro energético.
- **Estanqueidad al agua y al aire:** Debe actuar como barrera, impidiendo que la acción del agua y del aire incidan en el interior del edificio.

En base a conseguir estas condiciones, las fachadas han ido adoptando diversas tipologías, evolucionando de cerramientos de una sola hoja hasta multicapa (actualidad).

Tomando como punto de partida la función estructural, la fachada puede clasificarse como cerramiento portante o no portante, la diferencia fundamental entre ambos, radica, como su nombre lo indica, en que el primero forma parte del sistema estructural y el segundo es un elemento independiente, y pueden identificarse por el espesor del muro.

La fachada como parte del sistema estructural

Tradicionalmente la fachada cumplía las funciones de estructura y cerramiento del edificio al mismo tiempo, limitando la disposición de aberturas para iluminar y ventilar los espacios.

Estos cerramientos portantes, de gran espesor, están constituidos generalmente por piedra de mampostería o sillería, arcilla (muro de tapia), cerámica, o, una mezcla de todos.

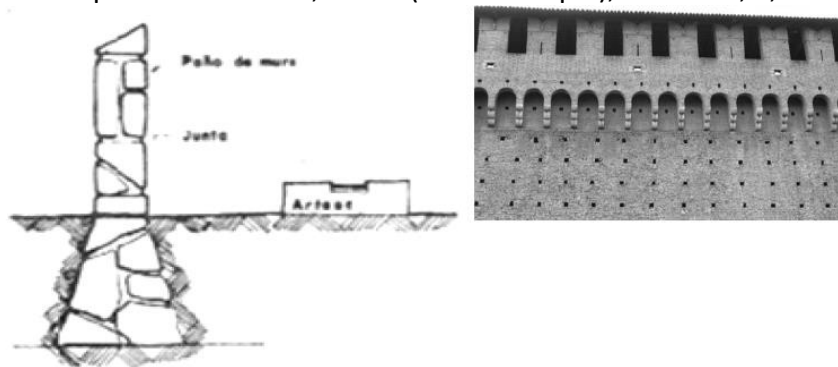


Ilustración 8. La fachada como parte del sistema estructural.

A mediados del siglo XIX, con la aplicación de la obra de fábrica, disminuyen los grosores, hasta la configuración de un sistema basado en “una interdependencia de paredes para dar estabilidad al conjunto”.²⁴ La llegada del acero a finales del siglo XIX, y del hormigón armado a principios del XX, ofrecen resistencia a la edificación y la estructura se independiza del resto del edificio, por lo que la fachada se libera de su función estructural.

Esta tipología constructiva se utilizó hasta la década de los 50, contemplando variaciones en su configuración y la relación entre el muro, los forjados y el resto de cerramientos interiores, repercutiendo en el comportamiento del cerramiento ante el paso de humedades, variaciones de temperatura, ruido exterior, entre otros, dando paso a una nueva tipología de fachada.

La fachada como elemento independiente de la estructura.

La difusión de las estructuras porticadas de hormigón y acero a principios de siglo reduce la fachada a un papel de cerramiento. Pero quien se convierte en defensor teórico de este planteamiento es el Movimiento Moderno que propugna entre sus principios fundamentales la composición libre de una fachada no portante.

Al despojarse de su condición estructural, grosor de un muro de fachada deja obedecer a necesidades de estabilidad o resistencia y comienza a responder a la necesidad de masa para el aislamiento acústico y de espacio para alojar el aislante y su cámara de aire, por lo que tiene como condición estar anclado a elementos estructurales de tal manera de asegurar la estabilidad del cerramiento a empujes horizontales y la transmisión de los esfuerzos verticales a los mismos.

Para hacer frente a estos problemas de la fachada convencional, se ha ido evolucionando hacia la progresiva separación de las dos hojas.

El nuevo esquema constructivo, consiste en realizar primero la estructura y posteriormente los cerramientos, a partir de pequeñas piezas encajadas entre pilares y forjados, apoyando la fachada en la estructura.

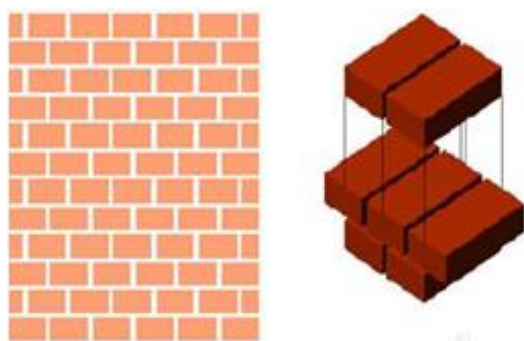


Ilustración 9. Muro de cerramiento a 1 pie

En los años 40 y 50 se utilizó, el muro de 1 pie como hoja exterior, lo que ofrecía más estabilidad y mejores condiciones físicas, tanto de aislamiento térmico y acústico, como de resistencia a la filtración del agua de lluvia, trasdosándose con tabique de hueco sencillo y, en ocasiones, manta de fibra de vidrio en la cámara que queda entre ambos. Ello, por otra parte, permitía un mejor apoyo de la hoja exterior en la estructura horizontal de borde.

Cuando se colocaba la hoja exterior de $\frac{1}{2}$ pie, el trasdosado interior solía ser de mayor espesor, o la cámara de aire más amplia.

En los años 70 se empieza a aligerar definitivamente las fachadas, ejecutando la hoja exterior de $\frac{1}{2}$ pie de un modo casi exclusivo, tal como nos ha llegado al día de hoy.

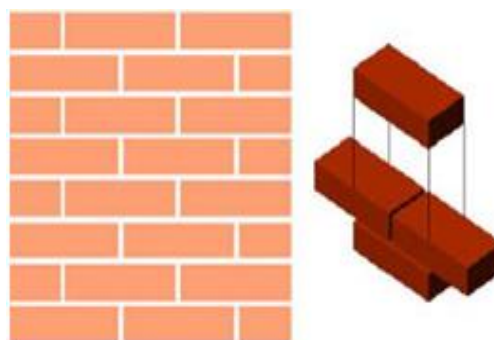


Ilustración 10. Muro de cerramiento a $\frac{1}{2}$ pie

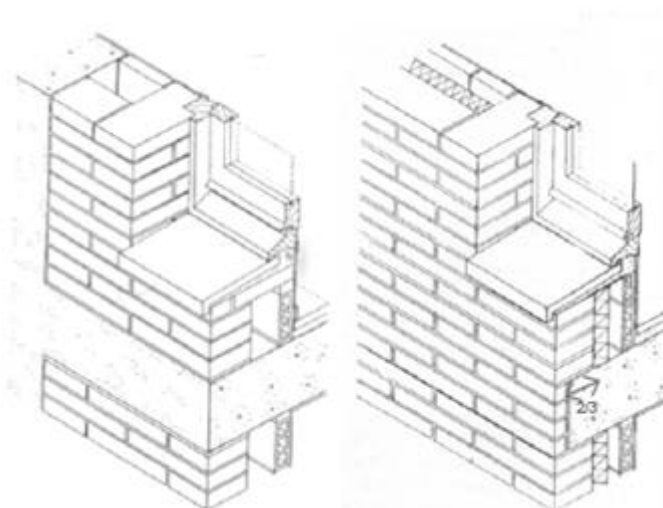


Ilustración 11. La fachada como elemento independiente de la estructura.

Las tipologías en función de cómo se apoya el cerramiento a la estructura varían, en la imagen anterior se muestran dos de ellas. El primer cerramiento se encuentra apoyado totalmente sobre la estructura, mientras que el segundo se apoya parcialmente. En este

último caso, el apoyo horizontal de la hoja exterior del cerramiento ha de ser igual a las dos terceras partes de su espesor, para garantizar la estabilidad ante empujes horizontales y la adecuada transmisión de las cargas verticales de su propio peso al forjado.

Fachadas de fábrica.

La construcción de fábrica constituye la forma más tradicional de construir cerramientos, sean o no portantes.

De los gruesos muros de fábrica tradicionales, de piedra o ladrillo, se ha pasado a la subdivisión a principios de este siglo, en dos hojas, inicialmente para eludir el paso del agua, creando una cámara de aire intermedia continua, a la que posteriormente se le ha incorporado aislamiento, generando muros heterogéneos de dos o más componentes, para lograr una mayor eficiencia del conjunto, impidiendo el paso de humedades.

Las fachadas de fábrica, pueden estar constituidas por materiales naturales como tapia, adobe, sillerías y mamposterías; o materiales de fábrica industrializados: cerámicos de arcilla cocida y conglomerados de hormigón entre otros.

Intervención en fachadas

Desde el punto de vista de la rehabilitación energética de edificios, se distinguen tres tipologías de intervención básicas para mejorar el comportamiento térmico de las fachas:

- Intervención por el interior
- Intervención por el exterior
- Rellenado de cámaras

Los sistemas de aislamiento por el exterior normalmente incluyen una capa aislante sujeta a la pared existente y recubierta con un revoco armado conocido como ETICS o SATE. También puede llevar un acabado aplacado y discontinuo, que normalmente generara una fachada ventilada.

Los sistemas de aislamiento por el interior suelen incluir una placa aislante aplicada directamente a la pared a la que se añade una placa de yeso laminado igualmente adherida directamente (trasdosado directo) o bien una estructura metálica autoportante con el aislante colocado entre los montantes y la placa de yeso atornillada a la estructura (trasdosado autoportante).

La técnica del relleno de cámaras está reservada a aquellas fachadas cuya cámara de aire se accesible y en las que sea técnicamente viable la inyección o insuflado de material aislante.

El Código Técnico de la Edificación regula la transmitancia térmica de las fachadas con unos valores de U (W/m^2K) comprendidos entre 0,57 y 0,94 lo que se traduce en unos espesores de aislamiento de entre 20 y 60 mm de aislante.

Por el contrario la buena práctica y el sentido común teniendo en cuenta la inminente puesta en marcha de la directiva europea de eficiencia energética de limitar el consumo energético de los edificios a “casi cero” para el año 2020, el código técnico se queda muy escaso en exigencias. Se proponen entonces valores de U (W/m^2K) de entre 0,20 y 0,30, lo que requiere espesores de aislantes de 80 mm en adelante.

Aislamiento de fachadas por el exterior

El sistema más habitual de aislamiento por el exterior se denomina SATE (Sistema de Aislamiento por el Exterior) o ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems), caracterizado por un acabado exterior con revoco armado.

Esta técnica se valora muchas veces cuando el acabado de fachada existente tiene que ser sustituido, o cuando las paredes sufren penetración de humedad u otras patologías y hay que hacer reparaciones.

Normalmente las fases que se siguen para la aplicación del sistema SATE son:



Ilustración 12. Sistema SATE

- **Preparación del soporte:** La superficie portante debe estar exenta de irregularidades y defectos de planimetría.
- **Arranque del sistema:** Se colocará un perfil de arranque para garantizar la horizontalidad.
- **Montaje de las placas aislantes:** Se fijan con mortero polimérico o con tacos especiales, en sentido ascendente y a tresbolillo.
- **Tratamiento de puntos singulares:** Se refuerzan esquinas con perfiles de aluminio o PVC y se respetan las juntas de dilatación del edificio. Para los alfeizares de las ventanas se colocará un aislante más denso y de menos grosor para evitar los puentes térmicos, siempre evitando bloquear las ventilaciones de las ventanas cuando existan.

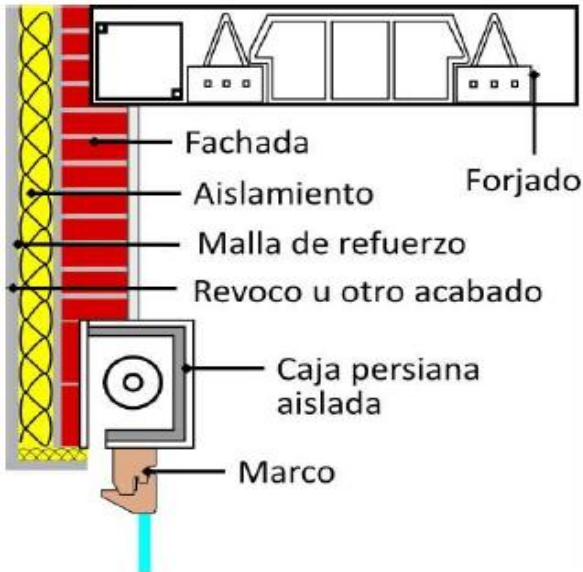


Ilustración 13. Aislamiento por el exterior. Detalle dintel de ventana.

- **Revestimiento:** Se realizara mediante la aplicación de un mortero polimérico o yesos especiales incorporando una malla de fibra.

- **Acabado del sistema:** puede consistir en revestimientos minerales o acrílicos de diferentes texturas y colores. También es posible colocar revestimientos de piezas cerámicas.

En este sistema los aislantes empleados serán rígidos para soportar el revoco y acabado posteriores, algunos de los más comunes son el poliestireno expandido (EPS) y poliestireno extruido (XPS).

Cuando el acabado final sea mediante piezas formando una fachada ventilada, también cabe la posibilidad de utilizar un aislante proyectado como el poliuretano (PUR). En este caso la aplicación del producto se hace cuando ya se han instalado los anclajes metálicos para las piezas de acabado, proyectando directamente sobre la facha previamente acondicionada y colocando posteriormente las piezas de acabado.

Otro uso muy importante del poliuretano es la rehabilitación de medianeras mediante la proyección del aislante y una capa pintura plástica, evitando así humedades, falta de consistencia, oquedades, falta de sellado y por supuesto aislamiento térmico cuando se queda expuesta una medianera tras el derribo de un edificio adyacente.

Aislamiento de fachadas por el interior

Con el aislamiento interior las prestaciones térmicas se pueden mejorar sin alterar la apariencia exterior, pero eso acarreará una pérdida del espacio habitable interior, molestias para los usuarios del edificio debidas al proceso de instalación y falta de mejora energética en puntos singulares del edificio como puentes térmicos de frente de forjados.

La sustitución del acabado de yeso existente representa una oportunidad ideal para instalar aislamiento por el interior, pero hay que tener en cuenta algunos factores importantes:

- **Colocación de elementos pesados:** en cocina y lavabos habrá que colocar una estructura de madera dentro de la capa aislante capaz de soportar dichos elementos.
- **Rincones interiores y molduras:** deberán ser recolocados una vez puesto el aislante especialmente en propiedades de época o históricas.

- **Elementos eléctricos:** se debe evitar recubrir cables con el aislante, pues esto reducirá la posibilidad de disipar calor. El recubrimiento de PVC de los cables eléctricos se puede degradar en contacto con el aislante de poliestireno, con lo que se recomienda recubrirlos o colocarlos en conductos.
- **Puentes térmicos:** estarán presentes donde los suelos, techos y paredes se unen a las paredes exteriores. En cocinas y baños se recomienda doblar la placa un poco a lo largo de esas paredes internas para evitar riesgos de condensación. Con lo cual se genera un “peldaño” en la superficie de la pared, suelo o techo que deberá ser tenido en cuenta desde el punto de vista estético.
- **Requisitos:** si el muro soporte es desigual habrá que revocar la pared para facilitar una superficie lisa antes de colocar las planchas.

El aislamiento interior de fachadas puede tener la forma de una placa de yeso laminada sobre una plancha aislante (trasdosado directo) o la plancha de aislante puede estar separada (trasdosado autoportante) y sujeta a la pared mediante una estructura metálica.

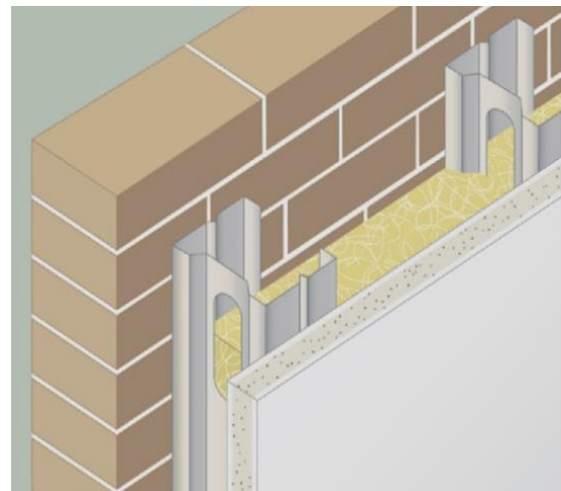


Ilustración 14. Aislamiento de fachada por el interior. Trasdosado autoportante.

Al igual que en las soluciones de aislamiento por el exterior se requiere la colocación de aislamiento en los alfeizares de las ventanas de menor grosor y más densidad para evitar la pérdida de calor, siempre y cuando la morfología del hueco lo permitiera.

Aislamiento de fachadas mediante relleno de cámaras

En el caso de la existencia de cámaras de aire en la envolvente térmica del edificio a rehabilitar, existe la posibilidad de rellenar estas cámaras con aislante térmico. Este tipo de solución constructiva requiere una atención especial, tanto por la valoración de su idoneidad como por la ejecución. Se debe recurrir a este tipo de solución cuando queden descartadas otras posibilidades de implementación de aislamiento.

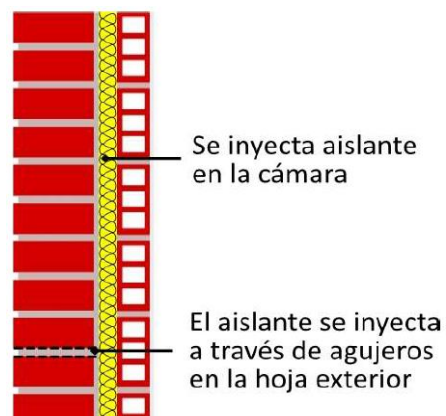


Ilustración 15. Aislamiento de fachada. Relleno de cámara.

Si finalmente se opta por la misma, conviene asegurar el resultado pretendido evitando que queden cavidades sin rellenar en la cámara. Para ello las inyecciones se realizarán a través de taladros espaciados, como máximo, 50 cm. entre sí, sin que se sitúen sobre la misma línea. La inyección debe comenzar por los taladros situados en la parte inferior, llenando la cámara de abajo arriba lentamente ya que el material específico para estos casos, de baja densidad; 12 kg/m³ en expansión libre; y con un periodo de espumación lento debe saturar el volumen de la cámara sin crear tensiones excesivas en las fábricas colaterales ya que éstas se pueden llegar a fisurar.

En la elección de este tipo de solución se ha de tener en cuenta que el llenado del volumen de la cámara puede verse entorpecido por la fase de inyección anterior mal realizada. En ningún caso con este sistema se puede garantizar la impermeabilización del cerramiento.

En este tipo de intervención se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

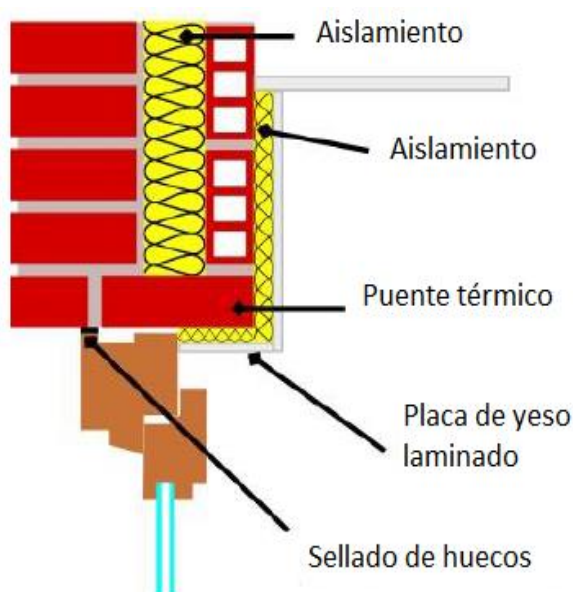


Ilustración 16. Relleno de cámaras. Contorno de huecos. Dintel.

encuentros con suelos o cubiertas. En el caso de las ventanas se sugiere colocar un aislante por el interior sobre todo el perímetro del hueco. En el caso de forjados y cubiertas conviene aislarlos y reforzar los encuentros.

- **Revisión de la fachada exterior:** debe estar en buenas condiciones. Las grietas o fisuras, en el caso de que existan, deben evaluarse a conciencia, conocerse su origen y repararlas si es posible, siendo preferible otra solución si la fachada está muy dañada.

- **Revisión de la cámara:** debe ser continua y de al menos 50 mm de espesor. El posible cableado interior de la cámara debe ser retirado y cualquier elemento que obstruya la cámara puede causar un problema de ejecución y evitar el correcto llenado de la cámara.

- **Puentes térmicos:** Este método genera cantidad de puentes térmicos, sobre todo en los contornos de los huecos y los

3.1.2 La Cubierta

Si bien es cierto que la cubierta de una edificación cumple con la función formal de definir el volumen de un edificio, la función principal es la de proteger los espacios habitados de las acciones atmosféricas (agua, viento y temperatura) así como también de organismos vivos (animales y plantas). Es por ello que al definirse una cubierta debe tenerse en cuenta tres consideraciones básicas:

- **La solución constructiva:** En función del tipo, de la luz a cubrir y de los materiales.
- **La solución funcional:** Según el sistema de drenaje elegido, el espacio interior resultante y los materiales.
- **La solución formal:** Combina las anteriores y condiciona la expresividad final del edificio.

Las Cubiertas no solo desempeñan el papel de protección contra los agentes climáticos o para privacidad, sino que también debemos considerarla como un elemento estructural que soporta su peso propio y las sobrecargas que actúan sobre el mismo, ya sea por el uso, el viento, la nieve, las vibraciones de la calle, sismos, etc. Trasladando estos esfuerzos a todos los elementos resistentes del edificio.

Las condiciones que debe cumplir una cubierta para suplir las necesidades de habitabilidad son:

- Estanqueidad a la penetración de agua, nieve y viento.
- Protección ante soleamiento, frío y calor
- Confort de las estancias ante necesidades térmicas e higrotérmicas.

Siguiendo el criterio de las tres consideraciones básicas mencionadas anteriormente, las cubiertas se clasifican principalmente en: inclinadas y planas.

La cubierta inclinada

La Cubierta Inclinada es aquella formada por faldones dispuestos con una inclinación mayor del 10%. La misma posee una capa de protección y se compone de piezas impermeables sobre una base y solapadas entre sí.

Las distintas variantes pueden diferenciarse por su solución formal o por su solución constructiva.

Las variantes formales se pueden distinguir según la disposición y geometría de los planos de los faldones: a un agua, a dos aguas, en pabellón, en chapitel, en bóveda y en cúpula.

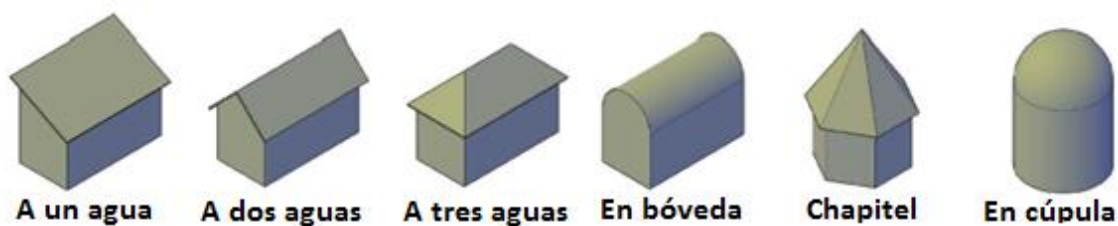


Ilustración 17. Variantes formales de cubiertas

Todas las soluciones formales pueden combinarse entre sí o variarse para poder adaptarse a la solución arquitectónica en cada caso, lo que aporta una gran riqueza formal.

Las variantes constructivas de las cubiertas inclinadas son las siguientes:



Ilustración 18. Formación de pendientes en cubierta inclinada mediante tabiquillos.

- **Las formadas por techo horizontal y tabiques:** En estas estructuras la pendiente se forma a través de la colocación de tabiquillos apoyados sobre el último forjado horizontal de la cubierta. Sobre los tabiquillos se apoya un machihembrado que sirve como solera ya con la pendiente, sobre la cual se apoyan las tejas. Es un tipo de cubierta ventilada ya que el aire entra por unas aberturas y circula a través de los tabiquillos.

- **Las formadas por elementos ligados a la estructura:** Estas cubiertas permiten aprovechar el espacio que queda bajo ellas. El sistema se realiza con un forjado inclinado sobre el cual se apoyan los distintos materiales, o también puede realizarse sobre una estructura triangular cuyos lados inclinados son los que forman la pendiente de la cubierta. Este elemento triangular se denomina cercha o cuchillo.

Como elementos de acabado de las cubiertas inclinadas podemos encontrar tanto elementos cerámicos como elementos pétreos o metálicos. Dentro de los recubrimientos cerámicos destacan las tejas (curvas, planas o mixtas) muy comunes en la zona del levante español. El cinc es el material metálico más utilizado en cubiertas inclinadas, pero otros materiales galvanizados o de aleaciones ligeras son también muy utilizados. En cuanto a los pétreos la pizarra es el más común.

La cubierta plana

Se denominan Cubiertas planas a las cubiertas sensiblemente horizontales, comúnmente compuestas por uno o varios faldones de pendiente inferior al 5%. A diferencia de las cubiertas inclinadas, las cubiertas planas permiten el tránsito de las personas por su superficie, así como la colocación de maquinaria. Conceptualmente, el funcionamiento de una cubierta plana y una cubierta inclinada son distintos: mientras que la inclinada trata de evacuar el agua, la cubierta plana la recoge para conducirla hacia los sumideros.

Las diferentes tipologías de cubiertas planas se agrupan en cubiertas transitables o no transitables y cubiertas ventiladas (cubiertas frías) o no ventiladas (cubiertas calientes).

Las cubiertas transitables son aquellas que poseen un acabado tal que les permite el tránsito peatonal o rodado por su superficie. Por lo tanto las no transitables son aquellas que no poseen dicho acabado.

- **Cubiertas ventiladas o frías:** Son aquellas que interponen una cámara ventilada entre el soporte de la cobertura y la base estructural, permitiendo así disipar el calor en épocas estivales.
- **Cubiertas calientes:** En esta tipología de cubiertas los elementos de cobertura descansan directamente sobre la base estructural sin dejar cámara. La cubierta invertida es una variable de la cubierta caliente en la que el aislante se coloca sobre la impermeabilización para protegerla.

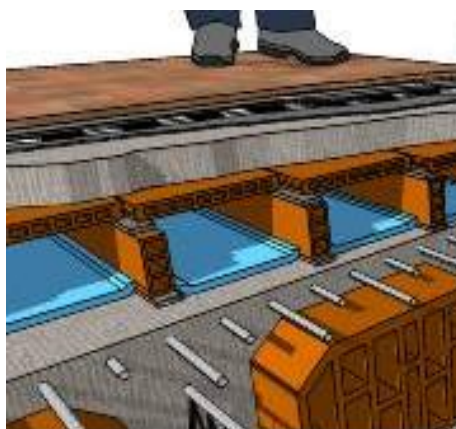


Ilustración 19. Cubierta plana fría y transitable

Intervención en cubiertas

El Código Técnico de la Edificación regula la transmitancia térmica de las cubiertas con unos valores de U (W/m^2K) comprendidos entre 0,35 y 0,50 lo que se traduce en unos espesores de aislamiento de entre 50 y 90 mm de aislante. Por el contrario la buena práctica y el sentido común teniendo en cuenta la inminente puesta en marcha de la directiva europea de eficiencia energética de limitar el consumo energético de los edificios a “casi cero” para el año 2020, el código técnico se queda muy escaso en exigencias. Se proponen entonces valores de U (W/m^2K) de entre 0,16 y 0,24, lo que requiere espesores de aislantes de 130 mm en adelante.

Independientemente de la tipología de cubierta que nos encontremos existe la posibilidad de aislar por el interior. Esta solución, al igual que en el caso de las cubiertas tiene el inconveniente de que la mano de obra se realiza desde dentro de la vivienda, pero a diferencia de la anterior, el espacio útil que se utiliza no es significativo (a no ser que los techos sean muy bajos) ya que normalmente se puede instalar el aislamiento bajo el falso techo de yeso de la vivienda.

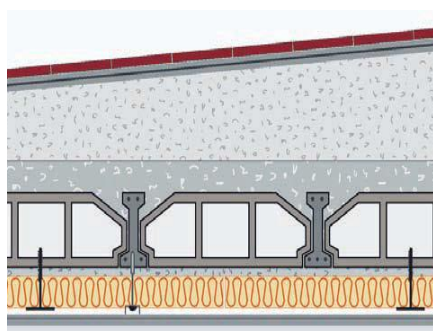


Ilustración 20. Cubierta plana transitable. Aislamiento por el interior.

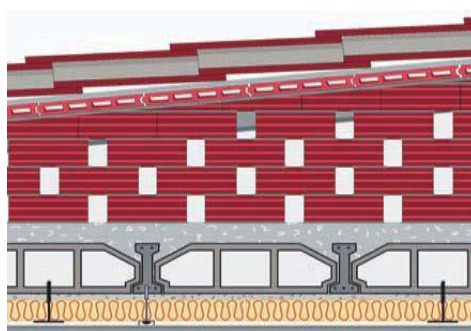


Ilustración 21. Cubierta inclinada sobre tabiquillos. Aislamiento por el interior.

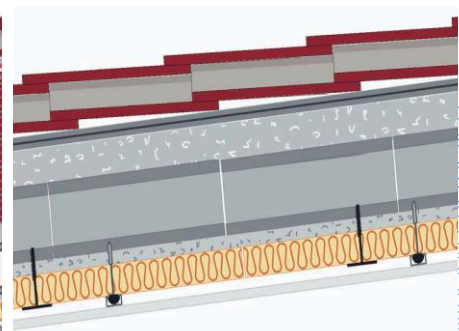


Ilustración 22. Cubierta sobre forjado inclinado. Aislamiento por el interior.

Intervención en cubiertas inclinadas

Las cubiertas inclinadas pueden rehabilitarse térmicamente por el exterior y en caso de espacios bajo cubierta accesible, por el interior bajo el faldón o bien sobre forjado.

Depende de la necesidad de renovar total o parcialmente el revestimiento impermeable del tejado (teja, pizarra, etc.). La suma de una capa de producto aislante no disminuye la sollicitación mecánica de la cubierta, sino que en la mayoría de los casos la mejora, como en la proyección de espuma rígida de poliuretano sobre ripias u otros soportes ligeros que además, en el caso de estar deteriorados, los rehabilita.

Las técnicas de fijación del tejado marcarán el modo de fijación del producto aislante: adherido, proyectado, fijado mecánicamente o entre rastreles, principalmente.

Las planchas de poliuretano conformado y la espuma de poliuretano proyectada se adaptan a las diferentes posibilidades de acabado de estos tejados.

Las intervenciones más comunes en este tipo de cubiertas son:

- **Intervención exterior:** Resulta de fácil ejecución y excelentes prestaciones. El aislante se aplica directamente sobre el acabado exterior (normalmente teja) y posteriormente se aplica una capa protectora elastomérica con protección de UV. El aislamiento más utilizado en estos casos es la proyección de espuma rígida de poliuretano.



Ilustración 23. Aislamiento por el exterior sobre teja.

- **Intervención exterior bajo acabado:** Esta solución se ejecuta normalmente cuando se plantea cambiar el acabado de la cubierta. Supone el levantamiento del acabado para la interposición del aislante entre el elemento que forma la pendiente y el mismo acabado. Esta solución se puede llevar a cabo tanto con aislantes proyectados como con aislantes conformados en planchas.

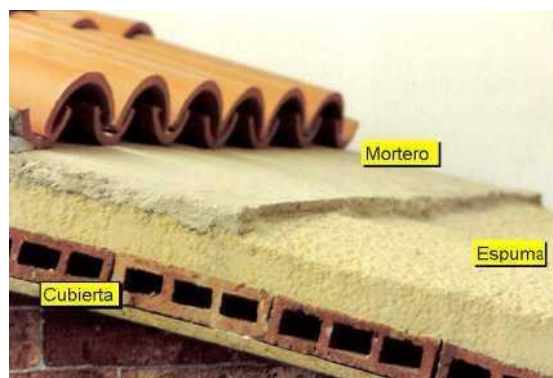


Ilustración 24. Aislamiento bajo teja con espuma de poliuretano proyectada.

- **Intervención bajo faldón:** Se proyecta el aislante directamente bajo el faldón de la cubierta. Para ello el espacio bajo cubierta ha de ser accesible o que se pueda hacer un acceso provisional al mismo.
- **Intervención sobre forjado:** Consiste en colocar aislante (proyectado o en forma de planchas conformadas) sobre el último forjado de la estructura, entre los tabiquillos que forman la pendiente de la cubierta. Para ello el espacio bajo cubierta ha de ser accesible provisionalmente.

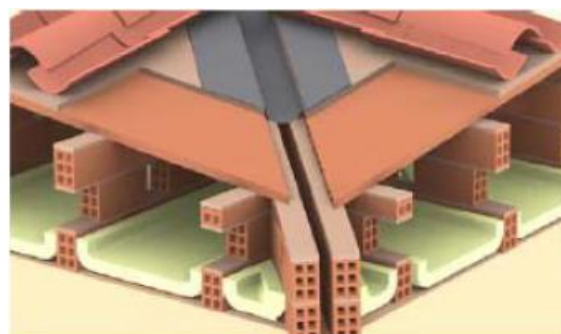


Ilustración 25. Aislamiento de cubierta entre tabiquillos.

Intervención en cubiertas planas

Con independencia de que el acabado de la cubierta la caracterice como ventilada o no ventilada, transitable o no transitable, la aplicación del aislamiento se realizará encima de la base de impermeabilización con lo cual tendremos una cubierta invertida. Esto permite no quitar la impermeabilización si está en buen estado y reforzarla con el aislante sobre ella.

Como se ha expuesto anteriormente la cubierta invertida se caracteriza por que el aislamiento se sitúa sobre la impermeabilización reduciendo sus sollicitaciones térmicas y por lo tanto su desgaste. Esto requiere que el aislamiento se proteja según el uso que se vaya a dar a la cubierta.

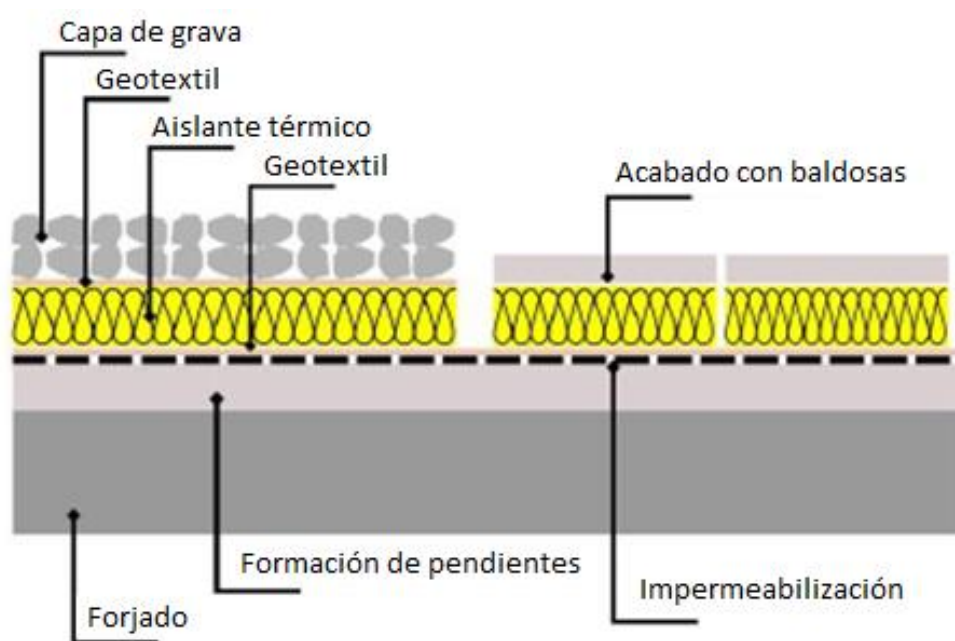


Ilustración 26. Aislamiento de azotea. Cubierta invertida.

En este caso se recomienda la utilización de materiales aislantes rígidos como las planchas de poliestireno extruido por la planeidad del material que permite una correcta colocación del acabado final de la cubierta.

3.1.3 Huecos

A lo largo de los siglos, el vidrio ha sido el principal material utilizado como cerramiento de vanos en edificios de muy diversa índole. Su uso en toda una variedad de tamaños, colores y formas y en construcciones tanto profanas como religiosas, se ha visto facilitado por una serie de características inherentes a este material, las cuales han sufrido pocos cambios con el paso de los siglos.

En la construcción, sus ventajas principales sobre otros materiales son:

- Sus propiedades de translucidez y transparencia
- Relativo bajo costo de producción
- Estabilidad mecánica
- Aislamiento térmico y acústico
- Facilidad para ser decorado y para transformar la luz que lo atraviesa
- Impermeabilidad

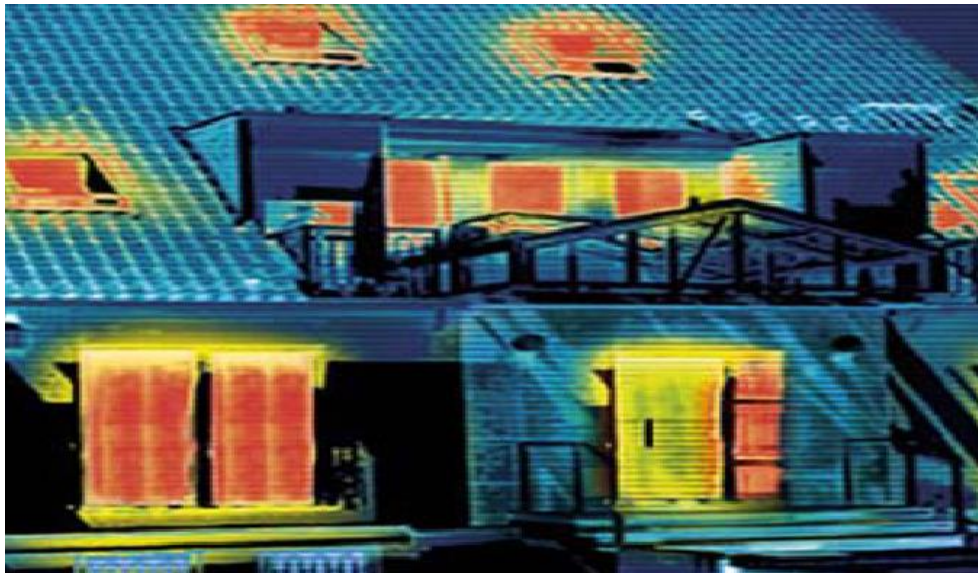


Ilustración 27. Termografía en una vivienda.
Fuente: Saint-Gobain Glass

El consumo de energía en climatización supone entre el 25% y el 40% de consumo total de energía de una vivienda y las pérdidas que se producen de ésta climatización son causadas en un 40 % por los huecos en las fachadas de los edificios construidos en bloque.

Para los próximos años las normativas europeas exigen una reducción del consumo energético del 20% con lo cual actuar en los huecos es una medida fundamental.

Propiedades térmicas del marco

Tan importante es en el hueco el vidrio como el marco. El marco representa habitualmente entre el 25% y el 35% de la superficie del hueco. Las principales propiedades del marco, desde el punto de vista energético, son la transmitancia térmica y su absorptividad. Estas dos propiedades participan en función de la fracción de superficie ocupada por el marco en la transmitancia total del hueco y el factor solar modificado del mismo.

La absorptividad depende fundamentalmente del color del marco y del material del mismo y su participación está ligada a la reemisión al interior del calor absorbido al incidir el sol sobre el marco.

Clasificación de los marcos teniendo en cuenta el material con el que son fabricados:

- **Marco metálico:** Normalmente fabricados en aluminio o acero y con diferentes acabados. Su participación en la superficie total del hueco es relativamente pequeña (en torno al 25%) y se aceptan comúnmente valores de transmitancia térmica $U = 5,7$ (W/m^2K).
- **Marco metálico con RPT:** La inclusión de elementos separadores de baja conductividad entre la cara exterior y la interior de la carpintería consiguen mejorar el comportamiento térmico de la carpintería. Los valores de transmitancia térmica en este tipo de marcos oscilan entre $U = 4,0$ (W/m^2K) hasta $U = 3,2$ (W/m^2K).
- **Marco de madera:** La conductividad de la madera es baja, lo que proporciona valores de transmitancia térmica dentro de un intervalo entre $U = 2,2$ (W/m^2K) y $U = 2,0$ (W/m^2K). Las limitaciones de este tipo de marcos se encuentran en las labores de mantenimiento que requieren.
- **Marco de PVC:** Las carpinterías están formadas por perfiles normalmente huecos de PVC, ofreciendo un comportamiento térmico de primer orden. Los valores de transmitancia comúnmente aceptados son $U = 2,2$ (W/m^2K) hasta $U = 1,8$ (W/m^2K). Normalmente su participación en el hueco es elevada, lo cual contribuye a un buen comportamiento térmico del conjunto.

PERFIL	TRANSMITANCIA TERMICA U (W/m^2K)
Metálico	5,7
Metálico con RPT ($d < 12mm$)	4,0
Metálico con RPT ($d \geq 12mm$)	3,2
Madera dura ($\rho = 700kg/m^3$)	2,2
Madera blanda ($\rho = 500kg/m^3$)	2,0
PVC (2 cámaras)	2,2
PVC (3 cámaras)	1,8

Tabla 2. Transmitancia térmica de los diferentes tipos de marcos.

Propiedades térmicas del vidrio

El vidrio es el elemento fundamental en el cerramiento si atendemos a la superficie ocupada. Su principal propiedad es la transparencia, permitiendo elevados aportes de luz natural que contribuyen al confort de la vivienda, sin comprometer sus prestaciones de aislamiento térmico.

En la actualidad se comercializan como productos habituales vidrios para aislamiento térmico reforzado y protección solar que pueden ser combinados con otras prestaciones como son el aislamiento acústico, la seguridad, el bajo mantenimiento (autolimpiables) o el diseño y la decoración.

Desde la perspectiva del aislamiento térmico las principales características del acristalamiento a tener en cuenta son su coeficiente U o transmitancia térmica (W/m^2K) y su factor solar (g).

La transmitancia térmica “U” (W/m^2K) expresa la transferencia térmica a través de una pared por conducción, convección y radiación en función de la diferencia de temperaturas a ambos lados de la misma. Es decir a mayor “U” mejor aislamiento.

El factor solar “g” es la fracción de energía de la radiación solar incidente que penetra a través del acristalamiento. Este valor es siempre menor a la unidad expresado en tanto por uno. A mayor factor solar de un acristalamiento, menor es la cantidad de energía de la radiación solar que atraviesa el vidrio, y por tanto, mayor la protección que ofrece a la misma.

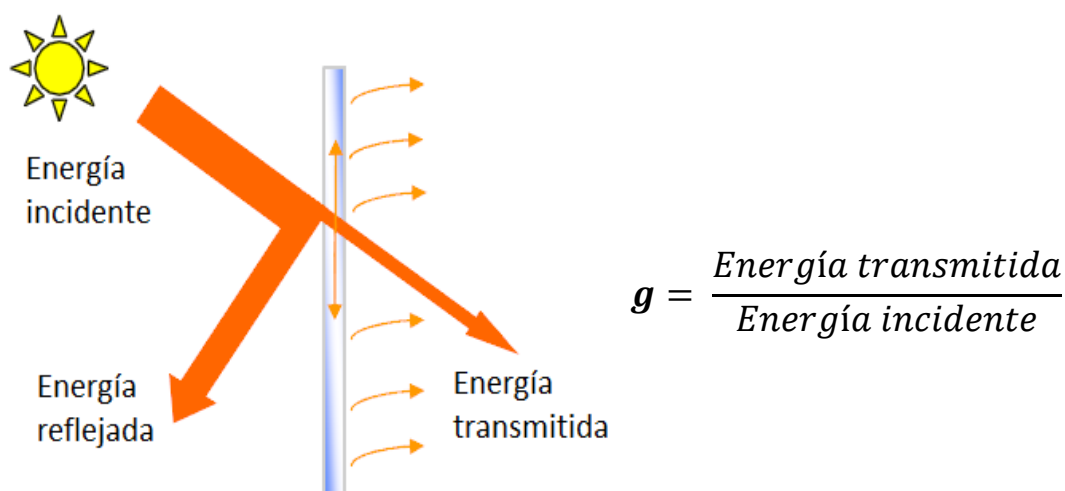


Ilustración 28. Factor solar “g” del acristalamiento.

Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid.

Los vidrios pueden clasificarse en distintos grupos en función de su configuración y de la presencia de capas metálicas que mejoran sus prestaciones de aislamiento térmico y control solar:

- **Vidrio sencillo (monolítico):** Formadas por una única hoja de vidrio o por dos o más hojas unidas entre sí por toda su superficie (vidrios laminares). Podemos encontrar vidrios de color, incoloros, impresos y de seguridad, así como distintos tratamientos que modifican las propiedades mecánicas, térmicas y espectrofotométricas de los mismos. Sus prestaciones pueden considerarse estables para los vidrios incoloros habituales en tanto que transmitancia térmica y factor solar se ven mínimamente reducidos al aumentar el espesor. Como valor de referencia podemos tomar $U = 5,7$ W/m^2K y factor solar (g) en torno a 0,83.

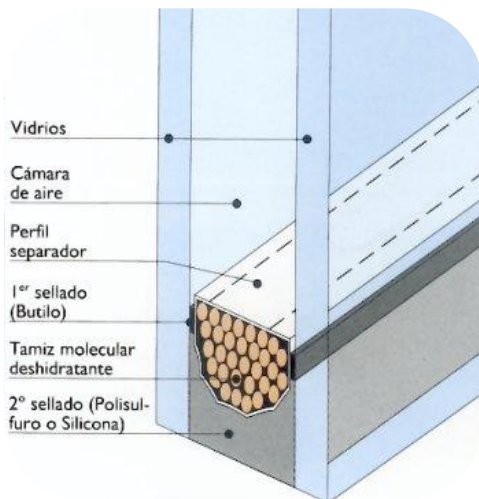


Ilustración 29. Unidad de vidrio aislante.

- **Unidad de Vidrio Aislante (UVA):** Conocido como doble acristalamiento o vidrio de cámara hace referencia al conjunto formado por dos o más láminas de vidrios monolíticos separados entre sí por uno o más espaciadores, herméticamente cerrados a lo largo de todo el perímetro. Las unidades de vidrio aislante, al encerrar entre dos paneles de vidrio una cámara de aire, aprovechando la baja conductividad térmica del aire, limitan el intercambio de calor por convección y conducción. La consecuencia es un fuerte aumento de su capacidad aislante reflejado en la drástica reducción de su transmitancia térmica ($U = 3,3$ W/m^2K , para la composición más básica 4-6-4). El aumento del espesor de la cámara proporciona una reducción de la transmitancia térmica que deja de ser efectiva cuando se producen fenómenos de convección dentro de la misma (en torno a los 17 mm).

Composición	4-6-6	4-8-4	4-10-4	4-12-6
U (W/m^2K)	3,3	3,1	3,0	2,9

- **Vidrio de baja emisividad:** Se trata de vidrios monolíticos con una capa de óxidos metálicos muy fina que proporciona al vidrio una capacidad de aislamiento térmico reforzado. Normalmente estos vidrios deben ir ensamblados en UVA (doble acristalamiento) ofreciendo así sus máximas prestaciones. La incorporación de vidrios de baja emisividad permite desde un primer momento alcanzar niveles de aislamiento imposibles por aumento de cámara.

Composición con un vidrio normal y un vidrio de baja emisividad.	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
U (W/m^2K)	2,5	2,1	1,8	1,7

- **Vidrio de control solar:** pueden agruparse bajo esta denominación vidrios de muy distinta naturaleza: vidrios de color, serigrafiados o de capa. Si bien, es a estos últimos los que normalmente nos referimos como vidrios de control solar. Las distintas capas y la posibilidad de aplicarse en distintos sustratos vítreos permite una amplia gama de posibilidades con diferentes estéticas y cuyas prestaciones en términos de control solar pueden variar desde valores de 0,10 para los más reflectantes hasta valores de 0,60 para los vidrios incoloros de aspecto neutro.

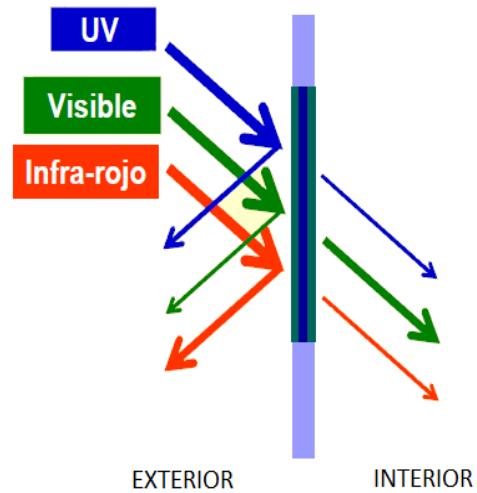


Ilustración 30. Funcionamiento del vidrio de control solar.

Propiedades del hueco

El hueco puede ser considerado como uno de los elementos más débiles desde el punto de vista del aislamiento térmico, permitiendo grandes fugas de calor en régimen de invierno y un exceso de aportes solares en régimen de verano que son necesarios compensar con gastos energéticos en calefacción o refrigeración, a fin de mantener los niveles de confort adecuados.

Las prestaciones térmicas del hueco estarán limitadas tanto por los materiales empleados como por su estado de conservación. El mal estado de los marcos, las sucesivas capas de pintura, descuadres y presencia de ranuras comprometen de tal forma la permeabilidad que las entradas de aire no deseado se traducen en cargas térmicas que es necesario compensar mediante consumos energéticos adicionales para evitar la pérdida de confort.

Estos consumos adicionales conllevan inevitablemente mayores emisiones de CO₂ y aumento de la factura energética. La transmitancia térmica del hueco es directamente proporcional a las propiedades de los materiales y a la participación de los marcos y vidrios en el conjunto de la superficie del hueco. Así, el CTE propone para su cálculo la siguiente fórmula:

$$U_H = (1-F_M) \cdot U_{HV} + F_M \cdot U_{HM}$$

Siendo:

U_{HV} La transmitancia térmica de la parte semitransparente (W/m²K).

U_{HM} La transmitancia térmica del marco o lucernario (W/m²K).

F_M La fracción del hueco ocupada por el marco.

La mayor participación del acristalamiento en la ventana hace que las ganancias producidas en la U del acristalamiento tengan mayor repercusión que aquellas alcanzadas por la misma ganancia sobre la U del marco. La siguiente tabla presenta los valores de transmitancia térmica global de hueco calculados para un 30% de área ocupada por el marco y 70% de superficie acristalada:

	Marco (30%)	Metálico	Metálico RPT	Madera	PVC
Vidrio (70%)		U=5,7	U=4,0	U=2,5	U=1,8
Monolítico 4mm	U=5,7	5,7	5,2	4,7	4,5
4-6-4	U=3,3	4,0	3,5	3,0	2,8
4-12-4	U=2,9	3,7	3,2	2,7	2,5
4-6-4 bajo emisivo	U=2,5	3,5	3,0	2,5	2,3
4-12-4 bajo emisivo	U=1,7	2,9	2,4	1,9	1,7

Tabla 3. Transmitancia térmica del hueco.

El factor solar del hueco, prescindiendo de elementos de sombreado como puedan ser retranqueos, voladizo, toldos o persianas, depende fundamentalmente del acristalamiento empleado y de la superficie ocupada de éste y en menor medida del material del marco. Su cálculo puede realizarse según la siguiente expresión recogida en el CTE:

$$F = (1-FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha$$

Siendo:

- FM** Fracción de marco sobre el total del hueco.
- g** Factor solar del vidrio.
- U_m** Transmitancia térmica del marco.
- α** Absortividad del marco (función del color).

Si existen elementos de sombreado exterior deberá aplicarse un factor corrector, factor de sombra, tal y como recoge en el CTE, ya que los requisitos del CTE hacen referencia al factor solar modificado.

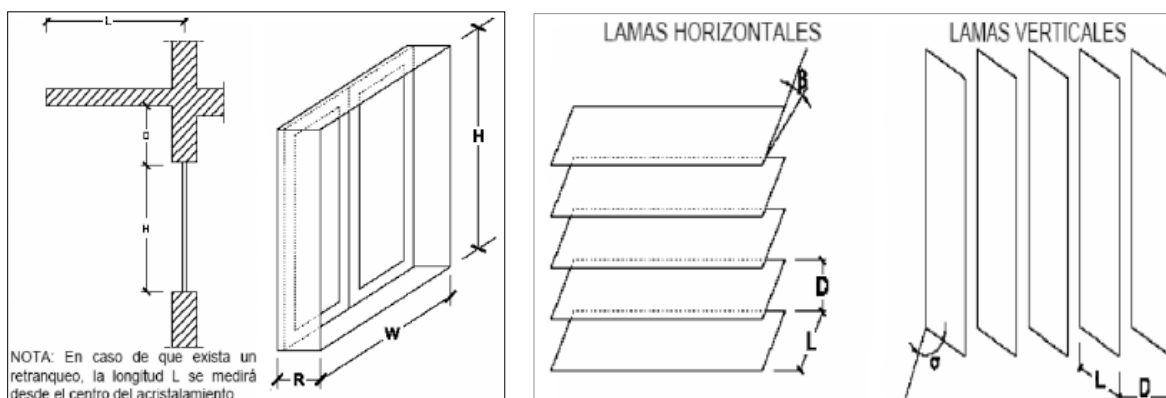


Ilustración 31. Voladizos, retranqueos y lamas de protección solar.

Normativa

Centrándose en los requisitos exigidos al cerramiento del hueco la envolvente del edificio, fundamentalmente son dos las normativas aplicables:

- El Código Técnico de la Edificación (CTE)
- La Calificación Energética de las viviendas

Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado el 17 de marzo de 2006, tiene por objeto establecer las exigencias básicas de calidad, así como los procedimientos para realizarlas con suficientes garantías técnicas, que deben cumplir los edificios para satisfacer, entre otros, los requisitos básicos de ahorro de energía y aislamiento térmico establecidos en el artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de diciembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Los límites establecidos por el CTE son mínimos exigibles. Niveles superiores supondrán mayores niveles de confort y ahorro energético, y vendrán reflejados en una mejor Calificación Energética de la vivienda.

Para el caso concreto de los acristalamientos, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- **Zona climática:** La clasificación para la región de Murcia es B3 que corresponde a la capital y en función de las diferentes altitudes se pueden encontrar también las zonas climáticas C2, C1 y D1. El edificio a estudio se encuentra en Cartagena, por lo tanto la zona climática correspondiente es B3 que limita la transmitancia térmica y el factor solar límite de los huecos es esta manera:

%huecos	TRANSMITANCIA LIMITE DE HUECOS*				FACTOR SOLAR MODIFICADO LIMITE DE HUECOS F_{Hlim} (baja carga interna)		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
0-10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-
11-20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-
21-30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-
31-40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-
41-50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59
51-60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52

Tabla 4. Transmitancia térmica límite según zona climática.

*En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor indicado entre paréntesis.

- **Uso previsto del edificio:** El uso del edificio a estudio es vivienda.
- **Orientación del acristalamiento:** Es uno de los factores principales a considerar, ya que no todas las orientaciones tienen las mismas exigencias. Siendo la orientación N la más exigente, cuando se interviene en una edificación y no se quiere irrumpir con estéticas diferentes o se busca la simplicidad en el número de soluciones adoptadas, se toma como referencia esta orientación.

- **Superficie de hueco en fachada:** Determina el valor máximo de transmitancia del hueco permitido en cada orientación. Es decir, a peor orientación y mayor número de huecos más baja será la transmitancia térmica permitida de cada uno de ellos.
- **Tipo de carpintería:** La transmitancia térmica de ésta influye directamente en la transmitancia térmica del hueco total, así como su tamaño. Una carpintería mayor implica menos acristalamiento y por lo tanto un factor solar y una transmitancia térmica diferentes.
- **Factores solares:** La geometría del hueco y las condiciones de instalación del cerramiento definirán el factor de sombra que afecte al factor solar del hueco. Estos deberán obtenerse según indica el CTE. En la zona climática a estudio solo a partir del 40% de huecos en fachadas existe una limitación del factor solar modificado en orientaciones E/O y SE/SO, siendo el valor más exigente de 0,46, valor fácilmente alcanzable con acristalamientos bajo emisivos.

Certificación energética de los edificios

Desde el pasado 31 de enero de 2007, fecha de publicación en el BOE, los nuevos edificios deberán disponer de la correspondiente certificación energética. Es aplicable a los edificios de nueva construcción, teniendo un período de aplicación voluntario de seis meses desde la fecha de publicación en el BOE. Por tanto, es de obligado cumplimiento desde el 31/07/2007.

Para el ámbito de la rehabilitación, tiene aplicación obligatoria, al igual que el CTE, en “aquellas modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1.000 m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos”, lo que puede entenderse como edificios de viviendas en su conjunto, comunidades de propietarios, etc.

En el caso de las reformas individuales, aunque no sea de obligado cumplimiento hoy en día, las mejoras que se realicen en este sentido contribuirán a una mejor calificación energética y a una revalorización de la vivienda, debido a los menores consumos y mayores niveles de confort.

Con la Calificación y Certificación Energética, el usuario dispondrá de información sobre el comportamiento térmico de cada vivienda.

La clasificación de las viviendas se realiza siguiendo una escala de letras (de la A a la G en orden decreciente de eficiencia energética) y de colores. Para determinar la clase que le corresponde a un edificio concreto, se valorará el CO₂ emitido por el consumo de energía del global de sus instalaciones. El cumplimiento de las exigencias del CTE significará, como mínimo, una clasificación G.








Calificación Energética de Edificios Proyecto/edificio terminado	
Más	
	
	
	
	
	
	
	
Menos	
Edificio:	_____
Localidad/Zona climática:	_____
Uso del Edificio:	_____
Consumo Energía Anual:	_____ KWh/año (_____ KWh/m ²)
Emisiones de CO ₂ Anual:	_____ kgCO ₂ /año (_____ kgCO ₂ /m ²)

Ilustración 32. Ficha de calificación energética.
Fuente: www.tersosystem.com

El marco y el tipo de vidrio elegidos juegan un papel muy importante en la calificación energética del edificio. Sólo se alcanzarán los niveles A y B si, además de actuar sobre las instalaciones y el resto de la envolvente, se instalan marcos de altas prestaciones térmicas y acristalamientos de aislamiento térmico reforzado.

3.1.4 Materiales Aislantes

En términos de eficiencia energética, invertir en los altos valores de materiales de aislamiento para su hogar es más rentable que invertir en tecnologías de calefacción.

Vale la pena tomarse el tiempo para elegir los materiales adecuados en el contexto del diseño del edificio entero.

Los materiales aislantes se diferencian según su capacidad de carga, comportamiento ante el fuego, la humedad, el agua, coeficiente de conductividad, etc.; Se diferencian, además, según su forma de producirlos, de los materiales y materias primas utilizadas en la producción y en sus efectos sobre la salud humana y el medio ambiente, en cuanto a la colaboración de la reducción del consumo de la energía primaria o de combustibles que emiten tóxicos al medio ambiente (fósiles no renovables) cuando se los utiliza en todas sus etapas de vida (extracción de materia prima, elaboración como combustible: producción de energía, distribución y uso final).

Los materiales de aislamiento convencionales están hechos de productos petroquímicos. Estos materiales son ampliamente utilizados porque son de bajo costo para comprar e instalar y su capacidad de rendimiento es superior a las alternativas naturales. Pero en el lado negativo, casi todos los materiales de aislamiento convencionales contienen una amplia gama de productos químicos retardantes del fuego, adhesivos y otros aditivos, y la energía incorporada en el proceso de fabricación es muy alta.

Entre los diversos materiales de aislamiento convencional a gran escala tenemos fibras minerales, a base de materias primas como vidrio y roca, que pueden resultar, al manipularlos, muy irritantes para la piel y los ojos. Además, la inhalación de sus microfibras, durante la instalación puede tener repercusiones negativas a largo plazo. Otro tipo de aislamiento son aquellos derivados del petróleo, como el poliestireno y el poliuretano. Las espumas de poliuretano, como la mayoría de los aislantes de espumas sintéticas, al llevar HFC, un agente espumante, pueden resultar bastante dañinas al medio ambiente.

Los materiales aislantes naturales pueden ser reutilizados y reciclados, y son totalmente biodegradables. No son tóxicos, son libres de alérgenos y pueden ser manejados con seguridad e instalado. Lamentablemente, los materiales aislantes naturales son en la actualidad más caros que los materiales convencionales, lo que puede ser prohibitivo para los constructores, arquitectos y desarrolladores. Pero los beneficios ambientales y de salud de los materiales aislantes naturales son muy superiores a sus costos. A pesar del alto precio, el aislamiento natural es una energía eficiente, una opción saludable y sostenible para una mejora en el interior y el exterior.

Material	Tipo de producto	País de producción	Espesor (m)	Densidad específica (kg/m ³)	Precio €/m ²	Conductividad térmica (Kcal/h m ² C)	Conductividad térmica a 20°C (W/m ² C)	Resistencia térmica (R m ² C/W)	Transmitancia térmica (K W/m ² °C)	Emisión de gases al inflamarse	Resistencia a los microorganismos	Resistencia a insectos y parásitos	Aditivos	Producto de reciclaje	Reciclable
CORCHO	Aglom, granulado	Esp Port	0,04	95-130	9,05	0,032	0,037	1,081	0,925	N	Inata-cable	Inata-cable	N	N	S
CAÑAMO	Manta	Ale Fra	0,04	20-25	6,6	0,034	0,039	1,026	0,975	N	Inata-cable	Inata-cable	N	N	S
FIBRA DE MADERA	Panel	Ale	0,04	150	10,38	0,034	0,04	1	1	N	-	Inata-cable	N	S	
LANA	Manta	Esp Ale	0,04	25-65	8,7	0,03	0,035	1,143	0,875	N	-	-	Bórax	N	S
VIDRIO CELULAR	Placa	Esp Ale	0,04	170	22,66	0,041	0,048	0,833	1,2	N	Inata-cable	Inata-cable	Oxido silicio, Carbono	S	S
CELULOSA	Copos	Ale	0,05	35-55	4,18	0,03	0,035	1,143	0,875	N	-	-	18% Sal bórica	S	S
ARCILLA EXPANDIDA	Bolas	Esp	0,04	325	7	0,073	0,085	0,471	2,122	N	Inata-cable	Inata-cable	N	N	S
PLACA FIBRA MADERA	Tablero	Esp Ale	0,035	300-500	-	0,052	0,06	0,583	1,714	N	-	Inata-cable	Portland gris	N	S
ALGODÓN	Manta	Esp	0,018	60	8,12	0,029	0,034	0,534	1,873	N	Inata-cable	Inata-cable	N	S	S
VERMICULITA	Granulado	Esp Fra	0,04	85-100	4,26	0,053	0,062	0,649	1,541	N	-	-	-	-	-
PERLITA	Granulado	Esp Fra	0,04	105-125	3,65	0,045	0,052	0,764	1,308	N	-	-	-	-	-
LINO	Manta	Fra Ale	0,04	25	5,51	0,033	0,038	1,053	0,95	N	Inata-cable	Inata-cable	Bórax, silicato de sodio	S	S
LANA DE VIDRIO	Panel	Esp	0,04	-	2,85	0,03	0,035	1,143	0,875	N	Inata-cable	Inata-cable	Ligante sintético	N	N
LANA MINERAL	Panel	Esp	0,04	-	2,95	0,03	0,035	1,143	0,875	N	Inata-cable	Inata-cable	Ligante sintético	N	N
ESPUMA DE POLIURETANO	Espuma	Esp	0,04	43	8,75	0,034	0,04	1	1	S	-	-	Mezcla Polioles	N	N
POLIESTIRENO EXPANDIDO	Placa	Esp	0,04	12	2,25	0,034	0,04	1	1	S	-	-	-	N	N
POLIESTIRENO EXTRUIDO	Placa	Esp	0,04	25	10,93	0,031	0,036	1,11	0,901	S	-	-	CFC,HCF C,HFC	N	N

Esp = España, Ale = Alemania, Fra = Francia, N = No, S = Si

Tabla 5. Características de los principales materiales aislantes.

Análisis de la tabla

Resulta casi evidente tomar como referencia la columna relativa al precio de los diferentes materiales si nos ponemos en la piel del promotor que va a realizar una obra. La filosofía de nuestra cultura y la difícil situación económica que atraviesa el país no nos permiten pensar de otra manera, y desafortunadamente ese es el factor que más peso suele tener cuando se realiza la elección del material aislante para nuestro edificio. Por otro lado, la preocupación medio ambiental está muy presente en la sociedad actual, sobre todo a nivel mundial y con ella, cobran gran importancia los datos restantes reflejados en esta tabla.

La función principal de este tipo de materiales es aislar las edificaciones de calor o el frío exterior y con ello ahorrar energía dedicada a la climatización. Para ello es fundamental tener en cuenta los valores referentes a su conductividad y resistencia térmica. En este sentido, estadísticamente los materiales sintéticos tienen un comportamiento mejor que los orgánicos, que alguno de ellos es la mitad de eficiente que la media de los sintéticos, aunque puntualmente algunos de estos materiales tienen un comportamiento aislante igual de bueno que los sintéticos.

La ecología de cada material viene reflejada en el contenido del resto de columnas presentes en la tabla, desde la importantísima característica del reciclado hasta la lógica información acerca de su lugar de producción, que influyen en la ecología del material por el gasto de combustible de su transporte. Es importante tener en cuenta estos datos porque los materiales naturales normalmente se presentan en formatos mucho más costosos de transportar y algunos de ellos solo se comercializan en países extranjeros.

Otros aislamientos naturales

La solución a estos problemas podría centrarse en la divulgación de otro tipo de aislamientos que cumplen cualquier exigencia tecnológica, sin perjudicar la salud de las personas ni la del planeta. Los aislantes ecológicos se encuentran en un momento de crecimiento y cada vez son más las empresas que comercializan diferentes materias primas naturales, en formatos aplicables a la construcción: la industria del lino ha desarrollado un panel aislante, que puede colocarse de un modo similar a la fibra mineral, la lana se transforma en esteras aislantes y el algodón se emplea en formato de mantas.

Además de los productos comercializados, existen multitud de posibilidades en el uso de materias primas vegetales para aislar nuestras casas de un modo económico y eficiente, sólo tenemos que mirar a nuestro alrededor para encontrar la mejor solución.

Los ejemplos presentados a continuación, han sido descubiertos en construcciones tradicionales y continúan empleándose en nuestros días. Algunos de ellos no cumplen los requisitos exigibles en la construcción actual, en lo referente a normas, ensayos, etc, por lo que se plantean como alternativas en autoconstrucción o edificaciones experimentales.

- **Paja.** Ha sido un material de construcción desde hace miles de años. La paja es un conductor muy pobre del calor. Su uso exige una mineralización previa que elimine las proteínas existentes en la materia, pues podría atraer a insectos y parásitos. Esta tarea puede realizarse sumergiendo la paja en una disolución de agua con un 5 % de cal.
- **Fibra de coco.** Su uso se centra, sobre todo, en el aislamiento acústico de suelos ya que con tan sólo 18 mm puede conseguirse un poder fonoisolante de 26 dB. Posee una densidad de 124 kg/m³. Su clasificación al fuego es M3. No le atacan el moho ni la humedad. Su conductividad térmica es de 0,045 W/mk. Su difusión al vapor es 1. Su instalación evita la corriente electrostática y es un producto que permite ser compostado. Es importada del Extremo Oriente, lo cual puede llevar a una contradicción, ya que su transporte exige un elevado consumo de combustible frente a otros materiales, pero también es cierto que es muy abundante, que en su mayoría se quema y que su uso abriría fuentes de ingresos para las, normalmente, maltrechas economías.
- **Algas.** Se han utilizado durante mucho tiempo en construcciones tradicionales de Ibiza e Islas Baleares. Se suelen utilizar en cubiertas formando diferentes estratos de arcilla, residuos provenientes de hornos de cal, algas y cañas.
- **Cáscara de arroz.** La literatura sobre distintas aplicaciones de la cáscara de arroz en construcción data de más de un siglo, llegando a clasificar 262 referencias bibliográficas sobre propiedades y empleos de éste material. El instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja realizó un proyecto de investigación para fabricar un aislante térmico a base de cemento y cascara de arroz con excelentes resultados.
- **Mazorcas de maíz.** Existen diversos ejemplos en el uso de este subproducto agrícola, en la mezcla de morteros, concediéndoles ligereza y poder aislante. El hecho de incluir la cal en la mezcla de mortero evita el ataque de insectos o parásitos.
- **Corteza de pino.** Su uso en construcción exige un tratamiento previo a base de sales de bórax.
- **Corteza de avellanas, almendras y nueces.** Puede emplearse en el relleno de cámaras en muros y cubiertas. Para ello, es necesario realizar un tratamiento previo de pentaborato consistente en mezclar ácido bórico y bórax en proporción de 1:1 disuelto en 100 litros de agua.

Propuesta de aplicación con materiales aislantes naturales

Una de las ventajas con que cuentan los aislantes orgánicos es que permiten, en la mayoría de los casos, un montaje sin barreras de vapor ya que son capaces de disipar la humedad absorbida. Lo cual proporciona una mejora para el ambiente de la vivienda y un ahorro de dinero.

En general se recomienda utilizar aislantes que tengan homologación oficial, con ello evitaremos posibles problemas con las oficinas inspectoras o los seguros y contaremos con el control de un instituto de ensayo de materiales que siempre es un indicador suplementario de calidad.

- Aislamiento bajo teja: Indicados los paneles de fibra blanda de madera y corcho aglomerado. Son muy resistentes, aguantan mejor la accidentada caída de una teja, la humedad y además son más herméticos frente al viento.
- Aislamiento entre el cabrio: se recomienda un material flexible, que se pueda instalar simplemente a presión o soplado. Lana, cáñamo, lino, algodón o un aislamiento de celulosa hecho de periódicos reciclados que presenta un mejor comportamiento en el caso de un incendio.
- Fachada: Indicados paneles de corcho y con limitaciones los paneles de fibra de madera como segunda fachada, detrás de la cual se introduce por ejemplo celulosa.
- Paredes separadoras: La celulosa, el cáñamo y la fibra blanda de madera. Con limitaciones lana y materiales similares.
- Aislamiento térmico en techos y suelos: recomendable los materiales a granel tipo corcho triturado o arcilla expandida. Estos son de aplicación en la formación de hormigones aligerados recomendables en capas de compresión.
- Aislamiento en construcciones de madera: Indicados todos los materiales blandos, los que sirven también entre el cabrio. Con limitaciones los paneles de fibra blanda de madera

3.2 Energías renovables

El sector de la construcción es clave en el consumo de energía estimándose que los edificios representan alrededor del 40% del consumo de energía, y el ahorro potencial de energía que se puede desarrollar en los mismos supera el 20%.

El cambio en el marco normativo producido por aprobación de la Directiva Europea de Eficiencia Energética en Edificación, 2002/91/CE y su traslado a la legislación española está haciendo aparecer nuevos requerimientos en el sector de la edificación en aquellos aspectos relativos al consumo de energía, iluminación, aislamiento, calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, certificación energética de edificios o utilización de la energía solar.

Actualmente existen varios documentos legales puestos en marcha por la administración para dar respuesta a estos nuevos requerimientos:

- Aprobación Código Técnico de Edificación
- Modificación Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)
- Actualización Normativa de Aislamiento Térmico NBE-CT-79
- Certificación Energética de edificios
- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética en España
- Plan de Fomento de las Energías Renovables

3.2.1 El código técnico de la edificación

Dentro del apartado de habitabilidad el Código Técnico de la Edificación incluye el documento básico, el DB HE Energía, donde se establecen las exigencias en eficiencia energética y energías renovables que deberán cumplir los nuevos edificios y los que sufran rehabilitación. Dichas exigencias básicas son:

- **HE1: Limitación de la demanda energética:** Se dotará a los edificios de una envolvente exterior que resulte adecuada en relación a las exigencias necesarias para alcanzar el confort térmico en su interior, teniendo en cuenta condiciones climáticas, estacionales o de uso. Se estudiarán las características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar con un correcto tratamiento de los puentes térmicos limitando las pérdidas y ganancias de calor con el objeto de evitar problemas higrotérmicos.
- **HE2: Rendimiento de las instalaciones térmicas:** Se procede a la modificación del RITE que va a incorporar cuestiones fundamentales la estimación obligatoria de las emisiones anuales de CO₂ de cada proyecto de más de 70kW, nuevo tratamiento de las ventilaciones, opciones de dimensionado prescriptivo o prestacional, etc.

- **HE3 : Eficiencia Energética de las instalaciones de iluminación:** Se establecen requisitos básicos por zonas determinando la eficiencia energética de las instalaciones mediante el Valor de la Eficiencia Energética (VEE) que no deberá superar unos determinados límites según el número de lux y teniendo en cuenta el factor de mantenimiento de la instalación. Se plantea la obligatoriedad de instalar mecanismos de regulación y control manuales y de sensores de detección de presencia o sistemas de temporización para zonas de uso esporádico. El nivel de iluminación interior será regulado en función del aporte de luz natural exterior.
- **HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria:** Dependiendo de la zona climática en que se localice el edificio y consumo anual del mismo se fija una contribución o aporte solar mínimo anual entre 30% y 70%. Se han definido 5 zonas climáticas en España y se tienen en cuenta la ocupación, interferencias sombras, etc. Se deberán aportar análisis de las posibles alternativas de ubicación de los edificios optando por aquella que contribuya al máximo de aportación solar.
- **HE5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica:** Aplicable a edificaciones con elevado consumo eléctrico y gran superficie, determinada según el uso específico, como edificios comerciales, oficinas, hospitales, hoteles, etc. Se tienen en cuenta interferencias sombras, etc. Se deberán aportar análisis de las posibles alternativas de ubicación de los edificios optando por aquella que contribuya a la máxima de producción en base a la contribución solar.

3.2.2 Energías renovables aplicadas a la construcción

Ya en el código técnico se incluyen algunos medios para el aprovechamiento de las energías renovables en la edificación basándose sobre todo en la energía más directa y desarrollada en este sector, el sol. Pero hoy en día ya se implantan nuevas tecnologías a la construcción para obtener energía de manera limpia y con emisiones de CO2 nulas o muy controladas. Las energías limpias mejor aplicables a la construcción son las siguientes:

Solar térmica

El Sol nos regala su energía en forma de luz y calor. Hoy, una tecnología establecida, eficiente y no contaminante, nos permite utilizarla para iluminar y calentar nuestras casas y negocios, reduciendo los consumos energéticos para la producción de agua caliente sanitaria, calefacción, calentamiento de piscinas y climatización. Su utilización se justifica no sólo en el ahorro energético y la rentabilidad del usuario, sino que, además, contribuye al bien común: la mejora de la calidad del aire de las ciudades y del país, la rentabilidad macroeconómica por el uso de recursos propios, la generación de riqueza interna y de empleos, y la reducción de la dependencia energética externa.

Hace algunas décadas era lógico que la energía obtenida de la radiación solar no sustituyera a la obtenida de los combustibles convencionales debido a la ausencia de recursos técnicos y de interés en la investigación de métodos capaces de hacer competente la energía solar y, probablemente, por la falta de mentalidad social sostenible, comprometida con el medio ambiente y los recursos naturales.

En la actualidad, el Sol es una gran fuente de energía no aprovechada en su totalidad, si bien se han conseguido desarrollar tecnologías capaces de aprovechar la radiación solar de forma que ésta puede competir con los combustibles convencionales. Para la obtención de energía térmica, sobre todo cuando se trata de producir agua caliente sanitaria con temperaturas de preparación entre 45 °C y 60 °C, la fiabilidad de las instalaciones (y de sus componentes), los ahorros conseguidos y, en definitiva, su amortización, han sido probadas en múltiples ocasiones.

A lo largo de los últimos años, se ha iniciado el despertar del mercado solar térmico en España, con crecimientos muy significativos. Los principales mecanismos que explican este despertar solar están ligados tanto al crecimiento del interés social por la protección del medio ambiente, como a una actitud mucho más activa por parte de las Administraciones, tanto Ayuntamientos, como Comunidades Autónomas y Administración Central, que han abierto líneas de subvención mucho más generosas y que están introduciendo elementos de obligatoriedad solar dentro de las regulaciones de su competencia: las Ordenanzas Solares de los Ayuntamientos de Barcelona, Madrid, Sevilla, Burgos, etc., obligan a la instalación de sistemas de aprovechamiento solar para la producción del agua caliente en las nuevas edificaciones y reformas integrales de las ciudades, en las que habitan más del 30% de la población española (viviendas, hoteles, polideportivos, etc.).

Con todo ello, el impulso de los sistemas de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica, genera la necesidad de definir nuevas condiciones para el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones, principalmente en el actual escenario, en el que no se encuentra una recomendación, sino una obligación, por medio de las Ordenanzas Solares y el recientemente aprobado Código Técnico de la Edificación.

El sector residencial tiene uno de sus pilares en la utilización del Sol que realizan sus ocupantes para el desarrollo de sus actividades diarias. Estos usuarios cada vez exigen unos niveles de calidad y de servicios superiores y, entre las nuevas muestras de calidad que valoran, destaca el compromiso del edificio con la protección del medio ambiente. La utilización del Sol para reducir los consumos de combustible en los edificios representa, desde este punto de vista, no sólo una buena oportunidad de reducir la factura energética con rentabilidades atractivas, sino que, además, sirve de muestra del compromiso de esta tipología de instalaciones con la protección del medio ambiente. Cuando se combinan las aplicaciones solares con otras medidas de ahorro energético (sustitución de generadores convencionales de calor, aislamiento, etc.), se consiguen unas rentabilidades especialmente interesantes.

Posibilidades de ahorro solar en edificios de viviendas

Los energéticos son uno de los gastos corrientes más significativos en los edificios de viviendas. Sin embargo, todavía hay un gran desconocimiento de las posibilidades de ahorro, ya que, normalmente, las partidas energéticas no se gestionan ni se miden separadamente. El criterio usual de selección de los equipos e instalaciones suele ser el de minimizar la inversión inicial, tener muy en cuenta los consumos energéticos a posteriori.

Se puede afirmar que las opciones más claras, por orden de importancia, que se prevé en la utilización del Sol para reducir los consumos energéticos son:

1. Producción solar de agua caliente sanitaria.
2. Climatización solar de piscinas cubiertas y descubiertas.
3. Calefacción y refrigeración solar.

Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas.

Componentes

Un sistema solar está constituido por el colector solar, el subsistema de almacenamiento, el de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y el de utilización o consumidor de la energía solar captada.

En su diseño hay que tener en cuenta que, tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos y la selección de las estrategias de regulación, control y operación. Con todo ello, el rendimiento anual del sistema, que será función de la tecnología empleada, dependerá, factores como los parámetros de funcionamiento del colector η_0 (Eficiencia Óptica) y U_L (Pérdidas Térmicas), el caudal de diseño, la eficiencia del intercambiador, la dimensión y aislamiento de las tuberías, el volumen y estratificación del depósito de almacenamiento y los criterios generales de diseño de la instalación.

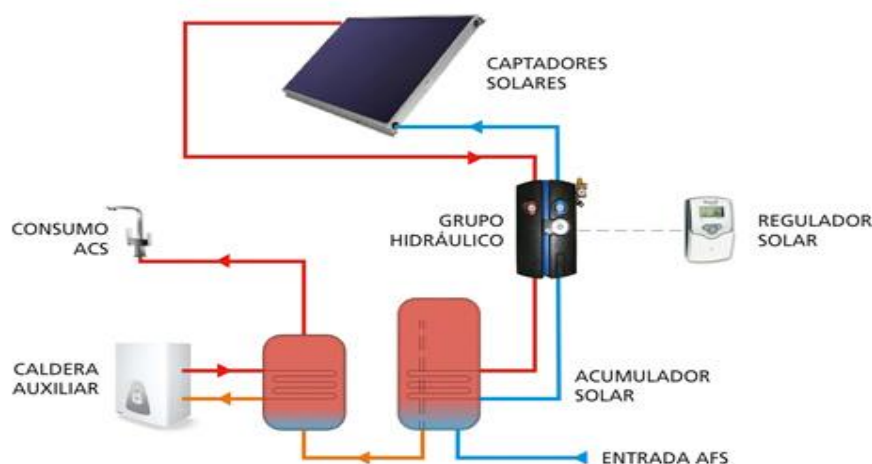


Ilustración 33. Componentes de una instalación solar térmica.
Fuente: www.tersosystem.com

SUBSISTEMA DE CAPTACIÓN

El colector solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica, de manera que se caliente el fluido de trabajo que contiene.

Toda la energía que incide sobre el colector solar no puede ser considerada como energía útil, de manera que, al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado una potencia útil del colector solar.

Estas pérdidas de calor crecen con la temperatura del fluido de trabajo, hasta que llega un momento de equilibrio en el que se cumple que la energía captada es igual a las pérdidas, alcanzándose en ese momento la temperatura de estancamiento del colector. En la mayoría de los colectores, esta temperatura de estancamiento o de equilibrio se alcanza a unos 150 - 200 °C.

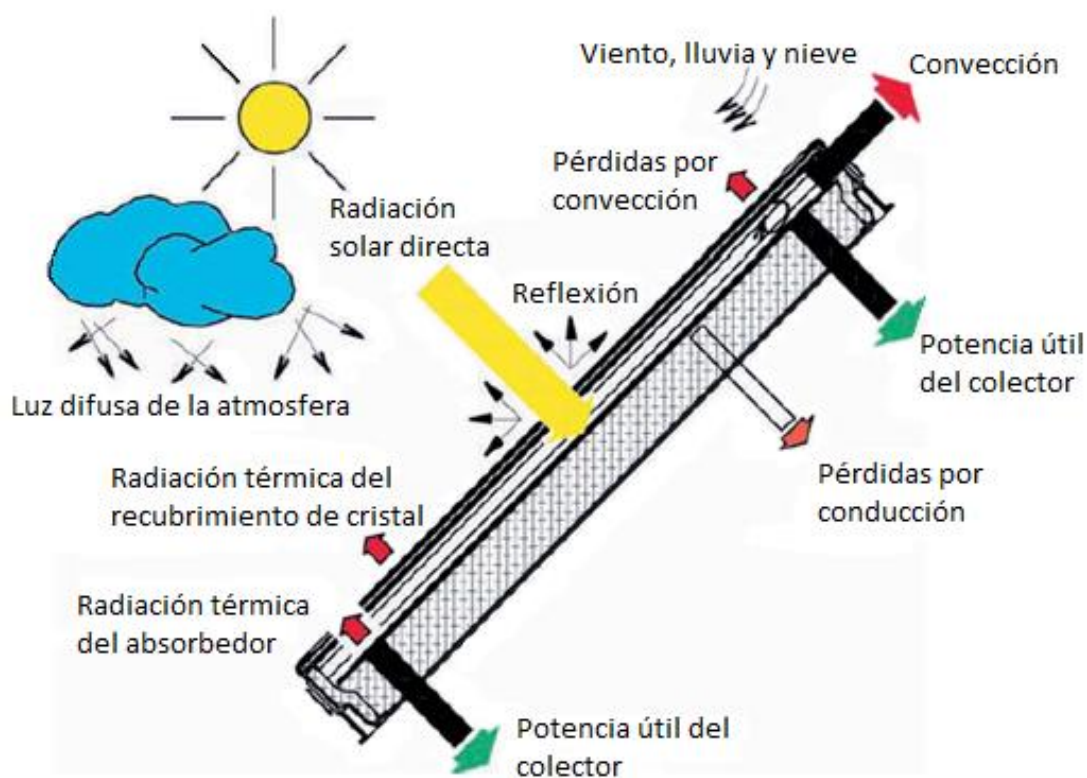


Ilustración 34. Balance energético de un colector solar.
Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid.

Con todo ello, y teniendo en cuenta la ecuación de la curva que define el rendimiento de un colector solar, se deduce que interesa hacer trabajar el colector a la temperatura más baja posible, siempre que ésta sea suficiente para la utilización específica en cada caso.

Ecuación de la curva de rendimiento de un colector solar

$$\eta = \eta_0 - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

- η = Rendimiento
 η_0 = Rendimiento óptico
 k_1, k_2 = Pérdidas térmicas (conducción, convección y radiación)
 ΔT = Diferencia de temperaturas entre la temperatura de trabajo del colector y la temperatura ambiente, °C
 E_g = Radiación solar, W/m²

Los colectores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de energía solar. Absorben la luz solar y la transforman en calor. Los criterios básicos para seleccionarlos son:

- Productividad energética a la temperatura de trabajo y coste.
- Durabilidad y calidad.
- Posibilidades de integración arquitectónica.
- Fabricación y reciclado no contaminante.

Dependiendo de la aplicación, el tipo de colector solar que hay que utilizar varía. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura (<100 °C) los sistemas con colectores de placa plana son los más utilizados, seguidos por los tubos de vacío.

Los colectores de tubos de vacío se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas (mayor rendimiento), al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire, y sus mayores posibilidades de integración arquitectónica.

La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes, y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco, y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.

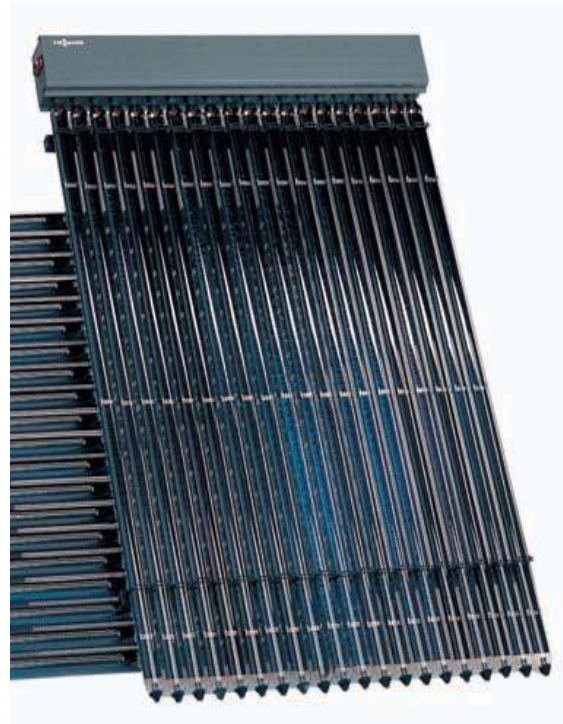


Ilustración 35. Colector de tubos de vacío.
Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid.

Al igual que ocurre con las calderas, la utilización de colectores más eficientes tiene una influencia mucho más significativa en la productividad anual que la que se puede deducir de la comparación directa de los rendimientos instantáneos (relación entre el calor extraído del colector en un momento dado y la radiación solar disponible en ese momento). Además, se pueden encontrar reducciones significativas en los costes del resto de los elementos del sistema solar, ya que, para un mismo aporte solar, hacen falta instalar menos m² de colectores y se puede trabajar a temperaturas más altas sin repercusión en el rendimiento (bombas, tuberías, almacenamiento, intercambiadores, etc., más pequeños).

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, una ventaja que tienen los colectores de vacío de absorbente plano, es que permiten una mayor flexibilidad de montaje. Así, los tubos de vacío con absorbente plano se pueden instalar en una superficie horizontal o vertical, y girar los tubos para que su absorbente esté a la inclinación adecuada.

SUBSISTEMA DE ACUMULACIÓN

El Sol es una fuente de energía que no se puede controlar, su producción llega de forma continuada durante una media de 12 horas al día, a razón de 1.400 - 1.800 kWh/m²·año, lo que equivale a que, por cada m², se recibe la energía obtenida de quemar unos 165-200 litros de gasóleo. Es decir, con la energía solar que llega en 5 m² se podría suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 m².

Pero esta energía no llega en el preciso momento en que se necesita, sino repartida durante todas las horas de sol. Opuesta a esta producción, se encuentran los perfiles de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso. Por ejemplo, en las instalaciones de ACS en viviendas, se tienen dos o tres picos de consumo al día, en las instalaciones de calefacción el horario de funcionamiento, normalmente, comenzará después de las 12 del mediodía y sólo durante el invierno, etc.

Para conseguir acoplar la producción del sistema solar con el consumo de la instalación, siempre se necesitará una acumulación de energía solar. Esta acumulación tendrá mayor o menor volumen en función de dos factores principales:

- El nivel de cobertura con energía solar de la demanda de la instalación.
- El perfil de consumo de la instalación.

Cuanto mayor sea el nivel de cobertura, mayor tendrá que ser esta acumulación. La mayor heterogeneidad del perfil de consumo también hará que sea necesaria una acumulación mayor.

El cálculo del volumen de acumulación solar adecuado para cada instalación tiene una gran importancia, porque de este volumen va a depender, en gran medida, el rendimiento de todo el sistema solar. Para calcular el volumen exacto de acumulación

solar en una instalación, habrá que hacer un análisis de sensibilidad, analizando el rendimiento del sistema solar con diferentes volúmenes de acumulación, y comparando el beneficio de su utilización con la inversión inicial necesaria.

Otro factor de gran influencia en el rendimiento del sistema solar será la estratificación térmica de la acumulación solar. A mayor estratificación, mayor será el rendimiento de la instalación solar. La estratificación térmica de la acumulación hace posible que la temperatura de entrada al colector solar sea lo más baja posible, lo que mejora su rendimiento. Esta estratificación se puede conseguir, en mayor o en menor grado, en función de las medidas de diseño que se tomen.

Como medidas básicas se deben adoptar las siguientes:

- Utilización de depósitos verticales.
- Conexión en serie de las baterías de los depósitos.

Una estratificación mayor se puede conseguir mediante diseños más sofisticados, mediante funcionamiento a bajo flujo del circuito primario solar con caudal variable o con depósitos especialmente diseñados para favorecer la estratificación térmica.

Una de las consecuencias más importantes de la necesidad de acumulación de energía con los sistemas solares, es que el cálculo del sistema solar siempre se tiene que hacer en función de la energía demandada y no de la potencia. Esto implica un cambio en el cálculo clásico de las instalaciones que, normalmente, se hace basándose en potencias y demandas máximas (el peor día del invierno, etc.), y no basándose en consumos medios diarios, como es el caso del diseño solar.

SUBSISTEMA DE INTERCAMBIO

La mayoría de los sistemas solares térmicos son de circuito indirecto, por lo que existe un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

Los circuitos indirectos, es decir, las instalaciones con dos circuitos, uno primario (captadores solares, que funcionan como un generador de calor; el sistema de bombeo; el sistema de intercambio, que transmite la energía producida al almacenamiento; y el sistema de expansión y seguridad) y otro secundario (acumulador solar y sistema de bombeo), son de obligada utilización en zonas con riesgo de heladas (el circuito primario se llena con un líquido anticongelante) o zonas en las que la calidad del agua sea baja, aguas duras, con riesgo de incrustaciones calcáreas.

SUBSISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

Se encarga de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación solar. Las estrategias de regulación y control no son complejas, de manera que suelen consistir en un sistema de marcha-paro de una bomba en función de un diferencial de temperatura establecido en la regulación, y en el de control de la temperatura de un acumulador (termostato de seguridad o máxima). En instalaciones complejas, mediante el sistema de regulación y control se pueden realizar múltiples operaciones, mejorando el rendimiento de éstas.



Ilustración 36. Dispositivo de regulación solar.
Fuente: Cleanenergysolar.com

SUBSISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR O CONVENCIONAL

Todas las instalaciones solares térmicas han de incluir un sistema de apoyo convencional para cubrir las necesidades de los usuarios durante los períodos en que el sistema solar no pueda cubrir toda la demanda por causas climáticas (menor radiación) por aumento de consumo sobre el previsto inicialmente, es decir, que la demanda media anual calculada no coincida con la diaria.

Es muy importante que la instalación solar trabaje en sintonía con el resto de la instalación del edificio para garantizar el correcto funcionamiento y el máximo aprovechamiento (ahorro energético) del sistema en su conjunto.

El sistema de apoyo siempre tiene que estar dimensionado como si el sistema solar no existiese, ya que la función principal del sistema auxiliar será la de cubrir los picos de demanda, incluso en los momentos en los que la aportación del sistema solar sea insuficiente.

En la mayor parte de los casos, el método más sencillo y eficiente para realizar la integración, es conectar en serie la producción de dos generadores diferentes, por un lado se tendrá el sistema solar y, por otro, el sistema de apoyo convencional.

Independientemente de la tipología de sistema convencional utilizado, es muy importante la posición relativa de éste. Las distintas opciones que se pueden encontrar son:

- **Inmerso en el acumulador solar:** para esta configuración existen dos posibilidades en función del tipo de energía convencional utilizada, es decir, resistencia eléctrica (de menor eficiencia en tanques monovalentes) o gas natural, GLP, gasóleo, etc., mediante otro serpentín sumergido en la parte superior del acumulador (mayor eficiencia en tanques bivalentes esbeltos, en los que la estratificación se mantenga, de manera que la caldera sólo debe actuar sobre el 50% del volumen del tanque).
- **En serie con el acumulador solar:** con esta configuración, el sistema de energía convencional ha de ser modulante por temperatura y resistir entradas de agua precalentada entre 60-70 °C. El rendimiento es el más alto, ya que no afecta a la temperatura de entrada a los colectores, además de poder modular el consumo de energía convencional en función de la temperatura de entrada a la caldera mural, por lo que presenta mayor eficiencia.
- **En paralelo con el acumulador solar:** es la tipología más usual en sistemas domésticos termosifónicos. El conexionado es menos eficiente, ya que no se aprovecha el agua precalentada solar, sería un todo-nada. Estas calderas no aceptan agua precalentada.
- **Inmerso en un acumulador en serie con el acumulador solar:** con esta configuración, se puede aprovechar el precalentamiento del agua solar (aún no a la temperatura de consumo) con el consiguiente ahorro energético. El conexionado es más eficiente. El acondicionamiento del acumulador convencional se realizará con caldera de gas, gasóleo, GLP o incluso con resistencia eléctrica (menor eficiencia).

Principales aplicaciones de la energía solar térmica

El objetivo básico del diseño de un sistema de aprovechamiento solar ha de ser el de suministrar al usuario una instalación solar que, dentro de las restricciones de costes, pueda:

- Maximizar el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- Garantizar una durabilidad y calidad suficientes.
- Garantizar un uso seguro de la instalación.

Para maximizar el ahorro energético, y dado que los colectores solares tienen mejor rendimiento trabajando a bajas temperaturas, es recomendable la conexión entre el sistema solar y el sistema de apoyo convencional de tal manera que el sistema solar siempre trabaje a la temperatura más baja posible. Esto llevará a conectar la instalación solar en serie con el sistema de apoyo y siempre por delante de éste.

PRODUCCIÓN DE ACS CON ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

En instalaciones compartidas por varios usuarios, la producción de ACS solar será, preferiblemente, centralizada, es decir, un único sistema de captación, intercambio y acumulación solar.

En instalaciones de producción de ACS, esto significará que la acumulación de agua calentada por el sistema solar se conectará a la entrada de agua fría de la instalación. El agua precalentada por el sistema solar pasará después, según se produzca el consumo, al sistema de calentamiento convencional (interacumulador calentado con caldera, calentador instantáneo modulante, termo eléctrico, etc.).

En este tipo de esquema existe un primer depósito en el que entra directamente el agua de red, y que es calentado por el sistema solar. El depósito calentado por caldera es colocado en serie, siendo su entrada la salida del depósito solar. Para instalaciones con consumos de 1.000 a 3.000 l/día, el esquema se suele resolver mediante interacumuladores, tanto para el sistema solar como para el convencional. En sistemas con consumos mayores de 5.000 l/día, la acumulación solar se resuelve, normalmente, mediante acumuladores e intercambiador de placas externo. Para consumos mayores, suele ser interesante realizar la acumulación solar en circuito cerrado mediante dos intercambiadores de placas. De este modo, se economiza sensiblemente la inversión inicial en acumulación solar al poder utilizar tanques de acero al carbono sin recubrimiento.

En la figura siguiente se muestra un esquema tipo de ACS solar, si bien en este caso se han separado los circuitos de agua de consumo y de extracción de agua caliente solar mediante un intercambiador, para evitar la necesidad del tratamiento antilegionella en el acumulador solar.

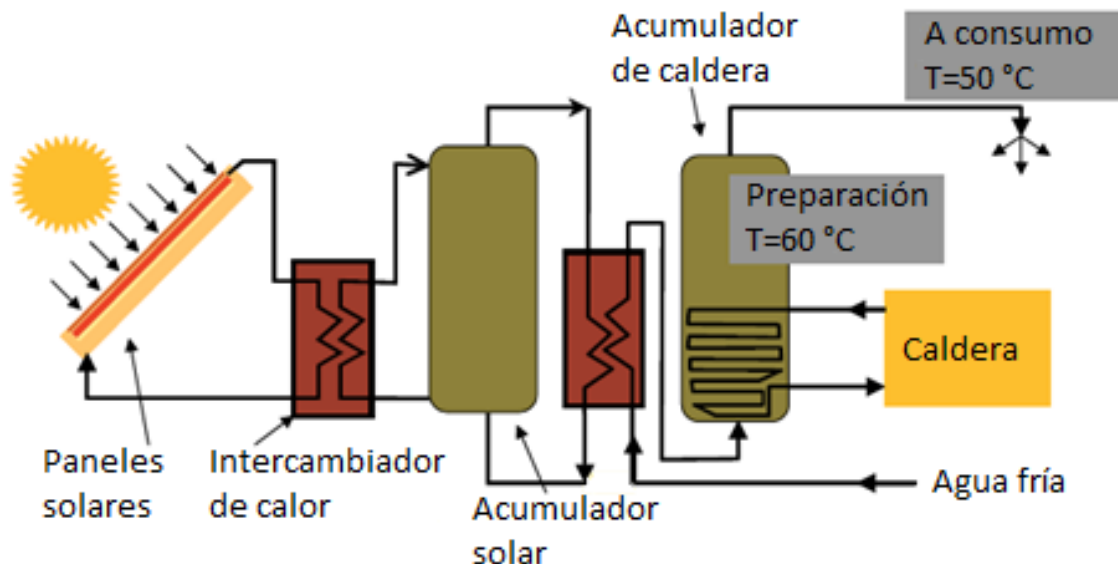


Ilustración 37. Sistema de ACS con interacumuladores separados e intercambiador entre el acumulador solar y el de caldera.

Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid

PRODUCCIÓN DE ACS Y CLIMATIZACIÓN DE PISCINAS CON ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Una de las aplicaciones más interesantes y eficientes de utilización de la energía solar es el calentamiento de piscinas, ya que las temperaturas requeridas son bajas y las demandas energéticas muy grandes. En el caso de piscinas cubiertas, es usual el instalar como sistema de calentamiento una combinación de bomba de calor y caldera. La bomba de calor sirve como mecanismo de control de la humedad del recinto, recuperando la entalpía del aire de renovación para aportar calor al ambiente y al vaso de la piscina. En este caso, la instalación solar siempre se ha de montar en serie con la caldera, pero en paralelo con la bomba de calor, para no empeorar su rendimiento ni pararla por sobretensión, dando prioridad al mantenimiento de las condiciones de confort (temperatura y humedad) en la piscina. En la Fig. 8 se muestra un esquema tipo para esta aplicación.

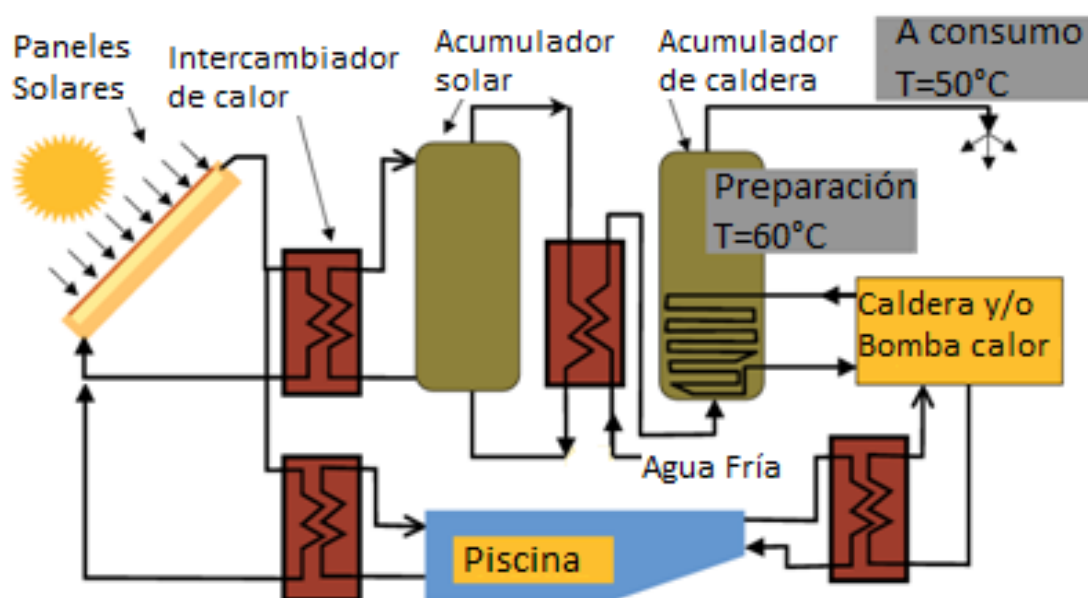


Ilustración 38. Esquema tipo de aplicación solar para ACS y Piscina.

Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid

CONEXIÓN AL RETORNO DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN CON ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

En sistemas de calefacción y, en general, en circuitos cerrados, la conexión del sistema solar ha de hacerse donde se encuentre la temperatura más baja del circuito. Normalmente, este punto es el retorno de la instalación. A continuación se muestra el esquema tipo, donde el retorno de calefacción se hace pasar por los tanques solares cuando los acumuladores solares están más calientes que el retorno y, de esta manera, se precalienta el retorno y se ahorra combustible en la caldera.

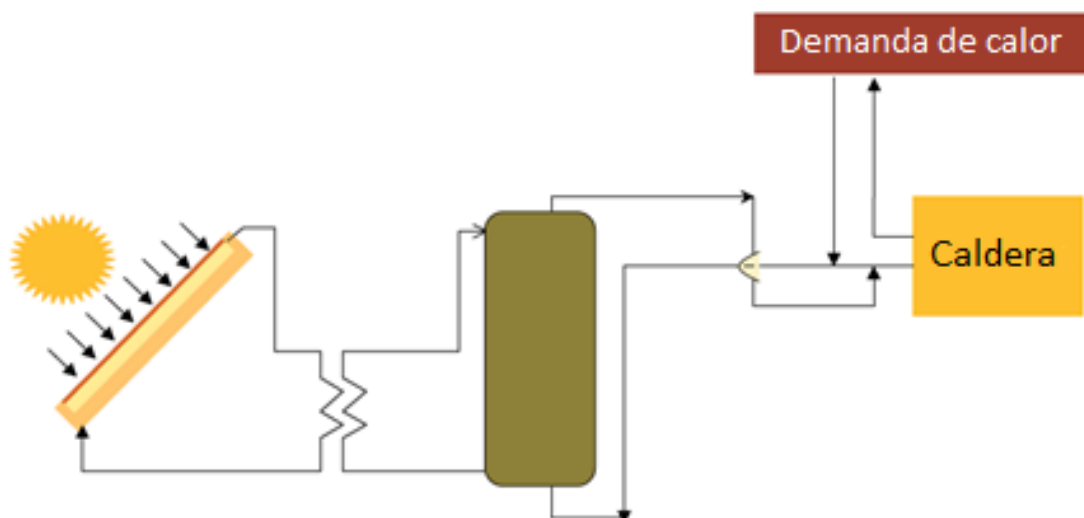


Ilustración 39. Esquema tipo de aplicación solar para Calefacción y ACS.
Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid

Si bien está bastante claro que el punto de conexión del sistema solar debe ser siempre el punto más frío de la instalación de calefacción, en ocasiones hay que hacer un análisis cuidadoso de la instalación para poder determinar cuál es este punto. En instalaciones clásicas, en las que existe un único colector de impulsión y otro de retorno, el punto de conexión del sistema solar será siempre entre el colector de retorno y la caldera. Para hacer la conexión, la solución más sencilla es colocar una válvula de tres vías diversora que, cuando el retorno esté más frío que los tanques solares, obligue al agua de retorno de la calefacción a circular por el acumulador solar, donde será precalentado con la energía acumulada para, a continuación, volver a entrar en la caldera.

En instalaciones de calefacción más complejas, decidir el punto exacto de conexión del sistema solar a calefacción puede ser menos inmediato. Por ejemplo, si existe un distribuidor menor formado por colector de impulsión y colector de retorno conectados a un colector corrido, el lugar más indicado para conectar la instalación solar no sería entre el colector corrido y el retorno de caldera, ya que este punto del retorno puede llegar a estar a una temperatura elevada. En este caso, habría que conectar el sistema solar entre el colector menor de retorno y el colector corrido.

Además del correcto conexionado de los dos sistemas de producción, otro elemento muy importante para un buen rendimiento de los sistemas de calefacción con energía solar es el elemento de distribución del calor. Los sistemas solares tendrán mejor rendimiento con aquellos sistemas que trabajan con temperaturas de retorno más bajas, suelo radiante, *fan-coils*, sistemas de radiadores dimensionados para temperatura de impulsión de 60°C o inferior, etc. En ese sentido, el trabajar con calderas que puedan trabajar con temperaturas de retorno más bajas (calderas de baja temperatura o condensación), siempre simplifica el funcionamiento de la instalación en su conjunto, aparte de, por supuesto, conseguir un ahorro energético global mucho mayor.

CONEXIÓN AL RETORNO EN SISTEMAS DE ABSORCIÓN CON ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Para la aplicación del sistema solar a la producción de frío, se utilizan máquinas de absorción con unas temperaturas de trabajo de 80-90 °C. Para suministrar energía a estas temperaturas a la máquina de absorción, se puede conectar el equipo al distribuidor de caldera como un consumidor más en la instalación. Conectando la máquina al distribuidor de calefacción, el apoyo del sistema solar se podrá aplicar tanto a la producción de frío como al apoyo de calefacción de forma sencilla y natural. La única diferencia entre la temporada de calefacción y la de refrigeración para el sistema solar, será la temperatura de retorno en cada época.

Este sistema de conexión de la máquina de absorción con el sistema solar, es especialmente aconsejable en instalaciones en el que el único generador de frío es la máquina de absorción.

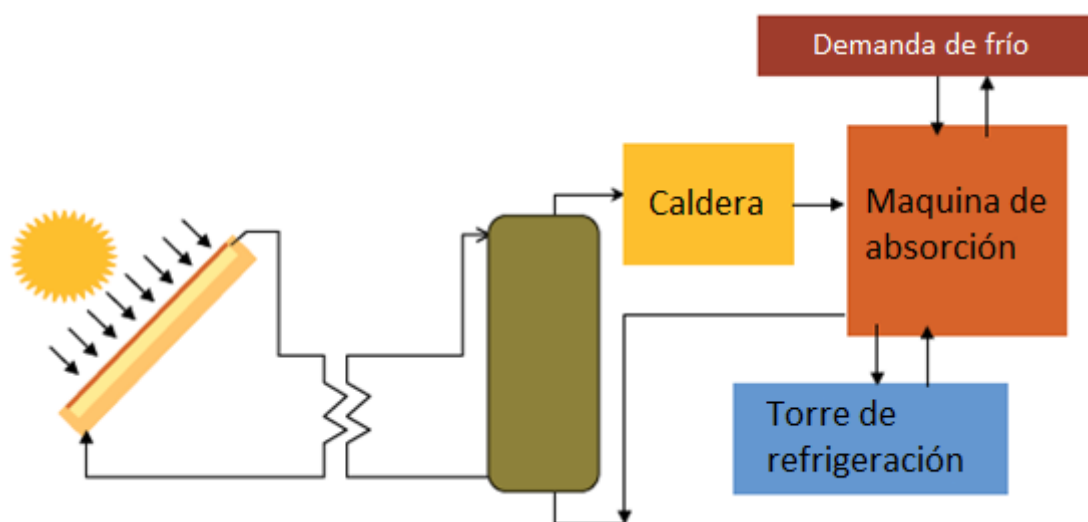


Ilustración 40. Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con sólo máquina de absorción.

Fuente: guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid

Teniendo en cuenta que las máquinas de absorción utilizables con energía solar presentan COP bajos, del orden de 0,65, y a pesar de las diferencias de coste entre el kWh térmico producido por gas o gasóleo para alimentar la máquina de absorción y el kWh eléctrico (de 2 a 3 veces más caro) para alimentar la bomba de calor, como el COP en frío de las bombas de calor suele ser superior a 3 y las inversiones iniciales suelen ser bastante inferiores, en la mayoría de locales se suelen elegir bombas de calor para cubrir las necesidades de frío. Desde ese punto de vista, cuando se decide realizar una instalación solar para climatización mediante máquina de absorción, los consumos suelen ser lo suficientemente altos para que, además de la máquina de absorción, se instalen bombas de calor (enfriadoras) para la producción de frío. En este caso, la producción de frío con energía solar se realiza mediante la conexión directa del sistema solar a una máquina de absorción que solamente trabaja con energía solar, ya que no es interesante, ni desde un punto de vista económico, ni medioambiental, el utilizar combustible en la máquina menos eficiente.

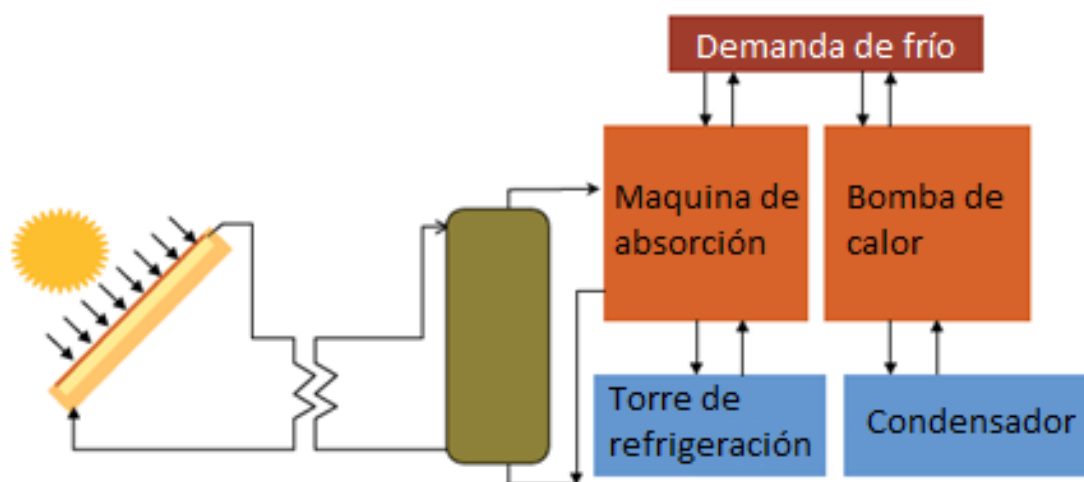


Ilustración 41. Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con máquina de absorción y apoyo de bomba de calor: modo frío.

Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas, comunidad de Madrid

Solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esto se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para su fabricación suele ser el silicio. Cuando la luz del Sol (fotones) incide en una de las caras de la célula genera una corriente eléctrica que se suele utilizar como fuente de energía.

La fabricación de estas células resulta un proceso realmente costoso, tanto económicamente como en tiempo. Aunque el material con el que están fabricadas (silicio) es muy abundante en la Tierra, su procesamiento es laborioso y complicado: se requieren procesos especiales para elaborar los lingotes de silicio, de los cuales se cortarán posteriormente las obleas (células), motivo por el cual resulta todavía un producto de costo elevado. El silicio reciclado a partir de la industria electrónica también sirve como materia prima para producir el silicio de grado solar. En la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento. Es importante que todas las células que componen un panel solar fotovoltaico tengan las mismas características, lo que significa que después de la fabricación de las mismas, hay que seguir un proceso de clasificación y selección.

Principales aplicaciones de la energía solar fotovoltaica

Una instalación solar fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar.

La energía solar fotovoltaica tiene multitud de aplicaciones, desde la aeroespacial hasta juguetes pasando por las calculadoras y la producción de energía a gran escala para el consumo en general o a pequeña escala para consumo en pequeñas viviendas. Principalmente se diferencian dos tipos de instalaciones: las de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución, y las aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo, ya sea una vivienda asilada, una estación repetidora de telecomunicación, bombeo de agua para riego, etc.

INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELÉCTRICA

La corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de producción de energía eléctrica.

El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos, el usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora. Este tipo de aplicaciones está creciendo gracias al precio primado de venta a la red del kWh, el precio de venta a la empresa eléctrica es, para el año 2006, de 0,440381 € por kWh para instalaciones de menos de 100 kW y de 0,229764 € por kWh para instalaciones mayores, siendo en cambio la compra de energía de unos 0,076588 € por kWh.

Además, otra ventaja es que las compañías eléctricas están obligadas a comprar la energía producida.

Las potencias más usuales son de 2,5 y 5 kW o múltiplos de 5 hasta 100 kW. Existen instalaciones mayores, pero tienen una prima inferior por lo que sólo las realizan empresas o centros de investigación, ya que se amortizan en periodos más largos.

Algunas de las aplicaciones de estos sistemas son las siguientes:

- Instalaciones en tejados, terrazas, etc. de viviendas que dispongan de conexión a la red de distribución eléctrica: Se aprovecha la superficie del tejado para colocar sistemas modulares de fácil instalación.
- Plantas de producción: Son aplicaciones de carácter industrial que pueden instalarse en zonas rurales no aprovechadas para otros usos (“huertas solares”, “cooperativas energéticas”) o sobrepuestas en grandes cubiertas de zonas urbanas (aparcamientos, zonas comerciales, etc.)

- Integración en edificios: Consiste en la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico, y que por tanto son generadores de energía (recubrimientos de fachadas, muros cortina, parasoles, pérgolas, etc.)

INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA

Estas instalaciones se emplean sobre todo en aquellos emplazamientos en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y resulta más económico instalar un sistema fotovoltaico que tender una línea entre la red y el punto de consumo.

La electricidad generada se destina a autoconsumo.

Las principales aplicaciones de los sistemas aislados son:

- Electrificación de viviendas y edificios, principalmente para iluminación y electrodomésticos de baja potencia
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias y ganaderas
- Bombeo y tratamiento de agua
- Antenas de telefonía aisladas de la red
- Señalización y comunicaciones

Esquemas básicos de instalaciones fotovoltaicas

INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED ELÉCTRICA

Tal y como indica el esquema los elementos que componen una instalación fotovoltaica conectada a red son los siguientes:



Ilustración 42. Esquema de Instalación Fotovoltaica conectada a la red.
Fuente: www.solarte.es

Generador Fotovoltaico

Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie, formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación, constituyen lo que se conoce como generador fotovoltaico.

El generador fotovoltaico es el elemento encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Esta electricidad se produce en corriente continua, y sus características dependen de la intensidad energética de la radiación solar y de la temperatura ambiente.



Ilustración 43. Célula fotovoltaica.
Fuente: www.wikipedia.org

Inversor

El inversor es el elemento que transforma la energía eléctrica (corriente continua) producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar.

Contadores

El generador fotovoltaico necesita dos contadores ubicados entre el inversor y la red, uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta a la red para su facturación, y otro para cuantificar el pequeño consumo (< 2 kWh/año) del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar, así como garantía para la compañía eléctrica de posibles consumos que el titular de la instalación pudiera hacer.

El consumo de electricidad del edificio se realizará desde la red, con su propio contador, siendo ésta una instalación independiente del sistema fotovoltaico.

INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA

La configuración básica de las instalaciones aisladas de la red eléctrica está compuesta por el generador fotovoltaico, un regulador de carga y una batería.

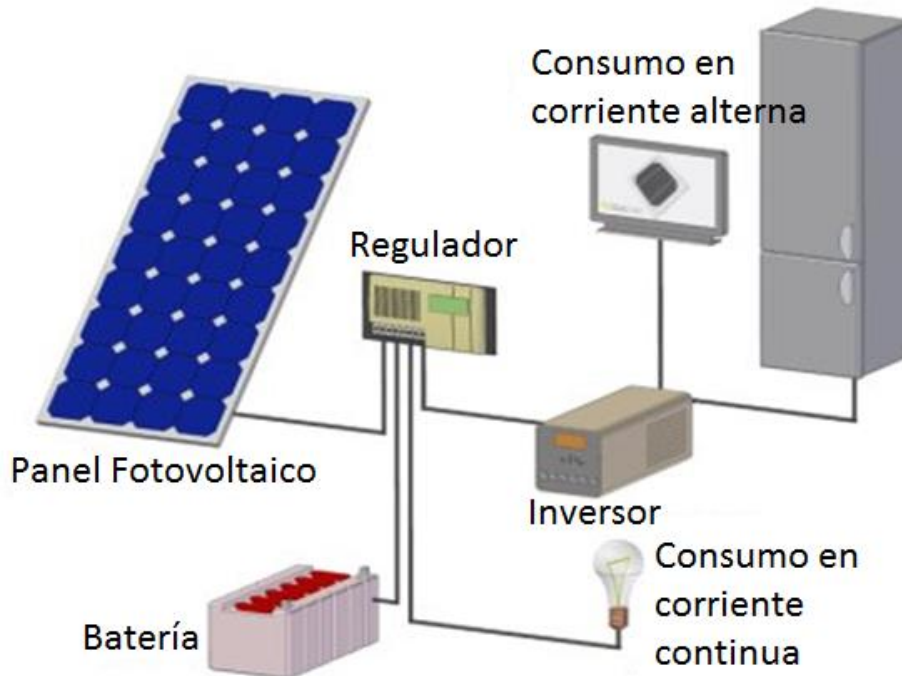


Ilustración 44. Esquema de Instalación Fotovoltaica Aislada.
Fuente: www.solinova.es

La batería es el elemento encargado de acumular la energía entregada por los paneles durante las horas de mayor radiación para su aprovechamiento durante las horas de baja o nula insolación. El regulador de carga controla la carga de la batería evitando que se produzcan sobrecargas o descargas excesivas que disminuyen su vida útil.

Con esta configuración el consumo se produce en corriente continua.

Otra configuración básica es el bombeo solar, compuesto por los paneles, un pequeño equipo y la bomba, en el que se bombea agua cuando hay sol, no necesitando baterías.

La configuración más utilizada en viviendas es la compuesta por el generador fotovoltaico, regulador de carga, baterías e inversor, este último para convertir la energía acumulada en las baterías en corriente alterna, que es la utilizada para la mayoría de las aplicaciones.

Para el cálculo de este tipo de instalaciones, los criterios de diseño son diferentes.

En las instalaciones conectadas a red, se intenta maximizar la producción anual, orientando al sur y con la inclinación más favorable. En cambio, para las instalaciones aisladas, el criterio debe ser para que produzca al máximo en el mes más desfavorable, diciembre, y así el resto del año tendrá como mínimo la energía calculada para el peor mes, cubriendo siempre las necesidades.

Geotermia

Geotermia es una palabra de origen griego, deriva de “*geos*” que quiere decir Tierra y de “*thermos*” que significa calor: el calor de la Tierra. Se emplea indistintamente para designar tanto a la ciencia que estudia los fenómenos térmicos internos del planeta como al conjunto de procesos industriales que intentan explotar ese calor para producir energía eléctrica y/o calor útil al ser humano.

El uso de sistemas geotérmicos de baja entalpía para el sector residencial y de servicios permite prescindir del gasóleo, gas natural o gases licuados derivados del petróleo (propano y butano), todas ellas energías caras y no renovables.

La demanda térmica de la energía consumida en el sector residencial y de servicios es relativamente baja, lo que permite utilizar agua geotérmica de baja entalpía y devolverla a baja temperatura, incrementando así el potencial geotérmico del recurso e induciendo a un ahorro de energía, que podrá aprovecharse para otras aplicaciones.

El sistema de climatización geotérmico funciona correctamente con cualquier instalación de calefacción actual, bien sea por radiadores, suelo radiante o aire.

En general, un esquema simplificado de un sistema de energía geotérmica aplicado a este sector consta de tres circuitos diferenciados:

- **Circuito primario:** formado por un equipo de bombeo y acondicionamiento de agua geotérmica situado en la boca del pozo de extracción, un intercambiador de placas y el sistema de reinyección.
- **Red de distribución:** formado por un sistema cerrado de tuberías, ida y retorno, para distribuir el agua caliente a los usuarios, un equipo de bombeo y una centralita de conexión con el particular.
- **Circuito de distribución privado:** desglosado en dos circuitos claramente diferenciados en función del nivel térmico de funcionamiento al que trabajan, uno en circuito abierto para el agua caliente sanitaria (ACS) y otro en circuito cerrado de calefacción.

La demanda de ACS en el sector doméstico es muy irregular, teniendo en cuenta una sola vivienda, pero a medida que se añaden más viviendas al sistema, la curva de demanda se suaviza progresivamente.

Calefacción de Distrito, “*District Heating*”

El aprovechamiento directo de los recursos geotermales permite diseñar un sistema de calefacción centralizado, más comúnmente conocido como “*district heating*”. El sistema satisface la demanda de calor de un conjunto de usuarios, distribuidos dentro de una zona extensa, del tamaño de un barrio, distrito o incluso una ciudad entera. Inicialmente solo se satisfacía la demanda de calefacción pero posteriormente se amplió al suministro de refrigeración.

A finales del siglo XIX, comenzaron a funcionar pequeñas instalaciones que atendían las necesidades de áreas muy limitadas, como zonas industriales o comerciales. Su aplicación comienza a aumentar a partir de los años 30 en Estados Unidos y en Europa, aunque su gran expansión se produce en los años sesenta.

En general, los sistemas de calefacción por distrito pueden ser abiertos o cerrados. El sistema cerrado constará de un circuito de calefacción con tubería de impulsión y una tubería de retorno, mientras que el circuito que distribuye ACS es un sistema abierto, porque una vez utilizado el fluido calor-portante lo vierte al sumidero. La mayoría de este tipo de instalaciones son sistemas cerrados.

Existen proyectos en los que el agua geotérmica es conducida bajo las carreteras y caminos vecinales, para mantenerlos libres de agua helada o incluso para dispersar la neblina de los aeropuertos.

Bomba de calor (GHP)

En países con niveles altos de radiación solar, como es el caso de España, la temperatura del suelo a profundidades de más de 5 metros es relativamente alta (alrededor de 15 grados). A esas profundidades, los materiales geológicos permanecen a una temperatura estable, in-dependientemente de la estación del año o de las condiciones meteorológicas. Esta estabilidad geotérmica es la que permite que en verano el subsuelo esté considerablemente más fresco que el ambiente exterior.

Mediante un sistema de captación adecuado y una bomba de calor geotérmica se puede transferir calor de esta fuente de 15°C a otra de 50°C, y utilizar esta última para la calefacción doméstica y la obtención de agua caliente. Del mismo modo que en invierno la bomba geotérmica saca el calor de la Tierra, en verano se extrae mediante el mismo sistema de captación, transfiriéndolo al subsuelo y refrigerando así el edificio. En el caso de contar con piscina se puede aprovechar el calor sobrante para calentar el agua y alargar así el periodo de su uso.

Una instalación de este tipo puede proporcionar a una vivienda con jardín una climatización integral de la casa y el suministro de agua caliente sanitaria. La obra necesaria para colocar este sistema consiste en realizar una serie de excavaciones verticales u horizontales en el jardín para intercambiar energía con el suelo. En ellas se introducen tubos por los que se hace circular un líquido que absorbe o cede calor desde

la bomba de intercambio geotérmico. Para no deteriorar el jardín se utiliza maquinaria de excavaciones de poca profundidad y los conductos se cubren con la misma tierra del jardín, a los que se les pone una tapa de referencia, oculta con el césped. Dentro de la casa el sistema de climatización se completa con una bomba de intercambio geotérmico, un acumulador y un inversor de ciclo, que se pueden ubicar en el garaje de la casa.

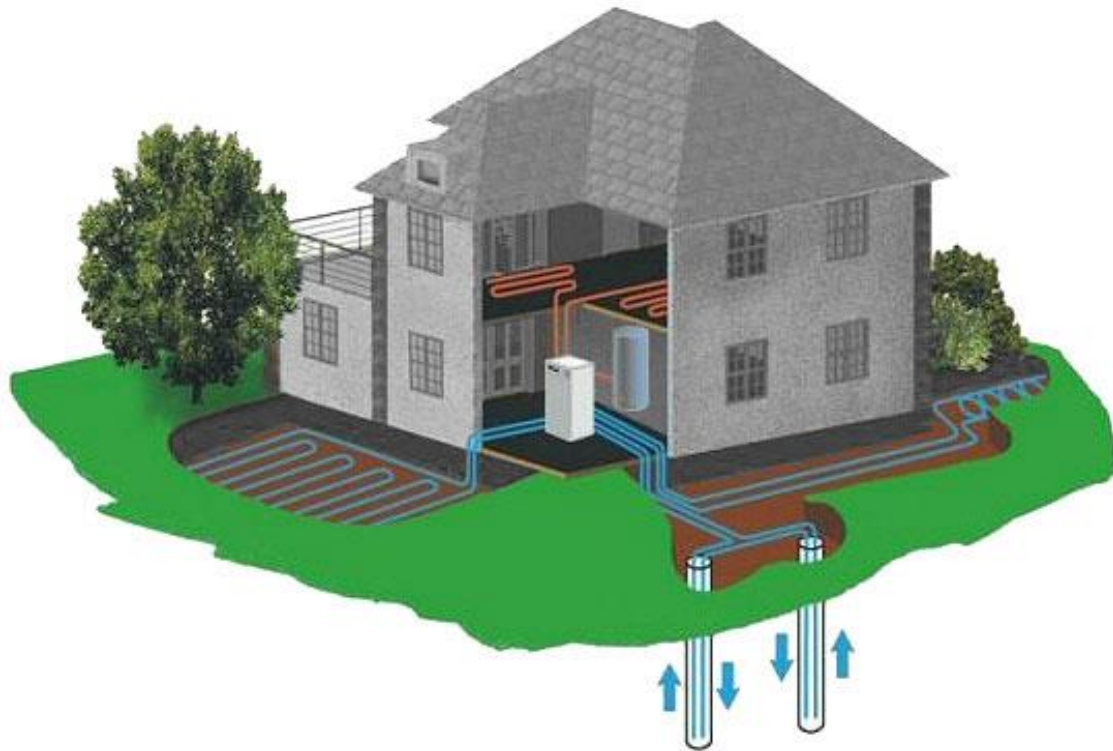


Ilustración 45. Ejemplo de instalación de geotermia en vivienda unifamiliar.
Fuente: www.menheringenieria.com

Las instalaciones pueden variar según las condiciones de espacio y características del terreno:

- **La instalación horizontal** se realiza cuando disponemos de espacio suficiente, entonces las conducciones se disponen en zanjas, con una longitud variable entre 30 y 120 metros.
- **La instalación en vertical** es la elección más adecuada cuando disponemos de espacio limitado. Es necesario utilizar equipos de perforación para realizar pozos de pequeño diámetro con profundidades comprendidas entre 25 y 100 metros.
- **La instalación en circuito abierto** utiliza la energía del agua subterránea, siendo en condiciones ideales la instalación más económica.
- **La instalación subacuática** permite reducir los costes de perforación cuando existe un estanque en las cercanías y la instalación consiste en colocar las conducciones en el fondo del estanque.

La refrigeración es otra opción viable mediante la adaptación de equipos de absorción. Para ello la bomba geotérmica funciona de forma inversa a cuando proporciona calefacción, de forma que enfría la casa extrayendo el calor del ambiente y lo transfiere al subsuelo. El ciclo de absorción es un proceso que utiliza el calor procedente de los fluidos geotermales como fuente de energía para la producción de frío. Las máquinas de absorción se basan en la condensación y evaporación de una solución concentrada a partir de un evaporador y un condensador que expande el refrigerante para producir frío.

Pilotes energéticos (cimentaciones activas)

Otra aplicación de uso directo de la energía geotérmica, que se ha comenzado a experimentar en Alemania en el campo de la construcción, es la utilización de pilotes base o también llamados pilotes energéticos. Estos pilotes tienen un doble propósito, por un lado, como principal objetivo, la transmisión de cargas a la base del suelo y, por otro, trabajar como elementos intercambiadores de energía para calefacción y refrigeración del edificio a construir. Para realizar este intercambio energético, los tubos de plástico son anclados a la armadura por el interior de los pilotes y se distribuyen a lo largo de todo el pilote en forma de bucle.

La colocación de los tubos intercambiadores geotérmicos también se puede realizar en el resto de elementos estructurales convencionales de cimentación y sostenimiento, como: muros pantalla, muros de sótano, losas, revestimiento de túneles, etc. Todos estos elementos formarían el circuito primario de un sistema energético de aprovechamiento geotérmico. Este tipo de estructuras se denominan “cimentaciones activas”.

Se trata de una solución técnica y económica muy interesante e innovadora, ya que se conjuga la ejecución del intercambio geotérmico con la construcción de las cimentaciones del edificio, evitando tener que realizar a

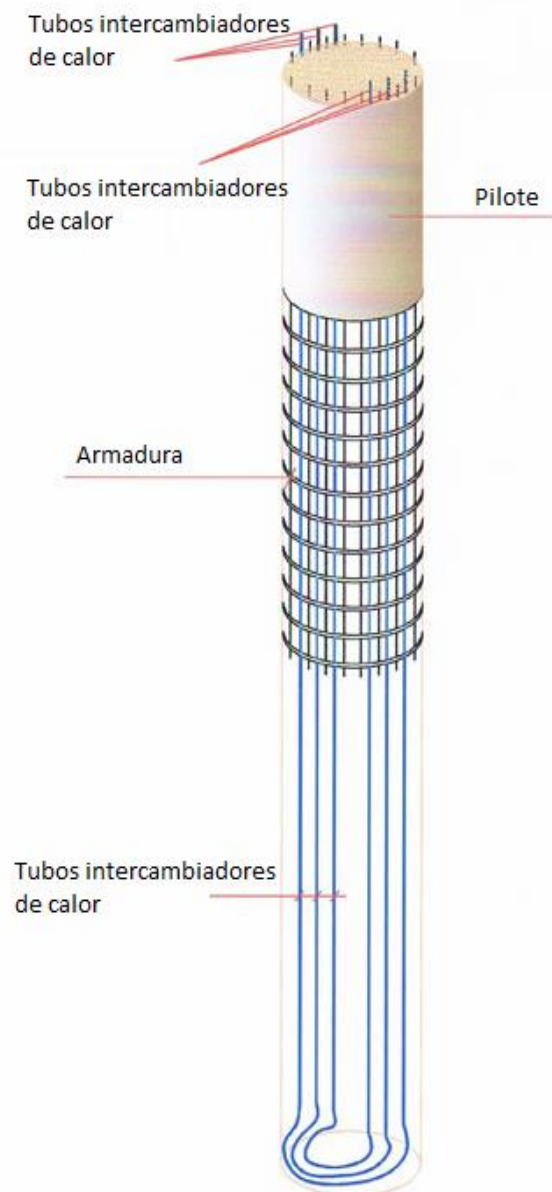


Ilustración 46. Esquema de pilote energético.
Fuente: www.menheringenieria.com

posteriori los pozos de perforación para la instalación geotérmica, con el consiguiente ahorro económico.

Biomasa

La biomasa es una fuente de energía procedente de manera indirecta del sol y puede ser considerada una energía renovable siempre que se sigan unos parámetros medioambientales adecuados en su uso y explotación.

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua, productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. La biomasa mediante estos procesos almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal.



Ilustración 47. Proceso de generación de la biomasa.

Dependiendo de si los materiales orgánicos resultantes han sido obtenidos a partir de la fotosíntesis o bien son resultado de la cadena biológica se pueden distinguir dos tipos de biomasa:

- **Biomasa vegetal:** Resultado directo de la actividad fotosintética de los vegetales.
- **Biomasa animal:** Se obtiene a través de la cadena biológica de los seres vivos que se alimentan de la biomasa vegetal.

La biomasa vegetal y animal producida no es utilizada por el hombre en su totalidad lo que conlleva la generación de residuos sobrantes de la misma. También se expulsa a la naturaleza gran parte de la biomasa utilizada. El conjunto de los residuos orgánicos de producción o consumo de la biomasa reciben el nombre de “biomasa residual”, también aprovechada en la obtención de energía. Estos residuos de biomasa fosilizados a lo largo del tiempo constituyen la “biomasa fósil”, concepto que engloba

a los denominados combustibles fósiles que actualmente conocemos, carbón, petróleo, gas natural, etc.

Por tanto, la biomasa energética puede definirse como materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial y los residuos generados en su producción y consumo.

En España la biomasa es un recurso abundante, existiendo empresas suministradoras de la misma repartidas por todo el territorio nacional con niveles de exportación elevados en algunos tipos como el hueso de oliva.



Ilustración 48. Biocombustible.
Hueso de oliva.

Aplicación directa de la biomasa: Residuos y cultivos energéticos

Es la forma de uso tradicional de la biomasa en la que se obtiene energía mediante combustión directa, es decir, la biomasa se utiliza como combustible.

Podemos utilizar dos tipos de fuentes de biomasa:

- Los residuos
- Los cultivos energéticos

RESIDUOS

La biomasa residual conformada por residuos de carácter orgánico dispone de un gran potencial para la generación de energía. Se puede producir de manera espontánea en la naturaleza o como consecuencia de la actividad del hombre, agrícola, forestal e industrial.

Los residuos pueden ser clasificados en función del sector que los genera en los siguientes tipos:

1. Residuos agrarios

Son el resultado de la actividad agraria humana y según su origen se denominan:

- Residuos agrícolas: Son restos y sobrantes de cultivos como por ejemplo la paja de los cereales, poda de árboles y viñedos, etc.
- Residuos forestales: Son los residuos generados en la limpieza de las explotaciones forestales como leña, ramaje, etc. además de restos de madera de montes y bosques.
- Residuos ganaderos: Se refieren principalmente a excrementos de animales en explotación ganadera.

2. Residuos industriales

Son aquellos residuos derivados de la producción industrial con posibilidades de generación de biomasa energética residual, como la industria de manufacturación maderera o agroalimentaria.

3. Residuos urbanos

Son residuos de carácter orgánico producidos diariamente y en grandes cantidades en los núcleos urbanos de población pudiéndose distinguir dos formas de los mismos:

- Residuos sólidos urbanos: Materiales biodegradables sobrantes del ciclo de consumo humano.
- Aguas residuales urbanas: Elementos líquidos procedentes de la actividad humana, cuya parte sólida contiene una cantidad relevante de biomasa residual aunque existen algunas dificultades en la depuración del material sobrante.

CULTIVOS ENERGÉTICOS

Los cultivos energéticos son plantas cultivadas con el objetivo de ser aprovechadas como biomasa transformable en combustible. Es una faceta agrícola todavía en experimentación y por ello existen a día de hoy numerosos interrogantes sobre su viabilidad económica y los impactos de carácter medioambiental y social que puede producir. Existen diversos tipos de cultivos que pueden ser utilizados con fines energéticos y que pueden ser clasificados en los siguientes grupos:

- **Cultivos tradicionales:** Originalmente destinados a fines alimentarios con necesidad de condiciones climatológicas favorables y terrenos fértiles lo que hace que sólo se consideren viables como fuentes energéticas en el uso de excedentes de su producción. Es el caso de la caña de azúcar, los cereales, etc.
- **Cultivos poco frecuentes:** Algunas especies silvestres con posibilidad de ser cultivadas en condiciones desfavorables, en terrenos no fértiles y con fines no alimentarios, como el cardo, los helechos, etc.
- **Cultivos acuáticos:** Todavía en fase experimental aunque con un gran potencial de superficie productiva.
- **Cultivos de plantas productoras de combustibles líquidos:** Plantas que generan determinadas sustancias que con tratamientos sencillos pueden ser transformadas en combustibles. Ejemplo de ella pueden ser las palmeras, jojoba, etc.

Procesos de transformación de biomasa en energía

Cada uno de los diferentes tipos de biomasa requiere diferentes técnicas de transformación pudiendo dividirse en dos grupos:

1. Métodos termoquímicos

El calor es la fuente de transformación principal y son los métodos utilizados en la transformación de la biomasa seca (principalmente paja y madera). Se basan en la aplicación de elevadas temperaturas y se pueden distinguir dos tipos de procesos según la cantidad de oxígeno aportada en los mismos:

- **Combustión:** Aplicación de elevadas temperaturas con exceso de oxígeno. La combustión directa u oxidación completa de la biomasa al mezclarse con el oxígeno del aire liberando en el proceso dióxido de carbono, agua, cenizas y calor. Este último es utilizado para la el calentamiento doméstico o industrial o para producción de electricidad.

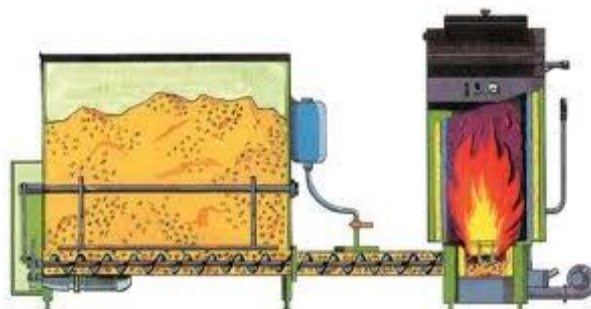


Ilustración 49. Caldera de biomasa para el calentamiento doméstico.

- **Gasificación / Pirolisis:** Aplicación de elevadas temperaturas con cantidades limitadas o nulas de oxígeno, que no permiten la combustión completa, liberando en el proceso monóxido y dióxido de carbono, hidrógeno y metano. El resultado es la obtención de gases, líquidos o sólidos (p.e. carbón vegetal) con contenido carbónico que pueden ser utilizados como energía útil.

2. Métodos biológicos o bioquímicos

Diversos tipos de microorganismos contribuyen al proceso de degradación de las moléculas de materia de biomasa húmeda en compuestos simples de gran contenido energético por medio de dos tipos de técnicas:

- **Fermentación alcohólica:** Proceso que consiste en la transformación del carbono acumulado en las plantas, como consecuencia de la energía solar, en alcohol por medio de fermentación en diferentes fases según el tipo de biomasa. La fase de coste energético más elevado es la de destilación que contribuye a que el balance energético de la técnica puede no cumplir los parámetros renovables. Los productos obtenidos son biocarburantes como el bioetanol o el biodiesel, utilizados como combustibles alternativos a los fósiles.
- **Fermentación metánica o digestión anaerobia:** Proceso de fermentación microbiana con ausencia de oxígeno del que generando gases como el metano y el dióxido de carbono. Se utiliza principalmente para la fermentación de la biomasa húmeda del tipo de residuos ganaderos o aguas residuales urbanas, siendo el producto combustible final obtenido el biogás.

Los combustibles obtenidos mediante los procesos de transformación antes citados presentan las siguientes ventajas medioambientales respecto a los combustibles convencionales:

- El contenido en azufre de los gases de su combustión es escaso.
- No liberan partículas en su combustión
- La producción de cenizas es reducida.
- Contribuyen a la conservación del ciclo del CO₂.

Biomasa en la edificación

Las calderas de biomasa son equipos compactos diseñados específicamente para su uso, ya sea doméstico en viviendas unifamiliares, edificios de viviendas o comerciales, existiendo también modelos para instalaciones industriales. Todas ellas presentan sistemas automáticos de encendido y regulación e, incluso algunas, de retirada de cenizas, que facilitan el manejo al usuario. Para aplicaciones de calefacción doméstica o comercial, estos equipos son de potencia baja a media, hasta 150-200 kW. Este tipo de sistemas alcanzan rendimientos entre el 85 y 92%, valores similares a los de las calderas de gasóleo o de gas.

Un caso concreto, cada vez más extendido, son las calderas de pelets. Debido a las características de este combustible: poder calorífico, compactación, etc, las calderas diseñadas para pelets son muy eficientes y más compactas que el resto de calderas de biomasa.

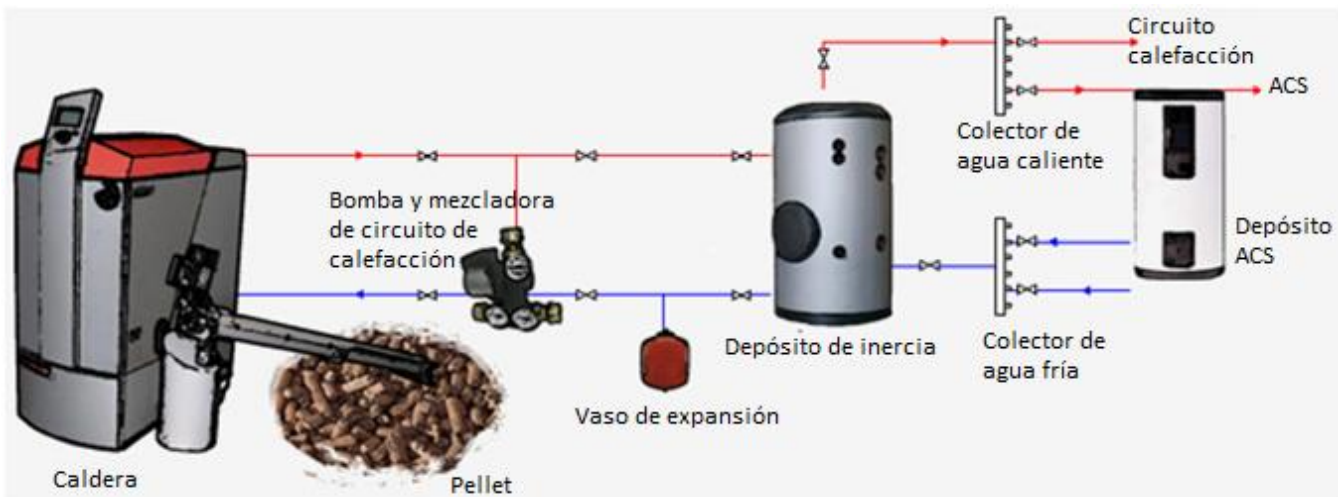


Ilustración 50. Esquema de instalación de una caldera de biomasa.

Para la elección de una caldera de este tipo se debe tener en cuenta una serie de características:

- Fiabilidad del sistema.
- Rendimiento de la combustión de la caldera. Cuanto más alto sea éste, el consumo será menor y mejorará la eficiencia.
- Bajas emisiones de CO (por debajo de 200 mg/m³) y bajas emisiones de polvo (por debajo de 150 mg/m³).
- Cumplimiento de la normativa de emisiones de gases y partículas.
- Sistema de regulación y control sencillo para el usuario.
- Automatización del sistema de limpieza o mínima necesidad de limpieza.
- Posibilidad de telecontrol de la operación de la caldera por el suministrador de la misma o por el usuario.
- Fácil mantenimiento y operatividad de la caldera.
- Buenos servicios técnicos.
- Garantía de suministro de combustible.

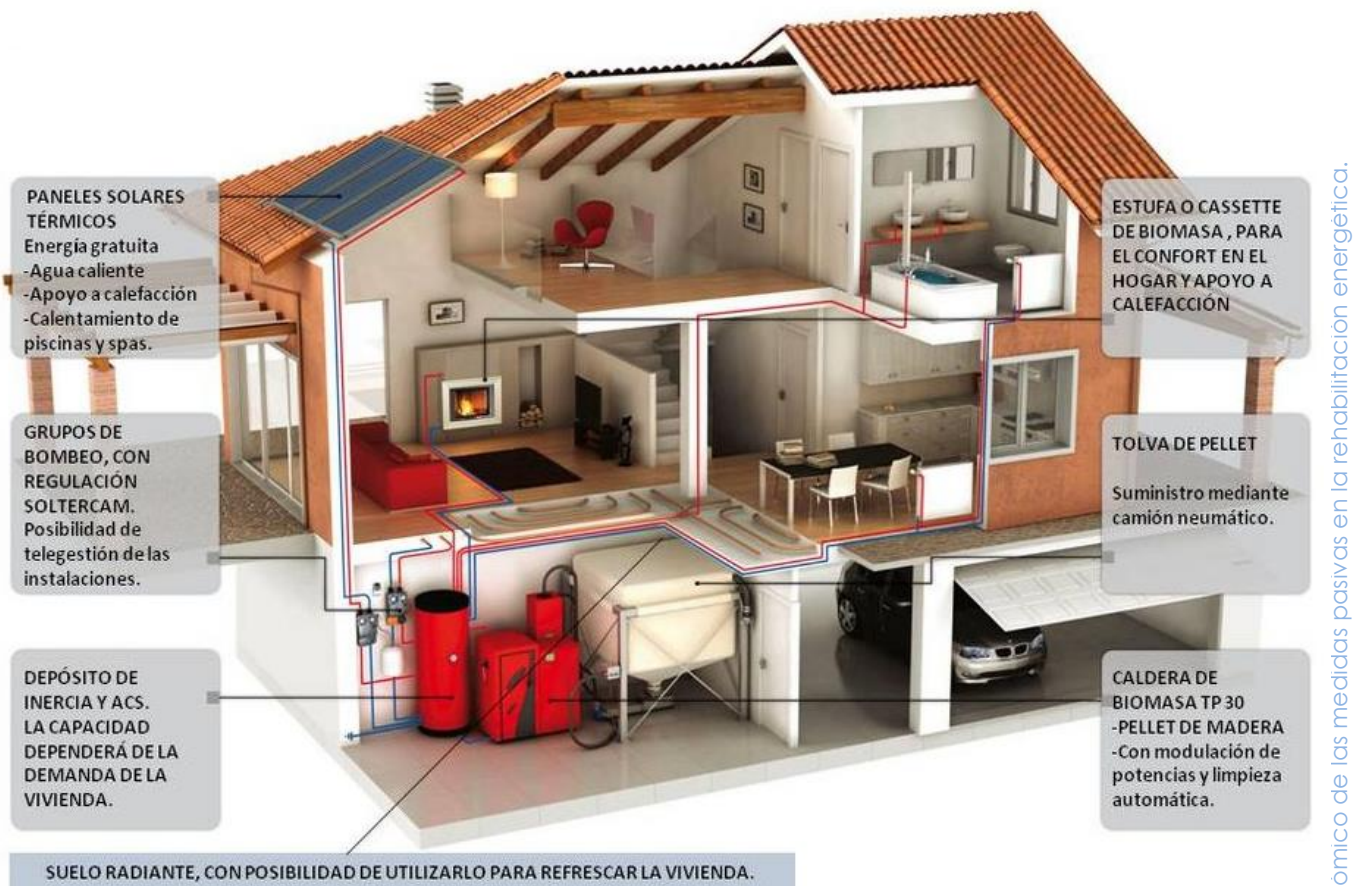


Ilustración 51. Instalación de caldera de biomasa en vivienda unifamiliar.

Un sistema de climatización con biomasa consta de una serie de equipos o sistemas principales:

- Almacén de combustible: silo, tolva.
- Sistema de alimentación: tornillo sinfín, neumático o gravedad.
- Caldera: cámara de combustión, zona de intercambio, cenicero y caja de humos.
- Chimenea: similar a la de un sistema convencional, aunque de un diámetro ligeramente mayor, debido a que el volumen de humos es mayor porque la humedad de la biomasa al arder se convierte en vapor de agua.
- Sistema de distribución de calor: igual que un sistema convencional.
- Sistema de regulación y control: igual que un sistema convencional en cuanto a la interfaz del usuario.
- De forma complementaria, la caldera se puede conectar a un sistema de producción de frío por absorción, que alimente al sistema de refrigeración (aire acondicionado).

La climatización con biomasa es técnicamente posible empleando sistemas y equipos de refrigeración por absorción que están en el mercado, que están homologados y que están demostrando su eficiencia y fiabilidad, con costes operativos competitivos.

Un sistema de refrigeración por absorción difiere de un sistema de compresión eléctrica en que la energía que acciona el generador de frío es calor, en forma de agua caliente, producida en una caldera de biomasa. El ciclo de absorción se basa en las propiedades de las disoluciones acuosas de ciertas sales como bromuro o cloruro de litio, que son inocuas.

La máquina de absorción enfría el agua que circula por el circuito de distribución de frío hacia los fancoils, los climatizadores o el sistema emisor elegido utilizando para ello refrigerantes no tóxicos ni peligrosos en caso de fuga.

El empleo del sistema de absorción, como alternativa a grupos enfriadores accionados por electricidad, aumenta el número de horas anuales de uso de la caldera de biomasa, mejorando su rentabilidad. Por otro lado, utiliza pelets u otros combustibles en épocas de calor, cuando éstos son más baratos al haber menor demanda.



Ilustración 52. Máquina de absorción.

Eólica

La energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

El término *eólico* viene del latín *Aeolicus*, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. A finales de 2007, la capacidad mundial de los generadores eólicos fue de 94,1 gigavatios. En 2009 la eólica generó alrededor del 2% del consumo de electricidad mundial, cifra equivalente a la demanda total de electricidad en Italia, la séptima economía mayor mundial. En España la energía eólica produjo un 11% del consumo eléctrico en 2008, y un 13,8% en 2009. En la madrugada del domingo 8 de noviembre de 2009, más del 50% de la electricidad producida en España la generaron los molinos de viento, y se batió el récord total de producción, con 11.546 megavatios eólicos.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia.

La energía eólica en la edificación, energía mini-eólica

La mini-eólica es la energía producida por pequeños aerogeneradores que se conectan a las redes de baja tensión, con capacidad de producir un máximo de 100 kilovatios eléctricos, lo que la convierte en una fuente de producción energética renovable especialmente indicada para entornos urbanos, donde existe un gran número de superficies (cubiertas y tejados) susceptibles de albergar estos aparatos.



Ilustración 53. Aerogeneradores eólicos.

La energía mini eólica puede ser aplicada en diversos ámbitos, como el doméstico y pequeñas instalaciones agropecuarias e industriales. Los aerogeneradores aprovechan la fuerza del viento para generar electricidad y están equipados con un mecanismo que permite un giro de 360° para orientar las aspas en la dirección del viento para que el aprovechamiento del mismo sea óptimo.

La energía capaz de generar un solo aerogenerador a partir del viento es proporcional al cubo de la velocidad del mismo. Es decir, si la velocidad del viento se duplicara en un momento determinado, se generaría ocho veces más energía. Por eso es fundamental instalar el aerogenerador en un lugar libre de obstáculos y donde el viento sople con la mayor velocidad y constancia posibles.



Ilustración 54. Partes de un aerogenerador para energía mini-eólica.

El principio para generar energía a partir del viento es igual al que se emplea en los parques eólicos con los grandes generadores que conocemos. La diferencia radica fundamentalmente en el tamaño, los micro aerogeneradores domésticos pueden alcanzar unos 20 metros de altura y producir entre 1 y 3 kW, mientras que los aerogeneradores grandes llegan a medir 120 metros y producir 2000 kW.

Las instalaciones pequeñas aparte del aerogenerador, que ira adecuado a las necesidades energéticas de la edificación, tienen otros componentes necesarios:

- **El alternador:** es un dispositivo que transforma la energía mecánica que produce el movimiento de las aspas por el viento en energía eléctrica. Está situado en el cuerpo del aerogenerador.
- **El regulador:** está diseñado para controlar la generación de corriente eléctrica, previendo la sobrecarga y la descarga completa de las baterías.
- **Las baterías:** almacenan la energía generada por el aerogenerador para su posterior uso. Esto permite usar la energía aunque no se esté produciendo en ese mismo momento.
- **El inversor:** es un sistema que transforma la energía almacenada como corriente continua en corriente alterna de 220V, apta para el uso doméstico.

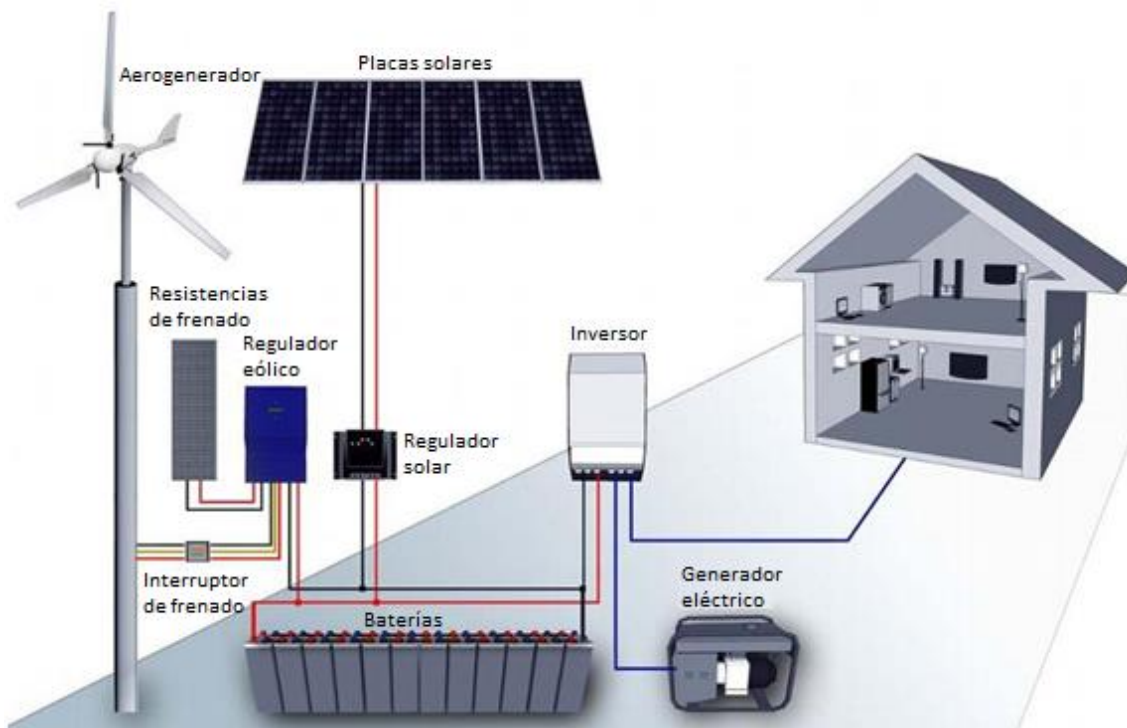


Ilustración 55. Esquema de instalación de energía eólica en edificación.

Un solo aerogenerador es capaz de suministrar energía a una vivienda unifamiliar, pero este tipo de sistemas se vuelven mucho más efectivos complementándolos con una instalación de energía fotovoltaica, garantizando una producción estable de energía durante todo el año.

Cogeneración

Es la tecnología que mejor explica el concepto de la alta eficiencia en la producción de electricidad. Está basada en utilizar en el propio centro de producción o en usuarios próximos, el calor que inevitablemente se produce al convertir la energía de un combustible en electricidad.

Mientras las grandes centrales térmicas de las empresas persiguen únicamente generación de electricidad y disipan el calor generado al ambiente, las plantas de cogeneración, al aprovechar este calor, obtienen una eficiencia global muy superior.

La cogeneración, además de ser una solución de producción de electricidad eficiente en sí misma, evita pérdidas al sistema eléctrico, al tratarse de generación distribuida que produce electricidad y calor en las proximidades de su uso, evitando producciones eléctricas por centrales más ineficientes y pérdidas de transmisión a través de las redes de transporte y distribución del sistema.

El modelo centralizado de generación eléctrica, además de las inversiones en grandes centrales, requiere redes de transporte y distribución que provocan una disminución de la eficiencia final en bornes de usuario. Casi el 10% de la electricidad producida por el sistema centralizado se pierde en su transporte y distribución.



Ilustración 56. Planta de cogeneración de pila de combustible.
Fuente: www.directindustry.es

La cogeneración de calor y electricidad, al producirse en las instalaciones del usuario o en zonas de concentración del consumo, evita gran parte de las pérdidas de transmisión. Es una alternativa de futuro a la construcción de nuevas centrales eléctricas ya que su garantía de suministro, al estar constituida por un gran número de pequeñas plantas distribuidas por todo el territorio, permite evitar centrales del régimen ordinario.

El concepto de trigeneración combina la generación de electricidad con sistemas de climatización, y permite alargar el período de operación al no ser coincidentes las demandas de frío y calor. La conversión del calor en frío a través de máquinas de absorción, es una buena solución para la cogeneración en el sector terciario. Especialmente en el área Mediterránea, en la que la demanda de frío es importante, la trigeneración tiene también aplicaciones en las industrias que requieren energía frigorífica, como en la producción y conservación de alimentos.

La cogeneración en la edificación. Microcogeneración.

La microcogeneración es el término empleado para denominar la cogeneración hasta 50 kW. El concepto se extiende habitualmente hasta la cogeneración de pequeña escala, que extiende dicha potencia hasta 1 MW.

La microgeneración, con microturbinas de gas o micromotores de combustión, son aplicaciones que se han implantado con éxito en instalaciones del sector terciario tan diversas como son las correspondientes a hospitales, hoteles y oficinas. Ello se debe a que las microgeneradores cubren unas gamas de potencia adecuadas para poder

actuar como cogeneraciones a escala reducida, que se adaptan bien a las necesidades de este tipo de establecimientos, aportándoles rendimientos competitivos y prestaciones energéticamente atractivas frente a los sistemas convencionales.

Según el Código Técnico de Edificación, la exigencia de contribución solar mínima en el aporte energético de agua caliente sanitaria de toda nueva vivienda puede ser sustituida por otros sistemas que usen fuentes renovables o procesos de cogeneración. De este modo, en cada situación las características energéticas, físicas y operativas determinará la viabilidad de la instalación de equipos de microgeneración ó de sistemas de captación solar.

La solución basada en la generación de las necesidades de calor mediante sistemas de microgeneración para la generación de ACS, calefacción y frío, reporta ventajas respecto a la generación de esta demanda mediante sistemas convencionales (calderas) y en muchos casos en los basados en colectores solares térmicos exclusivamente:

- **Disponibilidad:** La planta de microgeneración no depende de la climatología y garantiza el suministro energético para ACS y calefacción e incluso el eléctrico en los equipos que pueden funcionar como generadores de emergencia.
- **Liberación de espacio** en comparación con la solar térmica y los sistemas convencionales: La planta de microgeneración ocupa unas dimensiones reducidas, y no necesita invadir espacios arquitectónicamente visibles como fachadas y tejados, ya que se pueden ubicar bajo techo. La cogeneración al ser un sistema centralizado libera espacios de alto valor (interior de viviendas), ocupados por los sistemas convencionales.
- **Generación distribuida de electricidad:** La energía, tanto térmica como eléctrica, se genera junto al lugar de consumo por lo que no hay pérdidas en el transporte, distribución ni en transformación.
- **Ahorro:** El aprovechamiento del calor y la generación de electricidad de manera eficiente reportan un ahorro de energía primaria. Esto implica un ahorro en emisiones de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero.

Microgeneración en una vivienda

La microgeneración utiliza el combustible para mover un motor o turbina que genera electricidad. Esta electricidad puede ser utilizada para alimentar los aparatos eléctricos de la vivienda o para venderla a la compañía suministradora.

El calor producido por el microgenerador se almacena en un depósito en forma de agua caliente que asegura el suministro continuo para la vivienda. Una vez utilizada, el agua caliente regresa al microgenerador, donde se calentará de nuevo y se almacenara en el depósito.

La caldera convencional actúa como apoyo y entra en funcionamiento para cubrir los picos de demanda de agua caliente en la vivienda.

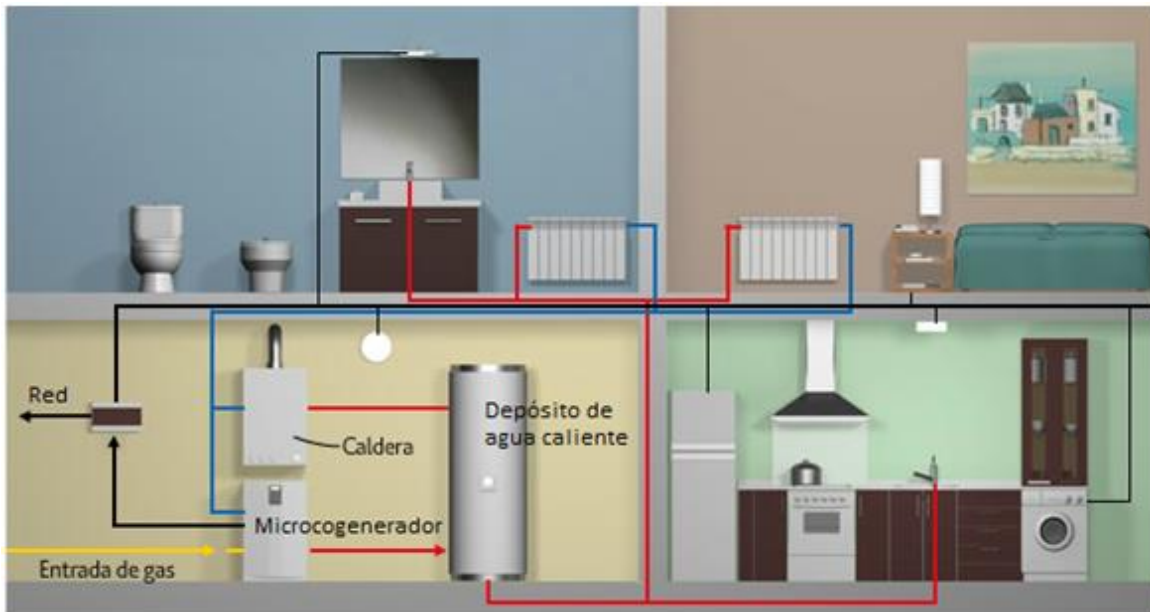


Ilustración 57. Esquema básico de utilización de la microcogeneración.
Fuente: Infografía de www.consumer.es

Los sistemas de generación

Los micromotores alternativos de combustión interna son bien conocidos por todos ya que sus aplicaciones en nuestras actividades diarias son muchísimas. Desde los pequeños generadores que vemos en los puestos de venta ambulante hasta los motores que incorporan todos los vehículos, hay un abanico de potencias en el que se incluirían los micromotores para cogeneración.

La diferencia de estos motores es principalmente su rango de trabajo ya que están diseñados para funcionar un elevado número de horas en continuo con la máxima eficiencia por lo que se trata de buscar el régimen de funcionamiento que maximice el rendimiento eléctrico.

Los motores disipan calor a través de los circuitos de agua de refrigeración y de los gases de escape. En los micromotores, se recuperan ambas fuentes de calor para finalmente dar toda la energía en forma de agua caliente que pueda ser usada para climatización.

Las microturbinas de gas son máquinas de combustión basadas en el mismo principio que las turbinas convencionales pero simplificando los elementos mecánicos.

El modo de funcionamiento de la microturbina no difiere mucho del de una turbina convencional. La diferencia principal se encuentra en el hecho de tener un ciclo de regeneración para mejorar el rendimiento eléctrico y a la ausencia de reductor para conectarse al alternador. Así, las microturbinas generan energía alterna a frecuencia

variable que es convertida a corriente continua y, mediante un inversor parecido al que incorporan los sistemas fotovoltaicos, se convierte a corriente alterna trifásica 400 V y 50 Hz que exigen las aplicaciones en baja tensión. Finalmente los gases de escape tienen una temperatura de 300 °C aproximadamente que permite una recuperación térmica útil para la producción de ACS, calefacción y frío.

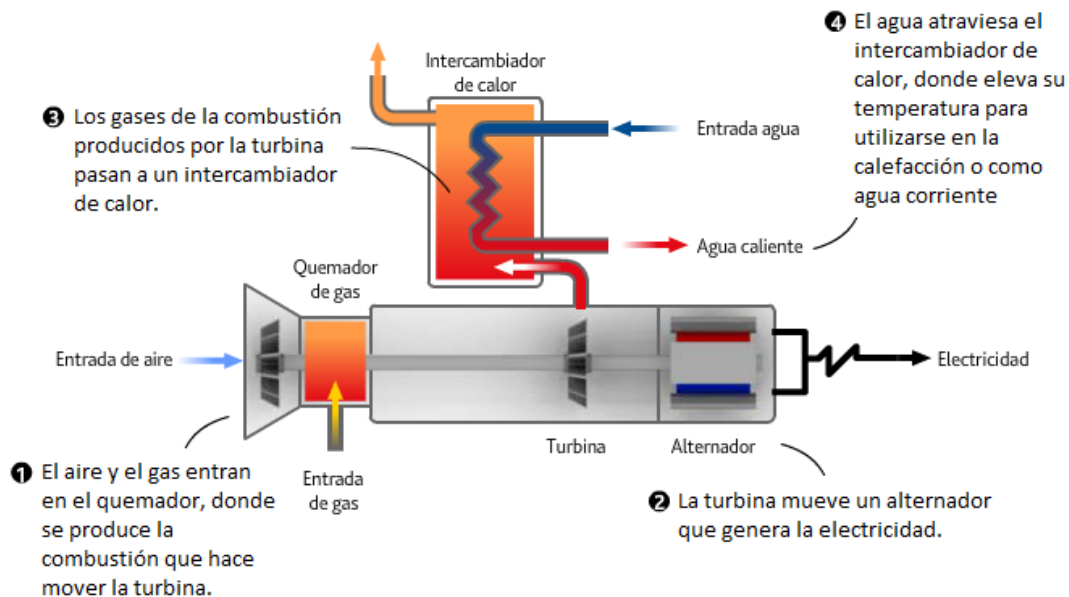


Ilustración 58. Esquema de funcionamiento de un circuito de microgeneración mediante una microturbina.

Fuente: Infografía de www.consumer.es

Microtrigeneración

Los sistemas de microtrigeneración son aquellos que generan electricidad, calor y frío. Teniendo en cuenta el ámbito de aplicación de la microcogeneración, suministro de la demandas de calor en el sector terciario (básicamente calefacción y acs), no es difícil ver un campo de aplicación amplio en la microtrigeneración. La generación de frío para climatización permite alargar el período de operación al no ser coincidentes las demandas de frío y calor.

La conversión del calor en frío se realiza mediante máquinas de absorción, es una excelente solución para la cogeneración en el sector terciario. Estos sistemas aportan ventajas sustanciales como:

- Sustitución de consumos de energía eléctrica, de elevado coste, por consumos de energía térmica, lo que permite un mayor dimensionamiento de la central.
- Aumento del número de horas de funcionamiento con alta eficiencia energética.
- Aumento de la versatilidad de la central, ya que es posible generar, además de electricidad y calor, un tercer tipo de energía: el frío.
- No utilización de CFC's, lo que las convierte en posibles sustitutos de las máquinas de compresión basadas en este tipo de fluidos refrigerantes.

Para la generación de frío a partir de calor se utiliza el ciclo de absorción integrado. Para el tipo de aplicación que estamos tratando, cabe destacar las máquinas basadas en BrLi que son las utilizadas habitualmente para la climatización de edificios. En éstas, el BrLi actúa como absorbente y el agua como fluido refrigerante. En aplicaciones de climatización, para generación de agua fría del orden de 5-7 °C las máquinas de simple efecto permiten conseguir COP's de aproximadamente 0,7.

Eficiencia de los sistemas de microgeneración. Legislación en España

Los sistemas de microgeneración tienen rendimientos de generación eléctricos inferiores a los equipos de cogeneración, de mayor tamaño, esta menor capacidad de transformar el combustible en electricidad produce una mayor capacidad de recuperación térmica.

Centrándonos en el ámbito de la microgeneración, si comparamos ambas tecnologías para una misma potencia eléctrica unitaria, la microturbina tiene un rendimiento eléctrico menor que el micromotor (entorno al 30% frente al 35%) pero queda compensado con la recuperación térmica cuando se comparan sus rendimientos globales. Por otra parte, cabe destacar que la ausencia de aceites lubricantes, sistemas auxiliares para el arranque y la refrigeración y una única parte móvil, hacen que su fiabilidad sea superior y sus costes de mantenimiento inferiores. En cada caso se escoger debe la tecnología más apropiada en función de la potencia y del modo de operación.

La legislación es favorable a la microgeneración: El 1 de junio de 2007 entra en vigor el RD 661/2007 por el que se regula la actividad de producción de electricidad en el Régimen Especial. Este RD otorga diferentes precios a la electricidad vertida a la red en función de los siguientes parámetros: Eficiencia Energética, Tipo de Combustible y Rango de Potencia. Para la actividad que nos interesa en este caso, nos centraremos en el combustible gas natural o GLP para el rango de centrales de menos de 1 MW eléctrico.

Todas las cogeneraciones del grupo a.1. deben cumplir una alta eficiencia energética como se describe en el anexo 1 del RD 661/2007. Esta eficiencia implica el cumplimiento del REE. Para turbinas de gas de menos de 1 MW, el valor es de 53,1 % y para los motores del mismo rango de potencia, es de 49,5%.

3.3 Iluminación

La energía es algo que se utiliza a diario y constantemente desde que nos levantamos hasta que nos acostamos, pero raramente pensamos en cómo administrarla, no sólo para ahorrar dinero, sino también para ayudar al medio ambiente. Y es que debemos tener claro que es la propia naturaleza la que más caro pagará todos nuestros derroches energéticos, sobre todo si se considera que tan sólo el 6% de la energía utilizada en España proviene de fuentes renovables.

Resulta prioritario, pues, reducir esta dependencia económica del petróleo y de combustibles fósiles, ya que se trata de fuentes que, poco a poco, se agotan y, para ello, hay dos soluciones: potenciar el uso de fuentes alternativas y renovables y, aún más importante, aprender a usar eficientemente la energía, cuestión en la que todos tenemos igual responsabilidad. El ahorro de energía se puede conseguir en cualquiera de las actividades diarias y, además, hoy día hay muchos adelantos tecnológicos orientados a este fin que han obtenido buenos resultados. Se calcula que desde 1970 hasta la actualidad, se ha consumido un 20% menos de energía para generar los mismos bienes.

Debido al cambio climático, el aumento del precio de la energía, la escasez de recursos naturales y la necesidad de reducir la emisión de CO₂, todos ellos problemas clave de nuestros días, se ha considerado necesario marcar unos objetivos por países dentro del protocolo de Kyoto.

La industria del alumbrado posee la tecnología necesaria para conseguir ahorros energéticos y reducción de las emisiones de CO₂ muy significativos.

Cambiando a sistemas de alumbrado energéticamente más eficientes, se pueden obtener importantes ahorros en los costes de mantenimiento de las instalaciones.

3.3.1 Directivas, códigos, leyes y reglamentos sobre la eficiencia energética

Debido a la creciente preocupación por el medioambiente y su futuro, los gobiernos de la mayor parte de los países y, en concreto, la Unión Europea, ha redactado una serie de directivas, códigos, leyes, reglamentos y normas para acomodar el consumo excesivo de los escasos recursos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y, sobre todo, renovables. Por otro lado, los fabricantes de aparatos que consumen energía investigan y desarrollan cómo reducir los consumos manteniendo la calidad y prestaciones de sus productos.

No debe olvidarse nunca que, en paralelo con este deseo de ahorrar energía, coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en lugares de concurrencia pública.

Código Técnico de la Edificación (CTE)

El CTE se aprueba con los objetivos de mejorar la calidad de la edificación y de promover la innovación y la sostenibilidad, aumentando la calidad básica de la construcción según se recogía en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE). Además, se han incorporado criterios de eficiencia energética para cumplir las exigencias derivadas de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativas a la eficiencia energética de edificios.

Sección SU 4 - Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Dentro de esta sección se recogen los niveles de alumbrado normal en zonas de circulación, medidos a nivel del suelo. Sin ser éstos especialmente elevados, sí suponen un incremento respecto de la práctica habitual.

Destacan las actuaciones en zonas de uso común de vehículos y personas (parkings y zonas de carga y descarga) y en las escaleras (tanto interiores como exteriores al edificio). Para estas zonas, se exigirán unos niveles mínimos.

Zona		Iluminación mínima lux.
Exterior	Exclusiva para personas Escaleras	10
	Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas	10
interior	Exclusiva para personas Escaleras	75
	Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas	50
El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.		

Tabla 6. Niveles mínimos de iluminación por zonas.

Respecto a las características de la instalación de iluminación de emergencia, los requerimientos son, básicamente, los que ya se recogen en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, dentro de la ICTBT-28, incluyendo la consideración de que los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse asumiendo como nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos, teniendo en cuenta, además, el factor de mantenimiento por envejecimiento de la lámpara y suciedad en la luminaria.

Sección HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Este es, sin duda, el documento que supondrá un mayor avance en materia de iluminación de las edificaciones. Su ámbito de aplicación son las instalaciones de iluminación de interior en:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m², donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

Se excluyen, específicamente:

- Edificios y monumentos de valor histórico, cuando la aplicación de estas exigencias supongan alteraciones inaceptables para ellos.
- Construcciones provisionales para menos de 2 años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes de menos de 50 m².
- Interiores de viviendas.

Aún en estos casos, se deben adoptar soluciones, debidamente justificadas en el proyecto, para el ahorro de energía en la iluminación.

Los apartados principales de esta sección son:

- Valores de eficiencia energética mínima para cada tipo de edificio y utilización. El parámetro utilizado para medir esta eficiencia es el **VEE (Valor de Eficiencia Energética)**:

$$\text{VEE} = \text{W/m}^2 \text{ por cada } 100 \text{ Lux}$$

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

La zona de no representación son 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.

Valores límite de eficiencia energética de la instalación		
Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI
1 Zonas de no representación	Administrativo en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios	4,0
	Habitaciones de hospital	4,5
	Zonas comunes	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5,0
	Aparcamientos	5,0
	Espacios deportivos	5,0
	Recintos interiores asimilables al grupo 1 no descritos	4,5
2 Zonas de representación	Administrativo en general	6,0
	Estaciones de transporte	6,0
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6,0
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6,0
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (excluidas tiendas)	8,0
	Hostelería y restauración	10,0
	Religioso en general	10,0
	Salones de actos, auditorios, salas de usos múltiples, convenciones, ocio, espectáculos, reuniones o conferencias	10,0
	Tiendas y pequeño comercio	10,0
	Zonas comunes	10,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12,0	
Recintos interiores asimilables al grupo 2 no descritos	10,0	

Tabla 7. VEEI para diferentes zonas.

- **Sistemas de control y regulación:** hace obligatorio el uso de sistemas de control básicos (prohíbe explícitamente el que el encendido y apagado se haga en exclusiva desde los cuadros eléctricos), detección de presencia en zonas de uso esporádico y regulación en las luminarias más cercanas a las ventanas, en función de la luz natural.
- **Diseño y dimensionado de la instalación:** con objeto de garantizar la calidad de la instalación de alumbrado, se detallan los datos mínimos que deben incluir los proyectos, y los parámetros de iluminación se confían a la norma **UNE 12464-1**, con lo que **se convierte en norma de obligado cumplimiento**.
- **Características de los productos de la construcción:** en este apartado se establecen los valores máximos de consumo para cada tipo de punto de luz. Para las lámparas fluorescentes, se confirman los valores recogidos en el Real Decreto 838/2002, que establece que, a partir del mes de Agosto 2007, no se podrán comercializar balastos que no sean de bajas o muy bajas pérdidas. Todas las luminarias deberán contar con un certificado del fabricante que acredite la potencia total consumida.

- **Mantenimiento y conservación:** se hace obligatorio el que todas las instalaciones cuenten con un plan de mantenimiento que garantice los niveles de eficiencia energética y los parámetros de iluminación. Este documento incluirá, entre otra información, el período de reposición de las lámparas y la limpieza de las luminarias.

Además, es importante tener en cuenta que el CTE (HE 5) prevé que, en aquellos edificios donde no se pueda instalar un sistema de captación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos, se debe proveer al edificio de un modo alternativo de ahorro eléctrico equivalente a la potencia fotovoltaica que se debería instalar. Entre los modos indicados en el CTE para conseguir este ahorro suplementario está la iluminación.

Norma UNE 12464-1

Afortunadamente, en Septiembre de 2002, se aprobó la redacción, por parte de la Comisión de Normalización Europea, de la Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”, por lo que, a finales de Mayo de 2003, han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma.

Aunque dicha norma hace referencia a la iluminación en lugares de trabajo de interior, su estudio es muy útil también para el caso que nos ocupa, y se puede utilizar como referencia para definir los niveles de alumbrado en pasillos, descansillos, portales y aparcamientos.

Esta nueva norma, a la que debe acudir en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, recomienda el cumplimiento no sólo cuantitativo, sino cualitativo, de dos aspectos de la tarea visual que se resumen brevemente:

- Confort visual.
- Rendimiento de colores.

Dentro del confort visual, estarán englobados parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz.

Pero lo que de verdad introduce una novedad notable, por lo que significa de mejora para el usuario de las instalaciones, es el aspecto relativo al rendimiento de colores. Como todo el mundo probablemente conoce, existen una serie de fuentes de luz, masivamente empleadas en la iluminación de interiores, por razones exclusivamente crematísticas, que no cumplen con unos índices mínimos de reproducción cromática, y lo que esta norma plantea es la prohibición de dichas fuentes de luz en iluminación de tareas visuales.

Así, por ejemplo, se exige un índice de rendimiento en color superior a 80 ($R_a > 80$) en la conocida escala de 0 a 100 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración o permanente, y no ocasional como podría suceder en corredores o pasillos.

Estas prescripciones recogidas convenientemente en esta nueva norma, contribuirán a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación en interiores mucho más “humanas” y protectoras de la calidad de vida y condiciones de trabajo en el quehacer cotidiano.

Seguir estas pautas es cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual y, al mismo tiempo, crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.

En un gran número de espacios, genéricamente englobados bajo el epígrafe “Lugares de pública concurrencia”, la Norma Europea detalla, para la parte de Aparcamientos públicos de vehículos (interior), los siguientes requisitos, tanto para la iluminancia mantenida como para el índice de reproducción cromática y la temperatura de color:

Aparcamientos públicos de vehículos				
	E_m lux	UGR_L	R_a	Observaciones
Rampas de acceso o salida (de día)	300	25	20	-Iluminación a nivel de suelo -Se deben reconocer los colores de seguridad
Rampas de acceso o salida (de noche)	75	25	20	-Iluminación a nivel de suelo -Se deben reconocer los colores de seguridad
Calles de circulación	75	25	20	-Iluminación a nivel de suelo -Se deben reconocer los colores de seguridad
Aéreas de aparcamiento	75	-	20	-Iluminación a nivel de suelo -Se deben reconocer los colores de seguridad -Una mayor iluminancia vertical permite reconocer las caras y por ello la sensación de seguridad
Caja	300	19	80	-Evitar reflejos en las ventanas -Impedir el deslumbramiento

Tabla 8. Iluminancia mantenida, índice de reproducción cromática y temperatura del color para aparcamientos públicos de vehículos.

Es interesante tomar como referencia la tabla correspondiente a zonas de tráfico y áreas comunes de edificios que, a continuación, se reproduce parcialmente:

Zonas de tráfico				
Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	-Iluminación a nivel de suelo -Ra y UGR similares a áreas adyacentes -150lux si hay vehículos en el recorrido -El alumbrado de entrada/salida debe proporcionar una zona de transición para evitar deslumbramientos repentinos -Deberá evitarse el posible deslumbramiento de conductor y peatones
Escaleras, cintas transportadoras, rampas/tramos de carga	150	25	40	

Tabla 9. Iluminancia mantenida, índice de reproducción cromática y temperatura del color para zonas de tráfico.

Otras directivas

Con un carácter menos significativo, también se presentan en la actualidad las siguientes normativas relacionadas con la iluminación en las edificaciones:

Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos, y la gestión de sus residuos

Tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y la peligrosidad de sus componentes, fomentar su reutilización y valorización, mejorando así el comportamiento medioambiental de todos los agentes implicados en el ciclo de vida del producto, es decir, desde el productor hasta el propio usuario final.

Los productos de lámparas que se ven afectados en esta Directiva en la categoría 5, aparatos de alumbrado, del Anexo I B, son los siguientes: Lámparas fluorescentes rectas, lámparas fluorescentes compactas, lámparas de descarga de alta intensidad (incluidas las lámparas de sodio de alta presión y las lámparas de halogenuros metálicos) y lámparas de sodio de baja presión. El coste externalizado de la recogida, reciclado y valorización del residuo histórico es responsabilidad de los fabricantes.

RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos

Esta directiva restringe aquellos productos que no cumplan con las cantidades de sustancias contaminantes que especifica, y exige reducir los riesgos en la manipulación de los productos en su ciclo de reciclaje. Se prohibirán las siguientes sustancias en lámparas y equipos: Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Cromo hexavalente (Cr VI), Cadmio (Cd) y Bifenilos polibromados (PBB). La Directiva RoHS afecta tanto a las lámparas y luminarias como a los equipos y, conjuntamente con la Directiva RAEE, tendrá un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente.

Se ha de tener en cuenta que las lámparas incandescentes y halógenas, a diferencia de la Directiva RAEE, sí están incluidas en RoHS. La normativa sobre el mercurio y el plomo contempla algunas exenciones en iluminación, basadas en los niveles que se utilizan actualmente en el sector. La razón es que se requiere algo de mercurio para que las lámparas de descarga en gas funcionen eficientemente, así como la ausencia de alternativas técnicas industriales al plomo en determinadas categorías de producto.

Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes

Tiene como objeto reducir el consumo de energía de los balastos para lámparas fluorescentes, abandonando poco a poco aquellos que sean menos eficientes a favor de balastos más eficientes que permitan, además, un importante ahorro energético. Los balastos deber de ir con el marcado “CE” que habrá de colocarse de manera visible, legible e indeleble en los balastos y en sus embalajes. Es decisión del fabricante incorporar en el balasto una etiqueta indicando el Índice de Eficiencia Energética.

Se define como Índice de Eficiencia Energética, la potencia máxima de entrada del circuito balasto-lámpara. Existen siete niveles de eficiencia que, clasificados de mejor a peor, son: A1 (electrónicos regulables), A2 (electrónicos de bajas pérdidas), A3 (electrónicos estándar), B1 (electromagnéticos de muy bajas pérdidas), B2 (electromagnéticos de bajas pérdidas), C (electromagnéticos de pérdidas moderadas) y D (electromagnéticos de altas pérdidas).

3.3.2 Ahorrar energía en instalaciones de iluminación

La luz es una necesidad humana elemental y una buena luz, por lo tanto, es esencial para el bienestar y la salud.

La iluminación en los edificios debe servir a dos objetivos fundamentales:

- Garantizar las óptimas condiciones para desarrollar distintas actividades.
- Contribuir a crear una atmósfera en la que el inquilino se sienta seguro y confortable.

Todo ello garantizando la máxima eficiencia energética posible.

La iluminación tiene unas características complejas de diseño, de prestaciones técnicas y de cumplimientos de regulaciones y normativas. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, se obtendrán los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando los mínimos costes de explotación.

Es muy importante la utilización de iluminación eficiente mediante luminarias de alto rendimiento que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/vatio), unidas al uso de sistemas de control y regulación cuando sea posible, y adecuados a las necesidades del espacio a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

La calidad de la luz (nivel de iluminación, reproducción del color, temperatura del color y grado de deslumbramiento) ha de ser siempre suficiente para garantizar un rendimiento visual adecuado de la tarea en cuestión. El rendimiento visual de una persona depende de la calidad de la luz y de sus propias 'capacidades visuales'. En este sentido, la edad es un factor importante, ya que con ella aumentan las necesidades de iluminación.

A continuación, se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado en las que se puede ahorrar energía en cantidades muy considerables, analizando detenidamente dónde, cómo y cuándo adoptar las medidas más eficaces para llevar a la práctica la consecución del ahorro deseado.



Ilustración 59. Bombilla led de alto rendimiento.
Fuente: www.philips.es

Fase de proyecto

En esta fase, se debe prestar una especial atención a elegir y cuantificar aquellos criterios que, realmente, son fundamentales para conseguir una instalación de iluminación eficiente y de alta calidad. De entre todos los parámetros cuantitativos y cualitativos, hay que prestar una especial atención a:

- La predeterminación de los niveles de iluminación.
- La elección de los componentes de la instalación.
- La elección de sistemas de control y regulación.

Predeterminación de los niveles de iluminación

Deben tenerse muy en cuenta las necesidades visuales del observador tipo, convenientemente recogidas en las recomendaciones y normas relativas a tareas visuales a realizar por el ser humano. En resumen, todo se reduce a la apreciación de un objeto contra un fondo, ya sean objetos físicos, letras u otros elementos.

- **Niveles de iluminación mantenidos:** Se establece un nivel de iluminación inicial que con el tiempo, va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.
Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a las actividades que se realizan. Se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, asegurando, así, que la tarea se pueda realizar según las necesidades visuales.
- **Tiempo de ocupación del recinto:** En una tarea visual que se desarrolla dentro de un recinto cerrado, el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica. Así, la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos.
- **Aportación de luz natural:** A la hora de afrontar la rehabilitación de un edificio deberá estudiarse todo aquello que suponga una aportación de luz natural, que no sólo es vital desde el punto de vista psicológico, sino sobre todo desde el punto de vista de ahorro de energía.

Elección de los componentes de la instalación

Otro de los elementos básicos en la fase de proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos componentes, tales como las fuentes de luz, los equipos eléctricos precisos para el funcionamiento de las fuentes de luz y las luminarias.

Sea como sea, cuando se comparan sistemas que son equivalentes en términos luminotécnicos, el análisis de costes hace la elección más sencilla. Al realizar tal análisis, se debe calcular no sólo el coste inicial, sino también los costes de explotación previstos (energía y mantenimiento de la instalación), entre otras razones, porque los costes de la energía son uno de los factores más importantes del coste global de la instalación.

- Para realizar un análisis de costes, se necesitan los siguientes datos:
- Número y tipo de luminarias/proyectores necesarios.
- Precio de la luminaria/proyector.
- Número y tipo de lámparas necesarias.
- Precio de la lámpara y equipo auxiliar.
- Consumo por luminaria/proyector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- Tarifas de electricidad.
- Vida útil de la lámpara.
- Horas de funcionamiento anual de la instalación.
- Financiación y amortización.

LÁMPARAS

Además de por sus características cromáticas, tanto de reproducción de colores como de apariencia de su luz, las lámparas se diferencian, sobre todo en términos de eficiencia energética, por un parámetro que la define: la eficacia luminosa, o cantidad de luz (en lúmenes) dividida por la potencia eléctrica consumida (en vatios).

Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, se ha definido el Índice de Rendimiento en Color (Ra o I.R.C.).

El Ra se obtiene como una nota de examen, siendo resultado de la comparación de 8 ó 14 colores muestra. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente, y conforme nos vamos alejando de 100, se puede esperar una menor definición sobre todos los colores.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy Bueno
Ra > 90	Excelente

Tabla 10. Calificación según el índice de rendimiento del color.

Las lámparas con un índice de rendimiento en color menor de 80 no deberían usarse en interiores en los que las personas trabajen o permanezcan durante largos períodos. La “apariencia de color” o “temperatura de color” de una lámpara, se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. La luz blanca puede variar desde tonalidades cálidas a frías, en función de las sensaciones psicológicas que producen. Para las aplicaciones generales, la Comisión Internacional de Iluminación divide las fuentes de luz en tres clases según su temperatura de color:

Blanco Cálido	$T_c < 3300 \text{ K}$
Blanco Neutro	$3300 \text{ K} < T_c < 5300 \text{ K}$
Blanco Frío	$T_c > 5300 \text{ K}$

Tabla II. Clases de fuentes de luz según su temperatura de color.

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores del espacio y objetos del mismo, clima circundante y de su aplicación.

BALASTOS

Las lámparas incandescentes y las halógenas directas a red, son las únicas que no necesitan de un equipo auxiliar (transformador o reactancia o balasto electrónico) para funcionar. Las lámparas de descarga se utilizan en combinación con diferentes tipos de balastos. Éstos pueden ser electrónicos (también llamados electrónicos de alta frecuencia) o electromagnéticos. Bajo la categoría de balastos electromagnéticos se encuentran los de cobre hierro tradicionales para lámparas fluorescentes. Estos balastos deben combinarse con cebadores y, habitualmente, con condensadores de corrección del factor de potencia.

Los balastos electrónicos ofrecen numerosas ventajas en comparación con los balastos electromagnéticos tradicionales, como son, el ahorro de aproximadamente un 25% de energía, la disminución a 0 de las pérdidas de potencia, mejor confort de la iluminación al evitar el efecto estroboscópico, mayor seguridad y flexibilidad de la instalación pudiendo regular la intensidad del flujo luminoso y aumento de la eficacia de la lámpara en un 10%.

LUMINARIAS

La eficiencia energética de las luminarias está basada en el máximo aprovechamiento del flujo luminoso emitido por la lámpara, con un tope del 100%, pero que, en casos muy especiales, se aproxima al 90%, como máximo. Tienen también como exigencia su conservación el mayor tiempo posible, ya sea evitando el ensuciamiento interno del sistema óptico, o evitando la degradación de las superficies reflectoras, transmisoras o refractoras.

El Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que

debe usarse, atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar. Mediante una serie de fórmulas en función de la luminaria, su posición y las condiciones del local, se obtiene el valor de deslumbramiento representado por un número entre 10 y 31 siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto sea el valor obtenido.

Elección de sistemas de control y regulación

Además del conjunto formado por lámpara, balasto y luminaria, que debe ser lo más eficiente posible, hay una serie de dispositivos, denominados genéricamente sistemas de regulación y control, que tratan de simplificar y automatizar la gestión de las instalaciones de alumbrado. Entre los diferentes sistemas, se pueden destacar:



Ilustración 60. Sistema de detección "occuswitch".
Fuente: www.philips.es

- Sistemas automáticos de encendido y apagado.
- Sistemas de regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor, pulsador, mando a distancia, etc.
- Sistemas de regulación de la iluminación artificial de acuerdo con la aportación de luz natural a través de acristalamientos de diversa índole.
- Sistemas de detección de presencia o ausencia para encender o apagar la luz, o incluso regular su flujo luminoso.
- Sistemas de gestión centralizada, automatizada o no.

Un sistema muy utilizado en los edificios de viviendas en diversas zonas, como pueden ser el garaje, las escaleras, la caja, los descansillos, etc., son los detectores de presencia. Las principales ventajas de los detectores de presencia son: el ahorro de energía, su facilidad de instalación uso y configuración y versatilidad para distintas aplicaciones.

Dado que, en estos espacios, puede existir un flujo más o menos constante de personas, y esto supondría un elevado número de encendidos y apagados, se deben instalar equipos de alta frecuencia de precaldeo, de forma que los encendidos no reduzcan la vida de las lámparas. Además, para que la instalación sea más confortable y segura para las personas, se debe tratar que nunca se quede en completa oscuridad, sino regulada al mínimo.

Otros sistemas de regulación y control tienen funcionalidades más avanzadas, como es, no sólo la detección de presencia, sino la regulación en el caso de aportación de luz natural y otra serie de ventajas. Este puede ser el caso de un aparcamiento multinivel. Estos sistemas permitirán un ahorro de energía de hasta un 75% y un impacto significativo en la reducción de emisiones de CO2 que ayudará a cumplir con las nuevas directivas de ahorro de energía y alcanzar los objetivos de Kyoto.



Ilustración 61. Sistema de detección y control "Actilume".

Fuente: www.philips.es

Se trata de un sistema de atenuación automático que se ha diseñado para obtener el máximo confort y ahorro de energía. Consiste en un sensor y una unidad de control incorporada en la luminaria, que funciona con el nuevo balasto HF (regulador II). Es el primer sistema de control de alumbrado listo para conectar y usar. Se puede presionar el selector de modo para configurar el sistema. Además, la compensación de luz se preprograma dependiendo del lugar donde se coloca la luminaria (zona cercana a la luz o zona sin aporte de luz).

Fase de ejecución y explotación

Esta fase de la instalación posee una importancia decisiva a la hora de respetar todos aquellos principios que han justificado la decisión de una solución en la fase de proyecto. Para ello, se requiere prestar una atención especial a una serie de circunstancias y datos:

- **Suministro de energía eléctrica:** Ha de comprobarse y revisarse la existencia de subtensiones o sobretensiones tanto durante la fase de ejecución inicial, como durante la explotación de la instalación, pues, aunque el Reglamento de Verificación admite tolerancias de $\pm 7\%$ en las tensiones nominales de alimentación, una sobretensión de un 10% puede provocar un exceso de consumo energético de hasta un 20%, además del acortamiento muy significativo de la vida de la lámpara y del balasto.
- **Cumplimiento de los niveles proyectados:** No deberán tolerarse las deficiencias ni excesos de los niveles de iluminación proyectados. Las primeras pueden dar origen a la realización defectuosa de la tarea visual. Los segundos pueden representar consumos excesivos innecesarios, directamente proporcionales a la eficacia luminosa de las lámparas empleadas en la instalación.

- **Respeto de las soluciones y sistemas proyectados:** Hay que respetar al máximo las soluciones de Proyecto pues puede dar lugar a pérdidas energéticas como consecuencia de los incumplimientos de los parámetros de calidad que, ocasionalmente, pueden involucrar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.
- **Establecimiento de los encendidos y apagados:** Barajando las posibilidades que se han mencionado en la fase de Proyecto, se trata de comprobar que dichos supuestos se cumplen en la realidad, es decir, que las zonas iluminadas que fueron así proyectadas soportan una actividad similar a aquella para la que se diseñaron. De acuerdo con ello, utilizando alguno o varios de los sistemas enunciados, se pueden llegar a ahorros energéticos de consumo del orden de hasta un 50%.
- **Regulación de los niveles de luz artificial:** La regulación del flujo luminoso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por las zonas abiertas de un aparcamiento multinivel, por ejemplo, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficie abierta. Ningún edificio con aportación de luz natural debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los espacios abiertos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios al Código Técnico de la Edificación.

Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El capítulo de mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales, que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron convenientes en la fase de Proyecto, y que se tratan de respetar en la fase de Ejecución y Explotación.

Así pues, habrá que prestar una atención especial a los siguientes métodos operativos.

- **Previsión de operaciones programadas:** Las tareas de mantenimiento requieren una organización que, dependiendo de las condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas éstas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento. Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, con un *planning* establecido, se pueden llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50% de las operaciones casuales u ocasionales, es decir, cuando se tiene que acudir deprisa y corriendo para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

- **Respeto a la frecuencia de reemplazo de los componentes:** En caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.
- **Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos:** El cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.
- **Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos:** A pesar de que se ha publicado recientemente la Directiva Europea RAEE para la recogida y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico, y aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a cumplir con esta Directiva permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del medio ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos, por otros alternativos.

Coste Total de Propiedad (CTP) a la hora de elegir las lámparas

A la hora de invertir en una instalación de alumbrado, no sólo se debe tener en cuenta la inversión inicial, el coste de lámparas + luminarias + equipos y el coste de la instalación, también se deben considerar los siguientes costes:

- Costes de reemplazo de las lámparas (mano de obra y precio de la lámpara).
- Costes energéticos. Precio del kWh.
- Consumo energético del sistema.
- Costes de mantenimiento. Suma de costes laborales, costes operacionales y costes por alteración o interrupción producida.

Los CTP se pueden reducir:

- Reduciendo el coste de la instalación.
- Utilizando lámparas de mayor vida útil (lámparas de larga duración).
- Utilizando equipos energéticamente más eficientes (balastos electrónicos).
- Utilizando sistemas de control que permitan un uso racionalizado de la luz.

Los criterios luminotécnicos a tener en cuenta para realizar un proyecto de alumbrado son:

- **Iluminancia:** la iluminancia evalúa la cantidad de luz que incide sobre una determinada superficie, ya sea horizontal o vertical, y se define como el flujo luminoso incidente (medido en lúmenes) sobre un plano, dividido por su superficie (expresada en m^2). La unidad de medida es el lux (lúmen/ m^2). Existen varios tipos de iluminancia según la superficie en la que se mida: iluminancia horizontal (Ehor) e iluminancia vertical (Evert).
- **Iluminancia media:** valores medios de la iluminancia en una superficie determinada (Em).
- **Uniformidad:** relación entre las iluminancias mínima y máxima sobre una superficie (Emín/Emáx). Lo que indica este parámetro es la homogeneidad en los niveles de iluminación de una superficie, evitando la sensación de “manchas”, y que toda la superficie tenga unos niveles de iluminación homogéneos.

Además de estos criterios luminotécnicos, se tendrán en cuenta los definidos anteriormente:

- Índice de Rendimiento en Color (I.R.C. o Ra).
- Temperatura de color.
- Índice de deslumbramiento Unificado (U.G.R.).
- La elección de las luminarias será función del trabajo que se realice en el espacio a iluminar y de la altura a la que se deban colocar.

Consejos generales para la rehabilitación del sistema de alumbrado en edificios

Como norma general, se recomienda el uso de lámparas fluorescentes en combinación con sistemas de detección de presencia (anteriormente explicados) o con pulsadores con temporización. Los tubos fluorescentes se colocarán en zonas de aparcamiento y trasteros, mientras que para zonas donde la estética sea más importante, como portales o escaleras, se puede colocar fluorescencia compacta no integrada con balasto electrónico.

Existe una relación entre el tipo de balasto usado y las horas de vida de la lámpara. Los balastos electrónicos de precaldeo (HF-P) o los balastos electrónicos regulables (HF-R ó HF Dali) son los que dan un mayor rendimiento de la lámpara (en todos los casos, pero, especialmente, cuando aumenta el número de ciclos de encendido y apagado a lo largo del día).

En este sentido, en zonas de paso frecuente, como portales muy transitados, en muchos casos es recomendable regular las lámparas (con balastos electrónicos regulables), pasando de un flujo mínimo continuo al flujo máximo durante el paso de personas, en lugar de conmutar entre apagado y encendido.

En referencia a la reposición de los tubos fluorescentes, la gama TLD-ECO de Philips permite la sustitución directa de los tubos TL-D por tubos TLD-ECO (sin necesidad de cambiar también la luminaria), facilitando unos ahorros de energía de más de un 10% gracias a la tecnología aplicada en ellos.

Para lugares donde se quieran sustituir lámparas halógenas sin variar la luminaria, existen en el mercado soluciones para reemplazar sólo la lámpara. La tecnología Ecoboost de Philips se basa en la utilización de un revestimiento especial que funciona como un espejo, y que utiliza el propio calor producido por la lámpara para generar más luz.



Ilustración 62. Productos Ecoboost de Philips.
Fuente: www.philips.es

Siguiendo con los consejos sobre las fuentes de luz a utilizar, cobran cada vez más fuerza las soluciones con tecnología LED (diodos emisores de luz), que son fuentes de luz en estado sólido y que aportan grandes mejoras tanto en lo referente a eficiencia energética como al número de horas de vida útil de los productos.



Ilustración 63. Productos con tecnología LED de Philips.
Fuente: www.philips.es

3.4 Elevadores

El ascensor ‘convencional’ que ha llegado hasta nuestros días siempre ha tenido unas consideraciones de diseño tendentes a lograr la mayor seguridad y las prestaciones más elevadas posibles. Sin embargo, en los últimos años, y debido a la economía de mercado y a la proliferación de la competencia, los objetivos cambiaron, sin detrimento de lo anterior, a reducir los costes de fabricación, instalación y mantenimiento, lo que condujo, por optimización y reducciones de pesos, pero sólo indirectamente, a una mejora en la eficiencia energética. Todo ello mediante la drástica reducción del consumo eléctrico, el uso únicamente de materiales no contaminantes y su completo reciclaje.

3.4.1 Tipos básicos de ascensores

Básicamente hay dos tipos de ascensores:

- **Hidráulicos:** La cabina se mueve impulsada por un émbolo o pistón que, a su vez, asciende por presión de aceite. Esta presión se obtiene por el bombeo de un motor eléctrico. Estos ascensores, al carecer normalmente de contrapeso, consumen una elevada cantidad de energía al subir. En cambio, no consumen prácticamente nada al bajar. Aun así, la ausencia de consumo en bajada no compensa el gran consumo en subida.
- **Eléctricos de tracción:** Se mueven por adherencia entre los cables de suspensión y la polea tractora de una máquina situada normalmente en la parte alta del hueco, y mediante la actuación de un motor eléctrico ayudado por un contrapeso. El motor consume energía mientras el desequilibrio entre cabina y contrapeso sea desfavorable, pero no la consume cuando es favorable. De hecho, en algunos casos es capaz de generar energía que devuelve al edificio.

Máquinas de tracción directa

A diferencia de los ascensores con engranajes, los ascensores de última generación son eléctricos, movidos por máquinas de tracción directa y con motores alimentados a frecuencia y tensión variables, por lo que ya no necesitan reductor. Además, en estos ascensores, se han sustituido los tradicionales cables de tracción de hilos trenzados de acero, por cables o cintas planas de material plástico y acero de alta resistencia.

Estos nuevos elementos de suspensión son mucho más flexibles que los antiguos cables de hilo de acero trenzado, lo que ha permitido reducir drásticamente el tamaño de las poleas de tracción, del motor y de la máquina, aparte de eliminar, por tanto, el

reductor, lo que ha supuesto la desaparición de los engranajes, principales responsables de las pérdidas energéticas.

De poleas de diámetro medio de unos 650 cm, se ha pasado a otras de sólo 7 a 10 cm. Esto permite reducir, de forma espectacular, el tamaño y el peso de la máquina, obteniéndose reducciones de escala del orden de hasta 12 veces. El motor requiere menos potencia y, por tanto, consume menos que uno convencional, además de ser energéticamente más eficiente.

La reducción del tamaño de la máquina favorece también el que no haya necesidad de tener un cuarto de máquinas, pudiéndose ubicar los diferentes elementos que antes se situaban en él, dentro del propio hueco del ascensor, con el ahorro de espacio que esto significa.



Ilustración 64. Cinta plana de alta resistencia.
Fuente: Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas. Comunidad de Madrid.

En definitiva, un ascensor de última generación es un ascensor eléctrico con cables o cintas planas de nuevos materiales como elementos de suspensión, con motores alimentados a frecuencia y tensión variables, sin reductor y sin cuarto de máquinas.

3.4.2 Ahorro de energía y lubricante

A continuación se estudian los ahorros energéticos y de consumo de lubricantes que se pueden llevar a cabo con el empleo de sistemas de elevación eficientes y más ecológicos.

Ahorro en el consumo de energía

El empleo de un ascensor de última generación puede dar lugar, entre otros, a los ahorros en el consumo de energía eléctrica que, a continuación, se relacionan:

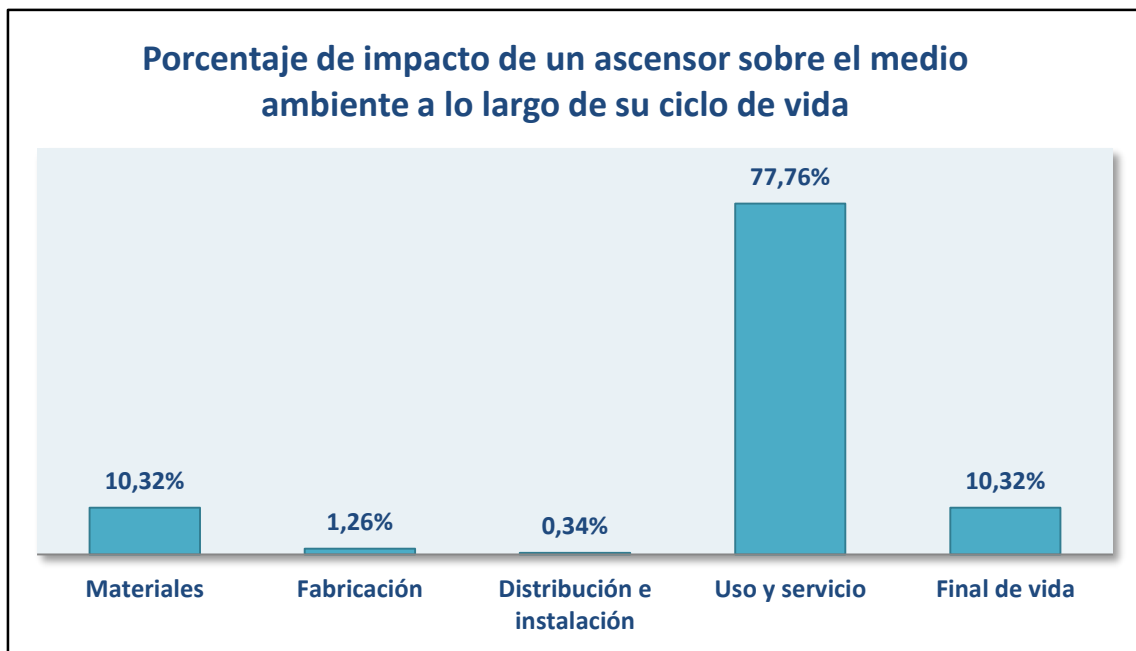
- Durante los procesos de fabricación, transporte y montaje de un ascensor medio de última generación, se ahorran unos 350 kg de materias primas y unos 1.000 kWh de energía eléctrica.
- El ascensor eléctrico eficiente consume hasta un 40% menos que el eléctrico y un 55% menos que el hidráulico convencional equivalente.

- Una comunidad de propietarios con dos ascensores eléctricos convencionales podría ahorrar 1.900 kWh anuales en la factura de la compañía eléctrica si los cambiase a otros de última generación.
- En un ascensor de tipo medio, la elección de la iluminación de la cabina y su encendido inteligente puede ahorrar hasta 400 kWh anuales.

Estos ahorros han sido obtenidos al comparar los tipos convencionales no eficientes y los de última generación con alta eficiencia, sin considerar la inclusión de un control regenerativo del movimiento.

Aunque la mayor parte del ahorro de energía y de la reducción de las emisiones contaminantes se obtiene durante la vida útil del ascensor de última generación, también durante su proceso de fabricación, montaje y mantenimiento se ahorran materias primas, energía y se reduce la emisión de residuos contaminantes.

En cualquier caso, el mayor impacto para el medio ambiente se produce en la fase de uso y servicio del ascensor, debido al consumo de energía necesaria para su funcionamiento.



El control de movimiento regenerativo aprovecha el comportamiento de la máquina como motor (impulsando) o como generador (frenando). La energía sobrante, en vez de perderse en forma de calor nocivo, puede utilizarse para mover otro ascensor o para iluminar otras partes del edificio.

Respecto al consumo total de energía eléctrica, puede conseguirse un ahorro de hasta del 70% en un ascensor con este control, respecto a otro que no lo disponga.

ASCENSOR	ÚLTIMA GENERACIÓN	DOS VELOCIDADES	HIDRÁULICO
4 Personas	720 kWh	1.000 kWh	1.450 kWh
6 Personas	770 kWh	1.320 kWh	1.680 kWh

Tabla 12. Consumos anuales medios aproximados de los distintos tipos de ascensores.

Pero, además, hay que tener en cuenta el consumo que supone la iluminación de la cabina. La mayoría de los ascensores están equipados con elementos de iluminación de potencias entre 20 y 40 W. Por lo tanto, se puede calcular una media de 60 W por ascensor. Y un consumo medio anual de 525 kWh ya que la iluminación permanece encendida permanentemente.

Con un sistema temporizador de apagado de esta iluminación cuando no haya presencia en la misma, el ahorro puede aumentar considerablemente.

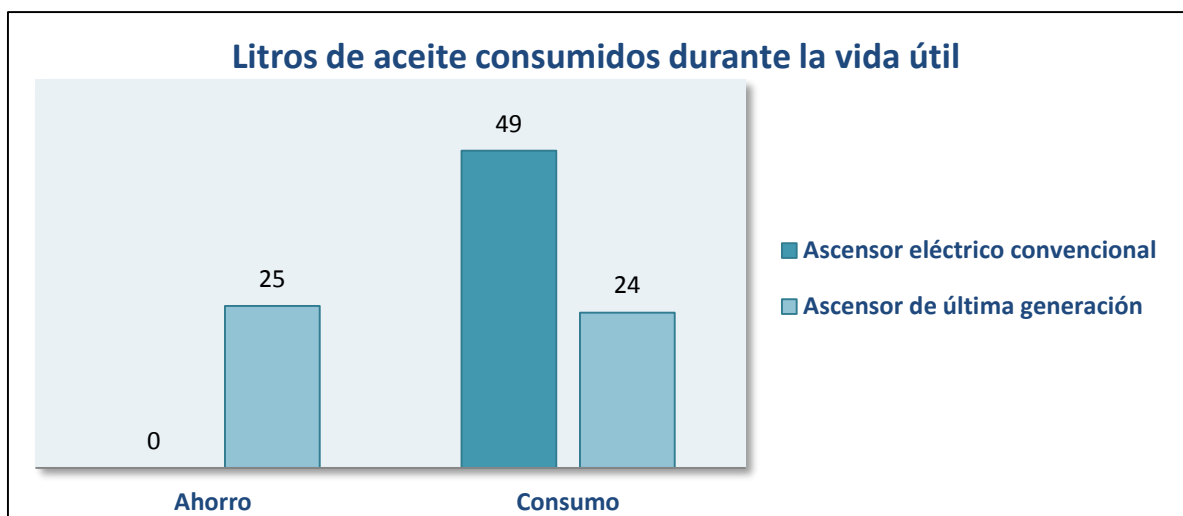
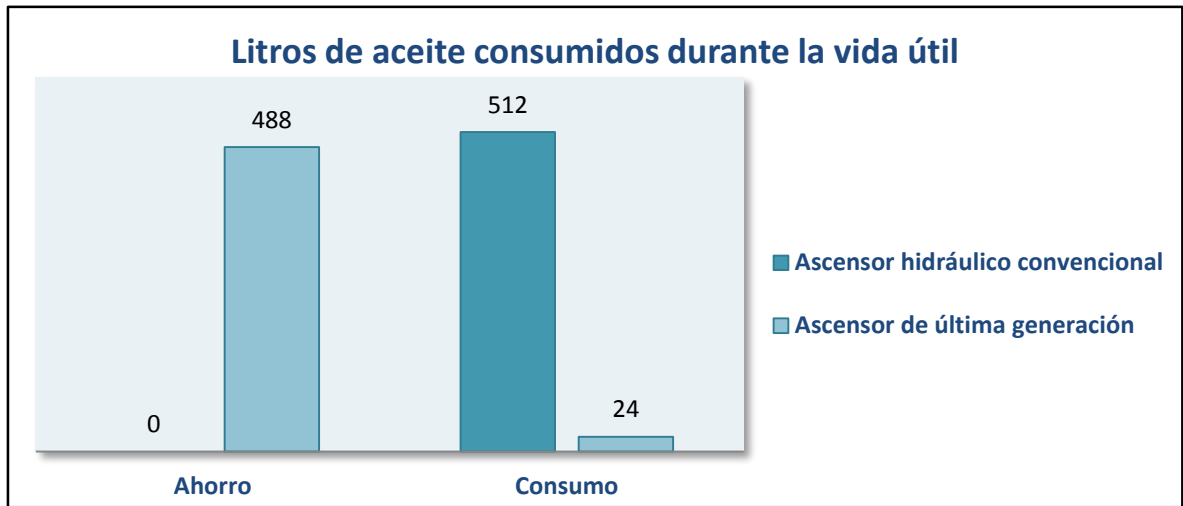
Teniendo en cuenta que un ascensor medio puede ser utilizado durante 6 horas diarias, el consumo por iluminación de cabina, si está equipado con este dispositivo de ahorro, puede bajar hasta unos 130 kWh, es decir, un ahorro anual por ascensor de casi 400 kWh.

ASCENSOR	Última Generación/2 Vel.		Última Generación/Hidráulico	
	kWh/año	%	kWh/año	%
4 P	280	30%	730	50%
6 P	550	40%	910	55%
LUZ CABINA	400	75%	400	75%
AHORRO MÁX.		50%		60%

Tabla 13. Ahorros energéticos con el cambio de ascensor.

Reducción de la generación de residuos contaminantes

La maquinaria empleada en los sistemas de elevación requiere de una lubricación constante de todos sus elementos para que no haya desgastes excesivos durante el uso. Los ascensores hidráulicos aparte de la lubricación de los raíles, cables y engranajes de los ascensores convencionales, emplean una gran cantidad de aceite en el grupo hidráulico. Los ascensores de última generación, por el contrario, no necesitan que los cables de suspensión y tracción sean lubricados, ya que no utilizan cables, sino cintas planas de acero recubiertas y protegidas de la corrosión por poliuretano. Además, su máquina está dotada de rodamientos sellados que tampoco precisan ser lubricados, lo que, junto con la falta de necesidad de lubricación de los cables, supone una reducción en la generación de residuos contaminantes del 51% con respecto a un ascensor eléctrico convencional, y más del 95% respecto a un ascensor hidráulico.



Conclusión

Los ascensores de última generación, además de ser más silenciosos, confortables y fiables que los ascensores convencionales, son más eficientes desde el punto de vista energético y generan menos residuos contaminantes. Ahorran hasta un 50% de energía con respecto a los ascensores convencionales, y reducen el consumo de aceite y grasa entre un 50 y un 95%.

Por estos motivos, cuanto mayor sea su implementación, tanto en ascensores de nueva creación como en sustitución del parque existente, mayor será el impacto positivo en el ahorro global de energía y la protección al medio ambiente.



4. CASO PRÁCTICO

4.1 Análisis del estado actual

El análisis de la hipótesis planteada, se lleva a cabo mediante el estudio de la envolvente de una edificación existente. Se pretende analizar las características arquitectónicas (forma, volumen) y constructivas (materiales) del mismo. La disponibilidad y el acceso a la información se consideraron como factores muy importantes, ya que disponer de los antecedentes sobre las intervenciones realizadas a la edificación, arrojan importantes datos sobre el estado actual del mismo.

Los diversos parámetros que definen el modelo de edificio son: el parcelario, la planta, la fachada, la sección y la ordenanza.

- El parcelario, constituye el plano de partida para todo el proceso de la edificación.
Determina el espacio al que ha de limitarse el desarrollo de la planta de una edificación, puede ocuparse total o parcialmente.
- La planta, depende directamente del parcelario y de la ordenanza respecto al fondo edificable.
- La fachada, regulada por normativa, tanto en cuanto a su comportamiento térmico, tipología constructiva, altura máxima, etc.
- La sección, asociado al hecho constructivo, como están formados los diferentes elementos que conforman el edificio.
- La ordenanza, es la que fija definitivamente los parámetros geométricos del edificio.

4.1.1 Marco normativo

Desde el punto de vista normativo, el presente estudio se ha desarrollado teniendo en cuenta lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, parte HE1 y los productos empleados disponen son orientativos y disponen de la documentación que acredita la disponibilidad del Mercado CE.

4.1.2 Entorno geográfico y climatológico

La edificación se encuentra en la provincia de Murcia, en la ciudad costera de Cartagena. Cartagena es una ciudad ubicada en la costa del levante español y el clima que presenta se define como subtropical mediterráneo árido o sub-árido.

La posición marítima suaviza las temperaturas, si bien las precipitaciones difícilmente superan los 300 mm anuales, encontrándonos ante una de las zonas más áridas del país. La temperatura media anual ronda los 20 °C. El mes más frío es enero con una media de 12 °C y en agosto, el mes más caluroso, la temperatura media es de 28 °C.

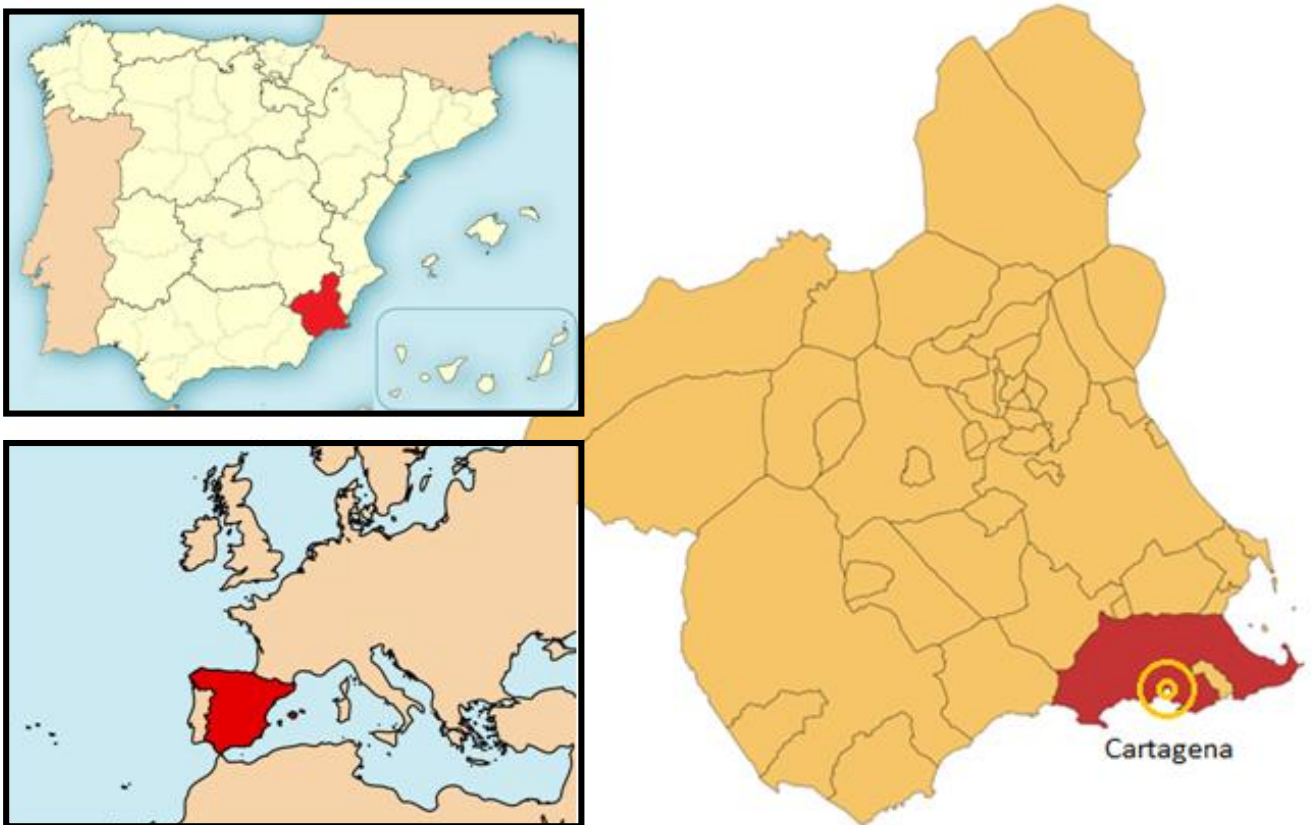


Ilustración 65. Situación geográfica.

4.1.3 Datos básicos de la edificación

Se trata de una edificación aislada que ocupa una parcela de 1.207m² de superficie y sin edificios próximos que le proporcionen sombra. El edificio cuenta con una planta sótano, una planta baja, dos plantas sobre rasante y cubierta plana transitable. Al este, linda con un parque con pista deportiva, zonas verdes y juegos para niños. Al norte la edificación linda con la calle de Luis Cernuda, con la calle de María de Molina al oeste y finalmente, con la calle de Fernán Caballero al Sur.

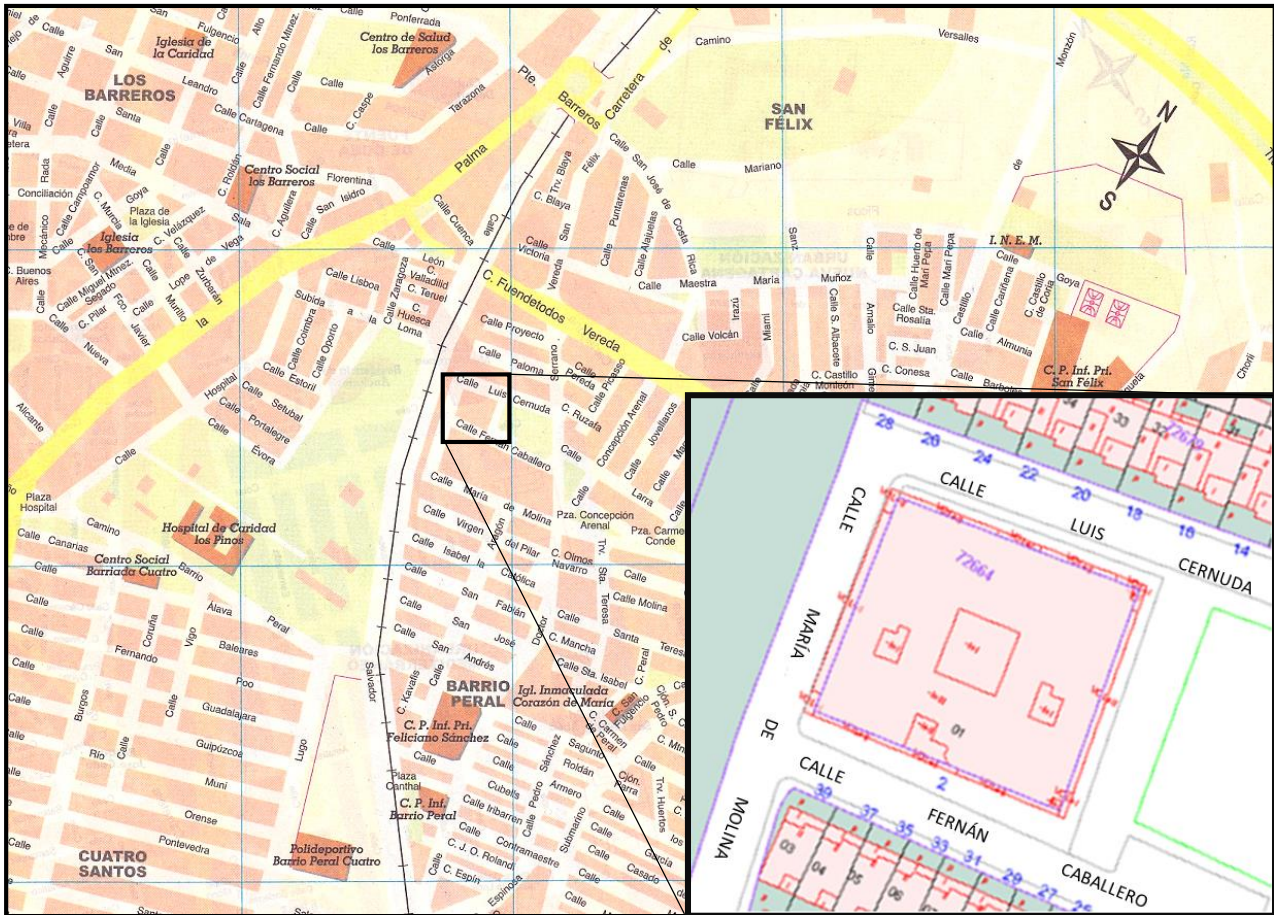


Ilustración 66. Situación y emplazamiento urbano.

Datos urbanísticos

El ayuntamiento de Cartagena se rige urbanísticamente por el plan general de ordenación municipal. Según la normativa vigente, el terreno sobre el que se sitúa la edificación está clasificado como SUELO URBANO GENERAL (SU) RESIDENCIAL GENERICO (R), siendo de aplicación las determinadas normativas establecidas por este plan para este tipo de suelo.

Las características que presenta la edificación cumplen con todos los parámetros que son de aplicación especificados en la ordenación a vial de grado 2 (V2):

	NORMATIVA	EDIFICACIÓN
Parcela mínima	120m ²	1.207m ²
Frente mínimo	7m	33.80m
Numero plantas	3	3
Índice de edificabilidad	2.6 m ² /m ²	3.8 m ² /m ²

Tabla 14. Características de la edificación.

Fuente: Datos obtenidos de la base de datos del Texto Refundido de la Revisión del PGMO.

4.1.4 Análisis del estado actual

En este apartado se reflejarán los parámetros y datos de partida necesarios para la verificación del cumplimiento de la exigencia básica HE1 Limitación de demanda.

Configuración

La edificación cuenta con una planta bajo rasante, destinada a aparcamiento mediante la división en plazas de garaje, una planta baja destinada a uso comercial, dos plantas altas y la cubierta plana transitable.

La planta tipo se encuentra distribuida por 10 viviendas a las que se acceden por dos huecos de escaleras diferentes. Existen 3 patios interiores en la edificación, uno central y dos más laterales que proporcionan luz y ventilación natural a 8 de las 10 viviendas de cada planta y a los dos huecos de escaleras.

En total existen 20 viviendas en el edificio y en su origen no fue construido con ningún sistema de climatización, por lo tanto los equipos han sido incluidos por los habitantes posteriormente.

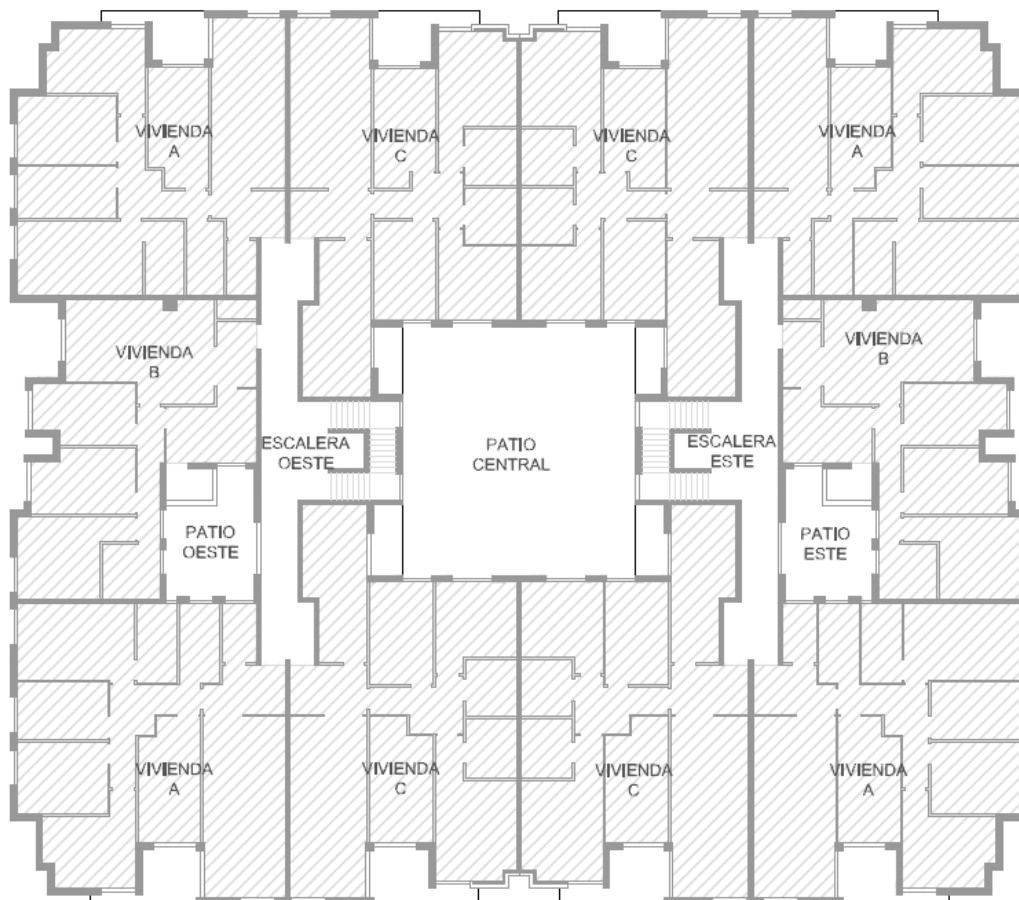


Ilustración 67. Sección tipo.

Fachadas y huecos

Las fachadas son de doble hoja, formadas por un enfoscado de mortero monocapa y china proyectada (1,5 cm), fábrica de LP de 1 pie, trasdosado con tabique de hueco sencillo y relleno de cámara con lana de roca de 3 cm. El porcentaje de huecos (puertas y ventanas) en cada fachada del edificio es la siguiente:

	Muro (m ²)	Fachada (m ²)	Ventana (m ²)	% huecos
Norte	220,78	313,9	93,12	29,6 %
Sur	220,78	313,9	93,12	29,6 %
Este	169,06	220,6	51,54	23,3 %
Oeste	169,06	220,6	51,54	23,3 %
Patio Central N	52,76	64,2	11,44	17,8 %
Patio Central S	52,76	64,2	11,44	17,8 %
Patio Central E	58,2	68,76	10,56	15,3 %
Patio Central O	58,2	68,76	10,56	15,3 %
Patio Oeste N	13,87	19,86	5,99	30 %
Patio Oeste S	15,48	19,86	4,38	22 %
Patio Oeste E	26,64	29,04	2,4	8,2 %
Patio Oeste O	25,54	29,04	3,5	12 %
Patio Este N	13,87	19,86	5,99	30 %
Patio Este S	15,48	19,86	4,38	22 %
Patio Este E	26,64	29,04	2,4	8,2 %
Patio Este O	25,54	29,04	3,5	12 %

Tabla 15. Relación fachada y hueco.

Las carpinterías de las ventanas originalmente son de aluminio lacado en color blanco, con vidrios simple. Las persianas y sus cajas son de madera y las tipologías de ventanas son las siguientes:

TIPO	ALTO	ANCHO	CARACTERÍSTICA	NÚMERO	% CRISTAL	% MARCO
PA1	210	160	2 hojas	44	76 %	24 %
PA2	210	85	1 hoja	4	69 %	31 %
PA5	200	130	2 hojas	52	76 %	24 %
VA2	110	110	2 hojas	20	63 %	37 %
VA3	110	50	2 hojas	4	57 %	43 %
VA4	110	150	2 hojas	24	68 %	32 %
VA5	60	200	2 hojas	4	58 %	42 %
VA7	60	90	2 hojas	8	48 %	52 %
VA8	100	100	2 hojas	8	60 %	40 %

Tabla 16. Tipología de ventanas.

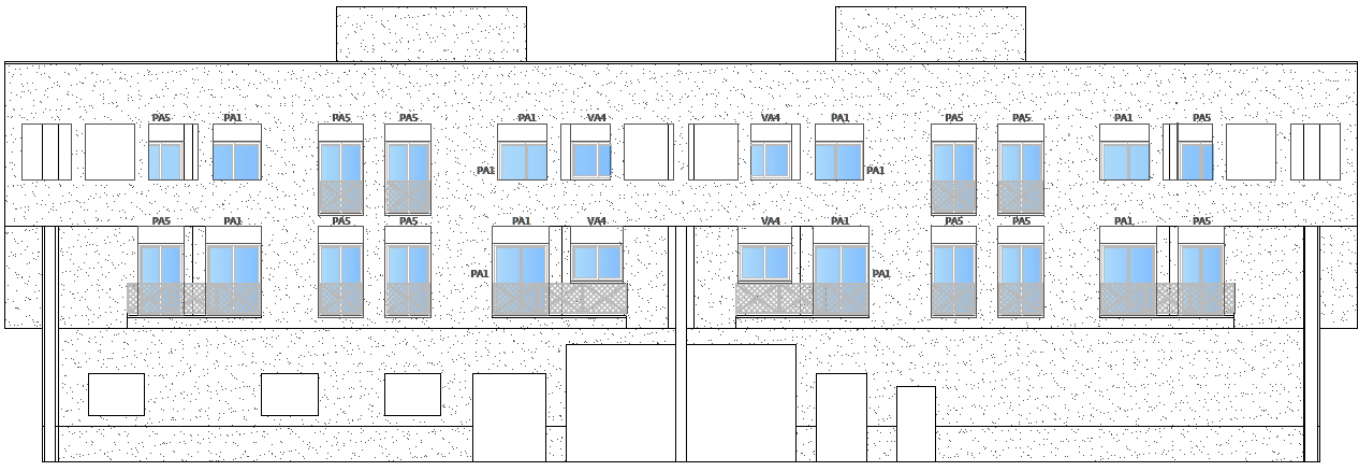


Ilustración 68. Fachada Norte y Sur.



Ilustración 69. Fachada Este y Oeste.

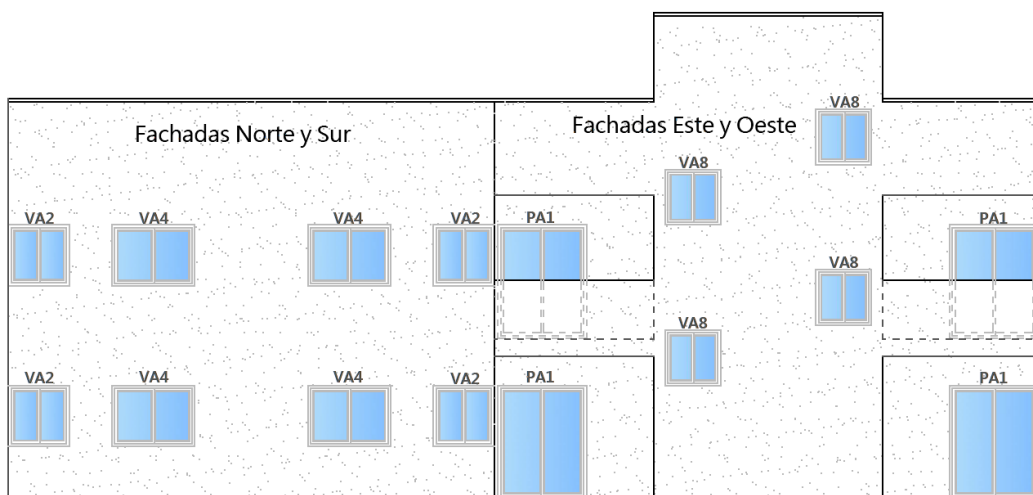


Ilustración 70. Desarrollo patio interior central.

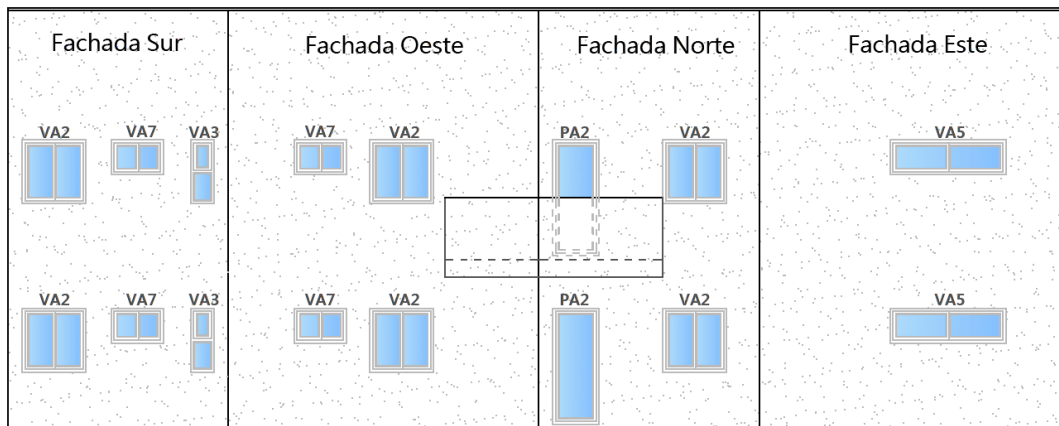


Ilustración 71. Desarrollo patios interiores laterales.

La cubierta

La cubierta (1.102,09 m²) es plana y transitable y está formada por un forjado unidireccional, una capa de compresión de hormigón celular y el acabado con baldosín catalán. A la cubierta se accede mediante dos núcleos de escaleras. Está constituida por 56 faldones con una inclinación del 2% y 14 sumideros de aguas pluviales.

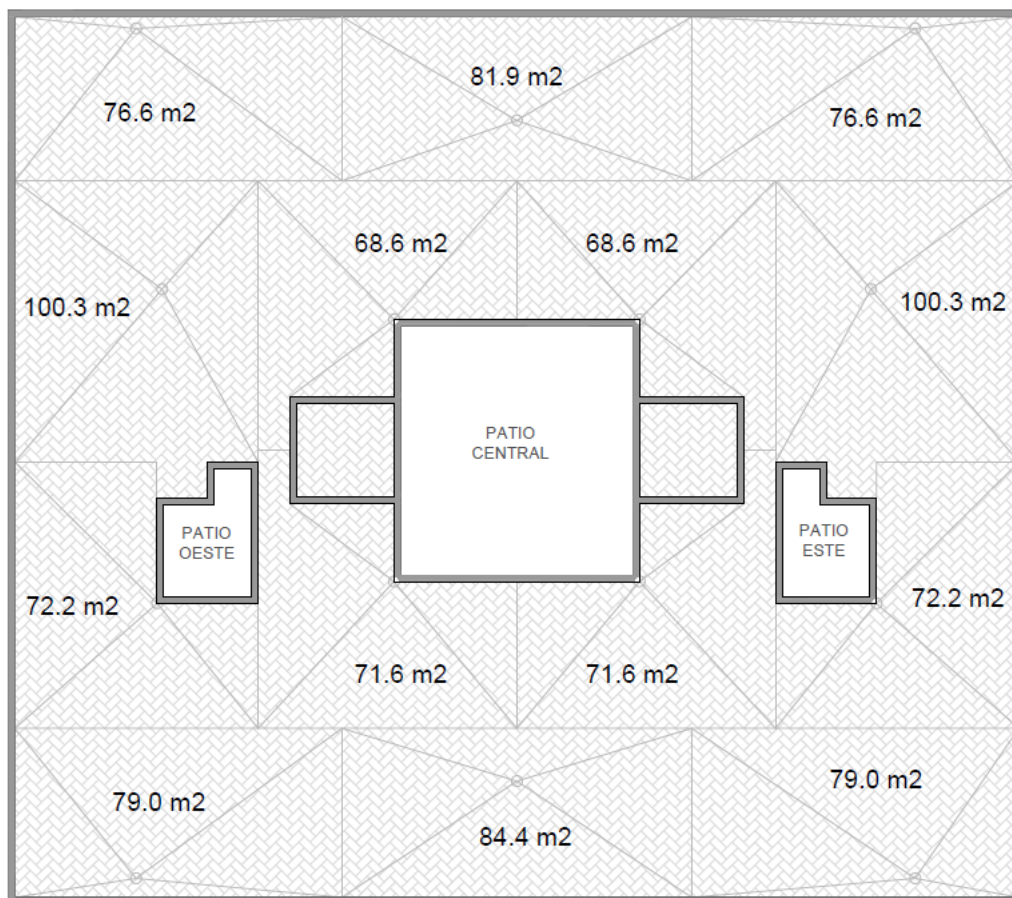


Ilustración 72. Cubierta.

Clasificación de los espacios

Los espacios definidos en el HE 1 se componen de recintos, que podrán ser habitables o no habitables, cuya delimitación corresponde con habitaciones o estancias en el caso de viviendas.

La clasificación de los espacios del edificio en función de si son habitables o no, de su carga interna y de su higrometría (estas dos últimas sólo para espacios habitables) se recoge en la siguiente tabla:

EDIFICIO		ESPACIOS	
PLANTA	RECINTO	HABITABILIDAD	HIGROMETRÍA
Todas	Hueco escaleras	NO	-
Sótano	Aparcamientos	NO	-
Baja	Bajo comercial	NO	-
	Zaguán	NO	-
	Contadores	NO	-
Primera	Distribuidor este	NO	-
	Distribuidor oeste	NO	-
	Vivienda A	SI	3
	Vivienda B	SI	3
	Vivienda C	SI	3
	Vivienda A2	SI	3
	Vivienda C2	SI	3
	Vivienda A'	SI	3
	Vivienda B'	SI	3
	Vivienda C'	SI	3
	Vivienda A2'	SI	3
	Vivienda C2'	SI	3
	Distribuidor este	NO	-
	Distribuidor oeste	NO	-
Segunda	Vivienda A	SI	3
	Vivienda B	SI	3
	Vivienda C	SI	3
	Vivienda A2	SI	3
	Vivienda C2	SI	3
	Vivienda A'	SI	3
	Vivienda B'	SI	3
	Vivienda C'	SI	3
	Vivienda A2'	SI	3
	Vivienda C2'	SI	3

Tabla 17. Relación de espacios.

Definición de la envolvente térmica del edificio.

La envolvente térmica está formada por todos los elementos que separan los espacios habitables del ambiente exterior (aire exterior, terreno y otros edificios) y de los espacios no habitables.

De esta forma el cerramiento del sótano y del exterior del bajo comercial y el núcleo de escaleras no se consideran parte de la envolvente térmica, ya que limita un espacio no habitable del ambiente exterior. Sí forman parte de la envolvente el forjado sobre ellos y la separación entre el núcleo de escaleras y las viviendas.

La definición de la envolvente térmica y la clasificación de sus componentes, tanto los (fachadas, cubiertas, etc.) en contacto con el ambiente exterior (aire, terreno y otros edificios) como las en contacto con espacios no habitables, se recogen en la siguiente tabla:

ENVOLVENTE TÉRMICA				
ELEMENTO	ORIENTACIÓN	COMPONENTES	U (W/m ² ·K)	
CUBIERTA	TODAS	 <ul style="list-style-type: none"> -Plaqueta cerámica -Mortero de agarre -Betún fieltro o lámina -Hormigón aligerado -Entrevigado cerámico 25cm -Enlucido de yeso 	1,3	
MUROS	FACHADAS PRINCIPALES Y PATIOS INTERIORES	TODAS	 <ul style="list-style-type: none"> -Mortero monocapa: 1.5 cm -Fábrica de ladrillo cerámico hueco: 11.5 cm -Lana de roca: 3 cm -Fábrica de ladrillo cerámico hueco: 7 cm -Guarnecido de yeso: 1.5 cm -Pintura plástica <p>ESPESOR TOTAL: 25.5 cm</p>	0,82
HUECOS	VENTANAS	TODAS	 <p>Carpintería de aluminio y vidrio monolítico</p>	5,7

Tabla 18. Relación de componentes de la envolvente.

Igualmente se han introducido los datos de las carpinterías.

TIPO	VIDRIO	MARCO	% MARCO	PERMEABILIDAD m ³ /hm ² a 100Pa	U(W/m ² ·K)	FACTOR SOLAR
PA1	Monolítico	Aluminio	24 %	27	5,7	0,69
PA2			31 %	27	5,7	0,64
PA5			24 %	27	5,7	0,67
VA2			37 %	27	5,7	0,59
VA3			43 %	27	5,7	0,48
VA4			32 %	27	5,7	0,62
VA5			42 %	27	5,7	0,47
VA7			52 %	27	5,7	0,47
VA8			40 %	27	5,7	0,48

Tabla 19. Relación de carpinterías.

Digitalización, modelado y resultados obtenidos para el estado actual.

Con los datos de geométricos y las características definidas del edificio, se ha digitalizado la volumetría del mismo en el apartado “instalaciones del edificio” del programa CYPE.



Ilustración 73. Modelo de digitalización en CYPE. Opción sin rehabilitar.

Una vez obtenida la volumetría del mismo, se ha procedido a su exportación a LIDER para el cálculo de la demanda energética del edificio.

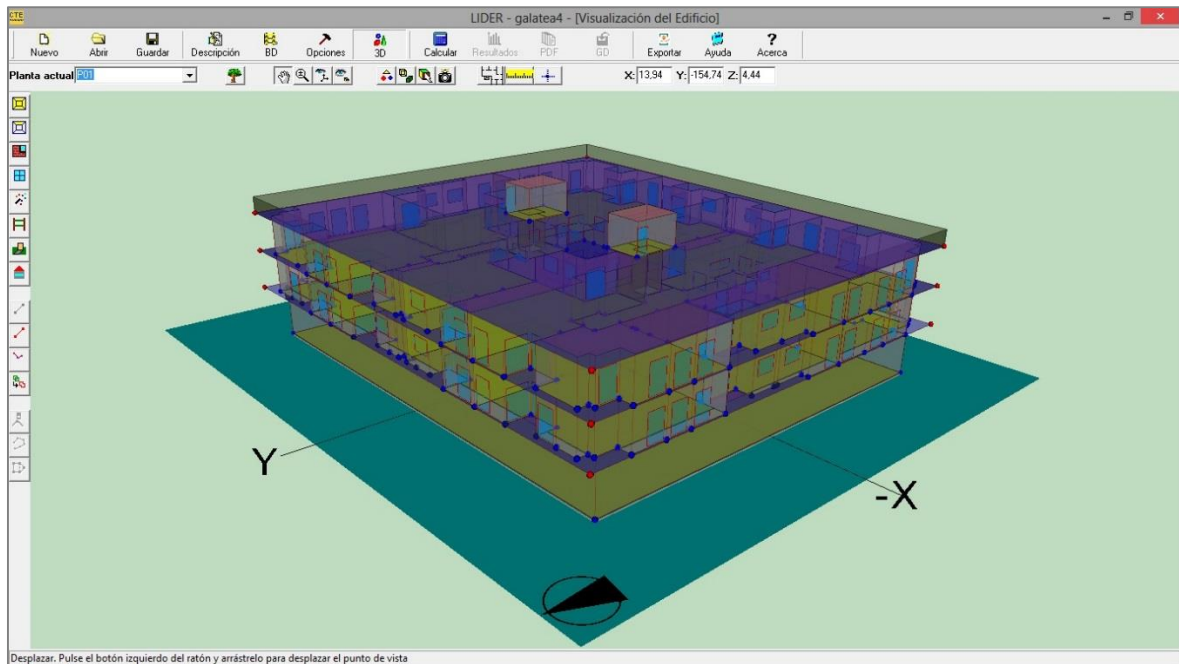


Ilustración 74. Modelo de digitalización en LIDER. Opción sin rehabilitar.

Se ha comprobado mediante el análisis que la demanda de calefacción es mayor que la del edificio de referencia, por lo que el edificio no cumpliría con la normativa. Incluso existen elementos que superan los valores permitidos de transmitancia térmica máxima, lo cual también provoca que el resultado sea negativo.

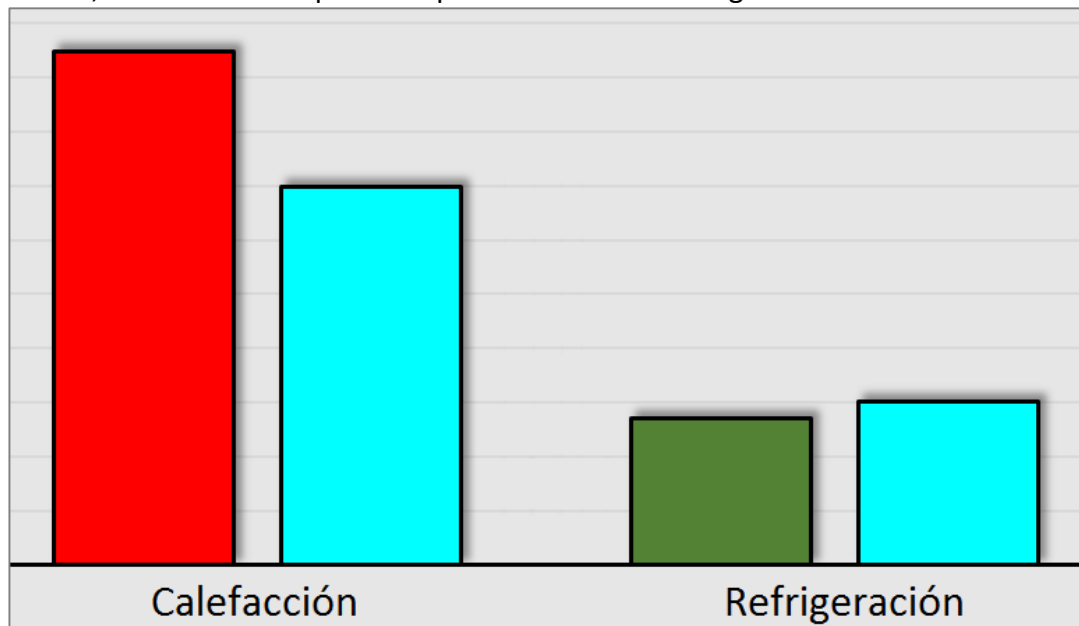


Ilustración 75. Resultados de la demanda. Opción sin rehabilitar.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	135,8	89,2
Proporción relativa calefacción-refrigeración	69,8	30,2

Tabla 20. Resultados de la demanda.

La designación de los espacios se ha realizado mediante letras “A”, “B” y “C” correspondientes al tipo de vivienda. Dada la simetría del edificio, se han definido con la terminación “2” las viviendas simétricas horizontalmente y con apostrofe “ ’ ” las simétricas verticalmente, quedando al sur las acabadas en “2” y al este las acabadas en “ ’ ”. La terminación ° hace referencia a las viviendas de la segunda planta.

En Cuanto a los resultados obtenidos a través de LIDER se observa que los peores resultados se obtienen en las viviendas situadas al noreste y noroeste, así como las situadas en la segunda planta por el contacto con la cubierta.

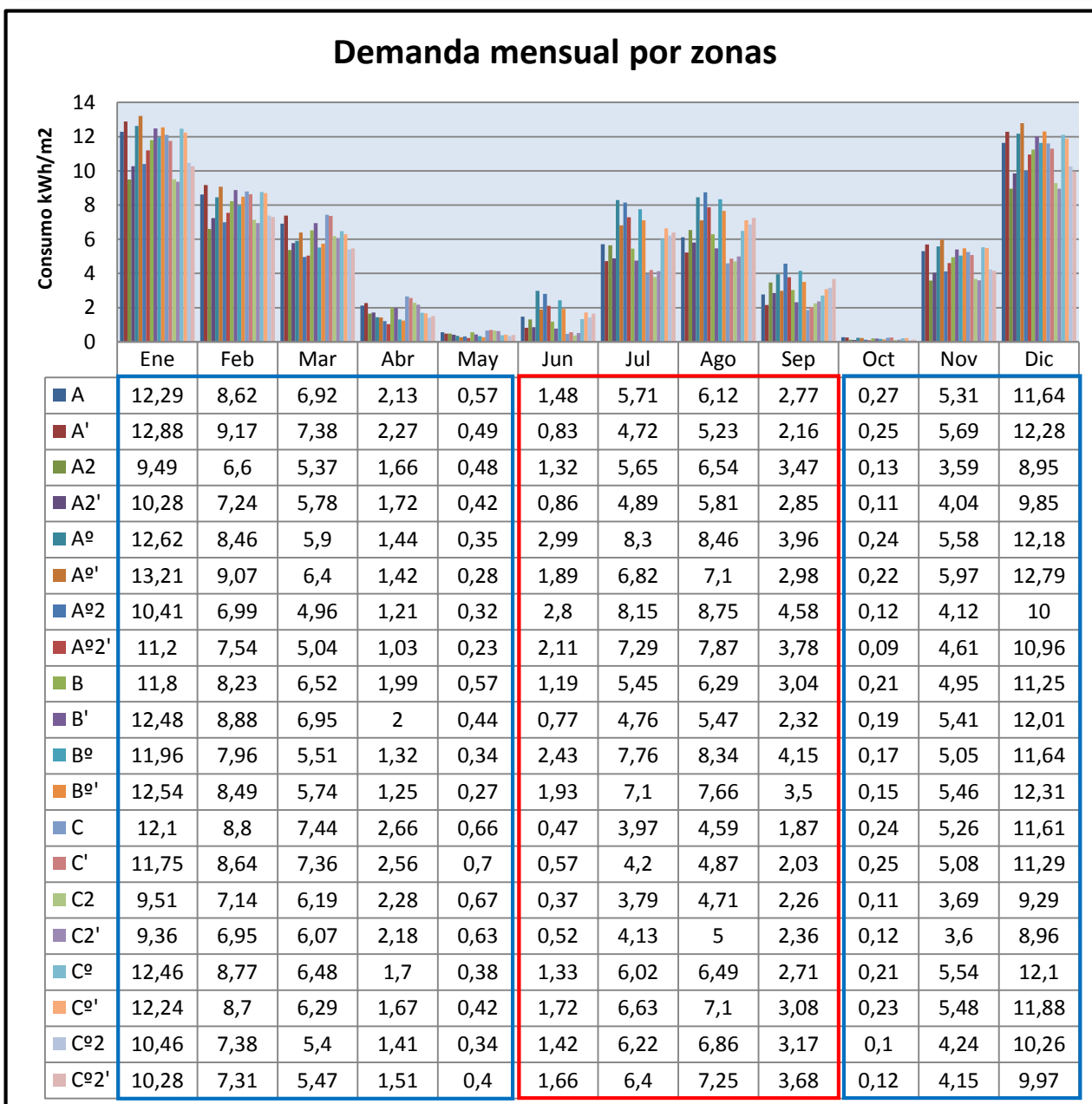
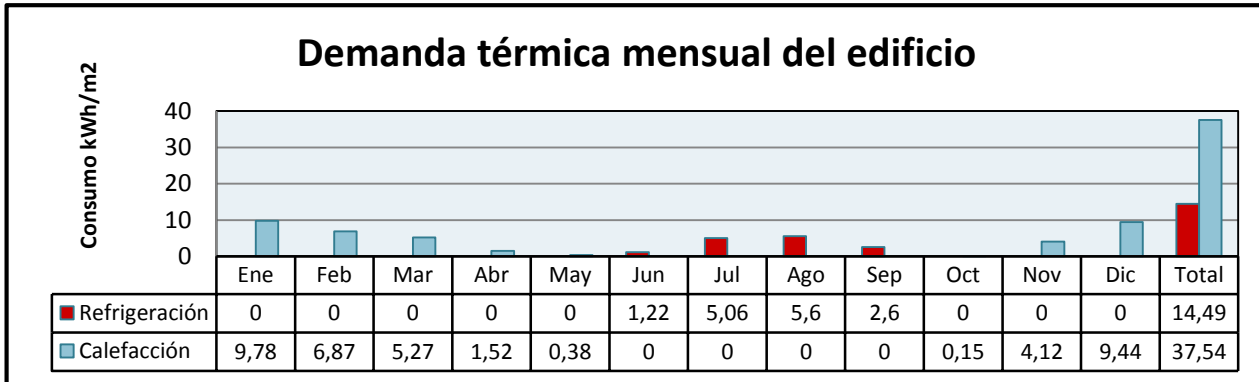
ESPACIO	ÁREA (m ²)	ESPACIOS IGUALES	CALEFACCIÓN (% máx)	CALEFACCIÓN (% ref)	REFRIGERACIÓN (% máx)	REFRIGERACIÓN (% ref)
P03_E02 A2	105,55	1	76,29	132,62	75,36	74,98
P03_E03 B	78,92	1	72,02	122,85	49,17	71,84
P03_E04 A	98,68	1	94,95	140,3	61,27	80,89
P03_E10 C	101,31	1	99,10	128,97	43,08	76,59
P03_E11 C2	103,89	1	80,98	132,69	45,15	70,44
P03_E15 C2'	104,31	1	79,24	124,96	48,85	72,48
P03_E16 C'	101,27	1	96,74	123,84	46,11	76,38
P03_E21 A2'	105,47	1	83,39	145,06	59,34	74,30
P03_E22 A'	98,92	1	100	131,11	49,95	78,25
P03_E23 B'	78,68	1	76,30	127,78	40,91	74,42
P04_E04 A°2	105,55	1	80,70	153,51	100	101,98
P04_E05 B°	78,92	1	69,56	135,04	69,86	97,71
P04_E06 A°	98,68	1	92,54	132,49	91,33	106,45
P04_E08 C°	101,31	1	96,79	138,38	65,46	104,12
P04_E09 C°2	103,89	1	82,49	155,34	71,66	99,70
P04_E13 C°2'	104,31	1	82,00	149,09	75,59	100,10
P04_E14 C°'	101,27	1	95,27	132,60	73,25	107,55
P04_E17 A°2'	105,47	1	86,09	161,38	86,62	101,33
P04_E18 A°'	98,92	1	97,90	104,29	72,57	104,85
P04_E19 B°'	78,82	1	73,03	138,51	62,09	100,97

Tabla 21. Resultados de la demanda por espacios.

Además de la superficie de cada espacio y el número de veces que se repite (multiplicadores en las plantas o en los espacios) se muestran, tanto para calefacción como para refrigeración:

1. El porcentaje de máximo valor hallado entre los espacios. El espacio con mayor demanda aparece con el 100%, el resto con el porcentaje respecto al valor máximo, de esta manera se puede localizar claramente el espacio que mayor contribución tiene a la demanda.
2. El porcentaje de la demanda respecto a la de referencia. Como para el edificio completo, un valor superior a 100 indica una demanda superior a la de referencia.

Según el análisis de transmisión de calor expresado en kWh/m² LIDER calcula la demanda térmica del proyecto. Los resultados son los siguientes:



4.2 Propuesta de intervención

Con vistas a solventar los problemas de demanda derivados de la envolvente térmica, a continuación se expondrán los criterios para realizar las propuestas de mejora. Se han elaborado dos opciones alternativas al estado actual.

La primera, llamada a partir de ahora “Opción CTE”, intentará exclusivamente cumplir con los mínimos exigidos por el Código Técnico de la Edificación para edificios de nueva construcción, utilizando valores de transmitancia (U) cerca del límite exigido por la ley. Los valores límite establecidos en el CTE para la zona climática de Edificio Base son:

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Lim}: 0,30$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Ilustración 76. Valores de U para zona climática B3.

La otra opción denominada “Opción de Edificio Rehabilitado Energéticamente”, la llamaremos “Opción ERE” en adelante, plantea una mejoras sustanciales del aislamiento de la envolvente y la sustitución de las carpinterías de todo el edificio. Ofreciendo valores de transmitancia para fachada $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$, para cubierta $U=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ y en huecos $U=1,73 \text{ W/m}^2\text{K}$.

	OPCIÓN CTE	OPCIÓN ERE
FACHADA ($\text{W/m}^2\text{K}$)	0,82	0,34
CUBIERTA ($\text{W/m}^2\text{K}$)	0,45	0,23
HUECOS ($\text{W/m}^2\text{K}$)	2,7 - 5,7	1,73-1,75

Tabla 22. Valores comparativos de transmitancia por opciones de rehabilitación.

Una vez analizado el estado de la edificación, se propone el aislamiento exterior de la fachada mediante el uso de sistemas ETICS, por ser una tecnología conocida y experimentada con éxito en Europa, además de permitir mantener la estética exterior del edificio.

La cubierta actual es plana y transitable y no presenta ningún tipo de aislamiento, por lo tanto se plantea la colocación de planchas de poliestireno extruido bajo el acabado final de baldosa cerámica.

Se sustituirán además, la carpintería exterior por otras de mayor aislamiento térmico y estanqueidad.

En ésta fase, se ha realizado el modelización del edificio tal y como se plantean las variables de la propuesta de intervención, utilizando diversos recursos informáticos que facilitan los cálculos del comportamiento térmico del edificio (simulación informática del consumo energético):

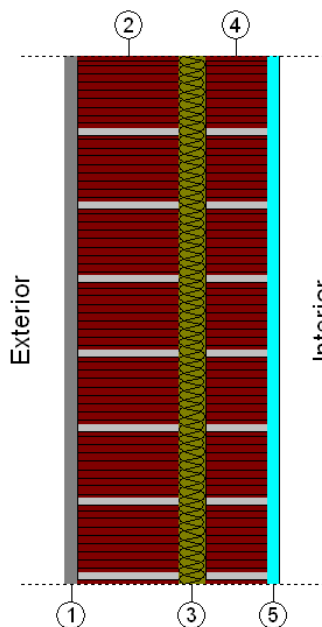
- AUTOCAD. Confección de planos: plantas, alzados, secciones.
- CYPE. Digitalización
- ENERGYPLUS. Análisis del comportamiento térmico del edificio.

4.2.1 Opción de intervención CTE

Se plantea la actuación a través de las siguientes directrices:

Acondicionamiento de fachadas

Los cerramientos exteriores al estar compuestos por doble hoja de ladrillo trasdosado con aislamiento térmico de 3 cm; ofrecen un valor de $U=0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$, coincidiendo con la limitación impuesta por el CTE para este elemento. Con lo cual se plantea la renovación estética de la fachada sin incluir aislamiento alguno.



Pared doble

- 1 - Morteros monocapa.: 1.5 cm
- 2 - fábrica de ladrillo cerámico hueco: 11.5 cm
- 3 - MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]: 3 cm
- 4 - fábrica de ladrillo cerámico hueco: 7 cm
- 5 - Guarnecido de yeso.: 1.5 cm
- 6 - pintura plástica

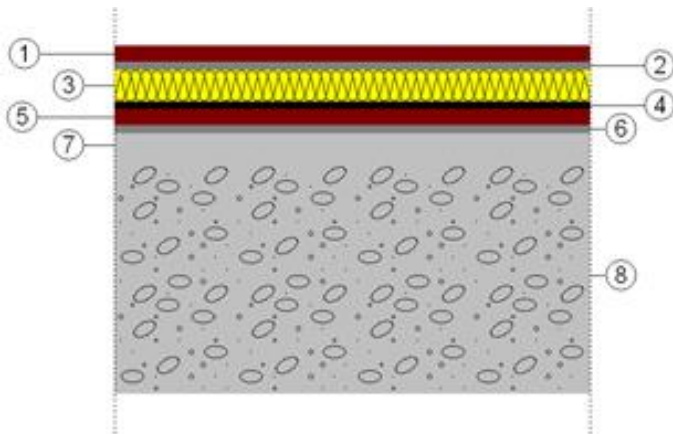
Espesor total: 24.5 cm

HE 1: Limitación de demanda energética

$U_m: 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Acondicionamiento de cubierta

Para el acondicionamiento de la cubierta se colocará una imprimación asfáltica sobre la misma y adherida totalmente a ella y un aislamiento térmico (XPS expandido) de 4 cm. Sobre el aislamiento se colocará el acabado con baldosín catalán, lo cual aporta al conjunto una transmitancia $U=0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Tipo: Transitible, peatonal, con solado fijo

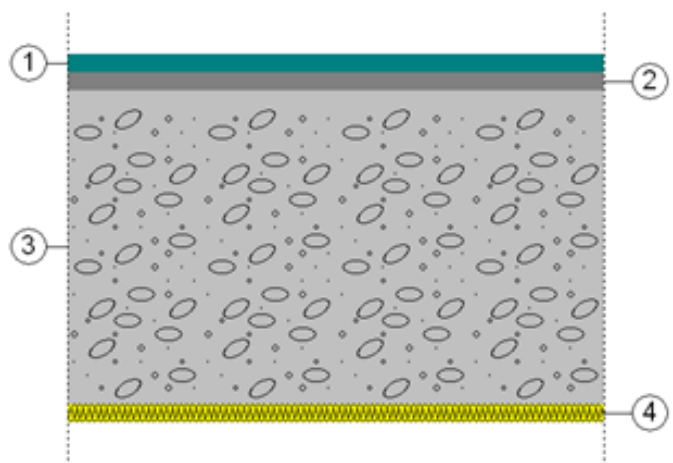
- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica: 2 cm
 - 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1 cm
 - 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]: 4 cm
 - 4 - Asfalto: 1 cm
 - 5 - Plaqueta o baldosa cerámica: 2 cm
 - 6 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 1 cm
 - 7 - Hormigón celular curado en autoclave d 500: 3 cm
 - 8 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm: 30 cm
- Espesor total: 44.0 cm**

HE 1: Limitación de demanda energética

- U refrigeración: 0.42 kcal/(h m²°C)
 U calefacción: 0.44 kcal/(h m²°C)

Acondicionamiento de bajo forjado de primera planta

Con el fin de evitar la transmisión de energía entre los bajos comerciales y las viviendas de primera planta, se plantea el acondicionamiento del forjado por el inferior. Para ello se adherirá un aislamiento térmico (XPS expandido) de 2 cm de espesor.



Capas

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica: 2 cm
 - 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250: 2 cm
 - 3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm: 35 cm
 - 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]: 2 cm
- Espesor total: 41.0 cm**

HE 1: Limitación de demanda energética (Superior)

- U refrigeración: 0.71 kcal/(h m²°C)
 U calefacción: 0.80 kcal/(h m²°C)

HE 1: Limitación de demanda energética (Inferior)

- U refrigeración: 0.80 kcal/(h m²°C)
 U calefacción: 0.71 kcal/(h m²°C)

HE 1: Limitación de demanda energética (Voladizo)

- U refrigeración: 0.85 kcal/(h m²°C)
 U calefacción: 0.79 kcal/(h m²°C)

Acondicionamiento de huecos

El Código técnico establece una transmitancia térmica en huecos con valores entre 2,7 y 5,7 W/m²K. Para el acondicionamiento del proyecto a estos valores se ha optado por la sustitución de la carpintería y vidrios por una carpintería de PVC de doble cámara (U=2,2 W/m²K) y un vidrio doble con cámara de aire 4+12+4 (U=2,9 W/m²K) que ofrecen un valor de transmitancia de 2,7 W/m²K, valor más favorable del rango que nos ofrece el CTE.

TIPO	VIDRIO U=2,9	MARCO U=2,2	% MARCO	PERMEABILIDAD m ³ /hm ² a 100Pa	U (W/m ² ·K)	FACTOR SOLAR
PA1	Doble 4+12+4	PVC doble cámara con rotura de puente térnico	30 %	27	2,69	0,69
PA2			36 %	27	2,65	0,64
PA5			30 %	27	2,69	0,67
VA2			42 %	27	2,74	0,59
VA3			48 %	27	2,56	0,48
VA4			42 %	27	2,74	0,62
VA5			48 %	27	2,56	0,47
VA7			55 %	27	2,51	0,47
VA8			45 %	27	2,59	0,48

Tabla 23. Relación de carpinterías, opción CTE.

4.2.2 Digitalización, modelado y análisis de resultados de la opción CTE

Con los datos de geométricos utilizados en el modelado de la opción sin intervención y agregando las mejoras en la envolvente propuestas se digitalizó la volumetría del mismo en el apartado “instalaciones del edificio” del programa CYPE.

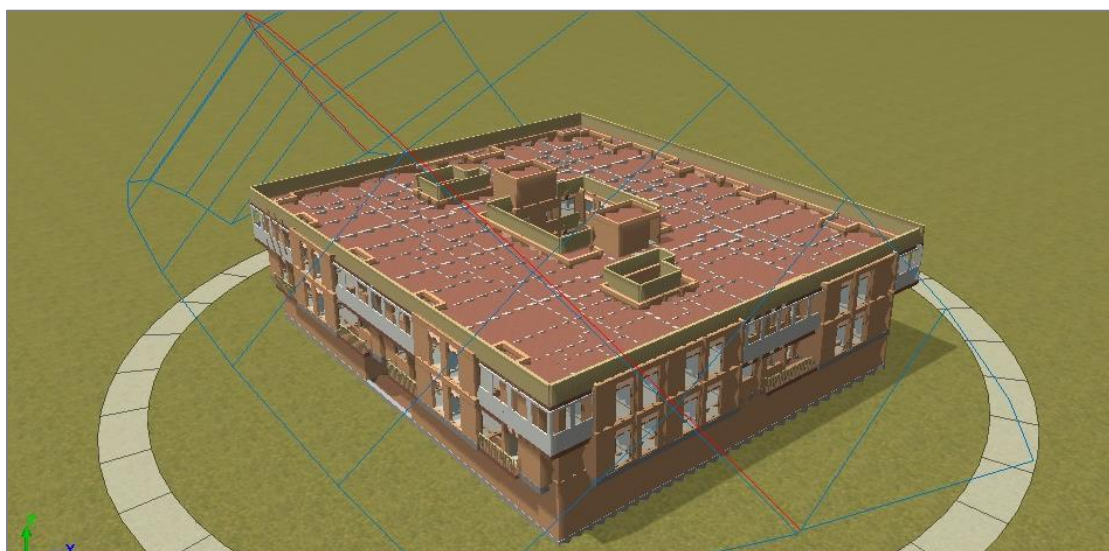


Ilustración 77. Modelo de digitalización en CYPE. Opción CTE.

Se ha exportado el modelo al programa LIDER para el cálculo de su demanda comprobándose mediante el análisis que la demanda de calefacción y refrigeración se adaptan a las exigencias del código técnico.

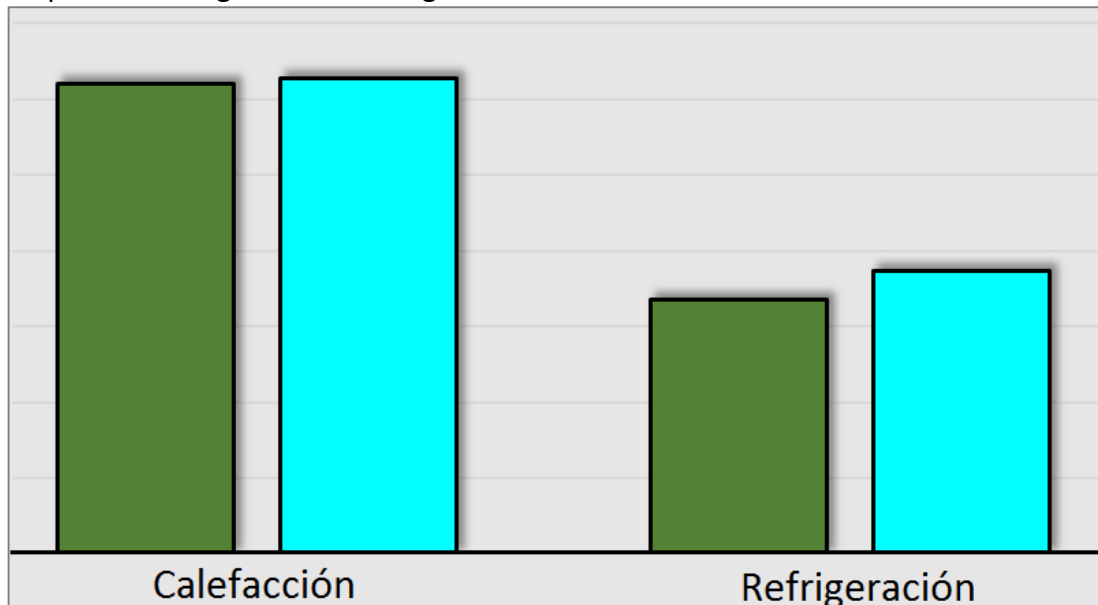
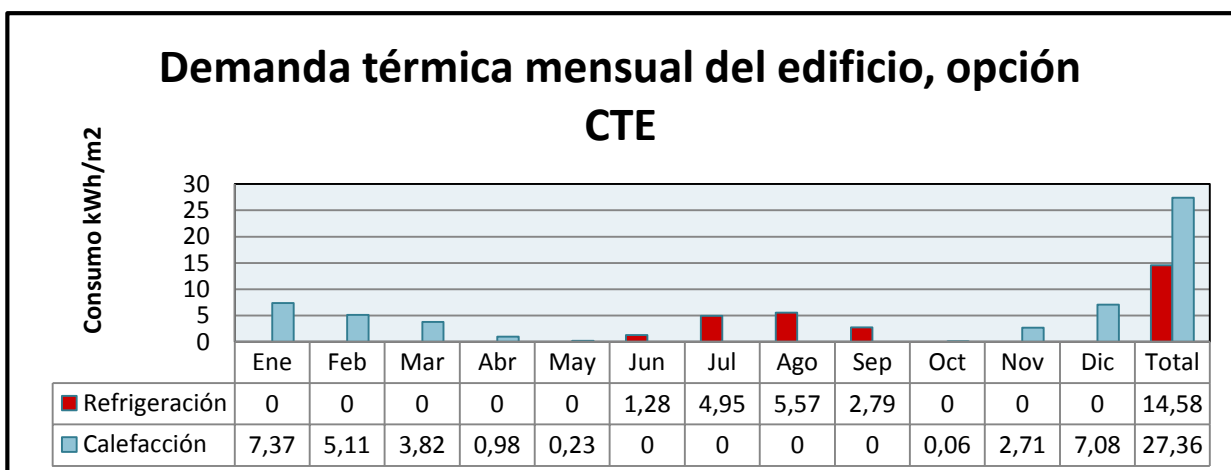


Ilustración 78. Resultados de la demanda. Opción CTE

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	99,0	89,8
Proporción relativa calefacción-refrigeración	62,7	37,3

Tabla 24. Resultados de la demanda.

Según el análisis de transmisión de calor expresado en kWh/m² LIDER calcula la demanda térmica del proyecto. Los resultados son los siguientes:



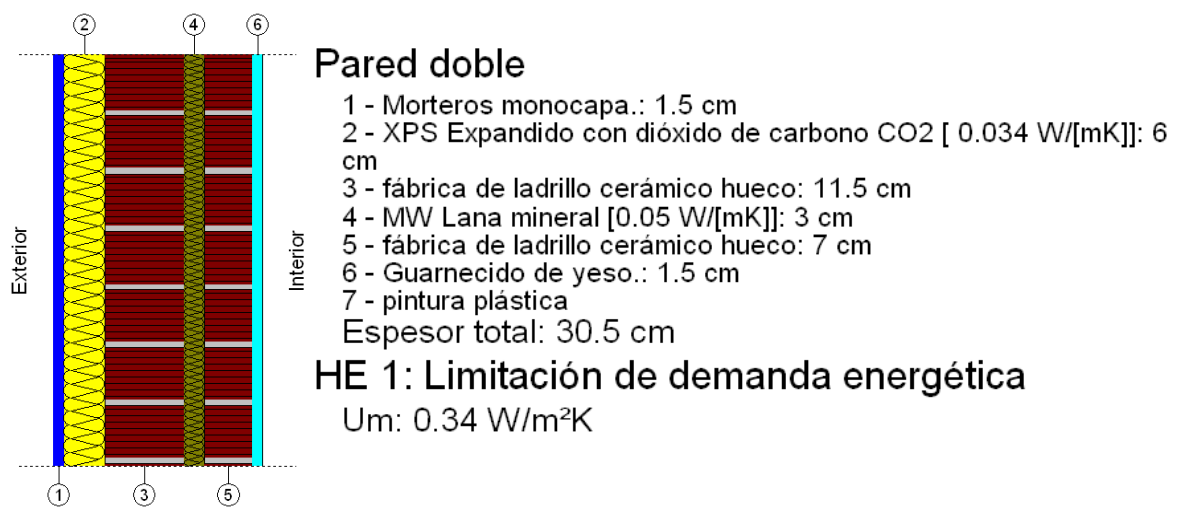
4.2.3 Opción de intervención ERE

Se plantea la actuación a través de las siguientes directrices:

Acondicionamiento de fachadas

Los cerramientos exteriores al estar compuestos por doble hoja de ladrillo trasdosado con aislamiento térmico de 3 cm; se plantea el uso de un sistema de aislamiento térmico por el exterior, en este caso de poliestireno extruido (XPS), el cual se fijará al soporte mediante la aplicación de mortero y fijaciones mecánicas.

Sobre el material aislante se aplicará una malla de refuerzo y sobre ésta el mortero de acabado monocapa.



El material seleccionado como aislante térmico, tiene Marcado CE y sello AENOR, además de poder aplicarse como aislamiento por el exterior e interior, sobre y bajo cubierta y en contacto con espacios no habitables.

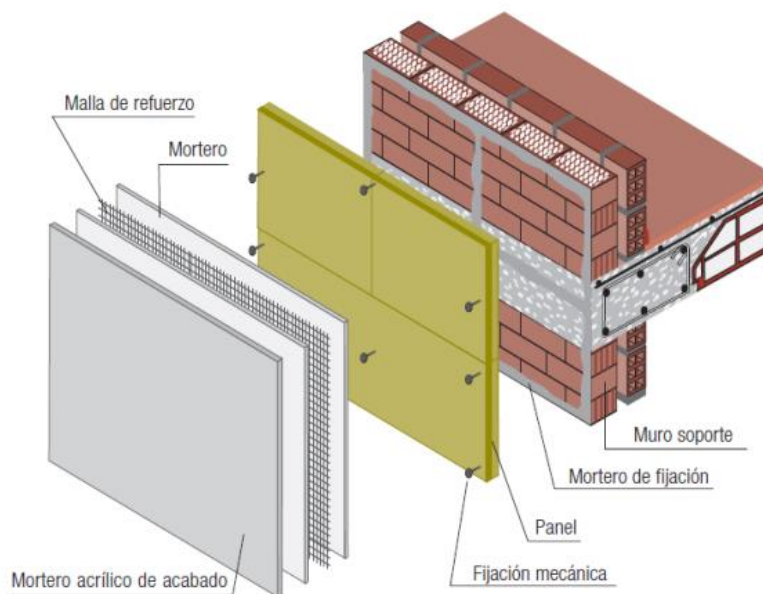
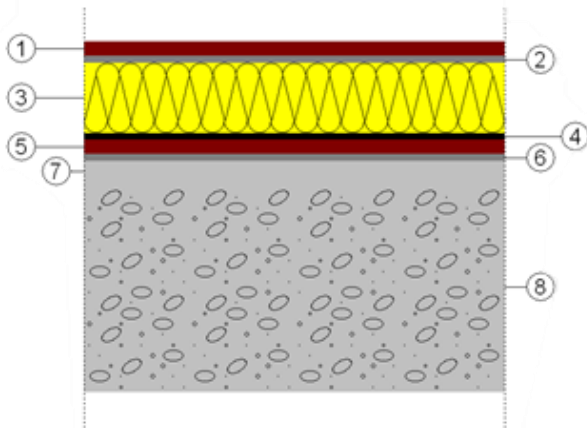


Ilustración 79. Esquema de montaje de un sistema SATE.

Acondicionamiento de cubierta

Para el acondicionamiento de la cubierta se colocará una imprimación asfáltica sobre la misma y adherida totalmente a ella y un aislamiento térmico de 10 cm. Sobre el aislamiento se colocará el acabado con baldosín catalán, lo cual aporta al conjunto una transmitancia $U=0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Tipo: Transitable, peatonal, con solado fijo

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica: 2 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$: 1 cm
- 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO_2 [0.034 W/[mK]]: 10 cm
- 4 - Asfalto: 1 cm
- 5 - Plaqueta o baldosa cerámica: 2 cm
- 6 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$: 1 cm
- 7 - Hormigón celular curado en autoclave d 500: 3 cm
- 8 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm: 30 cm

Espesor total: 50.0 cm

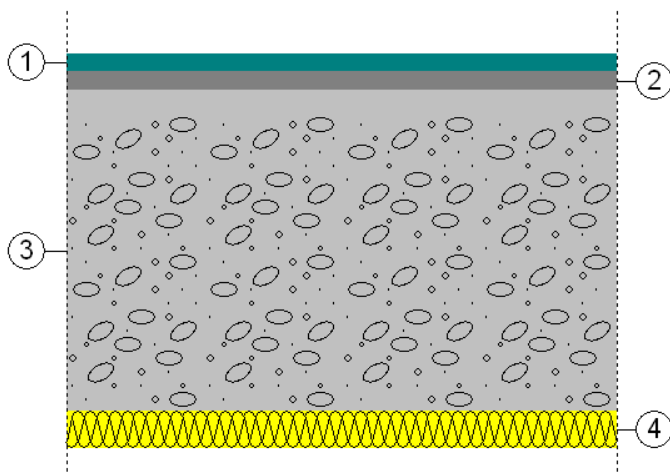
HE 1: Limitación de demanda energética

U refrigeración: $0.23 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

U calefacción: $0.23 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

Acondicionamiento de bajo forjado de primera planta

Con el fin de evitar la transmisión de energía entre los bajos comerciales y las viviendas de primera planta, se plantea el acondicionamiento del forjado por el inferior. Para ello se adherirá un aislamiento térmico (XPS expandido) de 4 cm de espesor. Esto otorga al conjunto una transmitancia térmica de $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Capas

- 1 - Plaqueta o baldosa cerámica: 2 cm
- 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$: 2 cm
- 3 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm: 35 cm
- 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO_2 [0.034 W/[mK]]: 4 cm

Espesor total: 43.0 cm

HE 1: Limitación de demanda energética (Superior)

U refrigeración: $0.48 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

U calefacción: $0.52 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

HE 1: Limitación de demanda energética (Inferior)

U refrigeración: $0.52 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

U calefacción: $0.48 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

HE 1: Limitación de demanda energética (Voladizo)

U refrigeración: $0.54 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

U calefacción: $0.52 \text{ kcal}/(\text{h m}^2\text{°C})$

Sustitución de carpinterías

Se retirarán las piezas existentes de toda la edificación y se sustituirán por otras de PVC de tres cámaras lacado con rotura de puente térmico ($U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) y vidrio doble bajo emisivo, 4+12+4 mm ($U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Se repararán las mochetas de los huecos con mortero hidrófugo, aplicándole el mismo tratamiento de polipropileno que el aplicado en fachadas y, en el encuentro de las carpinterías con el cerramiento se colocarán tapajuntas del mismo material que la carpintería, aplicados con silicona blanca.



Ilustración 80. Detalle de corredera de PVC de dos hojas con vidrio doble.

TIPO	VIDRIO $U=1,7$	MARCO $U=1,8$	% MARCO	PERMEABILIDAD m^3/hm^2 a 100Pa	$U(\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K})$	FACTOR SOLAR
PA1	Doble bajo emisivo 4+12+4	PVC triple cámara con rotura de puente térmico	30 %	27	1,73	0,69
PA2			36 %	27	1,73	0,64
PA5			30 %	27	1,73	0,67
VA2			42 %	27	1,74	0,59
VA3			48 %	27	1,74	0,48
VA4			42 %	27	1,74	0,62
VA5			48 %	27	1,74	0,47
VA7			55 %	27	1,75	0,47
VA8			45 %	27	1,74	0,48

Tabla 25. Relación de carpinterías, opción ERE.

4.2.4 Digitalización, modelado y análisis de resultados de la opción ERE

Con los datos de geométricos utilizados en el modelado de la opción sin intervención y agregando las mejoras en la envolvente propuestas se digitalizado la volumetría del mismo en el apartado “instalaciones del edificio” del programa CYPE.

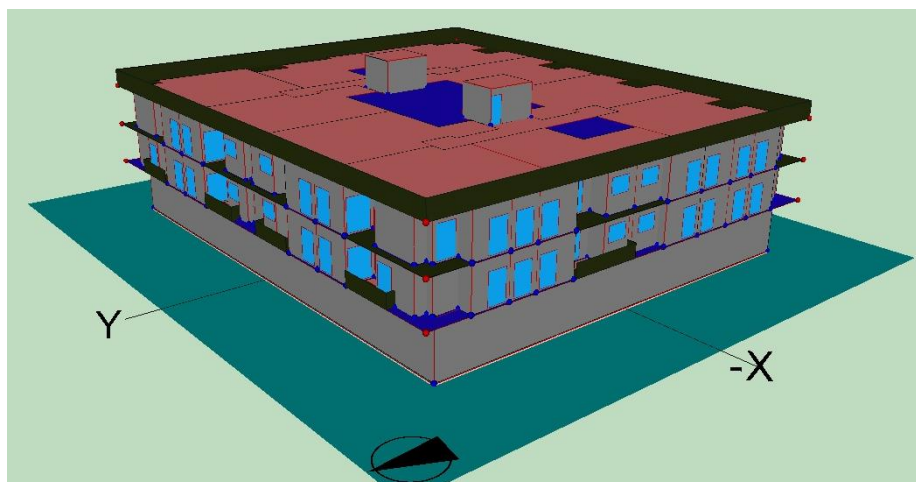


Ilustración 81. Modelo de digitalización en LIDER. Opción ERE.

Se ha exportado el modelo al programa LIDER para el cálculo de su demanda comprobándose mediante el análisis que la demanda de calefacción y refrigeración se adaptan a las exigencias del código técnico.

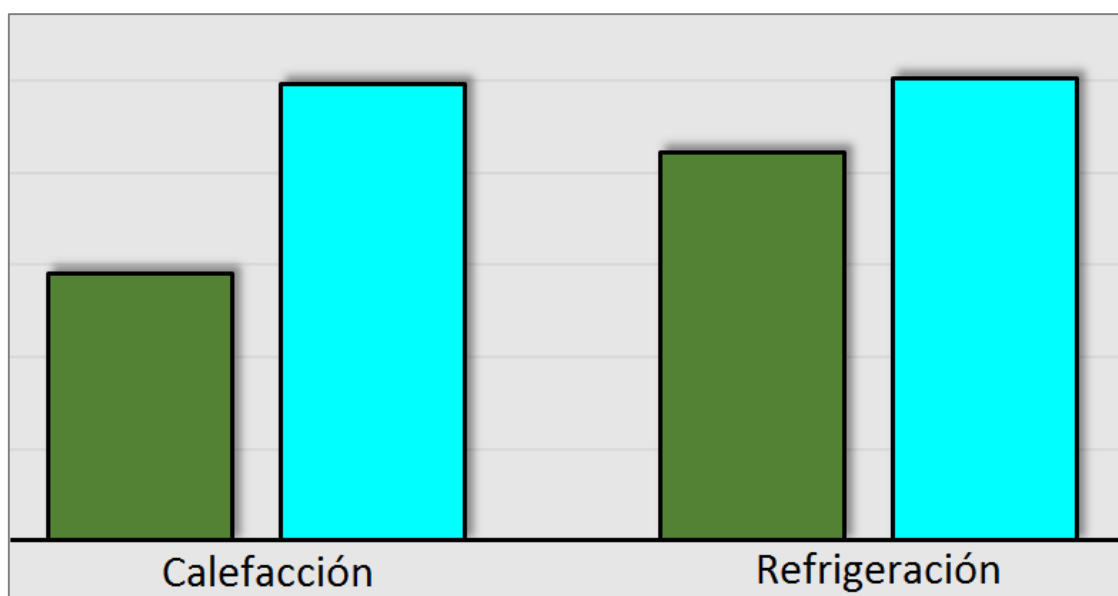
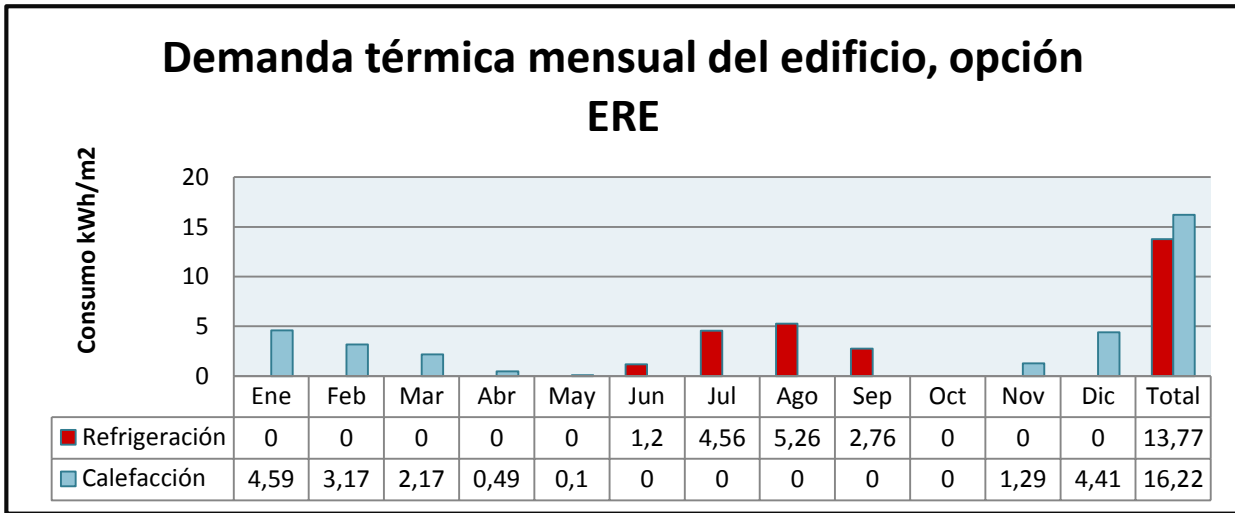


Ilustración 82. Resultados de la demanda. Opción ERE.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	58,6	83,9
Proporción relativa calefacción-refrigeración	49,7	50,3

Tabla 26. Resultados de la demanda.

Según el análisis de transmisión de calor expresado en kWh/m² LIDER calcula la demanda térmica del proyecto. Los resultados son los siguientes:



4.3 Comparativa de las opciones

A continuación se exponen los resultados de las opciones propuestas y su comparativa con el estado actual.

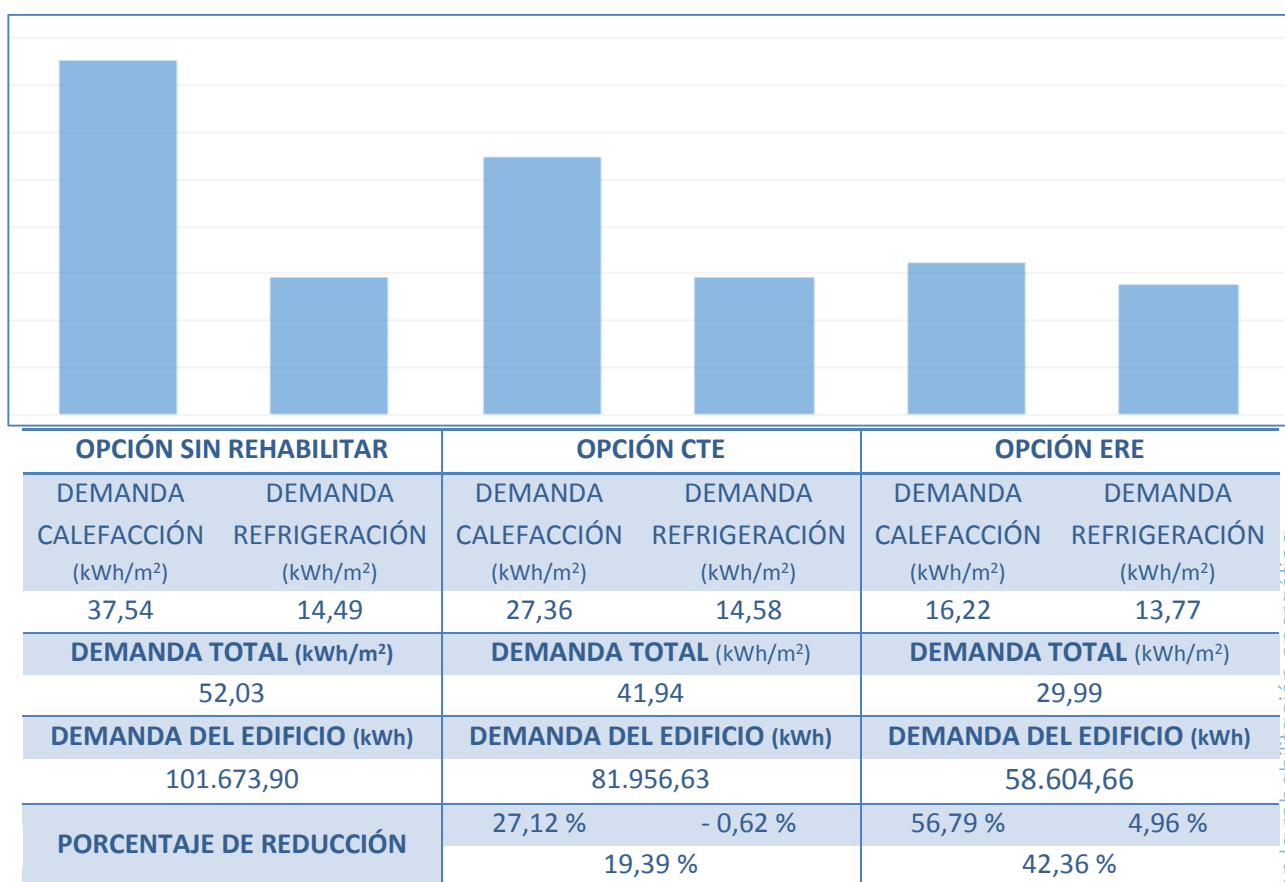


Tabla 27. Resumen de las opciones de mejora.

Como se puede observar en el comparativo anterior, con las medidas adoptadas en la opción ERE el total de energía final demandada es de 29,99 kWh/m², lo que representa un 42,36 % de ahorro (52,03 kWh/m²) sobre la energía necesitada en la opción sin rehabilitar. La superficie de todos los espacios suma 1.954,14 m², esto supone 58.604,66 kWh al año de consumo total del edificio con la opción de rehabilitación ERE, 81.956,63 kWh para la opción CTE y 101.673,90 kWh de consumo actualmente.

En la actualidad, el mundo se enfrenta a una dura crisis energética que está favoreciendo a la inestabilidad del sistema económico y por ende al sistema capitalista. Una crisis energética es una gran carestía (o una subida de precio) en el suministro de fuentes energéticas a una economía. Normalmente hace referencia a una disminución de la disponibilidad de petróleo u otros recursos naturales. La crisis repercute en el resto de la economía, provocando una recesión en alguna forma. En particular, los

costes de producción de electricidad crecen, lo que eleva los costes de las manufacturas. Para el consumidor el precio de la energía aumenta, lo que le lleva a una reducción de sus gastos y a una menor confianza. En una economía de mercado el precio de los productos energéticos, tales como el petróleo, el gas o la electricidad se comportan según un principio de oferta y demanda que puede ocasionar cambios repentinos en el precio de la energía cuando éstas cambian. Por ello, el ahorro de energía debe ser uno de los pilares del cambio, ya que, hasta que el paso a las renovables esté bien afianzado, la energía cada vez será más escasa y, en consecuencia, más cara.

Siguiendo en esta línea, dada la coyuntura económica actual, es interesante indicar que el déficit comercial de España está en aumento. La situación ideal para una economía y para un país sería que no tuviera que importar nada del exterior, que fuera autosuficiente, pero este no es el caso de la economía española ya que al cierre del año 2012 muestra un aumento del déficit comercial de España del 6,7 %. Este aumento del déficit comercial de España del 6,7 %, se traduce en que la diferencia entre importaciones y exportaciones ascendió hasta algo más de 140.000 millones de euros. La principal partida causante de que la economía española haya incrementado su déficit comercial es la referente a la energía, ya que España ha tenido que importar más petróleo derivado del déficit energético que posee, lo que unido al incremento de los precios del petróleo, explican el aumento del déficit comercial.

Además, según los datos revelados por el Banco de España este año 2013, muestran que la tendencia es seguir aumentando este déficit energético. En este sentido, los datos del primer trimestre del año muestran que el déficit comercial de España subió el 3,3 % con respecto al mismo periodo de 2010 y alcanzó los 12.770,5 millones de euros, con un incremento del déficit energético del 30,4 %. En cuanto a las importaciones, las de productos energéticos, el principal sector importador del periodo con una cuota del 20,9 % sobre el total, crecieron el 38,4 %. Asimismo, se registraron incrementos del 43 % en las compras de petróleo y derivados y del 20,9 % en las de gas.

Por si fuera poco, el clima de inestabilidad política y social en el norte de África y la consecuente subida de los precios del petróleo también afectan a las cuentas externas españolas. El déficit comercial generado por la compra de energía ha alcanzado los 3.978 millones de euros en enero, lo que supone un alza de un 11% si se compara con diciembre de 2012 y un salto de un 53% en un año.

Con el aumento de los costes para comprar combustibles, la participación del sector energético en la balanza comercial es cada vez más grande. En enero un 80,7% de las importaciones españolas fueron de ítems de este sector, es decir, por cada euro pagado por los españoles para comprar productos extranjeros como alimentos, coches electrónicos, máquinas y ropas, el país ha importado 4,19 millones de euros en energía.

Otro dato negativo que se extrae del balance comercial español es que, en un año de crecimiento nulo, la intensidad energética ha crecido un 2,4%. La economía española, aún sin crecer, necesita consumir más energía para producir sus bienes y servicios, es decir, es menos competitiva en costes energéticos. Esta mayor ineficiencia energética pone de manifiesto que las políticas de ahorro son insuficientes y que el modelo que practican las compañías distribuidoras se basa exclusivamente en incentivar el mayor consumo. La paradoja es que habiendo avanzado en la penetración de las renovables sigamos siendo el país con mayor dependencia e intensidad energética de nuestro entorno. Las importaciones de gas y petróleo son dos terceras partes de nuestro déficit comercial, 34.500 millones de euros, que van a ser muchos más en 2013 por el encarecimiento de los hidrocarburos y por su mayor consumo. Así, el coste más insostenible de nuestro sistema energético es el de la dependencia energética y el que nos convierte en un país vulnerable de Europa.

El avance de las renovables indica que en España se está produciendo un cambio de modelo energético y las tensiones entre fuentes, la inestabilidad regulatoria y los continuos ataques a las renovables solo representan las resistencias a ese cambio. En el mundo ha comenzado ya la transición de las fuentes fósiles y la nuclear hacia las renovables. En España lo tenemos todo: recurso ilimitado, autóctono y a coste cero, industria y tecnología propias, una red capaz de integrar las renovables, empresas dinámicas e internacionalizadas y una valiosa competencia para convertir las renovables en cada vez más competitivas frente al freno impuesto por la actual regulación.

El futuro de las renovables está en su integración en la edificación, el urbanismo y el transporte. La generación distribuida va a permitir que la eólica, la fotovoltaica, la termosolar, la biomasa o la geotermia se integren en el día a día de nuestros hogares y nuestras empresas. Las nuevas directivas europeas de renovables y eficiencia energética de edificios describen las medidas y objetivos de ese futuro. Viviendo estos días los inciertos e inasumibles costes del petróleo, del gas y del riesgo nuclear, la apuesta por las renovables es una cuestión de sentido común y de visión estratégica.

Como dato interesante, comentar que la Fundación Renovables ha propuesto un cumplimiento ambicioso de las directivas europeas, con objetivos del 30% en consumo de renovables, ahorro de energía y de reducción de emisiones para 2020, un cambio regulatorio que dé seguridad a la inversión privada y otro modelo de negocio que incentive el ahorro y la eficiencia energética.

4.4 Estudio económico

A partir de los cálculos y resultados expuestos en los apartados anteriores, y con el objetivo de realizar un análisis global de los beneficios y desventajas de la rehabilitación energética (ERE), se ha creído conveniente analizar los valores totales en un plazo de 50 años, tiempo que habitualmente se toma como vida útil en edificios de viviendas.

Los aspectos analizados han sido el *Ahorro de energía* y el *Análisis estimativo de los costes económicos*. Observar los ahorros energéticos logrados nos permitirá evaluar el tiempo de amortización que requerirían las intervenciones planteadas en este proyecto, ya que, económicamente hablando, con el más que posible encarecimiento de la energía en el futuro cuando la escasez de combustibles fósiles se haga más importante, una vivienda que demande muy poca energía será necesaria para que pueda ser viable ejecutarla.

La situación económica y energética actual está en continuo cambio, con lo cual establecer las hipótesis futuras del precio de la energía, con la incertidumbre que existe, es muy difícil. Por ese motivo, se han tomado algunas consideraciones para simplificar dichas hipótesis.

Como el edificio existente funciona únicamente con energía eléctrica, el valor monetario para la energía ahorrada será el del precio de la electricidad en €/kWh.

Actualmente el precio de la energía oscila en 0,203 €/kWh (impuestos incluidos), valor que utilizaremos para el cálculo y que nos servirá de coeficiente de seguridad para establecer un periodo de amortización mínimo, en el caso más desfavorable en que la electricidad mantuviera su precio actual.

Por otro lado se plantea un estudio de la evolución del precio del kWh para realizar una aproximación más precisa del tiempo de amortización de las diferentes intervenciones en el edificio

En ese sentido, es conveniente comentar que actualmente la generación de energía eléctrica en el mundo entero sigue dependiendo en gran parte de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) que, por un lado, son sumamente contaminantes, y, por otro, empiezan a escasear. Por ello lo más raro sería que el precio de la electricidad no se viera incrementado en un futuro próximo.

Para el presupuesto de las diferentes intervenciones se han tenido en cuenta los precios obtenidos en el apartado de rehabilitación energética del programa “Precios Murcia Rehabilitación”. Se pueden observar todos los presupuestos y partidas en el apartado denominado “Presupuestos” dentro del capítulo 5 (anexo).

4.4.1 Presupuesto económico de la opción sin rehabilitar

Para mantener el estado actual del edificio sin intervención alguna durante un periodo útil de 50 años se plantea un plan de mantenimiento y restauración de la envolvente actuando sobre la fachada y la cubierta.

Restauración de la fachada

La restauración de la fachada consiste en la aplicación de un mortero monocapa. El precio estimado para ésta intervención es de 41,07 €/m², a continuación, se expone el resumen económico de todas las fachadas:

LOCALIZACIÓN	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE (m ²)	PRECIO (€/m ²)	PRECIO FACHADA
Fachada Exterior	Norte	220,78	41,07	9.067,43
	Sur	220,78	41,07	9.067,43
	Este	169,06	41,07	6.943,29
	Oeste	169,06	41,07	6.943,29
Patio Central	Norte	52,76	41,07	2.166,85
	Sur	52,76	41,07	2.166,85
	Este	58,2	41,07	2.390,27
	Oeste	58,2	41,07	2.390,27
Patio Oeste	Norte	13,87	41,07	569,64
	Sur	15,48	41,07	635,76
	Este	26,64	41,07	1.094,10
	Oeste	25,54	41,07	1.048,93
Patio Este	Norte	13,87	41,07	569,64
	Sur	15,48	41,07	635,76
	Este	26,64	41,07	1.094,10
	Oeste	25,54	41,07	1.048,93
TOTAL				47.832,59

Tabla 28. Precio de restauración de la fachada. Opción sin rehabilitar energéticamente.

Restauración de la cubierta

Para la restauración de la cubierta se ha propuesto la renovación de la impermeabilización sobre el paramento existente y posterior acabado con un precio de 41,07 €/m², teniendo en cuenta la superficie a rehabilitar de cubierta (1.102,9 m²), la intervención asciende a 45.296,10 €.

Coste total

Se recogen a continuación todos los costes, tanto del consumo energético como de la intervención.

PARTIDA	COSTE (€)
Acondicionamiento de fachada	47.832,59
Acondicionamiento de cubierta	45.296,10
TOTAL	93.128,69

Tabla 29. Coste total de la intervención. Opción si rehabilitar energéticamente.

4.4.2 Presupuesto económico de la opción de rehabilitación CTE

A continuación se detalla el coste de la intervención CTE.

Acondicionamiento de cubierta CTE

En la opción CTE, para la rehabilitación de la cubierta se ha propuesto una intervención por el exterior con 4 cm de aislamiento y un precio de 65,44 €/m², teniendo en cuenta la superficie a rehabilitar de cubierta (1.102,9 m²), la intervención asciende a 72.173,78 €. Se puede observar el presupuesto detallado en los anexos.

Acondicionamiento de forjado de primera planta CTE

Bajo el forjado de primera planta se propone la colocación de 4 cm de aislamiento térmico por el inferior con un coste de 38,55 €/m² en una superficie de 925,89 m² de lo que se deduce un coste de 35.693,17 €.

Restauración de la fachada

La restauración de la fachada consiste en la aplicación de un mortero monocapa. El precio estimado para ésta intervención es de 41,07 €/m², a continuación, se expone el resumen económico de todas las fachadas:

LOCALIZACIÓN	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE (m ²)	PRECIO (€/m ²)	PRECIO FACHADA
Fachada Exterior	Norte	220,78	41,07	9.067,43
	Sur	220,78	41,07	9.067,43
	Este	169,06	41,07	6.943,29
	Oeste	169,06	41,07	6.943,29
Patio Central	Norte	52,76	41,07	2.166,85

	Sur	52,76	41,07	2.166,85
	Este	58,2	41,07	2.390,27
	Oeste	58,2	41,07	2.390,27
Patio Oeste	Norte	13,87	41,07	569,64
	Sur	15,48	41,07	635,76
	Este	26,64	41,07	1.094,10
	Oeste	25,54	41,07	1.048,93
Patio Este	Norte	13,87	41,07	569,64
	Sur	15,48	41,07	635,76
	Este	26,64	41,07	1.094,10
	Oeste	25,54	41,07	1.048,93
			TOTAL	47.832,59

Tabla 30. Precio de restauración de la fachada. Opción sin rehabilitar energéticamente.

Acondicionamiento de huecos CTE

Como se ha planteado en el apartado de la intervención de ésta opción, se propone la sustitución de las carpinterías de aluminio existentes por unas de PVC de doble cámara y el vidrio simple actual, por una unidad de vidrio aislante 4+12+4.

A continuación se detalla el resumen económico de la sustitución de todas las carpinterías y vidrios por tipo, precio y cantidad. En los anexos se pueden encontrar los presupuestos detallados para la rehabilitación de cada uno de los huecos.

TIPO	ALTO	ANCHO	CARACTERISTICA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PA1	210	160	Puerta 2 hojas	44	970,86€	42.717,84 €
PA2	210	85	Puerta 1 hoja	4	533,68€	2.134,72 €
PA5	200	130	Puerta 2 hojas	52	866,11€	45.037,72 €
VA2	110	110	Ventana 2 hojas	20	590,78€	11.815,60 €
VA3	110	50	Ventana 2 hojas	4	317,60€	1.270,40 €
VA4	110	150	Ventana 2 hojas	24	677,97€	16.271,28 €
VA5	60	200	Ventana 2 hojas	4	628,61€	2.514,44 €
VA7	60	90	Ventana 2 hojas	8	424,25€	3.394,00 €
VA8	100	100	Ventana 2 hojas	8	542,74€	4.341,92 €
					TOTAL	129.497,92 €

Tabla 31. Precio de sustitución de carpinterías. Opción de rehabilitación CTE.

Coste total

Se recogen a continuación todos los costes, tanto del consumo energético como de la intervención.

PARTIDA	COSTE (€)
Acondicionamiento de fachada	47.832,59
Acondicionamiento de cubierta	72.173,78
Acondicionamiento de forjado de primera planta	35.693,17
Acondicionamiento de huecos	129.497,92
TOTAL	285.197,46

Tabla 32. Coste total de la intervención. Opción de rehabilitación CTE.

4.4.3 Presupuesto económico de la opción de rehabilitación ERE

Se estudia, a continuación, el coste económico para llevar a cabo la propuesta de intervención ERE.

Acondicionamiento de fachada ERE

La rehabilitación de la fachada consiste en la aplicación de un sistema de aislamiento por el exterior con un posterior revestimiento del mismo. El precio para ésta intervención es de 66,62 €/m², a continuación, se expone el resumen económico de todas las fachadas:

LOCALIZACIÓN	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE (m ²)	PRECIO (€/m ²)	PRECIO FACHADA
Fachada Exterior	Norte	220,78	66,62	14.708,36
	Sur	220,78	66,62	14.708,36
	Este	169,06	66,62	11.262,78
	Oeste	169,06	66,62	11.262,78
Patio Central	Norte	52,76	66,62	3.514,87
	Sur	52,76	66,62	3.514,87
	Este	58,2	66,62	3.877,28
	Oeste	58,2	66,62	3.877,28
Patio Oeste	Norte	13,87	66,62	924,02
	Sur	15,48	66,62	1.031,28
	Este	26,64	66,62	1.774,76
	Oeste	25,54	66,62	1.701,47

Patio Este	Norte	13,87	66,62	924,02
	Sur	15,48	66,62	1.031,28
	Este	26,64	66,62	1.774,76
	Oeste	25,54	66,62	1.701,47
			TOTAL	77.589,65

Tabla 33. Precio de restauración de la fachada. Opción de rehabilitación ERE.

Acondicionamiento de cubierta ERE

En la opción ERE, para la rehabilitación de la cubierta se ha propuesto una intervención por el exterior con 10 cm de aislamiento y un precio de 88 €/m², teniendo en cuenta la superficie a rehabilitar de cubierta (1.102,9 m²), la intervención asciende a 97.055,20 €. Se puede observar el presupuesto detallado en los anexos.

Acondicionamiento de forjado de primera planta ERE

Bajo el forjado de primera planta se propone la colocación de 4 cm de aislamiento térmico por el inferior con un coste de 43,17 €/m² en una superficie de 925,89 m² de lo que se deduce un coste de 39.970,80 €.

Acondicionamiento de huecos ERE

Como se ha planteado en el apartado de la intervención de ésta opción, se propone la sustitución de las carpinterías de aluminio existentes por unas de PVC de triple cámara y el vidrio simple actual, por una unidad de vidrio aislante 4+12+4 bajo emisivo.

A continuación se detalla el resumen económico de la sustitución de todas las carpinterías y vidrios por tipo, precio y cantidad. En los anexos se pueden encontrar los presupuestos detallados para la rehabilitación de cada uno de los huecos.

TIPO	ALTO	ANCHO	CARACTERISTICA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PA1	210	160	Puerta 2 hojas	44	1.023,80 €	45.047,20 €
PA2	210	85	Puerta 1 hoja	4	562,26 €	2.249,04 €
PA5	200	130	Puerta 2 hojas	52	907,28 €	47.178,56 €
VA2	110	110	Ventana 2 hojas	20	610,26 €	12.205,20 €
VA3	110	50	Ventana 2 hojas	4	326,74 €	1.306,96 €
VA4	110	150	Ventana 2 hojas	24	704,33 €	16.903,92 €
VA5	60	200	Ventana 2 hojas	4	648,13 €	2.592,52 €
VA7	60	90	Ventana 2 hojas	8	433,20 €	3.465,60 €
VA8	100	100	Ventana 2 hojas	8	558,93 €	4.471,44 €
TOTAL						135.420,44 €

Tabla 34. Precio de sustitución de carpinterías. Opción de rehabilitación ERE.

Coste total

Se recogen a continuación todos los costes, tanto del consumo energético como de la intervención.

PARTIDA	COSTE (€)
Acondicionamiento de fachada	77.589,65
Acondicionamiento de cubierta	97.055,20
Acondicionamiento de forjado de primera planta	39.970,80
Acondicionamiento de huecos	135.420,44
TOTAL	350.036,09

Tabla 35. Coste total de la intervención. Opción de rehabilitación ERE.

4.4.4 Estudio de amortización

Con el objetivo de estudiar el consumo energético, se ha calculado el gasto total en dos situaciones, la primera de ella con un precio de la energía fijo en los 50 años previstos como vida útil de la intervención y en la segunda planteando un estudio de la evolución de la energía en los 50 próximos años.

Estudio de amortización para un precio fijo de la energía

Para realizar el estudio de amortización, primero calcularemos el coste del consumo energético del edificio para el periodo a estudio y posteriormente los compararemos para determinar el periodo en el cual es amortizada cada una de las intervenciones.

Consumo energético para la opción sin rehabilitar

Teniendo en cuenta el valor que hemos tomado para el precio del kWh (0,203 €) y la demanda de la opción sin rehabilitar (101.673,90), obtenemos unos gastos energéticos anuales de 20.639,80 €. Pero se plantea el estudio para un periodo útil de 50 años, lo que conlleva a un desembolso económico de 1.031.990,09 € sólo para el consumo de energía total del edificio.

Consumo energético para la opción CTE

Teniendo en cuenta el valor que hemos tomado para el precio del kWh (0,203 €) y la demanda energética del edificio tras la mejora de la opción CTE, obtenemos unos gastos energéticos anuales de 16.637,20 € y para el periodo útil de 50 años, de 831.859,79 €, sólo para el consumo de energía total del edificio.

Consumo energético ERE

Teniendo en cuenta el valor que hemos tomado para el precio del kWh (0,203 €) y la demanda energética del edificio tras la mejora de la opción ERE, obtenemos unos gastos energéticos anuales de 11.896,746 € y para el periodo útil de 50 años, de 594.837,30 € sólo para el consumo de energía total del edificio.

Resumen de consumos

OPCIÓN SIN REHABILITACIÓN	OPCIÓN DE REHABILITACIÓN "CTE"	OPCIÓN DE REHABILITACIÓN "ERE"
1.031.990,09 €	831.859,79 €	594.837,30 €

Estudio de amortización

Para determinar el periodo en el cual cada intervención resulta amortizada debemos tener en cuenta el desembolso del consumo energético así como el de cada una de las intervenciones.

A continuación se muestra una tabla con los costes acumulados de cada una de las opciones, teniendo en cuenta y añadiendo el precio de la intervención en cada una de ellas.

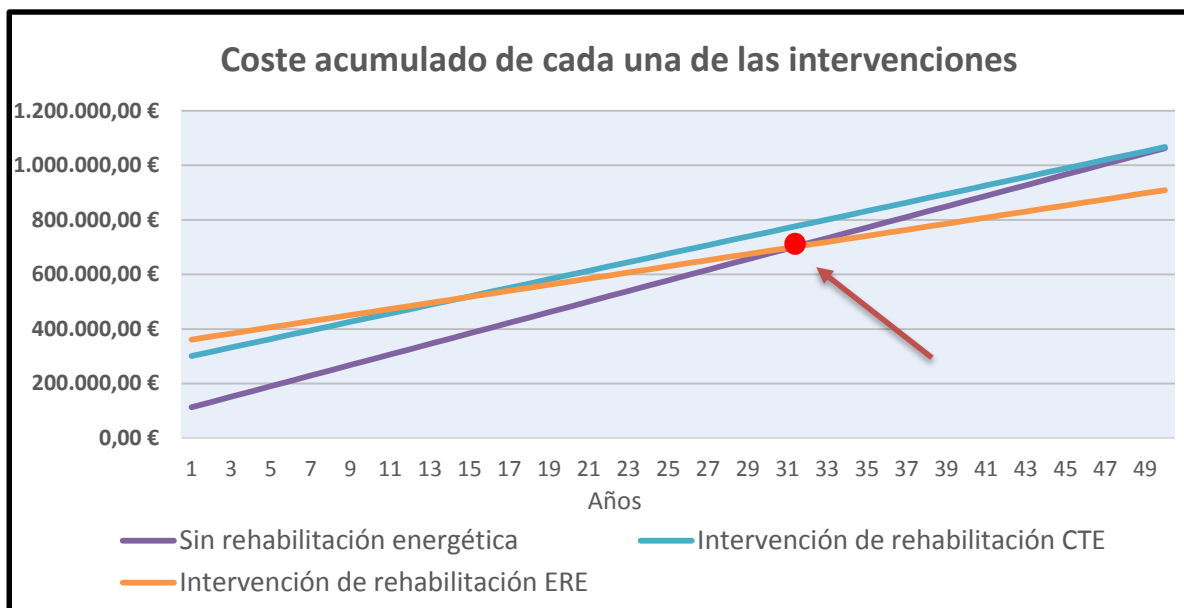
	Sin rehabilitación energética	Intervención de rehabilitación CTE	Intervención de rehabilitación ERE
Coste de la intervención	93.128,69 €	285.197,46 €	350.036,09 €
Año 1	112.522,11 €	300.829,98 €	361.214,42 €
Año 2	131.915,53 €	316.462,50 €	372.392,76 €
Año 3	151.308,94 €	332.095,02 €	383.571,09 €
Año 4	170.702,36 €	347.727,54 €	394.749,42 €
Año 5	190.095,78 €	363.360,06 €	405.927,76 €
Año 6	209.489,20 €	378.992,58 €	417.106,09 €
Año 7	228.882,62 €	394.625,10 €	428.284,42 €
Año 8	248.276,04 €	410.257,62 €	439.462,76 €
Año 9	267.669,46 €	425.890,14 €	450.641,09 €
Año 10	287.062,88 €	441.522,66 €	461.819,42 €
Año 11	306.456,30 €	457.155,18 €	472.997,76 €
Año 12	325.849,72 €	472.787,70 €	484.176,09 €
Año 13	345.243,14 €	488.420,22 €	495.354,42 €
Año 14	364.636,56 €	504.052,74 €	506.532,76 €
Año 15	384.029,98 €	519.685,26 €	517.711,09 €
Año 16	403.423,40 €	535.317,78 €	528.889,42 €
Año 17	422.816,82 €	550.950,30 €	540.067,76 €
Año 18	442.210,24 €	566.582,82 €	551.246,09 €

Año 19	461.603,66 €	582.215,34 €	562.424,43 €
Año 20	480.997,08 €	597.847,86 €	573.602,76 €
Año 21	500.390,49 €	613.480,38 €	584.781,09 €
Año 22	519.783,91 €	629.112,90 €	595.959,43 €
Año 23	539.177,33 €	644.745,42 €	607.137,76 €
Año 24	558.570,75 €	660.377,94 €	618.316,09 €
Año 25	577.964,17 €	676.010,46 €	629.494,43 €
Año 26	597.357,59 €	691.642,98 €	640.672,76 €
Año 27	616.751,01 €	707.275,50 €	651.851,09 €
Año 28	636.144,44 €	722.908,02 €	663.029,43 €
Año 29	655.537,85 €	738.540,54 €	674.207,76 €
Año 30	674.931,27 €	754.173,07 €	685.386,09 €
Año 31	694.324,69 €	769.805,58 €	696.564,43 €
Año 32	713.718,11 €	785.438,10 €	707.742,76 €
Año 33	733.111,53 €	801.070,66 €	718.921,09 €
Año 34	752.504,95 €	816.703,13 €	730.099,43 €
Año 35	771.898,37 €	832.335,62 €	741.277,76 €
Año 36	791.291,79 €	847.968,19 €	752.456,09 €
Año 37	810.685,21 €	863.600,71 €	763.634,43 €
Año 38	830.078,63 €	879.233,23 €	774.812,76 €
Año 39	849.472,05 €	894.865,75 €	785.991,09 €
Año 40	868.865,47 €	910.498,27 €	797.169,43 €
Año 41	888.258,89 €	926.130,79 €	808.347,76 €
Año 42	907.652,31 €	941.763,31 €	819.526,09 €
Año 43	927.045,73 €	957.395,83 €	830.704,43 €
Año 44	946.439,15 €	973.028,35 €	841.882,76 €
Año 45	965.832,57 €	988.660,87 €	853.061,09 €
Año 46	985.225,99 €	1.004.293,39 €	864.239,43 €
Año 47	1.004.619,41 €	1.019.925,91 €	875.417,76 €
Año 48	1.024.012,83 €	1.035.558,43 €	886.596,09 €
Año 49	1.043.406,24 €	1.051.190,95 €	897.774,43 €
Año 50	1.062.799,66 €	1.066.823,47 €	908.952,76 €

Tabla 36. Costes acumulados de las diferentes opciones de actuación.

Se desprende de estos datos, que la opción de rehabilitación ERE, al cabo de su vida útil, otorga unos beneficios económicos de 153.846,90 € frente a la no intervención mientras que la opción de intervención CTE resulta desventajosa y los ahorros energéticos no compensan el desembolso de la intervención.

En esta gráfica se puede observar el coste acumulado cada año de cada una de las opciones, de donde se obtiene un periodo de amortización de 32 años de la opción ERE a partir del cual, el ahorro energético, compensa el desembolso económico de la intervención.



Estudio de amortización para un para un precio variable de la energía

Para realizar el estudio de amortización, primero calcularemos el coste del consumo energético del edificio en cada una de las opciones y para el periodo a estudio. Posteriormente los compararemos para determinar el periodo en el cual es amortizada cada una de las intervenciones.

En este caso no hemos tomado un coste fijo de la energía, si no que se han tomado los precios del kWh de los últimos 7 años facilitados por INEGA:

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
€/kWh	0,110	0,113	0,127	0,143	0,151	0,186	0,191
Incremento total (€)						0,081	
Incremento medio anual (€)						0,01156158	

Como se observa, se estima un crecimiento en el precio de la energía de unos 0,01156158 €/kWh anuales. A continuación se muestra una tabla comparativa con el gasto energético de cada una de las opciones:

Resumen de consumos

	Precio del kWh	Sin rehabilitación energética	Intervención de rehabilitación CTE	Intervención de rehabilitación ERE
Año 1	0,2026 €	40.014,94 €	32.254,98 €	23.064,54 €
Año 2	0,2141 €	61.785,68 €	49.803,79 €	35.613,16 €
Año 3	0,2257 €	84.731,93 €	68.300,16 €	48.839,34 €
Año 4	0,2372 €	108.853,69 €	87.744,07 €	62.743,08 €
Año 5	0,2488 €	134.150,96 €	108.135,53 €	77.324,38 €
Año 6	0,2604 €	160.623,74 €	129.474,53 €	92.583,25 €
Año 7	0,2719 €	188.272,04 €	151.761,09 €	108.519,68 €
Año 8	0,2835 €	217.095,84 €	174.995,19 €	125.133,67 €
Año 9	0,2951 €	247.095,16 €	199.176,85 €	142.425,22 €
Año 10	0,3066 €	278.269,99 €	224.306,05 €	160.394,34 €
Año 11	0,3182 €	310.620,33 €	250.382,80 €	179.041,02 €
Año 12	0,3297 €	344.146,18 €	277.407,10 €	198.365,26 €
Año 13	0,3413 €	378.847,55 €	305.378,94 €	218.367,07 €
Año 14	0,3529 €	414.724,42 €	334.298,34 €	239.046,44 €
Año 15	0,3644 €	451.776,81 €	364.165,28 €	260.403,37 €
Año 16	0,3760 €	490.004,70 €	394.979,78 €	282.437,86 €
Año 17	0,3875 €	529.408,11 €	426.741,82 €	305.149,92 €
Año 18	0,3991 €	569.987,03 €	459.451,41 €	328.539,54 €
Año 19	0,4107 €	611.741,46 €	493.108,54 €	352.606,72 €
Año 20	0,4222 €	654.671,41 €	527.713,23 €	377.351,47 €
Año 21	0,4338 €	698.776,86 €	563.265,47 €	402.773,77 €
Año 22	0,4454 €	744.057,83 €	599.765,25 €	428.873,64 €
Año 23	0,4569 €	790.514,30 €	637.212,58 €	455.651,08 €
Año 24	0,4685 €	838.146,29 €	675.607,46 €	483.106,07 €
Año 25	0,4800 €	886.953,79 €	714.949,89 €	511.238,63 €
Año 26	0,4916 €	936.936,80 €	755.239,87 €	540.048,75 €
Año 27	0,5032 €	988.095,33 €	796.477,40 €	569.536,44 €
Año 28	0,5147 €	1.040.429,36 €	838.662,47 €	599.701,68 €
Año 29	0,5263 €	1.093.938,91 €	881.795,09 €	630.544,49 €
Año 30	0,5378 €	1.148.623,96 €	925.875,27 €	662.064,86 €
Año 31	0,5494 €	1.204.484,53 €	970.902,99 €	694.262,80 €
Año 32	0,5610 €	1.261.520,61 €	1.016.878,25 €	727.138,30 €
Año 33	0,5725 €	1.319.732,20 €	1.063.801,07 €	760.691,36 €
Año 34	0,5841 €	1.379.119,30 €	1.111.671,44 €	794.921,98 €
Año 35	0,5957 €	1.439.681,92 €	1.160.489,35 €	829.830,17 €
Año 36	0,6072 €	1.501.420,04 €	1.210.254,82 €	865.415,92 €
Año 37	0,6188 €	1.564.333,68 €	1.260.967,83 €	901.679,23 €
Año 38	0,6303 €	1.628.422,83 €	1.312.628,39 €	938.620,10 €
Año 39	0,6419 €	1.693.687,49 €	1.365.236,49 €	976.238,54 €
Año 40	0,6535 €	1.760.127,66 €	1.418.792,15 €	1.014.534,54 €
Año 41	0,6650 €	1.827.743,34 €	1.473.295,36 €	1.053.508,10 €

Año 42	0,6766 €	1.896.534,54 €	1.528.746,11 €	1.093.159,22 €
Año 43	0,6881 €	1.966.501,24 €	1.585.144,41 €	1.133.487,91 €
Año 44	0,6997 €	2.037.643,46 €	1.642.490,26 €	1.174.494,16 €
Año 45	0,7113 €	2.109.961,19 €	1.700.783,66 €	1.216.177,98 €
Año 46	0,7228 €	2.183.454,42 €	1.760.024,61 €	1.258.539,35 €
Año 47	0,7344 €	2.258.123,18 €	1.820.213,11 €	1.301.578,29 €
Año 48	0,7460 €	2.333.967,44 €	1.881.349,15 €	1.345.294,79 €
Año 49	0,7575 €	2.410.987,21 €	1.943.432,75 €	1.389.688,86 €
Año 50	0,7691 €	2.489.182,50 €	2.006.463,89 €	1.434.760,48 €

Tabla 37. Tabla de consumos acumulados con un coste energético variable.

Estudio de amortización

Para determinar el periodo en el cual cada intervención resulta amortizada debemos tener en cuenta el desembolso del consumo energético así como el de cada una de las intervenciones.

A continuación se muestra una tabla con los costes acumulados de cada una de las opciones, teniendo en cuenta y añadiendo el precio de la intervención en cada una de ellas.

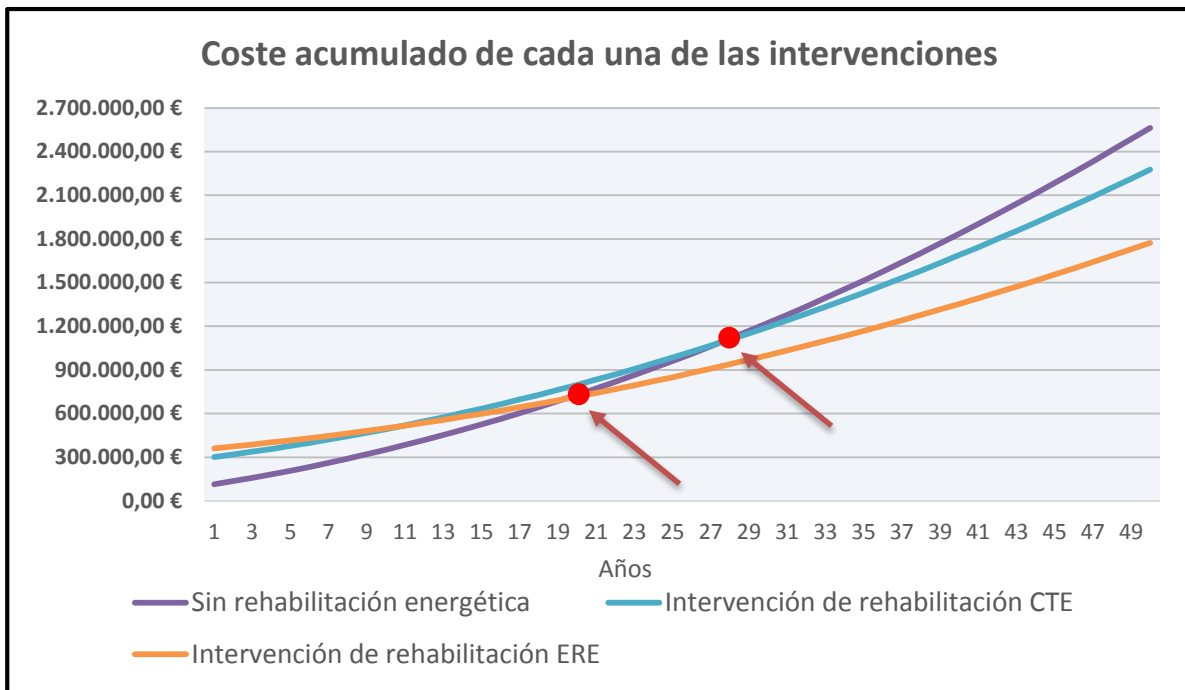
	Sin rehabilitación energética	Intervención de rehabilitación CTE	Intervención de rehabilitación ERE
Coste de la intervención	93.128,69 €	285.197,46 €	350.036,09 €
Año 1	113.727,82 €	301.801,87 €	361.909,39 €
Año 2	135.502,47 €	319.353,83 €	374.460,26 €
Año 3	158.452,62 €	337.853,35 €	387.688,69 €
Año 4	182.578,29 €	357.300,40 €	401.594,68 €
Año 5	207.879,46 €	377.695,01 €	416.178,24 €
Año 6	234.356,15 €	399.037,17 €	431.439,36 €
Año 7	262.008,35 €	421.326,87 €	447.378,04 €
Año 8	290.836,07 €	444.564,12 €	463.994,28 €
Año 9	320.839,29 €	468.748,93 €	481.288,09 €
Año 10	352.018,02 €	493.881,28 €	499.259,45 €
Año 11	384.372,27 €	519.961,17 €	517.908,39 €
Año 12	417.902,03 €	546.988,62 €	537.234,88 €
Año 13	452.607,30 €	574.963,62 €	557.238,94 €
Año 14	488.488,08 €	603.886,16 €	577.920,56 €
Año 15	525.544,37 €	633.756,25 €	599.279,74 €
Año 16	563.776,17 €	664.573,89 €	621.316,48 €
Año 17	603.183,49 €	696.339,08 €	644.030,79 €
Año 18	643.766,31 €	729.051,82 €	667.422,66 €
Año 19	685.524,65 €	762.712,11 €	691.492,10 €
Año 20	728.458,50 €	797.319,94 €	716.239,09 €

Año 21	772.567,86 €	832.875,33 €	741.663,65 €
Año 22	817.852,73 €	869.378,26 €	767.765,77 €
Año 23	864.313,11 €	906.828,74 €	794.545,46 €
Año 24	911.949,01 €	945.226,77 €	822.002,70 €
Año 25	960.760,41 €	984.572,35 €	850.137,51 €
Año 26	1.010.747,33 €	1.024.865,47 €	878.949,89 €
Año 27	1.061.909,76 €	1.066.106,15 €	908.439,82 €
Año 28	1.114.247,70 €	1.108.294,37 €	938.607,32 €
Año 29	1.167.761,15 €	1.151.430,14 €	969.452,38 €
Año 30	1.222.450,11 €	1.195.513,46 €	1.000.975,00 €
Año 31	1.278.314,59 €	1.240.544,33 €	1.033.175,19 €
Año 32	1.335.354,57 €	1.286.522,75 €	1.066.052,94 €
Año 33	1.393.570,07 €	1.333.448,71 €	1.099.608,25 €
Año 34	1.452.961,08 €	1.381.322,23 €	1.133.841,13 €
Año 35	1.513.527,60 €	1.430.143,29 €	1.168.751,56 €
Año 36	1.575.269,63 €	1.479.911,90 €	1.204.339,56 €
Año 37	1.638.187,17 €	1.530.628,06 €	1.240.605,13 €
Año 38	1.702.280,23 €	1.582.291,77 €	1.277.548,25 €
Año 39	1.767.548,79 €	1.634.903,03 €	1.315.168,94 €
Año 40	1.833.992,87 €	1.688.461,83 €	1.353.467,19 €
Año 41	1.901.612,46 €	1.742.968,18 €	1.392.443,00 €
Año 42	1.970.407,56 €	1.798.422,09 €	1.432.096,38 €
Año 43	2.040.378,17 €	1.854.823,54 €	1.472.427,32 €
Año 44	2.111.524,29 €	1.912.172,54 €	1.513.435,82 €
Año 45	2.183.845,92 €	1.970.469,09 €	1.555.121,88 €
Año 46	2.257.343,07 €	2.029.713,18 €	1.597.485,51 €
Año 47	2.332.015,72 €	2.089.904,83 €	1.640.526,70 €
Año 48	2.407.863,89 €	2.151.044,02 €	1.684.245,45 €
Año 49	2.484.887,57 €	2.213.130,76 €	1.728.641,77 €
Año 50	2.563.086,76 €	2.276.165,05 €	1.773.715,65 €

Tabla 38. Costes acumulados de las diferentes opciones de actuación.

Se desprende de estos datos, que la opción de rehabilitación ERE, al cabo de su vida útil, otorga unos beneficios económicos de 789.371,11 € frente a la no intervención mientras que la opción de intervención CTE resulta 286.921,71 € más económica.

En la gráfica siguiente se observa el coste acumulado de cada una de las opciones, de donde se obtiene un periodo de amortización de 21 años para la opción ERE y de 28 años para la opción CTE a partir de los cuales, el ahorro energético, compensa el desembolso económico de la intervención.



Se ha de tener en cuenta, que sólo se contemplan los ahorros económicos, pero el ahorro de energía conlleva aspectos tan beneficiosos como la disminución de las emisiones a la atmósfera que provocan el efecto invernadero.

4.5 Conclusiones

Las conclusiones principales extraídas del presente estudio se enumeran a continuación:

- La rehabilitación energética trae consigo una gran cantidad de ventajas directas e indirectas. Como se ha demostrado a lo largo del trabajo, la rehabilitación energética conlleva ventajas directas en temas energéticos, económicos y de efecto sobre el cambio climático, pero además, si se enfoca atendiendo no solamente al ahorro de energía durante el uso del edificio, sino también al origen y fabricación de los materiales y sistemas empleados, tiene otras ventajas indirectas como la generación de empleo, colaborar en mejorar el bienestar social, desarrollar la actividad y la industria local para fabricación de materiales, etc. Por ello se considera que, a pesar de las limitaciones impuestas por la falta de información disponible y por las herramientas utilizadas, la metodología empleada y los resultados obtenidos cumplen con las expectativas y objetivos planteados.
- Los límites de las herramientas y normativas públicas limitan la capacidad de actuación a la hora de obtener y analizar resultados. Al ser los valores mínimos exigidos y las herramientas de cálculo utilizadas de origen público, la limitación de actuación es evidente. Los procedimientos y programas informáticos de titularidad privada son de una complejidad superior y persiguen objetivos más ambiciosos. Por ello, en el proceso de cambio de modelo energético en el que nos encontramos inmersos la legislación debería reflejar de mejor manera la coyuntura energética actual, haciendo por ejemplo aplicable la ley a un mayor número de proyectos, promocionando unos valores mínimos más restrictivos o fomentando el uso de herramientas de cálculo de un nivel más exigente.
- La envolvente térmica y, en consecuencia, la demanda energética del edificio son el eje principal de actuación. La demanda del edificio es el primer lugar en el que actuar, y para ello los esfuerzos deben ir encaminados a mejorar la piel del edificio. Además, con unas pequeñas y sencillas intervenciones, tan elementales como introducir aislamientos y mejorar los huecos, se consigue adaptar gran parte de las edificaciones a unos valores de demanda adecuados. Además, la inversión en la piel con el objetivo de reducir la demanda es más segura que las inversiones relacionadas con los sistemas de climatización y ACS. Ello se debe a que la inversión en aislamientos, vidrios, etc. es una inversión de larga duración, ya que, por ejemplo, una caldera en general dura menos años que un aislamiento o una carpintería; y además, si añadimos que cuando llega el momento de sustituir un sistema se podría optar por

uno de peor calidad, se podría acabar falseando parte de los resultados y conclusiones de este trabajo.

- Teniendo en cuenta que la rehabilitación de edificios está mayoritariamente enfocada a edificios de edades superiores a los 20 años, y que la gran mayoría de los mismos pasa por un acondicionamiento de la fachada y la cubierta, con la intención de arreglar determinados desperfectos y mejorar la seguridad de los inquilinos y viandantes, resulta totalmente justificable una actuación sobre la envolvente con carácter energético asumiendo los gastos extra que ocasiona en pro de una mejora del bienestar interior y del ahorro económico y energético.
- Por otro lado queda claro que al realizar la intervención sobre la envolvente del edificio, resulta conveniente introducir aislamientos por encima de los establecidos en la normativa actual, ya que se observa un periodo de amortización mucho menor. Si bien es cierto que el periodo es largo, cabe apuntar a las características de la envolvente y el año de edificación del edificio objeto, dificultan una mejora drástica de sus valores de aislamiento. Concretamente la fachada del edificio a estudio ya tiene 3 cm de aislamiento en su interior, por esto, plantear este estudio a un edificio de una época anterior, daría como resultado periodos de amortización menores debido a su gran derroche actual. Ello no quiere decir que la actuación sobre edificios más actuales resulte desfavorable, ya que si bien el periodo de amortización de la inversión es más elevado, el ahorro energético de la misma sigue siendo notable.
- La incertidumbre en la evolución de los precios de la energía promueve un escepticismo en torno a las inversiones necesarias para acometer este tipo de proyectos. Por ello se deberían realizar esfuerzos directos para fomentar que los inversores consideren como una posibilidad de rentabilidad la inversión en construir de manera sostenible. La evolución del precio de la energía puede dictar el camino forzado a esa manera de actuar, ya que si el precio de los combustibles fósiles se dispara a causa de la escasez, la única posibilidad de conseguir energía barata será la procedente del lugar, en general, energías renovables. En este mismo sentido, el cambio climático puede ser el catalizador para hacer rentable el mundo de la construcción sostenible. Un posible impuesto sobre las emisiones de CO2 conseguiría poner precio a las externalidades del sector, lo que haría que las construcciones actuales que se hacen gastando mucha energía y consumiendo materiales, no fueran viables cuando el precio de esas externalidades apareciera.

- EL objetivo fundamental y la base de toda construcción y rehabilitación es ofrecer un bienestar al inquilino. La rehabilitación energética pretende garantizar ese bienestar, fundamentalmente térmico, fomentando también un ahorro energético, económico y ecológico que permita un desarrollo sostenible. La actuación sobre la envolvente del edificio otorga claros beneficios sobre la economía y el ahorro energético en la vida del edificio a rehabilitar como queda demostrado en este estudio. Queda abierta la puerta de la rehabilitación energética al empleo de materiales ecológicos y la discusión y estudio de sus impactos ambientales, entrado en debatir la ecología de los mismos al tener en cuenta, ya no sólo su carácter ecológico como materiales naturales, si no el costo energético y económico de su obtención, el lugar de su procedencia o fabricación y como ello afecta a su transporte o el tratamiento necesario para adecuar el material para su empleo en la industria de la construcción. Con ello la rehabilitación energética no sólo aporta un claro beneficio ecológico en cuanto al ahorro energético y disminución de emisiones que se garantizan con ello, sino que, con el empleo de materiales más ecológicos en la totalidad de su vida útil, garantizamos un impacto ambiental mínimo.

5. ANEXOS.
DOCUMENTACIÓN
FOTOGRAFICA,
PRESUPUESTOS
BIBLIOGRAFÍA, GLOSARIO E
ÍNDICE DE TABLAS E
ILUSTRACIONES

Bibliografía

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. “Documento Básico Ahorro de Energía”. Gobierno de España. 2006.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO DE ESPAÑA, IDAE. “Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – E4 (Sector edificación)”. Gobierno de España. 2007.
- DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA ENERGÍA Y MINAS, COMUNIDAD DE MADRID. “Guía de rehabilitación energética en edificios de viviendas”. Fundación de la energía de la comunidad de Madrid. M. 6.323, 2008.
- RODRIGO, J., CAÑELLA, N., MENESES, M., CASTELLS, F., SOLÉ, C. “El consumo de energía y el medio ambiente en España. Análisis de Ciclo de Vida (ACV)”, Fundación Gas Natural. 2008.
- WADEL, G. “La sostenibilidad en la arquitectura industrializada. La construcción modular ligera aplicada a la vivienda”. Tesis doctoral. UPC. 2009.
- CENTRO COMPLUTENSE DE ESTUDIOS E INFORMACIÓN MEDIOAMBIENTAL. “Cambio Global en España 2020/50. Programa Ciudades, hacia un pacto de las ciudades españolas ante el cambio global”. 2009.
- MONBIOT, George. “Calor. Cómo parar el calentamiento global”. Ed. RBA Libros S.A. 2008.
- BOLETÍN ECONÓMICO DE ICE. “Evolución reciente de la balanza energética en España”. Subdirección General de Estudios del Sector Exterior. Información Comercial Española, ISSN 0214- 8307, Nº 2781, 2003, págs. 3-5. 2003.
- De CASTRO CARRANZA, Carlos. “Escenarios de energía-economía mundiales con modelos de dinámico de sistemas”. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. 2009

BIBLIOGRAFÍA WEB

- www.consorciplatjadepalma.es
- www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos
- <http://www.ajalgaida.net/>
- <http://led-tecnologia.com/energias-renovables-led/balance-energetico-en-espana-necesidad-deenergias-renovables/>
- <http://www.puntoclick.cl/la-subida-de-la-energia-en-espana-eleva-el-deficit-comercial-hastamarzo/>
- <http://renovarte.es/publicaciones/guia-tecnica-eficiencia-energetica-rehabilitacion>
- <http://www.wikipedia.org/>
- <http://www.solarte.es/>
- <http://www.philips.es/>

Documentación fotográfica



Fachadas norte y este



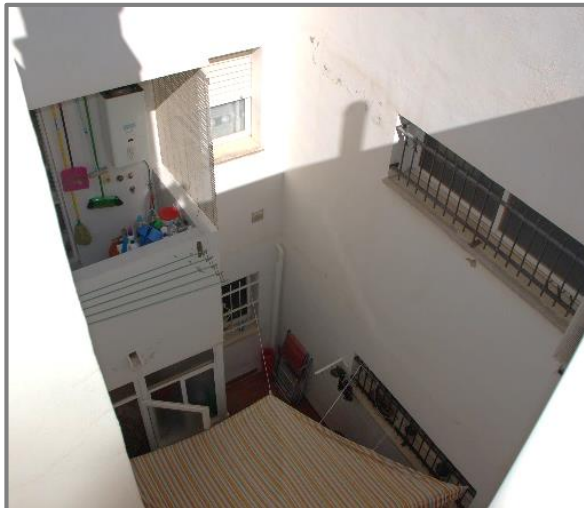
Cubierta



Fachada norte del patio interior central



Fachada este del patio interior central



Patio interior lateral



Detalle de carpintería actual

Presupuestos Intervenciones en la opción sin rehabilitar: Cubierta

NIG200 m² Sistema "REVETON" de impermeabilización de cubierta. 41,00€

Impermeabilización de cubierta **plana transitable peatonal**, mediante **revestimiento elástico impermeabilizante a base de poliuretano alifático, Revetón Mempur "REVETÓN", color blanco, con un rendimiento de 1,5 kg/m² y de 1,2 mm de espesor mínimo**, armado y reforzado de puntos singulares con **geotextil no tejido de fibras de poliéster, Texnón 90 "REVETÓN"** y **membrana tixotrópica a base de poliuretano líquido, Revetón Mempur Tixo "REVETÓN", aplicado a rodillo en dos manos, sobre barniz de poliuretano de alta resistencia, acabado brillante, Macdelit 89 "REVETÓN"**.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt15rer050ba	kg	Barniz de poliuretano de alta resistencia, acabado brillante, Macdelit 89 "REVETÓN", incoloro.	0,450	18,94	8,52
mt15rer500ba	m ²	Geotextil no tejido de fibras de poliéster, Texnón 90 "REVETÓN", de 90 g/m ² de masa superficial.	0,100	5,61	0,56
mt15rer140ba	kg	Membrana tixotrópica a base de poliuretano líquido, Revetón Mempur Tixo "REVETÓN", color gris.	0,120	16,80	2,02
mt15rer110baa	kg	Revestimiento continuo elástico impermeabilizante a base de poliuretano alifático, Revetón Mempur "REVETÓN", color blanco.	1,500	13,20	19,80
mo011	h	Oficial 1ª construcción.	0,262	16,12	4,22
mo046	h	Ayudante construcción.	0,262	14,92	3,91
	%	Medios auxiliares	2,000	39,03	0,78
	%	Costes indirectos	3,000	39,81	1,19
Coste de mantenimiento decenal: 1,64 € en los primeros 10 años.				Total:	41,00

Fachada

RQ0010 m² Morteros monocapa.

41,07€

Revestimiento de paramentos exteriores con mortero monocapa Weber.pral Prisma "WEBER CEMARKSA", acabado raspado, color Polar, espesor 15 mm, armado y reforzado con malla antiálcalis incluso en los cambios de material, aplicado sobre una capa de puente de adherencia Weber FX "WEBER CEMARKSA", para morteros a base cemento y/o cal, en aquellos lugares de su superficie donde presente deficiencias, y andamiaje homologado.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt28pcc010a	kg	Puente de adherencia Weber FX "WEBER CEMARKSA", para morteros a base de cemento y/o cal, compuesto de resinas sintéticas, cargas minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	0,300	6,74	2,02
mt28moc010fck1a	kg	Mortero monocapa Weber.pral Prisma "WEBER CEMARKSA", acabado raspado, color Polar, compuesto de cemento blanco, cal, áridos de granulometría compensada, aditivos orgánicos y pigmentos minerales, tipo OC CSII W2 según UNE-EN 998-1.	22,500	0,49	11,03
mt28mon040a	m ²	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm de luz, antiálcalis, de 200 a 250 g/m ² de masa superficial y 750 a 900 micras de espesor, con 25 kp/cm ² de resistencia a tracción, para armar morteros monocapa.	1,260	2,41	3,04
mt28mon030	m	Junquillo de PVC.	0,750	0,35	0,26
mt28mon050	m	Perfil de PVC rígido para formación de aristas en revestimientos de mortero monocapa.	1,250	0,37	0,46
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	6,00	6,00
mo025	h	Oficial 1ª revocador.	0,442	16,12	7,13
mo058	h	Peón especializado revocador.	0,562	14,95	8,40
	%	Medios auxiliares	4,000	38,34	1,53
	%	Costes indirectos	3,000	39,87	1,20
Coste de mantenimiento decenal: 5,75 € en los primeros 10 años.				Total:	41,07

Intervenciones en la opción "CTE"

Cubierta

ZHA020 m² Sistema "KNAUF INSULATION" de aislamiento por el exterior en cubierta plana transitable.

65,44€

Rehabilitación energética de cubierta plana transitable, mediante la incorporación de aislamiento termoacústico por el exterior de la cubierta, formado por panel rígido de poliestireno extruido Polyfoam C4 LJ 1250 "KNAUF INSULATION", de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 600x1250 mm y 40 mm de espesor, resistencia a compresión ≥ 300 kPa; previa colocación sobre el soporte existente de geomembrana impermeabilizante formada por lámina flexible de poliolefinas, totalmente adherida con adhesivo cementoso mejorado C2 E; y protección con baldosas de baldosín catalán mate o natural 4/0/-E, 14x28 cm, colocadas con junta abierta (separación entre 3 y 15 mm), en capa fina con adhesivo cementoso mejorado, C2, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt09mcr250ba	kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 E S1, con tiempo abierto ampliado y gran deformabilidad, según UNE-EN 12004, para la fijación de solapes de geomembranas, compuesto por cementos especiales, áridos seleccionados y resinas sintéticas.	0,300	3,00	0,90
mt15rev010acb	m ²	Lámina impermeabilizante flexible tipo EVAC, compuesta de una doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno, con ambas caras revestidas de fibras de poliéster no tejidas, de 0,8 mm de espesor y 600 g/m ² , según UNE-EN 13956.	1,100	12,51	13,76

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt16pki010aba	m ²	Panel rígido de poliestireno extruido Polyfoam C4 LJ 1250 "KNAUF INSULATION", según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 600x1250 mm y 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,15 (m ² K)/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK), 300 kPa de resistencia a compresión, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 150, calor específico 1400 J/kgK, Euroclase E de reacción al fuego; de aplicación en muros enterrados, soleras en contacto con el terreno, cubiertas invertidas con tráfico peatonal y en cubiertas inclinadas bajo tejas colocadas sobre rastreles.	1,050	13,20	13,86
mt09mor010c	m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	0,040	115,30	4,61
mt09mcr021caa	kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2, según UNE-EN 12004, color gris.	3,000	0,41	1,23
mt18bcb010adacca800	m ²	Baldosa cerámica de baldosín catalán 4/0/-/E, acabado mate o natural, 14x28 cm, 8,00 €/m ² , según UNE-EN 14411.	1,050	8,00	8,40
mt09mcr070a	kg	Mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,300	0,99	0,30
mo011	h	Oficial 1ª construcción.	0,267	16,12	4,30
mo046	h	Ayudante construcción.	0,267	14,92	3,98
mo014	h	Oficial 1ª solador.	0,464	16,12	7,48
mo035	h	Ayudante solador.	0,232	14,92	3,46
	%	Medios auxiliares	2,000	62,28	1,25
	%	Costes indirectos	3,000	63,53	1,91
Coste de mantenimiento decenal: 1,31 € en los primeros 10 años.				Total:	65,44

Fachada

RQ0010 m² Morteros monocapa.

41,07€

Revestimiento de paramentos exteriores con mortero monocapa Weber.pral Prisma "WEBER CEMARKSA", acabado raspado, color Polar, espesor 15 mm, armado y reforzado con malla antiálcalis incluso en los cambios de material, aplicado sobre una capa de puente de adherencia Weber FX "WEBER CEMARKSA", para morteros a base cemento y/o cal, en aquellos lugares de su superficie donde presente deficiencias, y andamiaje homologado.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt28pcc010a	kg	Puente de adherencia Weber FX "WEBER CEMARKSA", para morteros a base de cemento y/o cal, compuesto de resinas sintéticas, cargas minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos.	0,300	6,74	2,02
mt28moc010fck1a	kg	Mortero monocapa Weber.pral Prisma "WEBER CEMARKSA", acabado raspado, color Polar, compuesto de cemento blanco, cal, áridos de granulometría compensada, aditivos orgánicos y pigmentos minerales, tipo OC CSII W2 según UNE-EN 998-1.	22,500	0,49	11,03
mt28mon040a	m ²	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm de luz, antiálcalis, de 200 a 250 g/m ² de masa superficial y 750 a 900 micras de espesor, con 25 kp/cm ² de resistencia a tracción, para armar morteros monocapa.	1,260	2,41	3,04
mt28mon030	m	Junquillo de PVC.	0,750	0,35	0,26
mt28mon050	m	Perfil de PVC rígido para formación de aristas en revestimientos de mortero monocapa.	1,250	0,37	0,46
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	6,00	6,00
mo025	h	Oficial 1ª revocador.	0,442	16,12	7,13
mo058	h	Peón especializado revocador.	0,562	14,95	8,40
	%	Medios auxiliares	4,000	38,34	1,53
	%	Costes indirectos	3,000	39,87	1,20
Coste de mantenimiento decenal: 5,75 € en los primeros 10 años.				Total:	41,07

Bajo forjado de primera planta

ZHF010 m² Sistema "KNAUF INSULATION" de aislamiento por el interior bajo forjado.

38,55€

Rehabilitación energética de forjado mediante el sistema "KNAUF INSULATION" de aislamiento termoacústico por el interior, bajo forjado plano, mediante la colocación de panel de lana mineral natural (LMN) semirrígido, no revestido, Panel Plus (TP 138) "KNAUF INSULATION", de 20 mm de espesor, apoyado directamente sobre falso techo liso (12,5+27+27), con una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 13 / borde afinado, fijadas a maestras separadas 1000 mm entre ejes y sujetas al forjado mediante elementos de cuelgue, varillas roscadas y tacos de expansión metálicos; y capa de pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado satinado, con una mano de fondo y dos manos de acabado (rendimiento: 0,125 l/m² cada mano).

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt16ki010ifa	m ²	Panel de lana mineral natural (LMN) semirrígido, no revestido, Panel Plus (TP 138) "KNAUF INSULATION", de 20 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 1,55 (m ² K)/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), Euroclase F de reacción al fuego, con código de designación MW-EN 13162-T4-WS-WL(P)-AFr5.	1,050	5,73	4,84
mt12psg160a	m	Perfil de acero galvanizado, en U, de 30 mm.	0,400	1,33	0,53
mt12psg220	Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	2,000	0,06	0,12
mt12psg210a	Ud	Cuelgue para falsos techos suspendidos.	1,200	0,89	1,07
mt12psg210b	Ud	Seguro para la fijación del cuelgue, en falsos techos suspendidos.	1,200	0,14	0,17
mt12psg210c	Ud	Conexión superior para fijar la varilla al cuelgue, en falsos techos suspendidos.	1,200	1,08	1,30
mt12psg190	Ud	Varilla de cuelgue.	1,200	0,46	0,55
mt12psg050c	m	Maestra 60/27 de chapa de acero galvanizado, de ancho 60 mm, según UNE-EN 14195.	3,200	1,28	4,10
mt12psg215b	Ud	Conector para maestra 60/27.	0,600	0,51	0,31
mt12psg215a	Ud	Caballote para maestra 60/27.	2,300	0,63	1,45
mt12psg010aa	m ²	Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 13 / borde afinado.	1,000	4,29	4,29
mt12psg081ab	Ud	Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.	17,000	0,01	0,17
mt12psg041	m	Banda acústica de dilatación de 50 mm de anchura.	0,400	0,24	0,10
mt12psg030a	kg	Pasta para juntas, según UNE-EN 13963.	0,300	1,21	0,36
mt12psg030a	kg	Pasta para juntas, según UNE-EN 13963.	0,400	1,21	0,48
mt12psg040a	m	Cinta de juntas.	0,450	0,03	0,01
mt27pfj040aaaaa	l	Emulsión acrílica acuosa como fijador de superficies, incoloro, acabado brillante, aplicada con brocha, rodillo o pistola.	0,180	10,04	1,81
mt27pij130aabaa	l	Pintura plástica para interior a base de resinas acrovínicas dispersadas en medio acuoso, de gran flexibilidad, resistencia y adherencia, impermeable al agua de lluvia, resistente a los álcalis, color a elegir, acabado satinado, aplicada con brocha, rodillo o pistola.	0,250	7,63	1,91
mo006	h	Oficial 1ª montador.	0,428	16,65	7,13
mo048	h	Ayudante montador.	0,230	14,92	3,43
mo024	h	Oficial 1ª pintor.	0,170	16,12	2,74
mo045	h	Ayudante pintor.	0,204	14,92	3,04
	%	Medios auxiliares	2,000	41,09	0,82
	%	Costes indirectos	3,000	41,91	1,26
Coste de mantenimiento decenal: 7,34 € en los primeros 10 años.				Total:	38,55

Huecos

PA1

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 970,86€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **entre 3 y 6 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de puerta corredera simple de 160x210 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	4,200	26,74	112,31
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,600	34,35	54,96
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,600	33,12	52,99
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	3,180	24,30	77,27
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	4,100	24,30	99,63
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	4,100	24,30	99,63
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	5,120	1,96	10,04
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,259	3,13	0,81
mt25pfx200bbb	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de puerta corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	3,473	21,48	74,60
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	1,517	14,21	21,56
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	6,491	16,38	106,32
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,610	14,98	99,02
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	3,125	16,04	50,13
mo057	h	Ayudante cristalero.	3,125	15,73	49,16
	%	Medios auxiliares	2,000	924,10	18,48
	%	Costes indirectos	3,000	942,58	28,28
Coste de mantenimiento decenal: 135,92 € en los primeros 10 años.				Total:	970,86

PA2

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 533,68€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **entre 3 y 6 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de **PVC, para conformado de puerta abisagrada practicable de apertura hacia el interior, de 85x210 cm, serie alta, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx015ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco de puerta, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta central de estanqueidad.	5,050	14,33	72,37
mt25pfx025ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja de puerta, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso juntas de estanqueidad de la hoja y junta exterior del acristalamiento.	4,850	19,01	92,20
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	5,340	1,96	10,47
mt25pfx040ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de zócalo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal.	0,630	22,97	14,47
mt25pfx045ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de portafelpudo, gama alta, incluso felpudo.	0,710	2,62	1,86
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,207	3,13	0,65
mt25pfx200cba	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de puerta practicable de apertura hacia el interior de una hoja.	1,000	11,26	11,26
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	1,875	21,48	40,28
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	1,323	14,21	18,80
mo009	h	Oficial 1 ^a cerrajero.	5,980	16,38	97,95
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,098	14,98	91,35
mo028	h	Oficial 1 ^a cristalero.	1,688	16,04	27,08
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,688	15,73	26,55
	%	Medios auxiliares	2,000	507,98	10,16
	%	Costes indirectos	3,000	518,14	15,54
Coste de mantenimiento decenal: 74,72 € en los primeros 10 años.				Total:	533,68

PA5

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 866,11€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **entre 3 y 6 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de puerta corredera simple de 130x200 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	4,000	26,74	106,96

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,300	34,35	44,66
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,300	33,12	43,06
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,580	24,30	62,69
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	3,900	24,30	94,77
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	3,900	24,30	94,77
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	3,920	1,96	7,68
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,231	3,13	0,72
mt25pfx200bbb	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de puerta corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	2,701	21,48	58,02
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	1,423	14,21	20,22
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	6,255	16,38	102,46
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,374	14,98	95,48
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	2,431	16,04	38,99
mo057	h	Ayudante cristalero.	2,431	15,73	38,24
	%	Medios auxiliares	2,000	824,39	16,49
	%	Costes indirectos	3,000	840,88	25,23
Coste de mantenimiento decenal: 121,26 € en los primeros 10 años.				Total:	866,11

VA2

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 590,78€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 110x110 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,200	26,74	58,83
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,100	34,35	37,79
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,100	33,12	36,43
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,180	24,30	52,97
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,100	24,30	51,03

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	3,120	1,96	6,12
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,154	3,13	0,48
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	1,278	21,48	27,45
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,703	14,21	9,99
mo009	h	Oficial 1 ^º cerrajero.	5,648	16,38	92,51
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,706	14,98	85,48
mo028	h	Oficial 1 ^º cristalero.	1,150	16,04	18,45
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,150	15,73	18,09
	%	Medios auxiliares	2,000	562,32	11,25
	%	Costes indirectos	3,000	573,57	17,21
Coste de mantenimiento decenal: 82,71 € en los primeros 10 años.				Total:	590,78

VA3

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 317,60€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior, de 50x110 cm, serie alta, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx010ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco de ventana, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta central de estanqueidad.	3,200	11,49	36,77
mt25pfx020ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja de ventana, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso juntas de estanqueidad de la hoja y junta exterior del acristalamiento.	3,200	15,50	49,60
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	2,640	1,96	5,17
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,112	3,13	0,35
mt25pfx200caa	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana practicable de apertura hacia el interior de una hoja.	1,000	12,99	12,99
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	0,600	21,48	12,89
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,620	14,21	8,81
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	4,943	16,38	80,97
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,001	14,98	74,91
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	0,540	16,04	8,66
mo057	h	Ayudante cristalero.	0,540	15,73	8,49
	%	Medios auxiliares	2,000	302,30	6,05
	%	Costes indirectos	3,000	308,35	9,25
Coste de mantenimiento decenal: 44,46 € en los primeros 10 años.				Total:	317,60

VA4

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 677,97€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 150x110 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,200	26,74	58,83
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,500	34,35	51,53
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,500	33,12	49,68
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,980	24,30	72,41
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	4,720	1,96	9,25
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,182	3,13	0,57
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	1,730	21,48	37,16
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,758	14,21	10,77
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,965	16,38	97,71
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,022	14,98	90,21
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	1,557	16,04	24,97
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,557	15,73	24,49
	%	Medios auxiliares	2,000	645,31	12,91
	%	Costes indirectos	3,000	658,22	19,75
Coste de mantenimiento decenal: 94,92 € en los primeros 10 años.				Total:	677,97

VA5

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 628,61€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 200x60 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,200	26,74	32,09
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,000	34,35	68,70
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,000	33,12	66,24
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	3,980	24,30	96,71
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	6,720	1,96	13,17
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,182	3,13	0,57
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	1,280	21,48	27,49
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,703	14,21	9,99
mo009	h	Oficial 1 ^ª cerrajero.	5,637	16,38	92,33
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,695	14,98	85,31
mo028	h	Oficial 1 ^ª cristalero.	1,152	16,04	18,48
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,152	15,73	18,12
	%	Medios auxiliares	2,000	598,33	11,97
	%	Costes indirectos	3,000	610,30	18,31
Coste de mantenimiento decenal: 88,01 € en los primeros 10 años.				Total:	628,61

VA7

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 424,25€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 90x60 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,200	26,74	32,09
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	0,900	34,35	30,92
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	0,900	33,12	29,81
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,780	24,30	43,25
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	2,320	1,96	4,55
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,105	3,13	0,33
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	0,587	21,48	12,61
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,619	14,21	8,80
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	4,932	16,38	80,79
mo032	h	Ayudante cerrajero.	4,990	14,98	74,75
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	0,528	16,04	8,47
mo057	h	Ayudante cristalero.	0,528	15,73	8,31
	%	Medios auxiliares	2,000	403,81	8,08
	%	Costes indirectos	3,000	411,89	12,36
Coste de mantenimiento decenal: 59,40 € en los primeros 10 años.				Total:	424,25

VA8

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de doble cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 542,74€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de doble cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 100x100 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,000	26,74	53,48
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,000	34,35	34,35
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,000	33,12	33,12

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,980	24,30	48,11
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,900	24,30	46,17
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	1,900	24,30	46,17
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de doble cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	2,720	1,96	5,33
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,140	3,13	0,44
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011aaaadaa	m ²	Doble acristalamiento Isolar Glas "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior Float incoloro de 4 mm de espesor.	1,062	21,48	22,81
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,676	14,21	9,61
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,424	16,38	88,85
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,482	14,98	82,12
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	0,956	16,04	15,33
mo057	h	Ayudante cristalero.	0,956	15,73	15,04
	%	Medios auxiliares	2,000	516,60	10,33
	%	Costes indirectos	3,000	526,93	15,81
Coste de mantenimiento decenal: 75,98 € en los primeros 10 años.				Total:	542,74

Intervenciones en la opción "ERE"

Cubierta

ZHA020 m² Sistema "KNAUF INSULATION" de aislamiento por el exterior en cubierta plana transitable. 88,00€

Rehabilitación energética de cubierta plana transitable, mediante la incorporación de aislamiento termoacústico por el exterior de la cubierta, formado por panel rígido de poliestireno extruido Polyfoam C4 LJ 1250 "KNAUF INSULATION", de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 600x1250 mm y 100 mm de espesor, resistencia a compresión >= 300 kPa; previa colocación sobre el soporte existente de geomembrana impermeabilizante formada por lámina flexible de poliolefinas, totalmente adherida con adhesivo cementoso mejorado C2 E; y protección con baldosas de baldosín catalán mate o natural 4/0/-E, 14x28 cm, colocadas con junta abierta (separación entre 3 y 15 mm), en capa fina con adhesivo cementoso mejorado, C2, gris, sobre capa de regularización de mortero M-5.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt09mcr250ba	kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2 E S1, con tiempo abierto ampliado y gran deformabilidad, según UNE-EN 12004, para la fijación de solapes de geomembranas, compuesto por cementos especiales, áridos seleccionados y resinas sintéticas.	0,300	3,00	0,90
mt15rev010acb	m ²	Lámina impermeabilizante flexible tipo EVAC, compuesta de una doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno, con ambas caras revestidas de fibras de poliéster no tejidas, de 0,8 mm de espesor y 600 g/m ² , según UNE-EN 13956.	1,100	12,51	13,76

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt16pki010aga	m ²	Panel rígido de poliestireno extruido Polyfoam C4 LJ 1250 "KNAUF INSULATION", según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 600x1250 mm y 100 mm de espesor, resistencia térmica 2,75 (m ² K)/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), 300 kPa de resistencia a compresión, factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 150, calor específico 1400 J/kgK, Euroclase E de reacción al fuego; de aplicación en muros enterrados, soleras en contacto con el terreno, cubiertas invertidas con tráfico peatonal y en cubiertas inclinadas bajo tejas colocadas sobre rastreles.	1,050	33,66	35,34
mt09mor010c	m ³	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-5, confeccionado en obra con 250 kg/m ³ de cemento y una proporción en volumen 1/6.	0,040	115,30	4,61
mt09mcr021caa	kg	Adhesivo cementoso mejorado, C2, según UNE-EN 12004, color gris.	3,000	0,41	1,23
mt18bcb010adacca800	m ²	Baldosa cerámica de baldosín catalán 4/0-/E, acabado mate o natural, 14x28 cm, 8,00 €/m ² , según UNE-EN 14411.	1,050	8,00	8,40
mt09mcr070a	kg	Mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta entre 3 y 15 mm, según UNE-EN 13888.	0,300	0,99	0,30
mo011	h	Oficial 1ª construcción.	0,267	16,12	4,30
mo046	h	Ayudante construcción.	0,267	14,92	3,98
mo014	h	Oficial 1ª solador.	0,464	16,12	7,48
mo035	h	Ayudante solador.	0,232	14,92	3,46
	%	Medios auxiliares	2,000	83,76	1,68
	%	Costes indirectos	3,000	85,44	2,56
Coste de mantenimiento decenal: 1,76 € en los primeros 10 años.				Total:	88,00

Fachada

ZFF031 m² Sistema ETICS weber.therm "WEBER CEMARKSA" para aislamiento térmico por el exterior de fachada a rehabilitar, con revestimiento mineral. 66,62€

Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por su cara exterior, con el sistema Etics con revestimiento mineral "WEBER CEMARKSA", formado por dos capas de mortero base weber.therm Base "WEBER CEMARKSA", para fijación y regularización de placas de aislamiento térmico, un panel rígido de poliestireno expandido (EPS), según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor (situado entre las dos capas de mortero base), malla de fibra de vidrio antiálcalis, para refuerzo del mortero (en la capa de protección), y una capa de 10 mm de espesor de mortero monocapa de ligantes mixtos, para la impermeabilización y decoración de fachadas, Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA", acabado raspado, color Polar y andamiaje homologado.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt28maw020	kg	Mortero base weber.therm Base "WEBER CEMARKSA", para fijación y regularización de placas de aislamiento térmico, compuesto de cemento gris, cargas minerales, resina redispersable en polvo, fibras HD y aditivos especiales.	4,750	0,90	4,28
mt09mol080a	m	Perfil de arranque de aluminio.	0,100	11,42	1,14
mt09mol070a	m	Perfil de esquina de aluminio.	0,500	1,92	0,96
mt16peb010ac	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido (EPS), según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, color gris, resistencia térmica 1,65 (m ² K)/W, conductividad térmica 0,036 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)60-TR150.	1,000	9,03	9,03
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación de placas aislantes.	6,000	0,08	0,48
mt28maw020	kg	Mortero base weber.therm Base "WEBER CEMARKSA", para fijación y regularización de placas de aislamiento térmico, compuesto de cemento gris, cargas minerales, resina redispersable en polvo, fibras HD y aditivos especiales.	6,000	0,90	5,40

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt28mon040a	m ²	Malla de fibra de vidrio, de 10x10 mm de luz, antiálcalis, de 200 a 250 g/m ² de masa superficial y 750 a 900 micras de espesor, con 25 kp/cm ² de resistencia a tracción, para armar morteros monocapa.	1,100	2,41	2,65
mt28mpc010aaa1a	kg	Mortero monocapa de ligantes mixtos, para la impermeabilización y decoración de fachadas, Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA", acabado raspado, color Polar, compuesto de cemento blanco, cal, resinas hidrófugas redispersables, áridos de granulometría compensada, aditivos orgánicos y pigmentos minerales. Según UNE-EN 998-1.	14,500	0,63	9,14
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	6,00	6,00
mo025	h	Oficial 1ª revocador.	0,566	16,12	9,12
mo047	h	Ayudante revocador.	0,566	14,92	8,44
mo058	h	Peón especializado revocador.	0,453	14,95	6,77
	%	Medios auxiliares	2,000	63,41	1,27
	%	Costes indirectos	3,000	64,68	1,94
Coste de mantenimiento decenal: 3,33 € en los primeros 10 años.				Total:	66,62

Bajo forjado de primera planta

ZHF010 m² Sistema "KNAUF INSULATION" de aislamiento por el interior bajo forjado. 43,17€

Rehabilitación energética de cubierta mediante el sistema "KNAUF INSULATION" de aislamiento termoacústico por el interior, bajo el último forjado **plano**, mediante la colocación de **panel de lana mineral natural (LMN) semirrígido, no revestido, Panel Plus (TP 138) "KNAUF INSULATION", de 40 mm de espesor**, apoyado directamente sobre **falso techo liso (12,5+27+27), con una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 13 / borde afinado, fijadas a maestras separadas 1000 mm entre ejes y sujetas al forjado mediante elementos de cuelgue, varillas roscadas y tacos de expansión metálicos**; y capa de pintura plástica con textura **lisa, color a elegir**, acabado **satinado**, con una mano de fondo y dos manos de acabado (**rendimiento: 0,125 l/m² cada mano**).

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt16ki010ifa	m ²	Panel de lana mineral natural (LMN) semirrígido, no revestido, Panel Plus (TP 138) "KNAUF INSULATION", de 40 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 1,55 (m ² K)/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK), Euroclase F de reacción al fuego, con código de designación MW-EN 13162-T4-WS-WL(P)-AFr5.	1,050	5,73	6,02
mt12psg160a	m	Perfil de acero galvanizado, en U, de 30 mm.	0,400	1,33	0,53
mt12psg220	Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27.	2,000	0,06	0,12
mt12psg210a	Ud	Cuelgue para falsos techos suspendidos.	1,200	0,89	1,07
mt12psg210b	Ud	Seguro para la fijación del cuelgue, en falsos techos suspendidos.	1,200	0,14	0,17
mt12psg210c	Ud	Conexión superior para fijar la varilla al cuelgue, en falsos techos suspendidos.	1,200	1,08	1,30
mt12psg190	Ud	Varilla de cuelgue.	1,200	0,46	0,55
mt12psg050c	m	Maestra 60/27 de chapa de acero galvanizado, de ancho 60 mm, según UNE-EN 14195.	3,200	1,28	4,10
mt12psg215b	Ud	Conector para maestra 60/27.	0,600	0,51	0,31
mt12psg215a	Ud	Caballote para maestra 60/27.	2,300	0,63	1,45
mt12psg010aa	m ²	Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 13 / borde afinado.	1,000	4,29	4,29
mt12psg081ab	Ud	Tornillo autoperforante 3,5x25 mm.	17,000	0,01	0,17
mt12psg041	m	Banda acústica de dilatación de 50 mm de anchura.	0,400	0,24	0,10
mt12psg030a	kg	Pasta para juntas, según UNE-EN 13963.	0,300	1,21	0,36
mt12psg030a	kg	Pasta para juntas, según UNE-EN 13963.	0,400	1,21	0,48
mt12psg040a	m	Cinta de juntas.	0,450	0,03	0,01
mt27pfj040aaaaa	l	Emulsión acrílica acuosa como fijador de superficies, incoloro, acabado brillante, aplicada con brocha, rodillo o pistola.	0,180	10,04	1,81

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt27pij130aabaa	l	Pintura plástica para interior a base de resinas acrovinílicas dispersadas en medio acuoso, de gran flexibilidad, resistencia y adherencia, impermeable al agua de lluvia, resistente a los álcalis, color a elegir, acabado satinado, aplicada con brocha, rodillo o pistola.	0,250	7,63	1,91
mo006	h	Oficial 1ª montador.	0,428	16,65	7,13
mo048	h	Ayudante montador.	0,230	14,92	3,43
mo024	h	Oficial 1ª pintor.	0,170	16,12	2,74
mo045	h	Ayudante pintor.	0,204	14,92	3,04
	%	Medios auxiliares	2,000	41,09	0,82
	%	Costes indirectos	3,000	41,91	1,26
Coste de mantenimiento decenal: 7,34 € en los primeros 10 años.				Total:	43,17

Huecos

PA1

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 1.023,80€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **entre 3 y 6 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de puerta corredera simple de 160x210 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	4,200	26,74	112,31
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,600	34,35	54,96
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,600	33,12	52,99
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	3,180	24,30	77,27
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	4,100	24,30	99,63
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	4,100	24,30	99,63
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	5,120	1,96	10,04
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,259	3,13	0,81
mt25pfx200bbb	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de puerta corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	3,473	35,99	124,99
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	1,517	14,21	21,56
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	6,491	16,38	106,32
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,610	14,98	99,02

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	3,125	16,04	50,13
mo057	h	Ayudante cristalero.	3,125	15,73	49,16
	%	Medios auxiliares	2,000	974,49	19,49
	%	Costes indirectos	3,000	993,98	29,82
Coste de mantenimiento decenal: 143,33 € en los primeros 10 años.				Total:	1.023,80

PA2

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 562,26€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **entre 3 y 6 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de puerta abisagrada practicable de apertura hacia el interior, de 85x210 cm, serie alta, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx015ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco de puerta, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta central de estanqueidad.	5,050	14,33	72,37
mt25pfx025ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja de puerta, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso juntas de estanqueidad de la hoja y junta exterior del acristalamiento.	4,850	19,01	92,20
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	5,340	1,96	10,47
mt25pfx040ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de zócalo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal.	0,630	22,97	14,47
mt25pfx045ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de portafelpudo, gama alta, incluso felpudo.	0,710	2,62	1,86
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,207	3,13	0,65
mt25pfx200cba	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de puerta practicable de apertura hacia el interior de una hoja.	1,000	11,26	11,26
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	1,875	35,99	67,48
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	1,323	14,21	18,80
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,980	16,38	97,95
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,098	14,98	91,35
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	1,688	16,04	27,08
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,688	15,73	26,55
	%	Medios auxiliares	2,000	535,18	10,70
	%	Costes indirectos	3,000	545,88	16,38
Coste de mantenimiento decenal: 78,72 € en los primeros 10 años.				Total:	562,26

PA5

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 907,28€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **entre 3 y 6 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de puerta corredera simple de 130x200 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	4,000	26,74	106,96
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,300	34,35	44,66
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,300	33,12	43,06
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,580	24,30	62,69
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	3,900	24,30	94,77
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	3,900	24,30	94,77
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	3,920	1,96	7,68
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,231	3,13	0,72
mt25pfx200bbb	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de puerta corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	2,701	35,99	97,21
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	1,423	14,21	20,22
mo009	h	Oficial 1 ^ª cerrajero.	6,255	16,38	102,46
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,374	14,98	95,48
mo028	h	Oficial 1 ^ª cristalero.	2,431	16,04	38,99
mo057	h	Ayudante cristalero.	2,431	15,73	38,24
	%	Medios auxiliares	2,000	863,58	17,27
	%	Costes indirectos	3,000	880,85	26,43
Coste de mantenimiento decenal: 127,02 € en los primeros 10 años.				Total:	907,28

VA2

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 610,26€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 110x110 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,200	26,74	58,83
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,100	34,35	37,79
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,100	33,12	36,43
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,180	24,30	52,97
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	3,120	1,96	6,12
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,154	3,13	0,48
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	1,278	35,99	46,00
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,703	14,21	9,99
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,648	16,38	92,51
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,706	14,98	85,48
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	1,150	16,04	18,45
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,150	15,73	18,09
	%	Medios auxiliares	2,000	580,87	11,62
	%	Costes indirectos	3,000	592,49	17,77
Coste de mantenimiento decenal: 85,44 € en los primeros 10 años.				Total:	610,26

VA3

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 610,26€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 110x110 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,200	26,74	58,83
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,100	34,35	37,79
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,100	33,12	36,43

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,180	24,30	52,97
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	3,120	1,96	6,12
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,154	3,13	0,48
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	1,278	35,99	46,00
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,703	14,21	9,99
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,648	16,38	92,51
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,706	14,98	85,48
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	1,150	16,04	18,45
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,150	15,73	18,09
	%	Medios auxiliares	2,000	580,87	11,62
	%	Costes indirectos	3,000	592,49	17,77
Coste de mantenimiento decenal: 85,44 € en los primeros 10 años.				Total:	610,26

VA4

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 704,33€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 150x110 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,200	26,74	58,83
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,500	34,35	51,53
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,500	33,12	49,68
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,980	24,30	72,41
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	2,100	24,30	51,03
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	2,100	24,30	51,03

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	4,720	1,96	9,25
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,182	3,13	0,57
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	1,730	35,99	62,26
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,758	14,21	10,77
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,965	16,38	97,71
mo032	h	Ayudante cerrajero.	6,022	14,98	90,21
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	1,557	16,04	24,97
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,557	15,73	24,49
	%	Medios auxiliares	2,000	670,41	13,41
	%	Costes indirectos	3,000	683,82	20,51
Coste de mantenimiento decenal: 98,61 € en los primeros 10 años.				Total:	704,33

VA5

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 648,13€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 200x60 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,200	26,74	32,09
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,000	34,35	68,70
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,000	33,12	66,24
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	3,980	24,30	96,71
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	6,720	1,96	13,17
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,182	3,13	0,57
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	1,280	35,99	46,07
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,703	14,21	9,99
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,637	16,38	92,33
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,695	14,98	85,31
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	1,152	16,04	18,48
mo057	h	Ayudante cristalero.	1,152	15,73	18,12
	%	Medios auxiliares	2,000	616,91	12,34
	%	Costes indirectos	3,000	629,25	18,88
Coste de mantenimiento decenal: 90,74 € en los primeros 10 años.				Total:	648,13

VA7

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 433,20€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 90x60 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,200	26,74	32,09
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	0,900	34,35	30,92
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	0,900	33,12	29,81
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,780	24,30	43,25
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	1,100	24,30	26,73
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	2,320	1,96	4,55
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,105	3,13	0,33
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	0,587	35,99	21,13
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,619	14,21	8,80
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	4,932	16,38	80,79
mo032	h	Ayudante cerrajero.	4,990	14,98	74,75
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	0,528	16,04	8,47
mo057	h	Ayudante cristalero.	0,528	15,73	8,31
	%	Medios auxiliares	2,000	412,33	8,25
	%	Costes indirectos	3,000	420,58	12,62
Coste de mantenimiento decenal: 60,65 € en los primeros 10 años.				Total:	433,20

VA8

ZFC010 Ud Sustitución de carpintería exterior acristalada, por carpintería de PVC de triple cámara con rotura de puente térmico y acristalamiento con cámara "VITRO CRISTALGLASS". 558,93€

Rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el levantado de la carpintería acristalada existente, de cualquier tipo, situada en fachada, **de menos de 3 m²** de superficie, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor y sustitución por carpintería de PVC de triple cámara, **para conformado de ventana corredera simple de 100x100 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico, y doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", Isolar Neutralux 4/12/4, con calzos y sellado continuo.**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25pfx110ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco lateral sin guía de persiana, gama alta, con rotura de puente térmico.	2,000	26,74	53,48
mt25pfx120ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía superior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,000	34,35	34,35
mt25pfx125ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de marco guía inferior, gama alta, con rotura de puente térmico.	1,000	33,12	33,12
mt25pfx130ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja horizontal, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,980	24,30	48,11
mt25pfx135ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical lateral, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpas.	1,900	24,30	46,17
mt25pfx140ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de hoja vertical central, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta exterior del cristal y felpa.	1,900	24,30	46,17
mt25pfx030ca	m	Perfil de PVC de triple cámara, para conformado de junquillo, gama alta, con rotura de puente térmico, incluso junta interior del cristal y parte proporcional de grapas.	2,720	1,96	5,33
mt15sja100	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra para sellado de carpintería exterior.	0,140	3,13	0,44
mt25pfx200bab	Ud	Kit compuesto por escuadras, tapas de condensación y salida de agua, y herrajes de ventana corredera de dos hojas.	1,000	12,98	12,98
mt21vei011caaadca	m ²	Doble acristalamiento Isolar Neutralux "VITRO CRISTALGLASS", conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 12 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica Neutralux de 4 mm de espesor.	1,062	35,99	38,22
mt21sik010	Ud	Cartucho de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" de 310 ml (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,580	2,47	1,43
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,676	14,21	9,61
mo009	h	Oficial 1ª cerrajero.	5,424	16,38	88,85
mo032	h	Ayudante cerrajero.	5,482	14,98	82,12
mo028	h	Oficial 1ª cristalero.	0,956	16,04	15,33
mo057	h	Ayudante cristalero.	0,956	15,73	15,04
	%	Medios auxiliares	2,000	532,01	10,64
	%	Costes indirectos	3,000	542,65	16,28
Coste de mantenimiento decenal: 78,25 € en los primeros 10 años.				Total:	558,93

Glosario

ACS

Sigla de agua caliente sanitaria.

Agenda 21

Programa de acción global para el desarrollo sostenible en el siglo XXI, aprobado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en donde 173 estados aprobaron en un programa de acción sobre medio ambiente y desarrollo para el siglo XXI, el denominado Programa 21, introduciendo el concepto de sostenibilidad a través de la integración del medio ambiente en el conjunto de las políticas sectoriales.

Ahorro de Energía

El ahorro de energía en el hogar se puede conseguir, tanto por el uso de equipos más eficientes energéticamente, como por la aplicación de prácticas más responsables con los equipos que la consumen.

Aislamiento térmico

Los aislantes térmicos que se colocan en techos, tabiques y muros tienen la propiedad de impedir el paso del calor en ambos sentidos; por eso evitan que en invierno se escape el calor al exterior y que en verano entre el calor en la vivienda. Los materiales aislantes pueden ser de origen vegetal (corcho, fibra de madera, etc.) sintético (espuma de poliuretano, poliestireno, espumas fenólicas, etc.). Se pueden colocar sobre la cara interna o externa de los paramentos, o incluso en el interior de los mismos, si existiera cámara de aire y se pudieran inyectar en ésta.

Alero

Es la prolongación en voladizo de un faldón sobre el plano de fachada.

Calentamiento de la tierra

Cambios en la temperatura de la superficie y el aire que se producen a causa del efecto invernadero inducido por la emisión al aire de gases como el dióxido de carbono o el metano.

Calor (Q)

Se define calor como la forma de energía en tránsito que se manifiesta debido a una diferencia de temperaturas. Su notación es la letra Q y sus unidades son el Julio (J) en el sistema internacional (SI) y la caloría (cal) en el sistema cegesimal (CSG).

Capa de ozono

El ozono es uno de los gases que integran la atmósfera y cumple un papel de especial importancia en la absorción de los rayos ultravioletas, nocivos para la vida. El agujero de la capa de ozono se produce por la reducción de la proporción de ozono que provocan las emisiones de gases perjudiciales, como los CFCs (clorofluoruro carbonados). A través de dichos agujeros pueden penetrar las radiaciones ultravioletas, altamente peligrosas.

Cerramiento

Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

Confort térmico

El confort térmico se define como la condición en la que el usuario siente satisfacción respecto al ambiente térmico en el que está. El confort depende de factores personales (actividad física y vestimenta) y factores ambientales (temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire, humedad relativa del aire).

Condiciones higrotérmicas

Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

Conductividad Térmica $W/(m \cdot k)$

Cantidad de calor que se transmite a través de la unidad de espesor de un material, cuando la diferencia de temperatura entre ambas caras es de un grado; se representa por la letra λ .

Componentes del edificio

Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su envolvente edificatoria: cerramientos, huecos y puentes térmicos.

Cubierta

Conjunto de elementos que constituyen el cerramiento superior de un edificio y que están comprendidos entre la superficie inferior del último techo y el acabado en contacto con el ambiente exterior.

Cubierta inclinada

Aquella formada por faldones dispuestos con una inclinación mayor del 10%.

Cubierta plana

Aquellas cuyas pendientes no superan el 5%.

Cubierta invertida

Cubierta en la que el aislante térmico protege a la lámina impermeabilizante. Se denomina invertida porque tradicionalmente era la lámina impermeabilizante la que protegía al aislamiento.

Demanda energética

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Desarrollo Sostenible

Aprovechamiento de los recursos que satisface las necesidades actuales protegiendo el medio ambiente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas.

Edificio de referencia

Edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada.

Eficiencia Energética

Conjunto de programas y estrategias para reducir la energía que emplean determinados dispositivos y sistemas sin que se vea afectada la calidad de los servicios suministrados.

Eflorescencias

Depósito de sales solubles en la superficie de los materiales porosos que aparecen como manchas perceptibles, principalmente sobre materiales cerámicos.

Embaldosados

Revestimiento realizado con baldosas cerámicas o materiales similares, fijadas con mortero.

Energía Verde

Energía que se produce con recursos renovables.

Envolvente edificatoria

Se compone de todos los cerramientos del edificio.

Envolvente térmica

Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Esgrafiado

Técnica que consiste en decorar una superficie aplicando, sobre un fondo, una serie de capas de estuco de diferentes colores, que se hacen saltar siguiendo un dibujo previamente estarcido sobre la última capa, de manera tal que van apareciendo diferentes colores, según la profundidad de los surcos.

Espacio habitable

Espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Espacio habitable de baja carga interna

Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

Espacio no habitable

Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Estucado

Material de revestimiento constituido por dos o tres capas de una pasta compuesta generalmente por la mezcla de cal de grano muy fino, arena de polvo de mármol, pigmentos naturales y agua, que es aplicado con la técnica de tendido sobre un revoco, en superficies interiores y exteriores.

ETICS

(External thermal Insulation Composite Systems) son un sistema de aislamiento térmico aplicado por el exterior de los edificios, que contribuye a reducir la demanda energética de estos.

Exceso de humedad interior

Cociente entre la cantidad media de producción de humedad en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de renovación de aire por el volumen del mismo (m³/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m³.

Fachada

Cerramiento en contacto con el exterior cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Cierre vertical que envuelve dando privacidad al interior y sirve de protección ante los fenómenos climáticos.

Faldón

Cada uno de los planos inclinados que forman una cubierta inclinada.

Flujo de calor (q)

Es la cantidad de calor dividida por unidad de tiempo. Su notación es la letra q y sus unidades son el vatio (W) en el SI y la kilocaloría/hora (kcal/h) en el CGS. Para calcular la temperatura en el interior o en el exterior de un lugar determinado se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = \lambda \times e \times \Delta T$$

ΔT = incremento de temperatura

λ = Conductividad térmica

e = espesor

Fotovoltaica

Relativo a la generación de electricidad por la acción de la radiación solar.

Granulite

Nombre comercial de un revestimiento continuo muy utilizado en Cataluña durante los años sesenta. Compuesto por una mezcla de árido de mármol natural triturado, unido mediante unas resinas acrílicas.

Hueco

Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

Impacto ambiental

Cambio, temporal o espacial, provocado en el medio ambiente por la actividad humana.

Ketp

Unidad de energía que equivale a kilo toneladas equivalentes de petróleo.

Marcado CE

Tiene su origen legal en la directiva de productos de la construcción y establece que los productos de construcción sólo podrán comercializarse si son idóneos para el uso al que se destinan. A este respecto, los productos de construcción deberán cumplir con una serie de requisitos esenciales en materia de resistencia mecánica y estabilidad, seguridad en caso de incendio, higiene, salud y medio ambiente, seguridad de utilización, protección contra el ruido, ahorro energético y aislamiento térmico. El marcado CE es un conjunto de requisitos obligatorios para aquellos productos o familias de productos comercializados para los cuales se haya previsto algún tipo de normalización desde la Comisión Europea. Se responsabiliza al propio fabricante de su cumplimiento.

Monocapa

Revestimiento para fachadas constituido por un mortero de cemento y/o cal aplicado directamente sobre el cerramiento (ladrillo, bloque de hormigón, etc.) que sustituye el sistema tradicional de revoco más pintura.

Muro Cortina

Término utilizado para describir la fachada de un edificio que no lleva ninguna carga en el edificio. Estas cargas se transfieren a la estructura de edificio principal a través de conexiones en el suelo o en las columnas del edificio. Un muro cortina está diseñado para resistir el aire y la infiltración de agua, fuerzas sísmicas y sus propias fuerzas de carga.

Muro Parietodinámico

Cerramiento que aprovecha la energía solar para el precalentamiento del aire exterior de ventilación. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una

cámara de aire y una hoja exterior acristalada o metálica que absorbe la radiación solar. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada.

Partición interior

Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

Porcentaje de huecos

Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

Puente térmico

Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos.

Protocolo de Kioto

Acuerdo internacional de 1997 para reducir, en el periodo 2008 a 2012, un 5,2 por ciento de media la emisión combinada de gases con efecto de invernadero respecto a los niveles de 1990: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Reciclado

Recuperación de recursos que consiste en la recogida y el tratamiento de un producto usado para emplearlo como materia prima en la fabricación del mismo producto o de otro similar. La estrategia de residuos de la Unión Europea distingue entre reutilización, que es la recuperación del producto sin modificación estructural alguna, reciclado, que es la utilización del material con algunos cambios estructurales, y recuperación que se refiere exclusivamente al componente energético.

Resistencia térmica (m²K/W)

Inverso de la conductancia térmica, es decir, diferencia de temperaturas necesaria para que se produzca un traspaso de calor por unidad de tiempo a través de un material. La resistencia térmica, representa la capacidad de un material de dificultar el flujo del calor, en el caso de los cerramientos, es la razón entre el espesor y la conductividad térmica (l).

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

λ = Conductividad térmica

e = espesor

En el caso de que el calor pase a través de un material formado por varios componentes, las resistencias pueden ser calculadas por separado, siendo la

resistencia del conjunto la suma de las resistencias parciales obtenidas. El flujo de calor siempre va de la temperatura más alta a la temperatura más baja.

Revoco

Revestimiento continuo de mortero de cal, cemento, o de cal y cemento que se aplica sobre un soporte (pared) y sirve como base para cualquier acabado posterior.

Simulación

Proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos.

Sistema cegesimal de unidades (CGS)

Es un sistema de unidades basado en el centímetro, el gramo y el segundo. Su nombre es el acrónimo de estas tres unidades.

Transmitancia térmica (W/m².K)

Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera. Es la inversa de la resistencia térmica (R).

$$U = \frac{1}{R} = \frac{\lambda}{e}$$

λ = Conductividad térmica

e = espesor

Zócalo

Cuerpo inferior de un edificio u obra, que sirve para elevar los basamentos a un mismo nivel.

Constituye la parte de la fachada más próxima al terreno.

Índice de tablas e ilustraciones

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Evolución de las emisiones por grupo de actividad.	pág. 10
Ilustración 2	Fases del ciclo de vida de una edificación.	pág. 11
Ilustración 3	Distribución de energía eléctrica (ktep) por sectores de uso. Media 1990–2007.	pág. 12
Ilustración 4	Utilización de la energía en el sector residencial.	pág. 12
Ilustración 5	Relación de edificios según el año de su construcción en Cartagena.	pág. 13
Ilustración 6	Esquema de la envolvente térmica de un edificio.	pág. 18
Ilustración 7	Orientaciones de las fachadas.	pág. 19
Ilustración 8	La fachada como parte del sistema estructural.	pág. 22
Ilustración 9	Muro de cerramiento a 1 pie.	pág. 23
Ilustración 10	Muro de cerramiento a ½ pie.	pág. 23

Ilustración 11	La fachada como elemento independiente de la estructura.	pág. 23
Ilustración 12	Sistema SATE.	pág. 25
Ilustración 13	Aislamiento por el exterior. Detalle dintel de ventana.	pág. 26
Ilustración 14	Aislamiento de fachada por el interior. Trasdosado autoportante.	pág. 27
Ilustración 15	Aislamiento de fachada. Relleno de cámara.	pág. 27
Ilustración 16	Relleno de cámaras. Contorno de huecos. Dintel.	pág. 28
Ilustración 17	Variantes formales de cubiertas.	pág. 30
Ilustración 18	Formación de pendientes en cubierta inclinada mediante tabiquillos.	pág. 30
Ilustración 19	Cubierta plana fría y transitable.	pág. 31
Ilustración 20	Cubierta plana transitable. Aislamiento por el interior.	pág. 32
Ilustración 21	Cubierta inclinada sobre tabiquillos. Aislamiento por el interior.	pág. 32
Ilustración 22	Cubierta sobre forjado inclinado. Aislamiento por el interior.	pág. 32
Ilustración 23	Aislamiento por el exterior sobre teja.	pág. 33
Ilustración 24	Aislamiento bajo teja con espuma de poliuretano proyectada.	pág. 33
Ilustración 25	Aislamiento de cubierta entre tabiquillos.	pág. 33
Ilustración 26	Aislamiento de azotea. Cubierta invertida.	pág. 34
Ilustración 27	Termografía en una vivienda.	pág. 35
Ilustración 28	Factor solar "g" del acristalamiento.	pág. 37
Ilustración 29	Unidad de vidrio aislante.	pág. 38
Ilustración 30	Funcionamiento del vidrio de control solar.	pág. 39
Ilustración 31	Voladizos, retranqueos y lamas de protección solar.	pág. 40
Ilustración 32	Ficha de calificación energética.	pág. 43
Ilustración 33	Componentes de una instalación solar térmica.	pág. 52
Ilustración 34	Balance energético de un colector solar.	pág. 53
Ilustración 35	Colector de tubos de vacío.	pág. 54
Ilustración 36	Dispositivo de regulación solar.	pág. 57
Ilustración 37	Sistema de ACS con interacumuladores separados e intercambiador entre el acumulador solar y el de caldera.	pág. 59
Ilustración 38	Esquema tipo de aplicación solar para ACS y Piscina.	pág. 60
Ilustración 39	Esquema tipo de aplicación solar para Calefacción y ACS.	pág. 61
Ilustración 40	Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con sólo máquina de absorción.	pág. 62
Ilustración 41	Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con máquina de absorción y apoyo de bomba de calor: modo frío.	pág. 63
Ilustración 42	Esquema de Instalación Fotovoltaica conectada a la red.	pág. 65
Ilustración 43	Célula fotovoltaica.	pág. 66
Ilustración 44	Esquema de Instalación Fotovoltaica Aislada.	pág. 67
Ilustración 45	Ejemplo de instalación de geotermia en vivienda unifamiliar.	pág. 70
Ilustración 46	Esquema de pilote energético.	pág. 71
Ilustración 47	Proceso de generación de la biomasa.	pág. 72
Ilustración 48	Biocombustible. Hueso de oliva.	pág. 73
Ilustración 49	Caldera de biomasa para el calentamiento doméstico.	pág. 75
Ilustración 50	Esquema de instalación de una caldera de biomasa.	pág. 76
Ilustración 51	Instalación de caldera de biomasa en vivienda unifamiliar.	pág. 77
Ilustración 52	Máquina de absorción.	pág. 78

Ilustración 53	Aerogeneradores eólicos.	pág. 79
Ilustración 54	Partes de un aerogenerador para energía mini-eólica.	pág. 80
Ilustración 55	Esquema de instalación de energía eólica en edificación.	pág. 81
Ilustración 56	Planta de cogeneración de pila de combustible.	pág. 82
Ilustración 57	Esquema básico de utilización de la microcogeneración.	pág. 84
Ilustración 58	Esquema de funcionamiento de un circuito de microgogeneración mediante una microturbina.	pág. 85
Ilustración 59	Bombilla led de alto rendimiento.	pág. 95
Ilustración 60	Sistema de detección "occuswitch".	pág. 99
Ilustración 61	Sistema de detección y control "Actilume".	pág. 100
Ilustración 62	Productos "Ecoboost" de Philips.	pág. 104
Ilustración 63	Productos con tecnología LED de Philips.	pág. 104
Ilustración 64	Cinta plana de alta resistencia.	pág. 106
Ilustración 65	Situación geográfica.	pág. 112
Ilustración 66	Situación y emplazamiento urbano.	pág. 113
Ilustración 67	Sección tipo.	pág. 114
Ilustración 68	Fachada Norte y Sur.	pág. 116
Ilustración 69	Fachada Este y Oeste.	pág. 116
Ilustración 70	Desarrollo patio interior central.	pág. 116
Ilustración 71	Desarrollo patios interiores laterales.	pág. 117
Ilustración 72	Cubierta.	pág. 117
Ilustración 73	Modelo de digitalización en CYPE. Opción sin rehabilitar.	pág. 120
Ilustración 74	Modelo de digitalización en LIDER. Opción sin rehabilitar.	pág. 121
Ilustración 75	Resultados de la demanda. Opción sin rehabilitar.	pág. 121
Ilustración 76	Valores de U para zona climática B3.	pág. 124
Ilustración 77	Modelo de digitalización en CYPE. Opción CTE.	pág. 127
Ilustración 78	Resultados de la demanda. Opción CTE.	pág. 128
Ilustración 79	Esquema de montaje de un sistema SATE.	pág. 129
Ilustración 80	Detalle de corredera de PVC de dos hojas con vidrio doble.	pág. 131
Ilustración 81	Modelo de digitalización en LIDER. Opción ERE.	pág. 132
Ilustración 82	Resultados de la demanda. Opción ERE.	pág. 132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Componentes de una fachada.	pág. 20
Tabla 2	Transmitancia térmica de los diferentes tipos de marcos.	pág. 36
Tabla 3	Transmitancia térmica del hueco.	pág. 40
Tabla 4	Tansmitancia térmica límite según zona climática.	pág. 41
Tabla 5	Características de los principales materiales aislantes.	pág. 45
Tabla 6	Niveles mínimos de iluminación por zonas.	pág. 88
Tabla 7	VEEI para diferentes zonas.	pág. 90
Tabla 8	Iluminancia mantenida, índice de reproducción cromática y temperatura del color para aparcamientos públicos de vehículos.	pág. 92
Tabla 9	Iluminancia mantenida, índice de reproducción cromática y temperatura del color para zonas de tráfico.	pág. 93
Tabla 10	Calificación según el índice de rendimiento del color.	pág. 197
Tabla 11	Clases de fuentes de luz según su temperatura de color.	pág. 198

Tabla 12	Consumos anuales medios aproximados de los distintos tipos de ascensores.	pág. 108
Tabla 13	Ahorros energéticos con el cambio de ascensor.	pág. 108
Tabla 14	Características de la edificación.	pág. 113
Tabla 15	Relación fachada y hueco.	pág. 115
Tabla 16	Tipología de ventanas.	pág. 115
Tabla 17	Relación de espacios.	pág. 118
Tabla 18	Relación de componentes de la envolvente.	pág. 119
Tabla 19	Relación de carpinterías.	pág. 120
Tabla 20	Resultados de la demanda.	pág. 121
Tabla 21	Resultados de la demanda por espacios.	pág. 122
Tabla 22	Valores comparativos de transmitancia por opciones de rehabilitación.	pág. 124
Tabla 23	Relación de carpinterías, opción CTE.	pág. 127
Tabla 24	Resultados de la demanda.	pág. 128
Tabla 25	Relación de carpinterías, opción ERE.	pág. 131
Tabla 26	Resultados de la demanda.	pág. 132
Tabla 27	Resumen de las opciones de mejora.	pág. 134
Tabla 28	Precio de restauración de la fachada. Opción sin rehabilitar energéticamente.	pág. 138
Tabla 29	Coste total de la intervención. Opción si rehabilitar energéticamente.	pág. 139
Tabla 30	Precio de restauración de la fachada. Opción sin rehabilitar energéticamente.	pág. 140
Tabla 31	Precio de sustitución de carpinterías. Opción de rehabilitación CTE.	pág. 140
Tabla 32	Coste total de la intervención. Opción de rehabilitación CTE.	pág. 141
Tabla 33	Precio de restauración de la fachada. Opción de rehabilitación ERE.	pág. 141
Tabla 34	Precio de sustitución de carpinterías. Opción de rehabilitación ERE.	pág. 142
Tabla 35	Coste total de la intervención. Opción de rehabilitación ERE.	pág. 143
Tabla 36	Costes acumulados de las diferentes opciones de actuación.	pág. 144
Tabla 37	Tabla de consumos acumulados con un coste energético variable.	pág. 147
Tabla 38	Costes acumulados de las diferentes opciones de actuación.	pág. 148

Justificación del cumplimiento del DB por la opción general. Opción CTE.

1.- DATOS GENERALES

Nombre del proyecto	
Torre Galatea opción CTE	
Localidad	Comunidad autónoma
Cartagena	Región de Murcia
Dirección del proyecto	
Autor del proyecto	
Jose Manuel Rivera Martinez	
Autor de la calificación	

Jose Manuel Rivera Martinez	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
joserivera.martinez@gmail.com	635693528
Tipo de edificio	
Bloque de viviendas	

2.- CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el Código Técnico de la Edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	99.0	89.8
Proporción relativa calefacción-refrigeración	62.7	37.3



3.- DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1.- Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase de higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01 sotano	P01 Sótano	Nivel de estanqueidad 4	3	1092.22	2.80
P01_E02 2	P01 Sótano	Residencial	3	19.97	2.80
P01_E03 e	P01 Sótano	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	2.80
P01_E04 3	P01 Sótano	Residencial	3	19.76	2.80
P01_E05 o	P01 Sótano	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	2.80
P02_E01	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 5	3	982.22	3.90
P02_E02 entrada	P02 Planta baja	Residencial	3	96.38	3.90
P02_E03 e	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.90
P02_E04 Espacio01	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 3	3	20.15	3.90
P02_E05 o	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.90
P03_E01 A2	P03 Planta 1	Residencial	3	94.21	3.00
P03_E02 B	P03 Planta 1	Residencial	3	78.92	3.00
P03_E03 A	P03 Planta 1	Residencial	3	98.68	3.00
P03_E04 A2 Dormitorio4	P03 Planta 1	Residencial	3	11.34	3.00

Nombre	Planta	Uso	Clase de higrimetría	Área (m ²)	Altura (m)
P03_E05 Espacio02	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	2.69	3.00
P03_E06 pasillo este	P03 Planta 1	Residencial	3	41.55	3.00
P03_E07 C	P03 Planta 1	Residencial	3	101.31	3.00
P03_E08 C2	P03 Planta 1	Residencial	3	103.89	3.00
P03_E09 e	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P03_E10 C2'	P03 Planta 1	Residencial	3	104.31	3.00
P03_E11 C'	P03 Planta 1	Residencial	3	101.27	3.00
P03_E12 pasillo oeste	P03 Planta 1	Residencial	3	41.78	3.00
P03_E13 o	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P03_E14 A2'	P03 Planta 1	Residencial	3	105.47	3.00
P03_E15 A'	P03 Planta 1	Residencial	3	98.92	3.00
P03_E16 B'	P03 Planta 1	Residencial	3	78.68	3.00
P03_E17 Espacio05	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	2.67	3.00
P04_E01 Aº2	P04 Planta 2	Residencial	3	105.55	3.00
P04_E02 Bº	P04 Planta 2	Residencial	3	78.92	3.00
P04_E03 Aº	P04 Planta 2	Residencial	3	98.68	3.00
P04_E04 pasillo este	P04 Planta 2	Residencial	3	41.55	3.00
P04_E05 Cº	P04 Planta 2	Residencial	3	101.31	3.00
P04_E06 Cº2	P04 Planta 2	Residencial	3	103.89	3.00
P04_E07 e	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P04_E08 Cº2'	P04 Planta 2	Residencial	3	104.31	3.00
P04_E09 Cº'	P04 Planta 2	Residencial	3	101.27	3.00
P04_E10 pasillo oeste	P04 Planta 2	Residencial	3	41.63	3.00
P04_E11 o	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P04_E12 Aº2'	P04 Planta 2	Residencial	3	105.47	3.00
P04_E13 Aº'	P04 Planta 2	Residencial	3	98.92	3.00
P04_E14 Bº'	P04 Planta 2	Residencial	3	78.82	3.00
P05_E01 este	P05 Sobrecubierta	Residencial	3	10.73	2.50
P05_E02 oeste	P05 Sobrecubierta	Residencial	3	10.63	2.50

3.2.- Cerramientos opacos

3.2.1.- Materiales

Nombre	K (W/m K)	e (kg/m ³)	cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	μ	Just.
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	1	
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0.18	1	
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10	

Nombre	K (W/m K)	e (kg/m ³)	cp (J/kgK)	R (m ² K/ W)	μ	Just .
FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	1.528	1180.0 0	1000.0 0	-	80	
Hormigón armado d > 2500	2.500	2600.0 0	1000.0 0	-	80	
Hormigón celular curado en autoclave d 500	0.140	500.00	1000.0 0	-	6	
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1.650	2150.0 0	1000.0 0	-	70	
M11_Base_de_gravilla_de_mach	2.000	1950.0 0	1045.0 0	-	50	Sí
M12_Capa_drenante_exterior_p	0.500	1500.0 0	1800.0 0	-	10000 0	Sí
M13_Falso_techo_continuo_de	0.250	825.00	1000.0 0	-	4	Sí
M14_Guarnecido_de_yeso_	0.570	1150.0 0	1000.0 0	-	6	Sí
M15_Impermeabilizacion_exter	0.170	0.17	1000.0 0	-	50000	Sí
M16_Mortero_de_cemento_con_a	1.300	1900.0 0	1000.0 0	-	10	Sí
M17_Morteros_monocapa_	0.700	1300.0 0	1000.0 0	-	10	Sí
M18_Morteros_monocapa_	0.550	1250.0 0	1000.0 0	-	10	Sí
M19_Muro_de_sotano_	2.500	2500.0 0	1000.0 0	-	80	Sí
M21_Solado_de_baldosas_de_te	1.300	1700.0 0	1000.0 0	-	40	Sí
M22_fabrica_de_ladrillo_cera	0.438	930.00	1000.0 0	-	10	Sí
M23_fabrica_de_ladrillo_cera	0.500	920.00	1000.0 0	-	10	Sí
M24_fabrica_de_ladrillo_cera	0.511	1000.0 0	1000.0 0	-	10	Sí
M25_fabrica_de_ladrillo_cera	0.522	900.00	1000.0 0	-	10	Sí
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.550	1125.0 0	1000.0 0	-	10	
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0.050	40.00	1000.0 0	-	1	
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.0 0	800.00	-	30	
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.034	37.50	1000.0 0	-	100	

3.2.2.- Composición de cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espes or (cm)
C11_	2.61	M14_Guarnecido_de_yeso_ M22_fabrica_de_ladrillo_cera M14_Guarnecido_de_yeso_	1.5 7.0 1.5
C12_	1.44	M14_Guarnecido_de_yeso_ M24_fabrica_de_ladrillo_cera M14_Guarnecido_de_yeso_	1.5 24.0 1.5
C13_	1.38	M14_Guarnecido_de_yeso_ M22_fabrica_de_ladrillo_cera Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm M22_fabrica_de_ladrillo_cera M14_Guarnecido_de_yeso_	1.5 7.0 4.0 7.0 1.5
C14_	1.50	M24_fabrica_de_ladrillo_cera M14_Guarnecido_de_yeso_	24.0 1.5
C15_	1.50	M14_Guarnecido_de_yeso_ M24_fabrica_de_ladrillo_cera	1.5 24.0

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (cm)
C16_Cubierta_cte_Cubierta_	0.53	Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0
		Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0
		Hormigón celular curado en autoclave d 500	3.0
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	25.0
C17_Cubierta_cte_Cubierta_	0.47	Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	4.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0
		Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	1.0
		Hormigón celular curado en autoclave d 500	3.0
		Hormigón celular curado en autoclave d 500	25.0
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	30.0
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	1.6
		M13_Falso_techo_continuo_de	
C18_Fachada_para_revestir_de	0.82	M18_Morteros_monocapa_	1.5
		M23_fabrica_de_ladrillo_cera	11.5
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	3.0
		M22_fabrica_de_ladrillo_cera	7.0
		M14_Guarnecido_de_yeso_	1.5
C19_Fachada_para_revestir_de	0.84	M18_Morteros_monocapa_	1.5
		M23_fabrica_de_ladrillo_cera	11.5
		MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	3.0
		M22_fabrica_de_ladrillo_cera	7.0
C20_Fachada_para_revestir_de	2.26	M17_Morteros_monocapa_	1.5
		M25_fabrica_de_ladrillo_cera	12.0
		M17_Morteros_monocapa_	1.5
C21_Forjado_expuesto_inferio	2.32	M21_Solado_de_baldosas_de_te	3.0
		M16_Mortero_de_cemento_con_a	3.2
		M11_Base_de_gravilla_de_mach	2.0
		Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.0
		Hormigón armado d > 2500	35.0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.0		
C22_Forjado0	2.07	M21_Solado_de_baldosas_de_te	3.0
		M16_Mortero_de_cemento_con_a	3.2
		M11_Base_de_gravilla_de_mach	2.0
		Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.0
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	35.0
C23_Forjado0	1.38	M21_Solado_de_baldosas_de_te	3.0
		M16_Mortero_de_cemento_con_a	3.2
		M11_Base_de_gravilla_de_mach	2.0
		Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.0
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	35.0
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	30.0
		M13_Falso_techo_continuo_de	1.6
C24_Forjado0	2.35	Plaqueta o baldosa cerámica	2.0
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.0
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	35.0
C25_Muro_de_sotano_con_imper	3.37	M12_Capa_drenante_exterior_p	0.1
		M15_Impermeabilizacion_exter	0.1
		M19_Muro_de_sotano_	30.0
C26_Particion_virtual	7.14	M20_Particion_virtual	5.0
C27_Solera	3.12	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	5.0
		M11_Base_de_gravilla_de_mach	2.0
		Hormigón armado d > 2500	35.0

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (cm)
C28_Solera	2.96	M21_Solado_de_baldosas_de_te M16_Mortero_de_cemento_con_a M11_Base_de_gravilla_de_mach Hormigón armado d > 2500	3.0 3.2 2.0 35.0
C29_Solera	3.57	Hormigón armado d > 2500	35.0

3.3.- Cerramientos semitransparentes

3.3.1.- Vidrios

Nombre	U (W/m ² K)	Factor solar	Just.
V01_	2.70	0.76	Sí
V02_Acristalamiento_cte_4_12	3.37	0.88	Sí

3.3.2.- Marcos

Nombre	U (W/m ² K)	Just.
R01_Metalica_VA5_200x60	2.55	Sí
R02_Metalico_VA8_100x100	2.55	Sí
R03_Metalica_PA2_85x210	2.55	Sí
R04_Metalica_VA3_50x110	2.55	Sí
R05_Metalica_VA7_90x60	2.55	Sí
R06_Metalico	5.70	Sí
R07_Metalico_PA1_160x210	2.55	Sí
R08_Metalico_PA5_130x210	2.55	Sí
R09_Metalico_VA2_110x110	2.55	Sí
R10_Metalico_VA4_150x110	2.55	Sí
R11_VA_Escaleras_100x100	2.55	Sí

3.3.3.- Huecos

Nombre	H01_Lucernario
Acristalamiento	V01_
Marco	R06_Metalico
% hueco	10.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.00
Factor solar	0.76
Justificación	Sí
Nombre	H02_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R08_Metalico_PA5_130x210
% hueco	23.44
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.18
Factor solar	0.65
Justificación	Sí
Nombre	H03_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R09_Metalico_VA2_110x110

% hueco	33.06
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.10
Factor solar	0.57
Justificación	Sí
Nombre	H04_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R04_Metalica_VA3_50x110
% hueco	41.13
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.03
Factor solar	0.46
Justificación	Sí
Nombre	H05_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R04_Metalica_VA3_50x110
% hueco	42.27
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.02
Factor solar	0.45
Justificación	Sí
Nombre	H06_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R02_Metalico_VA8_100x100
% hueco	36.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.07
Factor solar	0.48
Justificación	Sí
Nombre	H07_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R05_Metalica_VA7_90x60
% hueco	48.15
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.98
Factor solar	0.44
Justificación	Sí
Nombre	H08_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R04_Metalica_VA3_50x110
% hueco	41.79
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.03
Factor solar	0.45
Justificación	Sí
Nombre	H09_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12

Marco	R07_Metalico_PA1_160x210
% hueco	20.83
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.20
Factor solar	0.68
Justificación	Sí
Nombre	H10_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_cte_4_12
Marco	R10_Metalico_VA4_150x110
% hueco	29.09
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.13
Factor solar	0.61
Justificación	Sí
Nombre	H11_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_cte_4_12
Marco	R04_Metalica_VA3_50x110
% hueco	39.72
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.04
Factor solar	0.47
Justificación	Sí
Nombre	H12_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_cte_4_12
Marco	R03_Metalica_PA2_85x210
% hueco	30.81
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.12
Factor solar	0.62
Justificación	Sí
Nombre	H13_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_cte_4_12
Marco	R11_VA_Escaleras_100x100
% hueco	36.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.07
Factor solar	0.45
Justificación	Sí
Nombre	H14_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_cte_4_12
Marco	R01_Metalica_VA5_200x60
% hueco	40.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.04
Factor solar	0.46
Justificación	Sí

3.4.- Puentes térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos:

Nombre	Y (W/mK)	FRSI
Encuentro forjado - fachada	0.42	0.72
Encuentro suelo exterior - fachada	0.34	0.61
Encuentro cubierta - fachada	0.38	0.69
Esquina saliente	0.08	0.81
Hueco ventana	0.40	0.70
Esquina entrante	0.00	0.89
Pilar	0.10	0.85
Unión solera - pared exterior	0.13	0.73

4.- RESULTADOS

4.1.- Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº de espacios iguales	Calefacción n (% max)	Calefacción n (% ref)	Refrigeración (% max)	Refrigeración (% ref)
P01_E02 2	19.97	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P01_E04 3	19.76	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P02_E02 entrada	96.38	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P03_E01 A2	94.21	1	64.40	110.59	63.66	78.26
P03_E02 B	78.92	1	71.98	104.86	49.62	73.61
P03_E03 A	98.68	1	93.89	105.52	62.90	80.50
P03_E04 A2 Dormitorio4	11.34	1	7.29	98.36	13.26	76.24
P03_E06 pasillo este	41.55	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P03_E07 C	101.31	1	100.00	111.15	43.16	77.89
P03_E08 C2	103.89	1	78.87	110.36	45.23	71.63
P03_E10 C2'	104.31	1	77.21	103.97	49.02	73.83
P03_E11 C'	101.27	1	97.81	106.93	46.06	77.46
P03_E12 pasillo oeste	41.78	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P03_E14 A2'	105.47	1	79.63	118.30	60.75	77.23
P03_E15 A'	98.92	1	99.83	111.77	51.14	81.33
P03_E16 B'	78.68	1	76.93	110.02	41.46	76.58
P04_E01 Aº2	105.55	1	53.02	86.13	100.00	103.53
P04_E02 Bº	78.92	1	50.52	83.75	69.00	97.97
P04_E03 Aº	98.68	1	69.10	84.49	89.39	105.78
P04_E04 pasillo este	41.55	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P04_E05 Cº	101.31	1	72.73	88.80	62.56	101.02

Espacios	Área (m ²)	Nº de espacios iguales	Calefacción (% max)	Calefacción (% ref)	Refrigeración (% max)	Refrigeración (% ref)
P04_E06 Cº2	103.89	1	55.73	89.63	67.90	95.90
P04_E08 Cº2'	104.31	1	55.54	86.23	72.97	98.10
P04_E09 Cº'	101.27	1	71.71	85.24	69.16	103.09
P04_E10 pasillo oeste	41.63	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P04_E12 Aº2'	105.47	1	58.38	93.47	86.42	102.64
P04_E13 Aº'	98.92	1	74.77	91.50	72.34	106.11
P04_E14 Bº'	78.82	1	54.51	88.29	61.23	101.08
P05_E01 este	10.73	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P05_E02 oeste	10.63	1	0.00	0.00	0.00	0.00

5.- LISTA DE COMPROBACIÓN

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto:

Tipo	Nombre
Acristalamiento	V01_
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_cte_4_12
Marco	R01_Metalica_VA5_200x60
Marco	R02_Metalico_VA8_100x100
Marco	R03_Metalica_PA2_85x210
Marco	R04_Metalica_VA3_50x110
Marco	R05_Metalica_VA7_90x60
Marco	R06_Metalico
Marco	R07_Metalico_PA1_160x210
Marco	R08_Metalico_PA5_130x210
Marco	R09_Metalico_VA2_110x110
Marco	R10_Metalico_VA4_150x110
Marco	R11_VA_Escaleras_100x100
Material	M11_Base_de_gravilla_de_mach
Material	M12_Capa_drenante_exterior_p
Material	M13_Falso_techo_continuo_de
Material	M14_Guarnecido_de_yeso_
Material	M15_Impermeabilizacion_exter
Material	M16_Mortero_de_cemento_con_a
Material	M17_Morteros_monocapa_
Material	M18_Morteros_monocapa_
Material	M19_Muro_de_sotano_
Material	M21_Solado_de_baldosas_de_te
Material	M22_fabrica_de_ladrillo_cera
Material	M23_fabrica_de_ladrillo_cera
Material	M24_fabrica_de_ladrillo_cera
Material	M25_fabrica_de_ladrillo_cera

Justificación del cumplimiento del DB por la opción general. Opción ERE

1.- DATOS GENERALES

Nombre del proyecto	
Opción ERE	
Localidad	Comunidad autónoma
Cartagena	Región de Murcia
Dirección del proyecto	
Autor del proyecto	
Jose Manuel Rivera Martinez	
Autor de la calificación	
Jose Manuel Rivera Martinez	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
joserivera.martinez@gmail.com	635693528
Tipo de edificio	
Bloque de viviendas	

2.- CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el Código Técnico de la Edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	58.6	83.9
Proporción relativa calefacción-refrigeración	49.7	50.3



3.- DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1.- Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase de higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01 sotano	P01 Sótano	Nivel de estanqueidad 4	3	1092.22	2.80
P01_E02 2	P01 Sótano	Residencial	3	19.97	2.80
P01_E03 e	P01 Sótano	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	2.80
P01_E04 3	P01 Sótano	Residencial	3	19.76	2.80
P01_E05 o	P01 Sótano	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	2.80
P02_E01	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 5	3	982.22	3.90

Nombre	Planta	Uso	Clase de higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P02_E02 entrada	P02 Planta baja	Residencial	3	96.38	3.90
P02_E03 e	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.90
P02_E04 Espacio01	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 3	3	20.15	3.90
P02_E05 o	P02 Planta baja	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.90
P03_E01 Espacio10	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	7.58	3.00
P03_E02 A2	P03 Planta 1	Residencial	3	94.21	3.00
P03_E03 B	P03 Planta 1	Residencial	3	78.92	3.00
P03_E04 A	P03 Planta 1	Residencial	3	98.68	3.00
P03_E05 A2 Dormitorio4	P03 Planta 1	Residencial	3	11.34	3.00
P03_E06 Espacio01	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	6.00	3.00
P03_E07 Espacio09	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	5.65	3.00
P03_E08 Espacio12	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	2.69	3.00
P03_E09 pasillo este	P03 Planta 1	Residencial	3	41.55	3.00
P03_E10 C	P03 Planta 1	Residencial	3	101.31	3.00
P03_E11 C2	P03 Planta 1	Residencial	3	103.89	3.00
P03_E12 e	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P03_E13 Espacio02	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	6.50	3.00
P03_E14 Espacio08	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	5.76	3.00
P03_E15 C2'	P03 Planta 1	Residencial	3	104.31	3.00
P03_E16 C'	P03 Planta 1	Residencial	3	101.27	3.00
P03_E17 Espacio07	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	5.73	3.00
P03_E18 Espacio03	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	6.34	3.00
P03_E19 pasillo oeste	P03 Planta 1	Residencial	3	41.78	3.00
P03_E20 o	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P03_E21 A2'	P03 Planta 1	Residencial	3	105.47	3.00
P03_E22 A'	P03 Planta 1	Residencial	3	98.92	3.00
P03_E23 B'	P03 Planta 1	Residencial	3	78.68	3.00
P03_E24 Espacio15	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	2.67	3.00
P03_E25 Espacio06	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	5.38	3.00
P03_E26 Espacio04	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	5.89	3.00
P03_E27 Espacio05	P03 Planta 1	Nivel de estanqueidad 3	3	7.57	3.00

Nombre	Planta	Uso	Clase de higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P04_E01 Espacio01	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	11.05	3.00
P04_E02 Espacio08	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	9.50	3.00
P04_E03 Espacio07	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	11.16	3.00
P04_E04 Aº2	P04 Planta 2	Residencial	3	105.55	3.00
P04_E05 Bº	P04 Planta 2	Residencial	3	78.92	3.00
P04_E06 Aº	P04 Planta 2	Residencial	3	98.68	3.00
P04_E07 pasillo este	P04 Planta 2	Residencial	3	41.55	3.00
P04_E08 Cº	P04 Planta 2	Residencial	3	101.31	3.00
P04_E09 Cº2	P04 Planta 2	Residencial	3	103.89	3.00
P04_E10 e	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P04_E11 Espacio02	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	15.86	3.00
P04_E12 Espacio06	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	13.94	3.00
P04_E13 Cº2'	P04 Planta 2	Residencial	3	104.31	3.00
P04_E14 Cº'	P04 Planta 2	Residencial	3	101.27	3.00
P04_E15 pasillo oeste	P04 Planta 2	Residencial	3	41.63	3.00
P04_E16 o	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 4	3	2.20	3.00
P04_E17 Aº2'	P04 Planta 2	Residencial	3	105.47	3.00
P04_E18 Aº'	P04 Planta 2	Residencial	3	98.92	3.00
P04_E19 Bº'	P04 Planta 2	Residencial	3	78.82	3.00
P04_E20 Espacio05	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	10.73	3.00
P04_E21 Espacio03	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	10.88	3.00
P04_E22 Espacio04	P04 Planta 2	Nivel de estanqueidad 3	3	9.35	3.00
P05_E01 este	P05 Sobrecubierta	Residencial	3	10.73	2.50
P05_E02 oeste	P05 Sobrecubierta	Residencial	3	10.63	2.50

3.2.- Cerramientos opacos

3.2.1.- Materiales

Nombre	K (W/m K)	e (kg/m ³)	cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	μ	Just.
Asfalto	0.700	2100.00	1000.00	-	50000	
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	1	
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0.18	1	
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0.846	1110.00	1000.00	-	10	
FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	1.528	1180.00	1000.00	-	80	
Hormigón armado d > 2500	2.500	2600.00	1000.00	-	80	

Nombre	K (W/m K)	e (kg/m ³)	cp (J/kgK)	R (m ² K/ W)	μ	Just.
Hormigón celular curado en autoclave d 500	0.140	500.00	1000.00	-	6	
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1.650	2150.00	1000.00	-	70	
M14_Base_de_gravilla_de_mach	2.000	1950.00	1045.00	-	50	Sí
M15_Capa_drenante_exterior_p	0.500	1500.00	1800.00	-	100000	Sí
M16_Enfoscado_de_cemento_a_b	1.300	1900.00	1000.00	-	10	Sí
M17_Falso_techo_continuo_de	0.250	825.00	1000.00	-	4	Sí
M18_Guarnecido_de_yeso_	0.570	1150.00	1000.00	-	6	Sí
M19_Impermeabilizacion_exter	0.170	0.17	1000.00	-	50000	Sí
M20_Mortero_de_cemento_con_a	1.300	1900.00	1000.00	-	10	Sí
M21_Morteros_monocapa_	0.700	1300.00	1000.00	-	10	Sí
M22_Morteros_monocapa_	0.550	1250.00	1000.00	-	10	Sí
M23_Muro_de_sotano_	2.500	2500.00	1000.00	-	80	Sí
M25_Solado_de_baldosas_de_te	1.300	1700.00	1000.00	-	40	Sí
M26_fabrica_de_ladrillo_cera	0.438	930.00	1000.00	-	10	Sí
M27_fabrica_de_ladrillo_cera	0.500	920.00	1000.00	-	10	Sí
M28_fabrica_de_ladrillo_cera	0.511	1000.00	1000.00	-	10	Sí
M29_fabrica_de_ladrillo_cera	0.522	900.00	1000.00	-	10	Sí
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.550	1125.00	1000.00	-	10	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	0.700	1350.00	1000.00	-	10	
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0.050	40.00	1000.00	-	1	
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30	
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.034	37.50	1000.00	-	100	

3.2.2.- Composición de cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (cm)
C14_	2.61	M18_Guarnecido_de_yeso_ M26_fabrica_de_ladrillo_cera M18_Guarnecido_de_yeso_	1.5 7.0 1.5
C15_	1.44	M18_Guarnecido_de_yeso_ M28_fabrica_de_ladrillo_cera M18_Guarnecido_de_yeso_	1.5 24.0 1.5
C16_	1.38	M18_Guarnecido_de_yeso_ M26_fabrica_de_ladrillo_cera Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm M26_fabrica_de_ladrillo_cera M18_Guarnecido_de_yeso_	1.5 7.0 5.0 7.0 1.5
C17_	1.50	M28_fabrica_de_ladrillo_cera M18_Guarnecido_de_yeso_	24.0 1.5
C18_	1.50	M18_Guarnecido_de_yeso_ M28_fabrica_de_ladrillo_cera	1.5 24.0
C19_	2.83	M16_Enfoscado_de_cemento_a_b M26_fabrica_de_ladrillo_cera M16_Enfoscado_de_cemento_a_b	1.5 7.0 1.5

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (cm)
C20_Cubierta	1.34	Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 Hormigón celular curado en autoclave d 500 FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	2.0 1.0 3.0 30.0
C21_Cubierta_ERE_Cubierta_	0.27	Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] Asfalto Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 Hormigón celular curado en autoclave d 500 FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	2.0 1.0 10.0 1.0 2.0 1.0 3.0 30.0
C22_Cubierta_ERE_Cubierta_	0.25	Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] Asfalto Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 Hormigón celular curado en autoclave d 500 FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm M17_Falso_techo_continuo_de	2.0 1.0 10.0 1.0 2.0 1.0 3.0 30.0 30.0 1.6
C23_Cubierta	1.01	Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 Hormigón celular curado en autoclave d 500 FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm M17_Falso_techo_continuo_de	2.0 1.0 3.0 30.0 30.0 1.6
C24_Fachada_para_revestir_de	0.34	M22_Morteros_monocapa_ XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] M27_fabrica_de_ladrillo_cera MW Lana mineral [0.05 W/[mK]] M26_fabrica_de_ladrillo_cera M18_Guarnecido_de_yeso_	1.5 6.0 11.5 3.0 7.0 1.5
C25_Fachada_para_revestir_de	0.34	M22_Morteros_monocapa_ XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] M27_fabrica_de_ladrillo_cera MW Lana mineral [0.05 W/[mK]] M26_fabrica_de_ladrillo_cera	1.5 6.0 11.5 3.0 7.0
C26_Fachada_para_revestir_de	2.26	M21_Morteros_monocapa_ M29_fabrica_de_ladrillo_cera M21_Morteros_monocapa_	1.5 12.0 1.5
C27_Forjado_ere	0.60	M25_Solado_de_baldosas_de_te M20_Mortero_de_cemento_con_a M14_Base_de_gravilla_de_mach Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	3.0 3.2 2.0 2.0 2.0 35.0 4.0
C28_Forjado_ere	0.53	M25_Solado_de_baldosas_de_te M20_Mortero_de_cemento_con_a M14_Base_de_gravilla_de_mach Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm M17_Falso_techo_continuo_de	3.0 3.2 2.0 2.0 2.0 35.0 4.0 30.0 1.6

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (cm)
C29_Forjado_expuesto_inferio	0.61	M25_Solado_de_baldosas_de_te M20_Mortero_de_cemento_con_a M14_Base_de_gravilla_de_mach Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 Hormigón armado d > 2500 Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	3.0 3.2 2.0 2.0 2.0 35.0 2.0 4.0 2.0
C30_Forjado0	2.07	M25_Solado_de_baldosas_de_te M20_Mortero_de_cemento_con_a M14_Base_de_gravilla_de_mach Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	3.0 3.2 2.0 2.0 2.0 35.0
C31_Forjado0	1.38	M25_Solado_de_baldosas_de_te M20_Mortero_de_cemento_con_a M14_Base_de_gravilla_de_mach Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm M17_Falso_techo_continuo_de	3.0 3.2 2.0 2.0 2.0 35.0 30.0 1.6
C32_Forjado0	2.35	Plaqueta o baldosa cerámica Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	2.0 2.0 35.0
C33_Muro_de_sotano_con_imper	3.37	M15_Capa_drenante_exterior_p M19_Impermeabilizacion_exter M23_Muro_de_sotano_	0.1 0.1 30.0
C34_Particion_virtual	7.14	M24_Particion_virtual	5.0
C35_Solera	2.87	Hormigón en masa 2000 < d < 2300 M14_Base_de_gravilla_de_mach Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450 Hormigón armado d > 2500	5.0 2.0 2.0 35.0
C36_Solera	2.73	M25_Solado_de_baldosas_de_te M20_Mortero_de_cemento_con_a M14_Base_de_gravilla_de_mach Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450 Hormigón armado d > 2500	3.0 3.2 2.0 2.0 35.0
C37_Solera	3.24	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450 Hormigón armado d > 2500	2.0 35.0

3.3.- Cerramientos semitransparentes

3.3.1.- Vidrios

Nombre	U (W/m ² K)	Factor solar	Just.
V01_	2.70	0.76	Sí
V02_Acristalamiento_doble_BE	1.97	0.55	Sí
V03_Acristalamiento_doble_Ba	1.97	0.55	Sí
V04_Puerta	2.00	0.00	Sí

3.3.2.- Marcos

Nombre	U (W/m ² K)	Just.
R01_Metalico	5.70	Sí
R02_PVC_RPT_PA1_160x210	2.09	Sí
R03_PVC_RPT_PA2_85x210	2.09	Sí

Nombre	U (W/m ² K)	Just.
R04_PVC_RPT_PA5_130x210	2.09	Sí
R05_PVC_RPT_VA2_110x110	2.09	Sí
R06_PVC_RPT_VA3_50x110	2.09	Sí
R07_PVC_RPT_VA4_150x110	2.09	Sí
R08_PVC_RPT_VA5_200x60	2.09	Sí
R09_PVC_RPT_VA7_90x60	2.09	Sí
R10_PVC_RPT_VA8_100x100	2.09	Sí
R11_Puerta	2.00	Sí

3.3.3.- Huecos

Nombre	H01_Lucernario
Acrilamiento	V01_
Marco	R01_Metalico
% hueco	10.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	3.00
Factor solar	0.76
Justificación	Sí
Nombre	H02_Puerta
Acrilamiento	V04_Puerta
Marco	R11_Puerta
% hueco	99.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	60.00
U (W/m²K)	2.00
Factor solar	0.00
Justificación	Sí
Nombre	H03_Ventana
Acrilamiento	V02_Acrilamiento_doble_BE
Marco	R02_PVC_RPT_PA1_160x210
% hueco	20.83
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.00
Factor solar	0.43
Justificación	Sí
Nombre	H04_Ventana
Acrilamiento	V02_Acrilamiento_doble_BE
Marco	R04_PVC_RPT_PA5_130x210
% hueco	23.44
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.00
Factor solar	0.41
Justificación	Sí
Nombre	H05_Ventana
Acrilamiento	V02_Acrilamiento_doble_BE
Marco	R10_PVC_RPT_VA8_100x100
% hueco	36.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.02

Factor solar	0.29
Justificación	Sí
Nombre	H06_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_doble_BE
Marco	R03_PVC_RPT_PA2_85x210
% hueco	30.81
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.36
Justificación	Sí
Nombre	H07_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_doble_BE
Marco	R07_PVC_RPT_VA4_150x110
% hueco	29.58
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.38
Justificación	Sí
Nombre	H08_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_doble_BE
Marco	R07_PVC_RPT_VA4_150x110
% hueco	29.64
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.38
Justificación	Sí
Nombre	H09_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_doble_BE
Marco	R06_PVC_RPT_VA3_50x110
% hueco	41.13
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.02
Factor solar	0.29
Justificación	Sí
Nombre	H10_Ventana
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_doble_BE
Marco	R06_PVC_RPT_VA3_50x110
% hueco	42.27
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.02
Factor solar	0.28
Justificación	Sí
Nombre	H11_Ventana
Acristalamiento	V03_Acristalamiento_doble_Ba
Marco	R04_PVC_RPT_PA5_130x210
% hueco	23.44
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.00
Factor solar	0.41

Justificación	Sí
Nombre	H12_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R05_PVC_RPT_VA2_110x110
% hueco	33.06
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.36
Justificación	Sí
Nombre	H13_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R09_PVC_RPT_VA7_90x60
% hueco	48.15
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.03
Factor solar	0.28
Justificación	Sí
Nombre	H14_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R06_PVC_RPT_VA3_50x110
% hueco	41.79
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.02
Factor solar	0.29
Justificación	Sí
Nombre	H15_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R07_PVC_RPT_VA4_150x110
% hueco	29.16
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.39
Justificación	Sí
Nombre	H16_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R07_PVC_RPT_VA4_150x110
% hueco	29.09
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.39
Justificación	Sí
Nombre	H17_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R07_PVC_RPT_VA4_150x110
% hueco	29.46
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.01
Factor solar	0.38
Justificación	Sí

Nombre	H18_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R06_PVC_RPT_VA3_50x110
% hueco	39.72
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.02
Factor solar	0.30
Justificación	Sí
Nombre	H19_Ventana
Acrisolamiento	V02_Acrisolamiento_doble_BE
Marco	R08_PVC_RPT_VA5_200x60
% hueco	40.00
Permeabilidad m³/hm² a 100 Pa	27.00
U (W/m²K)	2.02
Factor solar	0.24
Justificación	Sí

3.4.- Puentes térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos:

Nombre	Y (W/mK)	FRSI
Encuentro forjado - fachada	0.42	0.72
Encuentro suelo exterior - fachada	0.34	0.61
Encuentro cubierta - fachada	0.38	0.69
Esquina saliente	0.08	0.81
Hueco ventana	0.23	0.74
Esquina entrante	0.00	0.89
Pilar	0.10	0.85
Unión solera - pared exterior	0.13	0.73

4.- RESULTADOS

4.1.- Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº de espacios iguales	Calefacción (% max)	Calefacción (% ref)	Refrigeración (% max)	Refrigeración (% ref)
P01_E02 2	19.97	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P01_E04 3	19.76	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P02_E02 entrada	96.38	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P03_E02 A2	94.21	1	56.40	56.30	73.45	77.78
P03_E03 B	78.92	1	69.21	59.21	56.86	73.98
P03_E04 A	98.68	1	92.48	59.46	71.85	79.95
P03_E05 A2 Dormitorio4	11.34	1	6.33	53.83	14.79	74.84
P03_E09 pasillo este	41.55	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P03_E10 C	101.31	1	100.00	62.65	51.03	80.06
P03_E11 C2	103.89	1	73.11	58.64	53.82	74.00

Espacios	Área (m ²)	Nº de espacios iguales	Calefacción (% max)	Calefacción (% ref)	Refrigeración (% max)	Refrigeración (% ref)
P03_E15 C2'	104.31	1	73.41	56.58	56.67	74.26
P03_E16 C'	101.27	1	98.21	60.80	54.42	79.26
P03_E19 pasillo oeste	41.78	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P03_E21 A2'	105.47	1	72.90	62.65	73.55	80.73
P03_E22 A'	98.92	1	99.88	63.42	61.38	84.55
P03_E23 B'	78.68	1	75.81	63.34	49.67	79.09
P04_E04 A ^o 2	105.55	1	57.73	54.80	100.00	89.16
P04_E05 B ^o	78.92	1	55.83	54.45	68.73	84.46
P04_E06 A ^o	98.68	1	77.72	54.70	89.53	91.49
P04_E07 pasillo este	41.55	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P04_E08 C ^o	101.31	1	83.24	57.12	64.57	90.37
P04_E09 C ^o 2	103.89	1	62.84	57.94	69.47	84.82
P04_E13 C ^o 2'	104.31	1	63.29	56.16	74.20	86.15
P04_E14 C ^o '	101.27	1	82.58	55.42	70.49	90.74
P04_E15 pasillo oeste	41.63	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P04_E17 A ^o 2'	105.47	1	64.30	59.21	88.49	90.65
P04_E18 A ^o '	98.92	1	84.60	58.73	74.84	94.94
P04_E19 B ^o '	78.82	1	60.73	57.37	62.40	88.52
P05_E01 este	10.73	1	0.00	0.00	0.00	0.00
P05_E02 oeste	10.63	1	0.00	0.00	0.00	0.00

5.- LISTA DE COMPROBACIÓN

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto:

Tipo	Nombre
Acristalamiento	V01_
Acristalamiento	V02_Acristalamiento_doble_BE
Acristalamiento	V03_Acristalamiento_doble_Ba
Acristalamiento	V04_Puerta
Marco	R01_Metalico
Marco	R02_PVC_RPT_PA1_160x210
Marco	R03_PVC_RPT_PA2_85x210
Marco	R04_PVC_RPT_PA5_130x210
Marco	R05_PVC_RPT_VA2_110x110
Marco	R06_PVC_RPT_VA3_50x110
Marco	R07_PVC_RPT_VA4_150x110
Marco	R08_PVC_RPT_VA5_200x60
Marco	R09_PVC_RPT_VA7_90x60
Marco	R10_PVC_RPT_VA8_100x100
Marco	R11_Puerta

Tipo	Nombre
Material	M14_Base_de_gravilla_de_mach
Material	M15_Capa_drenante_exterior_p
Material	M16_Enfoscado_de_cemento_a_b
Material	M17_Falso_techo_continuo_de
Material	M18_Guarnecido_de_yeso_
Material	M19_Impermeabilizacion_exter
Material	M20_Mortero_de_cemento_con_a
Material	M21_Morteros_monocapa_
Material	M22_Morteros_monocapa_
Material	M23_Muro_de_sotano_
Material	M25_Solado_de_baldosas_de_te
Material	M26_fabrica_de_ladrillo_cera
Material	M27_fabrica_de_ladrillo_cera
Material	M28_fabrica_de_ladrillo_cera
Material	M29_fabrica_de_ladrillo_cera