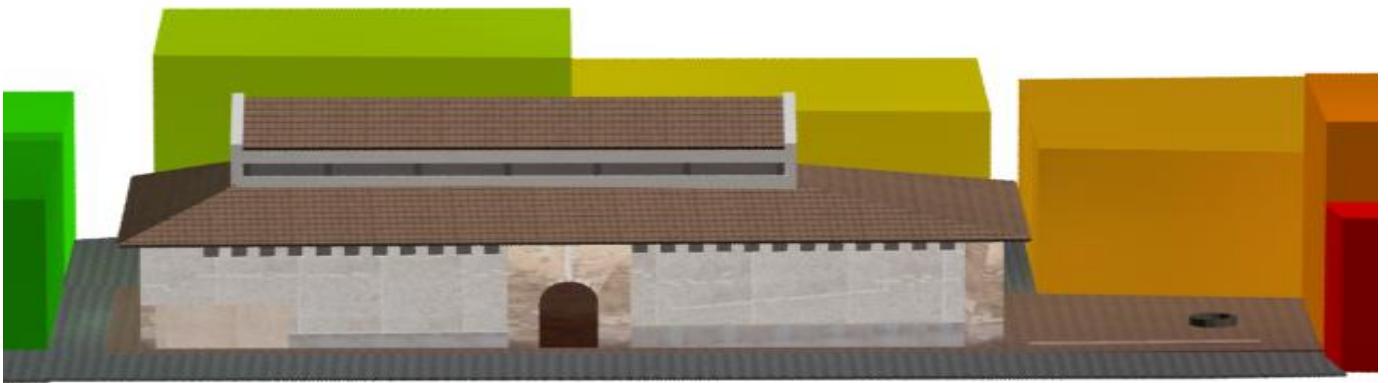


ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE “EL ALMUDÍN DE VALENCIA”



- TRABAJO FINAL DE GRADO -

Esteban Cuartero Casas

Valencia Julio 2014

Directores Académicos: Isabel Tort Ausina y Jaume Monfort i Signes



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS de Ingeniería de Edificación
Universitat Politècnica de València

ÍNDICE

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
Metodología	11
Objetivos	12
PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES	14
Tipos de energías renovables	18
Energía del sol	27
LEGISLACIÓN Y MARCO NORMATIVO	34
Normativa Europea de Eficiencia Energética	35
Normativa Española de Eficiencia Energética	40
Normativa del Patrimonio Histórico	52
CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES. CE3X	56
Fundamentos técnicos de calificación de edificios	57
Medidas de mejora de eficiencia energética	60
Procedimiento de certificación	61

EL ALMUDÍN DE VALENCIA	71
Análisis histórico del Almudín	75
Análisis formal del Almudín	80
Materiales y técnicas	80
Fábricas y tipos de muros	81
Tipos de soporte	83
Tipos de cubrición	85
ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO PATRIMONIAL; “ALMUDÍN DE VALENCIA”	87
Descripción de la edificación	88
Uso actual del edificio	89
Situación y emplazamiento	90
Proceso de certificación de un edificio de Uso Terciario	94
Obtención de la calificación energética	121
Medidas de mejora	124
Informe generado por CE ³ X	127
Equipos de Calefacción y Refrigeración de 180% de rendimiento	127
Equipos de Calefacción y Refrigeración de 250% de rendimiento	134
Equipos de Calefacción y Refrigeración de 400% de rendimiento	141
CONCLUSIONES	148
BIBLIOGRAFÍA	150
ÍNDICE DE FIGURAS	155
ÍNDICE DE TABLAS	159
ANEXOS DE CÁLCULO	160

ACRÓNIMOS

ACS	Agua Caliente Sanitaria
AC	Antes de Cristo
BIC	Bien de Interés Cultural
BOE	Boletín Oficial del Estado
CC.AA	Comunidades Autónomas
CE	Consejo Europeo
CEE	Certificado de Eficiencia Energética
CO ₂	Dióxido de Carbono
CTE	Código Técnico de Edificación
DB HE	Documento Básico de Ahorro de Energía
DB HR	Documento Básico Protección frente al Ruido
EEUU	Estados Unidos
GEI	Gas de Efecto Invernadero
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IT	Instrucción Técnica
LOE	Ley de Ordenación de la Edificación
MINETUR	Ministerio de Industria, Energía y Turismo
NBE	Normas Básicas de la Edificación
NTE	Normas Tecnológicas de la Edificación
PER	Plan de Energías Renovables
RD	Real Decreto
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios
S.	Siglo
UE	Unión Europea
UNE	Una Norma Española
VEEI	Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

NOTACIÓN

Transmitancia Térmica de cerramientos:

U: transmitancia térmica

R_T : resistencia térmica total del componente constructivo

R_{si} : resistencias térmicas superficiales del aire interior

R_{se} : resistencias térmicas superficiales del aire

e: espesor de la capa

λ : conductividad térmica de diseño del material

B' : longitud característica

A: área

P: perímetro

Transmitancia Térmica de huecos:

$U_{H,v}$: transmitancia térmica de la parte semitransparente o vidrio

$U_{H,m}$: la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario

F: factor solar modificado

FM: fracción del hueco ocupada por el marco

FS: factor de sombra

FM: fracción del hueco ocupada por el marco

g_{\perp} : factor solar de la parte semitransparente

Um: transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario

α : absortividad del marco en función de su color

Unidades de medida:

GW: Giga-vatios

K: Kelvin

Kg: Kilogramos

KWh: Kilovatio-hora

m: metro

m^2 : metro cuadrado

m^3 : metro cúbico

mm: milímetro

MW: Mega-vatios

Pa: Pascal

TWh: Tera vatios hora

W: Watt

°C: grados centígrados

RESUMEN

La motivación de este trabajo fin de grado surge por la ambición de conocer el comportamiento energético de edificios del patrimonio. A pesar de que el Real Decreto 235/2013 excluye de la obligatoriedad de certificarse a aquellos edificios o monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, el presente trabajo tiene como objetivo el estudio de la Eficiencia Energética mediante la aplicación informática CE³X, enfocado a aquellos edificios del patrimonio en función de sus características o propiedades, para establecer soluciones previas a los problemas que puedan emerger y dar otras soluciones o realizar y fomentar sistemas de mejora para otros edificios de similares características al edificio de referencia El Almudín de la ciudad de Valencia.

Palabras clave: CE³X, eficiencia energética, El Almudín de Valencia, medidas de mejora, patrimonio arquitectónico.

ABSTRACT

The motivation for this final degree arises from ambition to meet the energy performance of heritage buildings. Although the RD 235/2013 excludes from the mandatory certification or those buildings officially protected as part of a designated environment or because of their special architectural or historical value monuments, the work aims to study Energy Efficiency by CE³X computer application, focusing on those heritage buildings depending on their characteristics or properties, to establish previous solutions to problems that may emerge and provide other solutions or carry out and promote improvement systems for other buildings with similar characteristics the reference to building Almudín city of Valencia.

Keywords: CE³X, energy efficiency, The Almudín of Valencia, improvement measures, architectural heritage.

INTRODUCCIÓN

Con el fin de fomentar los objetivos establecidos en el Protocolo de Kioto y los compromisos derivados del mismo, la Unión Europea adoptó en marzo de 2007 el Compromiso 20/20/20 con el propósito de reducir las emisiones de CO₂. Se persigue, con meta el año 2020, reducir un 20% los gases de efecto invernadero (GEI), aumentar en un 20% el consumo de las energías renovables y mejorar en un 20% la eficiencia energética. En este contexto, como transposición de una directiva europea, el estado español aprueba el Real Decreto 235/2013 de 5 de abril que establece el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios. Este Real Decreto supone la incorporación de los edificios existentes al proceso de certificación energética y la necesidad de establecer recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia de estos edificios. Así mismo en su articulado se establece que los nuevos edificios, o reformas importantes de los mismos según define el Código Técnico de la Edificación (CTE), construidos a partir del año 2020, o 2018 si son de titularidad pública, deberán ser de “consumo de energía casi nulo”.

A pesar de que el Real Decreto 235/2013 excluye de la obligatoriedad de certificarse a aquellos edificios o monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico. No podemos dejar de lado el compromiso de ejemplaridad que las instituciones públicas, por lo general titulares de este patrimonio, deben adoptar frente a la ciudadanía. Por este motivo, el presente trabajo ha tenido como objetivo el estudio de la Eficiencia Energética enfocado a aquellos edificios del patrimonio arquitectónico que, en función de sus

características o propiedades, presentan soluciones previas distintas a los casos que pueden emerger con normalidad y particularmente en el caso de edificios históricos que actualmente albergan otros usos, generalmente socio-culturales. El estudio se ha particularizado en el edificio del Almudín de la ciudad de Valencia. Esta construcción del año 1270, utilizada originalmente para el almacenamiento y venta de trigo, fue declarado monumento histórico-artístico en 1969 y conforma actualmente una sala municipal de exposiciones temporales.

En esta contribución quedan definidos los principales inconvenientes que el método simplificado de certificación energética, utilizando la aplicación informática CE³X -documento reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) como procedimiento básico de certificación-, plantea en un edificio del patrimonio arquitectónico. Del mismo modo se proponen soluciones para realizar o fomentar sistemas de mejora que podrán utilizarse en otros edificios de similares características. Se trata de establecer herramientas para facilitar que los edificios del patrimonio arquitectónico, a priori excluidos de la supervisión energética, colaboren en la reducción de las emisiones de CO₂.

Metodología

En el presente Trabajo Fin de Grado se ha realizado el estudio de eficiencia energética de un edificio del patrimonio arquitectónico no residencial en la ciudad de Valencia, así como la comprobación del cumplimiento o incumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE).

La primera parte del TFG recoge un somero análisis de las distintas fuentes de energías renovables existentes, entre las cuales, profundizaremos en la energía solar por su aplicación directa al ámbito de la edificación.

Seguidamente, se describen las normativas correspondientes a las políticas de Eficiencia Energética, legislación reguladora y normativa de obligado cumplimiento para la regulación de las construcciones y condiciones que deben cumplir las instalaciones para el funcionamiento de los sistemas de ahorro de energía en la edificación y, leyes del patrimonio histórico que afectan a nuestro edificio.

A continuación, se pretende hacer un viaje al pasado, para relatar la historia de la evolución constructiva que ha sufrido el edificio antiguo “Almudín de Valencia”, además de un análisis formal y arquitectónico de los elementos constructivos que definen el edificio.

Por último, se describe el proceso de certificación energética para edificios existentes realizado con el programa de opción simplificada CE³X, con el fin de garantizar el cumplimiento del DB HE en lo que a demanda energética se refiere, y se adjunta en los anexos el informe generado del proceso de certificación.

Objetivos

Los objetivos principales del presente Trabajo Fin de Grado son:

- Analizar la Eficiencia Energética, enfocado a aquellos edificios del patrimonio en función de sus características o propiedades, para establecer soluciones previas distintas a los problemas que puedan

emerger y dar otras soluciones o realizar y fomentar sistemas de mejora para otros edificios de similares características.

- Interpretar las diferentes normativas que son de aplicación en la actualidad en lo referente a la eficiencia energética de los edificios. En este apartado destacan tres normativas como son: la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) del Código Técnico de la Edificación en el que se definen los valores límite que se deben cumplir y por último, el Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de los edificios.

- Evaluar el edificio, su composición, dimensiones, los diferentes subsistemas constructivos que lo forman, así como sus instalaciones de calefacción, refrigeración e iluminación, a fin de realizar una correcta descripción y estudio de este, en base a una documentación gráfica e información aportada por libros y visitas in situ.

- Manejar la aplicación informática necesaria, en este caso CE³X, encargada de calcular la demanda y calificación energética del edificio con el fin de aplicarla posteriormente en el edificio estudiado.

PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES

El consumo acelerado de unos recursos energéticos finitos, el impacto ambiental asociado a la producción y uso de las energías tradicionales, la distribución de las reservas de energía, y los precios de las materias primas energéticas, confieren a las fuentes renovables de energía una importancia creciente en la política energética de la mayoría de los países desarrollados. La utilización de la energía procedente de recursos renovables constituye una parte muy importante en la estrategia de las políticas energética y medioambiental.

Acabado el período de vigencia del Plan de Energía Renovables (PER 2005-2010). (AA.VV, 2011) y atendiendo al mandato establecido en la legislación vigente, el Gobierno de España ha elaborado un nuevo Plan para el periodo 2011-2020. Este Plan incluye el diseño de nuevos escenarios energéticos y la incorporación de objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, la cual establece objetivos mínimos vinculantes para el conjunto de la Unión Europea y para cada uno de los Estados miembros. Concretamente, la Directiva establece como objetivo conseguir una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, el mismo objetivo establecido para España, y una cuota mínima del 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020.

La estrategia para afrontar los retos planteados en España, hace que la política energética se dirija hacia la liberalización y el fomento de la transparencia en los mercados, el desarrollo de las infraestructuras

energéticas y la promoción de las energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética.

La evolución de la producción de energía y grado de autoabastecimiento basada en el año 2010 en España se caracteriza, desde un punto de vista energético, por presentar una estructura de consumo dominada por la presencia de productos petrolíferos, importados en su mayoría del exterior, lo que, junto a una reducida aportación de recursos autóctonos, ha contribuido a una elevada dependencia energética, del orden del 80%, superior a la media europea (55%) que se traduce en un reducido grado de autoabastecimiento, (según datos del PER, aprobados por el gobierno de España).

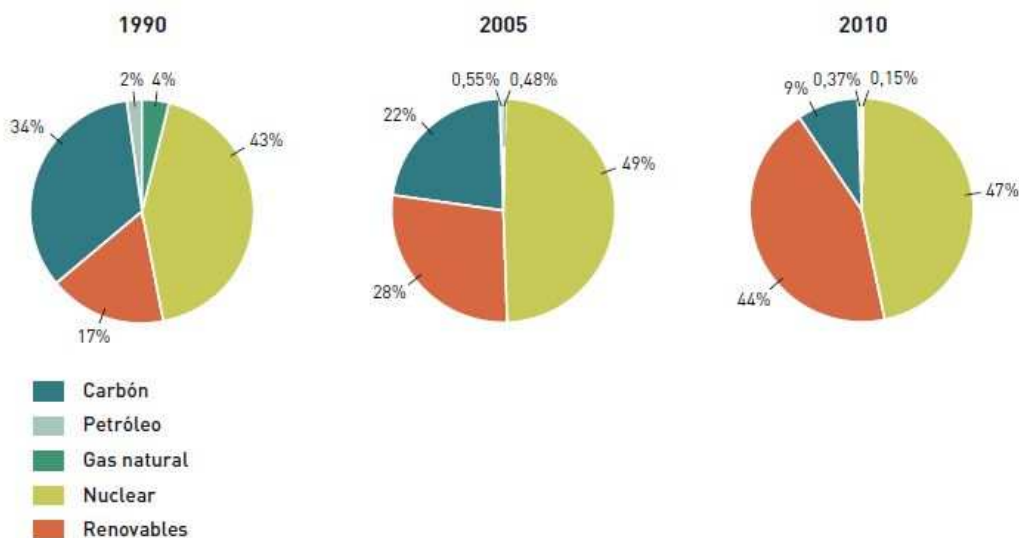


Fig. 1. Evolución de la producción interior de energía por fuentes energéticas. Fuente: MITyC/IDEA. AA.VV. 2011

Esta situación experimenta un cierto cambio de tendencia a partir del año 2005, en el marco de las políticas actuales de planificación en materia de energías renovables y de eficiencia energética, que han posibilitado una mayor penetración de energías renovables en la

cobertura a la demanda interior, y con ello, un aumento en el grado de autoabastecimiento, que en el año 2010 nos lleva a recuperar la situación existente once años atrás, en 1999.

Como se muestra en la Fig. 1, es en el periodo comprendido entre 2005 y 2010 cuando los recursos autóctonos renovables experimentan un mayor impulso, con un incremento en su participación en la producción nacional de la energía equiparable al de los quince años precedentes.

Los escenarios de la evolución energética que se plantean en el PER de cara al periodo 2011-2020 son; el de Referencia (Fig. 2), que se corresponde a las actuaciones de eficiencia energética llevadas a cabo hasta el año 2010, y el de Eficiencia Energética Adicional (Fig. 3), que contempla nuevos ahorros desde el año 2011 derivados del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, y es el escenario al que se asocian los objetivos de este Plan de Energías Renovables.

Los escenarios de la evolución energética, en particular, los escenarios de demanda energética y de crecimiento económico están sujetos constantemente a revisión, tanto de las predicciones para los siguientes años, como de los balances pasados que efectivamente han tenido lugar, debido a que el proceso de elaboración de las estadísticas es iterativo y va perfeccionándose conforme se obtiene más información al respecto. Es por ello que para realizar un ejercicio de planificación a largo plazo es necesario fijar la información disponible en un momento determinado, para construir a partir de ella los escenarios de evolución hacia el futuro.

En el sector edificación, las medidas adicionales propuestas a partir de 2009 se agrupan de la forma en que ya lo hicieron en el propio Plan de Acción 2008-2012: las dirigidas al parque de edificios existentes y las

dirigidas a los nuevos edificios. Con la aprobación de la Ley de Economía Sostenible y del Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, se aumenta el nivel de exigencia sobre el procedimiento de certificación energética de edificios, de forma que aquellos edificios que no alcancen una calificación energética por encima de un valor determinado tengan que realizar reformas para cumplir con unos requisitos mínimos de eficiencia energética.

La evolución de consumo de energía primaria 2010-2020, apuntan al mantenimiento del petróleo como primera fuente en la demanda nacional, cuya participación, no obstante, experimenta una importante reducción. No se consideran cambios significativos en lo relativo a la energía nuclear, que seguirá presente en el panorama energético y cubrirá en torno a un 10% de la demanda energética a lo largo del periodo considerado.

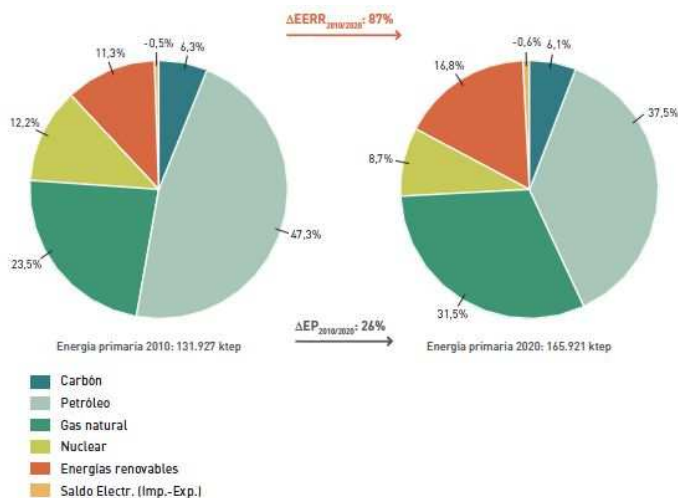


Fig. 2. Escenario de Referencia: Evolución de la estructura del consumo de energía primaria. Fuente: MITyC/IDAE .AA.VV. 2011

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

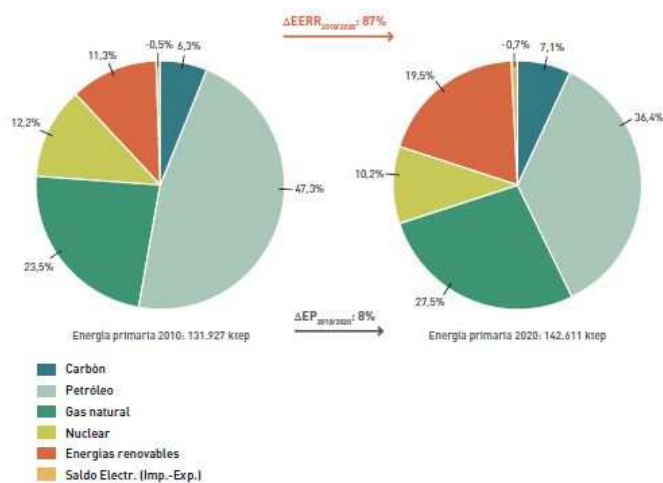


Fig. 3. Escenario de Eficiencia Energética Adicional: consumo de energía primaria 2010-2020. AA.VV. 2011

Dada la importancia que adquieren las fuentes de energías renovables, hemos de tener en cuenta una serie de nociones previamente al aprovechamiento y aplicación, para un uso correcto de las fuentes de energía y obtener mayores rendimientos.

Tipos de energías renovables

A continuación se definen cada una de las energías renovables existentes clasificadas según el Ministerio de Industria, Energía y Comercio como:

- Energía del agua
- Energía del viento
- Energía de la tierra
- Energía del sol

En el cual, nos centraremos en la energía del sol dado su aplicación directa a nuestro edificio.

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Energía del viento

El viento, una fuente de energía renovable de primera magnitud aprovechada desde varios siglos AC. Se puede definir como una corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera, provocada las variaciones de temperatura, debido a las diferencias de radiación solar en los distintos puntos de la tierra. Las variables que definen el viento en un punto determinado, vienen dado por el relieve del terreno y otras como la rugosidad y la altura sobre el nivel del suelo.

La energía del viento es la energía cinética de un fluido en movimiento de baja densidad, que hace que la energía obtenida dependa de la velocidad y del área de la superficie captadora. Solamente el 2% de la radiación solar se transforma en energía cinética, además de que el 35% de esta energía se disipa a un kilómetro por encima del nivel de suelo. Como ya se ha hecho mención, esta energía se ha aprovechado desde hace siglos, desde la aplicación para molinos, barcos de vela, serrería,... hasta en la actualidad, para la obtención de electricidad mediante máquinas eólicas conocida como energía eólica.

La energía eólica es la conversión de la energía del viento en electricidad mediante aerogeneradores. Estos aerogeneradores son las máquinas eólicas encargadas de convertir la energía cinética del viento en energía mecánica al mover sus astas para la producción de electricidad.

El sistema de aerogeneradores se pone en funcionamiento cuando el viento incide sobre las palas del aerogenerador y las hace girar. Este movimiento de rotación se transmite al generador a través de un sistema multiplicador de velocidad. El generador producirá corriente

eléctrica que se deriva hasta las líneas de transporte. Para asegurar en todo momento el suministro eléctrico, es necesario disponer de acumuladores.

Los elementos que forman parte de este sistema de aerogeneradores eólicos, se dividen en: soporte; torre o elemento de sujeción donde se colocan el rotor y los mecanismos a la altura deseada. Sistema de captación; el rotor capta la energía del viento y la transforman en energía mecánica. Sistema de transmisión; compuesto por las palas (que capturan la energía contenida en el viento), el eje (que transmite el movimiento giratorio de las palas al aerogenerador), el buje (que fija las palas al eje de baja velocidad) y el multiplicador (dispositivo acoplado al rotor que multiplica la velocidad de rotación para alcanzar el número de revoluciones que necesitan las dinamos y alternadores). Sistema de generación; desempeña la función de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. Sistema de regulación y orientación; mediante un ordenador monitoriza las condiciones del generador y controla el mecanismo de orientación en función del viento.

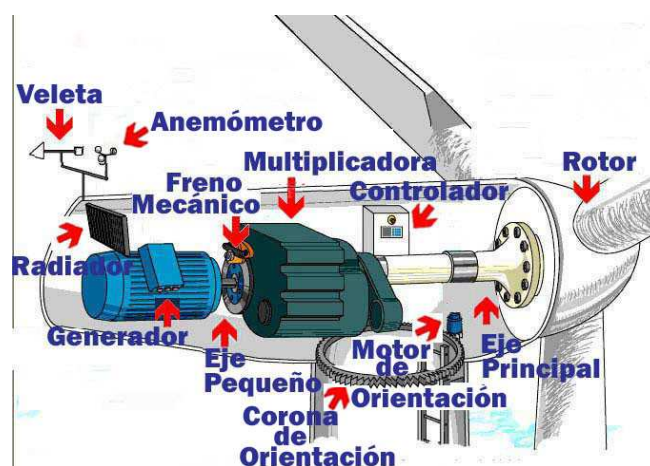


Fig. 4. Componentes de un Aerogenerador. Fuente. Web: Moondoreyes

De cara hacia el futuro y desarrollo de la tecnología eólica terrestre el objetivo prioritario es la fabricación de aerogeneradores con potencia unitaria en el rango de los 5 a 10 MW, con el empleo de nuevos materiales más resistentes y de aprovechar el mayor rendimiento a la hora optimizar el recurso del viento y de la vida útil de las máquinas.



Fig. 5. Zonas de mayor recurso eólico a 80 m de altura y velocidad > 6m/s.
Fuente: IDAE. AA.VV. 2011

Energía de la Tierra

La Tierra es una fuente de calor interna, que conserva desde su origen hace más de 5000 millones de años. El proceso de liberación de esa fuente de calor continúa en la actualidad y se prolongará hasta que todo el calor se disipe en el frío universo.

El aprovechamiento térmico interior de la tierra como fuente de energía se conoce como geotermia. La energía geotermia es la energía

que la Tierra transmite desde sus capas internas hasta la parte más externa de la corteza terrestre (Fig.11). A medida que se profundiza hacia el interior de la corteza terrestre, la temperatura de la tierra se va incrementando a un ritmo de 2,5º a 3º cada 100 m, en la mayor parte del planeta. La manifestación de esta energía se produce de forma natural en numerosas partes del planeta en forma de geiseres, fumarolas, fuente termales e incluso volcanes.

El objetivo de la geotermia es el aprovechamiento de la energía calorífica del interior de la Tierra, en unas condiciones económicas que hagan de este recurso natural o recurso energético factible. Para ello se explotan los yacimientos geotérmicos, que son los espacios de la corteza terrestre en los que se localizan materiales permeables que retienen el agua y le transmiten su calor. Según su temperatura se identifican varios tipos de yacimientos:

- Alta temperatura
- Media temperatura
- Baja temperatura

Casi toda la corteza terrestre del planeta constituye un extenso yacimiento de recursos geotérmicos de muy baja temperatura, menos de 30ºC, debido a que el subsuelo es capaz de almacenar el calor que recibe del sol y mantener una temperatura constante, a partir de 10 m de profundidad, pudiéndose usar esta característica para la climatización de viviendas y edificios mediante bombas de calor geotérmicas.

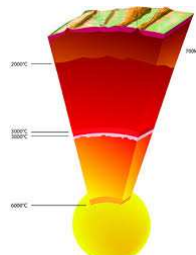


Fig. 6. Escala de temperatura de la corteza terrestre. Fuente. Web: Monografías. La tierra

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Los recursos geotérmicos de alta temperatura se aprovechan principalmente para la producción de electricidad. Cuando la temperatura del yacimiento no es suficientemente para producir energía eléctrica se usa el calor para climatizar y obtener agua caliente en el sector residencial y de servicios. Para ello se realizan instalaciones basadas en un circuito que aprovecha el fluido geotérmico para distribuirlo a las viviendas para climatizar e incluso para agua caliente sanitaria. Estas instalaciones son aplicables a barrios enteros, diseñándose incluso para ser utilizadas en si centros comerciales, hospitales, polideportivos o universidades, lo que hace las instalaciones más eficientes y económicas.

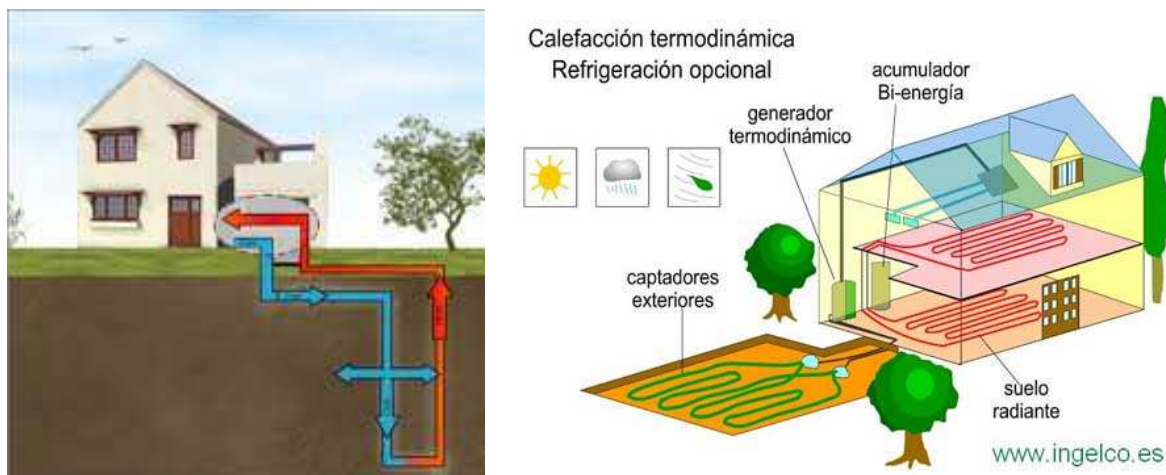


Fig. 7. Esquemas del principio de suministro de energía geotérmica.
Fuente. Web: Ingelco

Otra fuente de energía renovable en la Tierra, es la energía solar almacenada en los seres vivos, vegetales o animales por medio del

proceso de fotosíntesis y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial conocida como Biomasa.

La biomasa es una energía renovable que puede transformarse en un biocombustible sólido, líquido o gaseoso a través de las tecnologías de conversión. Por tanto, la biomasa se puede clasificar a partir del material empleado como fuente de energía en: sólida, líquida o gaseosa.

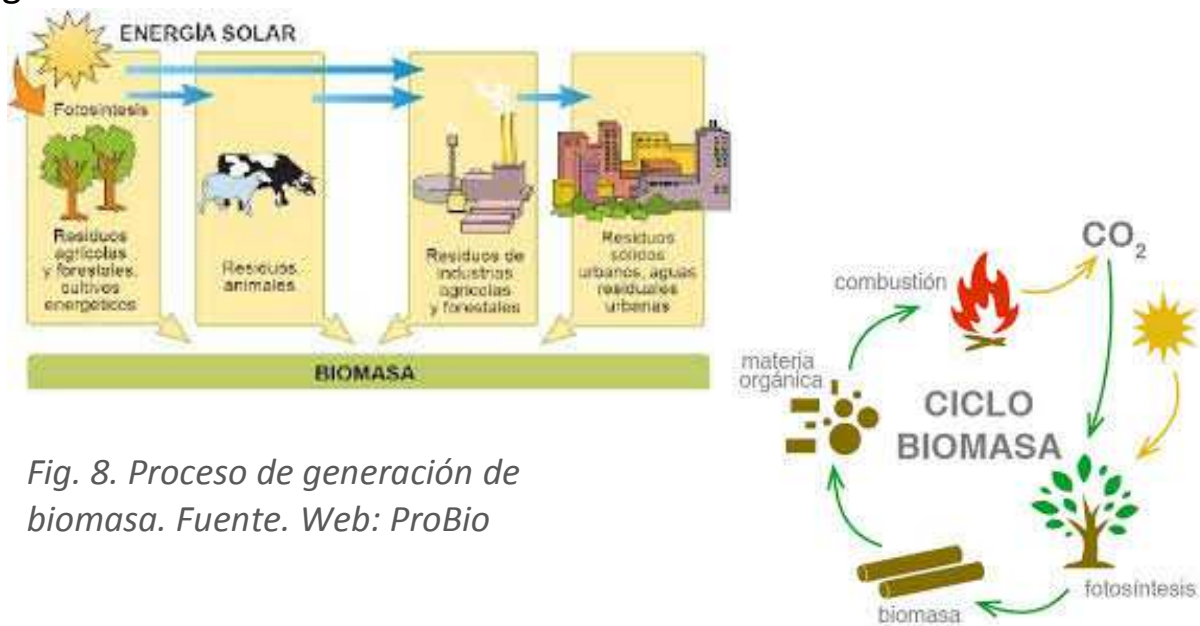


Fig. 8. Proceso de generación de biomasa. Fuente. Web: ProBio

Energía del agua

El agua de los mares y océanos suman un gran potencial energético en forma de olas, corrientes marinas, mareas, diferencias de temperatura y de salinidad contenida, que son aprovechados para generar electricidad a partir de diferentes tecnologías mediante la energía del mar o centrales hidroeléctricas, para solventar las necesidades energéticas actuales. Ambas no son de aplicación directa en edificación, pues necesitan necesariamente de la acumulación, transformación y

vertido a la red general, pero posteriormente puede alimentar cualquier sector que se nutra de energía eléctrica.

A diferencia de otras fuentes de energías renovables, la energía marina se encuentra en una etapa con menos desarrollo tecnológico, en cuanto a proyectos e investigación, a pesar de su gran potencial energético que puede ser aprovechado por cualquier país de costa. Las formas de aprovechamiento de las distintas tipologías de energía son:

- Energía de las mareas o mareomotriz
- Energía de las corrientes
- Energía maremotérmica
- Energía de las olas o undimotriz
- Potencia osmótica

Por otro lado, la energía hidroeléctrica se sitúa como una de las fuentes de energía renovable más desarrollada junto a la solar. Una central hidroeléctrica está constituida por el conjunto de instalaciones necesarias para transformar la energía potencial de un curso de agua, como consecuencia de la diferencia de nivel entre dos puntos, en energía eléctrica disponible. La producción anual media a nivel mundial es de 3.000 TWh, un 20% del total de la energía eléctrica producida, con 740 GW de potencia instalada. En la actualidad, la mayor parte de los recursos hidroeléctricos de gran escala están siendo explotados con posibilidades de crecimiento limitado y los de menor escala ofrecen

posibilidades de crecimiento por la diversidad de caudales sin explotación. Las formas de aprovechamiento de las distintas tipologías del sector hidroeléctrico son:

- Centrales de agua fluyente.
- Centrales en canal de riego o de abastecimiento
- Centrales de pie de presa
- Centrales de bombeo o reversibles



Fig. 9. Principales centrales hidroeléctricas en España.
Fuente. Web: ghyamas

Energía del sol

El sol es la fuente principal de vida en la Tierra, siendo el origen de todas las energías renovables: la radiación solar es la que causa el movimiento del aire, que a su vez mueve las olas y provoca la evaporación de las masas de agua provocando la lluvia, o hace posible la actividad de la fotosíntesis en las plantas, dando origen a la biomasa.

La cantidad de energía solar que arroja el sol a la Tierra es aproximadamente diez mil veces mayor a la consumida diariamente. Donde el principal factor para el aprovechamiento de la energía solar es la situación geográfica. España, según datos publicados por el IDAE, tiene una potencia solar instalada de más de 3.787 MW para Energía Solar Fotovoltaica, y de 328 MW para Energía Solar Térmica, siendo el segundo mercado Europeo más alto respecto a los países de la UE, detrás de Alemania.

La energía solar llega a la superficie Terrestre incidiendo en formas diferentes: la radiación directa, difusa, reflejada y global. La radiación directa es la que incide directamente en los objetos, sin reflexiones o refracciones intermedias. La radiación difusa es la provocada por la radiación en la bóveda celeste de las superficies horizontales como consecuencia de las reflexiones o absorciones por las nubes, partículas atmosféricas o terrestres. La radiación reflejada es aquella reflejada en la superficie terrestre que depende del coeficiente de reflexión, conocido como albedo. Y la radiación global que es la suma de las tres radiaciones.

A lo largo de la historia, la energía solar se ha aprovechado tradicionalmente de manera pasiva; que consiste en la captación de la energía solar para el almacenaje y distribución de manera natural, sin la

ayuda de ningún dispositivo u aparato intermedio. Sus principios se basan en las propiedades de los materiales y elementos arquitectónicos y la distribución natural del aire. Los elementos más utilizados para la arquitectura solar pasiva son los acristalamientos; capta la energía solar y la retiene mediante el efecto invernadero y las masas térmicas; constituida por los elementos estructurales del edificio, que tienen la finalidad de almacenar la energía captada.

Otra manera de aprovechar la energía solar es activamente; por medio de un elemento con determinadas características según su finalidad, bien para conversión térmica (a baja, media o alta temperatura), o para conversión eléctrica generando energía eléctrica (efecto fotovoltaico). Dentro de este campo nos referimos a la energía solar térmica, termoeléctrica y fotovoltaica, y donde haremos más hincapié en la térmica y fotovoltaica debido a su aplicación directa en edificación.

La energía solar o conversión térmica es la que aprovecha el calor para el calentamiento de un cuerpo o fluido, de manera que si él cuerpo fuese de color negro, la absorción es máxima y por el contrario si este es blanco reflejaría las radiaciones sin experimentar variaciones de temperatura. La energía o conversión térmica comúnmente se divide en tres tipos:

- **La energía térmica de baja temperatura** se basa en la conversión mediante colectores que absorben el calor del sol para el calentamiento de un fluido (habitualmente agua). Esta fuente de energía es la más barata, debido a la sencillez en sus sistemas, al mismo tiempo que la más adecuada en los sectores de residencial, industrial y servicios para las demandas de ACS, calefacción y calentamiento de piscinas.

El funcionamiento del sistema consiste en calentar el agua a una Temperatura menor de ebullición, aproximadamente 80°C, siendo la temperatura de trabajo comprendida entre 40-60°C a través de unos colectores o placas solares planos en forma de caja, en los que se dispone de un circuito de tubos negros de por el que pasa el fluido y un vidrio en la parte superior para permitir el paso de los radiación solar y el calentamiento por medio del efecto invernadero. Según el sistema de termotransferencia se distinguen el circuito abierto y cerrado, el primero el agua que atraviesa por el colector es usada directamente para su consumo, y el segundo dispone de un intercambiador de calor de forma que transfiere el calor entre los distintos líquidos impidiendo la mezcla entre ambas.

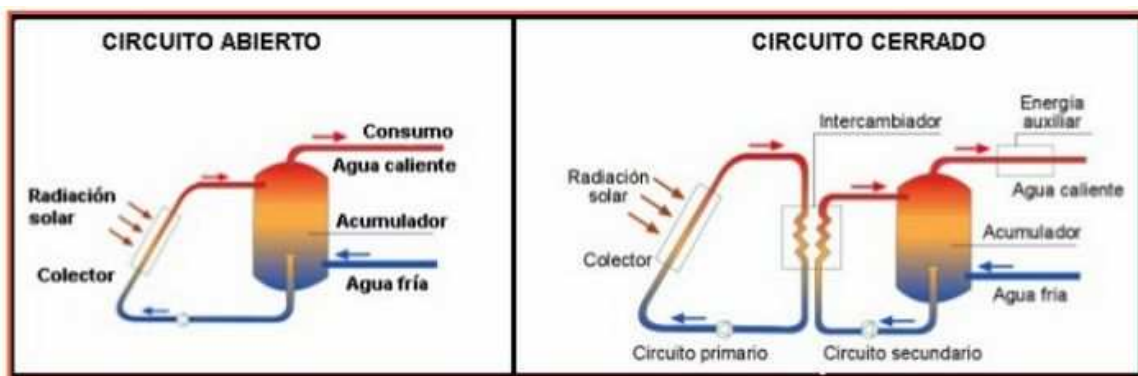


Fig. 10. Esquema de instalación solar de baja temperatura abierto o cerrado.
Fuente. Web: Slideshare

- **La energía térmica de media temperatura** al igual que la térmica de baja temperatura utiliza colectores para el calentamiento de un fluido. La energía obtenida se aplica a procesos térmicos industriales, desalinización de agua de mar, refrigeración y climatización.

En este sistema el tipo de colector puede ser de lentes (refracción) o espejos (reflexión) de forma plana, circular o cilíndrico parabólico,

aconsejable el cilindro parabólico, alcanzando temperaturas inferiores a 300°C. Este colector refleja la radiación obtenida sobre un tubo de vidrio dispuesto en la línea focal, por el que circula el absorbedor o cámara de vacío que permite la pérdida de calor, incluso de alcanzar temperaturas relativamente elevadas y el fluido portador de calor.

Para un mayor rendimiento de estos colectores parabólicos, al igual que los planos, se colocan mirando al Sur (si estamos en el hemisferio Norte), con una inclinación igual a la del lugar y un dispositivo que permita girar las lentes o espejos a lo largo del día, sincronizado con el movimiento del sol. Tienen la ventaja de alcanzar mayores temperaturas, requieren de depósitos de acumulación más pequeños, menores superficies de captación y de pérdidas de calor, pero el inconveniente de ser más caros, además de pérdidas de vacío a lo largo del tiempo, lo que implica una bajada en el rendimiento.



Fig. 11. Colector parabólico de espejo. Fuente. Web: Themorningstarg2

- **La energía térmica de alta temperatura** es la que va destinada a aplicaciones que se requieran temperaturas del agua superiores a 250°C. Destinada a la generación de vapor de agua para la producción de electricidad a gran escala.

Este sistema demanda de una gran concentración de radiación solar, obtenida gracias a un seguimiento del sol con receptores de dos ejes orientables para hacer coincidir la reflexión de la radiación con el receptor, ubicado en un área reducida. Se distinguen dos sistemas: el receptor central y el parabólico. El sistema de receptor central formado por un campo de receptores llamados heliostatos que reflejan la radiación solar sobre una caldera que funciona de receptor en lo alto de una torre alcanzando temperaturas de 1000°C. El sistema parabólico compuesto básicamente por un concentrador solar en forma paraboloide y un motor o turbina más alternador, caracterizado por un alto rendimiento, modularidad y autonomía pero con una tecnología muy cara.



Fig. 12. Sistema de receptor central.
Fuente. Web: Themorningstarg2



Fig. 13. Sistema de receptor parabólico.
Fuente. Web: Themorningstarg2

transformación de energía solar en eléctrica a partir de la capacidad de un material semiconductor, al ser iluminado por un haz de fotones mediante el efecto fotovoltaico. El principal elemento de este sistema es el módulo fotovoltaico que a su vez se compone de células donde tienen lugar la conversión de energía solar en corriente continua. La célula se compone de una placa de Silicio, con un espesor comprendido

entre 0,25-0,35 mm, cuya superficie del módulo oscila entre 0,5 y un 1,3 m². El rendimiento de las células varía en función de su espesor, peso y composición de su estructura, divididas en cristalinas y amorfas:

- Silicio monocristalino compuesto por un único cristal de Silicio de color azul oscuro uniforme con un rendimiento entre 15-17%.
- Silicio policristalino compuesta por un conjunto de cristales de Silicio con un color azul intenso con un rendimiento del 12-14%
- Silicio amorfo cuando el Silicio no ha cristalizado, siendo menos eficientes y costosas con un rendimiento inferior al 10%.

Los módulos son medidos en vatios de potencia pico, bajo unas condiciones estándar de radiación solar de 1 KW/m², temperatura del módulo de 25°C y 1,5 de Masa de Aire.

Independientemente de su potencia, modulo o condiciones, los sistemas fotovoltaicos se pueden dividir en dos grupos: sistemas conectados a red y aislados. El sistema conectado a red produce energía eléctrica operando en paralelo con la red eléctrica convencional. Debido a la no exigencia de demanda de consumo de energía eléctrica directa, no se requiere de un subsistema de acumulación para subsanar esas demandas, sino que estos sistemas están conectados previamente a la red por un inversor de corriente continua en alterna, para regularizar la potencia producida por el generador fotovoltaico a las condiciones de demanda de la red eléctrica convencional. Estos sistemas son concebidos exclusivamente para la producción de energía eléctrica, superando los 100 KW de potencia, y obtener un beneficio económico.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

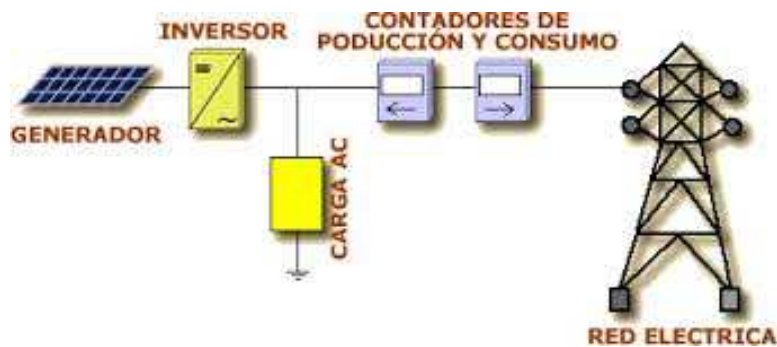


Fig. 14. Sistema fotovoltaico de conectado a red. Fuente. Web: SFCR

Por el contrario, el sistema aislado se utiliza para proporcionar electricidad a la demanda de los usuarios de manera directa, por lo que es necesario de un subsistema de acumulación (baterías), para garantizar la continuidad de electricidad, incluso en los momentos en la que no es producida por el generador fotovoltaico. Dichos sistemas poseen una amplia gama de aplicaciones que abarca desde el pequeño consumo empleado en equipos electrónicos como calculadoras, relojes o cargadores de móviles, pasando por aplicaciones profesionales como radioenlaces o protecciones catódicas, hasta la electrificación en poblaciones rurales alejadas de redes eléctricas convencionales.



Fig. 15. Sistema fotovoltaico aislado. Fuente. Web: Autoconsumamos

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

LEGISLACIÓN Y MARCO NORMATIVO

Una vez reconocido el amplio abanico de posibilidades de aprovechamiento que nos ofrece las distintas fuentes de energía renovables, como un factor productivo para el desarrollo tecnológico y crecimiento económico de un país, hemos de tener en cuenta el desarrollo de las políticas energéticas. Las políticas energéticas giran alrededor de tres importantes demandas como son la seguridad de suministro, la preservación del medio ambiente y la competitividad económica. Cada país aplica sus propias estrategias para el desarrollo y cumplimiento de las demandas requeridas, a modo de promoción del ahorro y la mejora de la eficiencia energética y el fomento de las energías renovables. Esto implica, la exigencia del desarrollo y aplicación de una política energética de manera efectiva y eficaz, basada en el conocimiento de las demandas y aplicaciones.

Los evidentes impactos sobre el cambio climático han creado una alarma a la que no todos los países han detectado, o querido detectar. La lucha por evitar el cambio climático debe ser asumida por todos, y en especial, aquellos países con mayor desarrollo, ya que son los principales causantes de ello. La adecuación de una serie de compromisos y de normas de ámbito internacional debe de ser la clave para anular dicho cambio, basadas en la reducción de gases de efecto invernadero, aumento del consumo energético final de energías renovables y mejora de la eficiencia energética.

Las Directivas de eficiencia energética, son las principales normas europeas dirigida a garantizar el cumplimiento de los objetivos de la UE, respecto a la edificación, en lo referente a contención de emisiones de gases de efecto invernadero, del consumo energético y eficiencia

energética y de generación de energía a partir de fuentes renovables. Antes de definir las Directivas Europeas, se describe el acuerdo ente todos los países, cuya finalidad es la de limitar las emisiones de gases contaminantes.

Normativa Europea de Eficiencia Energética

Protocolo de Kioto

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue adoptada en la sede de las Naciones Unidas en New York, el 9 de Mayo de 1992. La firma de este documento responde a una inquietud surgida en la década de los ochenta, cuando comenzaron a aportarse datos científicos que preveían un posible cambio climático permanente e irreversible a escala mundial, producto del aumento de los llamados gases de efecto invernadero, CO₂ y otros gases, provenientes principalmente de las actividades humanas relacionadas con la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural), la agricultura y el cambio de uso de la tierra.

Por consiguiente, surgió la necesidad de un acuerdo entre los países industrializados, productores y demandantes de energía, con el objetivo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático. Nace así el Protocolo de Kioto, como el III Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados, que representan el 55% de contaminación atmosférica, se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir, en al menos, un 5% de promedio las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entro en vigor

el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia en 2004, sin conseguir, que EEUU, el mayor emisor de gases contaminantes a la atmósfera, ratificase el acuerdo. Con el fin de promover el desarrollo sostenible, el tratado emite una serie de compromisos de cuantificación y reducción de emisiones:

- Políticas y medidas de conformidad: aumento de la eficacia energética, fomento de formas de producción sostenible, desarrollo de fuentes de energías renovables.
- Cooperación por las partes intervinientes: investigaciones científicas y técnicas, difusión de conocimientos, desarrollo de procedimientos de observación sistemática, aplicaciones conjuntas, mecanismos de desarrollo limpio.
- Medidas ámbito económico: reducción progresiva o eliminación gradual de las deficiencias del mercado, los incentivos fiscales, las exenciones tributarias y arancelarias y las subvenciones que sean contrarios al objetivo.

La decimoctava Conferencia sobre cambio climático ratificó el segundo periodo de vigencia del Protocolo de Kioto desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2020. La duración de este segundo periodo del Protocolo será de ocho años, con metas concretas al 2020. Sin embargo, este proceso denotó un débil compromiso de los países industrializados, tales como Estados Unidos, Rusia, Japón y Canadá, los cuales decidieron no respaldar la prórroga, como consecuencia de una serie de multas imputadas por el incumplimiento de reducción de emisiones.

En el consejo Europeo de Marzo de 2007, la Unión Europea adopta el Compromiso 20/20/20 con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y una economía eficiente. Se establecen los siguientes compromisos para el año 2020:

- 20% de reducción de gases de efecto invernadero por debajo de los niveles de 1990.
- 20% de aumento del consumo energético final de energías renovables.
- 20% de mejora de la eficiencia energética.

Con el fin de fomentar los objetivos establecidos en el Protocolo de Kioto y los compromisos derivados del mismo, la Unión Europea emite una serie de Directivas, que deberán trasponer los estados miembros, relativas a la eficiencia energética, tanto en edificios nuevos como existentes.

Directiva 2002-91-CE

Del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios (actualmente refundida por la Directiva 2010/31 UE,) establece en su artículo 7 “Certificado de Eficiencia Energética” que:

“Los Estado miembros velarán por que, cuando los edificios sean construidos vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario o, por parte del propietario, a disposición del posible comprador o inquilino, según corresponda, un certificado de eficiencia energética.”

Este certificado deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Directiva 2010-31-UE

El objetivo de esta directiva es la reducción de consumo de energía y un mayor uso de las fuentes de energía renovables con el fin de promover la seguridad de abastecimiento energético y desarrollo sostenible, construyendo edificios de consumo de energía casi nulo como objetivo para el 2021 y, para 2019, los edificios ocupados por autoridades públicas, establece que los Estados miembros deberán elaborar planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.

Esta directiva en su artículo 4, establece lo siguiente:

“Artículo 4. Requisitos mínimos de eficiencia energética:

Los Estados miembros podrán decidir no establecer o no aplicar los requisitos a que se hace referencia en el apartado 1 a las siguientes categorías de edificios: edificios protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico,...

Por lo que en nuestro caso, al tratarse de un edificio del patrimonio arquitectónico, según norma podemos estar excluidos. No obstante, el objeto de este trabajo se basa en el conocimiento de la demanda

energética en este tipo de edificios, estén o no obligados al cumplimiento de dicha directiva.

Directiva 2012-27-UE

Directiva publicada el 25 de Octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2012/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

El objeto principal de esta directiva se basa en el fomento de la eficiencia energética, de manera que:

- Establece un marco común de medidas para el desarrollo de la eficiencia energética dentro de la Unión Europea a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de un 20% de ahorro para 2020, y preparar el camino para mejoras ulteriores de eficiencia energética más allá de ese año.
- Establece normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía.

Dispone el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020, en el que cada Estado miembro fijará un objetivo nacional de eficiencia energética, basado en el consumo de energía primario o final, en el ahorro de energía primario o final, o por último, en la intensidad energética.

Actualmente, las normativas que regulan la edificación, reglamentos y decretos en vigencia en España son:

Normativa Española de Eficiencia Energética

Código Técnico de la Edificación

La exigencia de garantizar la calidad en los edificios, en cuanto a las demandas de seguridad, bienestar, energía y protección del medio ambiente, hacen que el marco normativo regulador de las obras de edificación, este en continuo cambio, adaptándose a las nuevas exigencias.

En 1977, las antiguas normas técnicas que regulaban el sector de la edificación reguladas por el Ministerio de Vivienda, se transforman en las Normas Básicas de la Edificación (NBE), con el fin de unificar toda la normativa relacionada con la edificación. Posteriormente, se le añadieron las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), aunque de carácter no obligatorio, servían de ayuda para la aplicación de las NBE.

Dos años más tarde, a causa de una crisis energética mundial provocada por el petróleo, en España aparece por primera vez, una Normativa Básica de la Edificación (NBE-CT-79), reguladora de condiciones térmicas de los edificios, aprobada por el RD 2429/79. Con la aprobación de esta normativa, se pretende hacer frente a los problemas derivados del incremento económico de la energía, mediante un ahorro de energía a través de una adecuada construcción, aspectos térmicos o higrotérmicos que afectan a la edificación, como son las condensaciones, que repercuten directamente a las condiciones de habitabilidad.

A consecuencia de las repercusiones en el conjunto de la sociedad y en los valores culturales que entraña el patrimonio arquitectónico, demanda de mejoras en la calidad de los edificios en cuanto a seguridad estructural, seguridad contra incendios, contra el ruido, limitaciones energéticas, accesibilidad de las personas, así como la identificación, obligación y responsabilidad de los agentes intervinientes en la edificación, en 1999 se aprueba la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Dicha ley, responde así a la necesidad de actualizar este conjunto de normas, pero también de completar una regulación que hasta 1999 había sido dispersa y poco clara. La LOE, exige la redacción de un nuevo Código Técnico de la Edificación para su desarrollo.

El día 17 de marzo de 2006, el RD 314/2006 aprueba el Código Técnico de la Edificación, que sustituyen las anteriores NBE. El Código Técnico de la Edificación establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, con el fin de garantizar ciertos requisitos de la edificación relacionados con la seguridad y habitabilidad, haciendo alusión a cualquier campo como el de seguridad estructural, protección contra incendios, salubridad, ahorro energético o accesibilidad. Se organiza en dos partes de carácter reglamentario. La primera parte contiene las disposiciones de carácter general y las exigencias que deben cumplir los edificios para garantizar los requisitos de seguridad y habitabilidad, y la segunda parte, son los Documentos Básicos donde se describen las actuaciones para el cumplimiento de las exigencias básicas de la Parte I del CTE.

El día 12 de septiembre se aprobó, mediante la orden FOM/1635/2013, el nuevo Documento Básico CTE DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación (CTE). Entró en vigor al día siguiente, el 13 de septiembre, y es de obligado cumplimiento desde el 13 de marzo de

2014, con el objetivo del ahorro energético, regulando las condiciones térmicas de energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo, y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Las exigencias básicas definidas en el documento básico para su cumplimiento son:

- HE 0: Limitación del consumo energético: aparece como una nueva sección en el DB-HE, que trata de limitar el consumo energético de los edificios, con el fin de alcanzar el objetivo de consumo casi nulo. Este límite se determina en función de la zona climática, superficie útil y del uso de dicho edificio.
- HE 1: Limitación de demanda de energía: Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos. La actualización de esta sección exige además de la limitación del consumo de energía primaria, la limitación de demanda de calefacción y refrigeración total del edificio por debajo de unos valores.

- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas: Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedara definida en el proyecto del edificio.
- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones. Los cambios en esta sección se producen en los valores límites VEEI siendo más exigentes, desaparece la diferenciación entre zonas de representación, y la fijación de un nuevo límite de potencia instalado en función del uso.
- HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria: En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las

administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

- HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica: En los edificios que así se establezca se incorporaran sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios

A través de la Directiva 2002/91/CE, de eficiencia energética de los edificios y la aprobación del Código Técnico de la Edificación se modifica el Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios, de ahora en adelante RITE, aprobado por Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio.

El nuevo reglamento tiene como objetivo final establecer las exigencias de seguridad y la reducción del consumo energético que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas, a través de instalaciones fijas de calefacción, refrigeración, ventilación y de producción de agua caliente sanitaria, y se integra en el Plan de Acción de Estrategia de Ahorro y Eficiencia 2002-2007 del Gobierno. De este modo, el RITE también contribuye a alcanzar los objetivos establecidos por el Plan de Fomento de las

Energías Renovables (2000-2010), fomentando una mayor utilización de la energía solar térmica sobre todo en la producción de agua caliente sanitaria.

El RITE se ordena en dos partes: La Parte I, contiene las condiciones generales de aplicación y las exigencias de bienestar e higiene, de eficiencia energética y de seguridad que han de cumplir las instalaciones térmicas.

Las exigencias de bienestar e higiene en las instalaciones térmicas se han de diseñar, calcular, ejecutar, y usar de modo que cumplan:

- Calidad del ambiente térmico. Las instalaciones térmicas han de permitir mantener los parámetros que definen el ambiente térmico (temperatura, humedad relativa, velocidad del aire en la zona ocupada, etc.) dentro de un intervalo de valores determinados con la finalidad de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.
- Calidad del aire interior. Las instalaciones térmicas han de permitir mantener una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por personas, eliminando los contaminantes que se producen de forma habitual durante su uso normal, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado. El reglamento no contempla en ningún sitio la posibilidad de usar la ventilación natural al no establecer ningún tipo de excepción en el filtraje del aire de aportación. En cambio, se contempla la ventilación natural para seguridad en salas de calderas.

- Calidad del ambiente acústico. En condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas ha de estar limitado. En este sentido, las instalaciones de climatización han de cumplir con las exigencias del documento DB-HR Protección contra el Ruido del CTE.
- Higiene. Las instalaciones térmicas han de permitir proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas. Además, se regulan las condiciones de higiene asociadas al agua de las piscinas climatizadas, los humidificadores y a la limpieza de conductos de aire.

Las exigencias en eficiencia energética que refleja el RITE, se deben a un consumo reducido de energía convencional, con una producción limitada de emisiones de gases contaminantes, y la obligación de una inspección periódica:

- Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.

- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas. Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

Las exigencias en cuanto a seguridad, son las de prevenir y reducir los riesgos de accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios, además de hechos susceptibles de producir molestias o enfermedades.

En esta parte también se encuentran las condiciones relativas a la documentación técnica, la ejecución de las instalaciones térmicas, su puesta en servicio, uso y mantenimiento e inspección.

La Parte II, contiene la caracterización de las exigencias técnicas y su cuantificación, que regulan los parámetros de diseño y dimensionado, en función del bienestar e higiene, la eficiencia energética y la seguridad. Se establecen niveles o valores límites y procedimientos expresados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas para la práctica, la utilización de los cuales permite acreditar su cumplimiento:

IT 1 Diseño y dimensionamiento.

IT 1.1 Exigencia de bienestar e higiene: la exigencia calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire

y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire en la zona ocupada e intensidad de la turbulencia; los parámetros del ambiente interior, incluyendo la calidad del aire, el ambiente térmico, la iluminación y el ruido y; las exigencias de higiene y de ventilación, se mantienen dentro de los valores establecidos.

IT 1.2 Exigencias de eficiencia energética: se establecen el rendimiento de los equipos, los procedimientos de verificación, prescriptivo o simplificado y prestaciones o alternativo, y la documentación justificativa, mediante una memoria técnica o un proyecto. Se marca la caracterización y cuantificación de los equipos de generación de calor y frío, redes de tuberías y conductos, control y contabilización de consumos, y recuperación de energía, aprovechamiento de energías renovables y la limitación de la convencional; y criterios de compartimentación térmica y zonificación de los espacios en función de la orientación, el uso, la situación en el espacio y el horario de funcionamiento.

IT 1.3 Exigencias de seguridad: requisitos de seguridad y medioambientales en salas de maquinas y locales similares, sistemas de refrigeración y bombas de calor. Métodos de ventilación, evacuación de los productos de la combustión, conducción del aire; y seguridad en redes de tuberías y conductos, tratamiento del agua, y seguridad de utilización en superficies calientes.

IT 2 Montaje

Pruebas en equipos, estanqueidad en redes y sistemas, ajuste y equilibrado en sistemas de distribución y difusión de aire y agua, así como, su control automático.

IT 3 Mantenimiento y uso

Comprobaciones relativas a eficiencia energética, mantenimiento y uso de las instalaciones, mantenimiento preventivo, gestión y asesoramiento energético, e instrucciones de seguridad, manejo, maniobra y funcionamiento.

IT 4 Inspección.

Se establecen los procedimientos a seguir en las inspecciones a efectuar en las instalaciones térmicas. Las inspecciones incluirán el análisis y evaluación del rendimiento y la revisión del registro oficial de las operaciones de mantenimiento.

Real Decreto 235-2013

La certificación Energética de los Edificios es una exigencia derivada de la Directiva 2002/91/CE. Esta Directiva se transpone al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 235/2013 que deroga al anterior RD 47/2007, e incluirá el procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción y existentes. El día 13 de abril de 2013 se publica el Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

El objeto de este procedimiento básico es el de certificación energética de los edificios y metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, en función de las demandas de consumo de energía de los edificios, además de la aprobación de un modelo de etiqueta de eficiencia energética como distintivo común en todo el territorio nacional, que permita valorar y comparar sus prestaciones.

Ámbito de aplicación:

- En edificios de nueva construcción.
- Los edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.
- Edificios a partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público.

Dentro del ámbito de aplicación hay excepciones, quedando excluidos en nuestro caso:

“Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico”

Obviando lo estipulado por el RD 235/2013, que al ser un edificio protegido, estamos excluidos del ámbito de aplicación, podemos destacar algunos aspectos relevantes:

- A partir del 1 de junio de 2013 será exigible el certificado de eficiencia energética a los edificios dentro del ámbito de aplicación.
- Elaborado por técnico competente, el cual se define como: “técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, según lo establecido en la Ley 38/199, de 5 de noviembre, de Ordenación de la edificación de la Edificación, o para la suscripción de certificados de eficiencia energética, o haya acreditado la cualificación profesional necesaria para suscribir certificados de eficiencia energética según lo que se establezca mediante la orden prevista”
- El promotor o propietario del edificio o parte del mismo, ya sea de nueva construcción o existente, será el responsable de encargar y conservar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, o de su parte, en los casos que venga obligado por este real decreto.

La obtención del certificado de eficiencia energética, queda reflejada en un modelo de etiqueta de eficiencia energética independiente para cada edificio. La etiqueta se compone de una escala de 7 letras y 7 colores. La calificación energética más eficiente será Clase A y el de menos como Clase G. La valoración de esta escala viene dado por la emisión de dióxido de carbono (CO₂) a causa del consumo de energía de las instalaciones de calefacción, agua caliente sanitaria, refrigeración e iluminación del edificio.

Normativa del Patrimonio Histórico

Ley del Patrimonio Histórico Español

La primera preocupación de controlar el Patrimonio Español data del S. XVIII, con la creación de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Se crearon una serie de órdenes con el fin de evitar que ciertos objetos artísticos salieran de la península. A lo largo de los años se añadieron nuevas legislaciones con el objetivo primordial de protección del Patrimonio, pero no sería suficiente, debido a la pérdida de obras importantes y de la restauración inadecuada de otras. Algunas de estas leyes son:

- Ley del 7 de julio del 1911 y su Reglamento de 1 de marzo de 1912: control sobre las excavaciones artísticas y científicas y de descubrimientos, así como conservación de ruinas y de antigüedades. Fue la primera gran Ley española reguladora del Patrimonio Histórico Artístico.
- Ley de Conservación de Monumentos Históricos y Artísticos de 4 de marzo de 1915: conservación de monumentos, aparece el concepto de “Monumento Artístico” definiendo todo tipo de monumentos independientemente de su estilo y época.
- Ley, de 9 de agosto de 1926, del Tesoro Artístico Nacional: muestra la debilidad en la que se encontraba la riqueza Histórico Artística Española, a causa de la incompetencia de las leyes anteriores, y obliga la intervención directa y eficaz del Estado para la protección del Tesoro Artístico Nacional.

- Ley de 1933, de Protección del Tesoro Artístico Nacional: creada durante la Segunda República, considerada como una ley de gran importancia, estuvo vigente casi cincuenta años. La constitución de 1931 recoge en su artículo 45 algunos de sus planteamientos, como la protección de los lugares notables por su belleza natural o por su reconocido valor artístico e histórico.

En la filosofía de conservación de nuestro Patrimonio Histórico, surgen nuevas exigencias a partir de la experiencia acumulada y la de adecuar con las normativas internacionales. Nace así la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, que sustituye la Ley de 1933 y las anteriores.

Esta Ley establece una nueva definición de Patrimonio Histórico Español y amplía notablemente su extensión. En ella quedan comprendidos los bienes muebles e inmuebles que los constituyen, el Patrimonio Arqueológico y el Etnográfico, los Museos, Archivos y Bibliotecas de titularidad estatal, así como el Patrimonio Documental y Bibliográfico.

El papel del Estado es de conservar, fomentar el conocimiento y el acceso de los ciudadanos a los bienes, facilitar la realización de la difusión internacional, promover información y recuperar los bienes exportados ilegalmente.

Cada Comunidad Autónoma crea sus leyes de Patrimonio para vigilar y controlar sus fronteras para evitar la expoliación. A partir de estas leyes, el Estado decide que cada comunidad puede establecer sus propios BIC.

Ley del Patrimonio Cultural Valenciano

La Constitución Española de 1978 establece una organización territorial, formando las Comunidades Autónomas. En este momento las principales atribuciones en materia cultural recaen en mayor parte a las Comunidades Autónomas, siendo las de administración cultural. Y con la aprobación del Real Decreto 64/1994, establece una relación entre el Estado y las Comunidades Autónomas sobre el Patrimonio Histórico, en la que las CC.AA. también pueden declarar sus Bienes de Interés Cultural o figuras análogas sin la intervención del Estado.

La normativa de aplicación en la Comunitat Valenciana hasta la promulgación de la Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat Valenciana del Patrimonio Cultural Valenciano, venía impuesta por la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

Esta última Ley nace con el objetivo de conservar, difundir, acrecentar y fomentar el Patrimonio Cultural de la Comunidad Valenciana, intentando proteger los BIC y fomentar las ayudas económicas, controlado por la Generalitat Valenciana.

El Patrimonio Cultural Valenciano es el conjunto de bienes muebles e inmuebles de valor histórico, artístico, arquitectónico, arqueológico, paleontológico, etnológico, documental, bibliográfico, científico, técnico, o de cualquier otra naturaleza cultural, siendo una de las principales señas de identidad existentes en el territorio de la Comunitat Valenciana (España) o que, hallándose fuera de él, sean especialmente representativos de la historia y la cultura valenciana.

Lo bienes que forman parte del Patrimonio Cultural Valenciano se dividen en:

- Bienes de Interés Cultural Valenciano: son aquellos que por sus singulares características y relevancia para el patrimonio cultural son objeto de las especiales medidas de protección, divulgación y fomento que se derivan de su declaración como tales.
- Bienes inventariados no declarados de interés cultural: son aquellos que por tener alguno de los valores mencionados en el artículo primero en grado particularmente significativo, aunque sin la relevancia reconocida a los Bienes de Interés Cultural, forman parte del Inventario General del Patrimonio Cultural Valenciano y gozan del régimen de protección y fomento que de dicha inclusión se deriva.
- Bienes no inventariados del patrimonio cultural: todos los bienes que no están incluidos en ninguna de las dos categorías anteriores pero, forman parte del patrimonio cultural valenciano.

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES. CE3X

La Certificación de eficiencia energética de los edificios es una exigencia derivada de la Directiva 2002/91/CE, derogada por la Directiva 2010/31UE la cual queda parcialmente traspuesta al ordenamiento jurídico Español a través del Real Decreto 235/2013, que deroga al anterior RD 47/2007, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción y existentes. A partir del 1 de junio de 2013 es exigible el certificado de eficiencia energética a los edificios dentro del ámbito de aplicación. El contenido mínimo debe ser:

- Identificación del edificio y la zona climática donde se ubica.
- Indicación de la normativa energética aplicable en el momento de la construcción del edificio.
- Indicación de la opción de certificación elegida: simplificada o general.
- Descripción de las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, y demás datos utilizados para obtener la calificación.
- Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta normalizada correspondiente.

- Descripción de las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo durante la ejecución del edificio con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el certificado con el edificio terminado.

La determinación del nivel de eficiencia energética correspondiente a edificios existentes, puede realizarse mediante:

- Opción general, de carácter prestacional, a través del programa informático CALENER VYP y CALENER GT.
- Opción simplificada, de carácter prescriptivo, que desarrolla la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética de una manera indirecta, mediante programas como Cerma y Ce2 (para viviendas), CE3 y CE³x (para vivienda y otros usos).

Fundamentos técnicos de calificación de edificios

Según el manual de fundamentos técnicos del CE³X, la calificación energética del edificio objeto mediante el procedimiento que se presenta se obtiene de forma inmediata y automática por la comparación de los datos introducidos por el usuario con una base de datos que recoge un gran número de experimentos.

La base de datos para el programa informático CE³X ha sido elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas, con los resultados obtenidos a partir de realizar un gran número de simulaciones con el programa oficial de calificación de viviendas CALENER VYP. Con esta base de datos se han cubierto todas las

posibilidades constructivas que se pueden llegar a dar en el amplio campo edificatorio español.

Las variables que más influencia tienen en determinar las demandas energéticas de un edificio son:

- Zona climática: la base de datos recoge los valores definidos en el Apéndice B de la nueva tabla de de zonas climáticas del CTE-DB-HE1.
- Tipo de edificio: los experimentos de la base de datos se han realizado tanto para edificios del sector residencial como del sector terciario:
 - Edificios del sector terciario: la base de datos ha sido elaborada para todos los calendarios recogidos en CALENER VYP e indicados en el “Documento de condiciones de aceptación de Programas Informáticos Alternativos”.
- Orientación: se han tomado las orientaciones recogidas en el apartado CTE-DB-HE1.
- Compacidad del edificio.
- Ventilación: se ha seguido el procedimiento recogido en el apartado “Infiltración y ventilación” del “Documento de condiciones de aceptación de Programas Informáticos Alternativos”.

- Transmitancia térmica de los cerramientos opacos: se han calculado según lo recogido en el “Apéndice E” del CTE-DB-HE1.
- Masa de los cerramientos.
- Porcentaje de huecos en fachada.
- Transmitancia térmica de los huecos.
- Factores solares de los vidrios y elementos de sombreadamiento: se han calculado según lo recogido en el “Apéndice E” del CTE-DB-HE1.
- Puentes térmicos.

Todas las variables cuantitativas han sido parametrizadas de forma que se puedan comparar edificios con características similares. Cuando el usuario introduce los datos del edificio objeto, el programa parametriza dichas variables según lo recogido en este documento y las compara con las recogidas en la base de datos.

Si la certificación se está realizando para un edificio del sector terciario, el programa calcula según lo recogido en el apartado “Edificio de Referencia para programas alternativos a LIDER y CALENER” del “Documento de condiciones de aceptación de Programas Informáticos Alternativos” y según lo indicado en el Real Decreto 47/2007, el edificio de referencia, y a partir de él, mediante el mismo proceso calcula sus demandas energéticas asociadas.

Con las demandas y los rendimientos de las instalaciones se calculan los consumos necesarios para cubrir dichas demandas y mediante los coeficientes de Paso de energía final a emisiones de CO₂ se obtienen las emisiones de CO₂ globales del edificio.

Con todos estos valores se calcula la calificación energética final según lo indicado en el Real Decreto 235/2013.

Medidas de mejora de eficiencia energética

Uno de los documentos reconocidos por el RD 235/2013 en su artículo 6, hace una relación del contenido del Certificado de Eficiencia Energética -CEE- e incluye entre otros, el Documento o Anexo de recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética del edificio o de una parte del mismo, como parte del CEE.

El programa CE3X permite la definición de conjuntos de medidas de mejora, por tanto, el certificador deberá seleccionar las medidas y estrategias de ahorro energético que técnica y económicamente sean más adecuadas a sus circunstancias de partida.

La herramienta informática de CE³X permite la definición de medidas de mejora de dos formas:

- Medidas de mejora definidas por el usuario.
- Medidas de mejora automáticas, generadas por el programa informático.

Así como de que conozcan los beneficios que la renovación integral de la envolvente térmica y la mejora de las instalaciones de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación pueden aportar para mejorar sus condiciones confort.

Para tal fin, el Procedimiento de certificación CE³X incorpora en su herramienta informática un apartado de definición del conjunto de medidas de mejora de eficiencia energética, o en su caso, medidas de mejora individuales, con el objetivo de mejorar su clasificación energética en al menos uno para que no se considere un documento incompleto.

Procedimiento de certificación

El Manual de usuario tiene como objeto describir el uso de la herramienta informática CE³X.

La finalidad del procedimiento de certificación es la obtención de la etiqueta de eficiencia energética, incluida en el documento de certificación generado automáticamente por la herramienta informática, que indica la calificación asignada al edificio dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente). Incorpora además una serie de conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética, la nueva calificación que la aplicación de cada conjunto de medidas de mejora supondría y la posibilidad de realizar un análisis económico del impacto de dichas medidas basado en los ahorros energéticos estimados por la herramienta o las facturas de consumo de energía.

El Procedimiento simplificado de certificación energética CE³X comienza con la recogida de datos que definen el comportamiento térmico del edificio existente y la eficiencia de sus instalaciones térmicas. Dicha información generará un conjunto completo de entrada de datos a la herramienta informática.

La estructura del programa CE³X establece diferentes niveles de introducción de datos, en función del grado de conocimiento de las características térmicas del edificio y de sus instalaciones:

- a) Valores por defecto.
- b) Valores estimados.
- c) Valores conocidos (ensayados/justificados).

El procedimiento de certificación, se basa en la terminología y notaciones descritas en el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE) y en el Procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción.

Una vez obtenido todos los datos necesarios que definen el comportamiento térmico del edificio existente, se procederá a la introducción de los valores en el programa informático. Para la definición de los apartados nos centraremos en aquellos puntos de más relevancia a la hora de certificar un Edificio Terciario:

Datos administrativos

El formulario *datos administrativos* pide información general del edificio, pero estos datos no influyen en la calificación final.

Datos generales

Los *datos generales* del edificio existente son aquellos datos imprescindibles para la obtención de la calificación de cualquier edificio/vivienda y que afectan directamente a su valor final. El manual de usuario lo divide en dos grupos:

- Datos generales; se trata de aquellos datos que determinan los valores de aplicación por defecto para los diferentes cerramientos y sistemas en función de la normativa vigente (se entiende por normativa vigente el periodo en el cual se encuentra el año en el que se emitió el visado para la obtención de la licencia de obra del edificio). Se han considerado tres periodos diferenciados para la normativa vigente durante la época de construcción del edificio: anterior a la entrada en vigor de la NBE CT-79 (antes de 1981), durante la vigencia de la NBE CT-79 (1981-2008) y a partir de la entrada en vigor del DB HE1 del CTE (después de 2008).
 - *Tipo de edificio*, en el caso de edificio terciario se diferencia en dicho apartado entre edificio completo y local.
 - *Perfil de uso*, en el caso de edificio terciario se diferencia en dicho apartado la intensidad de uso del edificio baja, media y alta y las horas diarias de funcionamiento del mismo 8, 12, 16 o 24 horas.
 - *Provincia/comunidad autónoma y localidad*, determina a qué zona climática pertenece o pertenecía el edificio en su año de construcción.

- *Zona climática*, si la provincia y localidad aparecen en el listado que proporciona el programa la selección de la zona climática es directa. En caso de que el edificio pertenezca a una localidad distinta a las del listado, se introducirá la zona climática manualmente calculándose tal y como se indica en la CTE HE1.
- Definición del edificio; se trata de aquellos datos generales que describen el edificio/vivienda a certificar y que son indispensables para la obtención de su calificación:
 - *Superficie útil habitable*, determina la superficie que se está certificando.
 - *Consumo total diario de ACS*, este dato sólo será requerido en edificios de uso terciario. Estos edificios no tienen porqué estar obligados a un consumo de ACS y por lo tanto en el caso de existir consumo se especificará en esta casilla en litros/día.

Envolvente térmica

La envolvente que se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables de ambiente exterior (aire, terreno u otro edificio) y las particiones interiores que separan los recintos habitables, que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior. Los cerramientos se clasifican según su situación como se muestra en la Fig.1.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

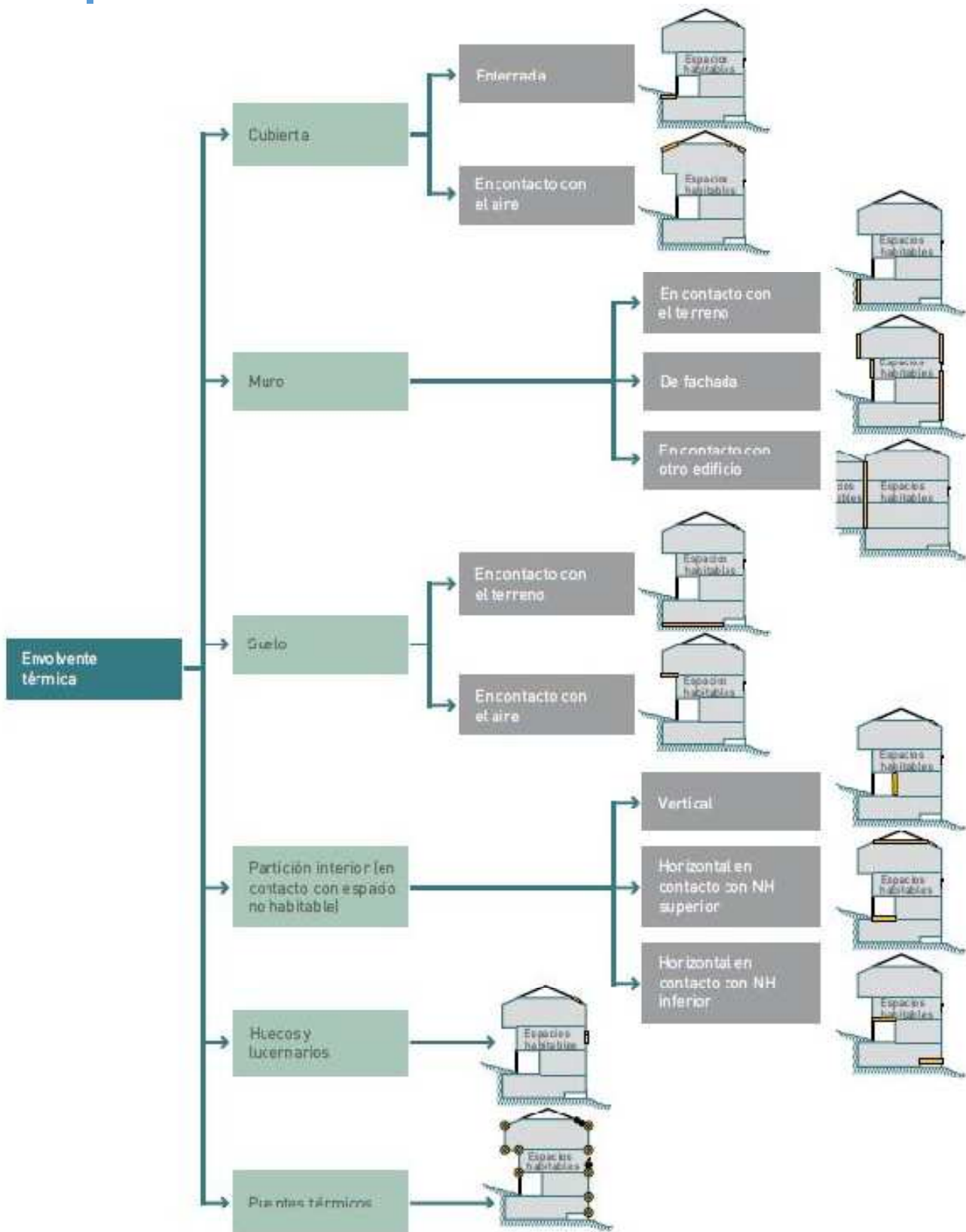


Fig.1. Organigrama de componentes de la envolvente térmica. Fuente: IDAE

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Panel de instalaciones

En la Fig.2 se muestran las diferentes tipologías de instalaciones que pueden introducirse en el programa CE³X. De los equipos que se observan sólo parte serán comunes a todos los edificios independientemente de su uso. Así pues, existirán equipos cuyas emisiones sólo serán valoradas en el caso de tratarse de edificios de uso terciario (equipos de iluminación) e, incluso dentro de dicho uso terciario, habrá equipos que sólo se podrán introducir en el programa en el caso de tratarse de un edificio gran terciario, como por ejemplo serían los ventiladores, equipos de bombeo y torres de refrigeración.

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' section of the CE3X software. It features a list of installation types with radio buttons. Three items are highlighted with red boxes: 'Ventiladores', 'Equipos de bombeo', and 'Torres de refrigeración'. Below this list is the 'Equipo de ACS' configuration form, which includes fields for 'Nombre', 'Zona', 'Tipo de generador', 'Tipo de combustible', 'Superficie (m2)', 'Porcentaje (%)', 'Rendimiento medio estacional', 'Potencia nominal', 'Carga media real ómb', 'Rendimiento de combustión', and 'Aislamiento de la caldera'.

Fig. 2. Pantalla de Instalaciones para edificios de Gran Terciario

Calificación del edificio existente

Cuanto más completa y detallada sea la introducción de los datos referidos a la envolvente térmica y las instalaciones, más próxima se encontrará la calificación final del valor real de demandas y emisiones asociadas al edificio que se certifica.

Cuando se proceda a la calificación del edificio el programa arrojará la calificación energética correspondiente al mismo. En dicha calificación se mostrará:

- Escala de calificación; muestra la escala de letras de calificación junto con los valores de kgCO_2/m^2 que comprende cada letra. Estos valores serán función de la zona climática, uso,...
- Calificación del edificio objeto; valor de calificación energética obtenido por el edificio analizado junto a la letra de la escala de calificación a la cual corresponde dicho valor. Dicho valor y su letra se mostrarán situados junto a la escala de calificación a la altura de la letra correspondiente.
- Datos del edificio objeto; aparecerán a la derecha de la pantalla y mostrarán:
 - Demanda de calefacción (kWh/m^2); indica las necesidades de calefacción del edificio certificado a lo largo del año, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Este valor dependerá de las características de la envolvente del edificio, zona climática donde se ubique, uso,...

- Demanda de refrigeración (kWh/m²); indica las necesidades de refrigeración del edificio certificado a lo largo del año, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación. Este valor dependerá de las características de la envolvente del edificio, zona climática donde se ubique, uso,...
- Emisiones de calefacción (kg CO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la demanda de calefacción y la eficiencia de las instalaciones que dan servicio a dicha demanda, a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la demanda de calefacción y a las características de las instalaciones del edificio.
- Emisiones de refrigeración (kg CO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la demanda de refrigeración y la eficiencia de las instalaciones que dan servicio a dicha demanda, a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la demanda de refrigeración y a las características de las instalaciones del edificio.
- Emisiones de ACS (kgCO₂/m²); indica las emisiones del edificio debidas a la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) y la eficiencia de las instalaciones que dan servicio a dicha demanda, a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la demanda de ACS y a las características de las instalaciones del edificio que suministran dicho servicio.

- Emisiones de iluminación (kgCO_2/m^2); indica las emisiones del edificio debidas a la iluminación del edificio y la eficiencia de las instalaciones que dan este servicio a lo largo del año. Este valor dependerá del consumo energético asociado a la iluminación y a las características de las instalaciones del edificio que suministran dicho servicio. Este tipo de emisiones sólo se considerará para la certificación de edificios de uso terciario.

Medidas de mejora de eficiencia energética

Con el fin de conseguir una calificación energética más alta, el certificador deberá introducir una serie de medidas de mejora de eficiencia energética para valorar su impacto sobre la calificación energética del edificio. Para que el informe final de certificación energética, emitido por el programa, se considere completo deberá incorporarse en él al menos un conjunto de medidas de mejora de eficiencia energética de aplicación al edificio.

Se entienden como medidas de mejora de eficiencia energética todas aquellas propuestas que puedan incorporarse en el edificio existente provocando en él una mejora en la eficiencia energética. Estas propuestas podrán plantearse tanto para la envolvente térmica como para las instalaciones.

Es necesario definir completamente el edificio, con los datos administrativos, generales, envolvente térmica e instalaciones para poder acceder a las medidas de mejora.

Análisis económico de las medidas de mejora

El objetivo del análisis económico en CE³X es valorar los costes asociados a los distintos conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética definidos en el panel anterior. Comparar su nuevo consumo energético con las facturas actuales de consumo del edificio y con el consumo teórico y calcular el plazo de amortización o recuperación económica, tanto teórica como real, de cada conjunto de medidas de mejora.

Para el *Análisis económico* real y teórico es necesario completar los datos de las siguientes pestañas: *Facturas*, *Datos económicos*, *Coste de las medidas* y *Resultado*.

Obtención de la certificación energética de edificios existentes

Finalmente, tras la introducción de los datos necesarios en las diferentes pestañas, se procederá a la obtención de la certificación energética del edificio.

En el informe de certificación se mostrarán los resultados obtenidos así como los datos introducidos para la obtención de dicha certificación. El programa permite crear todos los conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética a voluntad del certificador; sin embargo, el informe emitido solamente contendrá entre uno y tres de dichos conjuntos previamente definidos. Será el certificador el que deberá estimar el o los conjuntos que deben aparecer en el documento de certificación. Se considerará incompleto y así se mostrará en el documento emitido, todo aquel informe que no contenga ningún conjunto de medidas de mejora de eficiencia energética.

EL ALMUDÍN DE VALENCIA

“En el ambiente del antiguo conjunto histórico de la ciudad de Valencia, el Almudín o Almodí nos trae el recuerdo de aquellas funciones mercantiles – almacenaje, custodia, distribución y venta del trigo - de tan destacada significación en el siglo XV valenciano, así como el de los Organismos y personajes que en ellas intervenían: el Tribunal, presidido por el guardián del Almudín; los oficiales, y los gremios y compañías de los medidores, tirasacos, garbilladores y paleros. El edificio, de severa traza, cuya fábrica actual data de mil quinientos diecisiete, da carácter a la calle que lleva su nombre y ofrece al exterior como elementos notables los escudos de la ciudad, que lo ennoblecen, la portada con arco de medio punto, los grandes ventanales protegidos por rejas, y en la parte superior, debajo del mismo tejado, tocando el alero y siguiendo su contorno, las cuarenta y siete ventanas cuadradas enrejadas que corresponden a los espacios dejados entre sí por las almenas, ya que el Almudín se construyó en disposición de defensa. El interior, variado en los aspectos arquitectónico y artístico, está formado por una nave o espacio central de techumbre superior a las laterales, con treinta y ocho ventanales para la iluminación. La rodea un claustro de veinte arcos, en su mayoría de medio punto, si bien hay otros ojivales y aún alguno de incipiente herradura. Son muy bellos y de singular trazado los arcos rebajados que sirven de paso entre las galerías del claustro y que a manera de arbotantes unen en los ángulos la nave central con los muros del exterior. Se conserva, como muestras de la riqueza artística de este antiguo local, el pequeño retablo en forma de artesa con remate gótico florido del siglo XVI y pintura ya renacentista, denominado del Santísimo Cristo de la Penitencia; la bella azulejería policroma; los frisos y la serie de pinturas al temple, de gran valor

documental, con sus leyendas y anotaciones que recuerdan las funciones a que estuvo destinado el edificio o sus piadosas invocaciones. En este palacio, de tan excepcional interés, se encuentra actualmente instalado el Museo Paleontológico, obra del benemérito valenciano José Rodrigo Botet; hecho que contribuye de modo muy destacado a la procedencia de incluir el Almudín en' el Catálogo de Monumentos Histórico Artísticos de España, mediante la oportuna declaración”.

(Decreto 520/1969 de 13 de marzo)



Fig. 1. Ubicación del edificio “Almudín de Valencia”. Fuente: Ayuntamiento Valencia

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

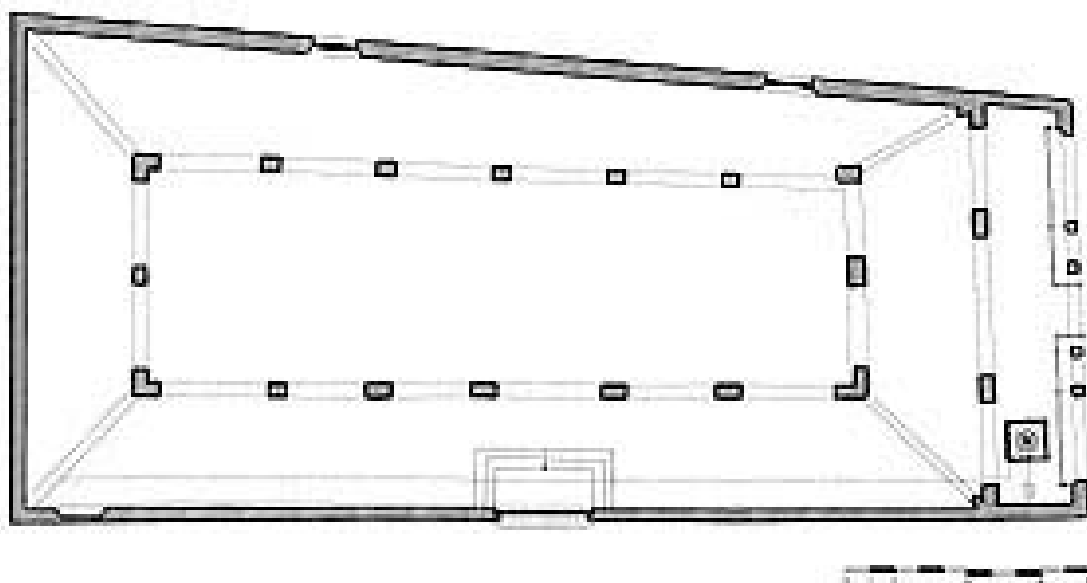


Fig. 2. Esquema en Planta de la Evolución constructiva. Fuente Web: ViA arquitectura

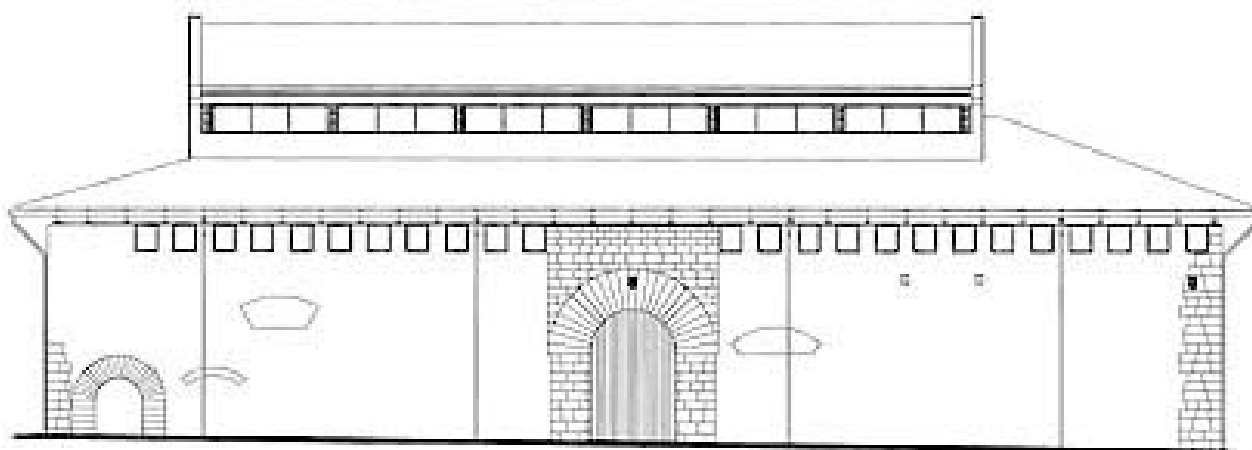


Fig. 3. Alzado Calle Almudín. Fuente Web: ViA arquitectura

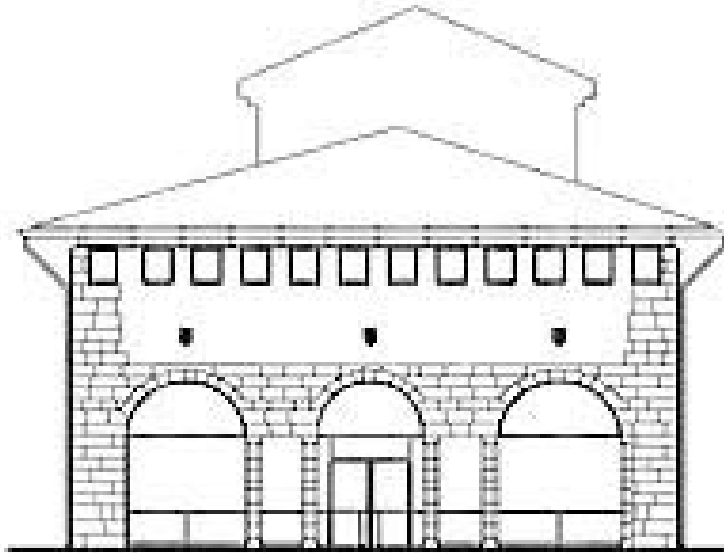


Fig. 4. Alzado Plaza San Luis Beltrán. Fuente Web: ViA arquitectura

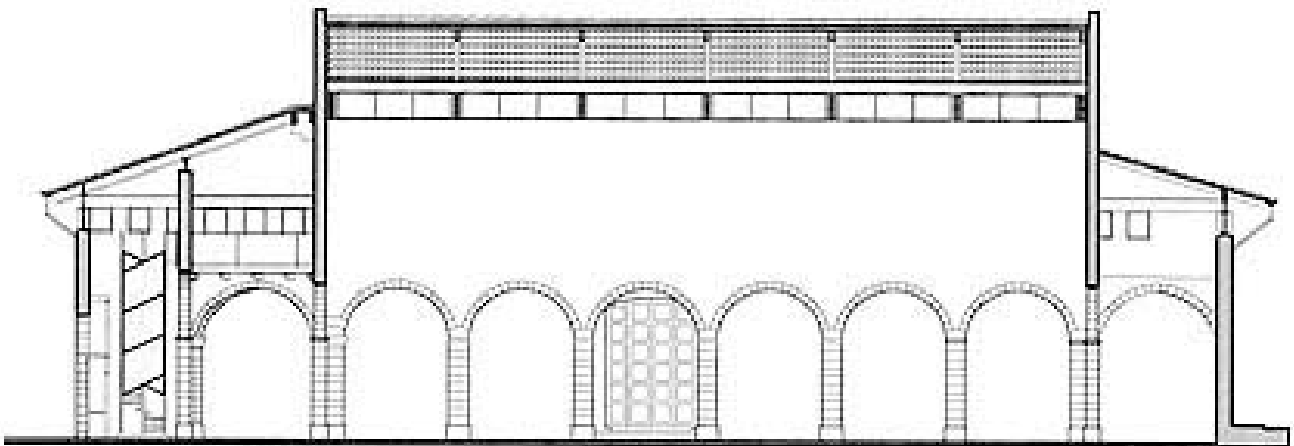


Fig. 5. Sección longitudinal. Fuente Web: ViA arquitectura

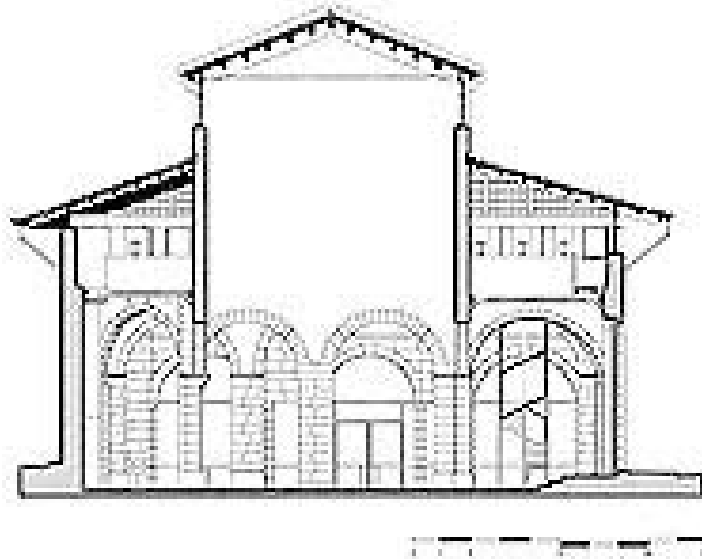


Fig. 6. Sección transversal. Fuente Web: ViA arquitectura

A continuación se hace referencia a un extracto del libro de Llopis, A: “El Almudín de Valencia. Memoria de una restauración”[1992-1996], que se compone de los siguientes apartados; análisis histórico y análisis formal para definir el edificio “El Almudín”.

Análisis histórico del Almudín

La historia de la ciudad de Valencia ha estado sometida a lo largo de los siglos a numerosos avatares, que han condicionado su devenir histórico. Desde sus más tempranos orígenes como integrante de la antigua Corona de Aragón surcó el Mediterráneo consiguiendo mercados italianos, principales suministradores de cereales del territorio valenciano. A esta tradición comercial se unió la ancestral cultura agrícola árabe. Ello explica la aparición de diversos edificios con este fin, (Lonja, Almudín, Casas gremiales), que recogen esta doble influencia, que llevaban aparejado el comercio del trigo, cultivo de enorme importancia en el antiguo Reino de Valencia, pues su carestía fue en

numerosas ocasiones objeto de importantes revueltas contra el orden político imperante.

Los orígenes del Almudín de Valencia cabe buscarlos en las antiguas “alhóndigas” hispanomusulmanas, que en su génesis tenían por objeto el comercio y distribución de mercancías, en la mayoría de las veces de cereales, de ahí su nombre: “Almud” palabra de origen árabe que se refiere a una unidad de medida del grano. También se le llamó Bladeria y con propiedad, por la palabra blat, trigo.

A partir del S. XII- XIII se crean nuevos arquitectónicos para el comercio como las lonjas, las alhóndigas, las casas gremiales, se crean mercados especializados y nuevos sistemas organizativos.

Según el criterio de Bofarull, en tiempos del repartimiento de Valencia existían al menos tres alhóndigas en la ciudad: la de Texedors, situada frente a la iglesia de Santa María y la que se encontraba junto a la puerta de Alcántara, la cual sería una alhóndiga donde se trabajaba los paños de lana. Situada en la ciudad islámica, en una calle destinada a esta producción y llevaría el nombre de Teixidors. La situada frente a la iglesia de santa María estaba situada frente a la mezquita mayor, esta mezquita fue convertida en catedral bajo la advocación de Santa María, y la tercera alhóndiga tiene su situación junto a la puerta de Alcántara. Para localizarla hay que recordar que Abd al-Azid entre 1021 y 1061 construyó las murallas Árabes de Valencia. El perímetro de la ciudad se encontraba entre las puertas del Real y Serranos, donde está ahora el puente de Serranos había uno de piedra, al-qantara, que dio nombre a la puerta de la muralla. Años más tarde desaparecieron las alhóndigas frente la iglesia de Santa María, para dar solar al Palacio Arzobispal, y a lo largo del siglo XIII fue la alhóndiga de Alcántara la más destacada, ya que fue utilizada por Jaime I como hostel y almacén del Real Patrimonio,

desapareciendo en 1276, junto a la de Santa María, pasando a contratarse el trigo en la zona de las Carnicerías, actual plaza redonda, este edificio será trasladado a la zona actual Almudín a partir de 1270.

Los trabajos arqueológicos han puesto de relieve la existencia de un segundo Almodín o Almudín del Alcázar, donado por Jaime I a su esposa Teresa Gil de Vidaure en 1255. En 1355 el Consell de la ciudad aprobó la compra del “alberch” de Bernat Escrivá para ampliar el Almudín antiguo, pero que pasó a ocupar los terrenos del actual solar. Durante todo el siglo XV y a consecuencia de las crisis alimenticias que azotaron la ciudad, la ciudad de Valencia fue creciendo en torno a esta bulliciosa actividad comercial. El Almudín pasaba a adquirir los rasgos propios de una lonja medieval, en la que se congregaban gran cantidad de mercaderes y comerciantes deseosos de enriquecer sus patrimonios, como opina el historiador belga Henri Pirenne, al referirse a las ciudades medievales europeas, estas “crecían al socaire de la actividad comercial”. Una prueba de ello son las sucesivas reformas del edificio, con el objeto de acomodarlo a una demanda cada vez más amplia (1413, 1442, 1452, 1455, 1496), y la creación del cargo de depositario de trigo en 1416, si bien con anterioridad ya existía la figura del mustaçaf. A estos dos cargos se unían otros: escribanos del sello, que llevaban los albaranes de la molienda, los medidores, tirasacos, paleros, cribadores, garbilladores –encargados de ahechar y limpiar el trigo y guardas. El 1 de junio de 1484, un pregón establecía las bases para el buen gobierno del local, uno de cuyos artículos decía que persona alguna pudiera envasar en la plaza del Almudín.

En 1517 se construyó el pórtico que recae a la plaza de S. Luís Bertrán y la gran portada de la calle Almudín. Es en ese momento cuando el edificio adquiere el perímetro con que lo conocemos actualmente. En 1571 tras una reforma del edificio se colocó un escudo en el centro, que

algunos historiadores han considerado como el origen del almacén. A partir de entonces adoptó la tipología basilical, por la cubrición del patio interior, hasta entonces descubierto. Muy cerca se encontraba otro importante centro de atracción de los mercaderes, el llamado “peso de la harina”, donde se vendía el citado producto.

En el siglo XVII el Almudín empezó a desarrollar todo su potencial comercial. A lo largo de esta centuria y hasta prácticamente el siglo XIX, el edificio perfeccionó las siguientes funciones, que ya venía desarrollando con anterioridad:

- *Venta de trigo (función de pósito o Alhóndiga)*
- *Regulación de los precios de los cereales*
- *Préstamo de semillas a los agricultores*
- *Crédito a los campesinos necesitados o a los hombres de negocios*
- *Fondo de operaciones para finanzas municipales*
- *Adelanto para el pago de impuestos reales*
- *Reserva eventual para el aprovisionamiento de los ejércitos*

Son de gran interés y valor histórico las pinturas murales que aparecen en tres de los muros del interior del edificio. Estas pinturas tienen factura y carácter popular y hacen referencia a distintas circunstancias relacionadas con el funcionamiento de Almudín. La descripción más completa de estas pinturas fue realizada por M.A. Catalá: “A excepción del muro sur, los demás se hallan exornados por este tipo de pinturas. Así, decora, el paramento oeste un friso con las imágenes de la Virgen de los Desamparados, San José, San Juan Bautista, San Antonio de Padua y San Pascual Bailón, en un recuadro flanqueado por motivos decorativos aparece un santo dominico y el beato Nicolás Factor. En el muro norte de izquierda a derecha aparecen los siguientes paneles: un

Crucificado y dos animas del purgatorio, escudo talegorías correspondientes, seguidamente vemos otro friso, de San Abdón y San Isidro y al lado opuesto Santa María de la Cabeza y San Senén, así como al centro y en menor escala la Yunta de San Isidro, llevada por un ángel. Sobre este y el anterior friso se ve un gran panel con la Virgen del Rosario en el centro y a los lados la Virgen del Puig, San Pedro Nolasco, y Don Jaime el conquistador, la Virgen del Carmen entregando el escapulario a San Simón Stock y San Antonio de Padua con el niño Jesús, todas las figuras inspiradas en estampas xilografías.

Otro gran panel junto al anterior representa la Custodia con el Sacramento, San Martín, Jesús Pobre y San Jorge. Bajo el panel corre un friso con las figuras de la Virgen de los Desamparados, San Vicente Ferrer y santo obispo. A continuación sigue otro friso con imágenes de San Vicente Mártir, la Virgen del Sufragio y animas del purgatorio. En el paramento este, friso con las imágenes de Nuestra Señora del Remedio y San José, San Jaime, San Esteban, San Pascual Bailón y santo caballero penitente de rodillas. Las pinturas murales, populares y devocionales, aparecen con la crisis del siglo XVII.

Además existen dos paneles de azulejería, uno casi en el centro del muro Norte, del siglo XVIII, dedicado a San Vicente Ferrer, con imagen de este santo, de la Purísima y tres representaciones de sus milagros; y el segundo en el ángulo izquierdo de la nave oeste, tiene retablo del Cristo de la Penitencia parece ser que del siglo XVI, orlado con azulejería de 1801. En este último se representaba misa en ocasiones señaladas.

Análisis formal del Almudín

Materiales y técnicas

La construcción del Almudín en alguna zona abierta del alcázar islámico, adoptó desde 1261 la configuración tipológica de un edificio desarrollado en torno a un patio descubierto, con al menos doce arcos. Sus límites físicos más probables fueron la muralla del alcázar y algunas casas colindantes.

Este sistema de construir, heredado de la antigüedad, asumido por la cultura islámica, y posteriormente codificado en el renacimiento, permite la mayor versatilidad de uso, extensión escala.

La relación con las calles era estrictamente defensiva, con almenado, como corresponde a un edificio que custodiaba un componente fundamental en la subsistencia de la ciudad.

Los accesos eran dos: en primer lugar, el portal de cantería de la calle Almudín, compuesto por un arco de medio punto con amplias dovelas y capialzado escazado en su trasdós, que permite la transición al medio punto. Al parecer esta portada quedaba protegida por un porche anterior a la fachada, compuesto por un par de columnas de piedra que sostenían un cobertizo de madera, desaparecido en el S. XIX. En segundo lugar, se accede al edificio desde la plaza S. Luís Bertrán, por un recuperado pórtico de cantería, formado por tres arcos de medio punto, de modo que el vano central tiene entre sus arcadas otros vanos menores interpuestos “adintelados a regla” de los arranques de los arcos. La concepción estructural está adscrita a las técnicas góticas de estereotomía de la piedra: el reparto y labra irregular de las dovelas de los arcos, con claves dobles, el biselado de las aristas con una transición

de arista viva hacia los capiteles de las columnas de fuste ochavado. La funcionalidad del vano serliano se apoya en el favorecimiento de la iluminación.

En el interior del edificio el interés reside principalmente en el sistema de arcos y en la configuración aditiva del espacio arquitectónico. En ellos está implícito el proceso de crecimiento del edificio y la evolución de las técnicas de los canteros. Los arcos están contruidos de cantería, a excepción de aquellos, pertenecientes a accesos de casas preexistentes. Los materiales constructivos utilizados en el edificio son, cantería (caliza de grano medio a grueso, con cierta porosidad), fábricas (tapial común, tapial real y fábrica de ladrillo), morteros de cal hidráulica y arena y las cubiertas de madera y teja árabe.



Fig. 7. Fachada Este. Plaza San Luis Beltrán



Fig. 8. Fachada Sur. Calle Almudín

Fábricas y tipos de muros

Son cuatro los tipos de fábricas que se han utilizado para levantar los muros del Almudín, uno de ellos se encuentra en los lugares de

absorción de empujes- esquinas y portadas- y se trata de la cantería, formada por sillares de piedra caliza de distinto tamaño y en algunos casos reutilizados de otros edificios. Los otros tres desempeñan un papel de materialización masiva de los muros. El más abundante es el conocido como tapia valenciana o tapia real, compuesto por tierra con gravas y cal apisonada a partir de un moldeado entre tablas provistas de pasadores para su entibación, ejecutado por tongadas, y trabado con hiladas de ladrillos a tizón, con gruesa junta entre ellos, que en los límites de comienzo y final del paño queda trabado con las esquinas de cantería por medio de los mismos ladrillos colocados a soga. Tras el apisonado y fraguado, el desmolde produce un efecto textural al rebosar la argamasa sobre los ladrillos. Se trata de un tipo de fábrica empleado desde la antigüedad clásica y habitual en nuestra ciudad desde época islámica.

En la base de los muros de cerramiento se utiliza tapia de tierra con argamasa de gravas y mampostería, que se encuentra en la base de los muros de cerramiento del edificio, sobre todo en las fachadas de la calle del Salvador y del Almudín. En rellenos, reparaciones, y recrecidos; realizados en épocas diversas anteriores- como las fachadas de las casas del S. XIV- se utiliza fábrica de ladrillo macizo, de pie y medio de espesor, con mortero de cal y arena con juntas de 3 cm. La eliminación completa, durante las obras de restauración realizadas en los años 90, del enfoscado que envolvía al edificio dejó al descubierto unos paramentos en los que se pudo leer la evolución estructural de este singular edificio. El reconocimiento murario contempló la individualización de las diversas fases constructivas mediante el registro de sus características técnicas y la determinación de su posición estratigráfica respecto a los elementos adyacentes. De esta manera se pudo establecer una cronología relativa que, posteriormente, con la aportación de los datos de la excavación del subsuelo, se convirtió en la

mayoría de los casos en una datación absoluta. El edificio del Almudín es un ejemplo del cúmulo de información que puede deparar el análisis de la estratigrafía muraria.



Fig. 9. Detalle arranque muro de mampostería



Fig. 10. Detalle zona de Ladrillo macizo

Tipos de soporte

El interior del edificio está construido con un sistema de arcos, que son parte sustancial de la estructura del mismo, siendo las funciones de estos 27 arcos de tres tipos:

- *Los que resuelven la descarga de los vanos de los muros interiores. Todos son próximos al arco de medio punto, a excepción de los dos apuntados del lado menor occidental del patio, y sus opuestos.*

- *Los que admiten el acceso al edificio, abiertos en muros de fachada.*
- *Los que tuvieron una misión de sostén de forjado de la crujía única principal, que son los cuatro contrafuertes, que unen las esquinas del pórtico central con las exteriores. Estos cuatro arcos son de tres tipos y sus secciones revelan el tratamiento semejante a los nervios de bóvedas de crucería, que se aproximan al trazado de arista.*

Los últimos arcos construidos, más próximos a la calle del Salvador, son los que poseen mayor interés, son iguales y sus dovelas adquieren la misma solución que los rincones de claustro: desde la esquina del pórtico adoptan una arista viva decreciente, hasta las dos claves que son planas y desde estas forman un rincón progresivo que llega a fundirse con el que forman los muros de contacto. Los arcos se apoyan sobre 18 pilares de base cuadrangular de piedra, de distinto tamaño y configuración fruto de las distintas ampliaciones, algunos son reutilizados de las casas que se emplearon para ampliar el edificio. Destacan los pilares de las esquinas que son dobles en forma de L y las cuatro columnas de fuste de ochavado en piedra del pórtico que da a la plaza de S. Luís Bertrán.



Fig. 11. Vista de encuentro en esquina de los arcos de medio punto de la nave central



Fig. 12. Vista de los arcos apuntados de la nave central

Tipos de cubrición

El Almudín de Valencia era un edificio que crecía en torno a un patio hasta que a finales del S. XV se cubre totalmente dándole el aspecto que tiene en la actualidad. Esto conllevó una transformación del estado estructural inicial, y por tanto, una desestabilización del edificio. No sabemos qué elementos resistentes precedieron a las cerchas de madera “a la española” y al entramado elemental que se encontró antes de la última restauración. Tan solo la descripción de Cruilles nos remite al aspecto que ofrecía anteriormente: “la cubierta general es de embigado común”. Esta transformación de la cubierta significó una paradoja tipológica del edificio en torno a un patio convertido en modelo basilical, y además cambió su configuración espacial e iluminación. La nave central se cubría con armadura de madera de parhilera sobre numerosas ventanas en arco que daban iluminación al interior desde su parte alta. Las naves laterales aparecían igualmente

con armadura de madera de suave inclinación, únicamente llama la atención la cubierta a modo de faldón holandés que da a la plaza de S. luís Bertrán. La cubierta se halla apoyada sobre numerosas almenas, la mayoría de piedra, con matacanes como se puede observar en el interior, y que fueron convertidas en pequeñas ventanas, configurando el aspecto externo del edificio. El gran alero que sobresalía en dos de sus fachadas fue eliminado al cambiar las cubiertas en el año 1874. En la última reforma llevada a cabo (1992-1996), se optó por recuperar la cubierta debido a su pésimo estado de los entramados de madera a causa de la humedad y de agentes xilófagos.



Fig. 13. Vista cenital de la cubierta de la nave central



Fig. 14. Vista del voladizo de cubierta de la nave lateral

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO PATRIMONIAL; “ALMUDÍN DE VALENCIA”

En el análisis energético del edificio antiguo Almudín de Valencia se ha utilizado el programa informático de Opción Simplificada CE³X. Este método cumple con los objetivos del DB HE, realizando un procedimiento indirecto para establecer los valores límites. Esta opción es la más inmediata para la verificación del cumplimiento de la normativa, basada en los objetivos de evitar el riesgo de condensaciones superficiales, limitar la demanda energética y controlar las condensaciones intersticiales.

En el análisis energético mediante la Opción Simplificada para edificios de Uso Terciario, como es en nuestro caso, existen una serie de parámetros y condiciones que debemos tener en cuenta a la hora de realizar un análisis:

- Número de personas/m²
- Tipo de actividad que se realiza
- Iluminación. Tipos y características de la luminaria
- Equipos instalados para la generación de calor
- Número de horas de espacio abierto
- Instalaciones. Emisiones generadas

La envolvente edificatoria debe cumplir unos valores límites sin que sea posible la compensación de dichos valores:

- Superficie de huecos en cada fachada menor al 60%.
- Superficie que ocupan lucernarios en cubierta menor al 5%.
- Se aplicara esta Opción a los cerramientos nuevos para los casos de rehabilitación.

Descripción de la edificación

Se trata de un edificio declarado Monumento Histórico Artístico conocido como antiguo edificio “El Almudín de Valencia”, sita en la zona más antigua de la ciudad de Valencia.

El edificio, de una sola planta, data de unas fechas de origen de construcción totalmente inciertas (hacia 1261), que aprovechando partes de antiguas edificaciones a lo largo de su construcción y reformas, ha ido añadiendo y modificando el edificio, dándole la forma a lo que hoy en día podemos apreciar. El edificio de planta ligeramente trapezoidal, es semejante a una basílica romana, siendo inicialmente las dimensiones de este edificio menores. El interior se divide en tres naves, dos naves laterales y la nave central de mayor altura y anchura. La separación de las naves se realiza mediante arcadas de medio punto en los lados norte, sur y este, excepto la arcada del lado oeste de arcos apuntados. Los arranques del arco de la arcada sur son de piedra, mientras que el resto tienen arranques de ladrillo.

El edificio fue objeto de una rehabilitación integral en el periodo comprendido entre 1992-96, priorizando los campos de actuación en la envolvente térmica y renovación de la cubierta, por lo que se dispone de información sobre las características de la mismas, así como de los sistemas térmicos e instalaciones.

Las fachadas que componen el edificio, están formadas por cuatro tipos de fábricas, a consecuencia de las ampliaciones, aprovechamiento de las edificaciones existentes, materiales utilizados en la época de su construcción y posteriores reformas.

La solución adoptada para las cubiertas es mediante cubierta inclinada de cerchas y correas de madera y teja árabe como material de acabado. Las instalaciones para la adecuación de las condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire utilizado son mediante equipos de calefacción y refrigeración.

Uso actual del edificio

El valor monumental del edificio reconocido oficialmente en 1969, en su declaración de Monumento Histórico Artístico, ha recogido en la historia de la ciudad de Valencia una permanente utilidad a lo largo de su existencia, incluida su reutilización como Museo Paleontológico hasta el año 1991, el cual se acondicionó para albergar la colección paleontológica donada por Rodrigo Botet.

El 5 de mayo de 1996 fue inaugurada la última restauración llevada a cabo en el antiguo edificio “Almudín de Valencia”. Esta restauración consistió en recuperar el porche de la plaza de San Luis Bertrán, actual acceso, recuperación del nivel original del pavimento del edificio, operaciones de restauración de partes sustanciales, así como la renovación de una nueva cubierta de madera. A partir de la reforma se convirtió, en lo que hoy en día es, un museo, utilizado como una sala de exposiciones de obras y eventos temporalmente.

Actualmente, tanto los ventanales de la nave central, como las ventanas de las naves laterales, se encuentran tapadas con un papel opaco para impedir que pase la luz solar. Esto es debido al tema de las exposiciones, ya que necesitan tonalidades e incidencias de la luz concretas.

Situación y emplazamiento



*Fig. 1. Ubicación del edificio objeto de estudio sita en C/ Almudín.
Fuente: Google maps*

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA



Fig. 2. Fachada Norte. Calle Estrecho del Almudín



Fig. 3. Fachada Sur. Calle del Almudín

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA



Fig. 4. Fachada Este. Plaza de San Luis Beltrán



Fig. 5. Fachada Oeste. Calle del Salvador

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

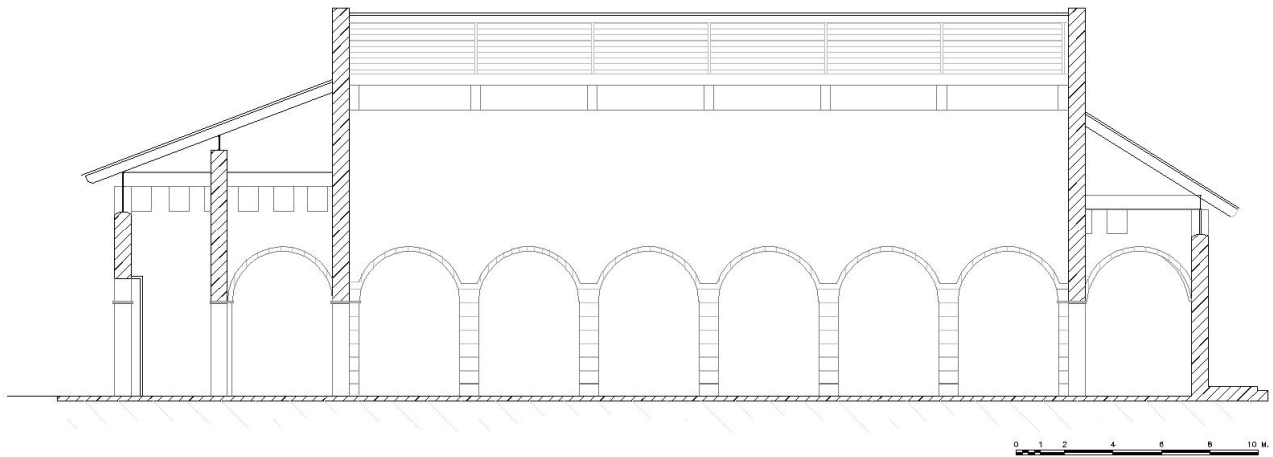
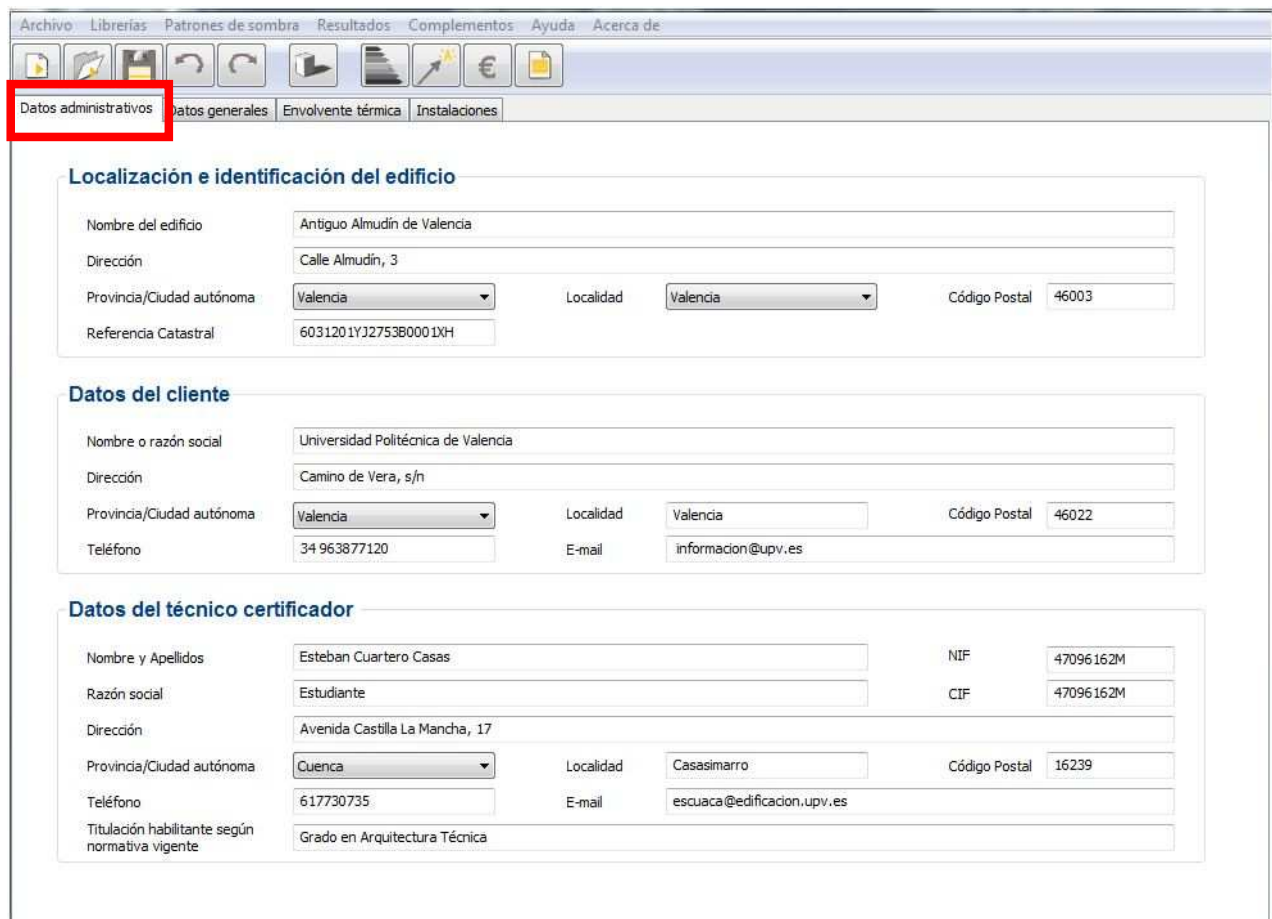


Fig. 6. Sección Longitudinal

Proceso de certificación de un edificio de Uso Terciario

Una vez obtenido todos los datos necesarios para realizar la certificación, procedemos a introducirlos en el programa de la forma siguiente:

Introducción de Datos administrativos



Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	Antiguo Almudín de Valencia		
Dirección	Calle Almudín, 3		
Provincia/Ciudad autónoma	Valencia	Localidad	Valencia
Referencia Catastral	6031201YJ2753B0001XH	Código Postal	46003

Datos del cliente			
Nombre o razón social	Universidad Politécnica de Valencia		
Dirección	Camino de Vera, s/n		
Provincia/Ciudad autónoma	Valencia	Localidad	Valencia
Teléfono	34 963877120	E-mail	informacion@upv.es
		Código Postal	46022

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	Esteban Cuartero Casas	NIF	47096162M
Razón social	Estudiante	CIF	47096162M
Dirección	Avenida Castilla La Mancha, 17		
Provincia/Ciudad autónoma	Cuenca	Localidad	Casasimarro
Teléfono	617730735	Código Postal	16239
		E-mail	escuaca@edificacion.upv.es
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		

Fig. 7. Pantalla de introducción de Datos administrativos

Introducción de Datos generales y definición del edificio

Tabla 1.1. Datos Generales

Datos Generales	
Localización	Calle Almudín, 3 Valencia (Valencia)
Antigüedad	1996
Uso	Museo
Superficie útil habitable	785,12 m ²
Altura libre de planta	11,25 m
Nº plantas	1

Superficie útil habitable: medida sobre los planos extraídos del libro “El Almudín de Valencia” y contrastada con los datos de la ficha urbanística del Monumento Histórico.

Antigüedad: el edificio data de su construcción en 1270, sobre el cual se ha realizado una reforma integral comprendida entre los años 1992 y 1996, por lo que consideramos la normativa vigente de aplicación a este edificio la de su última reforma.

Altura libre de la planta: para estimar la altura libre, se ha sumado la altura libre de las dos naves laterales y de la nave central y se ha sacado una media de las tres en función de la superficie.

Número de plantas habitables: el edificio se compone de una sola planta.

Consumo total diario de ACS: el consumo de Agua Caliente Sanitaria es cero, ya que estos tipos de edificios no tienen por qué estar obligados a un consumo de ACS.

Masa de las particiones: en nuestro edificio no existen particiones interiores, por lo que la opción elegida en masa de las particiones; es Ligera, siendo esta la menos desfavorable entre todas las soluciones que nos facilita el programa, ya que no nos permite el programa otra solución.

Zona climática de Valencia:

- HE-1: B3
- HE-4: IV

Perfil de uso: consideramos como intensidad de las fuentes internas Media y para los perfiles horarios de funcionamiento diario 8 horas.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos **Datos generales** Involvente térmica Instalaciones

Datos generales

Normativa vigente: Anterior ? Año construcción: 1571

Tipo de edificio: Edificio completo Perfil de uso: Intensidad Baja - 8h

Provincia/Ciudad autónoma: Valencia Localidad: Valencia Zona climática: HE-1 HE-4 B3 IV

Definición edificio

Superficie útil habitable: 785.12 m²

Altura libre de planta: 11.1 m

Número de plantas habitables: 1

Consumo total diario de ACS: 0 l/día

Masa de las particiones: Pesada

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio Plano situación

Fig. 8. Pantalla de introducción de Datos generales

Introducción de la envolvente térmica

Transmitancia térmica ($U < U_{m\acute{a}x}$)

El coeficiente de trasmisión térmica de los cerramientos del edificio que forman la envolvente térmica deben ser comparados con los valores que la normativa exige en la tabla 2.3 del HE-1. Los valores de la tabla que se muestra a continuación están clasificados en función de la zona climática según la normativa.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: CTE

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

Transmitancia media ($U < U_{LIM}$)

Los valores máximos de transmitancia térmica media y factor solar de los elementos de la envolvente térmica vienen establecidos en una tabla en función de la zona climática y de los cerramientos y particiones interiores que forman el edificio.

La tabla que debemos tener en cuenta en nuestro caso, es la correspondiente a la zona climática B3 (correspondiente a Valencia):

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Tabla D.2.7 Zona Climática B3. Fuente: CTE

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Lim}: 0,82 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
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 huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

La envolvente térmica del edificio está constituida por cuatro fachadas con sus huecos, el suelo en contacto con el terreno, la cubierta y los puentes térmicos.

Debido a los distintos tipos de muros utilizados en la envolvente térmica, se ha optado por dividir la superficie de la envolvente del edificio en función del material empleado, conforme a la tabla siguiente:

Tabla 1.2 Superficies de fábricas de muros en función de la fachada

	TAPIA VALENCIANA O REAL	TAPIA DE TIERRA	TAPIA FABRICA LADRILLO MACIZO	TAPIA CANTERIA SILLARES DE CALIZA	FACHADA LIGERA
Fachada NORTE	391,97 m ²	24,55 m ²	-	25,41 m ²	-
Fachada SUR	298,17 m ²	54,72 m ²	24,71 m ²	68,42 m ²	-
Fachada ESTE	85,83 m ²	-	-	25,67 m ²	75,90 m ²
Fachada OESTE	211,67 m ²	-	-	5,63 m ²	-

A la hora de introducir los valores de transmitancia de los elementos que componen la envolvente térmica, el programa informático nos facilita tres opciones. Las opciones Por defecto o Estimadas estiman unos valores de transmitancia elevados, por lo que es necesario calcular las transmitancias térmicas de todos los cerramiento en contacto con el aire exterior, tales como, muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el terreno, para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de los diferentes espacios, imponiéndoles un valor de transmitancia comprendidos en la tabla 2.3 del DB HE-1 y en función del sentido del flujo de calor, e introducirlas en el programa con conocidas, para obtener unos valores de transmitancia mas certeros. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a 0,5 m², despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor. Para todos estos espacios el sentido de flujo de calor viene reflejado en la tabla 1 del DA DB-HE-1 y el valor de la transmitancia U viene dado por la siguiente expresión:

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

Siendo;

U: transmitancia térmica (m²K/W)

R_T: resistencia térmica total del componente constructivo (m²K/W)

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

Donde;

R_{si} y R_{se} : resistencias térmicas superficiales del aire interior y exterior respectivamente (m^2K/W)

R_1, R_2, \dots, R_n : las resistencias térmicas de cada capa (m^2K/W)

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión;

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

Siendo;

e : espesor de la capa (m)

λ : conductividad térmica de diseño del material (W/mK)

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

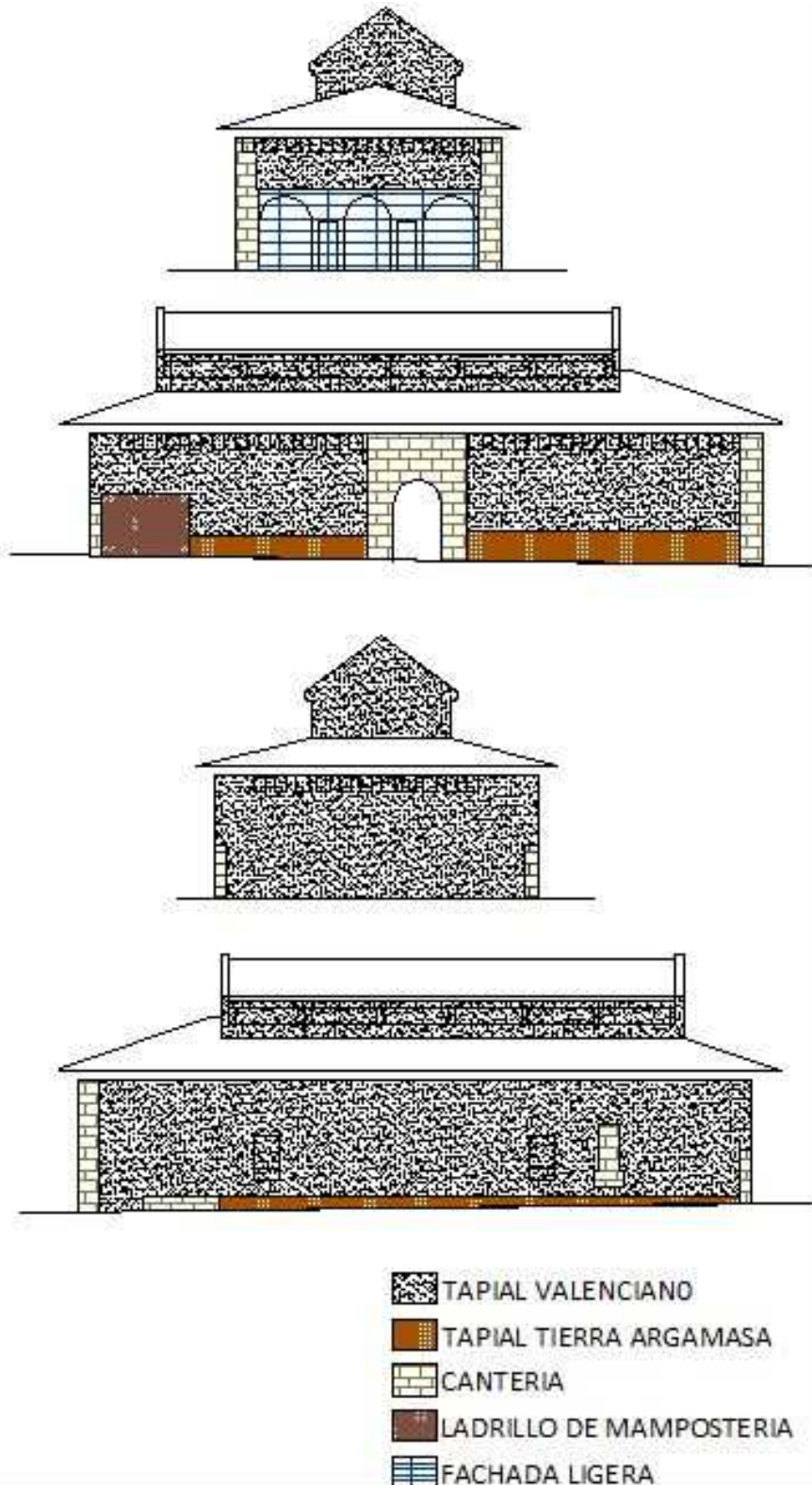


Fig. 9. Mapeado de las distintos tipos de fábricas que forman los cerramientos exteriores. En orden descendente: Fachadas ESTE; SUR, OESTE y NORTE

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Tabla 2.1 Cálculo de las transmitancias de los cerramientos exteriores

FACHADAS	TAPIA VALENCIANA O REAL			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,70	0,61	1,15
	Resistencia aire interior			0,13
	d=1411,9Kg/m ² R = 1,32			U = 0,76

FACHADAS	TAPIA DE TIERRA CON ARGAMASA DE GRAVAS Y MAMPOSTERIA			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,70	0,56	1,25
	Resistencia aire interior			0,13
	d=1470Kg/m ² R = 1,42			U = 0,71

FACHADAS	FABRICA DE LADRILLO MACIZO			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,50	0,658	0,76
	Resistencia aire interior			0,13
	d=850 Kg/m ² R = 0,93			U = 1,07

FACHADAS	SILLARES DE PIEDRA CALIZA			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,70	1,50	0,46
	Resistencia aire interior			0,13
	d=1345 Kg/m ² R = 0,64			U = 1,57

FACHADAS	FACHADA LIGERA			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,01	1,05	1,15
	Resistencia aire interior			0,13
	d=75 Kg/m ² R = 0,187			U = 5,6

La tipología empleada según el libro mencionado anteriormente, para la resolución de la cubierta central y laterales, se basa en criterios analógicos, utilizando una tecnología contemporánea homologada por la normativa española y europea. La solución estructural para las naves laterales es mediante forma básica de cubierta a un agua con parecillos y el de la nave central cubierta a dos aguas mediante par e hilera. En cuanto a los materiales utilizados para ambas cubiertas, se emplean cerchas y correas de madera laminada encolada con uniones dentadas, tirantes y mecanismos de apoyo y conexión de acero inoxidable, apoyadas sobre un perfil metálico que actúa como durmiente, sobre las que se apoyan los tableros de bardos cerámicos machihembrados, una capa de hormigón con arlita y malla electrosoldada, placa impermeable y aislante tipo Onduline y como material de cobertura teja árabe.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Tabla 2.2 Calculo de la transmitancia de las cubiertas

CUBIERTA NAVE CENTRAL				
CUBIERTA	COMPONENTES	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Teja árabe	0,03	0,42	0,071
	Placa Tipo Onduline BT-235	0,0025	0,04	0,0625
	Hormigón con arlita	0,008	0,32	0,25
	Tablero cerámico de bardo	0,035	0,29	0,12
	Correa de madera			0,68 ⁽¹⁾
	Resistencia aire interior			0,10
	d=180,75Kg/m ²	R = 1,32		U = 0,76

CUBIERTA NAVE LATERAL				
CUBIERTA	COMPONENTES	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Teja árabe	0,03	0,42	0,071
	Placa Tipo Onduline BT-235	0,0025	0,04	0,0625
	Hormigón con arlita	0,008	0,32	0,25
	Tablero cerámico de bardo	0,035	0,29	0,12
	Correa de madera			0,45 ⁽¹⁾
	Resistencia aire interior			0,10
	d=163,75Kg/m ²	R = 1,09		U = 0,91

⁽¹⁾Dato obtenido en función del espesor de la madera y porcentaje del volumen ocupado.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

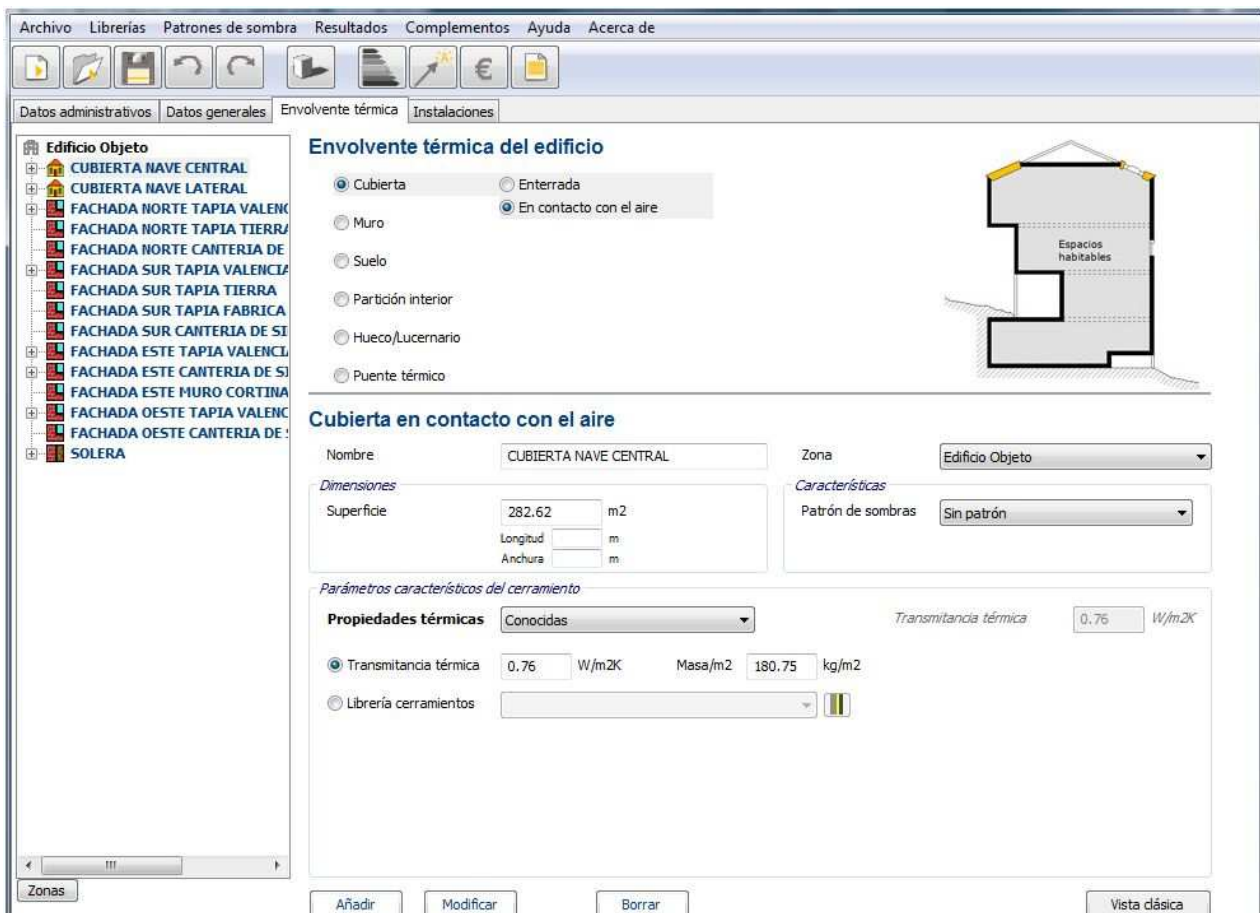


Fig. 10. Pantalla de definición de la cubierta en contacto con el aire

En cuanto a los cerramientos en contacto con el terreno, nos podemos encontrar con varios elementos como cubiertas, muros y suelos donde la normativa diferencia una serie de casuísticas y parámetros para su cálculo. En nuestro caso, el edificio no dispone de cubiertas enterradas, ni muros enterrados o semienterrados, excepto el suelo en contacto con el terreno. La solera se encuentra apoyada sobre el nivel del terreno a una altura menor a 0,50 m, por lo que el valor de la transmitancia térmica U_s (W/m²K) se obtiene de la interpolación en la Tabla 3 (DA DB-HE - 1).

Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro expuesto, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2} \times P}$$

Siendo;

A: el área de la solera [m^2]

P: la longitud del perímetro expuesto de la solera [m];

Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se toma como valor el definido en la columna $R_a = 0 \text{ m}^2\text{K/W}$ de la Tabla 3, en función de su longitud característica B' .

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Tabla 2.4 Cálculo de la transmitancia de la solera

SOLERA	SUELO			
	COMPONENTES	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Baldosa de piedra 80x60x4cm	0,04	1,40	0,028
	Mortero de agarre	0,03	0,04	0,75
	Solera de hormigón	0,20	1,40	0,14
	Hormigón de limpieza	0,10	1,72	0,058
	Lámina impermeabilizante	0,001	0,03	0,33
	Zahorra artificial compactada	0,25	1,30	0,19
	Tabla 3 (interpolación) B' = 12	Ra = 0,00		
	Us = 0,44			

Por último, calculamos la transmitancia térmica de los diferentes elementos que forman parte del edificio, referidos a los huecos o lucernarios existentes en la envolvente térmica, teniendo en cuenta el factor solar. En nuestro caso, la carpinterías son metálicas de pletina calibrada de 60x12 mm, sin rotura de puente térmico de color oscuro y con un acristalamiento de vidrio tipo Stadip 4+4 mm. Para el cálculo de la puerta de madera de la fachada Sur, lo realizamos como si fuese un cerramiento en contacto con el aire exterior según la tabla 1 del DA DB-HE-1.

Factor Solar de huecos ($F_{\text{solar}} < F_{\text{solar límite}}$)

En la opción simplificada, debe verificarse el cumplimiento del factor solar de huecos, entendiendo como tal la cantidad de energía que atraviesa un cerramiento al recibir esta la radiación solar sobre la superficie del hueco.

Como se puede apreciar en la tabla aportada por la normativa sobre los valores límite de transmitancia para espacios con baja carga interna, se

exigen valores en las fachadas de orientaciones E/O y SE/SO a partir de 41% de huecos.

Permeabilidad al aire de carpinterías

Con la finalidad de evitar la infiltración de aire provocada por una falta de estanqueidad de las carpinterías y que esto provoque un aumento de la demanda energética se impone una estanqueidad mínima de las carpinterías, la cual va en función de la zona climática.

En nuestro caso, según la zona climática del edificio (B3), se exige una permeabilidad máxima de $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ bajo una presión de 100 Pa. Dicha exigencia únicamente se garantiza mediante carpinterías de clase 1,2, 3 y 4, según UNE-EN 12207.

Condensaciones superficiales ($F_{Rsi;proy} > F_{Rsi;límite}$)

Para verificar el riesgo de formación de condensaciones en los cerramientos, se debe conocer la higrometría de los locales a estudiar, entendiendo como higrometría el equilibrio entre producción de vapor y renovación de aire.

Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

A continuación se muestran en una tabla de valores la transmitancia de las ventanas y puertas.

Tabla 2.5 Calculo de la transmitancia de los huecos de ventanas

VENTANAS							
REF	m ² Hueco	m ² Vidrio	m ² Marco	FM		PARTE SEMITRANSARENTE	U _{H,v} = 5,60
V1	3,67	2,86	0,81	0,22		Vidrio incoloro 4+4 mm	
V2	0,84	0,66	0,18	0,21		PARTE OPACA	U _{H,m} = 5,70
V3	4,80	3,97	0,83	0,17		Carpintería metálica sin RPT	
P2	3,36	2,7	0,56	0,16		FM (mayor)	0,22
U = (1-FM)·U _{H,v} + FM·U _{H,m}						U = 5,62	
FACTOR SOLAR F = Fs [(1- FM) + g+FM·0.04·U _{H,m} ·α]						F = 0,65	

Siendo;

U: transmitancia térmica (W/m²K)

U_{H, v}: transmitancia térmica de la parte semitransparente o vidrio (W/m²K)

U_{H, m}: la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario o puerta (W/m²K)

FM: la fracción del hueco ocupada por el marco (elegiremos el mayor ya que la transmitancia de marco es mayor que la del vidrio, para estar del lado de la seguridad)

El factor solar modificado en el hueco FH se determina utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1 - FM) + g_{\perp} + FM \cdot 0.04 \cdot U_{H,m} \cdot \alpha]$$

Siendo;

FS: el factor de sombra del hueco o lucernario en función del dispositivo de sombra o mediante simulación, (generalmente 1).

FM: la fracción del hueco ocupada por el marco

g_{\perp} : el factor solar de la parte semitransparente = 0,77

Um: la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W/m^2 \cdot K$]

α : la absorptividad del marco en función de su color (tabla 10) = 0,96

Tabla 2.6 Cálculo de la transmitancia de los huecos de puertas

PUERTAS	PUERTA DE MADERA MACIZA			
	COMPONENTES	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (m^2K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Puerta de madera maciza	0,10	0,15	0,66
	Resistencia aire interior			0,13
	R = 0,84			U = 1,19

Patrón de sombras

El edificio el Almudín presenta cuatro fachadas, las cuales las nombraremos en función de la orientación de cada una. Como el ángulo de inclinación de la fachada Norte está comprendido entre $\alpha < 22,5$; y $\alpha \geq 337,5$; consideramos que esta a Norte puro a efectos de cálculo de

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

patrones de sombra, según la Figura A.1 Orientaciones de las fachadas, del apéndice A del DB-HE-1. En la fachada Norte no hace falta calcular el patrón de sombra ya que esta fachada siempre se encuentra en sombra, por lo tanto, solo calcularemos las sombras que arrojan los edificios colindantes y el alero de la cubierta al resto de las fachadas.

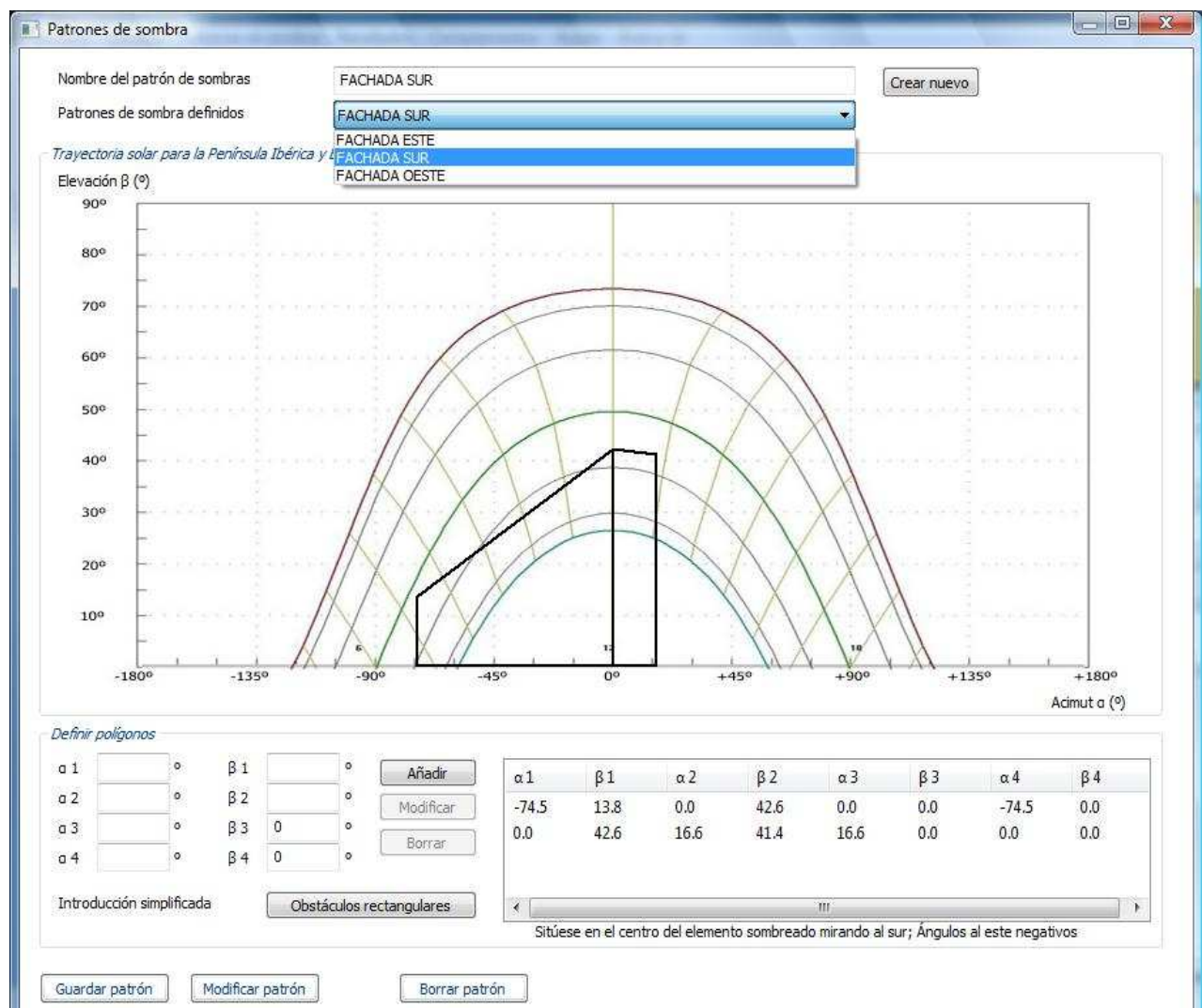


Fig. 11. Pantalla del cuadro de patrón de sombras de fachadas

Puentes térmicos

Un puente térmico es una zona donde se transmite más fácilmente el calor que en otras zonas de alrededor. En los edificios hacia la transición de edificios de energía casi nula, los puentes térmicos cobran una gran importancia porque al haber minimizado al máximo la transmitancia térmica de los elementos superficiales de la envolvente, la mayor parte de la transmisión térmica se producirá a través de los puentes térmicos.

En nuestro caso, nos encontramos con que solo tenemos tres tipos de puentes térmicos, correspondientes al contorno de los huecos, el encuentro de la fachada con las cubiertas y el encuentro de la fachada con la solera, ya que el edificio no dispone de pilares integrados en fachada, de cajas de persiana en los huecos de ventanas, de forjados, ni de fachadas con suelo en contacto con el aire.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

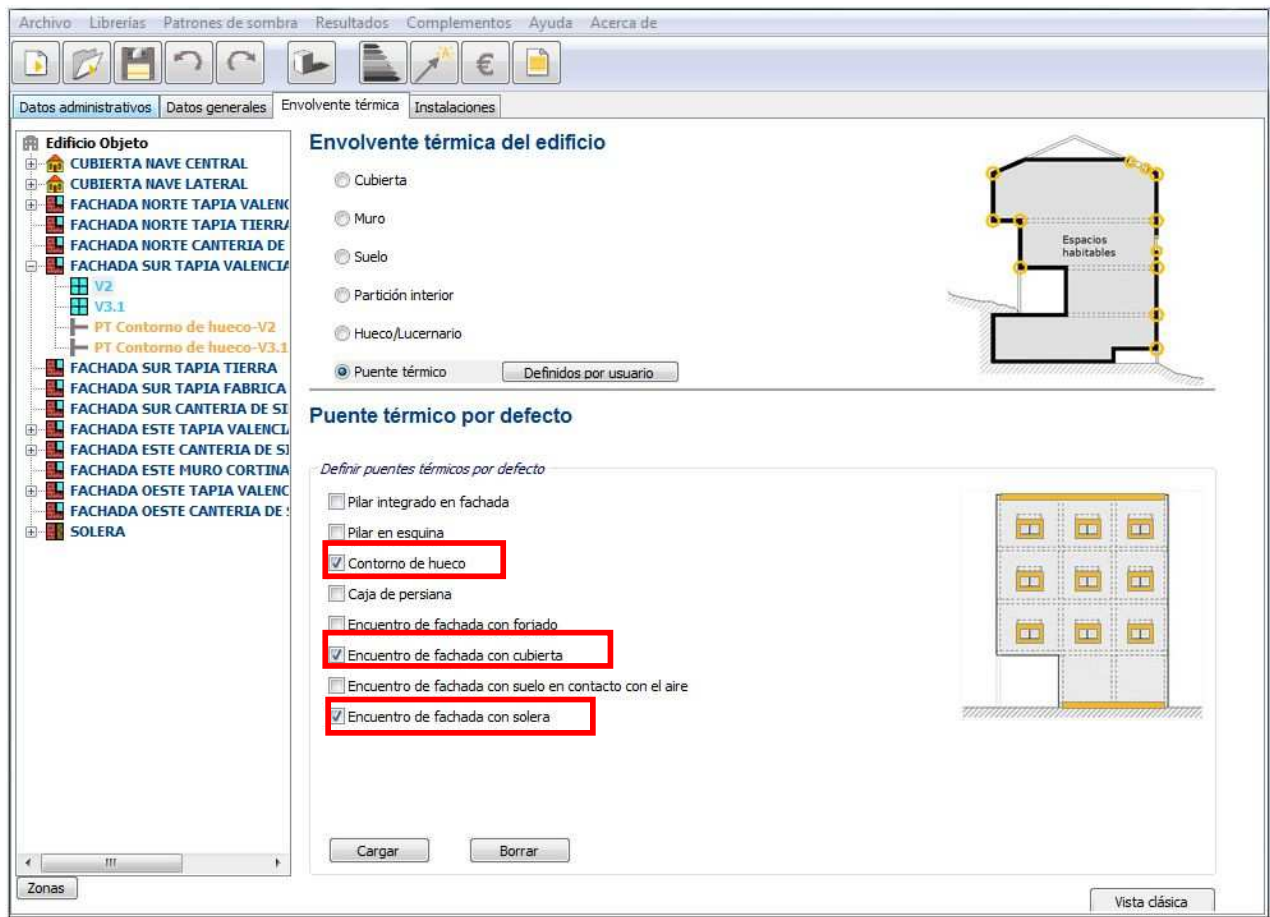


Fig. 12. Pantalla de selección de los puentes térmicos por defecto

Introducción de las instalaciones

Equipos de calefacción y refrigeración

El sistema de calefacción y refrigeración que sustituye al o data del año 2007 y se compone de dos equipos de precisión de aire acondicionado dinámico con free-cooling directo e indirecto de refrigeración líquida con una carga de calor de más de 20 kilovatios, con hasta un 60% más económico que los sistemas de refrigeración del compresor convencional (según casa comercial del equipo).

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Por diversos motivos, no se ha podido verificar con exactitud los valores de los rendimientos medios estacionales de los equipos, tanto de calefacción como de refrigeración, por lo que se ha optado por realizar la Certificación Energética como un método estadístico, para la comprobación de los distintas calificaciones que resultan al introducir valores de rendimientos de los equipos en función de su antigüedad:

- Equipos anteriores al 2000; los rendimientos de los equipos comprendidos en este periodo, datan en torno a 150-200% (según fichas técnicas), por lo que se estipula un valor de 180%.
- Equipos comprendidos entre 2000-2007; según datos obtenidos de la ficha técnica de los equipos utilizados en nuestro edificio, podemos deducir que el rendimiento de los equipos son de un 250%.
- Equipos posteriores a 2007; con el desarrollo de nuevas tecnologías para la fabricación de equipos más eficientes, se obtienen rendimientos muy elevados, con valores superiores a 4 e incluso a alcanzado valores de 5, por lo que consideraremos un valor de 400%.

Por otro lado, esta suposición de de los tres casos descritos será de gran utilidad al objeto del proyecto. Ya que aquello que podía parecer inicialmente un inconveniente, como ser verá más adelante, es de gran utilidad para establecer las posibles mejoras y conclusiones energéticas del edificio.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Los equipos están en funcionamiento según el horario del museo, de martes a sábados de 09:30 a 14:00 y de 15:30 a 19:00 horas, y domingos y festivos de 10:00 a 15:00 horas, durante todo el periodo del año.

The screenshot shows the 'Instalaciones del edificio' section of a software application. The 'Equipos de calefacción y refrigeración' option is selected and highlighted with a red box. Below this, the 'Equipo de calefacción y refrigeración' configuration is shown. The 'Nombre' field is 'Calefacción y refrigeración 180%'. The 'Zona' is 'Edificio Objeto'. The 'Tipo de generador' is 'Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable' and the 'Tipo de combustible' is 'Electricidad'. The 'Rendimiento medio estacional' is 'Estimado según Instalación' and the 'Antigüedad del equipo' is 'Más de 10 años'. The 'Rendimiento nominal' for both 'Calefacción' and 'Refrigeración' is set to 180% and highlighted with red boxes. The 'Demanda cubierta' table shows 'Superficie (m2)' as 785.12 and 'Porcentaje (%)' as 100 for both heating and refrigeration. The 'Rendimiento medio estacional' values are 141.8% for heating and 124.7% for refrigeration.

Demanda cubierta		
	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	785.12	785.12
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional	
Rendimiento medio estacional	141.8 %
Rendimiento medio estacional	124.7 %

Fig. 13. Pantalla de introducción de los datos de las instalaciones. Equipos de calefacción y Refrigeración con rendimiento de 180%

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Archivo Librerías Patrones de sombra Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Datos administrativos Datos generales Envoltente térmica Instalaciones

Edificio Objeto
Calefacción y refrigeración
Iluminación

Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas
- Equipos de iluminación
- Equipos de aire primario

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre: Calefacción y refrigeración 250% Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable
Tipo de combustible: Electricidad

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	785.12	785.12
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Antigüedad del equipo: Entre 5 y 10 años

	Rendimiento nominal	%	Rendimiento medio estacional	%
Calefacción	250	%	207.9	%
Refrigeración	250	%	193.0	%

Zonas

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Fig. 14. Pantalla de introducción de los datos de las instalaciones. Equipos de calefacción y Refrigeración con rendimiento de 250%

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración**
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas
- Equipos de iluminación
- Equipos de aire primario

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre: Calefacción y refrigeración 400% Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de generador: Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable
Tipo de combustible: Electricidad

Demanda cubierta

	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	785.12	785.12
Porcentaje (%)	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional: Estimado según Instalación

Antigüedad del equipo: Entre 5 y 10 años

Calefacción	Rendimiento nominal	400	%
Refrigeración	Rendimiento nominal	400	%

Rendimiento medio estacional: 332.7 %
Rendimiento medio estacional: 308.7 %

Fig. 15. Pantalla de introducción de los datos de las instalaciones. Equipos de calefacción y Refrigeración con rendimiento de 400%

Equipos de iluminación

Se deberá determinar la Eficiencia Energética del equipo de iluminación considerado, que según el CTE DB-HE 3 se determina mediante VEEI que es el valor de la eficiencia energética de la instalación de iluminación. Relaciona la potencia con el nivel de lux que necesito según la siguiente fórmula:

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

Siendo;

P: la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]

S: la superficie iluminada [m²]

E_m: la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Cuanto mayor sea el valor de VEEI peor es la eficiencia energética de la instalación, ya que mayor es la diferencia entre la potencia instalada y la iluminación que se necesita. La actividad desarrollada en nuestro edificio es de museo que según la tabla 2.1 del DB-HE3 tiene un VEEI límite de 5,0. Dado que no se ha ensayado o justificado el valor de la potencia instalada e iluminación media horizontal, el programa nos permite la opción de introducir los datos como estimados en función del tipo de luminaria y la iluminancia.

Según datos obtenidos, los equipos de iluminación se componen de proyectores SDWT Phillips de 100 W de sodio con iluminación media horizontal estimada de 200 lux a consecuencia de las exposiciones.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

The screenshot shows a software interface for managing building installations. The main window is titled 'Instalaciones del edificio' and contains several sections:

- Instalaciones del edificio:** A list of radio buttons for selecting the type of installation. The option 'Equipos de iluminación' is selected and highlighted with a red box. Other options include 'Equipo de ACS', 'Equipo de sólo calefacción', 'Equipo de sólo refrigeración', 'Equipo de calefacción y refrigeración', 'Equipo mixto de calefacción y ACS', 'Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS', 'Contribuciones energéticas', and 'Equipos de aire primario'.
- Equipos de iluminación:** A section for configuring lighting equipment. It includes:
 - Nombre:** 'Iluminación'
 - Zona:** 'Edificio Objeto' (selected from a dropdown)
 - Características:** 'Superficie zona' is set to '785.12 m2'.
 - Eficiencia energética:** 'Zona de representación' is checked. 'Actividad' is set to 'Bibliotecas, museos y galerías de arte'.
 - Definir características:** 'Definir características' is set to 'Estimado'.
 - Tipo de equipo:** 'Tipo de equipo' is set to 'Sodio Blanco'.
 - Illuminancia media horizontal:** 'Illuminancia media horizontal' is set to '200 lux'.

At the bottom of the window, there are buttons for 'Zonas', 'Añadir', 'Modificar', 'Borrar', and 'Vista clásica'.

Fig. 16. Pantalla de introducción de las instalaciones. Equipos de Iluminación.

Obtención de la calificación energética

La calificación obtenida con equipos de rendimientos de un 180%, sería una D, con unas emisiones de 50,5 Kg de CO₂ por cada metro cuadrado.

Como se observa en los resultados de la calificación de la Fig. 18, podemos deducir que al disponer de equipos de bajo rendimiento, las emisiones tanto de calefacción como de refrigeración son elevadas, a consecuencia de la gran superficie a aclimatar, con una demanda de calefacción de 73,02 kWh/m² y de 12,0 kWh/m² constante en todos los supuestos.



Fig. 17. Pantalla de resultados de la calificación energética con equipos de rendimiento de 180%

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

La calificación obtenida con equipos de rendimientos de un 250%, sería una C, con unas emisiones de 37,6 Kg de CO₂ por cada metro cuadrado.

La relación de los rendimientos de los equipos es inversamente proporcional con las emisiones de estos, luego a mayor rendimiento, menores emisiones.



Fig. 18. Pantalla de resultados de la calificación energética con equipos de rendimiento de 250%

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

La calificación obtenida con equipos de rendimientos de un 400%, sería una B, con unas emisiones de 27,6 Kg de CO₂ por cada metro cuadrado.

Con equipos de altos rendimientos, podemos afirmar que nos acercamos a las exigencias de las Directivas, destinadas a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo, con un descenso notable de las emisiones de gases.



Fig. 19. Pantalla de resultados de la calificación energética con equipos de rendimiento de 400%

Medidas de mejora

A consecuencia de las calificaciones energéticas obtenidas, las medidas de mejora que se prevén para los tres supuestos previstos anteriormente, pueden ser comunes o no, en función de los rendimientos de los equipos de calefacción y refrigeración:

- **Aislamiento térmico:** dado que es un edificio patrimonial, no tiene sentido la adición de un aislamiento y/o un trasdosado en los cerramientos de la envolvente térmica, ya que es una de las partes más singulares que caracterizan este tipo de edificios, por lo que se obvia este tipo de mejoras. Además, esta medida de mejora no tendría una gran influencia en la calificación final, ya que el edificio cuenta con un buen comportamiento energético.
- **Huecos:** en este caso, se puede optar por la sustitución de las carpinterías metálicas existentes por otras de mejores prestaciones, mejorando las transmitancias y estanqueidad de las carpinterías, y por otro lado, los vidrios, colocando vidrios de bajo emisivo en las zonas norte, siendo una de las fachadas con mas huecos y por tanto la más desfavorable térmicamente. Actualmente los huecos se encuentran tapados con un material plástico para impedir la entrada de la luz solar, por el tema de las exposiciones, por lo que la sustitución de carpinterías no se considera una medida de mejora muy relevante.
- **Puentes térmicos:** la principal medida de mejora para los puentes térmicos es evitarlos con las buenas prácticas constructivas. Dado que se trata de un edificio existente y

reformado actualmente, a priori, no se prevé ninguna medida de mejora viable.

- Instalaciones: las instalaciones que componen el edificio son:
 - Instalaciones de iluminación; la propuesta de medida de mejora común para los todos los supuestos, es la de generación de electricidad mediante contribuciones energéticas para cubrir las demandas de iluminación. La solución adoptada es mediante tejas solares (Fig. 20). Este tipo de solución menos conocida, es una opción válida cuando se pretende cuidar el patrimonio histórico del edificio, quedando totalmente integrada como material de cobertura.
 - Instalaciones de calefacción y refrigeración; se suponen estos tres casos:
 - Instalaciones de calefacción y refrigeración con rendimientos entre 150-200%; la medida de mejora para los equipos con rendimientos en torno a un 180% es la sustitución de estos equipos por otros más eficientes, como conocemos que ya se hizo en el año 2007.
 - Instalaciones de calefacción y refrigeración con rendimientos de un 250%; la propuesta de medida de mejora es la sustitución de los equipos por otros más eficientes reduciendo las emisiones de calefacción, con la finalidad de alcanzar las exigencias de las Directivas reduciendo las emisiones de gases contaminantes.

- Instalaciones de calefacción y refrigeración con rendimientos de un 400%; a consecuencia de la calificación energética obtenida, podemos afirmar que el edificio cuenta con una alta calificación, debido al buen rendimiento en los equipos, por lo que las medidas de mejora están limitadas, incluso inviables en algunos casos.



Fig. 20. Tejas Solares. Fuente Web: vidalúcida

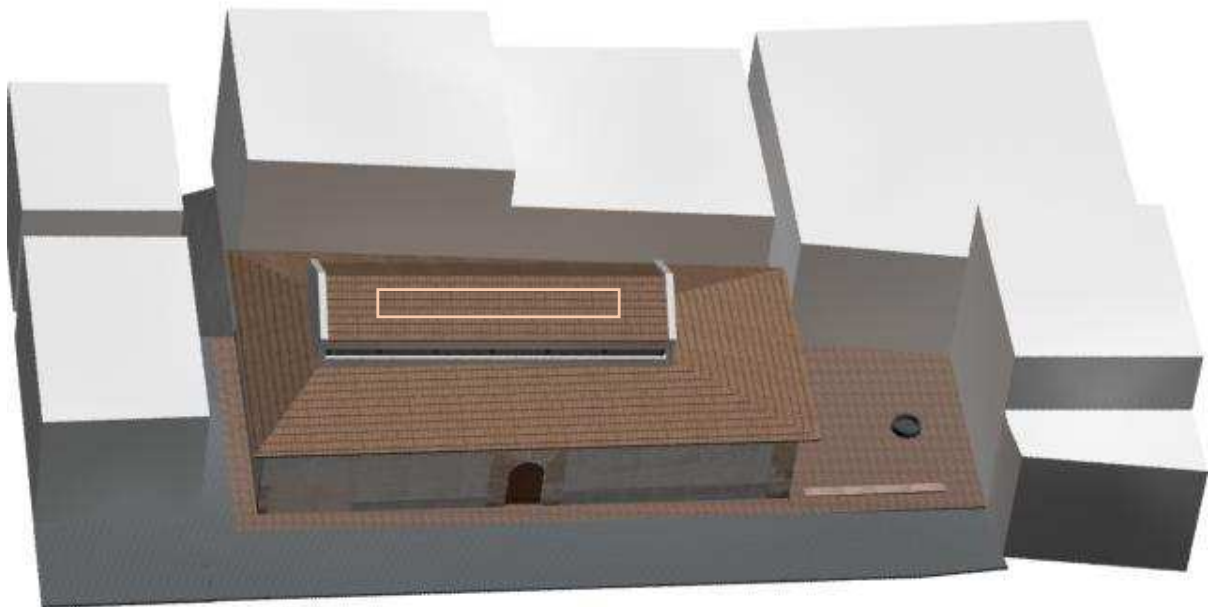


Fig. 21. Mapeado de la zona de Tejas Solares.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Informe generado por CE³X

Instalaciones de Calefacción y Refrigeración de 180%

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Almudín de Valencia		
Dirección	Calle Almudín, 3		
Municipio	Valencia	Código Postal	46003
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1969
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	6031201YJ2753B0001XH		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Vivienda <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual	<input checked="" type="radio"/> Terciario <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Esteban Cuartero Casas	NIF	47096162M
Razón social	Estudiante	CIF	47096162M
Domicilio	Avenida Castilla La Mancha, 17		
Municipio	Casasimarro	Código Postal	16239
Provincia	Cuenca	Comunidad Autónoma	Castilla - La Mancha
e-mail	escuaca@edificacion.upv.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 30/6/2014

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha
Ref. Catastral

4/7/2014
6031201YJ2753B0001XH

Página 1 de 7

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	785.12
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
CUBIERTA NAVE CENTRAL	Cubierta	282.62	0.76	Conocido
CUBIERTA NAVE LATERAL	Cubierta	729.9	0.91	Conocido
FACHADA NORTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	391.97	0.76	Conocido
FACHADA NORTE TAPIA TIERRA	Fachada	24.55	0.71	Conocido
FACHADA NORTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	25.41	1.57	Conocido
FACHADA SUR TAPIA VALENCIANA	Fachada	298.17	0.76	Conocido
FACHADA SUR TAPIA TIERRA	Fachada	54.72	0.71	Conocido
FACHADA SUR TAPIA FABRICA DE LADRILLO MACIZO	Fachada	24.71	1.07	Conocido
FACHADA SUR CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	68.42	1.57	Conocido
FACHADA ESTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	85.83	0.76	Conocido
FACHADA ESTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	25.67	1.57	Conocido
FACHADA ESTE FACHADA LIGERA	Fachada	75.90	5.60	Conocido
FACHADA OESTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	211.67	0.76	Conocido
FACHADA OESTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	5.63	1.57	Conocido
SOLERA	Suelo	780.22	0.42	Estimado

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	7.35	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2	Hueco	16.8	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.1	Hueco	7.0	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.2	Hueco	1.4	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.3	Hueco	7.7	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V3	Hueco	28.5	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V3.1	Hueco	28.5	5.60	0.65	Conocido	Conocido
P2	Hueco	3.36	5.60	0.65	Conocido	Conocido
P1	Hueco	9.75	0.00	0.00	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración 250%	Y Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		141.80	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración 250%	Y Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		124.70	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

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

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	6.67	3.33	200.00	Estimado

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	785.12	Intensidad Media - 8h

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------



1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
 50.5 D	F	A
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]
	33.42	0.00
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]
	6.25	10.8
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		
50.50		

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

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 73.02 F	 12.0 C
Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]
73.02	12.00

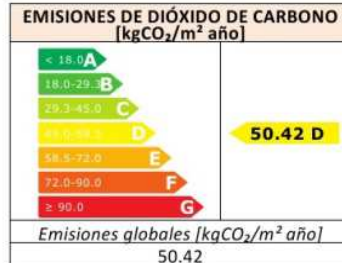
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	CALEFACCIÓN	ACS
 203.09 D	F	A
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]
	134.41	0.00
	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]
	25.12	43.57
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		
203.09		

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



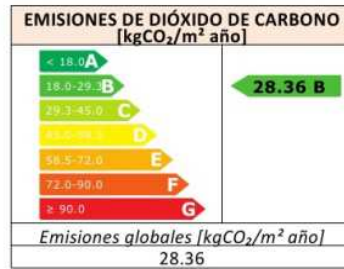
ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	73.02	F	12.00	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	134.41	F	25.12	D	0.00	A	43.57	B	213.29	D
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-10.2 (-5.0%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	33.42	F	6.25	D	0.00	A	10.83	B	50.42	D
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.3%)		0.1 (0.2%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Tejas Solares</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	73.02	F	12.00	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	45.38	B	25.12	D	0.00	A	43.57	B	114.07	B
Diferencia con situación inicial	89.0 (66.2%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		89.0 (43.8%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	11.28	C	6.25	D	0.00	A	10.83	B	28.36	B
Diferencia con situación inicial	22.1 (66.2%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.3%)		22.1 (43.8%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Equipos de Alta Eficiencia</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

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

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR Datos obtenidos en visitas y consultas realizadas por el autor del TFG.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Instalaciones de Calefacción y Refrigeración de 250%

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	785.12
<p>Imagen del edificio</p> 	<p>Plano de situación</p> 

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
CUBIERTA NAVE CENTRAL	Cubierta	282.62	0.76	Conocido
CUBIERTA NAVE LATERAL	Cubierta	729.9	0.91	Conocido
FACHADA NORTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	391.97	0.76	Conocido
FACHADA NORTE TAPIA TIERRA	Fachada	24.55	0.71	Conocido
FACHADA NORTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	25.41	1.57	Conocido
FACHADA SUR TAPIA VALENCIANA	Fachada	298.17	0.76	Conocido
FACHADA SUR TAPIA TIERRA	Fachada	54.72	0.71	Conocido
FACHADA SUR TAPIA FABRICA DE LADRILLO MACIZO	Fachada	24.71	1.07	Conocido
FACHADA SUR CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	68.42	1.57	Conocido
FACHADA ESTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	85.83	0.76	Conocido
FACHADA ESTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	25.67	1.57	Conocido
FACHADA ESTE FACHADA LIGERA	Fachada	75.90	5.60	Conocido
FACHADA OESTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	211.67	0.76	Conocido
FACHADA OESTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	5.63	1.57	Conocido
SOLERA	Suelo	780.22	0.42	Estimado

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Almudín de Valencia		
Dirección	Calle Almudín, 3		
Municipio	Valencia	Código Postal	46003
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1969
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	6031201YJ2753B0001XH		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Vivienda <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual	<input checked="" type="radio"/> Terciario <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Esteban Cuartero Casas	NIF	47096162M
Razón social	Estudiante	CIF	47096162M
Domicilio	Avenida Castilla La Mancha, 17		
Municipio	Casasimarro	Código Postal	16239
Provincia	Cuenca	Comunidad Autónoma	Castilla - La Mancha
e-mail	escuaca@edificacion.upv.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 30/6/2014

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	7.35	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2	Hueco	16.8	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.1	Hueco	7.0	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.2	Hueco	1.4	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.3	Hueco	7.7	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V3	Hueco	28.5	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V3.1	Hueco	28.5	5.60	0.65	Conocido	Conocido
P2	Hueco	3.36	5.60	0.65	Conocido	Conocido
P1	Hueco	9.75	0.00	0.00	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración 250%	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		207.90	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración 250%	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		193.00	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

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

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	6.67	3.33	200.00	Estimado

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	785.12	Intensidad Media - 8h

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	37.66 C	CALEFACCIÓN	
		E	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]
		22.80	0.00
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
C		B	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]
37.66		4.04	10.8

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

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	73.02 F		12.0 C		
				Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	
				73.02	
				Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]	
				12.00	

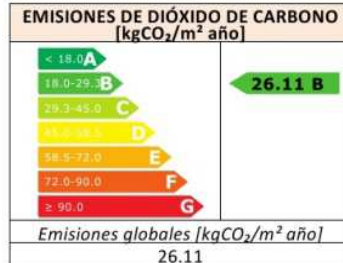
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	151.47 C	CALEFACCIÓN	
		D	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]
		91.67	0.00
REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
C		B	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]
151.47		16.23	43.57

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



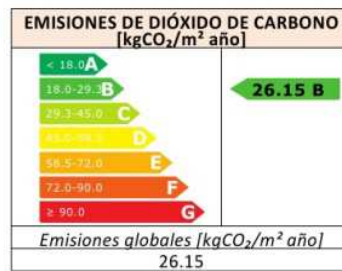
ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	73.02	F	12.00	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	45.38	B	16.23	C	0.00	A	43.57	B	115.37	C
Diferencia con situación inicial	46.3 (50.5%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		36.1 (23.8%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	11.28	C	4.04	C	0.00		10.83		B	
Diferencia con situación inicial	11.5 (50.5%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.3%)		11.5 (30.7%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Tejas Solares</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	73.02	F	12.00	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	45.38	B	16.23	C	0.00	A	43.57	B	105.18	B
Diferencia con situación inicial	46.3 (50.5%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		46.3 (30.6%)	
Emissiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	11.28	C	4.04	C	0.00		10.83		B	
Diferencia con situación inicial	11.5 (50.5%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.3%)		11.5 (30.6%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Equipos de calefacción de Alta Eficiencia</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

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

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Datos obtenidos en visitas y consultas realizadas por el autor del TFG.

Fecha
Ref. Catastral

4/7/2014
6031201YJ2753B0001XH

Página 7 de 7

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Instalaciones de Calefacción y Refrigeración de 400%

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Almudín de Valencia		
Dirección	Calle Almudín, 3		
Municipio	Valencia	Código Postal	46003
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1969
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	6031201YJ2753B0001XH		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local
--	--

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Esteban Cuartero Casas	NIF	47096162M
Razón social	Estudiante	CIF	47096162M
Domicilio	Avenida Castilla La Mancha, 17		
Municipio	Casasimarro	Código Postal	16239
Provincia	Cuenca	Comunidad Autónoma	Castilla - La Mancha
e-mail	escuaca@edificacion.upv.es		
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 30/6/2014

Firma del técnico certificador

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m ²]	785.12
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
CUBIERTA NAVE CENTRAL	Cubierta	282.62	0.76	Conocido
CUBIERTA NAVE LATERAL	Cubierta	729.9	0.91	Conocido
FACHADA NORTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	391.97	0.76	Conocido
FACHADA NORTE TAPIA TIERRA	Fachada	24.55	0.71	Conocido
FACHADA NORTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	25.41	1.57	Conocido
FACHADA SUR TAPIA VALENCIANA	Fachada	298.17	0.76	Conocido
FACHADA SUR TAPIA TIERRA	Fachada	54.72	0.71	Conocido
FACHADA SUR TAPIA FABRICA DE LADRILLO MACIZO	Fachada	24.71	1.07	Conocido
FACHADA SUR CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	68.42	1.57	Conocido
FACHADA ESTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	85.83	0.76	Conocido
FACHADA ESTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	25.67	1.57	Conocido
FACHADA ESTE FACHADA LIGERA	Fachada	75.90	5.60	Conocido
FACHADA OESTE TAPIA VALENCIANA	Fachada	211.67	0.76	Conocido
FACHADA OESTE CANTERIA DE SILLARES DE CALIZA	Fachada	5.63	1.57	Conocido
SOLERA	Suelo	780.22	0.42	Estimado

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	7.35	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2	Hueco	16.8	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.1	Hueco	7.0	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.2	Hueco	1.4	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V2.3	Hueco	7.7	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V3	Hueco	28.5	5.60	0.65	Conocido	Conocido
V3.1	Hueco	28.5	5.60	0.65	Conocido	Conocido
P2	Hueco	3.36	5.60	0.65	Conocido	Conocido
P1	Hueco	9.75	0.00	0.00	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración 400%	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		332.70	Electricidad	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración 400%	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		308.70	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

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

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Edificio Objeto	6.67	3.33	200.00	Estimado

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	785.12	Intensidad Media - 8h

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Media - 8h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	27.6 B	CALEFACCIÓN	
		D	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	
		14.24	
		ACS	
		A	
		Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
		0.00	
		REFRIGERACIÓN	
		B	
		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	
		2.52	
		ILUMINACIÓN	
		B	
		Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
		10.8	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]			
27.60			

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

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
	73.02 F		12.0 C		
				Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	
				73.02	
				Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]	
				12.00	

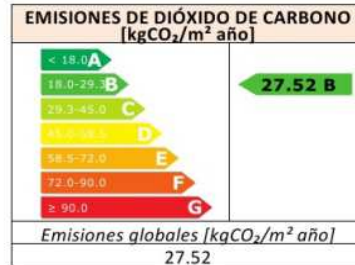
3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
	111.0 B	CALEFACCIÓN	
		C	
		Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	
		57.29	
		ACS	
		A	
		Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
		0.00	
		REFRIGERACIÓN	
		B	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	
		10.15	
		ILUMINACIÓN	
		B	
		Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
		43.57	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]			
111.00			

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



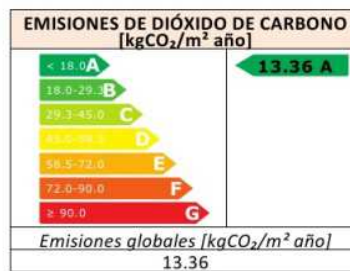
ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	73.02	F	12.00	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	57.29	C	10.15	B	0.00	A	43.57	B	121.19	C
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-10.2 (-9.2%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	14.24	D	2.52	B	0.00	A	10.83	B	27.52	B
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.3%)		0.1 (0.3%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Tejas Solares</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m ² año]	73.02	F	12.00	C						
Diferencia con situación inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energía primaria [kWh/m ² año]	91.28	D	10.15	B	0.00	A	43.57	B	144.99	C
Diferencia con situación inicial	-34.0 (-59.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-34.0 (-30.6%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	0.00	A	2.52	B	0.00	A	10.83	B	13.36	A
Diferencia con situación inicial	14.2 (100.0%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		-0.0 (-0.3%)		14.2 (51.6%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Caldera de Biomasa</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las instalaciones

ESTUDIO ENERGÉTICO DE UN EDIFICIO DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO RESIDENCIAL. CASO DE EL ALMUDÍN DE VALENCIA

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

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Datos obtenidos en visitas y consultas realizadas por el autor del TFG.

CONCLUSIONES

La primera conclusión que se puede obtener al terminar el proceso de certificación energética mediante la aplicación informática CE³X, son las limitaciones con las que nos hemos tropezado a la hora de realizar la calificación energética de un edificio patrimonial. Obviamente se trata de un procedimiento reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), para el cálculo de la eficiencia energética simplificado, pero nos encontramos con varias incongruencias, como por ejemplo: el simple hecho de utilización, sustitución o cambio de una caldera de biomasa, nos implica un aumento considerable en la calificación, pero ojo, esto no significa que la demanda de energía ha bajado, sigue siendo la misma, lo único es que la caldera de biomasa produce menos emisiones de CO₂ al ambiente (al considerar toda la vida útil del combustible), con lo que esto se traduce en una mejor letra de calificación. Otra limitación se encuentra en los suelos en contacto con el terreno, ya que no existe tanta diferencia entre los que están aislados con material aislante y los que no, varían muy poco, pero constructivamente sabemos que el no poner un aislamiento térmico, conduce a una subida de la humedad del terreno provocando humedades. Entre estas limitaciones, es preciso destacar el problema surgido al introducir huecos en la envolvente térmica, ya que el programa permite como máximo un 60% de huecos en la envolvente. En definitiva, el programa se basa en un sistema de cálculo estadístico, el cual está enfocado a la utilización de instalaciones y equipos de alta eficiencia y energías renovables.

La segunda conclusión que se obtiene acerca de la calificación energética obtenida para un edificio patrimonial, es que esta calificación es mejor de la esperada inicialmente. Al tratarse de un

edificio patrimonial, se puede llegar a pensar que se trata de una herencia cultural propia del pasado, la cual no ha seguido una construcción cumpliendo las exigencias en cuanto a habitabilidad, seguridad y confort, indispensable hoy en día. Bien, a pesar de ello, el edificio se caracteriza por una gran solidez en su envolvente térmica, proporcionándole un buen comportamiento térmico.

Y como tercera conclusión, dado que el edificio cuenta con una buena envolvente térmica, el tema de las instalaciones de climatización adquieren una gran importancia, ya que como se ha comprobado, la calificación final depende del rendimiento de estos equipos. Y por otro lado, respecto a las instalaciones de iluminación, al ser un uso museístico, no se puede contemplar el cambio de la iluminación ya que se entiende que la dispuesta es la necesaria para exponer las obras depositadas y por ello la opción adecuada sería colocar placas solares fotovoltaicas.

En cuanto a las conclusiones de este TFG, destacar el buen comportamiento energético que poseen los edificios históricos que actualmente albergan otros usos, generalmente socio-culturales, ya que al disponer de una buena envolvente térmica, las instalaciones cubren demandas menores e incluso pueden pasar a ser complementarias en algunos casos.

De este modo, es necesario concienciar a la población e instituciones públicas, por lo general titulares de este patrimonio, así como de informar y aconsejar a esta sobre el consumo energético de este tipo de edificios históricos, aportando datos, posibles mejoras y acciones a realizar en ellas, a fin de promover un consumo responsable de la energía y evitar por tanto un consumo mayor de lo necesario que provoque el aumento de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA

Monografías:

- ✓ AAVV. *Energía Eólica*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2006)
- ✓ *Energía de la Biomasa*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2007)
- ✓ *Energía Solar Térmica*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2007)
- ✓ *Energía Solar Térmica de baja temperatura*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2007)
- ✓ *Manual de la Geotermia*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2008)
- ✓ *Energía Solar Fotovoltaica*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2008)
- ✓ *Catalogo de Elementos Constructivos del CTE*. Instituto Eduardo Torroja (2010)
- ✓ *Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020*. Ministerio de industria, turismo y comercio. IDAE (2011)

- ✓ *Manual de Fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE³X*. Ministerio de industria, turismo y comercio. GUIA IDAE (2012)
- ✓ *Manual de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE³X*. Ministerio de industria, turismo y comercio. GUIA IDAE (2012)
- ✓ *Manual de usuario de colocación energética de edificios existentes CE³X*. Ministerio de industria, turismo y comercio. GUIA IDAE (2012)
- ✓ Llopis, A. *El Almudín de Valencia: memoria de una restauración [1992-1996]*. Valencia: FCC Medio Ambiente S.A. (1996)
- ✓ Sánchez-Robles Beltrán, J. C. *El Almudín de la ciudad de Valencia*. Valencia: Escuela Superior de Arquitectura de Valencia. (1981)

Páginas web de consultadas:

- ✓ Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. www.idae.es/. [Consulta mayo 2014]
- ✓ Ayuntamiento de Valencia. Área de Cultura. www.valencia.es/ayuntamiento/cultura.nsf/vDocumentosTituloAux/Almud%C3%ADn?opendocument. [Consulta junio 2014]
- ✓ Ficha Técnica Instalaciones de Calefacción y Refrigeración. www.stulz.com/worldwide/es/. [Consulta junio 2014]

- ✓ Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial. IVACE. www.innovacion.ivace.es/index.php?option=com_content&task=view&id=2077&Itemid=377. [Consulta junio 2014]
- ✓ Web: mondoreyes; www.moondoreyes.com/M4.53.html. [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: monografías; La tierra. www.monografías.com/tierra. [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: ingelco; www.ingelco.es/. [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: probio; www.probio.gub.uy/. [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: ghymas; albertomolinageografia.blogspot.com.es/2012/03/mapa-principales-centrales.html. [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: slideshare: www.slideshare.net/geopaloma/energa-solar-trmica. [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web:themorningstarg2:www.themorningstarg2.wordpress.com [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: sfc; www.ujaen.es [Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: autoconsumamos; www.autoconsumamos.com[Consulta marzo 2014]
- ✓ Web: vía arquitecturawww.via-arquitectura.net. [Consulta mayo 2014]

- ✓ Web: vidalúcida; www.lavidalucida.com/2012/12/tejas-solares-para-una-energia-limpia-y.html / [Consulta junio 2014]

Normativa:

- ✓ Comunitat Valenciana. Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat Valenciana, del Patrimonio Cultural Valenciano. Diario Oficial de la Comunitat Valenciana núm. 3267 de 18 de Junio de 1998 y Boletín Oficial del Estado núm. 174 de 22 de Julio de 1998.
- ✓ España. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. BOE núm. 155, de 29 de Junio de 1985, pp 20342 a 20352.
- ✓ España. Real Decreto 520/1969, de 13 de marzo, por el que se declara Monumento Histórico Artístico el edificio del Antiguo Almudín de Valencia. BOE núm. 78, 1 abril 1969, pp. 4760.
- ✓ España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE núm. 74 de 28 de Marzo de 2006.
- ✓ España. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. BOE núm. 207, de 29 de agosto de 2007.
- ✓ España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. BOE núm. 89, 13 abril 2013, pp. 3904.

- ✓ España. Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. BOE núm. 219, 12 de septiembre de 2013, pp. 67137.
- ✓ Europa. Directiva 2002/291/CE del parlamento europeo y del consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética
- ✓ Europa. Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- ✓ Europa. Directiva 2012/27/UE del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo -Plan de Energía Renovables-

- Fig. 1. Evolución de la producción interior de energía por fuentes energéticas. Fuente: MITyC/IDEA. 12
- Fig. 2. Escenario de Referencia: Evolución de la estructura del consumo de energía primaria. Fuente: MITyC/IDEA. 14
- Fig. 3. Escenario de Eficiencia Energética Adicional: consumo de energía primaria 2010-2020. Fuente: MITyC/IDEA. 15
- Fig. 4. Componentes de un Aerogenerador. Fuente Web: mondoreyes 17
- Fig. 5. Zonas de mayor recurso eólico a 80 m de altura y velocidad > 6m/s. Fuente: IDAE. 18
- Fig. 6. Escala de temperatura de la corteza terrestre. Fuente: monografías. La tierra 19
- Fig. 7. Esquemas del principio de suministro de energía geotérmica. Fuente Web: ingelco 20
- Fig. 8. Proceso de generación de biomasa. Fuente Web: ProBio 21
- Fig. 9. Principales centrales hidroeléctricas en España. Fuente Web: ghymas 23
- Fig. 10. Esquema de instalación solar de baja temperatura abierto o cerrado. Fuente Web: Slideshare 26
- Fig. 11. Colector parabólico de espejo. Fuente Web: 27
- Fig. 12. Sistema de receptor central. Fuente Web: hemorningstarg2 28

- Fig. 13. Sistema de receptor parabólico. Fuente Web: hemorningstarg2 28
- Fig. 14. Sistema fotovoltaico de conectado a red. Fuente Web: ujaen 30
- Fig. 15. Sistema fotovoltaico aislado. Fuente Web: autoconsumamos 30

Capítulo -Certificación Energética de Edificios Existentes. CE3X-

- Fig.1. Organigrama de componentes de la envolvente térmica. Fuente: IDAE. 62
- Fig. 2. Pantalla de Instalaciones para edificios de Gran Terciario. 63

Capítulo -Almudín de Valencia-

- Fig. 1. Ubicación del edificio “Almudín de Valencia”. Fuente: Ayuntamiento Valencia. 69
- Fig. 2. Esquema en Planta de la Evolución constructiva. Fuente Web: via-arquitectura 70
- Fig. 3. Alzado Calle Almudín. Fuente Web: via-arquitectura 70
- Fig. 4. Alzado Plaza San Luis Beltrán. Fuente Web: via-arquitectura 71
- Fig. 5. Sección longitudinal. Fuente Web: via-arquitectura 71
- Fig. 6. Sección transversal. Fuente Web: via-arquitectura 72
- Fig. 7. Fachada Este. Plaza San Luis Beltrán. 78
- Fig. 8. Fachada Sur. Calle Almudí. 78
- Fig. 9. Detalle arranque muro de mampostería. 80
- Fig. 10. Detalle zona de Ladrillo macizo. 80

- Fig. 11. Vista de encuentro en esquina de los arcos de medio punto de la nave central. 81
- Fig. 12. Vista de los arcos apuntados de la nave central. 82
- Fig. 13. Vista cenital de la cubierta de la nave central. 83
- Fig. 14. Vista del voladizo de cubierta de la nave lateral. 83

Capítulo -Análisis energético de un edificio patrimonial: “El Almudín de Valencia”-

- Fig. 1. Ubicación del edificio objeto de estudio sita en C/ Almudín. Fuente Web: Google maps. 87
- Fig. 2. Fachada Norte. Calle Estrecho del Almudín. 88
- Fig. 3. Fachada Sur. Calle del Almudín. 88
- Fig. 4. Fachada Este. Plaza de San Luis Beltrán. 89
- Fig. 5. Fachada Oeste. Calle del Salvador. 89
- Fig. 6. Sección Longitudinal. 90
- Fig. 7. Pantalla de introducción de Datos administrativos. 91
- Fig. 8. Pantalla de introducción de Datos generales. 94
- Fig. 9. Mapeado de las distintos tipos de fábricas que forman los cerramientos exteriores. 99
- Fig. 10. Pantalla de definición de la cubierta en contacto con el aire. 103
- Fig. 11. Pantalla del cuadro de patrón de sombras de fachadas. 109
- Fig. 12. Pantalla de selección de los puentes térmicos por defecto 111

- Fig. 13. Pantalla de introducción de los datos de las instalaciones. Equipos de calefacción y Refrigeración con rendimientos de 180%. 113
- Fig. 14. Pantalla de introducción de los datos de las instalaciones. Equipos de calefacción y Refrigeración con rendimientos de 250%. 114
- Fig. 15. Pantalla de introducción de los datos de las instalaciones. Equipos de calefacción y Refrigeración con rendimientos de 400%. 115
- Fig. 16. Pantalla de introducción de las instalaciones. Equipos de Iluminación. 117
- Fig. 17. Pantalla de resultados de la calificación energética con equipos de rendimiento de 180%. 118
- Fig. 18. Pantalla de resultados de la calificación energética con equipos de rendimiento de 250%. 119
- Fig. 19. Pantalla de resultados de la calificación energética con equipos de rendimiento de 400%. 120
- Fig. 20. Tejas Solares. Fuente Web: vidalúcida 123
- Fig. 21. Mapeado de la zona de Tejas Solares 123

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo -Análisis energético de un edificio patrimonial, “El Almudín de Valencia”-

- Tabla 1.1. Datos Generales. 92
- Tabla 1.2. Superficies de fábricas de muros en función de la fachada. 96
- Tabla 2.1 Cálculo de las transmitancias de los cerramientos exteriores. 100
- Tabla 2.2 Calculo de la transmitancia de las cubiertas. 102
- Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: CTE 95
- Tabla 2.4 Calculo de la transmitancia de la solera. 105
- Tabla 2.5 Calculo de la transmitancia de los huecos de ventanas. 107
- Tabla 2.6 Calculo de la transmitancia de los huecos de puertas. 108
- Tabla D.2.7 Zona Climática B3. Fuente: CTE 96

ANEXOS DE CÁLCULO

Tabla 2.1 Cálculo de las transmitancias de los cerramientos exteriores

FACHADAS	TAPIA VALENCIANA O REAL			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,70	0,61	1,15
	Resistencia aire interior			0,13
d=1411,9Kg/m ²		R = 1,32		U = 0,76

FACHADAS	TAPIA DE TIERRA CON ARGAMASA DE GRAVAS Y MAMPOSTERIA			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,70	0,56	1,25
	Resistencia aire interior			0,13
d=1470Kg/m ²		R = 1,42		U = 0,71

FACHADAS	FABRICA DE LADRILLO MACIZO			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,50	0,658	0,76
	Resistencia aire interior			0,13
d=850 Kg/m ²		R = 0,93		U = 1,07

FACHADAS	SILLARES DE PIEDRA CALIZA			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,70	1,50	0,46
	Resistencia aire interior			0,13
d=1345 Kg/m ²		R = 0,64		U = 1,57

FACHADAS	FACHADA LIGERA			
	COMPONENTES	ESPEJOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Tapia Valenciana	0,01	1,05	1,15
	Resistencia aire interior			0,13
d=75 Kg/m ²		R = 0,187		U = 5,6

Trabajo Fin de Grado Esteban Cuartero Casas

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

Tabla 2.2 Calculo de la transmitancia de las cubiertas

CUBIERTA NAVE CENTRAL			
COMPONENTES	ESPELOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Resistencia aire exterior			0,04
Teja árabe	0,03	0,42	0,071
Placa Tipo Onduline BT-235	0,0025	0,04	0,0625
Hormigón con arlita	0,008	0,32	0,25
Tablero cerámico de bardo	0,035	0,29	0,12
Correa de madera			0,68 ⁽¹⁾
Resistencia aire interior			0,10
d=180,75Kg/m ²	R = 1,32		U = 0,76

CUBIERTA NAVE LATERAL			
COMPONENTES	ESPELOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Resistencia aire exterior			0,04
Teja árabe	0,03	0,42	0,071
Placa Tipo Onduline BT-235	0,0025	0,04	0,0625
Hormigón con arlita	0,008	0,32	0,25
Tablero cerámico de bardo	0,035	0,29	0,12
Correa de madera			0,45 ⁽¹⁾
Resistencia aire interior			0,10
d=163,75Kg/m ²	R = 1,09		U = 0,91

⁽¹⁾Dato obtenido en función del espesor de la madera y porcentaje del volumen ocupado

Tabla 2.4 Calculo de la transmitancia de la solera

SOLERA	SUELO			
	COMPONENTES	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Baldosa de piedra 80x60x4cm	0,04	1,40	0,028
	Mortero de agarre	0,03	0,04	0,75
	Solera de hormigón	0,20	1,40	0,14
	Hormigón de limpieza	0,10	1,72	0,058
	Lámina impermeabilizante	0,001	0,03	0,33
	Zahorra atificial compactada	0,25	1,30	0,19
	Tabla 3 (interpolación) B' = 12	Ra = 0,00		
		Us = 0,44		

Tabla 2.5 Calculo de la transmitancia de los huecos de ventana

VENTANAS						
REF	m ² Hueco	m ² Vidrio	m ² Marco	FM	PARTE SEMITRANSARENTE	UH,v = 5,60
V1	3,67	2,86	0,81	0,22	Vidrio incoloro 4+4 mm	
V2	0,84	0,66	0,18	0,21	PARTE OPACA	UH,m = 5,70
V3	4,80	3,97	0,83	0,17	Carpintería metálica sin RPT	
P2	3,36	2,7	0,56	0,16	FM (mayor)	0,22
U = (1-FM)·UH,v + FM·UH,m					U = 5,62	
FACTOR SOLAR F = Fs [(1- FM) + g·+FM·0.04·UH,m·α]					F = 0,65	

Tabla 2.6 Calculo de la transmitancia de los huecos de puertas

PUERTAS	PUERTA DE MADERA MACIZA			
	COMPONENTES	ESPESOR (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
	Resistencia aire exterior			0,04
	Puerta de madera maciza	0,10	0,15	0,66
	Resistencia aire interior			0,13
	R = 0,84			U = 1,19