

---

# Passivhaus y Certificación Leed. Estudio de caso.

06 jul. 15

---

AUTOR:

**FRANCISCO MEDRANO GÓMEZ**

TUTOR ACADÉMICO:

ADRIÁN HERNANDEZ BALLESTEROS – Dpto.  
Construcciones Arquitectónicas



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

# ÍNDICE

Resumen .....	4
Abstract .....	5
Agradecimientos.....	6
Acrónimos utilizados .....	7
Capítulo 1. Introducción .....	8
1.1. Alcance.....	10
1.2. Objetivos.....	13
1.3. Metodología .....	14
Capítulo 2.Eficiencia energética en España .....	15
2.1. Marco normativo y políticas energéticas .....	20
2.2. Certificación de la eficiencia energética .....	23
2.2.1. Procedimientos de certificación .....	24
2.3. Calificación de eficiencia energética .....	39
2.4. Certificado de la eficiencia energética .....	42
2.4.1. Etiqueta de eficiencia energética .....	46
Capítulo 3.Passivhaus .....	47
3.1. Contexto histórico y conceptual.....	47
3.2. Desarrollo estándar Passivhaus .....	48
3.3. Principios Passivhaus.....	49
3.4. Criterios de para su certificación .....	53
3.6. Procedimiento de certificación.....	56

Capítulo 4.Certificación Leed.....	57
4.1. Contexto histórico y conceptual.....	57
4.2. Método de evaluación.....	58
4.3. Procedimiento de certificación.....	61
Capítulo 5.Caso Práctico .....	65
5.1. Análisis climatológico del emplazamiento .....	65
5.2. Procedimiento de análisis de la eficiencia energética.....	66
5.2.1. Principios básicos de ArchiCAD.....	68
5.2.2. Definición geométrica del edificio .....	70
5.2.3. Definición constructiva del edificio .....	74
5.2.4. Cálculo de la calificación del edificio .....	89
5.2.5. Cálculo de la demanda energética del edificio.....	104
5.3. Propuestas técnicas para la mejora de la calificación energética .....	110
5.4. Cálculo de la demanda y calificación implantadas las mejoras	118
5.5. Viabilidad de la rehabilitación energética .....	120
Capítulo 6.Conclusiones .....	125
Capítulo 7.Referencias Bibliográficas .....	126
7.1. Libros .....	126
7.2. Webs.....	126
7.3. Documentos y Normativas .....	127
Capítulo 8. Índice de Tablas.....	129

Índice de Figuras.....	129
Anexos .....	135

## Resumen

Es fundamental que las políticas energéticas en la construcción sean dirigidas hacia la obtención de una alta eficiencia energética, reduciendo la emisión de gases invernadero.

En la actualidad existen plataformas y organismos, los cuales han desarrollado estrategias y procedimientos con el fin de hacer construcciones más respetuosas con el medio ambiente.

El objetivo del este trabajo es conocer los distintos tipos de certificación y más importantes, que se han desarrollado en otros países y como se obtiene en España.

Para ello se ha realizado un estudio de las metodologías y programas a seguir en función del tipo de certificación a desarrollar, para posteriormente llevarla a cabo sobre un caso práctico.

Conocidas las herramientas, se decide realizar la certificación mediante la opción general establecida por el MINETUR. Esto se debe a dos cosas, las certificaciones Passivhaus y LEED exigen el pago de licencias para su desarrollo y a parte no tienen un carácter oficial.

Analizada la eficiencia energética sobre el caso práctico, por medio del cálculo de su calificación, se han propuesto unas medidas para su rehabilitación energética con el fin de mejorar su calificación y observar si se podría llegar a obtener el certificado Passivhaus.

**Palabras clave:** calificación, certificación, eficiencia energética, LEED, Passivhaus.

## Abstract

It is essential that energy policies in the construction are directed toward obtaining high energy efficiency, reducing greenhouse gas emissions.

At present there are platforms and organizations, which have developed strategies and procedures in order to make buildings more respectful to the environment.

The aim of this study was to determine the different types of certification and more important, which have been developed in other countries and as obtained in Spain.

For this we have made a study of methodologies and programs to follow based on the type of certification to develop, later to carry out on a case.

It known tools, decided to perform the certification by the general option set by MINETUR. This is due to two things, and LEED certification Passivhaus demanded payment of licenses for its development as part have no official character.

Analyzed energy efficiency on the case study, by calculating your score, have proposed measures for energy rehabilitation in order to improve your score and see if they could get the Passivhaus certificate.

**Keywords:** qualification, certification, energy efficiency, LEED, Passive House.

## Agradecimientos

Este Trabajo Final de Grado lo he podido llevar a cabo gracias a los conocimientos y recursos adquiridos en estos años de estudios universitarios en la ETSIE.

El TFG es también el resultado de las sugerencias, orientaciones, indicaciones y el apoyo de los tutores Adrián Hernández Ballesteros y Oscar Hugo Bustos Chocomeli.

Agradecer sin duda a mi familia el esfuerzo que han tenido que hacer, ya que sin su ayuda y apoyo no podría haber sido posible realizar este grado.

## Acrónimos utilizados

**ACS:** Agua Caliente Sanitaria.

**AEM:** Agencia Europea de Medio Ambiente.

**BIM:** Building Information Modeling.

**CEE:** Certificado de Eficiencia Energética.

**CTE:** Código Técnico de la Edificación.

**DB-HE:** Documento Básico de ahorro de energía.

**DEE:** Directiva de eficiencia energética.

**DF:** Dirección Facultativa.

**GBCE:** Green Building Council España.

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

**LEED-AP:** Asesor Leed.

**LOE:** Ley de Ordenación de la Edificación.

**MINETUR:** Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

**RITE:** Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

**PEP:** Plataforma de Edificación Passivhaus.

**PH:** Passivhaus.

**UE:** Unión Europea.

**USGBC:** Green Building Council Estados Unidos.

# Capítulo 1. Introducción

Desde el comienzo de la evolución del hombre, se ha tenido una necesidad vital de consumir energías obtenidas de fuentes de energía como son el viento, el agua y el sol. Durante estos primeros pasos el consumo que se hacía se derivaba de explotar los recursos naturales de forma sostenible.

En el siglo XVII correspondiente a la época preindustrial la mayor parte de la energía provenía de la madera o estiércol y de los desechos agrícolas, como combustibles para el fuego. El agua, el viento y la tracción animal o humana, se utilizaban para el accionamiento de molinos, los cuales tenían diversas finalidades, entre ellas por ejemplo la molienda de grano. Pero fue con la revolución industrial en el siglo XVIII, cuando se empezó a usar energía proveniente de combustibles fósiles, en su mayor parte del carbón.

Hasta llegar al siglo XIX la mayoría del gasto de energía provenía de energías renovables. Pero a mediados y finales de dicha época, al producirse una segunda revolución industrial, se comenzó a utilizar además como fuentes de energía el gas y el petróleo, para satisfacer las necesidades energéticas.



*Ilustración 1. Evolución del uso de la energía. Fuente: [www.blogdelaenergia.com](http://www.blogdelaenergia.com).*

En los últimos siglos la humanidad ha desarrollado un progreso creciente e incontrolado de la obtención de energía, esto es debido a que consumimos grandes niveles de energía para satisfacer nuestro bienestar.

Estamos en un punto en el que los recursos naturales consumidos para obtener las energías que garantizan las condiciones básicas en cuanto a habitabilidad y confort, de nuestras construcciones, no son sustentables debido a la explotación masiva que se ha realizado de ellos durante años.

La continua disminución de las fuentes de recursos, su impacto en el medio ambiente y el aumento de los costes en el consumo de energía, nos ha llevado forzosamente a replantearnos como conseguir que las construcciones funcionen de una manera sostenible.

## 1.1. Alcance

El Protocolo de Kyoto fue aprobado en 1997 para favorecer al cambio climático en la Convención Marco de las Naciones Unidas. En él se negociaron las medidas para que en los países industrializados se redujese la emisión de gases invernadero.

Con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se negoció un protocolo que constase de las medidas para la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero en los países industrializados, fue denominado Protocolo de Kyoto y se aprobó en 1997.

En la UE se ratificó mediante la Decisión 2002/358/CE y entro en vigor en 2005. A los países miembros se les fue asignado unos niveles de emisiones a través de la Decisión 2006/944/CE.

El protocolo en sus orígenes pretendía que las emisiones se redujeran una media de 5% con respecto a los niveles de 1990. La UE contrajo la responsabilidad de reducirlas un 8% en el primer período 2008-2012, adquiriendo independientemente el éxito a cada País Miembro.

Cinco de los países no consiguieron cumplir sus expectativas, incumpliendo así los objetivos individuales marcados. España estaba incluida, adquirió un compromiso de no sobrepasar un 15%, pero lo sobrepaso hasta un 23,7%.

En los siguientes gráficos se recogen los resultados obtenidos en el primer periodo en la UE:

**Emisiones de co2**



Ilustración 2. Emisiones Países UE, 2014. Fuente: www.elpais.com. Datos: AEM.

Con la Cumbre del clima en Durban, se emitieron propuestas con el deseo de renovar y dar continuidad al Protocolo de Kyoto, estableciendo así el segundo periodo 2013-2020. Los países de la UE se comprometieron a seguir trabajando con el fin de conseguir reducir las emisiones, el consumo y aumentar el uso de energías procedentes de fuentes renovables en un 20%.

Resulta chocante que las políticas de eficiencia energética no hayan sido una cuestión prioritaria en España. Ya que a lo largo de la historia se ha caracterizado, por tener una pequeña producción interior de energía primaria. Los escasos recursos autóctonos nos han llevado a poseer una gran dependencia energética del exterior, el 76% de la energía que consumimos la importamos.

En el siguiente gráfico se puede apreciar los porcentajes de consumo que realizamos de cada recurso para obtener energía.

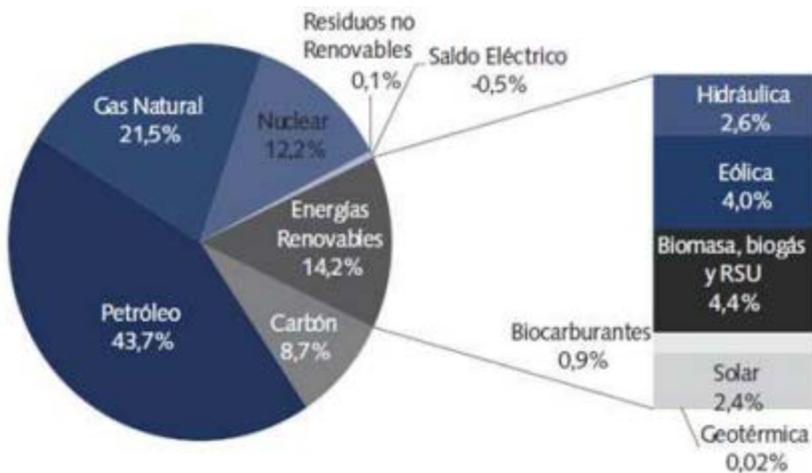


Ilustración 3. Porcentajes de Consumos Energéticos de los Recursos. Fuente: MINETUR.

Las DEE han servido para fomentar la eficiencia energética en la renovación de los edificios, siguiendo una estrategia con unos objetivos definidos.

Es debido a todos los datos citados anteriormente, que tenemos que realizar un esfuerzo para fomentar que nuestra tendencia actual sea seguir apostando por la eficiencia energética en la edificación, tanto en obra nueva como en rehabilitación y enfocar las futuras edificaciones hacia la bioconstrucción o construcción sostenible. Tenemos el compromiso de aplicar estos sistemas porque aparte de ayudar a la economía del país, son respetuosos con el medio ambiente, ayudando a crear un desarrollo respetuoso con el planeta y evitando alimentar el cambio climático.

## 1.2. Objetivos

La principal finalidad del trabajo consiste en hablar sobre la certificación energética en España.

Para conseguir este objetivo el proyecto trata de analizar la eficiencia energética en nuestro país y como se ha desarrollado la normativa y las políticas energéticas hasta la actualidad, atendiendo a las relativas al sector de la edificación.

Estudiaremos cómo se ha desarrollado la eficiencia energética, cuales son los reglamentos, procedimientos y herramientas para realizar la certificación de los edificios en España y los relativos a Passivhaus y Certificación Leed.

Por otra parte, la práctica consistirá en estudiar las aptitudes energéticas de un edificio existente:

- Calculando su calificación y sus demandas energéticas.
- Proponiendo unas medidas de mejora para la rehabilitación del edificio, con el fin de conseguir una calificación más eficiente en términos de consumos de energía.

Seguiremos los criterios establecidos en los conceptos citados anteriormente, ya que se han usado en otros países en los que han tenido un gran resultado, consiguiendo realizar unos edificios con consumos mínimos de energía para obtener unas condiciones óptimas de habitabilidad y confort.

- Por otra parte trataremos de estudiar la viabilidad económica y energética.

### 1.3. Metodología

Una vez realizado estudio teórico de cómo se lleva a cabo los distintos tipos de certificación energética, se ha seleccionado el procedimiento de certificación a desarrollar, en función de la posibilidad de su realización.

Debido a la imposibilidad de realizar con herramientas oficiales los procedimientos de certificación Passivhaus y Leed, he optado por estudiar mediante los procedimientos reconocidos en España.

Analizados dichos procedimientos y otras herramientas informáticas las cuales pueden optimizar el desarrollo de la certificación, se han establecido los siguientes pasos a seguir:

- Definición geométrica de edificio en ArchiCAD.
- Exportación de dicha geometría al programa LIDER.
- Definición constructiva del edificio, para su posterior calificación con el programa CALENER VYP.
- Verificación del cumplimiento de la demanda energética mediante la Herramienta Unificada LIDER-CALENER.
- Proposición de unas medidas de mejora para la rehabilitación del edificio, con el fin de conseguir una calificación para estudiar su viabilidad económica y energética.

## Capítulo 2. Eficiencia energética en España

Los organismos cuyo objetivo es tratar de fomentar en los edificios la eficiencia energética, lo han hecho con lentitud y desequilibrio en los países de la UE. Mediante la publicación de la DE 2002/91/CE relativa al rendimiento energético de los edificios, los distintos países han ido desarrollándola independiente.

Debido a los resultados dispares que ha tenido en su aplicación, se han ido realizando nuevas publicaciones para mejorarla, como la Directiva 2010/31/CE, que introdujo una metodología de cálculo con unos requisitos mínimos en cuanto a eficiencia para conseguir una rentabilidad óptima y un consumo casi nulo de los edificios.

Por otro lado, desarrolla el CEE e implanta unos controles para calderas y aire acondicionado. Su finalidad era obtener a partir de 2020 edificaciones de nueva planta y 2018 en caso de edificios públicos, un consumo energético prácticamente nulo en todos los estados miembros. Asumiendo así el objetivo comunitario 20-20-20 y con un afán de cumplir el Protocolo de Kyoto.

Con vistas de que no se iba a cumplir el objetivo, fue publicada la DE 2012/27/UE, derogando la 2004/8/CE y 2006/32/CE, modificando la 2009/125/CE y la 2010/30/UE, y complementando la 2010/31/UE.

La conservación y la eficiencia energética en muchos sectores son posibles con muy bajo coste, en nuestro país es clave para ahorrar

energía el sector de la construcción, proporcionando beneficios en los ocupantes y propietarios, tanto económicos como productivos.

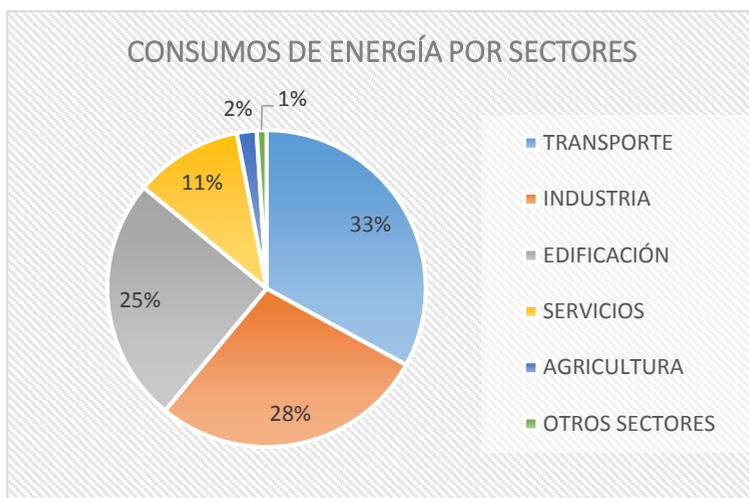
Existen distintos tipos de sistemas para la evaluación de la eficiencia energética, por ello se han desarrollado distintas certificaciones:

- **Energéticas:** pretenden evaluar la sostenibilidad de un edificio, centrándose en obtener resultados determinados relacionados con varios indicadores, cuantificando muy claramente sus requerimientos y estableciendo niveles de evaluación a través del alcance definido en unos objetivos parciales sobre los diferentes aspectos considerados.

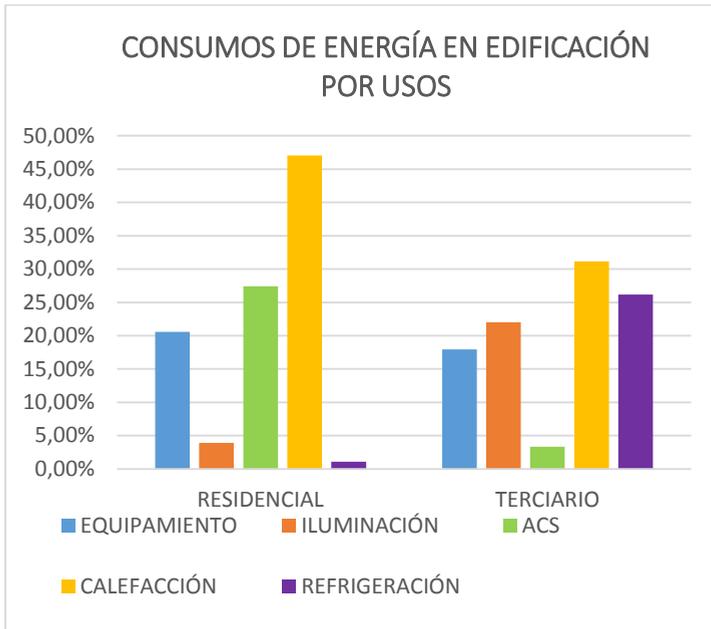
En definitiva se trata de un sistema de exigencias prestacionales, el cual se puede asemejar al definido por el CTE o a la certificación Passivhaus, en este último no se entra en un sistema de calificación pero si se exigen unos requisitos mínimos en cuanto al consumo de energía de las instalaciones, estableciendo unos estándares de edificaciones sostenibles.

- **Ambiental:** se trata de sistemas en los que se evalúa la sostenibilidad desde el punto de vista energético, social y medioambiental.  
Este tipo de certificación puede asemejarse a la desarrollada por LEED, el cual establece un sistema de puntuación en función a unas áreas de estudio y que se fundamenta en el cálculo de la reducción de impactos del edificio en el medio ambiente.

El IDAE es el organismo encargado de realizar los planes de eficiencia energética y contiene las campañas y políticas en esta materia en España. Según datos obtenidos en estudios realizados por este, se puede apreciar que una gran parte del consumo energético en nuestro país es debido a la edificación, más concretamente en el uso residencial. También podemos apreciar que dentro de los edificios de uso residencial y terciario, la mayor demanda energética se realiza en calefacción.



*Ilustración 4. Consumos Energéticos por Sectores. Fuente: MINETUR (elaboración propia).*



*Ilustración 5. Consumos en edificación por Usos. Fuente: MINETUR (elaboración propia).*

El RD 235/2013, define la eficiencia energética como el consumo de energía, que es necesario para satisfacer con condiciones normales de funcionamiento y ocupación, la demanda energética del edificio. Se tendrá en cuenta la energía estimada en climatización, producción de ACS, ventilación e iluminación, este último solo en edificaciones no residenciales. Se expresara mediante indicadores energéticos, índices o una escala de calificación.

El CTE en su DB HE, establece los parámetros o exigencias mínimas que se deben cumplir en España, relativos a energías renovables y eficiencia energética en los edificios de nueva construcción y existentes.

Consta de las siguientes partes según la última actualización:

- HE 0: Limitación de consumo energético
- HE 1: Limitación de demanda energética
- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Con el fin de entender la diferencia entre el consumo y la demanda energética de los edificios, debemos dar a conocer los siguientes conceptos, definido según el documento anterior: y el consumo energético de los edificios, debemos dar a conocer los siguientes conceptos, definidos según el documento anterior:

**Energía primaria:** se trata de la energía que no sufre procesos de transformación o conversión previos al suministro del edificio. Se engloba en ella toda la energía proveniente de combustibles y otras fuentes que se necesita para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio.  
 $E_p = E_{\text{final}} + \text{Pérdidas por procesos sufridos y transporte}$

**Energía final:** se trata de la energía que se usa directamente en forma de electricidad, combustibles y carburantes en los puntos de consumo.

**Demanda energética:** se trata de la energía encargada de mantener unas condiciones reglamentadas en el interior del edificio, es suministrada mediante sistemas técnicos.

**Consumo energético:** se trata de la energía requerida para satisfacer la demanda energética de las instalaciones del edificio (calefacción, refrigeración, ACS e iluminación) teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados.

## 2.1. Marco normativo y políticas energéticas

Sobre 2006 en España, con la publicación de alguna normativa, ya se empezó a convenir los detalles para dar continuidad a la finalidad del Protocolo de Kyoto más allá de la conclusión del primer período.

Las directivas establecidas, en España se han ido desarrollando a través de los siguientes documentos:

### HISTÓRICO DE NORMATIVA ESPAÑOLA RELATIVA A LA EDIFICACIÓN

- **NBE 1977**, Normas Básicas de la Edificación. Su aplicación era obligatoria para los agentes del sector, para completar su marco regulatorio se añadieron las NTE. Estas se utilizaron como desarrollo operativo de las NBE, ya que no tenían carácter obligatorio.
- **NBE CT-79**, establece Normas Básicas en Edificación en cuanto a Condiciones Térmicas. Esta fue posteriormente derogada por el CTE.

- **RITE**, Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, fue introducido con el RD 1751/1998 y derogado posteriormente por el RD 1027/2007 que aprueba su revisión, siendo incluido finalmente en el CTE en el DB-HE2.
- **LOE** de 38/1999, su principal objetivo fue actualizar la reglamentación que había quedado obsoleta en el sector de la edificación, estableciendo unos criterios mínimos de seguridad, funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

#### NORMATIVA DE LOS EDIFICIOS EN CUANTO A EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **CTE**, aprobado con el RD 314/2006. El cual supuso un intento de unificar las normativas sobre la edificación como consecuencia de la aplicación de la LOE. Entra en vigor en 2008 y según el IDEA puede obtener un ahorro energético 30 al 40%, con una disminución entre el 40 y el 55% en las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- **CEE**, con el RD 47/2007 se estableció el procedimiento de certificación de la eficiencia energética en los edificios de nueva construcción. Transpuso parcialmente la metodología de cálculo determinada en la DE 2002/91/CE y su posterior modificación, la DE 2010/31/UE relativa a los edificios existentes. Con esta última se refundió el RD 235/2013, complementando al anterior y estableciendo que todos los edificios de nueva, incluidos los existentes, deben disponer de un CEE, ya que serían exigibles para en contratos arrendamiento o compraventa que fuesen realizados desde el 1 de junio de 2013.

Los Reales Decretos antes citados determinan la obligatoriedad de poner un CEE a disposición de posibles usuarios de los de edificios. Para su conocimiento de la calificación energética, para poder compararla y evaluarla, favoreciendo así la inversión en ahorro energético y las promociones con un alto grado de eficiencia.

Tras la última publicación a nivel europeo en cuanto a eficiencia energética fue la Directiva 2012/27/UE, dicha complementación a la anterior, consistió en la obligación de disminuir el consumo energético y servir de referente a la función ejemplarizante en los edificios que sean usados por organismos públicos, reduciendo drásticamente su consumo. Pretende asegurar un incremento del 20% de ahorro en energía primaria en los edificios, estableciendo unos criterios comunes. Pero aún no ha sido refundida por ningún RD, pero si se ha transpuesto a través de Inventarios Energéticos de Edificios de la Administración General del Estado.

## POLÍTICAS RELACIONADAS CON LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Plan Estatal de 2009-2012 en cuanto a Vivienda y Rehabilitación.
- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética de 2005-2007, el cual se renovó con el 2011-2020 y el Plan de Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012. Mediante los cuales se determina la estrategia española en materia de eficiencia energética.
- Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020.

## 2.2. Certificación de la eficiencia energética

La **Certificación**, es el proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación energética obtenida, lo que da lugar a la obtención del certificado energético.

Para la verificación del CTE-DB-HE, el MINETUR, por medio del IDAE, con el objetivo de posibilitar la realización de la certificación, ha desarrollado unas herramientas informáticas, que establecen unos modelos metodológicos de cálculo a partir de la demanda energética de los edificios.

Dichas herramientas desarrollan el cumplimiento normativo y están inscritos en el registro general, actuando como documentos reconocidos, con ellas se realiza la calificación energética, necesaria para obtener el CE de edificios, son:

		Procedimientos de certificación	
		Opción General	Opción Simplificada
<b>Edificios de Nueva Planta</b>	Viviendas	CALENER VyP	CE2 CERMA CES
	Otros Usos	CALENER VyP CALENER GT	
<b>Edificios Existentes</b>	Viviendas	CALENER VyP	CE3 CE3X CERMA
	Otros Usos	CALENER VyP CALENER GT	CE3 CE3X

*Tabla 1. Procedimientos de certificación en España. Fuente: MINETUR.*

### 2.2.1. Procedimientos de certificación

Para valorar la eficiencia energética se han establecido unos procedimientos, los cuales siguen una metodología de cálculo que debe considerar y valorar:

- Las características térmicas del edificio.
- Las instalaciones.
- Las condiciones ambientales interiores. Teniendo en cuenta la radiación solar, la refrigeración, la producción de electricidad mediante cogeneración y la iluminación natural.

#### Opción General

Hay que hacer una distinción en cuanto a los edificios nuevos y existentes, mientras que en los primeros hay que verificar la limitación de la demanda, en los segundos no, ya que se haría muy difícil llegar a cumplir los requisitos.

En ambas situaciones este procedimiento se desarrolla con la herramienta unificada LIDER-CALENER, la cual nace de la actualización del DB-HE del año 2013, para cumplir con la nuevas exigencias establecidas en él y derogando las versiones de la herramienta conocida como LIDER.

Esta herramienta informática se utiliza para verificar la exigencias de la sección HE 0 y HE 1, pero no se puede utilizar para llevar a cabo la certificación energética. Lo que supone un problema, ya que cuando modelizas el edificio en ella, debes calcular la calificación en CALENER.

CALENER es de carácter prestacional y se desarrolla mediante una metodología que trata de evaluar la eficiencia energética a través del cálculo del consumo energético de un edificio, para la posterior emisión de su calificación energética. Para ello verificar que cumple con los requisitos impuestos en los sistemas de cálculo definidos la normativa vigente. También sirve para la introducción de datos para la elaboración de algunos de los documentos necesarios para elaborar la CEE.

Está diseñado para la definición de las características constructivas y de las ACS, climatización e iluminación (no en residenciales). Con estos los datos introducidos se realiza una simulación del funcionamiento energético en cuanto al consumo y a las emisiones producidas.

Edificios que tiene prestaciones adicionales a los mínimos considerados por el CTE, es obligatorio en edificios terciarios y opcionales en edificios de viviendas. Puede utilizarse en edificios residenciales en los que se pretenda obtener una calificación superior a D. Se puede obtener cualquier letra de la escala.

El programa tiene dos opciones:

1. Calener VvP: se utiliza para el cálculo en el caso de viviendas y edificios terciarios pequeños. Está basado en LIDER, por lo que es compatible con él y con la herramienta LIDER-CALENER. No considera los horarios de uso de ocupación, ni de instalaciones. Incluso solo permite introducir instalaciones sencillas:
  - Calefacción por radiadores o suelo radiante, eléctrica por efecto “Joule” y BdC.
  - Refrigeración por BdC o aire acondicionado.
  - ASC por medio de calderas convencionales, eléctricas o con aprovechamiento de BdC.

2. Calener GT: se utiliza para el cálculo de grandes edificios del sector terciario, considerándose aquellos que tengan una potencia instalada total superior a 70 kW. Permitiendo cualquier tipo de instalación convencional.

Para el desarrollo del procedimiento, debemos introducir las características del edificio, la metodología consiste en una comparación del edificio que estudiamos, llamado objeto, con otro denominado de referencia. El edificio de referencia se caracteriza por:

- Tener la misma superficie y geometría que el edificio modelo.
- Tener la misma afección de sombras.
- Cumplir sus componentes de la envolvente, los valores límite exigibles en esta sección del DB HE.
- Tener las mismas condiciones climáticas de la zona en donde se emplaza el edificio objeto.

La validación del edificio objeto se producirá cuando comprobemos, que el consumo energético previsto es menor en el edificio proyectado que en el de referencia.

Debido a que los archivos generados por la nueva Herramienta Unificada no son compatibles con los programas LIDER y CALENER, el procedimiento a seguir cuenta con los siguientes puntos:

1. Modelización mediante LIDER.
2. Abrir el archivo generado en LIDER con la Herramienta unificada.
3. Recalculamos los puentes térmicos.
4. Cálculo de la limitación de la demanda energética, con las condiciones del edificio objeto.
5. Introducimos las instalaciones.
6. Cálculo de la limitación del consumo energético.
7. Generación del informe.
8. Simulación de los sistemas de acondicionamiento del edificio objeto en CALENER.
9. Obtención de la calificación.
10. Informe con los resultados por pantalla.

Este procedimiento tiene otra alternativa, la cual consiste en introducir primero las instalaciones en CALENER para realizar la calificación energética del edificio y posteriormente abrir el archivo en la herramienta unificada para justificar el HE-1 y HE-0.

En el caso de edificios residenciales la metodología a seguir es mediante una referencia fija. Por otro lado los edificios pequeños y medianos, como los gran terciario su metodología a seguir es autoreferente.

En ambos casos se muestran los resultados por medio de la escala de calificación oficial, la diferencia radica en que cuando analizamos edificios de viviendas, nos da los indicadores tanto del edificio objeto como el de referencia y cuando son terciarios los resultados que nos muestra son solo los del edificio objeto.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
<6,3 A		
6,3-11,0 B		
11,0-17,9 C	15,6 C	12,1 C
17,9-28,1 D		
>28,1 E		
F		
G		
Demanda calefacción kWh/m²	B 11,5	C 15,7
Demanda refrigeración kWh/m²	B 18,9	B 20,8
Emissiones CO2 calefacción kgCO2/m²	C 7,2	C 5,0
Emissiones CO2 refrigeración kgCO2/m²	C 6,7	B 5,2
Emissiones CO2 ACS kgCO2/m²	C 1,7	D 1,9

Ilustración 6. Escala de Resultados en Edificios Residenciales.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto
A	
B	51,1 B
C	
D	
E	
F	
G	
Demanda calefacción kWh/m²	B 5,5
Demanda refrigeración kWh/m²	D 70,1
Emissiones CO2 calefacción kgCO2/m²	D 6,5
Emissiones CO2 refrigeración kgCO2/m²	D 20,7
Emissiones CO2 ACS kgCO2/m²	B 0,9
Emissiones CO2 Iluminación kgCO2/m²	B 23,0

Ilustración 7. Escala de Resultados en Edificios Terciarios.

### Opción Simplificada

Nace de la necesidad de simplificar los procedimientos y tiene carácter prescriptivo, su objetivo es proporcionar una calificación de manera más rápida.

La calificación para edificios de nueva construcción se puede realizar mediante los programas:

- **CE2 y CES**, métodos de Calificación energética simplificada (CE2).
- **CERMA**, método abreviado para la Calificación energética en el caso de residencial (CERMA).

Pero previamente se ha debido verificar el cumplimiento de demanda. Se basa en comprobar una serie de prescripciones mediante unas soluciones técnicas. Estas son limitadas ya que solo se cuenta con las zonas climáticas establecidas en las tablas del CTE DB-HE1, aportando para cada una de ellas unos valores, los cuales definen las características energéticas de la envolvente y las instalaciones del edificio.

Nos permite asignar una calificación de forma directa, ya que cuando el edificio objeto cumpla con alguna de las combinaciones dadas en las tablas, se permite asignar una clase D. Cuando no se cumpla alguno de los parámetros de una solución se asignará una clase E. Además cuando los valores superen a los establecidos se podrá asignar una clase C o B.

Para llevar a cabo la calificación en edificios existentes la limitación de la demanda no debemos de tenerla en cuenta, pudiendo aplicando de manera directa los programas CE3 y CE3X. Con ellos se obtiene una calificación mediante la introducción de datos generales, en cuanto a la envolvente y las instalaciones del edificio. Se puede analizar edificios con cualquier uso y pueden asignar cualquier letra de la escala de calificación.

En la siguiente tabla se ha realizado una comparación entre alguna de las características de los dos programas:

	CE3	CE3X
Manejo de la aplicación	En ambas opciones es relativamente sencillo	
Módulo de mejoras Para ahorro de energía	Personalizables, puede ser más tedioso (Guía de recomendaciones)	No personalizable, por lo que es muy sencillo (Manual de medidas de mejora)
El cálculo	Es mucho más lento	Más rápido
El informe generado	Funciona peor	Funciona mejor
Módulo de análisis económico	No tiene	Tiene
Módulo de definición operacional	Solo para Gran Terciario, permite definir con precisión el uso del edificio	No tiene
Módulo de sombras	Ambas aplicaciones cuentan con él, pero es complejo de usar	

*Tabla 2. Comparación entre CE3 y CE3X.*

En CE3:

- La definición geométrica se puede realizar:
  - Por definición tipológica.

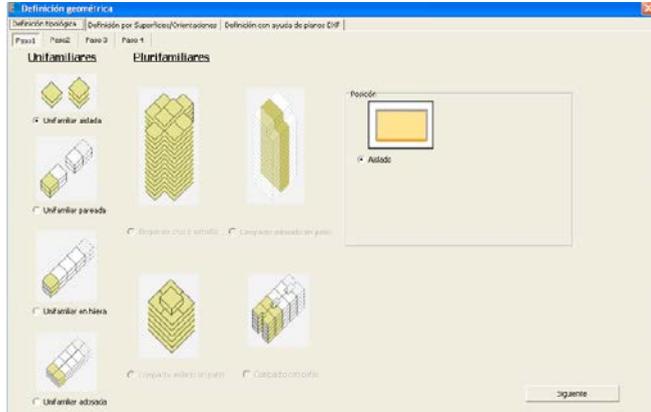


Ilustración 8. Definición geométrica tipológica en CE3.

- Por superficies y orientaciones.

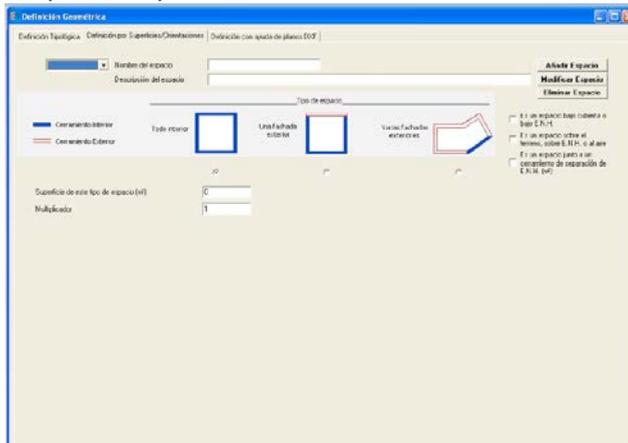


Ilustración 9. Definición geométrica por superficies y orientaciones en CE3.

- Con ayuda de planos en .DXF o importación de LIDER/CALENER.

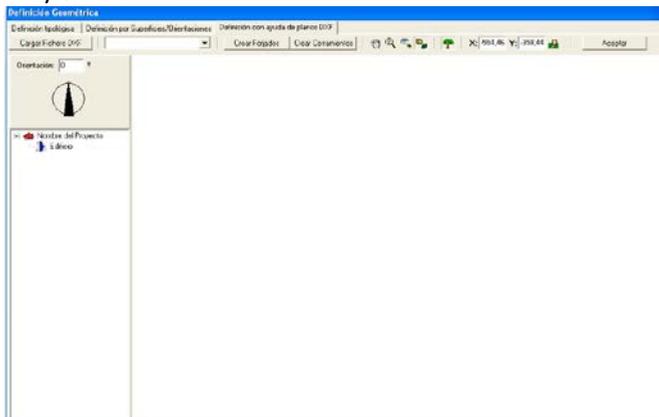


Ilustración 10. Definición geométrica con ayuda de DXF o importación en CE3.

- La definición constructiva:
  - Por tipología y antigüedad.

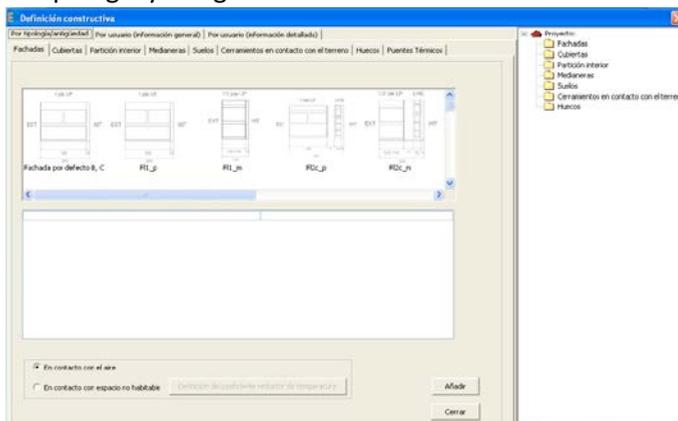


Ilustración 11. Definición constructiva por tipología y antigüedad en CE3.

- Definida por el usuario, mediante información general.

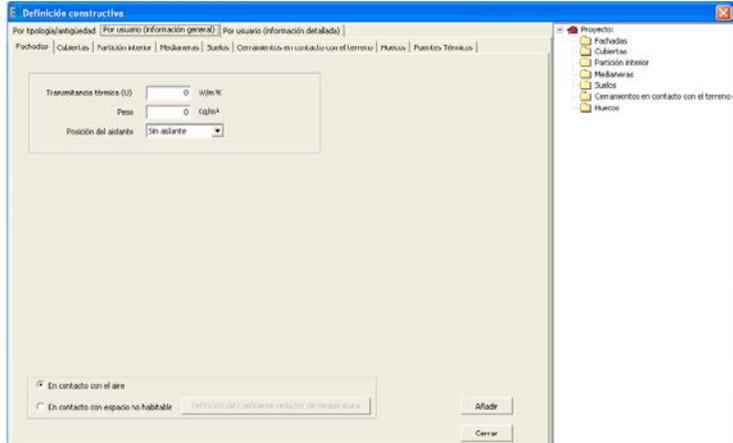


Ilustración 12. Definición constructiva mediante información general en CE3.

- Definida por el usuario, mediante información detallada.

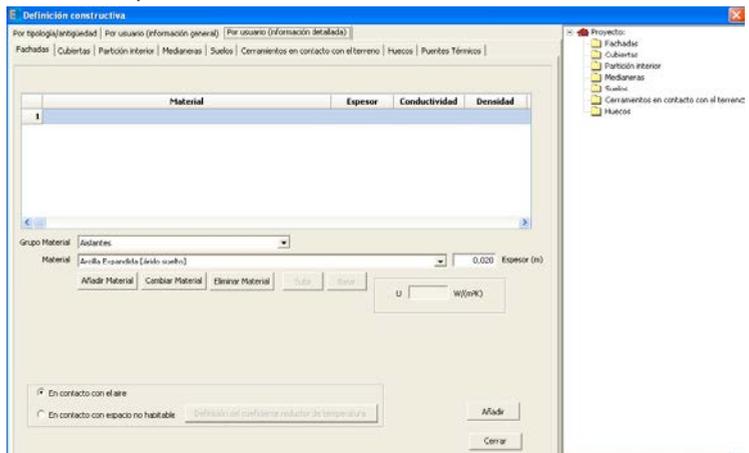


Ilustración 13. Definición constructiva mediante información detallada en CE3.

- La definición de los sistemas de pende del uso:
  - Viviendas.

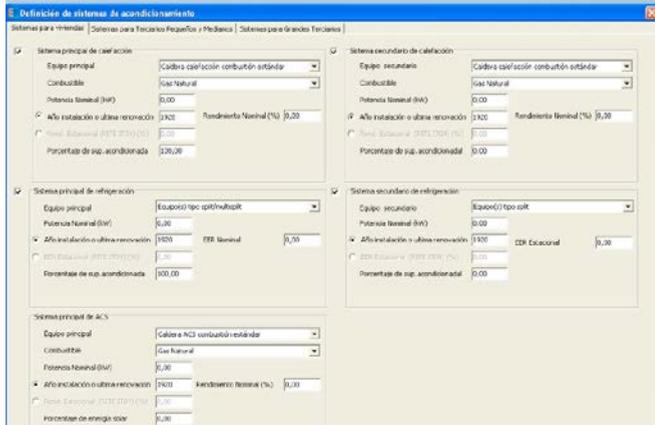


Ilustración 14. Definición sistemas de acondicionamiento para viviendas en CE3.

- Pequeño y mediano terciario.

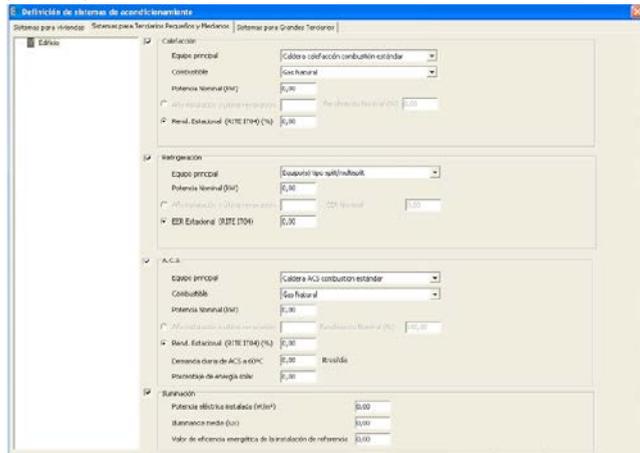


Ilustración 15. Definición de sistemas de acondicionamiento para VYP en CE.

- Gran terciario.

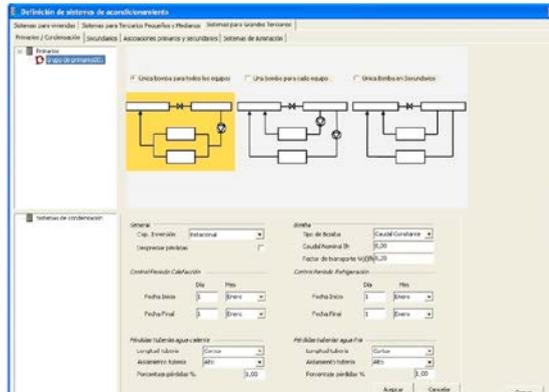


Ilustración 16. Definición de sistemas de acondicionamiento para GT en CE3.

En el **CE3X**, el procedimiento es el siguiente:

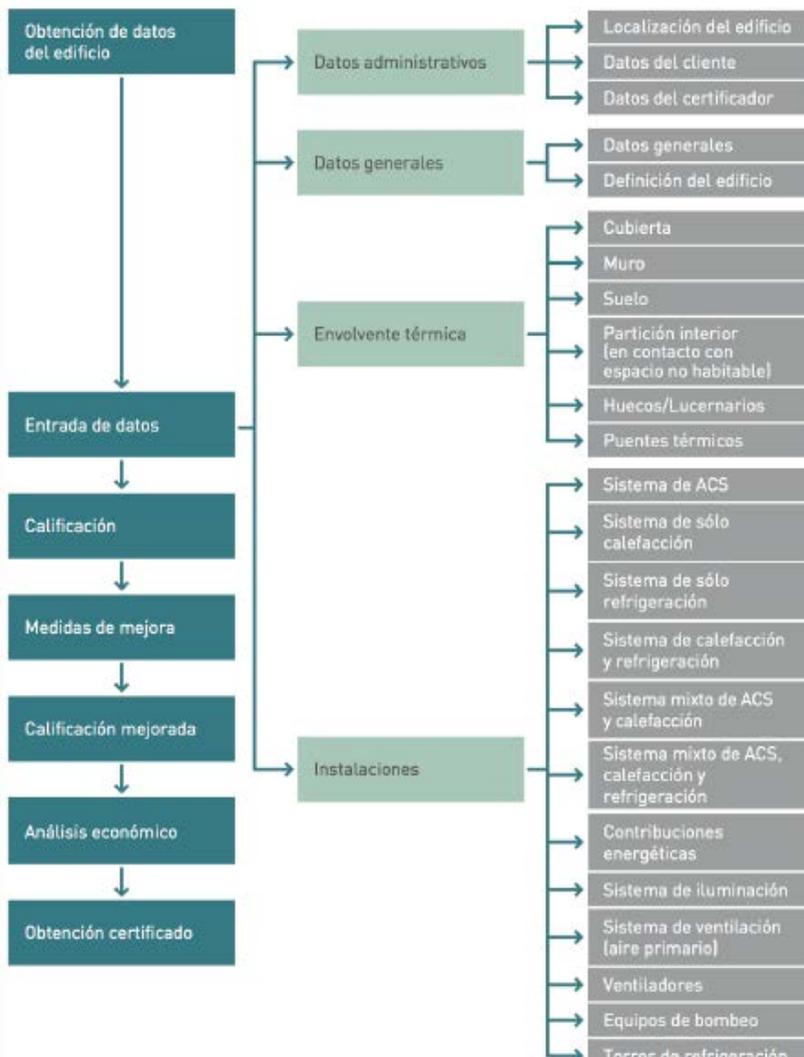


Ilustración 17. Procedimiento de certificación en CE3X.

El procedimiento cuenta con los siguientes pasos:

- Selección de la tipología edificatoria:



Ilustración 18. Selección tipo edificatorio en CE3X.

- Introducción de los datos administrativos:

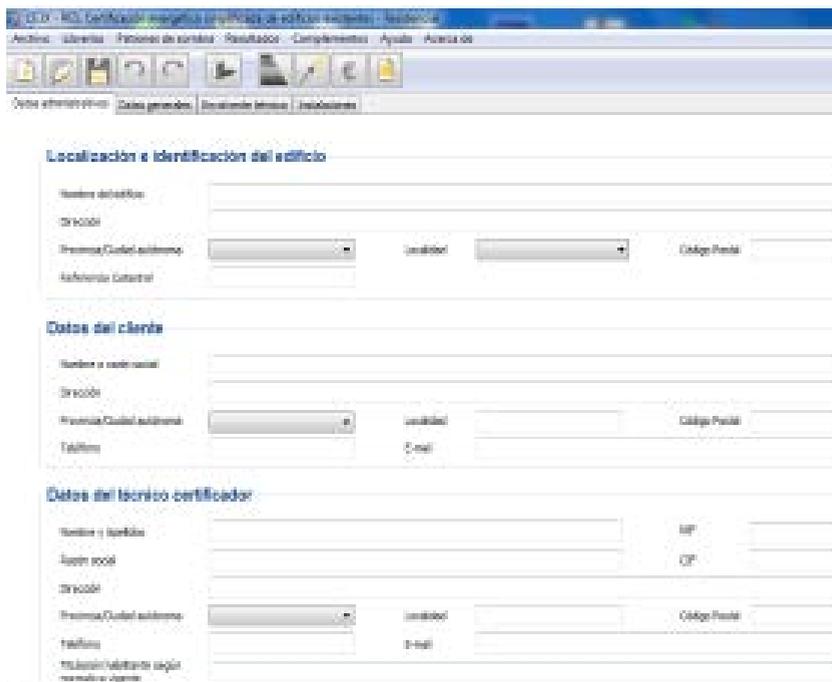


Ilustración 19. Introducción datos administrativos en CE3X.

- Introducción datos generales:

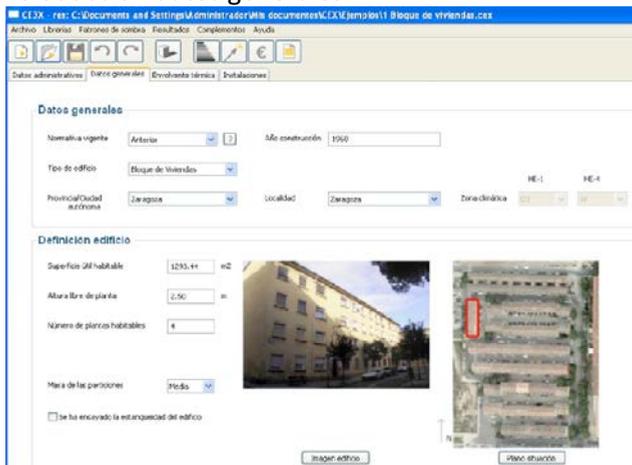


Ilustración 20. Introducción datos generales en CE3X.

- Definición de la envolvente térmica:

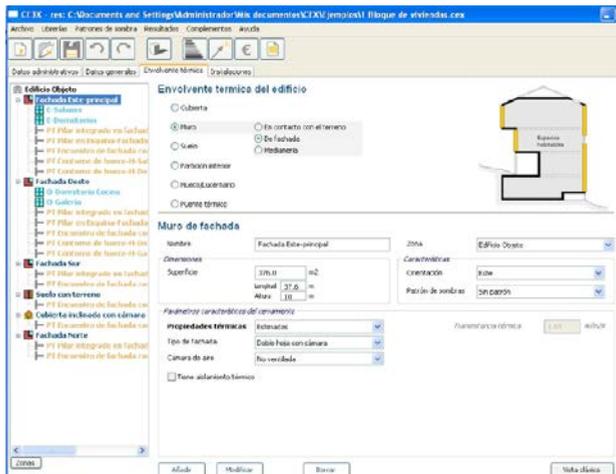
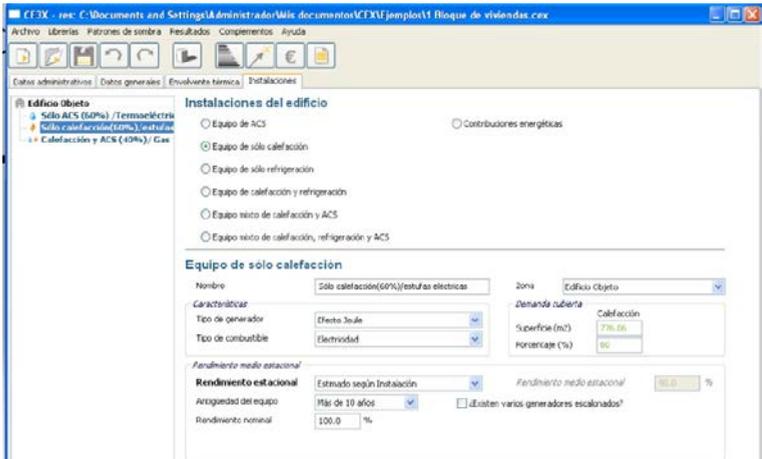


Ilustración 21. Definición de la envolvente en CE3X.

- Definición de las instalaciones:



*Ilustración 22. Definición de las instalaciones en CE3X.*

### 2.3. Calificación de eficiencia energética

La **Calificación** es una medida que trata de evaluar en un edificio o parte de él, su nivel de eficiencia energética, se obtienen mediante un método de cálculo determinado en los documentos reconocidos.

La calificación energética es, entre otros, el resultado del proceso de certificación. Se expresa a través de varios indicadores que proporcionan información de los edificios sobre su comportamiento energético. La metodología se basa en unos sistemas de cálculo, los cuales tratan de medir la cantidad de energía consumida por un edificio para solventar su demanda anual.

Los sistemas de cálculo deben considerar:

- Orientación y emplazamiento.
- Características climáticas y ambientales, en el exterior e interior.
- Características de la envolvente.
- Protecciones solares y sistemas solares pasivos.
- Instalaciones calefacción y refrigeración.
- Sistemas basados en fuentes de energía renovables.
- Instalación de iluminación.
- Iluminación natural.
- Ventilación natural y mecánica.

El consumo se define por medio de los indicadores energéticos de acuerdo con el RD 231/2013, el principal indicador se expresa en  $\text{kg}/\text{m}^2$  año y es el relativo a las emisiones de  $\text{CO}_2$ , ya que en función de su valor se obtendrá un grado de eficiencia.

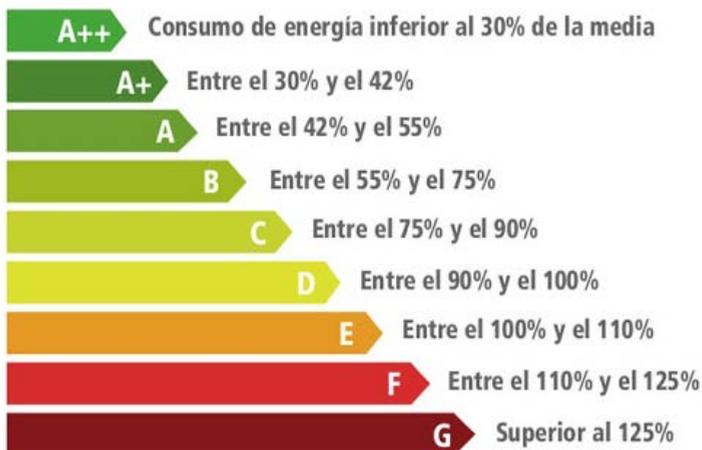
Los demás son complementarios, son expresados en  $\text{KWh}/\text{m}^2$  y se enlistan por orden de prioridad:

- Energía primaria no renovable
- Energía primaria total
- % de energía primaria procedente de fuentes renovables respecto a la energía primaria total.
- Energía primaria procedente de fuentes renovables
- Energía primaria desagregada por usos de calefacción, refrigeración, producción de ACS e iluminación.
- Demanda energética de calefacción
- Demanda energética de refrigeración

- Emisiones de CO<sub>2</sub> desagregadas por usos de calefacción, refrigeración, producción de ACS e iluminación.

Estos se expresan a través de una escala de calificación energética indicada mediante letras, que va desde la letra G (menos eficiente) a la letra A (más eficiente), en la que cada una corresponde a una clase de eficiencia energética, indicando el comportamiento energético. Se basa en el resultado de dividir las emisiones entre el consumo de energía primaria del edificio estudiado, comparándolo con otro edificio de características similares, que cumple con los criterios establecidos en CTE DB HE.

#### MÁS EFICIENTE



#### MENOS EFICIENTE

*Ilustración 23. Escala de calificación energética.*

Tanto en el caso de nueva construcción como existente, la calificación energética se hace comparando el comportamiento energético del mismo con un edificio de referencia, el cual tiene que tener las mismas características y siempre tiene que ser encontrarse en el mismo clima, según las zonas climáticas del DB HE. Esto se hace a través de un división entre las emisiones de CO<sub>2</sub> del edificio objeto y el edificio de referencia.

Existen diferentes escalas de calificación dependiendo del uso, pero todas se basan en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Calificación	Índices	
	Edificios residenciales	Edificios otros usos
A	$C1 < 0,15$	$C < 0,4$
B	$0,15 \leq C1 \leq 0,50$	$0,40 \leq C \leq 0,65$
C	$0,50 \leq C1 \leq 1,00$	$0,65 \leq C \leq 1,00$
D	$1,00 \leq C1 \leq 1,75$	$1,00 \leq C \leq 1,30$
E	$C1 > 1,75$ y $C2 < 1,00$	$1,30 \leq C < 1,60$
F	$C1 > 1,75$ y $1,00 \leq C2 < 1,5$	$1,60 \leq C < 2$
G	$C1 > 1,75$ y $1,50 \leq C2$	$2 \leq C$

Tabla 3. Calificación según el tipo de uso del edificio.

## 2.4. Certificado de la eficiencia energética

El **Certificado**, es un documento, realizado por un proyectista, la DF o un técnico competente, según en el caso de certificación que nos encontremos. En él se recoge la información relativa a las características energéticas y la calificación obtenida del objeto de estudio.

Existen los siguientes certificados y son de carácter obligatorio:

1. Certificado eficiencia energética fase proyecto obra nueva.  
Tiene que incorporarse en el proyecto de ejecución y debe ser elaborado por el proyectista, ya sea un proyecto total o parcial
2. Certificado eficiencia energética edificio terminado obra nueva.  
Expresara que la construcción se ha realizado con forme al proyecto de ejecución. Sera realizado por la DF, encargándose de realizar las comprobaciones y pruebas durante la ejecución, para garantizar que el edificio terminado cumple con lo establecido en el certificado. Debe incorporarse en el libro del edificio a disposición de las autoridades competentes.
3. Certificado eficiencia energética edificios existentes (Anexo).  
Será suscrito por un técnico competente, el cual se elegirá de forma libre por los propietarios del edificio. Por ello como muchos de los técnicos a los que la norma permite emitir estos certificados, no poseen los conocimientos y por lo tanto podrán contar con colaboración de otros técnicos para gestionar la documentación relacionada con el proceso de certificación.

Indistintamente los certificados deberán ser presentados por el promotor o propietario en el órgano competente de la Comunidad Autónoma. Independientemente de que se trate de una entidad de Control Acreditada o Técnicos independientes acreditados. Los cuales darán validez a su aprobación, disponiendo cuantas inspecciones estime necesarias con la finalidad de comprobar su cumplimiento, verificando que la certificación del edificio que se ha obtenido

teóricamente concuerda con la realidad. Estos organismos de control externo podrán hacer que se modifique la calificación obtenida.

Será válido para de diez años y el propietario será responsable de actualizarlo, procediendo de manera voluntaria, cuando valore que se han producido modificaciones que hayan producido variaciones en la calificación y por lo tanto en su certificado.

El proceso de certificación se culmina mediante la expedición de un certificado el cual contiene entre otras cosas calificación.

Hacemos hincapié en que debe ser considerado como un medio de difusión y promoción adecuado, con el fin de mejorar la necesaria eficiencia en los edificios. Ya que mis sensaciones son, que la mayoría de los realizados en España hasta el momento, no se han desarrollado de una manera coherente. Esto se debe a la falta de conocimiento de la gente que no es experta en el ámbito y al poco interés de los técnicos por informarlos.

El certificado contendrá de eficiencia energética según el artículo 6 del RD 235/2013, debe ser:

- Referencia catastral del edificio o parte que se certifica.
- Identificación del procedimiento reconocido escogido para el desarrollo de la calificación.
- Normativa actual aplicable a la eficiencia energética durante la ejecución.
- Definición de las condiciones de funcionamiento y energéticas en cuanto a instalaciones y envolvente.
- Descripción de las pruebas, comprobaciones, inspecciones realizadas.

- Etiqueta energética, en la que será expresada la Calificación de eficiencia energética, emitida conforme al modelo oficial.
- En edificios existentes, se establecerán unas recomendaciones con el fin de mejorar su calificación energética, ya sean medidas de reforma importantes como podrían ser la envolvente y las instalaciones térmicas o medidas puntuales de algún elemento independiente a las reformas anteriores.



Ilustración 24. Esquema obtención Certificado. Fuente: IDAE.

Nota: “En la Comunidad Valenciana el registro del certificado puede realizarse por el técnico certificador con autorización del promotor”.

### 2.4.1. Etiqueta de eficiencia energética

Con la aprobación del certificado se obtiene la etiqueta de eficiencia energética. Según el RD 235/2013, debe ser incluida en toda oferta, promoción y publicidad dirigida a la venta o arrendamiento del edificio. Debe distinguirse de manera clara e inequívoca e, el tipo de certificado de eficiencia energética.

Tiene que estar a la vista según el artículo 13 del anterior Real Decreto en los edificios de uso privado frecuentados por público, con una superficie útil mayor a 550 m<sup>2</sup>, y también en los de usos público que su superficie sea superior a 250 m<sup>2</sup>. Para los casos restantes su exposición pública es voluntaria, a expensas de lo que determine cada Comunidad Autónoma.



Ilustración 25. Etiquetas de Eficiencia energética.

# Capítulo 3. Passivhaus

## 3.1. Contexto Histórico y conceptual

El término “Casa Pasiva” proviene del libro “Passive Solar Energy Book”, escrito por Edward Mazria y publicado en 1979 en EEUU. Se trata de un manual de aplicación en el que se recogen los datos de experiencias en edificaciones que han conseguido disminuir la utilización de sistemas de climatización, teniendo en cuenta únicamente las condiciones ambientales del emplazamiento.

Con el objetivo de transmitir un modo diferente de construir, el Departamento de Energía de EEUU, estableció un mapa con las características de diseño en función de cada clima, basado los siguientes factores: humedad, temperatura, viento y soleamiento.

Pero el estándar Passiv Haus fue originado oficialmente por Wolfgang Feisten y Bo Adamson en 1988. Llevaron a cabo la construcción de la primera casa con un diseño pasivo, realizada en 1990 en Darmstadt, Alemania. Intentaron demostrar que era posible que en el clima alemán se diseñase de manera eficiente y confortable, obtenido consumos energéticos bajos con unos costes razonables. Consiguiéndolo de tal manera que en otras edificaciones siguieran las condiciones de los sistemas utilizados por ellas.

El estándar actual se desarrolló para los climas norte y centro de Europa, que es donde más construcciones se han llevado a cabo, siguiendo las pautas establecidas para cumplir con una carga de calefacción

dominante. Hasta la fecha en la mayoría de países Europeos se ha ido diseñando y construyendo edificios pasivos, porque se ha demostrado que puede ser aplicable a cualquier tipo de clima en el mundo y funciona igual de bien en climas cálidos como en climas más moderados.

La casa pasiva exige una alta eficiencia energética en la construcción. Es verdaderamente eficiente en cuanto al consumo de la energía, al confort, la viabilidad económica y la actitud respetuosa con el medio ambiente. Se trata de un concepto de diseño que establece unos criterios para garantizar que la construcción asume un gasto de energía mínimo o nulo. Se puede aplicar no solo a las viviendas residenciales, sino también a los edificios comerciales, industriales y públicos.

### 3.2. Desarrollo estándar Passivhaus

Muchos países de la Unión han tomado el modelo propuesto por el Passivhaus Institut. La difusión internacional funciona mediante una red “Plataformas”, divididas por asociaciones nacionales en cada país, que tratan de adaptar el estándar a las condiciones climáticas y normativas.

Los requisitos de los componentes del edificio se mantienen al margen de la denominación que tome cada una de las plataformas divulgativas. Pero el cálculo térmico en cuanto a las pérdidas producidas por los puentes térmicos y el coeficiente de transmisión de la envolvente, se realiza mediante la norma ISO. Así se obtienen datos equiparables para datos climáticos similares.

La PEP desde el año 2008 trata de adaptar las condiciones del estándar a las características de España, estableciendo una metodología de certificación y control.

Pasive-On, es un proyecto financiado desde la Comisión Europea cuyo objetivo es transmitir el estándar a los países del sur, con un clima más cálido, para llegar a obtener los exitosos resultados conseguidos en otras edificaciones. Dicha iniciativa trata de analizar la viabilidad de su implantación investigando sobre las características constructivas y arquitectónicas, el comportamiento climático, procedimientos y programas técnicos de cálculo y certificación.

Este estándar permite obtener ahorros de energía de hasta el 70% en comparación con los edificios que cumplen el CTE y hasta un 90% en los construidos anteriormente.

### 3.3. Principios Passivhaus

Se basa en tener muy en cuenta los siguientes principios:

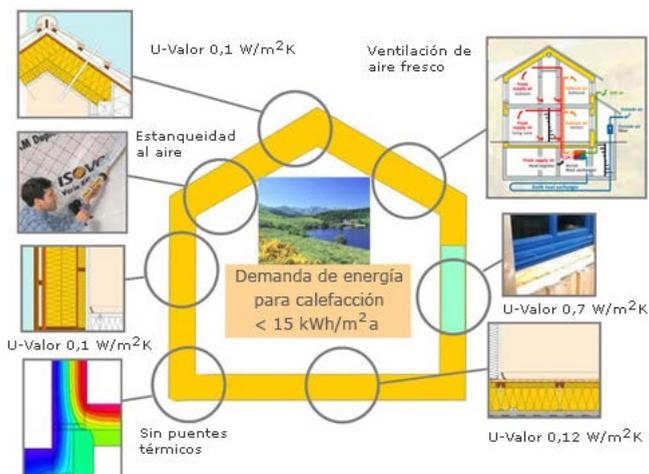


Ilustración 26. Principios Passivhaus. Fuente: [www.isover.es](http://www.isover.es)

## 1. Cerramientos altamente aislados.

Esto provoca realizar edificaciones con unas confortables condiciones interiores, ambientes frescos en verano y cálidos invierno, ya que un buen aislamiento reduce las pérdidas de calor. Pero para que este principio obtenga un mayor rendimiento debemos de relacionarlo directamente con técnicas de aprovechamiento solar pasivo, como es la orientación de edificio y la consideración de sombras. Se puede llegar a ahorrar un 90% de consumo energético respecto a otras edificaciones que no cumplan el estándar.

El edificio tiene que tener un coeficiente de transmisión en sus cerramientos igual o menor a **0.15 W/m<sup>2</sup>K**.

## 2. Estudio exhaustivo de puentes térmicos.

La energía se suele por los puntos singulares de la envolvente, debe de realizarse en la fase de diseño el estudio para resolver estas pérdidas. Para ello es conveniente realizar detalles constructivos con la solución adoptada para evitar esas pérdidas y utilizar mano de obra cualificada, debido a que tienen que realizarse constructivamente lo más parecido a lo dispuesto en el proyecto; no deberemos admitir variación, ya que esto puede variar los valores de transmitancia.

Usando capas de aislamiento en condiciones adecuadas se puede llegar a disminuir el flujo térmico lineal obteniendo valores inferiores a **0.01 W/mK**.

### 3. Infiltraciones muy reducidas.

Es importante para favorecer la estanquidad de la envolvente todo el edificio sea cubierto por una única capa hermética.

Los flujos de aire producidos a través de orificios, huecos y grietas provocan problemas, sobre todo durante los periodos fríos, causando en los usuarios una sensación de baja confortabilidad y condensaciones cuando la dirección del aire es desde el interior al exterior del edificio.

La dirección del flujo de aire que es requerida en la mayoría de los climas debe ser continuo y provenir del exterior, para ello es necesario que la envolvente sea estanca e impermeable. Sino conseguiremos que los recorridos del flujo de aire sean los planteados y el trabajo de recuperación de calor no fuese correcto, tendremos un mayor consumo de energía.

### 4. Ventilación mecánica con recuperación de calor.

Se trata de una ventilación continua que suministra el calor o el frío requerido para mantener el confort climático.

Un recuperador de calor es un equipo que reutiliza la energía del aire que ha sido utilizado en el interior y que va en dirección exterior, para pre-acondicionar el aire con características higiénicas buenas que tiene la finalidad de renovarlo.

Con el objetivo de disminuir la demanda de energía, la En 15251 establece que, debe haber una renovación de aire en los espacios de 1/3 de su volumen, cada hora.

Manteniendo dicho caudal podremos conseguir suministrar al edificio 7 W/m<sup>2</sup> de frío y 10W/m<sup>2</sup> de calor, estas bajas cantidades de energía obtenidas, que son necesarias en los espacios para su acondicionamiento, pueden llegar a permitir un ahorro económico en el caso de que fuese prescindible la instalación de sistemas convencionales.

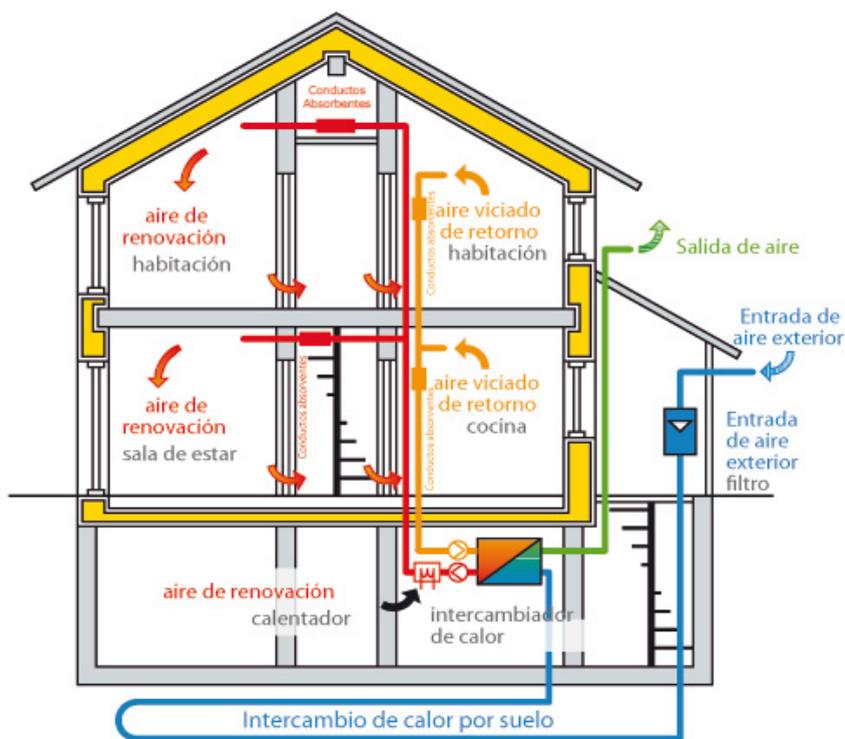


Ilustración 27. Ventilación Mecánica con Recuperación de Calor. Fuente: [www.isover.es](http://www.isover.es)

## 5. Carpinterías con altas prestaciones.

Siendo estos elementos de la envolvente los menos eficientes energéticamente.

Utilizaremos vidrios bajos emisivos con un 50% de factor solar y un valor de transmitancia  $0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ , para poder mantener el calor en verano y evitar que se pierda en invierno. Las capas de vidrio que la conforman las carpinterías se elegirán en función del clima, las carpinterías tienen que tener un alto grado de aislamiento con un valor de transmitancia de  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ubicarse y ejecutarse correctamente.

### 3.4. Criterios de para su certificación

La certificación es otorgada directamente por el Passivhaus Institut y establece los criterios, distinguiendo dos tipos de certificados:

- PASSIVHAUS para todo tipo de edificaciones de nueva construcción.
  - Demanda máxima calefacción y refrigeración:  
**< 15 kWh/m<sup>2</sup> año**
  - Carga de calor para calefacción y refrigeración:  
**< 10 W/m<sup>2</sup> mes**
  - Demanda energía primaria para todos los sistemas :  
**< 120 kWh/m<sup>2</sup> año**

- Valor de estanqueidad medido en renovaciones de aire por hora y obtenido mediante el test de presurización de acuerdo con la EN 13829:

$$n_{50} < 0.6 \text{ reno/h}$$

(con diferencia de presión de 50 Pascales)

- El caudal mínimo para la renovación del aire es:

$$30 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

- ENERPHIT para rehabilitaciones.

Es difícil llegar a obtener con un esfuerzo razonable el estándar PH en edificaciones antiguas. Este certificado garantiza que los valores alcanzados aplicando principios PH en las mejoras energéticas y asegurar su calidad. La certificación puede realizarse mediante el cumplimiento de:

- La exigencia de la demanda de calefacción:  
 $< 25 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$
- Los requisitos que deben poseer los componentes:  
Relativos a la envolvente:

- Aislante exterior:  $U \leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Aislante exterior:  $U \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

Relativos a las ventanas:

- $U \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ , como un único componente En 10077
- $g * 1,6 \text{ W/m}^2\text{K} \geq U$ , si consideramos los marcos y el vidrio

Relativos a las puertas exteriores:

- **$U \leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Relativos a la ventilación:

- Eficiencia de recuperación de la calor efectiva  $\geq 75\%$
- Eficiencia eléctrica  $\leq 0,45 \text{ Wh/m}^3$

Si no alcanzamos los valores exigidos de los componentes de la envolvente del edificio, se justificarán los valores mínimos que cumplan los procedimientos establecidos en la norma EN ISO 7730.

- Puertas y ventanas exteriores:  $U \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$  (ISO 7730)
  - Cubierta:  $U \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$
  - Suelo:  $T^a$  superficial interior del suelo  $\geq 17 \text{ }^\circ\text{C}$
- Pero siempre tendrá que cumplir:
- Demanda de energía primaria:  **$< 120 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$**
  - Estanqueidad de la envolvente:  
**Valor límite  $n_{50} < 1,0 \text{ renov/h}$**   
**Valor objetivo  $n_{50} < 0,6 \text{ renov/hora}$**
  - Resistencia térmica superficial interior:  **$> 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$**

### 3.6. Procedimiento de certificación

La herramienta informática PHPP es el procedimiento que debe utilizarse para calcular el balance, debe emplearse utilizando un conjunto adecuado de datos climatológicos que se van completando periódicamente. Consiste en una aplicación Excel, la cual contiene 34 hojas de cálculo relacionadas entre sí. No solo se basa en fórmulas sino que también consta de una base de datos con sistemas constructivos, materiales, carpinterías, vidrios y aparatos. Se utiliza principalmente para saber en fase de proyecto si un edificio cumplirá con los requisitos del estándar.

Dicho programa tiene la capacidad de:

- Ayudar en el proceso de diseño.
- Realizar los cálculos energéticos relativos a la demanda y consumo para calefacción, refrigeración, y energía primaria total del edificio.
- Pre-dimensionar el sistema de ventilación, calefacción y ACS.
- Calcular la potencia máxima de calor suministrable a través del aire.
- Calcular la fluctuación de temperatura máxima en verano, pronosticando el sobre-calentamiento que se puede producir.

# Capítulo 4. Certificación Leed

## 4.1. Contexto histórico y conceptual

El USGBC es el consejo que lo implanto en 1998, desarrollando un sistema de certificación para edificios sostenibles. Se está usando en varios países actualmente , debido a que se puede obtener un ahorro energético del 20 al 50%, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, reducir el uso del agua y la generación de residuos sólidos, mejorar la calidad de vida y proporcionar un entorno saludable para los usuarios, reduciendo el impacto ambiental. También se promociona como herramienta de marketing, proyectando una construcción con una calidad superior con respecto al promedio de los edificios.

El GBC España es una organización afiliada al USGBC, ha contraído un compromiso de aunar los esfuerzos para realizar un trabajo común con el fin de transformar el sector de la edificación, compartiendo prácticas de diseño y construcción, que favorezcan la sostenibilidad. Esta asociación trata de desarrollar, implementar e informar sobre la herramienta de certificación elaborada en los Estados Unidos y adaptarla a las exigencias requeridas en cada país.

## 4.2. Método de evaluación

Establece un sistema de prerequisites y créditos con una puntuación asociada. Estos tienen otorgadas unas medidas para reducir los impactos y son obtenidos al satisfacer criterios específicos de sostenibilidad del edificio.

La evaluación consta de cinco categorías principales, de las cuales se puede conseguir un total de puntos de 100, son las siguientes:

- *Sitios sustentables*, se puede obtener un total de 24 puntos. Establece criterios considerados correctos en relación al emplazamiento, apuesta por la reutilización de terrenos e incluso aquellos que se encuentren abandonados, protegiendo o restaurando su entorno y controlando las aguas pluviales mediante análisis exhaustivos en ellos. Da importancia también a la conectividad o cercanía con el transporte público y transportes con impactos nulos.
- *Ahorro de agua*, se puede obtener un total de 11 puntos. Incentiva el uso del agua de una manera eficiente, por medio de la reducción a cero del agua de riego. Para ello establece medidas como la elección de especies adecuadas, la instalación de aparatos sanitarios de bajo consumo y la reutilización del agua gastada en dichos aparatos.
- *Energía y atmósfera*, se puede obtener un total de 33 puntos. Determina unos criterios mínimos por medio de un estándar recogido en norma americana ASHRAE 90.1-2007, tratando de realizar un uso eficiente de la energía y demostrar un ahorro energético comparando el proyecto estudiado con otro que

cumpla dicho estándar. Los sistemas utilizados en el deben garantizar un adecuado comportamiento a largo plazo.

- *Materiales y recursos*, se puede obtener un total de 13 puntos. Establece parámetros que deben ser considerados en la elección de materiales, recompensando aquellos que provengan de la zona regional en la que se enclave el proyecto, que sean reciclados y prontamente renovables, y sobre todo que posean un sello verde.
- Calidad ambiental de los interiores, se puede obtener un total de 19 puntos. Define los parámetros imprescindibles para obtener un adecuado confort en cuanto a las características térmicas y acústicas, una correcta ventilación controlando los contaminantes que puedan hallarse en el ambiente y unos niveles de iluminación apropiados para los usuarios.

Pero hay dos categorías adicionales, en las que se recogen criterios no englobados en las anteriores, son:

- Innovación en el diseño, esta categoría permite obtener 6 puntos más. Considera la habilidad de la construcción sustentable.
- Prioridad regional, esta permite conseguir 4 puntos adicionales. Da importancia a las características ambientales que condicionan a una determinada localidad, abordando los problemas específicos que le afectan en la determinación de las condiciones de diseño y constructivas.

El proceso puede ser orientado por una persona acreditada por el USGBC, conocida como LEED-AP, lo que nos permitiría conseguir un punto extra sobre el total.

En función de los puntos conseguidos por el proyecto se dispone de un nivel de certificación, que corresponden a los siguientes:



*Ilustración 28. Niveles de Certificación Leed. Fuente: USGBC*

Finalmente, se crea una matriz en la que relacionamos los créditos evaluados en un eje y el peso de los impactos de las categorías en el otro. Su finalidad es la asignación de los créditos con los impactos.

Los siguientes puntos determinan los parámetros que debemos de seguir para realizar la ponderación:

- Cada crédito tendrá como mínima una puntuación de 1 punto.
- Las puntuaciones deben ser números positivos y enteros.
- Cada sistema LEED tiene una ponderación de créditos universal.
- Todos los criterios tienen una puntuación asignada de 100 puntos y pero con las categorías adicionales se puede llegar a obtener 10 puntos más.

La ponderación consta de 3 pasos, según el GBCE:

1. Mediante la herramienta TRACI (Tool for the reduction and assesment of chemical and other impacts) se establece una relación entre un edificio de referencia utilizado para la estimación de los principales impactos ambientales agrupados en 13 categorías y un edificio tipo que persigue la certificación LEED.
2. La ponderación de cada categoría de impactos la establece el National Institute of Standards and Technology (NIST). Esto influye en la puntuación total asignada al crédito.
3. Los impactos se asocian a los diferentes créditos formando agrupación de créditos con impactos comunes. La puntuación asignada a cada crédito es proporcional al número de impactos que tenga asociado y al peso de cada impacto.

#### 4.3. Procedimiento de certificación

El proceso puede realizarse a través de consultores que realizan una labor de asesoramiento a los proyectos, pero no pueden realizar revisiones ni otorgar la certificación, ya que solo puede ser concedida por el USGBC. Consiste en presentar la documentación necesaria para la justificación de cada uno de los puntos del tipo de certificación al que se pretenda optar. Para ello el GBCE ha puesto varios documentos a disposición, traducidos remitiéndose al texto original, los procedimientos y la documentación requerida para la justificar el cumplimiento de cada punto evaluado.

Para los puntos que se evalúan en cuanto al comportamiento energético es necesario realizar una simulación energética del edificio,

aunque es solo uno de los aspectos a tratar entre otras consideraciones, en las que se incluyen un análisis del ciclo de vida del edificio y sus materiales, la relación con el entorno, del impacto económico, ambiental y sobre la salud.

Se puede realizar en dos fases, de diseño y de construcción, o de una forma conjunta. Esta última opción consiste en la entrega de toda la documentación al final de la fase de construcción.

1. Registrando directamente en el USGBC el proyecto, que delega las funciones certificadoras al GBC Instituto, en el ámbito nacional podemos realizarlo desde un apartado en la página web de la sede GBC España.
2. Determinar el tipo de certificación por la que vamos a optar. Existen cuadros de tanteo para ayudar a seleccionar el sistema de clasificación de los estándares, que se acerca más a nuestro proyecto. Consiste en anotar los puntos que son posibles de conseguir, siendo viable cuando obtenga todos los prerequisites, ya que con esto aseguramos que podrá ser otorgado el mínimo de puntos necesarios para obtener el nivel Certificado. Existen los siguientes sistemas de certificación:

LEEDv4 se trata del sistema LEED más reciente, clasificando de la siguiente manera las edificaciones sostenibles:

- LEED BD+C, para nuevas construcciones.
- LEED ID+C, para diseño interiores.
- LEED BO&M, para operaciones y mantenimiento.
- LEED ND, para desarrollos urbanos.
- LEED Homes, para diseño y construcción de viviendas.

BD+C	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS	ID+C	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INTERIORES	BO&M	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN EDIFICIOS	ND	DESARROLLOS URBANOS	HOMES	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS
Nueva Construcción		Interiores Oficinas		Edificios Existentes		Planificación Urbana		Unifamiliares y MBA	
Núcleo y Envoltorio		Interiores Residencial		Educativo		Desarrollo Urbano		Media Altura	
Educativo		Interiores Comerciales		Superficies Comerciales					
Superficies Comerciales		Superficies Comerciales		Centros de Procesos de Datos					
Centros de Procesos de Datos		Hospedaje		Logística					
Logística				Hospedaje					
Hospedaje									
Salud									

*Ilustración 29. Casificación según Herramienta LEEDv4. Fuente: USGBC*

3. Realizaremos un pre evaluación, recogiendo la información utilizada con el fin de conseguir los créditos evaluados. Cada crédito tiene asociado un conjunto de requisitos en cuanto a la documentación que debe ser completada, por eso se seleccionan los créditos que se ha decidido alcanzar para comenzar la recogida de información y realizar los cálculos para todos los prerrequisitos y créditos escogidos. Esta es declarada al USGBC, contrayendo el compromiso en cuanto a los objetivos e intenciones del objeto de estudio.
4. Solicitar la certificación. Una vez recopilada información pertinente se sube a la plataforma de manera online. Antes de presentar la solicitud, es recomendado comprobar cada crédito para asegurar que el edificio se ha introducido correctamente.
  - Fase de diseño, se determina los criterios a conseguir y las consideraciones tenidas en cuenta en el diseño.

- Fase de construcción, se comprueba que las condiciones que habían sido establecidas para ciertos créditos en la fase de diseño han sido llevadas a cabo. Además se presenta la justificación del resto de los créditos que son objeto del proyecto.
- Fase de construcción, se comprueba que las condiciones que habían sido establecidas para ciertos créditos en la fase de diseño han sido llevadas a cabo. Además se presenta la justificación del resto de los créditos que son objeto del proyecto.

#### 5. Solicitud de Revisión.

Esta se realiza a través de LEED online, por medio del administrador del proyecto.

#### 6. Certificación.

Una vez realizada la revisión de la solicitud y consiguiendo su reconocimiento, como paso final se otorga la certificación oficial.

# Capítulo 5. Caso Práctico

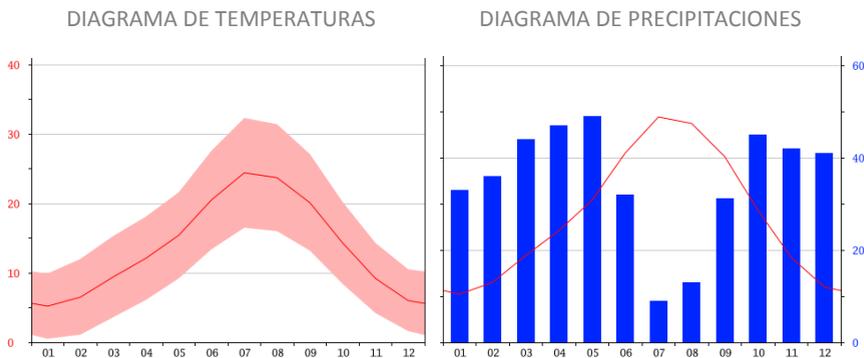
El edificio objeto de estudio es un centro de salud situado en Las Pedroñeras (Cuenca). Está situado en el casco urbano entre las calles c/ Los Molinos, c/ Moreno Lázaro y c/ Europa, su orientación es al Este con la primera, al Oeste con la segunda, al Sur con la última y al Norte tiene adjunta una parcela destinada a zona ajardinada. La obra ocupa una parcela de 1.618 m<sup>2</sup>, sus lindes son rectos y presenta un fuerte desnivel.

Se trata de una edificación exenta, consta de dos plantas con una superficie de 820,06 m<sup>2</sup> en planta sótano, destinada a una zona de aparcamiento y otra zona de urgencias, y de 1.321,27 m<sup>2</sup> en la planta baja, donde se ubica una zona de consultas. La cubierta está formada por una azotea transitable de m<sup>2</sup> en la que se encuentran unos casetones en los que se albergan las instalaciones de climatización y electricidad.

## 5.1. Análisis climatológico del emplazamiento

La climatología de la localidad donde se emplaza se podría definir de tipo continental, cálido y templado. No se prevén abundantes precipitaciones sobre todo en verano, pero si inviernos fríos, con posibilidad de nevadas.

Según los siguientes diagramas:



*Ilustración 30. Diagramas de Temperaturas y Precipitaciones. Fuente: climate-data.org*

Las temperaturas más altas se concentran en el mes de julio y el más frío de mediados de diciembre a mediados de enero, la temperatura varían durante el año en un 19,2 °C y la media anual es de 13,9 °C.

El más lluvioso es mayo, a partir del cual se produce la caída media y el más seco es julio, las precipitaciones medias anuales son de 422 mm. La diferencia entre las precipitaciones máximas y mínimas es de 40 mm.

## 5.2. Procedimiento de análisis de la eficiencia energética

Anteriormente hemos hablado de alguno de los sistemas de evaluación más conocidos en España, en cuanto a la sostenibilidad de las edificaciones, como son LEED y VERDE, también hemos hecho mención al estándar PASSIVHAUS, por el que se evalúa el comportamiento energético. Estos procedimientos son de carácter voluntario y para realizar la certificación energética a través de ellos, tendríamos que

realizar el procedimiento establecido por el MINETUR para la aprobación de nuevos documentos reconocidos.

Teniendo en cuenta que las herramientas elaboradas para el desarrollo de la certificación mediante algunos de estos sistemas, exigen el pago de una licencia y que el tiempo del que disponemos para realizar el TFG, no permite abarcar la justificación de los procedimientos alternativos, realizaremos en este trabajo el desarrollo de la certificación por medio de los documentos reconocidos.

Debido a que el edificio estudiado no cumple con los requisitos establecidos en el CTE-HE, para poder realizar la certificación energética por medio de los procedimientos simplificados. Tenemos que realizarla mediante la opción general la cual se lleva cabo mediante el procedimiento anteriormente mencionado, por medio de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER y CALENER VYP.

Estas herramientas permiten la definición de cualquier edificio, pero el proceso de modelado o definición geométrica es laborioso, ya que los elementos que forman el objeto a analizar, deben ser definidos mediante vectores.

Con estas condiciones de partida que me surgieron a la hora de abordar la parte práctica del trabajo, me llevaron a plantearme si habría alguna forma de saltarse el paso de modelado en dichas herramienta.

Tras analizar el mercado de software informático enfocado al análisis de la eficiencia energética, me encontré con las tecnologías BIM, capaces de realizar el procedimiento de certificación de una manera más óptima. Consiste en una metodología de gestión y creación, en la cual se va diseñando en 2D y 3D a la vez.

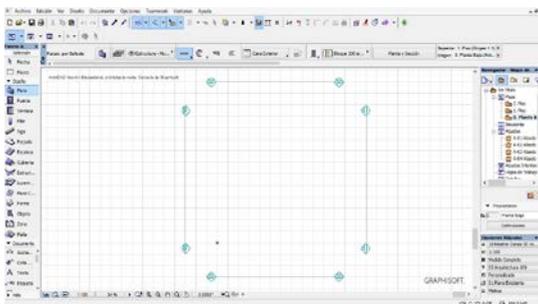
En este caso me he encontrado con los programas conocidos como ARCHICAD y REVIT, ya que permiten una vez realizado en ellos el modelado del edificio la exportación a LIDER.

En este caso utilizaremos el programa ArchiCAD y su plugin de exportación, por estar más familiarizado y tener la licencia de estudiante con la UPV, lo que me permitió descargarlo e instalarlo gratuitamente.

### 5.2.1. Principios básicos de ArchiCAD.

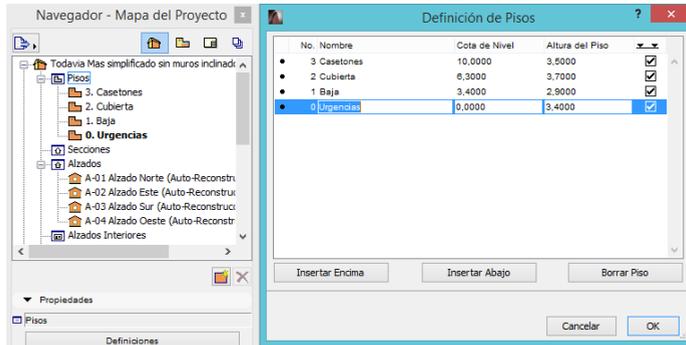
En este punto realizaremos un recorrido rápido por el interfaz de usuario para familiarizarnos y conocer las principales barras de herramientas.

Podemos definir el interfaz a través de la barra principal de opciones, botón “Ventanas”- “Barras de herramienta” y “Paletas”. Para el desarrollo de esta práctica necesitaremos hacer uso de las siguientes herramientas:



*Ilustración 31. Interfaz de Usuario del Programa ArchiCAD.*

- Paleta del navegador del proyecto, en la que tendremos que definir la altura de las plantas, pinchando con el botón derecho sobre la pestaña del navegador referida a los pisos. También tendremos una organización de vistas de proyecto y otras herramientas que comenzaremos posteriormente.



*Ilustración 32. Paleta del navegador del Proyecto.*

- Paleta de herramientas y paleta de información, nos permiten la definición geométrica y constructiva de los elementos que conforman el edificio.



*Ilustración 33. Paletas de Herramienta y de Información.*

### 5.2.2. Definición geométrica del edificio

Este punto se ha realizado con ArchiCAD, teniendo en cuenta una serie de limitaciones que tiene el programa LIDER a la hora de la definición de la geometría.

- Los forjados tienen que coincidir sus caras superiores con la altura de la planta a que pertenezca, hecha en la definición de pisos.
- El número de espacios que lo definen no debe ser mayor a 100.
- La cantidad de elementos (carpinterías, particiones, cerramientos) no puede superar el límite de 500.
- No se puede definir elementos constructivos interiores con geometrías complejas, que no sean verticales ni rectangulares, excepto los forjados o suelos horizontales.
- No se pueden definir forjados ni suelos inclinados.
- No se pueden definir ventanas que no sean rectangulares.
- En los espacios con distintas alturas, debemos especificar una altura que al multiplicar la base del espacio se obtenga el volumen equivalente a dicho espacio.
- No se pueden unir espacios verticales.
- Los textos no puede tener otros elementos que no sean letras, números y el guion bajo.
- Los elementos que no forman parte de la envolvente térmica del edificio, como voladizos, aleros, pretiles, taludes, etc., deben definirse como elementos singulares.
- Cuando se vaya a realizar la exportación al programa CALENER GT habrá que verificar algunas condiciones específicas, como:
  - Los polígonos que definen las plantas o espacios no deben tener más de 30 vértices.

- Los cerramientos pueden contener como mucho 9 capas.
- El porcentaje del hueco ocupado por el marco debe ser inferior al 100%.

La información que disponemos del proyecto en cuanto a su geometría es la definida en los planos, estos han sido facilitados en archivos .dxf (AutoCAD) y .pdf, documentos con los que ArchiCAD puede trabajar.

Existe una opción que nos ayuda a proyectar el edificio, desde la paleta de navegación hay una pestaña llamada “Hojas de trabajo”, funcionan como hojas de calco que podremos gestionar con la paleta de herramientas “Trazar y Referenciar” y nos servirán de apoyo cuando estemos dibujando la geometría en la definición de pisos. Pinchando el botón derecho del ratón podremos crear una nueva y renombrarla como queramos.

Una vez creada, entrando en ella, nos aparecerá vacía. Es el momento de importar el plano que nos servirá de apoyo, clicando en “Archivo”, “Contenido externo”, “Colocar dibujo externo”. Tendremos que realizar una hoja de calco distinta para cada planta que queramos utilizar de referencia.

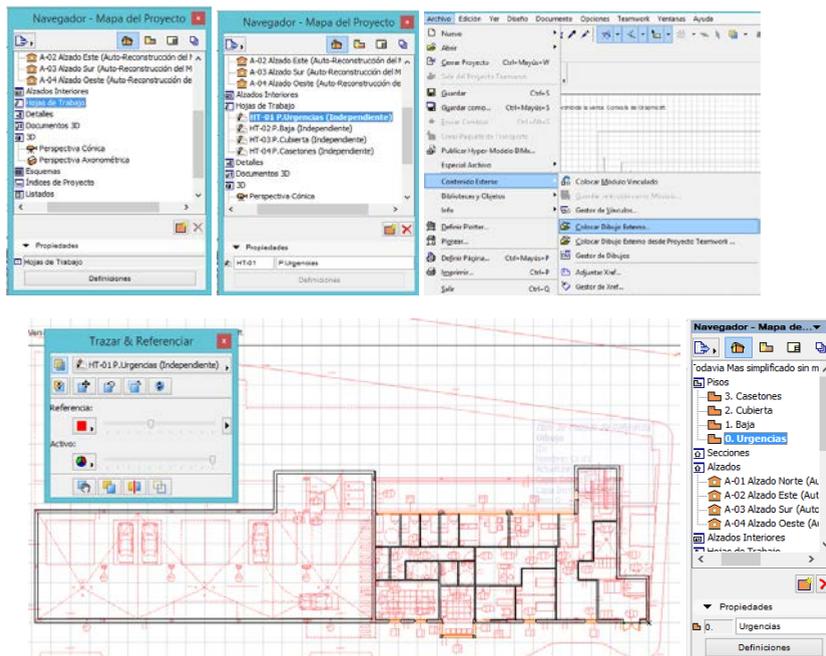


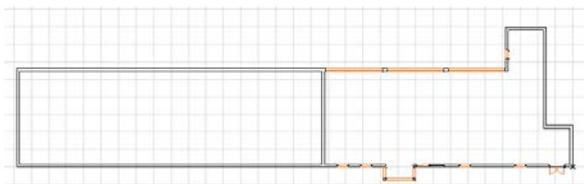
Ilustración 34. Ayuda a definición geométrica en ArchiCAD.

En nuestro caso han sido creadas las siguientes plantas, hechas todas las simplificaciones del proyecto definido en ArchiCAD. Han sido necesaria realizarlas para conseguir la exportación de la geometría a LIDER.



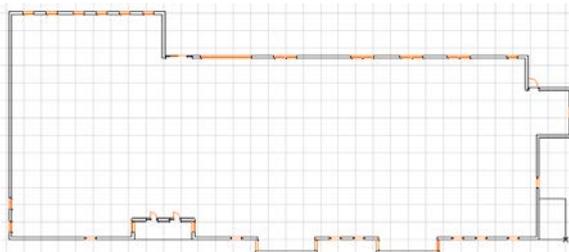
Ilustración 35. 3D Centro de Salud simplificado.

### Planta Urgencias



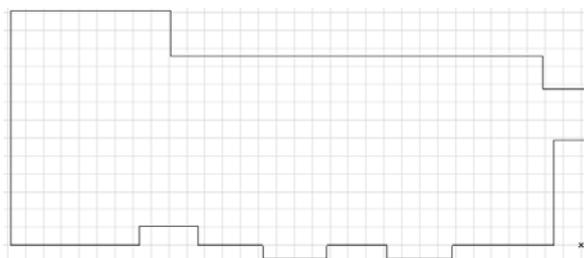
*Ilustración 36. 3D Planta urgencias simplificada*

### Planta Baja



*Ilustración 37. Planta baja simplificada.*

### Planta Cubierta



*Ilustración 38. Planta cubierta simplificada.*

### 5.2.3. Definición constructiva del edificio

La conexión ArchiCAD-Lider, tiene el objetivo de transferir datos entre ellos. Una vez instalada podrá ser capaz de atribuir distintas características a los elementos del modelo.

Antes de iniciar la definición geométrica del edificio, deberemos de instalar la extensión para la exportación, cargándose automáticamente al iniciar ArchiCAD.

La extensión proporciona una funcionalidad extra a ArchiCAD, permitiendo:

- Leer un proyecto LIDER, mediante la creación de un nuevo grupo de comandos, que aparecerán en:

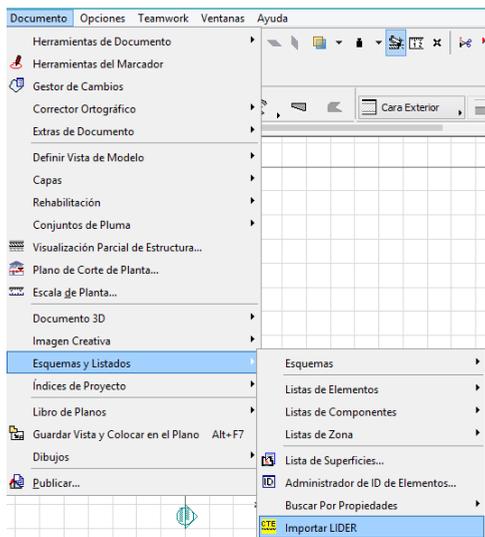


Ilustración 39. Abrir un archivo .CTE en ArchiCAD.

- Asignar a los elementos propiedades definidas en LIDER, seleccionando un elemento constructivo, en la paleta de información, en la pestaña de propiedades. Se ha creado con la extensión una pestaña nueva en la que podremos asignar propiedades definidas en LIDER.

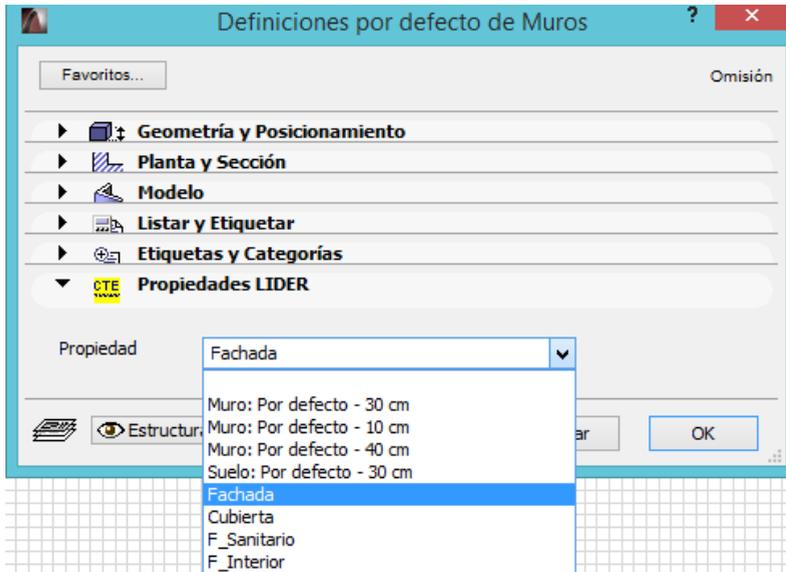


Ilustración 40. Asignar propiedades desde un archivo .CTE en ArchiCAD.

- Exportar a un archivo LIDER.CTE, esto se hace clicando en la barra de opciones generales en “Archivo”, “Guardar Como”, seleccionar la extensión en la pestaña de tipo de archivo y seleccionar un directorio en el que queramos guardarlo.

Los pasos de los que consta el proceso de trabajo son los siguientes:

- Crear un proyecto nuevo o no, si las características constructivas del proyecto de estudio son similares a otros proyectos realizados anteriormente en un archivo de LIDER, pueden ser asignadas a elementos definidos en ArchiCAD previa importación de dicho archivo.

En este proyecto se ha elegido seleccionar la opción de crear uno nuevo, ya que no disponía de ningún archivo .CTE en el que estuviesen definidos elementos constructivos similares a los utilizados en el Centro de Salud.

Esto se lleva a cabo a través de la pestaña “BD o Base de Datos” del programa LIDER.

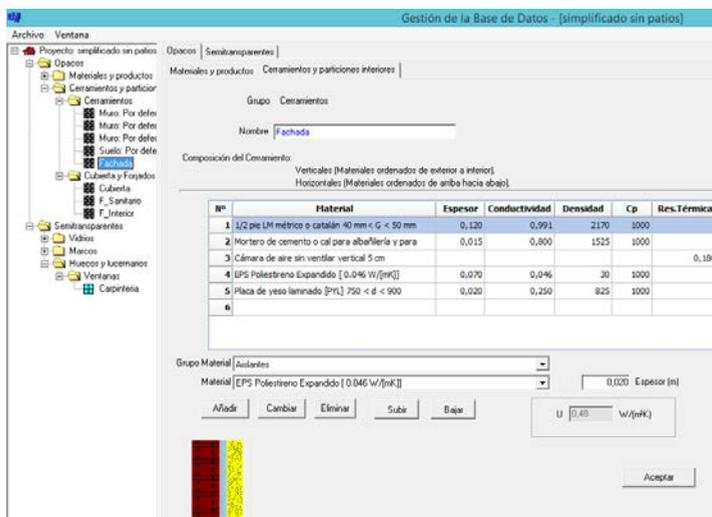


Ilustración 41. Definición constructiva mediante la Base de Datos de LIDER.

Se han creado los siguientes elementos constructivos del Centro de Salud.

**Fachada** ( $U = 0.60 \text{ W/m}^2\text{k}$ )

Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,1200	0,991	2170	1000	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,0150	0,800	1525	1000	
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050	0,046	30	1000	
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,0200	0,250	825	1000	

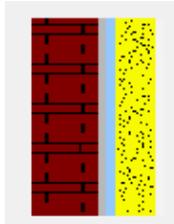


Ilustración 42. Definición constructiva de la fachada.

**Forjado interior** ( $U = 2.69 \text{ W/m}^2\text{k}$ )

Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
Mármol [2600 < d < 2800]	0,030	3,500	2700	1000	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040	0,800	1525	1000	
Hormigón armado d > 2500	0,300	2,500	2600	1000	

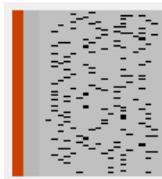


Ilustración 43. Definición constructiva del forjado interior.

## Forjado Sanitario (U = 0.37 W/m<sup>2</sup>k)

Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
Mármol [2600 < d < 2800]	0,030	3,500	2700	1000	
Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040	0,800	1525	1000	
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050	0,046	30	1000	
Subcapa fieltro	0,010	0,050	120	1300	
Betún fieltro o lámina	0,010	0,230	1100	1000	
Subcapa fieltro	0,010	0,050	120	1300	
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,010	0,090	300	1000	
FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado -Canto	0,300	0,357	1330	1000	

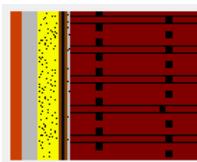


Ilustración 44. Definición constructiva del forjado sanitario.

## Cubierta (U = 0.33 W/m<sup>2</sup>k)

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,180	2,000	1450	1050	
2	Subcapa fieltro	0,010	0,050	120	1300	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050	0,046	30	1000	
4	Subcapa fieltro	0,010	0,050	120	1300	
5	Betún fieltro o lámina	0,010	0,230	1100	1000	
6	Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,100	0,090	300	1000	
7	Hormigón armado d > 2500	0,300	2,500	2600	1000	

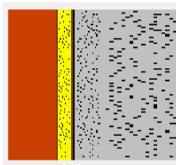
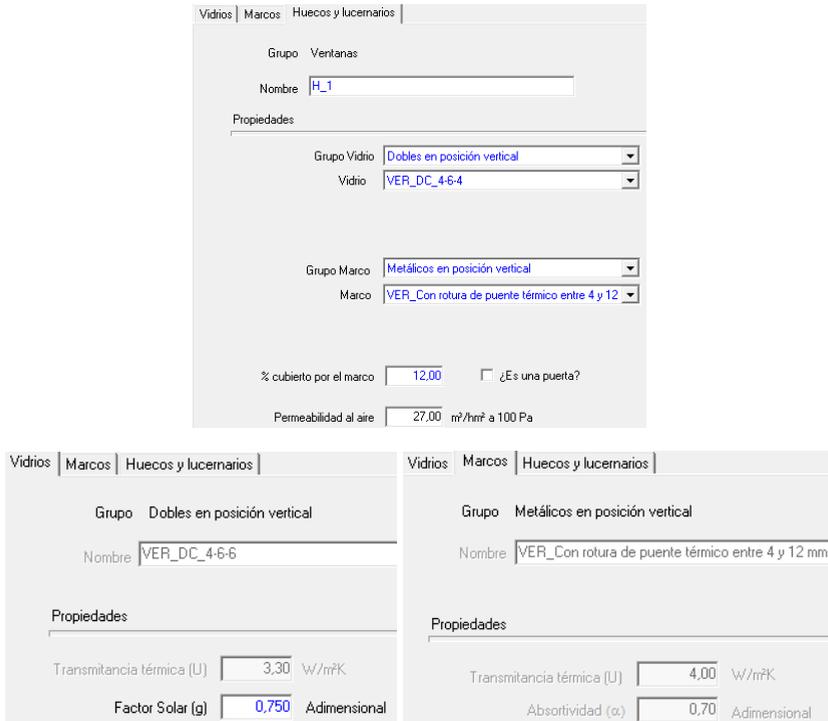


Ilustración 45. Definición constructiva de la cubierta.

## Carpinterías



Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios

Grupo Ventanas

Nombre H\_1

Propiedades

Grupo Vidrio Dobles en posición vertical

Vidrio VER\_DC\_4-6-4

Grupo Marco Metálicos en posición vertical

Marco VER\_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12

% cubierto por el marco 12,00  ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 27,00 m³/hm² a 100 Pa

---

Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios

Grupo Dobles en posición vertical

Nombre VER\_DC\_4-6-6

Propiedades

Transmitancia térmica (U) 3,30 W/m²K

Factor Solar (g) 0,750 Adimensional

---

Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios

Grupo Metálicos en posición vertical

Nombre VER\_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm

Propiedades

Transmitancia térmica (U) 4,00 W/m²K

Absorptividad (α) 0,70 Adimensional

*Ilustración 46. Definición constructiva de las carpinterías.*

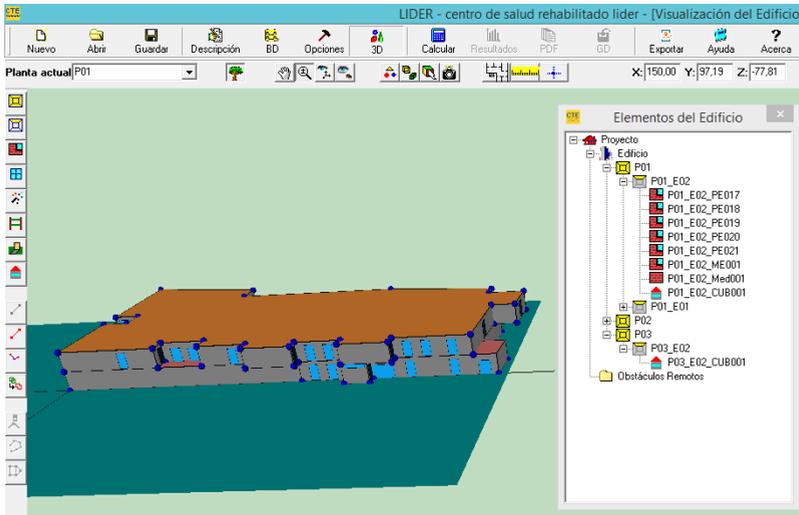
- Guardamos el proyecto en LIDER.  
Como se ha explicado en los puntos anteriores, cargamos el archivo de LIDER en ArchiCAD y definir los elementos constructivos.

Hay que tener en cuenta que en versiones anteriores a ArchiCAD 18, es necesario que todas las habitaciones en estén definidas correctamente mediante la opción de “Zona”, englobada en la paleta de “Herramientas de diseño” y por el método de “Geometría= línea de referencia”. Ya que el solo se exportará los elementos constructivos que adjunten a una zona. Además, todas las zonas han de tener la zona categoría con el nombre LIDER.



Ilustración 47. Definición de espacios.

- Una vez que todos los elementos están relacionados, el archivo puede ser guardado con la extensión .CTE, para su posterior apertura en LIDER.  
Lo que obtenemos se muestra en la siguiente imagen:



*Ilustración 48. 3D Edificio exportado de ArchiCAD a LIDER.*

Se puede observar que la extensión ha funcionado correctamente, tanto en la exportación de la geométrica en cuanto a la definición de zonas realizadas como en la exportación de las características constructivas. En el árbol de elementos de LIDER comprobamos que los espacios definidos concuerdan con las zonas creadas en ArchiCAD.

En la pestaña de “Opciones”, definiremos el espacio de trabajo, la composición constructiva por defecto de algunos elementos y los puentes térmicos que afectan al edificio que se va a analizar.

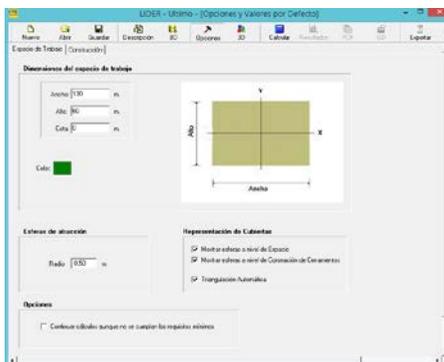


Ilustración 49. Ventana de definición del espacio de trabajo.



Ilustración 50. Ventana de definición constructiva de algunos elementos.

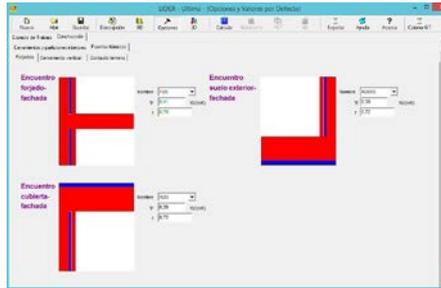


Ilustración 51. Ventana de definición de puentes térmicos.

- En el caso del Centro de salud contamos con unas protecciones solares, basados en dispositivos de lamas.

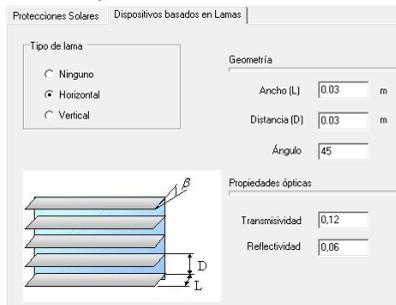


Ilustración 52. Ventana de definición de protecciones solares.

- A continuación realizaremos la definición de las características de cada espacio, apoyándonos del botón derecho del ratón sobre los espacios definidos en la ventana de “Árbol de elementos del edificio”.

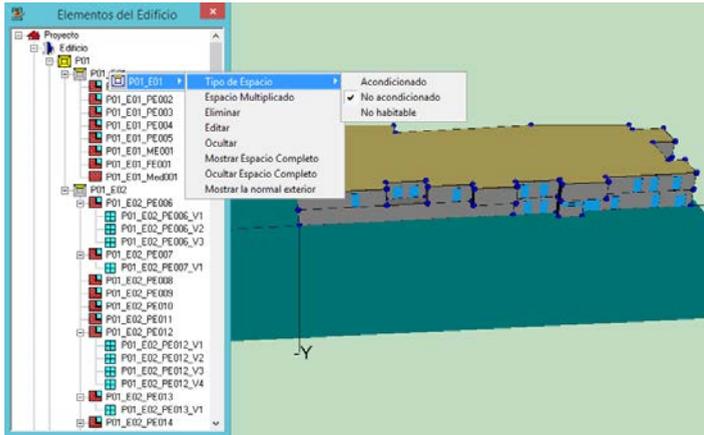


Ilustración 53. Definición de espacios en LIDER.

Cada espacio tiene que tener un tipo de uso, asignado mediante las opciones del menú desplegable ofrecido en el programa.

Según el DB-HE1 en su apartado 3.1.2 los clasifica según:

- Condiciones térmicas.
  - Espacios habitables.
    - Acondicionados, en ellos se dispone de un sistema de sistemas de refrigeración y/o calefacción y se considera que existe una carga interna
    - No acondicionados, el espacio no va a disponer de ningún sistema de climatización pero sí que se tiene en cuenta la carga interna.
  - Espacios no habitables. No disponen de sistemas de acondicionamiento y tan poco se le otorga una carga interna.

- Condiciones de humedad.
  - Espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.
  - Espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar.
  - Espacios de clase de higrometría 5, espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas.

The image shows a software window titled 'Espacio' with a 'Propiedades' tab selected. The window contains the following configuration options:

- Nombre:** Space00020
- Tipo de espacio:** Acondicionado
- Tipo de uso:** Intersidad Alta - 12h
- Nº de pilares:** 0
- Multiplicador:** 1
- Altura:** 0.026 m
- Area:** 746.668 m²
- Volumen:** 16.430 m³

**Condiciones higrométricas interiores:**

- Clase de higrometría
  - Clase 3
  - Clase 4
  - Clase 5
- Ritmo de producción de humedad interior
  - Tasa de renovación del aire interior:
- Humedad relativa interior constante

**Redistribución interior de la radiación:**

- Prefijada (60% al suelo, resto proporcional a las áreas)
- Aproximada (a partir de conexiones)
- Calculada (método Backward Ray Tracing)

**Número de renovaciones hora requerido:** 1.0

Buttons: Aceptar, Cancelar

*Ilustración 54. Definición de espacios según las condiciones de humedad.*

El nivel de estanqueidad de un espacio es solicitado por el programa cuando este sea no habitables, dicho dato se obtiene en el Apéndice E del DB-HE 1, en la tabla E.8:

**Tabla E.8** Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior ( $h^{-1}$ )

Nivel de estanqueidad		$h^{-1}$
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3	Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

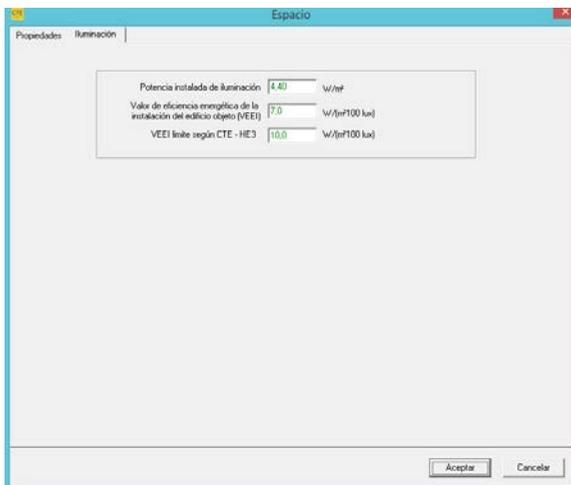
*Ilustración 55. Nivel de estanqueidad según DB-HE 1.*

*Ilustración 56. Definición de espacios según el nivel de estanqueidad.*

Espacio	Tipo de espacio	Perfil Horario CTE-HE 2 RITE	Clase Higrometría	Clase Estanqueidad
Garaje	No Habitable	Alta 12 horas	3	5
P. Urgencias	Habitable acondicionado	Alta 12 horas	3	-
P. Baja	Habitable acondicionado	Alta 12 horas	3	-

*Tabla 4. Definición de espacios según el nivel de estanqueidad.*

En este caso como es un edificio terciario lo que estamos analizando, tendremos que realizar la definición de los sistemas de iluminación. Para la posterior compatibilidad con el programa CALENER en el que será efectuada la calificación energética. Los datos introducidos en el apartado de iluminación para cada espacio son:



*Ilustración 57. Definición del sistema de iluminación.*

- La potencia instalada de iluminación.
- El valor límite de la instalación en cuanto a su eficiencia energética (VEEI), del edificio objeto y del edificio de referencia.

Ambos valores serán obtenidos en la sección de iluminación del CTE-HE 3, tabla 2.1 en el que se establece el máximo permitido para cada espacio.

**Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación**

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico <sup>(4)</sup>	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	4,0
	habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos <sup>(5)</sup>	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(9)</sup>	8
	hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(7)</sup>	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	10
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12	

*Ilustración 58. Valor de eficiencia energética de la iluminación según DB-HE.*

- La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

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

P: potencia de la lámpara más el equipo auxiliar (W)

S: superficie iluminada (m<sup>2</sup>)

Em: iluminancia media mantenida (lux)

La iluminancia media horizontal mantenida de cada espacio se ha obtenido de los valores mínimos establecido en la norma de Iluminación de los lugares de trabajo, UNE EN 12464-1.

- En la siguiente tabla se ha recogido para cada espacio los datos de iluminación necesarios, para completar la definición en LIDER y así poder exportarlo a CALENER para su posterior calificación.

Espacio	ud	Potencia lámpara (w)	Potencia por planta (w)	Área (m <sup>2</sup> )	Em (lux)	Potencia Instalada (w/m <sup>2</sup> )	VEEI Limite (w/m <sup>2</sup> )	VEEI Objeto (w/m <sup>2</sup> )
Garaje	80	75	6000	438	200	13,7	5	6,8
Planta Urgencias	100	75	7500	332	500	22,6	3,5	3,42
Planta Baja	350	75	26250	1400	500	13,66	3,5	3,75

*Tabla 5. Características sistema iluminación estado actual.*

#### 5.2.4. Cálculo de la calificación del edificio

El procedimiento para obtener la calificación del edificio podría ser indistintamente CALENER VYP o GT, ya que los sistemas utilizados por el edificio están contemplados en la opción de “pequeño y mediano terciario” es el que utilizaremos para este caso práctico.

El procedimiento para obtener la calificación consta de los siguientes pasos:

1. Analizar el sistema de acondicionamiento instalado, ha de tenerse en cuenta la Calefacción, Refrigeración, ACS y la Iluminación.
2. Recopilar los datos relativos al dimensionado (potencias, rendimientos, caudales, temperatura, etc.), requeridos por los elementos del programa.

### **CALEFACCION Y ACS**

En nuestro caso tenemos un sistema mixto de agua caliente para la producción de calefacción y ACS. Las unidades terminales son radiadores (temperatura de impulsión 80°C).

Los equipos del sistema son:

- Caldera presurizada y quemador de gas natural:
  - Capacidad nominal: 160 Kw
  - Rendimiento: 0,85
- Acumulador: 500 l

### **REFRIGERACION**

En nuestro caso tenemos un sistema de climatización multizona por conductos. Las unidades terminales son difusores de impulsión de aire. El equipo utilizado es de tipo compacto y partido, por expansión directa aire-aire solo frio.

- Capacidad nominal: 200 Kw
- Rendimiento: 0,85

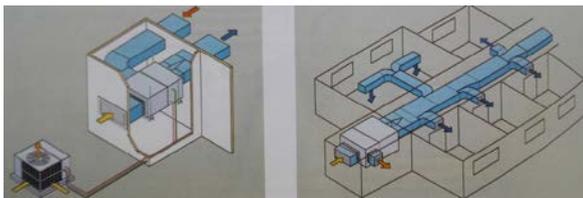


Ilustración 59. Esquema instalación de refrigerera

3. Introducción geométrica y constructiva del edificio, carga del archivo de LIDER generado.
4. Definición completa de las características del edificio en cuanto a los sistemas utilizados. Este paso se llevara a cabo mediante el icono de “Sistema” que se muestra en CALENER en la barra de menú principal.

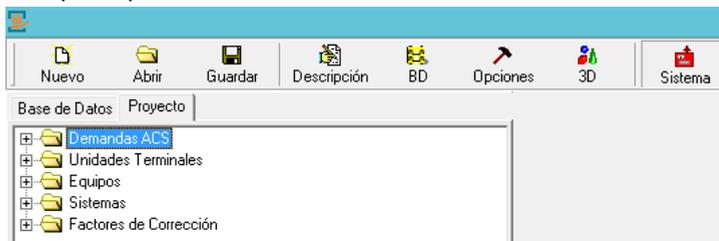


Ilustración 60. Ventana de definición de sistemas de CALENER VYP.

#### 4.1 Definición de la demanda de ACS.

Se puede calcular en función de la ocupación conforme al DB-HE 4, a partir de la Tabla 3.1:

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Ilustración 61. Demanda de referencia de ACS según el CTE-DB-HE.

Si no tenemos el dato de la ocupación que es nuestro caso, tomamos por defecto del programa, modificando únicamente el área habitable de cubierta. Este método sirve para obtener la demanda de forma indirecta.

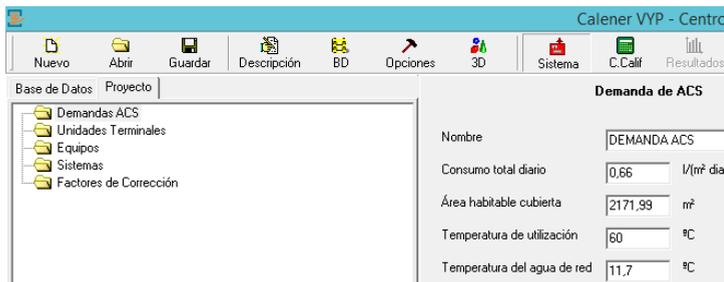
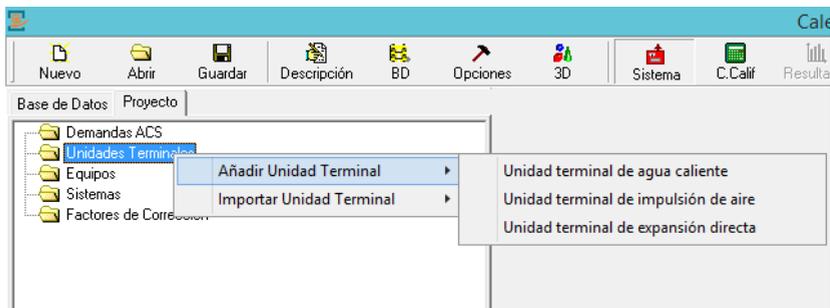


Ilustración 62. Definición por defecto de la demanda de ACS en CALENER VYP.

## 4.2 Definición de las unidades terminales requeridos.

Son los elementos encargados de aportar la energía necesaria para el acondicionamiento de cada zona.

Las clases recogidas en CALENER, son:



*Ilustración 63. Clases de unidades terminales recogidas en CALENER VYP.*

Para el Centro de Salud crearemos dos clases de unidades terminales, ya que la instalación climatización, funcionan con sistemas independientes.

Para calefacción se ha escogido la opción de agua caliente, ya que la instalación está realizada mediante emisores térmicos para suministrar la carga necesaria para los locales.

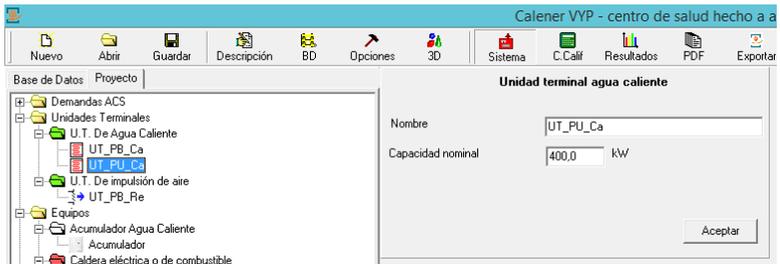


Ilustración 64. Definición unidad terminal planta urgencias.

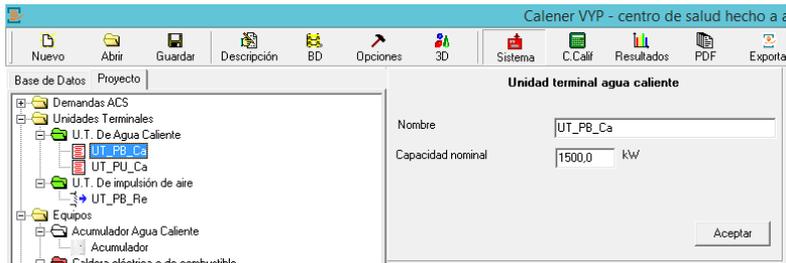


Ilustración 65. Definición unidad terminal planta baja.

Para refrigeración se ha escogido la opción de impulsión de aire, ya que la instalación está resuelta a través de una serie de conductos, con rejillas de impulsión de aire para suministrar la carga necesaria para los locales.

En la siguiente tabla se han recogido las unidades terminales tanto de calefacción como refrigeración que se han creado para cada zona:

<b>Espacio</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Unidades terminales Calefacción (Kw)</b>	<b>Unidades terminales Refrigeración (m<sup>3</sup>/h)</b>
Planta Urgencias	290	400	-
Planta Baja	1375.47	1500	5200

*Tabla 6. Características de las unidades terminales.*

Tendremos que realizar tantas unidades terminales como zonas haya, teniendo en cuenta que si hay más de un equipo con las mismas características, lo consideraremos como uno solo y le otorgaremos una capacidad o caudal de impulsión nominal, según sea calefacción o refrigeración, igual a la suma de todas las unidades terminales que afecten a una zona.

#### 4.3 Definición de los equipos.

Crearemos los equipos utilizados en las instalaciones de climatización. El programa nos permite añadir un equipo o importarlo desde una base de datos.

En calefacción la opción escogida, que se asemeja a la instalación ejecutada es la “Caldera convencional eléctrica o combustible”, la cual primero importaremos para obtener las tablas con las curvas de comportamiento y con los factores de corrección.

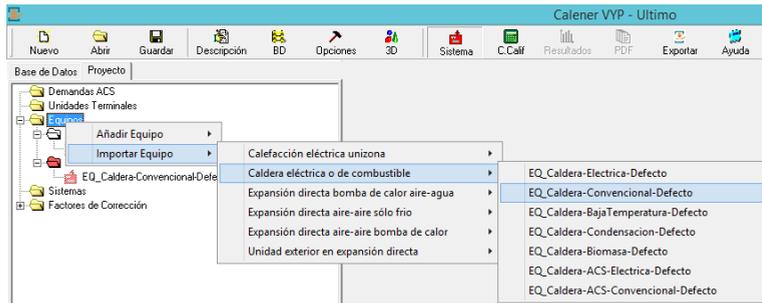


Ilustración 66. Clases de equipos recogidos en CALENER VYP.

Una vez importado un equipo será el momento de crear uno nuevo para definir sus propiedades básicas y avanzadas. También se creará el equipo de acumulación de ACS.

Comenzaremos creando la caldera, teniendo que rellenar los siguientes datos:

**Equipo caldera eléctrica o combustible**

Nombre

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas

Capacidad Total  kW

Rendimiento nominal

Tipo energía

Ilustración 67. Definición de las propiedades básicas del equipo de calefacción.

**Equipo caldera eléctrica o combustible**

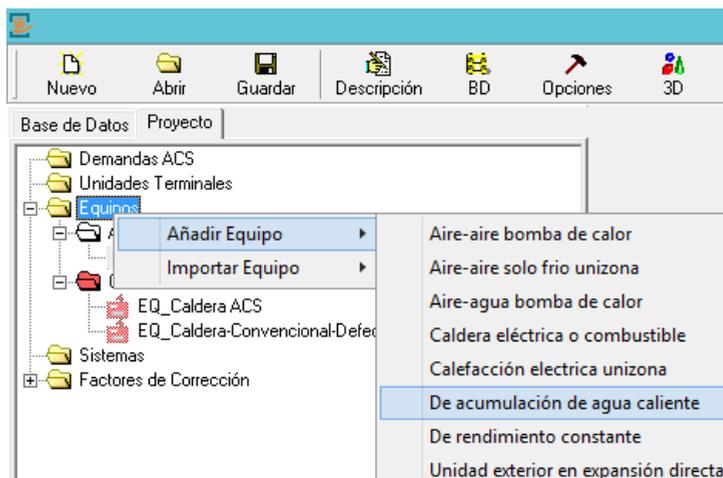
Nombre

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas

Corrección de la capacidad por temperatura	<input type="text" value="cap_T-EQ_Caldera-unidad"/>
Corrección del rendimiento por temperatura	<input type="text" value="ren_T-EQ_Caldera-unidad"/>
Corrección rendimiento por carga parcial en potencia	<input type="text" value="ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convenc"/>
Corrección rendimiento por carga parcial en tiempo	<input type="text" value="ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad"/>

*Ilustración 68. Definición de las propiedades avanzadas del equipo de calefacción.*

También tendremos que crear el equipo de acumulación, el cual se define mediante:



*Ilustración 69. Elección del equipo de acumulación.*

**Equipo acumulación agua caliente**

Nombre

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas |

Volumen del depósito en litros  l

Coefficiente de pérdidas, UA  W/°C

*Ilustración 70. Definición de las propiedades básicas del equipo de acumulación.*

**Equipo acumulación agua caliente**

Nombre

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas |

Temperatura de consigna alta del deposito  °C

Temperatura de consigna baja del deposito  °C

*Ilustración 71. Definición de las propiedades avanzadas del equipo de acumulación.*

En el caso de la refrigeración, la opción escogida es:

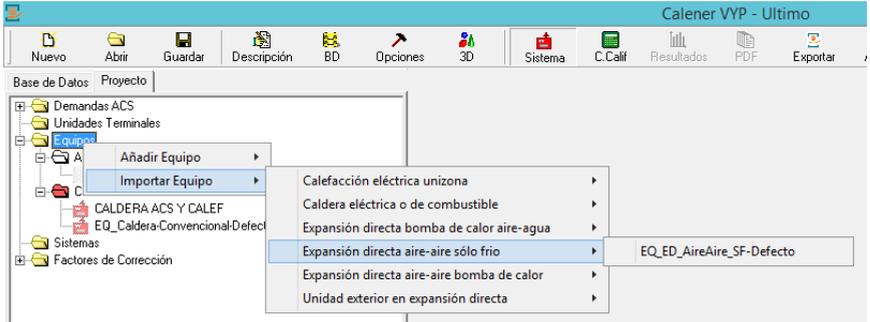


Ilustración 72. Elección del equipo de refrigeración.

**Equipo aire aire solo frio**

Nombre:

Propiedades Básicas | Propiedades Avanzadas

Capacidad total de refrigeración nominal	<input type="text" value="200,0"/>	kW
Capacidad sensible de refrigeración nominal	<input type="text" value="170,00"/>	kW
Consumo de refrigeración nominal	<input type="text" value="70,0"/>	kW
Caudal de impulsión nominal	<input type="text" value="5200,0"/>	m <sup>3</sup> /h

Ilustración 73. Definición propiedades básicas y avanzadas del equipo de refrigeración.

4.4 Como último paso tendremos que introducir los sistemas utilizados en el edificio, asociando a los espacios acondicionados del edificio unos equipos y unidades terminales.

Para la calefacción:

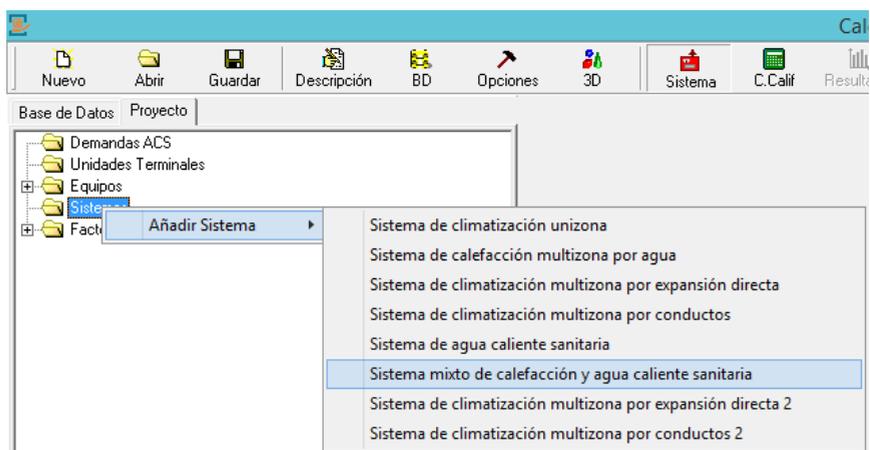


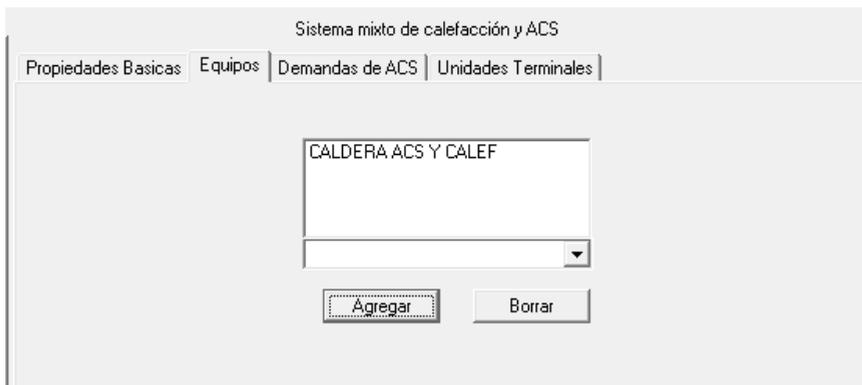
Ilustración 74. Elección del sistema de calefacción y ACS.

Sistema mixto de calefacción y ACS

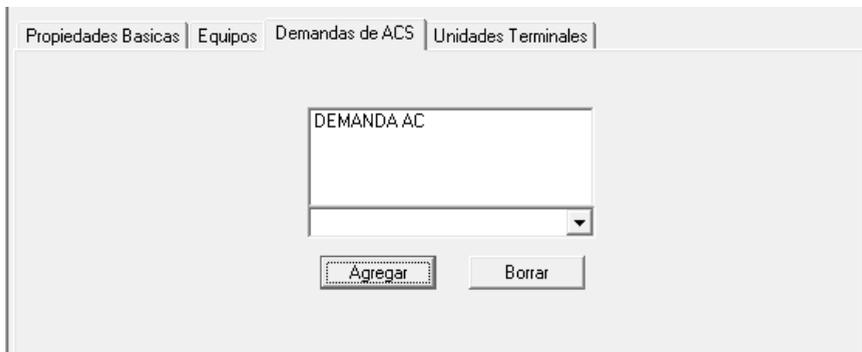
Propiedades Básicas | Equipos | Demandas de ACS | Unidades Terminales

Nombre del sistema	<input type="text" value="ACS Y CALEF."/>
Equipo Acumulador	<input type="text" value="Acumulador"/>
Fracción cubierta por energía solar	<input type="text" value="0.0"/> % Contribución solar mínima HE-4 <input type="text" value="50.0"/> %
Temperatura de impulsión sanitaria	<input type="text" value="60.0"/> °C
Temperatura de impulsión de calefacción	<input type="text" value="80.0"/> °C
Multiplicador	<input type="text" value="1.0"/>

Ilustración 75 . Definición propiedades básicas del sistema de calefacción y ACS



*Ilustración 76. Definición de los equipos del sistema de calefacción y ACS.*



*Ilustración 77. Definición de la demanda de ACS del sistema mixto*

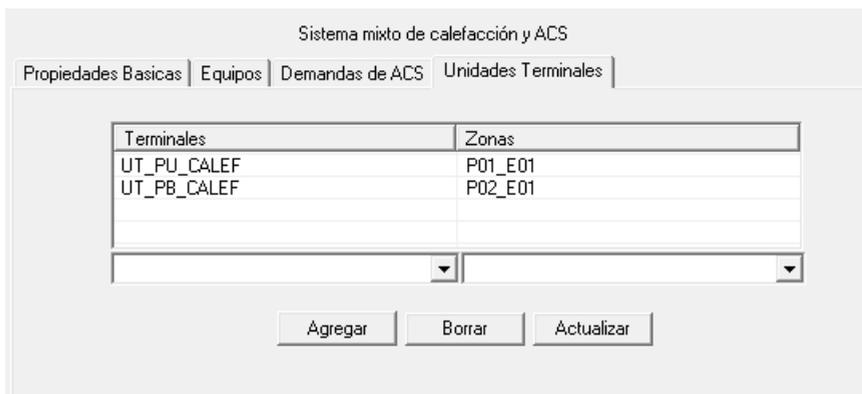


Ilustración 78. Definición de las unidades terminales del sistema mixto.

Para la refrigeración:

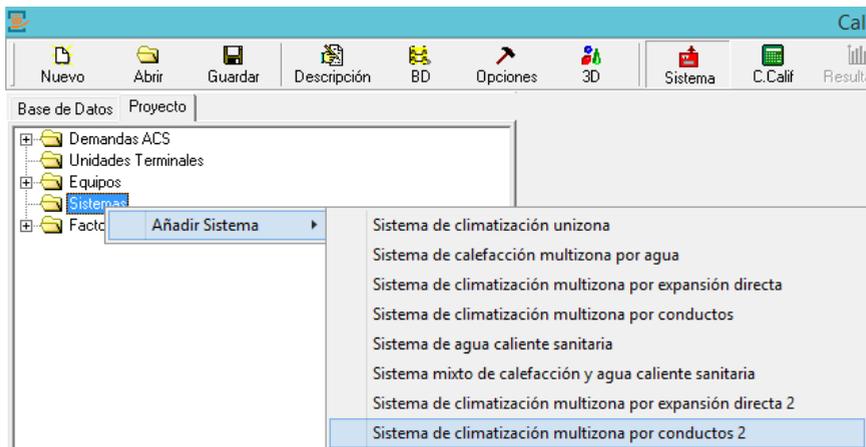


Ilustración 79. Elección del sistema de refrigeración.

Sistema de climatización multizona por conductos 2

Propiedades Basicas | Unidades Terminales

Nombre del sistema: REFRIGERACION

Equipo: EQ\_ED\_AireAire\_SF-Defecto

Zona de control: P02\_E01

Multiplicador: 1.0      Enfriamiento gratuito: No tiene

Caudal de aire ventilación: 5200 m<sup>3</sup>/h      Recuperacion de calor: No tiene

Caudal de aire retornado: 5200 m<sup>3</sup>/h      Eficiencia recuperador: 0,00

*Ilustración 80. Definición de las propiedades básicas del sistema de refrigeración.*

Sistema de climatización multizona por conductos 2

Propiedades Basicas | Unidades Terminales

Terminales	Zonas
UT_PB_RE	P02_E01

*Ilustración 81. Definición de las unidades terminales del sistema de refrigeración.*

- Obtención del informe generado por CALENER VYP, tras realizar el cálculo de su calificación.

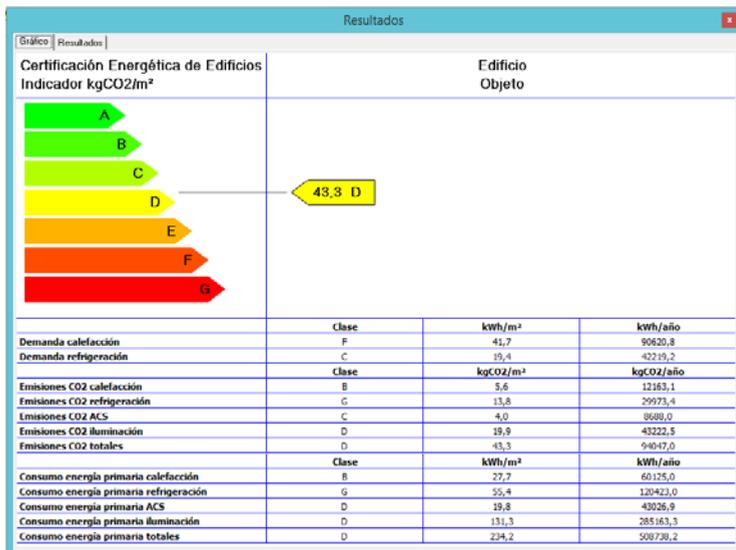


Ilustración 82. Calificación obtenida del estado actual en CALENER VYP.

### 5.2.5. Cálculo de la demanda energética del edificio

El procedimiento para verificar la normativa CTE-DB-HE 1, se realiza mediante el programa Informático conocido como Herramienta unificada LIDER-CALENER, que consta de los puntos siguientes:

Instalar e iniciar el programa. Podremos crear un proyecto nuevo, pero en este caso importaremos la geometría del archivo de CALENER que hemos CREADO anteriormente. Para ello tendremos que abrir el proyecto como archivo .CTEXML, como se muestra en la siguiente imagen.

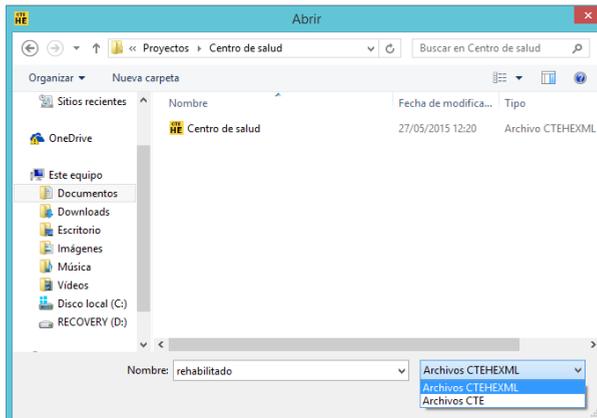


Ilustración 83. Abrir un archivo .CTE como .CTEXML.

Una vez abierto nos aparece el interfaz de la herramienta, en el que aparece la siguiente barra de herramientas generales.

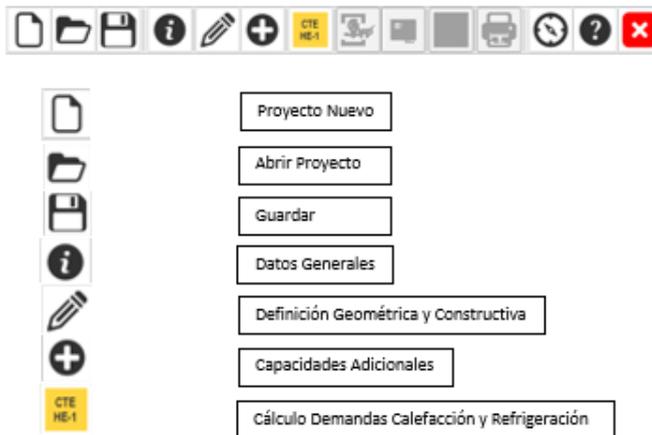


Ilustración 84. Barra principal de la herramienta LIDER-CALENER.

Rellenar los datos recogidos en las pestañas que aparecen en el cuadro de “Datos Generales”, el cual se abre en la barra de herramientas general en el icono de “Información”. Algunos son exportados junto con el archivo y otros hay que rellenarlos.

Ilustración 85. Datos administrativos demandados por LIDER-CALENER.

Ilustración 86. Datos generales demandados por LIDER-CALENER.

Elección de la zona climática en la que se enclava el edificio, establecidas en el apartado 3.1.1 del DB-HE 1, tabla D.1 Zonas climáticas, en nuestro caso altitud de Las Pedroñeras: 699, zona climática: D2.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1

Ilustración 87. Selección zona climática según CTE-DB-HE 1 Datos generales demandados por LIDER-CALENER.

1. Realizar la definición de los elementos constructivos que componen los cerramientos, tabiques y huecos. Este punto se explica junto con la extensión de exportación de ArchiCAD en el apartado 6.3.4 de este documento



Pinchado sobre el icono , nos aparece una ventana 3D con el modelo exportado.

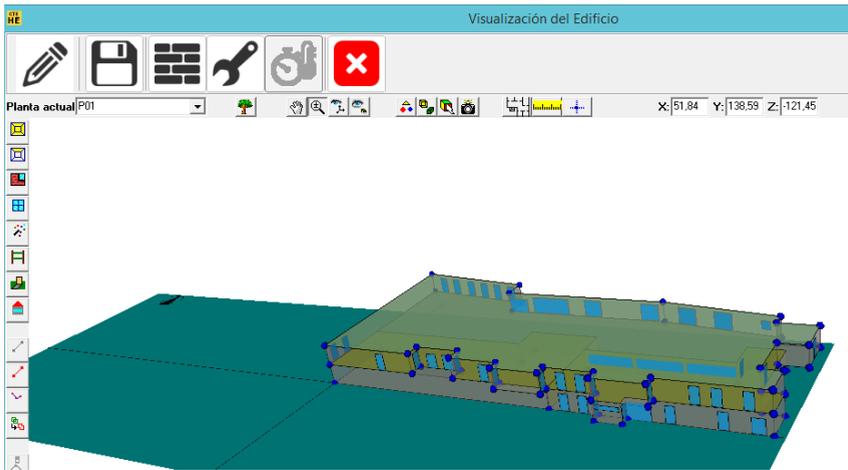


Ilustración 88 . Modelo exportado a herramienta LIDER\_CALENER.

Una vez en la Herramienta unificada tendremos que pinchar en el icono , y recalcularemos todos los puentes térmicos.

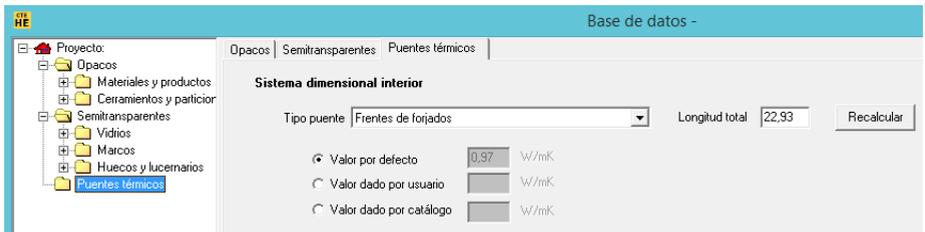
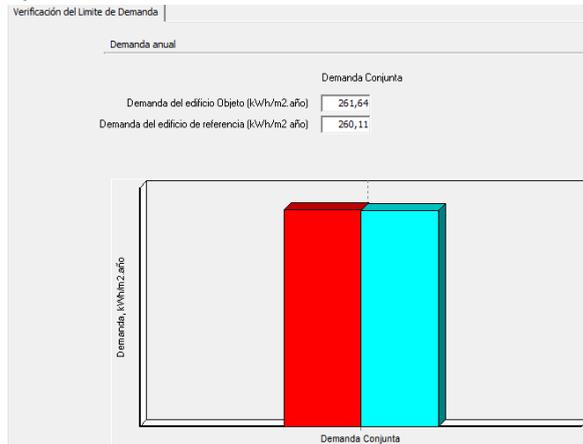


Ilustración 89. Ventana para recalcular los puentes térmicos en la herramienta LIDER\_CALENER.

2. Por medio de la opción “Calcular”  del programa, verificamos el cumplimiento del DB-HE1.

Después de calcular, aparece una comparativa de la demanda de energía que es necesaria tanto en calefacción como en refrigeración, se da a través de un diagrama de barras mediante porcentajes.



*Ilustración 90. Resultado cálculo demanda estado actual en LIDER-CALENER.*

Se puede apreciar que la barra de la izquierda que está en rojo nos está indicando que la demanda conjunta para refrigeración y calefacción del edificio objeto es superior a la demanda del edificio de referencia.

### 5.3. Propuestas técnicas para mejorar la calificación energética

#### 1. Rehabilitación de la envolvente.

La envolvente térmica se constituye por todos los elementos constructivos que separan al edificio del exterior. En el siguiente gráfico se puede apreciar la gran importancia que esta representa en cuanto al ahorro energético.

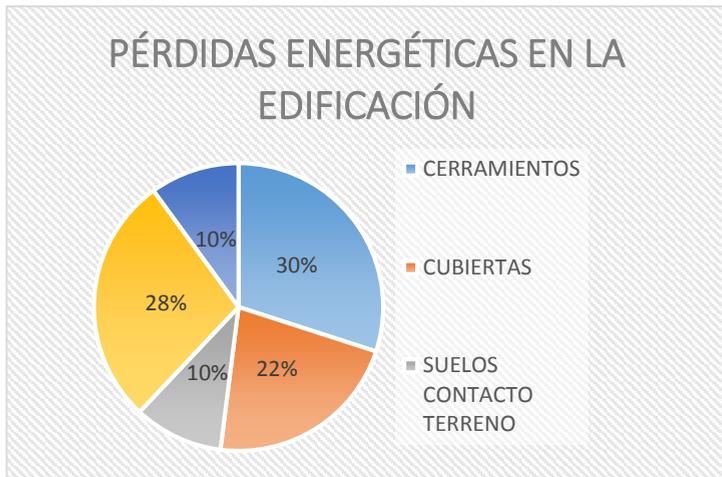


Ilustración 91. Elementos por los que se produce más pérdidas energéticas.

Fuente: IDAE.

Al ser las partes del edificio que está en contacto con el exterior debe tener una elevada resistencia térmica. La principal mejora que se puede aplicar en los cerramientos es el uso de un aislante, estudiando diferentes tipos y espesores. Ya que seguramente sea la medida que

probablemente produzca mejor relación entre el coste y la eficiencia obtenida.

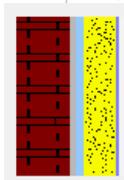
Debido a la influencia que tiene el aislamiento térmico en la eficiencia energética de los edificios las siguientes modificaciones:

**Fachada** ( $U = 0.47 \text{ W/m}^2\text{k}$ )

Se va a aumentar en 2 cm la capa de aislante, teniendo un espesor total en la fachada de 7 cm.

Debido a que se producían condensaciones intersticiales en los cerramientos de fachada, se ha considerado la introducción de una barrera de vapor.

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmic
1	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,120	0,991	2170	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015	0,800	1525	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,1
4	EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,070	0,046	30	1000	
5	Polietileno alta densidad [HDPE]	0,010	0,500	980	1800	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020	0,250	825	1000	



*Ilustración 92. Definición de la fachada rehabilitada.*

## **Carpinterías y vidriería**

Los marcos de las ventanas son puntos que habitualmente presentan problemas de estanqueidad. Los materiales estancos que se pueden utilizar para los encuentros entre las carpinterías y los muros donde van a colocarse son los siguientes:

- Espumas de base acrílica.
- Juntas de láminas con caucho de butyl.
- Juntas de láminas selladas con productos homologados.
- Cintas pre-comprimidas.
- Cintas acrílicas estancas.

Las superficies de los vidrios permiten entrar a la radiación solar, calentando el interior del edificio. Pero cuando esta se ausenta y las temperaturas del exterior son bajas, estos son un punto delicado, debido a que se producen grandes pérdidas de energía hacia el exterior.

Los vidrios de baja emisión se obtienen depositando una capa muy fina de óxidos metálicos por la parte que queda dando a la cámara, aparte también hay otros en el mercado con gas en ella, alcanzando conductividades térmicas inferiores a 1, asimilables a un cerramiento opaco de baja conductividad.

Existen diferentes tipos de vidrios, las diferencias radican en el tipo de clima:

#### CLIMAS FRÍOS:

- Triple acristalamiento.
- Marcos con aislamiento, no solamente rotura de puente térmico.
- Espaciadores aislantes.

#### CLIMAS CÁLIDOS:

- Doble acristalamiento.
- Marcos con aislamiento o con rotura de puente térmico.
- Espaciadores aislantes.

En el Centro de Salud proponemos sustituir los vidrios por otros vidrios dobles bajo emisivos, ya que se trata de un clima intermedio, para estudiar el efecto que tiene en su calificación.

Grupo Ventanas

Nombre

Propiedades

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco   ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire  m³/hm² a 100 Pa

*Ilustración 93. Definición de las carpinterías y vidrios rehabilitados.*

## Protecciones solares

Como he mencionado anteriormente en España es habitual tener altas demandas energéticas para climatización, debemos de tener distintas estrategias en función de la estaciones del año, intentando captar la mayor cantidad de energía en invierno, almacenándola y conservándola. Es esencial evitar la radiación solar en verano, ya que al traspasar los vidrios producirá un sobrecalentamiento, podremos evitarlo disminuyendo sobre todo en edificios terciarios las cargas internas, también controlando la ventilación y refrigeración cuando la temperatura exterior se reduzca.

Para reducir la demanda energética en refrigeración, una de las mejores medidas es usar protecciones solares en os huecos acristalados. Estas deben ser diseñadas para que reduzcan la radiación incidente en verano y que permita la captación en invierno. En el mercado existen numerosos tipos, pero en general se dividen en fijas o móviles. También podría considerarse como protección el efecto de elementos vegetales, como por ejemplo árboles de hoja caduca, para que en verano protejan de la radiación y permitan en invierno las ganancias solares.

Según la orientación de la fachada se recomienda:

- Sur, los elementos arquitectónicos horizontales como voladizos, lamas o pérgolas son muy eficaces.
- Este y oeste, los elementos horizontales no son muy eficaces, esto se debe a que la radiación solar llega al edificio a baja altura, de una manera muy horizontal. Lo mejor para

favorecer la eficacia es poner protecciones fijas en formas de lamas verticales o bien protecciones móviles.

Una posibilidad es integrar sistemas de captación de energía solar en los elementos de protección solar, así un solo elemento podrá desempeñar dos funciones como son la protección solar y la captación solar para generar de energía.

## 2. Mejora de las instalaciones y equipos.

Debido a que CALENER permite trabajar sobre la demanda de ACS, Unidades terminales, Equipos y Sistemas, para mejorar el consumo energético del edificio, se proponen las siguientes mejoras:

- Sustitución del equipo productor de calor para calefacción y ACS.

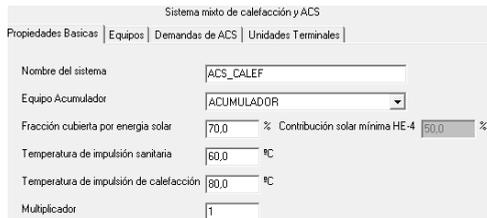
En el caso que nos ocupa, planteamos cambiar la caldera instalada por una caldera de condensación, ya que tienen rendimientos superiores. Esto se debe a que en la combustión de los gases se produce vapor de agua, del cual se aprovecha su calor latente.

Equipo caldera eléctrica o combustible	
Nombre	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
Propiedades básicas   Propiedades avanzadas	
Capacidad Total	180,0 kW
Rendimiento nominal	0,95
Tipo energia	Gasoleo

*Ilustración 94. Definición de la mejora en el equipo de calefacción y ACS.*

- Instalación un sistema de captación de energía solar.

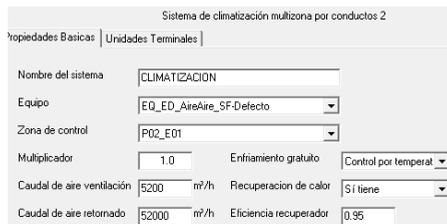
Se propone incorporar unos captadores solares encargados de absorber los rayos solares y transformarlos en energía térmica, para apoyar la producción de ACS y así asumir un porcentaje de su demanda.



Sistema mixto de calefacción y ACS	
Propiedades Básicas   Equipos   Demandas de ACS   Unidades Terminales	
Nombre del sistema	ACS_CALEF
Equipo Acumulador	ACUMULADOR
Fracción cubierta por energía solar	70.0 % Contribución solar mínima HE-4 50.0 %
Temperatura de impulsión sanitaria	60.0 °C
Temperatura de impulsión de calefacción	80.0 °C
Multiplicador	1

*Ilustración 95. Definición del sistema de captación solar como mejora.*

- Instalación de un sistema de refrigeración con recuperación de calor. Esta es una de las estrategias del estándar PH, ya que la finalidad del recuperador es utilizar el calor extraído del aire interior para transferírsele al aire impulsado del exterior. De tal forma que permite reutilizar una gran cantidad de energía para enfriar o calentar el aire interior de los espacios, tanto en climas fríos como cálidos.



Sistema de climatización multizona por conductos 2	
Propiedades Básicas   Unidades Terminales	
Nombre del sistema	CLIMATIZACION
Equipo	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
Zona de control	P02_E01
Multiplicador	1.0
Enfriamiento gratuito	Control por temperat
Caudal de aire ventilación	5200 m³/h
Recuperación de calor	Si tiene
Caudal de aire retornado	52000 m³/h
Eficiencia recuperador	0.95

*Ilustración 96. Definición del sistema de refrigeración con recuperación de calor.*

- Elección de una instalación de iluminación más eficiente.

Debemos de actuar sobre la eficiencia de los componentes, uso de la instalación y su mantenimiento, para poder mejorarla.

Se seleccionarán en función del local a iluminar, las fuentes de luz se elegirán de acuerdo con de la cantidad de energía eléctrica que pueden transformar en flujo luminoso, es decir por su eficacia luminosa.

El equipo auxiliar que se use influye determinadamente. Hay cierta ventaja que ofrecen los balastos electrónicos respecto a los electromagnéticos, tanto en confort de iluminación como en ahorro energético:

1. Disminución en un 25% del consumo energético, respecto a uno electromagnético.
2. Aumento en la eficiencia de la lámpara.
3. Aumento del 50% en la vida útil de las lámparas.
4. Incremento del confort, ya que los dispositivos electrónicos no producen ruido, proporcionan una luz más agradable.
5. Permiten la conexión con sensores de luz, otorgando la posibilidad de ajustar la intensidad y mantener un nivel de luz constante.

En este caso la mejora sobre la iluminación consiste en la sustitución de los fluorescentes instalados por tubos Leed.

Espacio	ud	Potencia lámpara (w)	Potencia por planta (w)	Área (m <sup>2</sup> )	Em (lux)	Potencia instalada (w/m <sup>2</sup> )	VEEI Limite (w/m <sup>2</sup> )	VEEI Objeto (w/m <sup>2</sup> )
Garaje	80	40	3200	438	200	7,3	5	3,65
Planta Urgencias	100	40	4000	332	500	12	3,5	2,40
Planta Baja	350	40	14000	1400	500	7,15	3,5	2

Tabla 7. Definición del sistema de iluminación rehabilitado.

### 5.4. Cálculo de la demanda y calificación implantadas las mejoras

Determinadas las mejoras, volvemos a calcular para justificar el cumplimiento de la demanda y obtenemos un resultado satisfactorio, el cual se muestra en la figura siguiente:



Ilustración 97. Resultado del cálculo de la demanda del estado rehabilitado.

Para que la verificación sea satisfactoria se tiene que producir:

Demanda Calefacción y Refrigeración Edif. Objeto  $\leq$  Demanda Calefacción y Refrigeración Edif. Referencia.

También recalculamos su calificación, obteniendo un resultado positivo ya que se ha conseguido mejorar, consiguiendo una letra B dentro de la escala de calificación.

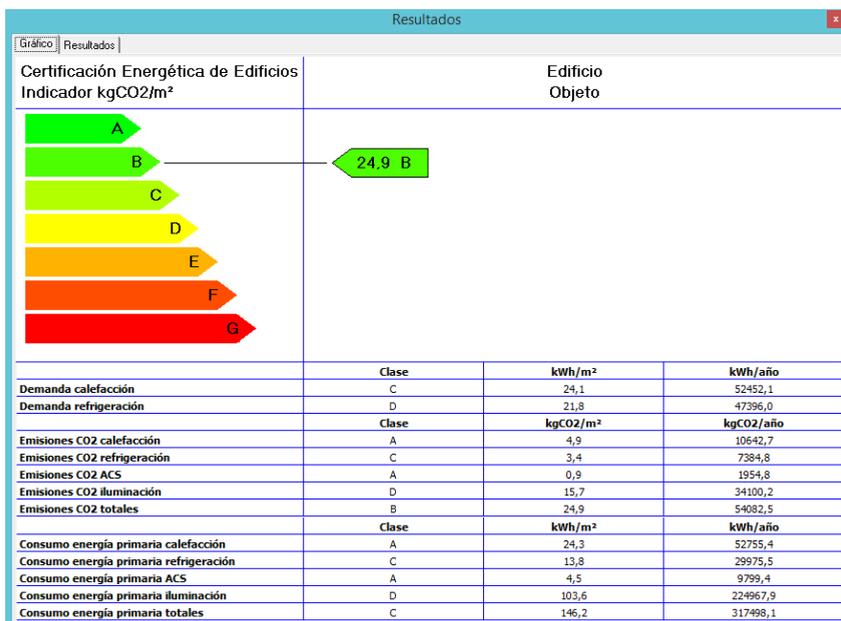


Ilustración 98. Calificación obtenida tras la aplicación de las mejoras establecidas.

## 5.5. Viabilidad de la rehabilitación energética

Para analizarla la rentabilidad de las inversiones, realizaremos un análisis técnico-económico de las unidades de obra que han sido modificadas, para obtener la relación entre el ahorro energético y la inversión realizada para reducir el consumo y la demanda energética.

Debemos evaluar los costes y beneficios actuales y futuros, con el fin de obtener la rentabilidad de las mejoras propuestas, para ello analizaremos variables económicas como son el TIR y el VAN.

El valor actual neto, el cual se define como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y los pagos generados por una inversión menos en el desembolso inicial. Nos permite tomar decisiones respecto a inversión, lo rechazaremos cuando sea negativo.

$$\text{VAN} = \Sigma \frac{Fc}{(1+i)^{n1}} - C$$

- C: Coste de la inversión, corresponderá con el valor de la inversión de las mejoras.
- n: Periodo de años, en función de la vida útil.
- i: tasa de interés establecida por el Banco de España.
- Fc: Fijos netos de caja de cada periodo.

La tasa interna de retorno, es el interés bancario que rentabiliza la inversión al cabo de “n” años y que hace nulo al VAN.

$$0 = \Sigma \frac{Fc}{(1+i)^{n1}} - C$$

Mediante las simulaciones realizadas anteriormente del edificio en su estado actual y rehabilitado, con los datos obtenidos se realizara una comparativa, observando si estas mejoras producen un ahorro energético y poder determinar la rentabilidad de la inversión.

	Inicial	Rehab.	Inicial	Rehab.	Inicial	Rehab.
	Calificación		Kwh/m2		Kwh/año	
<b>Demanda Calefacción</b>	F	C	41,7	24,1	90620,8	52452,1
<b>Demanda Refrigeración</b>	C	D	19,4	21,8	42219,2	47396,0
	Calificación		kgCO2/m2		kgCO2/año	
<b>Emisiones Calefacción</b>	B	A	5,6	4,9	12163,1	10642,7
<b>Emisiones Refrigeración</b>	G	C	13,8	3,4	29973,4	7384,8
<b>Emisiones ACS</b>	C	A	4,0	0,90	8688,0	1954,8
<b>Emisiones Iluminación</b>	D	D	19,20	15,7	43222,5	34100,2
<b>Totales</b>	D	B	43,3	24,9	94047,0	54082,5
	Calificación		Kwh/m2		Kwh/año	
<b>Consumo Calefacción</b>	B	A	27,7	24,3	60125,0	52755,4
<b>Consumo Refrigeración</b>	G	C	55,44	13,8	120423,0	29975,5
<b>Consumo ACS</b>	D	A	19,8	4,5	43026,9	9799,4
<b>Consumo Iluminación</b>	D	D	131,3	103,6	285163,3	224967,9
<b>Totales</b>	D	C	234,2	146,2	506738,2	317448,1

*Tabla 8. Resultados obtenidos en el estado actual y en el rehabilitado.*

Costes de la inversión:

	Descripción	Medición	Precio	Importe	Total
		(m2)	(€/ud med.)	(€)	(€)
Edificio inicial	Aisl. Fach. EPS 0.046 50mm	679,79	10,95	7.443,7	23.232,59
	Acrystalamiento doble 4+6+4	269,93	29,18	7.876,55	
	Caldera convencional	1	2.430,56	2.430,56	
	Climatizador autónomo sin recuperación de calor	1	5.481,78	5.481,78	
Edificio rehabilitado	Aisl. Fach. EPS 0.046 70mm	679,79	14,28	9.707,4	61.426,06
	Acrystalamiento doble bajo emisivo 4+12+4	269,93	38,97	10.519,17	
	Caldera de condensación	1	3052,8	3.052,8	
	Climatizador autónomo con recuperación de calor	1	1	9.408,86	
	Barrera de vapor	679,79	15,58	10.591,13	
	Colectores solares 2 m2	30	604,89	18.146,7	
				<b>Coste diferencial</b>	<b>38.197,47</b>

Tabla 9. Coste de la inversión en el estado actual y el rehabilitado.

### Coste del ahorro energético:

Para poder tener una estimación del consumo respecto a la demanda obtenida dividiremos el valor de la demanda de la calefacción por un rendimiento medio estacional de la caldera de 0,8, y la demanda de refrigeración la dividiremos por un rendimiento eléctrico de 2,5.

	<b>Calefacción</b>	<b>Refrigeración</b>	<b>ACS</b>	<b>Iluminación</b>
<b>Consumo inicial (kwh/año)</b>	113.276	52.774	43.026,9	285.163,3
<b>Consumo rehabilitado (kwh/año)</b>	65.565,12	59.245	9.799,4	224.967,9
<b>Ahorro consumo mejora (kwh/año)</b>	47.710,88	-6.471	33.227,5	60.195,4
<b>Coste de la energía (€)</b>	0,057	0,1489	0,057	0,1489
<b>Coste ahorro mejora (€/año)</b>	2.719,52	-963,53	1.893,98	8.963,09
<b>Ahorro total (€/año)</b>	12.613,06	<b>Gas</b>	4.613,5	
		<b>Electricidad</b>	79.99,56	

*Tabla 10. Coste del ahorro energético.*

## Estudio de la viabilidad:

<b>Inversión inicial</b>		38.193,47	<b>Ahorro energético</b>		12.613,06
<b>Periodo</b>	<b>Flujos de caja</b>	<b>Periodo</b>	<b>Flujos de caja</b>	<b>Periodo</b>	<b>Flujos de caja</b>
1	11.466,42	11	4.420,80	21	1.704,41
2	10.424,02	12	4.018,91	22	1.549,46
3	9.476,38	13	3.653,55	23	1.408,60
4	8.614,89	14	3.321,41	24	1.280,55
5	7.831,72	15	3.019,47	25	1.164,13
6	7.119,74	16	2.744,97	26	1.058,30
7	6.472,49	17	2.495,43	27	962,10
8	5.884,09	18	2.268,57	28	874,63
9	5.349,17	19	2.062,34	29	795,12
10	4.862,88	20	1.874,85	30	722,84
				<b>Flujo caja total</b>	118.902,24

<b>VAN</b>	<b>TIR</b>
80.707,77	33%

*Tabla 11. Estudio de la viabilidad de la medidas de mejora.*

## Capítulo 6. Conclusiones

Con el desarrollo del trabajo, se ha demostrado que alcanzar un confort térmico obteniendo un ahorro energético es posible, basándonos en conceptos y principios de alta eficiencia energética, se tiene un sobre coste que debe asumirse en las construcciones, pero cada vez es más positiva la rentabilidad de dichas inversiones.

En la rehabilitación energética de edificios de uso terciario la iluminación ha de tenerse muy en cuenta, debido a que produce importantes variaciones en el consumo de refrigeración y calefacción. Las demás medidas de mejora de la envolvente y de las instalaciones establecidas producen un ahorro de energía pero de menos entidad.

Según el resultado obtenido en la aplicación de la fórmula del VAN, como es positivo podemos afirmar que la propuesta de rehabilitación energética del edificio estudiado, es rentable.

Suponiendo que la renovación de aire interior del edificio es la especificada en los criterios Passivhaus, con los resultados obtenidos en CALENER VYP tras la aplicación de las mejoras, podría obtenerse dicho certificado, pero no el certificado LEED.

En la actualidad, el precio de la energía derivada de combustibles fósiles ha aumentado desorbitadamente y que en relativamente pocos años este tipo de energía será insostenible. En consecuencia, las estrategias deben enfocarse a la obtención de una arquitectura más sostenible y con una menor demanda energética.

# Capítulo 7. Referencias Bibliográficas

## 7.1. Libros

Rey Martínez, FJ. y Velasco Gómez, E. (2010). *Eficiencia energética en edificios: Certificación y Auditorías Energéticas*. Editorial: Paraninfo.

Zabalza, I., Díaz, S. y Aranda, (2007) A. *Manual práctico de certificación energética de edificios*. Editorial: Universidad de Zaragoza.

Orozco Sánchez, T. (2010) *Experto en Certificación Energética de edificios existentes. Herramienta CE3X*. Editorial: ic editorial.

Sánchez Ron, JM. (2008) *Energía: una historia del progreso y desarrollo de la humanidad*. Editor: Consejo Superior de Investigaciones Científica.

García Laespada, A. (2010) *DITE 7.03: Entrada de datos a los programas LIDER Y CALENER VYP*. Editorial: Atecyr.

## 7.2. Webs

Cambio climático. URL: [www.obsa.org](http://www.obsa.org) [8/4/2015].

Protocolo de Kyoto. United Nations Framework Convention on Climate Change. URL: [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int) [14/4/2015].

CTE, Código Técnico de la Edificación. Manual Herramienta Unificada LIDER-CALENER. URL: [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org), [29/6/15].

MINETUR, Ministerio de Industria, Energía y Turismo. URL: [www.minetur.es](http://www.minetur.es) [2/6/2015]

IDEA, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. URL: [www.idae.es](http://www.idae.es) [26/5/2015].

Passivhaus Institut. URL: [www.passiv.de](http://www.passiv.de) [3/4/2015].

PEP, Plataforma de la Edificación Passivhaus España. URL: [www.plataforma-pep.org](http://www.plataforma-pep.org) [3/4/2015].

Proyecto Passive On. URL: [www.passiv-on.org](http://www.passiv-on.org) [3/4/2015].

USGBC, United States Green Building Council. URL: [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) [3/5/2015].

GBCE, Green Building Council España. URL: [www.spaingbc.org](http://www.spaingbc.org) [3/5/2015].

### 7.3. Documentos y Normativas

PANER, Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España 2011-2020.

NBE-CTE-79, Normativa Básica de la Edificación.

RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el CTE.

CTE-DB HE, Documento Básico de ahorro de energía.

Directiva 2010/31/UE, Del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de edificios.

Directiva 2012/27/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética de edificios, por la que se modifican la Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

RD 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento de certificación de la eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

RD 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento de certificación de edificios existentes.

IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. “Informes de consumos Energéticos”.

IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. “Guía práctica de Energía. Consumo Eficiente y Responsable”.

IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. “Procedimientos de certificación energética edificios nuevos y existentes”.

IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía. Manual de usuario CALENER-VYP. “Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos”.

## Capítulo 8. Índice de Tablas

Tabla 1. Procedimientos de certificación en España. Fuente: MINETUR .....	23
Tabla 2.Comparación entre CE3 y CE3X. ....	30
Tabla 3. Calificación según el tipo de uso del edificio. ....	42
Tabla 4. Definición de espacios según el nivel de estanqueidad.....	86
Tabla 5. Características sistema iluminación estado actual. ....	89
Tabla 6. Características de las unidades terminales.....	95
Tabla 7. Definición del sistema de iluminación rehabilitado.....	118
Tabla 8. Resultados obtenidos en el estado actual y en el rehabilitado. ....	121
Tabla 9. Coste de la inversión en el estado actual y el rehabilitado. ....	122
Tabla 10. Coste del ahorro energético. ....	123
Tabla 11. Estudio de la viabilidad de la medidas de mejora. ....	124

## Índice de Figuras

Ilustración 1. Evolución del uso de la energía. Fuente: <a href="http://www.blogdelaenergia.com">www.blogdelaenergia.com</a> .....	9
Ilustración 2. Emisiones Países UE, 2014. Fuente: <a href="http://www.elpais.com">www.elpais.com</a> . Datos: AEM .....	11

Ilustración 3. Porcentajes de Consumos Energéticos de los Recursos. Fuente: MINETUR .....	12
Ilustración 4. Consumos Energéticos por Sectores. Fuente: MINETUR (elaboración propia) .....	17
Ilustración 5. Consumos en edificación por Usos. Fuente: MINETUR (elaboración propia) .....	18
Ilustración 6. Escala de Resultados en Edificios Residenciales.....	28
Ilustración 7. Escala de Resultados en Edificios Terciarios.....	28
Ilustración 8. Definición geométrica tipológica en CE3.....	31
Ilustración 9. Definición geométrica por superficies y orientaciones en CE3.....	31
Ilustración 10. Definición geométrica con ayuda de DXF o importación en CE3.....	32
Ilustración 11. Definición constructiva por tipología y antigüedad en CE3.....	32
Ilustración 12. Definición constructiva mediante información general en CE3.....	33
Ilustración 13. Definición constructiva mediante información detallada en CE3.....	33
Ilustración 14. Definición sistemas de acondicionamiento para viviendas en CE3.....	34
Ilustración 15. Definición de sistemas de acondicionamiento para VYP en CE.....	34
Ilustración 16. Definición de sistemas de acondicionamiento para GT en CE3.....	35
Ilustración 17. Procedimiento de certificación en CE3X.....	36
Ilustración 18. Selección tipo edificatorio en CE3X.....	37
Ilustración 19. Introducción datos administrativos en CE3X.....	37
Ilustración 20. Introducción datos generales en CE3X.....	38

Ilustración 21. Definición de la envolvente en CE3X. ....	38
Ilustración 22. Definición de las instalaciones en CE3X.....	39
Ilustración 23. Escala de calificación energética. ....	41
Ilustración 24. Esquema obtención Certificado. Fuente: IDAE.....	45
Ilustración 25. Etiquetas de Eficiencia energética.....	46
Ilustración 26. Principios Passivhaus. Fuente: www.isover.es .....	49
Ilustración 27.Ventilación Mecánica con Recuperación de Calor. Fuente: www.isover.es .....	52
Ilustración 28.Niveles de Certificación Leed. Fuente: USGBC .....	60
Ilustración 29.Casificación según Herramienta LEEDv4. Fuente: USGBC .....	63
Ilustración 30.Diagramas de Temperaturas y Precipitaciones. Fuente: climate-data.org .....	66
Ilustración 31.Interfaz de Usuario del Programa ArchiCAD. ....	68
Ilustración 32.Paleta del navegador del Proyecto.....	69
Ilustración 33.Paletas de Herramienta y de Información.....	69
Ilustración 34. Ayuda a definición geométrica en ArchiCAD.....	72
Ilustración 35. 3D Centro de Salud simplificado.....	72
Ilustración 36. 3D Planta urgencias simplificada .....	73
Ilustración 37. Planta baja simplificada. ....	73
Ilustración 38. Planta cubierta simplificada. ....	73
Ilustración 39. Abrir un archivo .CTE en ArchiCAD. ....	74
Ilustración 40. Asignar propiedades desde un archivo .CTE en ArchiCAD.....	75
Ilustración 41. Definición constructiva mediante la Base de Datos de LIDER.....	76
Ilustración 42. Definición constructiva de la facha.....	77
Ilustración 43. Definición constructiva del forjado interior. ....	77
Ilustración 44. Definición constructiva del forjado sanitario. ....	78

Ilustración 45. Definición constructiva de la cubierta. ....	78
Ilustración 46. Definición constructiva de las carpinterías.....	79
Ilustración 47. Definición de espacios. ....	80
Ilustración 48. 3D Edificio exportado de ArchiCAD a LIDER. ....	81
Ilustración 49. Ventana de definición del espacio de trabajo. ....	82
Ilustración 50. Ventana de definición constructiva de algunos elementos.....	82
Ilustración 51. Ventana de definición de puentes térmicos.....	83
Ilustración 52. Ventana de definición de protecciones solares.....	83
Ilustración 53. Definición de espacios en LIDER. ....	84
Ilustración 54. Definición de espacios según las condiciones de humedad.....	85
Ilustración 55. Nivel de estanqueidad según DB-HE 1. ....	86
Ilustración 56. Definición de espacios según el nivel de estanqueidad. ....	86
Ilustración 57. Definición del sistema de iluminación. ....	87
Ilustración 58. Valor de eficiencia energética de la iluminación según DB-HE.....	88
Ilustración 59 . Esquema instalación de refrigera .....	91
Ilustración 60. Ventana de definición de sistemas de CALENER VYP. ....	91
Ilustración 61. Demanda de referencia de ACS según el CTE-DB-HE. ....	92
Ilustración 62. Definición por defecto de la demanda de ACS en CALENER VYP. ....	92
Ilustración 63. Clases de unidades terminales recogidas en CALENER VYP.....	93
Ilustración 64. Definición unidad terminal planta urgencias.....	94
Ilustración 65. Definición unidad terminal planta baja. ....	94
Ilustración 66. Clases de equipos recogidos en CALENER VYP. ....	96
Ilustración 67. Definición de las propiedades básicas del equipo de calefacción.....	96

Ilustración 68. Definición de las propiedades avanzadas del equipo de calefacción.....	97
Ilustración 69. Elección del equipo de acumulación. ....	97
Ilustración 70. Definición de las propiedades básicas del equipo de acumulación. ....	98
Ilustración 71. Definición de las propiedades avanzadas del equipo de acumulación. ....	98
Ilustración 72. Elección del equipo de refrigeración. ....	99
Ilustración 73. Definición propiedades básicas y avanzadas del equipo de refrigeración. ....	99
Ilustración 74. Elección del sistema de calefacción y ACS.....	100
Ilustración 75 . Definición propiedades básicas del sistema de calefacción y ACS.....	100
Ilustración 76. Definición de los equipos del sistema de calefacción y ACS.....	101
Ilustración 77. Definición de la demanda de ACS del sistema mixto ...	101
Ilustración 78. Definición de las unidades terminales del sistema mixto. ....	102
Ilustración 79. Elección del sistema de refrigeración.....	102
Ilustración 80. Definición de las propiedades básicas del sistema de refrigeración. ....	103
Ilustración 81. Definición de las unidades terminales del sistema de refrigeración. ....	103
Ilustración 82. Calificación obtenida del estado actual en CALENR VYP. ....	104
Ilustración 83. Abrir un archivo .CTE como .CTEXML. ....	105
Ilustración 84. Barra principal de la herramienta LIDER-CALENER.....	105
Ilustración 85. Datos administrativos demandados por LIDER-CALENER. ....	106

Ilustración 86. Datos generales demandados por LIDER-CALENER.....	106
Ilustración 87. Selección zona climática según CTE-DB-HE 1Datos generales demandados por LIDER-CALENER. ....	107
Ilustración 88 . Modelo exportado a herramienta LIDER_CALENER. ...	108
Ilustración 89. Ventana para recalcular los puentes térmicos en la herramienta LIDER_CALENER. ....	108
Ilustración 90. Resultado cálculo demanda estado actual en LIDER- CALENER. ....	109
Ilustración 91. Elementos por los que se produce más pérdidas energéticas. Fuente: IDAE. ....	110
Ilustración 92. Definición de la fachada rehabilitada. ....	111
Ilustración 93. Definición de las carpinterías y vidrios rehabilitados. .	113
Ilustración 94. Definición de la mejora en el equipo de calefacción y ACS. ....	115
Ilustración 95. Definición del sistema de captación solar como mejora. .....	116
Ilustración 96. Definición del sistema de refrigeración con recuperación de calor. ....	116
Ilustración 97. Resultado del cálculo de la demanda del estado rehabilitado. ....	118
Ilustración 98. Calificación obtenida tras la aplicación de las mejoras establecidas. ....	119

## Anexos

Anexo 1. Etiqueta de eficiencia energética.

Anexo 2. Certificado de eficiencia energética de edificios existentes.

Anexo 3. Planos del edificio.

3.1. Planta Urgencias.

3.2. Planta Baja.

3.3. Planta Cubierta.

Anexo 4. Informe obtenido con CALENER VYP estado actual.

Anexo 5. Informe obtenido con CALENE VYP estado rehabilitado.

Anexo 6. Precios descompuestos de las partidas de obra modificadas en su estado actual y rehabilitado.



## MODELO DE ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

1. La etiqueta de eficiencia energética de edificios en territorio español se ajustará al contenido de la figura 1.

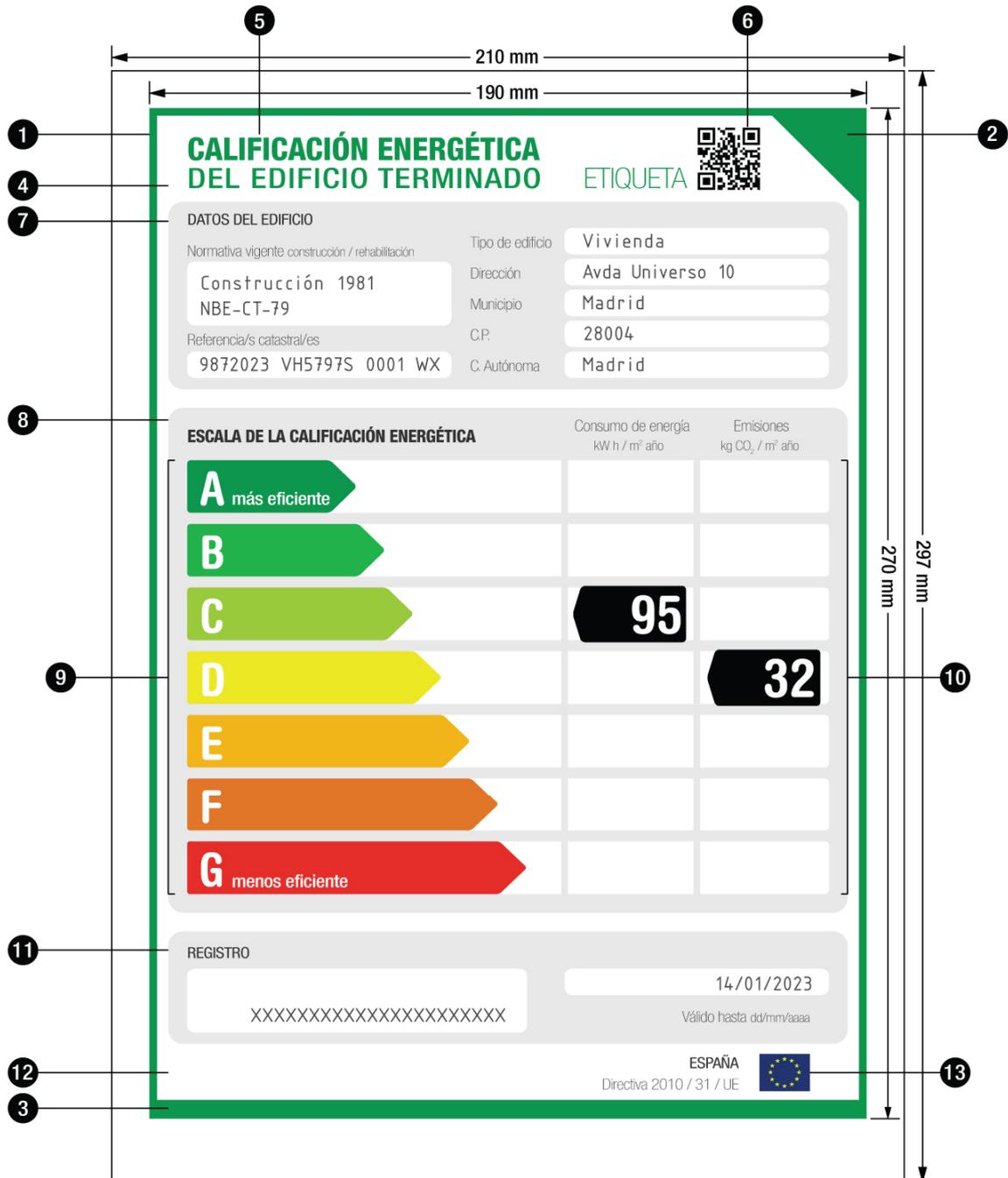


Figura 1. Etiqueta de calificación energética

2. Se tendrá en cuenta las siguientes precisiones:

- i. La etiqueta medirá al menos 190 mm de ancho y 270 mm de alto. Cuando se imprima en un formato mayor, su contenido deberá mantener las proporciones de las citadas especificaciones.
- ii. El fondo será blanco
- iii. Los colores serán CMYK (cian, magenta, amarillo y negro) con arreglo al ejemplo siguiente: 00-70-X-00: cian 0 %, magenta 70 %, amarillo 100 %, negro 0 %.
- iv. Serán válidas todas las lenguas oficiales del Estado Español.
- v. La etiqueta cumplirá todos los requisitos siguientes (los números se refieren a la figura anterior):
  1. **Reborde de la etiqueta:** trazo 2 mm en bordes izquierdo, superior y derecho; y trazo de 4 mm en el borde inferior - color: para *edificios terminados*: **verde** 85-15-95-30; y para *proyectos*: **naranja** 10-65-100-10.
  2. **Esquina de la etiqueta:** chaflán de 20 mm – 20 mm - color: para *edificios terminados*: **verde** 85-15-95-30; y para *proyectos*: **naranja** 10-65-100-10.
  3. **Borde inferior de la etiqueta:** trazo 4 mm en borde inferior.
  4. **Cabecera de la etiqueta:**
  5. **Título de la etiqueta:** ancho: 180 mm – alto: 20 mm – fondo: 00-00-00-00.
    - a. 1ª línea: “CALIFICACIÓN ENERGÉTICA” fuente: Helvética Condensed Heavy 24 pt.
    - b. 2ª línea: “DEL EDIFICIO TERMINADO” o “DEL PROYECTO” fuente: Helvética Condensed Medium 24 pt.
    - c. Color: para *edificios terminados*: **verde** 85-15-95-30; y para *proyectos*: **naranja** 10-65-100-10.
  6. **Código BIDI:** ancho: 18 mm – alto: 18 mm.
    - a. Título “ETIQUETA” fuente: Helvética Condensed Thin 24 pt. Color: para *edificios terminados*: **verde** 85-15-95-30; y para *proyectos*: **naranja** 10-65-100-10.
  7. **Datos del edificio:**
    - a. Área rectangular: ancho: 180 mm – alto: 50 mm – esquinas redondeadas con radio: 4 mm – color: 00-00-00-10.
    - b. Título “DATOS DEL EDIFICIO” fuente: Helvética Condensed Roman 13 pt – color: 00-00-00-X.
    - c. Texto descriptivo de las casillas de formulario: fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt – color: 00-00-00-55.
    - d. Casillas de formulario: ancho: variable – alto: 17 a 7 mm – color: 00-00-00-00.
    - e. Texto a introducir en las casillas de formulario: fuente: Arial Normal 9-13 pt – color: 00-00-00-X.
  8. **Escala de la calificación energética:** ancho: 180 mm – alto: 135 mm – esquinas redondeadas con radio: 4 mm – color: 00-00-00-10.
    - a. Título “ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA” fuente: Helvética Condensed Heavy 13 pt – color: 00-00-00-X.
    - b. Texto descriptivo de las casillas de formulario: fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt – color: 00-00-00-55.

**9. Escala de A (más eficiente) a G (menos eficiente):**

- a. Flecha: ancho: para clase A 45 mm – para clase G 90 mm - alto: 14 mm - espacio: 3 mm – colores:
  - Clase A: 85-15-95-30.
  - Clase B: 80-00-X-00.
  - Clase C: 45-00-X-00.
  - Clase D: 10-00-95-00.
  - Clase E: 05-30-X-00.
  - Clase F: 10-65-X-00.
  - Clase G: 05-95-95-00.
- b. Texto “A” – “G”: fuente: Helvética Rounded Condensed Bold 35 pt – color: 00-00-00-00.
- c. Texto “más eficiente”, “menos eficiente”: fuente: Helvética Condensed Medium 15 pt – color: 00-00-00-00.

**10. Calificación energética:**

- a. Flecha: ancho: 30 mm - alto: 15 mm - colores: 00-00-00-X.
- b. Valor: fuente: Helvética Rounded Condensed Bold 45 pt – color: 00-00-00-00.

**11. Registro:**

- a. Área rectangular: ancho: 180 mm – alto: 30 mm – esquinas redondeadas con radio: 4 mm – color: 00-00-00-10.
- b. Título “REGISTRO” fuente: Helvética Condensed Roman 13 pt – color: 00-00-00-X.
- c. Texto descriptivo de las casillas de formulario: fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt – color: 00-00-00-55.
- d. Casillas de formulario: ancho: variable – alto: 17 a7 mm – color: 00-00-00-00.
- e. Texto a introducir en las casillas de formulario: fuente: Arial Normal 9-13 pt – color: 00-00-00-X.

**12. Pie de etiqueta:** ancho: 180 mm – alto: 20 mm – fondo: 00-00-00-00.

- a. Texto “ESPAÑA”: fuente: Helvética Condensed Roman 13 pt – color: 00-00-00-X.
- b. Texto “Directiva 2010/31/UE”: fuente: Helvética Condensed Thin 13 pt – color: 00-00-00-55.

**13. Logotipo de la Unión Europea:** ancho: 14 mm – alto: 10 mm.

3. Casos particulares del uso de la etiqueta

- i. Para la inclusión de la etiqueta de eficiencia energética en la publicidad de venta o alquiler de edificios, a través de folletos o portales inmobiliarios, se permite el reducir o agrandar la etiqueta siempre que se mantenga el formato y las proporciones establecidas y sea legible.
- ii. También en estos casos, se permitirá que, manteniendo el formato y las proporciones, se muestren solo las escalas y los valores de la etiqueta como se muestra en el ejemplo de la siguiente figura:



**Figura 2. Caso particular: Etiqueta de calificación energética**

- iii. En el caso de anuncios de prensa se permitirá mencionar solo la calificación energética en Consumo y en Emisiones (letra asociada a las mismas)
  - iv. En los carteles de venta o alquiler que se colocan en el exterior de los edificios, y en los que solo aparece un teléfono de contacto no es necesario que aparezca la calificación energética.
4. Escala de calificación de eficiencia energética para edificios destinados a vivienda.

Los edificios de viviendas regulados por este Procedimiento básico se clasificarán energéticamente de acuerdo con la tabla I, tanto si corresponde a viviendas unifamiliares como en bloque.

**Tabla I – Calificación de eficiencia energética de edificios destinados a viviendas**

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índices de calificación de eficiencia energética
A	$C1 < 0,15$
B	$0,15 \leq C1 < 0.50$
C	$0.50 \leq C1 < 1.00$
D	$1.00 \leq C1 < 1,75$
E	$C1 > 1,75$ y $C2 < 1.00$
F	$C1 > 1,75$ y $1.00 \leq C2 < 1.5$
G	$C1 > 1,75$ y $1.50 \leq C2$

La calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente a los índices de calificación de eficiencia energética obtenidos por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

Los índices de calificación de eficiencia energética C1 y C2 de las viviendas unifamiliares o en bloque se obtienen respectivamente mediante las formulas siguientes:

$$C1 = \frac{\left(\frac{I_o}{\bar{I}r}\right) - 1}{2(R - 1)} + 0,6$$

$$C2 = \frac{\left(\frac{I_o}{\bar{I}s}\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0.5$$

Donde:

$I_o$ : son las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio objeto calculadas de acuerdo con la metodología descrita en el documento reconocido de especificaciones técnicas de la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética y limitadas a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

$\bar{I}r$ : corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados del Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el RD 314/2006, excepto el relativo a aportación solar fotovoltaica

$R$ : es el ratio entre el valor de  $\bar{I}r$  y el valor de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados del Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el RD 314/2006.

$\bar{I}s$ : corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para el parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

$R'$ : es el ratio entre el valor  $\bar{I}s$  y el valor de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10% del parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

Los valores de  $\bar{I}r$ ,  $R$ ,  $\bar{I}s$ ,  $R'$  correspondientes a las diferentes capitales de provincia se incluyen en el documento reconocido "Escala de calificación energética". En el mismo documento se describe el procedimiento para obtenerlos en localidades que no sean capitales de provincia.

## 5. Escala de eficiencia energética para edificios destinados a otros usos.

Los edificios regulados por este Procedimiento básico destinados a otros usos que no sean vivienda se clasificarán energéticamente de acuerdo con la tabla II.

**Tabla II – Calificación de eficiencia energética de edificios destinados a otros usos**

<b>Calificación de eficiencia energética del edificio</b>	<b>Índice de calificación de eficiencia energética</b>
A	$C < 0.40$
B	$0.40 \leq C < 0,65$
C	$0,65 \leq C < 1.00$
D	$1.00 \leq C < 1,3$
E	$1,3 \leq C < 1,6$
F	$1,6 \leq C < 2$
G	$2 \leq C$

La calificación de eficiencia energética asignada al edificio será la correspondiente a los índices de calificación de eficiencia energética obtenidos por el mismo, dentro de una escala de siete letras, que va desde la letra A (edificio más eficiente) a la letra G (edificio menos eficiente).

El índice de calificación de eficiencia energética C de este tipo de edificios es el cociente entre las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio a certificar y las emisiones de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio de referencia, según corresponda.

Tanto el consumo en energía primaria como las emisiones de CO<sub>2</sub> se calcularán de acuerdo con la metodología descrita en el “documento reconocido de especificaciones técnicas de la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética” en el que se define igualmente el edificio de referencia.

Los cálculos comprenderán los servicios de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación.

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio			
Dirección			
Municipio		Código Postal	
Provincia		Comunidad Autónoma	
Zona climática		Año construcción	
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)			
Referencia/s catastral/es			

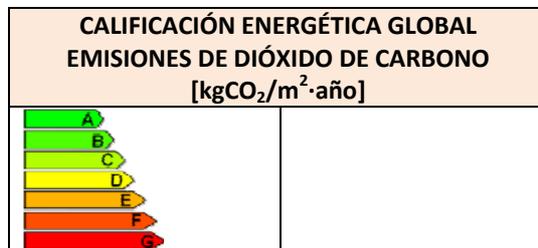
## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

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

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos		NIF	
Razón social		CIF	
Domicilio			
Municipio		Código Postal	
Provincia		Comunidad Autónoma	
e-mail:			
Titulación habilitante según normativa vigente			
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:			

## 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: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Firma del técnico certificador:

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

# ANEXO I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	
---------------------------------------------	--

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

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

#### Generadores de refrigeración

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

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

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

Sistemas secundarios de calefacción y/o refrigeración (sólo edificios terciarios)

<b>Nombre</b>			
<b>Tipo</b>			
<b>Zona asociada</b>			
<b>Potencia calor [kW]</b>	<b>Potencia frío [kW]</b>	<b>Rendimiento calor [%]</b>	<b>Rendimiento frío [%]</b>
<b>Enfriamiento gratuito</b>	<b>Enfriamiento evaporativo</b>	<b>Recuperación de energía</b>	<b>Control</b>

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Servicio asociado</b>	<b>Consumo de energía [kWh/año]</b>

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Servicio asociado</b>	<b>Consumo de energía [kWh/año]</b>

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

<b>Espacio</b>	<b>Potencia instalada [W/m<sup>2</sup>]</b>	<b>VEEI [W/m<sup>2</sup>·100lux]</b>	<b>Iluminancia media [lux]</b>	<b>Modo de obtención</b>

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

<b>Espacio</b>	<b>Superficie [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Perfil de uso</b>

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

<b>Zona climática</b>		<b>Uso</b>	
-----------------------	--	------------	--

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES	
	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>
	<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>
	<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>

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

### 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.

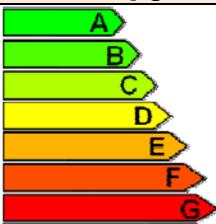
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>

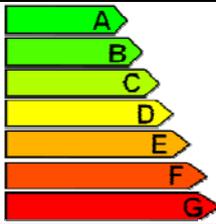
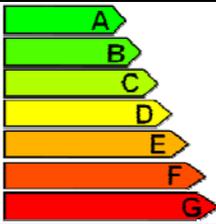
### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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	
	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>
	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>

## ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	
	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> ·año]
	
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>

### ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación	Total
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> ·año]					
Diferencia con situación inicial					
Energía primaria [kWh/m <sup>2</sup> ·año]					
Diferencia con situación inicial					
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]					
Diferencia con situación inicial					

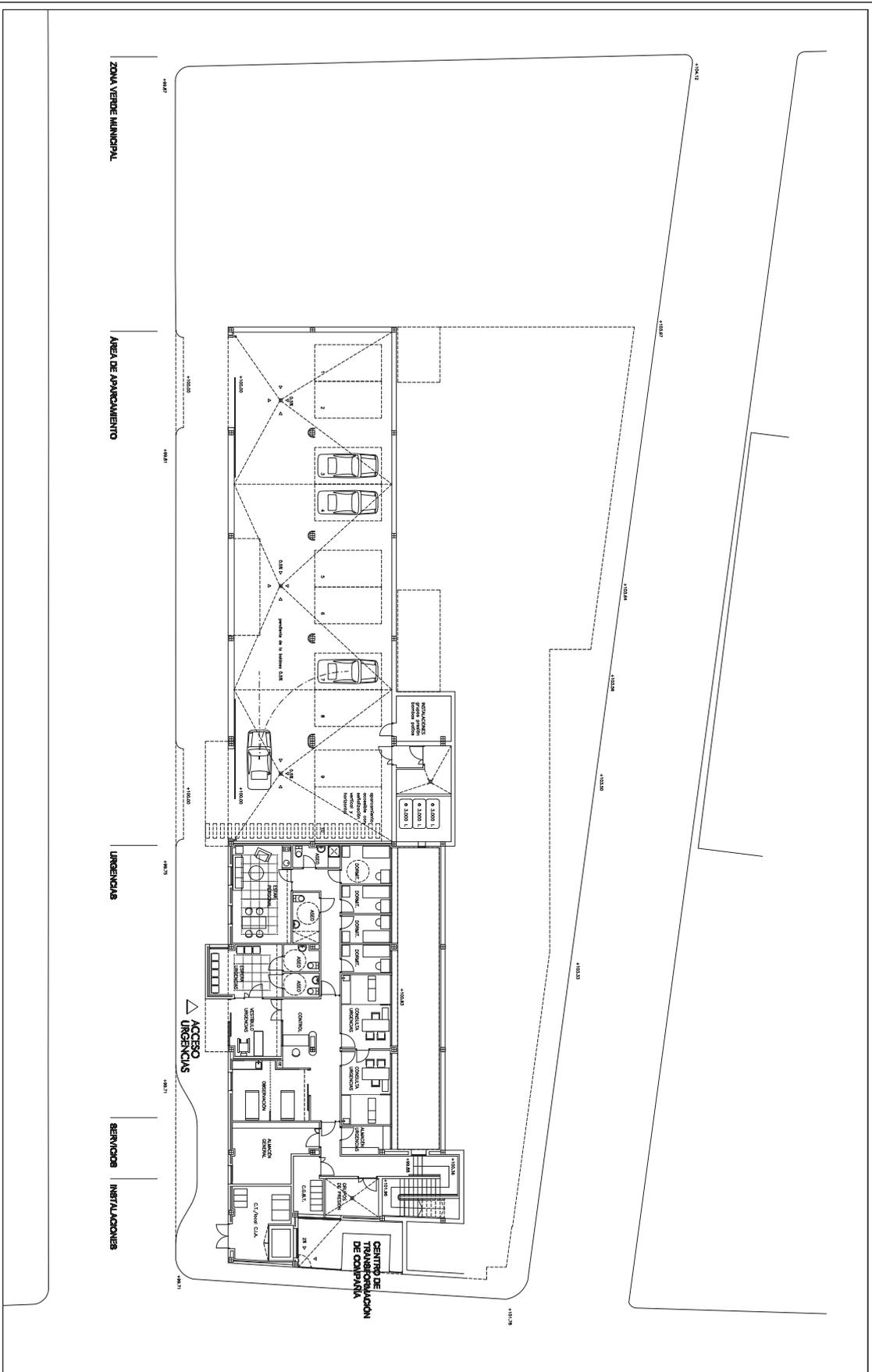
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

**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.



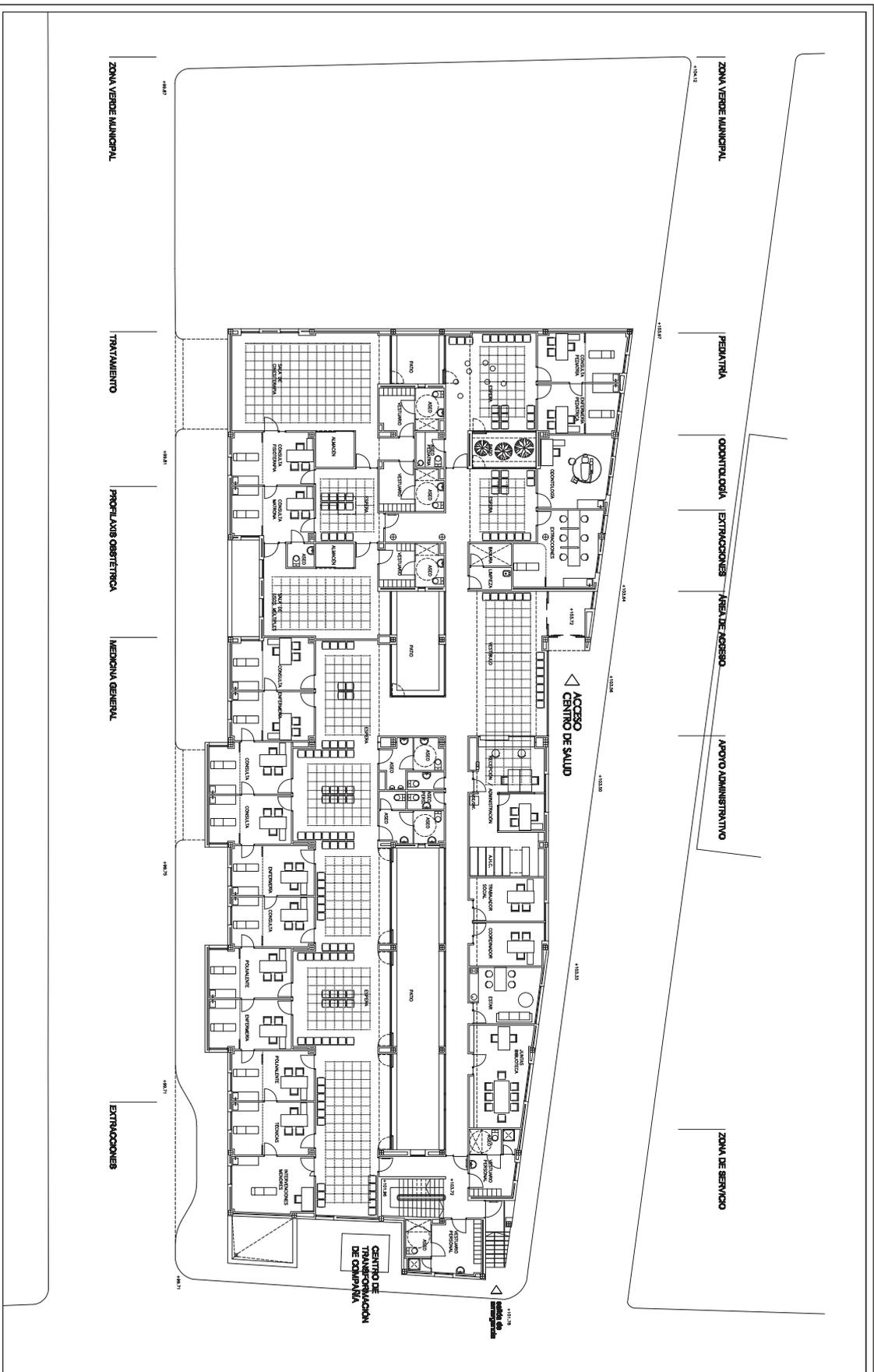


# CENTRO DE SALUD

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION  
 ARQUITECTURA  
 USOS  
 Planta URGENCIAS

July 2002  
 Ca.01

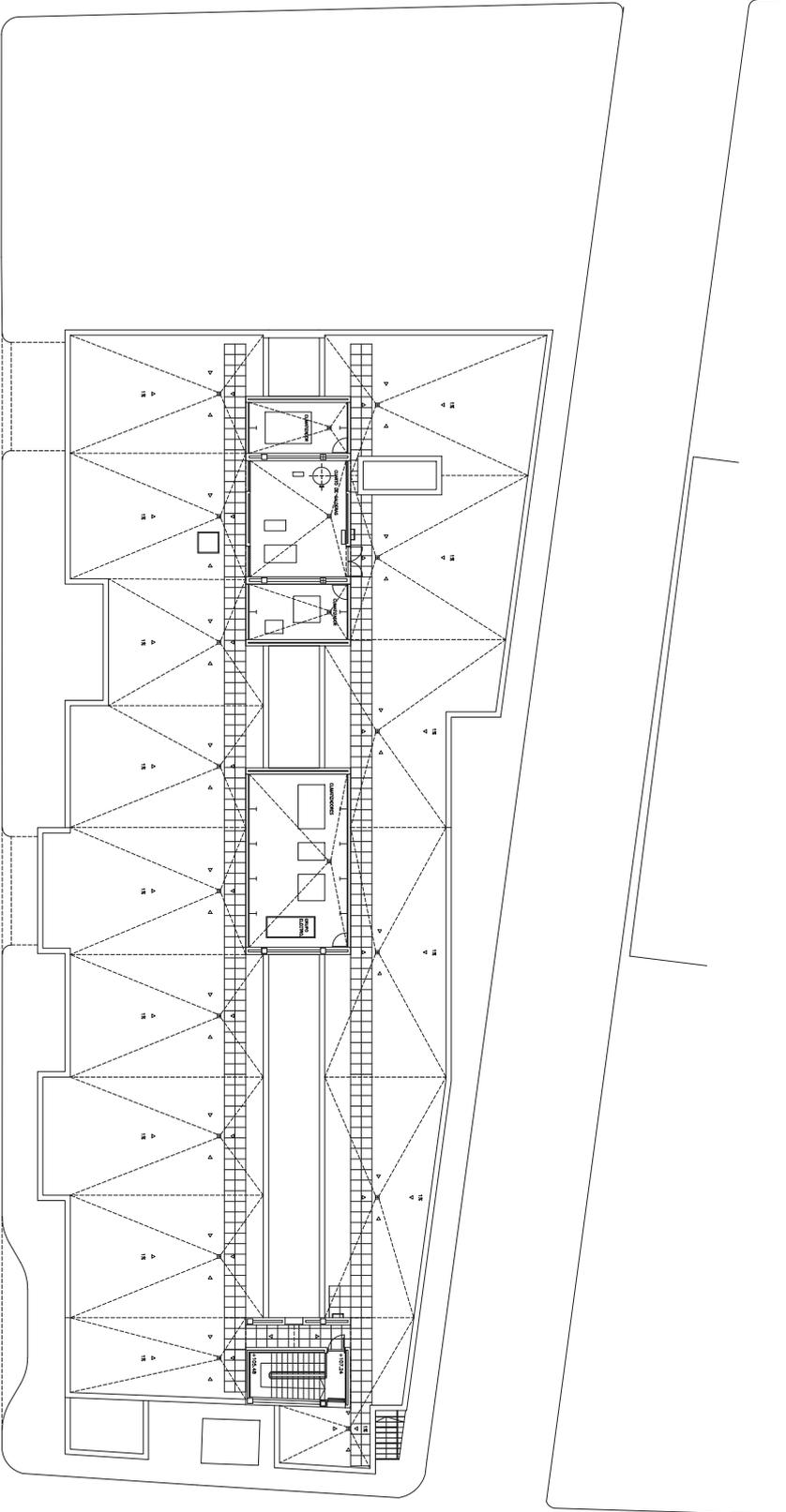
1/100



# CENTRO DE SALUD

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION  
 ARQUITECTURA  
 USOS  
 Planta BAJA

Julio 2002  
 Ca.02  
 1/100



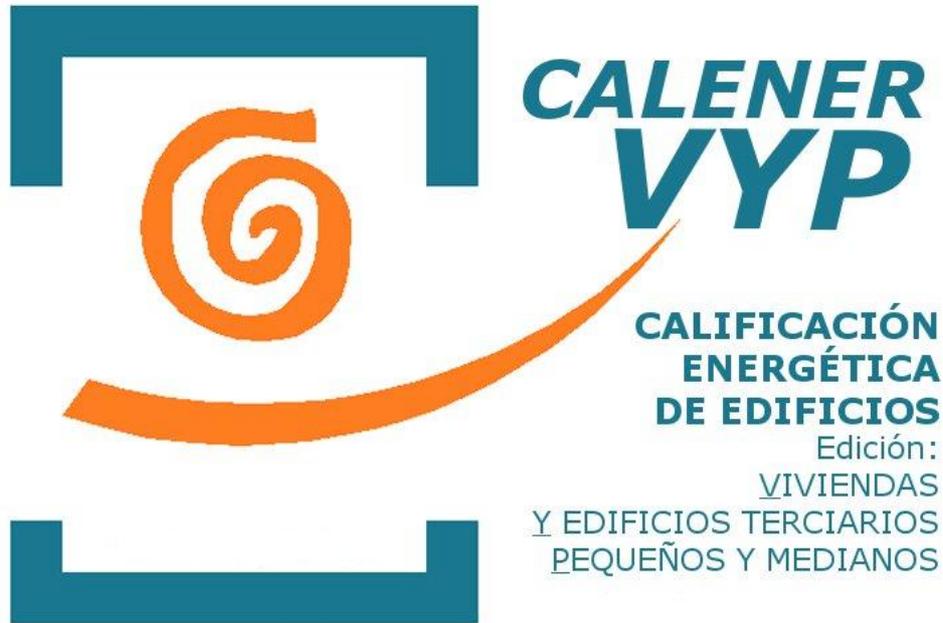
# CENTRO DE SALUD

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION  
ARQUITECTURA 1/100  
USOS  
Planta CASETONES

July 2003  
Ca.03

# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: Centro de Salud**

**Fecha: 15/06/2015**

---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	Centro de Salud	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Cuenca	Castilla la Mancha

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
Centro de Salud	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Cuenca	Castilla la Mancha
<b>Dirección del Proyecto</b>	
c/ Europa	
<b>Autor del Proyecto</b>	
Francisco	
<b>Autor de la Calificación</b>	
ETSIE	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
framedgo@edificacion.upv.es	664706384
<b>Tipo de edificio</b>	
Terciario	

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Centro de Salud	
	Localidad Cuenca	Comunidad Castilla la Mancha

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E02	P01	Intensidad Baja - 8h	3	442,05	3,00
P01_E01	P01	Intensidad Alta - 12h	3	332,44	3,00
P02_E01	P02	Intensidad Alta - 12h	3	1397,50	3,00
P03_E02	P03	Nivel de estanqueidad 1	3	1397,50	3,00

### 2.2. Cerramientos opacos

#### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
FR Entrevigado de EPS moldeado descolga	0,357	1330,00	1000,00	-	60
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	1,020	2170,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,800	1525,00	1000,00	-	10
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,046	30,00	1000,00	-	20
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1950,00	1045,00	-	50
Subcapa fieltro	0,050	120,00	1300,00	-	15
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,090	300,00	1000,00	-	6
Mármol [2600 < d < 2800]	3,500	2700,00	1000,00	-	10000

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

## 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Fachada	0,60	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,120
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
Cubierta	0,33	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,180
		Subcapa fieltro	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050
		Subcapa fieltro	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,100
		Hormigón armado d > 2500	0,300
F_Sanitario	0,37	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050
		Subcapa fieltro	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,010
		Subcapa fieltro	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,010
		FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado -	0,300
F_Interior	2,87	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Centro de Salud	
	Localidad Cuenca	Comunidad Castilla la Mancha

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
F_Interior	2,87	Hormigón armado d > 2500	0,300

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
VER_DC_4-6-6	3,30	0,75

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,00

### 2.3.3 Huecos

Nombre	Carpintería
Acristalamiento	VER_DC_4-6-6
Marco	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
% Hueco	12,00
Permeabilidad m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> a 100Pa	27,00
U (W/m <sup>2</sup> K)	3,38
Factor solar	0,67

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

### 3. Sistemas

<b>Nombre</b>	ACS_Calef
<b>Tipo</b>	Sistema mixto
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Caldera-Convencional-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_PU_CA
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_PB_CA
<b>Zona asociada</b>	P02_E01
<b>Nombre demanda ACS</b>	Demanda ACS
<b>Nombre equipo acumulador</b>	Acumulador
<b>Porcentaje abastecido con energía solar</b>	0,00
<b>Temperatura impulsión del ACS (°C)</b>	60,0
<b>Temp. impulsión de la calefacción(°C)</b>	80,0

<b>Nombre</b>	Refrigeracion
<b>Tipo</b>	Climaticación multizona por conductos
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_PB_RE
<b>Zona asociada</b>	P02_E01
<b>Caudal de aire retornado desde las zonas acondicionadas</b>	5200,0

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

<b>Recuperación de calor</b>	NO
<b>Eficiencia del recuperador</b>	0,00
<b>Enfriamiento gratuito</b>	NO
<b>Caudal ventilación</b>	5200,00

#### 4. Iluminacion

Nombre	Pot. Iluminación	VEEIObj	VEEIRef
P01_E02	13,6999998092651	6,800000190	5
P01_E01	22,6000003814697	3,420000076	3,5
P02_E01	13,6599998474121	3,75	3,5
P03_E02	4,40000009536743	7	10

#### 5. Equipos

<b>Nombre</b>	Acumulador
<b>Tipo</b>	Acumulador Agua Caliente
<b>Volumen del depósito (L)</b>	500,00
<b>Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA</b>	1,00
<b>Temperatura de consigna baja del depósito (°C)</b>	60,00
<b>Temperatura de consigna alta del depósito (°C)</b>	80,00

<b>Nombre</b>	EQ_Caldera-Convencional-Defecto
---------------	---------------------------------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud
	<b>Localidad</b> Cuenca

<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	160,00
<b>Rendimiento nominal</b>	0,70
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convencional-Defecto
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
<b>Tipo energía</b>	Gas Natural

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto	Centro de Salud	
	Localidad	Cuenca	Comunidad

<b>Nombre</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Capacidad total refrigeración nominal (kW)</b>	200,00
<b>Capacidad sensible refrigeración nominal(kW)</b>	170,00
<b>Consumo refrigeración nominal</b>	270,00
<b>Caudal de aire impulsión nominal (m³/h)</b>	5200,00
<b>Dif. temperatura termostato</b>	1,00
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la carga parcial</b>	capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la temperatura</b>	conRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la carga parcial</b>	conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

## 6. Unidades terminales

<b>Nombre</b>	UT_PU_CA
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1500,00

<b>Nombre</b>	UT_PB_CA
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P02_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	400,00

<b>Nombre</b>	UT_PB_RE
<b>Tipo</b>	U.T. De impulsión de aire
<b>Zona abastecida</b>	P02_E01
<b>Caudal nominal del aire impulsado (m/h)</b>	5200,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	0,00

## 7. Justificación

### 7.1. Contribución solar

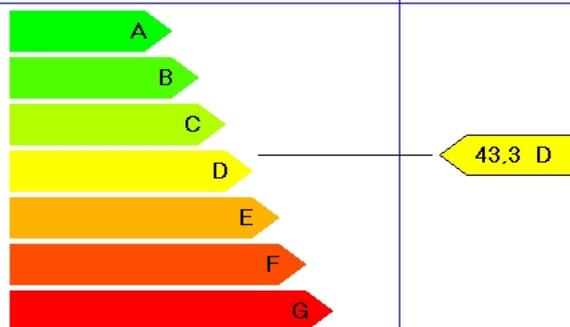
Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
ACS_Calef	0,0	50,0

 Calificación Energética	Proyecto	Centro de Salud	
	Localidad	Cuenca	Comunidad

## 8. Resultados

Certificación Energética de Edificios  
Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Edificio  
Objeto



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	F	41,7	90620,8
Demanda refrigeración	C	19,4	42219,2
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	B	5,6	12163,1
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	G	13,8	29973,4
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	C	4,0	8688,0
Emisiones CO <sub>2</sub> iluminación	D	19,9	43222,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	D	43,3	94047,0
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	27,7	60125,0
Consumo energía primaria refrigeración	G	55,4	120423,0
Consumo energía primaria ACS	D	19,8	43026,9
Consumo energía primaria iluminación	D	131,3	285163,3
Consumo energía primaria totales	D	234,2	508738,2

# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: Centro de Salud**

**Fecha: 11/06/2015**

---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	Centro de Salud	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Cuenca	Castilla la Mancha

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
Centro de Salud	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Cuenca	Castilla la Mancha
<b>Dirección del Proyecto</b>	
c/ Europa	
<b>Autor del Proyecto</b>	
Francisco	
<b>Autor de la Calificación</b>	
ETSIE	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
framedgo@edificacion.upv.es	664706384
<b>Tipo de edificio</b>	
Terciario	

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto Centro de Salud	
	Localidad Cuenca	Comunidad Castilla la Mancha

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)
P01_E02	P01	Intensidad Baja - 8h	3	442,05	3,00
P01_E01	P01	Intensidad Media - 24h	3	332,44	3,00
P02_E01	P02	Intensidad Media - 24h	3	1397,50	3,00
P03_E02	P03	Nivel de estanqueidad 1	3	1397,50	3,00

### 2.2. Cerramientos opacos

#### 2.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
FR Entrevigado de EPS moldeado descolga	0,357	1330,00	1000,00	-	60
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	1,020	2170,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,800	1525,00	1000,00	-	10
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-
EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,046	30,00	1000,00	-	20
Polietileno alta densidad [HDPE]	0,500	980,00	1800,00	-	100000
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1950,00	1045,00	-	50
Subcapa fieltro	0,050	120,00	1300,00	-	15
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,090	300,00	1000,00	-	6
Mármol [2600 < d < 2800]	3,500	2700,00	1000,00	-	10000

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

## 2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Fachada	0,47	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,120
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,070
		Poliétileno alta densidad [HDPE]	0,010
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
Cubierta	0,33	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,180
		Subcapa fieltro	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050
		Subcapa fieltro	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,100
		Hormigón armado d > 2500	0,300
F_Sanitario	0,37	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.046 W/[mK]]	0,050
		Subcapa fieltro	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,010
		Subcapa fieltro	0,010
		Hormigón celular curado en autoclave d 300	0,010
		FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado -	0,300
F_Interior	2,87	Mármol [2600 < d < 2800]	0,030

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
F_Interior	2,87	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,040
		Hormigón armado d > 2500	0,300

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

### 2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar
VER_DB3_4-20-4	1,40	0,70

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)
VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,00

### 2.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	Carpintería
<b>Acrilamiento</b>	VER_DB3_4-20-4
<b>Marco</b>	VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
<b>% Hueco</b>	12,00
<b>Permeabilidad m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	1,71
<b>Factor solar</b>	0,63

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud
	<b>Localidad</b> Cuenca

### 3. Sistemas

<b>Nombre</b>	ACS_CALEF
<b>Tipo</b>	Sistema mixto
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_PU_CA
<b>Zona asociada</b>	P01_E01
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_PB_CA
<b>Zona asociada</b>	P02_E01
<b>Nombre demanda ACS</b>	Demanda Acs
<b>Nombre equipo acumulador</b>	ACUMULADOR
<b>Porcentaje abastecido con energía solar</b>	70,00
<b>Temperatura impulsión del ACS (°C)</b>	60,0
<b>Temp. impulsión de la calefacción(°C)</b>	80,0

<b>Nombre</b>	REFRIGERACION
<b>Tipo</b>	Climaticación multizona por conductos
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo Equipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Nombre unidad terminal</b>	UT_PB_RE
<b>Zona asociada</b>	P02_E01
<b>Caudal de aire retornado desde las zonas acondicionadas</b>	5200,0

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

<b>Recuperación de calor</b>	SI
<b>Eficiencia del recuperador</b>	0,75
<b>Enfriamiento gratuito</b>	Control por temperatura
<b>Caudal ventilación</b>	5200,00

## 4. Iluminación

Nombre	Pot. Iluminación	VEEIObj	VEEIRef
P01_E02	5	10	10
P01_E01	7	10	10
P02_E01	7	10	10
P03_E02	4,40000009536743	7	10

## 5. Equipos

<b>Nombre</b>	ACUMULADOR
<b>Tipo</b>	Acumulador Agua Caliente
<b>Volumen del depósito (L)</b>	500,00
<b>Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA</b>	1,00
<b>Temperatura de consigna baja del depósito (°C)</b>	60,00
<b>Temperatura de consigna alta del depósito (°C)</b>	80,00

<b>Nombre</b>	EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
---------------	---------------------------------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	180,00
<b>Rendimiento nominal</b>	0,95
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Condensacion-Defecto
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
<b>Tipo energía</b>	Gas Natural

 <b>Calificación Energética</b>	Proyecto	Centro de Salud	
	Localidad	Cuenca	Comunidad

<b>Nombre</b>	EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo</b>	Expansión directa aire-aire sólo frío
<b>Capacidad total refrigeración nominal (kW)</b>	200,00
<b>Capacidad sensible refrigeración nominal(kW)</b>	170,00
<b>Consumo refrigeración nominal</b>	70,00
<b>Caudal de aire impulsión nominal (m³/h)</b>	5200,00
<b>Dif. temperatura termostato</b>	1,00
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capTotRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la carga parcial</b>	capTotRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Capacidad total refrigeración en función de la temperatura</b>	capSenRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la temperatura</b>	conRef_T-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Consumo de refrigeración en función de la carga parcial</b>	conRef_FCP-EQ_ED_AireAire_SF-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> Centro de Salud	
	<b>Localidad</b> Cuenca	<b>Comunidad</b> Castilla la Mancha

## 6. Unidades terminales

<b>Nombre</b>	UT_PU_CA
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P01_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	400,00

<b>Nombre</b>	UT_PB_CA
<b>Tipo</b>	U.T. De Agua Caliente
<b>Zona abastecida</b>	P02_E01
<b>Capacidad o potencia máxima (kW)</b>	1500,00

<b>Nombre</b>	UT_PB_RE
<b>Tipo</b>	U.T. De impulsión de aire
<b>Zona abastecida</b>	P02_E01
<b>Caudal nominal del aire impulsado (m/h)</b>	5200,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	0,00

## 7. Justificación

### 7.1. Contribución solar

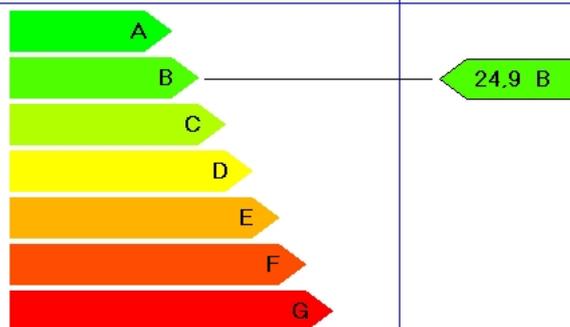
Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
ACS_CALEF	70,0	50,0

 Calificación Energética	Proyecto	Centro de Salud	
	Localidad	Cuenca	Comunidad

## 8. Resultados

Certificación Energética de Edificios  
Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>

Edificio  
Objeto



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	24,1	52452,1
Demanda refrigeración	D	21,8	47396,0
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	4,9	10642,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	C	3,4	7384,8
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	0,9	1954,8
Emisiones CO <sub>2</sub> iluminación	D	15,7	34100,2
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	B	24,9	54082,5
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	A	24,3	52755,4
Consumo energía primaria refrigeración	C	13,8	29975,5
Consumo energía primaria ACS	A	4,5	9799,4
Consumo energía primaria iluminación	D	103,6	224967,9
Consumo energía primaria totales	C	146,2	317498,1

## Precios descompuestos de las unidades de obra en el estado actual y el rehabilitado

Los precios descompuestos de las partidas de obra según el estado en que se encuentre el edificio, son los siguientes:

### Sin rehabilitar

#### Envolvente

- Aislamiento

#### **m2 Aisl. Fach. EPS 0.046 50mm 10,95**

Aislamiento térmico intermedio de fachadas en muros de doble hoja, con poliestireno expandido (EPS) de 50mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.046 W/mK y resistencia térmica 1.39 m2/W, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, código de designación EPS-EN 13163-T1-L1-W1-S1-P3-DS(N)5-BS75-MU30a70, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª construcción	0,05	15,77	0,79
h	Peón ordinario construcción	0,05	13,11	0,66
m2	Panel EPS 0.046 e50mm	1,05	7,85	8,24
l	Adhesivo p/papel aisl y coquilla	0,10	11,46	1,15
%	Costes Directos Complementarios	0,01	10,84	0,11

- Carpinterías

#### **m2 Carp. Ext. Aluminio 139,67**

Suministro y colocación de carpintería exterior ventanal fijo, con o sin travesaños intermedios, tipo TECHNAL, SCHÜCO Royal 550N o equivalente aprobado por la D.F., aislado o formando parte de diferentes composiciones, según plano de detalles. Formado por dos semi-perfiles, uno tubular y ensamblados mediante 2 regletas de 4 x 13.2 mm. en poliamida 6/6, con un módulo total de 50 mm. para el marco, con refuerzos tubulares de aluminio, integrados en la propia carpintería, con galce incorporado de 1.6 mm. y ranura europea para la incorporación de accesorios, el ensamblaje se realizará a inglete mediante escuadras a piones de aluminio. Junta de neopreno para acristalamiento. Tornillería en acero inoxidable para evitar oxidaciones por efecto del par galvánico entre la carpintería y el premarco. Premarco tubular abierto de acero galvanizado tipo sendzimir con escuadras de presión, exento de soldaduras, con montantes tubulares entre carpinterías. La carpintería será lacada en color a definir por la D.F, con un espesor de 60 a 90 micras, con certificado de la cumplimentación del "sello Europeo de calidad QUALICOAT" para la película depositada sobre aluminio extruido o laminado. Con la utilización de todos los medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado y acabado. Se deberá cumplir clasificación A3, EE y VE.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª carpintería	0,20	12,80	2,82
h	Ayudante	0,10	11,78	1,30
h	Peón ordinario	0,10	11,11	1,22
m2	Carpintería aluminio	1,00	130,26	130,26
%	Costes Directos Complementarios	0,03	135,06	4,07

- Vidriería

**m2 Acristalamiento 4+6+4**

**29,18**

Suministro y colocación de doble acristalamiento tipo Climalit ó equivalente aprobado, formado por dos vidrios laminares incoloros de seguridad, tipo Stadiip ó equivalente de 4+4 mm., compuesto de dos lunas de 4 mm. y lamina de butiral de polivinilo, con cámara de aire deshidratada de 6 mm. y , colocado sobre carpintería, sellado perimetral con silicona Sikas.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª vidriería	0,20	16,62	3,32
Ud	Sellado silicona SikasII WS-605-S	3,50	0,90	3,15
m2	Climalit/Standip 4+6+4	1,006	18,84	18,95
%	Costes Directos Complementarios	0,03	2,50	3,76

*Instalaciones*

- Calefacción

**ud Cald. Conv. Gasó. Mix. 18000kcal/h**

**2430,56**

Caldera de convencional de gasóleo mixta (calefacción + producción de ACS) con marcado CE, de potencia calorífica 18000 kcal/h y dimensiones 550x700x1590mm, dotada de circuladores, quemador y válvulas de seguridad, así como de elementos de regulación y control, conforme a las especificaciones dispuestas en la ITE 04.9 del RITE, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
ud	Caldera mix	1,00	2050,80	2050,80
h	Oficial 1ª fontanería	15	12,80	192,00
h	Especialista fontanería	15	11,78	176,70
%	Costes Directos Complementarios	0,03	368,70	11,06

- Refrigeración.

**ud Climalit solo frío 23.000 fg/h**

**5.481,78**

Suministro e instalación de climatizadores autónomos, solo frío, de condensación por aire, marca ROCA o equivalente, modelo DIC-090, Con una potencia de 23.000 Fg/h a 35°C exteriores y un caudal de aire en evaporación de 5.200 m3/h. Incluso conexiones frigoríficas y carga de gas; con la utilización de todos los medios auxiliares y de seguridad para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado y terminado, en funcionamiento.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
-----	-------------	-------	--------	---------

ud	Climalit solo frio	1,00	4.978,00	4.978,00
h	Oficial 1ª	14	12,80	179,20
h	Ayudante	14	11,78	164,92
%	Costes Directos Complementarios	0,03	5.332,10	159,66

- Iluminación.

#### Ud Tubo fluorescente 18000kcal/h

**21,01**

Suministro y colocación de punto de luz tipo L 15 W/865 con accionamiento desde cuadro o local mediante mecanismo interruptor o conmutador, incluyendo parte proporcional de línea desde cuadro, realizado con tubo aislante flexible y grado de protección 7, libre de halógenos, conductor H07 Z1-K flexible libre de halógenos, cajas de registro y derivación, bornes etc, incluso p.p. de mecanismo SIMON 75 o equivalente aprobado. La unidad totalmente instalada, montada, probada y funcionando. Con la utilización de todos los medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de la unidad.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
ud	Punto luz desde mecanismo o cuadro	1,00	2,70	2,70
h	Oficial 1ª electricidad	0,72	12,80	9,22
h	Ayudante electricidad	0,72	11,78	8,48
%	Costes Directos Complementarios	0,03	20,40	0,61

### Rehabilitado

#### *Envolvente*

- Aislamiento

#### m2 Aisl. Fach. EPS 0.046 70mm

**14,28**

Aislamiento térmico intermedio de fachadas en muros de doble hoja, con poliestireno expandido (EPS) de 50mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.046 W/mK y resistencia térmica 1.39 m2/W, reacción al fuego Euroclase E, con marcado CE, código de designación EPS-EN 13163-T1-L1-W1-S1-P3-DS(N)5-BS75-MU30a70, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª construcción	0,05	15,77	0,79
h	Peón ordinario construcción	0,05	13,11	0,66
m2	Panel EPS 0.046 e70mm	1,05	10,99	11,54
l	Adhesivo p/papel aisl y coquilla	0,10	11,46	1,15
%	Costes Directos Complementarios	0,01	14,14	0,14

- Barrera de vapor

**m2 Barre. Vap. Lám. Adhd. c/1.0 emul.**

**15,58**

Barrera de vapor formada por una lámina especial de 30gr/dm<sup>2</sup>, totalmente adherida al soporte con una capa de 1.0kg/m<sup>2</sup> de emulsión bituminosa no iónica negra, tipo ED, según norma UNE-104-231 en faldones de hasta el 20% de pendiente, incluso limpieza y preparación, imprimación, mermas y solapos

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª construcción	0,09	15,77	1,42
h	Peón especializado construcción	0,09	13,63	1,23
kg	Emulsión bituminosa	4,20	1,26	5,29
m2	Lámina polietileno HDPE	1,10	6,66	7,33
%	Costes Directos Complementarios	0,02	15,27	0,31

- Carpinterías

**m2 Carp. Ext. Aluminio**

**173,91**

Suministro y colocación de carpintería exterior ventanal fijo, con o sin travesaños intermedios, realizada con perfiles de aluminio lacado de 60 micras con sello de calidad Qualicoat con canal europeo, junta de estanquidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color para recibir acristalamiento de hasta 33mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 120x240cm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50cm y a menos de 25cm de las esquinas tomadas con morteros de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza, según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanquidad al agua según UNE-EN 12208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª carpintería	0,20	12,80	2,82
h	Ayudante	0,10	11,78	1,30
h	Peón ordinario	0,10	11,11	1,22
m2	Carpintería aluminio	1,00	164,65	164,65
%	Costes Directos Complementarios	0,02	135,06	4,07

- Vidriería

**m2 Acristalamiento bajo emisivo 4+12+4**

**38,97**

Suministro y colocación de doble acristalamiento aislante tipo Climalit ó equivalente aprobado, bajo emisivo, formado por dos vidrios laminados incoloros de seguridad, tipo Multipact ó equivalente de 4+4 mm., compuesto de dos lunas de 4 mm. y lamina de butiral de polivinilo, con cámara de aire deshidratada de 6 mm. y , colocado sobre carpintería, sellado perimetral.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª vidriería	0,6	16,62	9,97
Ud	Sellado silicona SikasII WS-605-S	3,50	0,90	3,15
m2	Multipact 4+6+4 butiral incoloro	1,006	24,45	24,60
%	Costes Directos Complementarios	0,01	1,25	1,25

## Instalaciones

- Calefacción

**ud Caldera Cond. Gas Mix. 18000kcal/h 3.052,80**

Caldera de gas natural/propano mural de condensación mixta (calefacción y producción de ACS por acumulación, cámara estanca, con marcado CE, con quemador cerámico de llama invertida con tecnología de baja emisión de NOx (clase 5 según UNE-EN 483), con bomba, vaso de expansión y elementos de regulación y control, de dimensiones 700x450x340 mm y mixta (acumulador ACS por estratificación) kW de potencia, incluso presostato, termostato, termopar y válvulas de seguridad, sondas, purgador automático, rácor de conexión y demás piezas especiales y accesorios de montaje, totalmente instalada, comprobada y en correcto funcionamiento según las especificaciones dispuestas en el RITE y sus instrucciones técnicas.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
ud	Caldera gas mix cond	1,00	2800,80	2800,00
h	Oficial 1ª fontanería	8	16,58	132,64
h	Especialista fontanería	8	14,10	112,80
%	Costes Directos Complementarios	0,03	245,44	7,36

- Refrigeración

**ud Climalit solo frío RCK 200 U 9.408,86**

Suministro e instalación de climatizadores autónomos, solo frío, de condensación por aire y con recuperación con enfriamiento gratuito y recuperación de calor, marca CIAT o equivalente, con un rendimiento del recuperador del 95%, modelo RCK 200, Ccn una potencia de 23.000 Fg/h a 35°C exteriores y un caudal de aire en evaporación de 5.200 m3/h. Incluso conexiones frigoríficas y carga de gas; con la utilización de todos los medios auxiliares y de seguridad para la correcta ejecución de la unidad. Totalmente realizado y terminado, en funcionamiento.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
ud	Climalit solo frío	1,00	8.800,00	8.800,00
h	Oficial 1ª	14	12,80	179,20
h	Ayudante	14	11,78	164,92
%	Costes Directos Complementarios	0,03	8.824,58	264,73

- Solar térmica para apoyo a ACS

**m2 Colector solar plano vidriado 2m2 604,89**

Colector solar plano vidriado con marcado CE de 2m2 de superficie útil, carcasa de aluminio y aislamiento térmico de lana mineral, homologado según el RD 891/1980, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 del CTE

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
h	Oficial 1ª electricidad	1,00	16,58	16,58
h	Especialista fontanería	1,00	14,10	14,10
h	Oficial 1ª fontanería	1,00	16,58	16,58
h	Oficial 1ª construcción	1,00	15,77	15,77
ud	Colector solar plano vidriado 2m2	1,00	530,00	530,00
%	Costes Directos Complementarios	0,02	593,03	11,86

- Iluminación

**ud Tubo de Leeds.**

**36,71**

Suministro y colocación de punto de luz tipo ST8-HB2-865 con accionamiento desde cuadro o local mediante mecanismo interruptor o conmutador, incluyendo parte proporcional de línea desde cuadro, realizado con tubo aislante flexible y grado de protección 7, libre de halógenos, conductor H07 Z1-K flexible libre de halógenos, cajas de registro y derivación, bornes etc, incluso p.p. de mecanismo SIMON 75 o equivalente aprobado. La unidad totalmente instalada, montada, probada y funcionando. Con la utilización de todos los medios auxiliares y de seguridad necesarios para la correcta ejecución de la unidad.

U.M	Descripción	Rdto.	Precio	Importe
ud	Punto luz desde mecanismo o cuadro	1,00	18,40	18,40
h	Oficial 1ª electricidad	0,72	12,80	9,22
h	Ayudante electricidad	0,72	11,78	8,48
%	Costes Directos Complementarios	0,03	20,40	0,61