



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# ESTUDIO DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO VERDE EN EL SECTOR RESIDENCIAL PÚBLICO. ESTUDIO DE UN CASO

---

MÁSTER EN TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN



Valencia, Abril de 2014

**Autor**

Miguel García Martínez

**Tutor**

Ignacio Enrique Guillén Guillamón

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
1.1.	MOTIVACIÓN .....	6
1.2.	OBJETIVOS.....	7
2.	COLEGIO MAYOR LLUÍS VIVES .....	8
2.1.	HISTORIA .....	8
2.2.	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	9
2.2.1.	SITUACIÓN .....	9
2.2.2.	USO .....	9
2.2.3.	SUPERFICIES .....	11
2.3.	MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	12
2.3.1.	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA .....	12
2.3.2.	CERRAMIENTOS .....	13
2.3.3.	CUBIERTA.....	14
2.3.4.	PARTICIONES INTERIORES.....	15
2.3.5.	PAVIMENTOS Y FALSOS TECHOS.....	15
2.3.6.	CARPINTERIAS.....	15
2.4.	REPORTAJE FOTOGRÁFICO .....	16
3.	PLAN DE TRABAJO .....	21
3.1.	CE3X.....	22
3.2.	CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. CTE.....	25
3.2.1.	DB – HE: AHORRO DE ENERGIA.....	26
3.2.2.	DB – HR: PROTECCIÓN FRENTE A RUIDO .....	30
3.3.	EDIFICIO DE REFERENCIA .....	31
3.4.	PROTOCOLO VERDE. GBCe .....	34
3.4.1.	CONSUMO DE ENERGÍAS NO RENOVABLES.....	35
3.4.2.	ENERGÍAS RENOVABLES EN LA PARCELA .....	35
3.4.3.	DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	35
3.4.4.	ILUMINACIÓN NATURAL .....	36
3.4.5.	PROTECCIÓN FRENTE A RUIDO EXTERIOR .....	36
3.4.6.	PROTECCIÓN FRENTE A RUIDO DE RECINTOS ADYACENTES .....	37
4.	DESARROLLO Y RESULTADOS.....	38
4.1.	CUESTIONARIO.....	38
4.1.1.	CLIMATIZACIÓN .....	39
4.1.2.	ILUMINACIÓN .....	45
4.1.3.	ACÚSTICA.....	48

4.1.4.	REHABILITACIÓN .....	51
4.2.	INTRODUCCIÓN DEL EDIFICIO EN CE3X .....	55
4.2.1.	DATOS ADMINISTRATIVOS.....	56
4.2.2.	DATOS GENERALES .....	56
4.2.3.	PATRONES DE SOMBRA .....	57
4.2.4.	FACHADAS.....	59
4.2.5.	GRUPOS DE HUECOS.....	60
4.2.6.	SISTEMAS .....	61
4.3.	ESTADO INICIAL.....	62
4.3.1.	ENVOLVENTE TÉRMICA.....	62
4.3.2.	SISTEMAS .....	64
4.3.3.	CUMPLIMIENTO CTE – DB – HE .....	67
4.3.4.	CUMPLIMIENTO CTE – DB – HR .....	70
4.4.	REHABILITACIÓN ENVOLVENTE .....	71
4.4.1.	ENVOLVENTE TÉRMICA.....	71
4.4.2.	SISTEMAS .....	72
4.4.3.	CUMPLIMIENTO CTE – DB – HE .....	73
4.4.4.	CUMPLIMIENTO CTE – DB – HR .....	75
4.5.	REHABILITACIÓN CTE .....	75
4.5.1.	ENVOLVENTE TÉRMICA.....	75
4.5.2.	REFOMRAS INTERIORES.....	78
4.5.3.	SISTEMAS .....	78
4.5.4.	CUMPLIMIENTO CTE – DB – HE .....	81
4.5.5.	CUMPLIMIENTO CTE – DB – HR .....	84
4.6.	REHABILITACIÓN VERDE .....	86
4.6.1.	ENVOLVENTE TÉRMICA.....	86
4.6.2.	REFOMRAS INTERIORES.....	89
4.6.3.	SISTEMAS .....	89
4.6.4.	CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO VERDE .....	93
4.7.	PRESUPUESTO .....	98
5.	CONCLUSIONES.....	102
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	105



## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, uno de los temas más importantes en el sector de la construcción, es el relativo a la Eficiencia Energética de los edificios. La Eficiencia Energética consiste en conseguir que el consumo de energía de los edificios (de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación, en caso de edificios de uso terciario) sea el menor posible, incluso pudiendo llegar a consumos de energía casi nulos.

Para reducir este consumo de energía, tenemos dos factores en los que podemos intervenir, uno es la demanda de energía del edificio para llegar a un confort adecuado y el otro es el rendimiento de los sistemas. En la siguiente expresión podemos ver con más detalle el efecto de estos dos factores:

$$\text{Consumo de Energía} = \frac{\text{Demanda de Energía}}{\text{Rendimiento de los Sistemas}}$$

Observamos que al aumentar la demanda de energía del edificio, aumentaría el consumo de energía de este y al disminuir la demanda, disminuye con ella el consumo. Al contrario ocurre con el rendimiento de los sistemas, al tener un mayor rendimiento, el consumo energético disminuye, y al tener un menor rendimiento, aumenta el consumo energético.

Para reducir el primer factor, tenemos las medidas pasivas, estas medidas consisten en intervenir en la envolvente del edificio (fachada, cubierta, carpinterías...) de tal manera que logremos aislar el edificio del exterior para que, en condiciones de frío, este mantenga el calor en su interior y la demanda de calefacción sea la menos posible, pero intentando aprovechar el calor del sol para calentar nuestra vivienda. Para condiciones climáticas de calor, conseguir que no entre este en el edificio, controlando así la demanda de refrigeración. Además, dentro de las medidas pasivas del edificio, también podemos actuar realizando una buena ventilación natural, de tal manera que no necesitemos de sistemas de ventilación adicionales en el edificio. (Ver Figura 1)

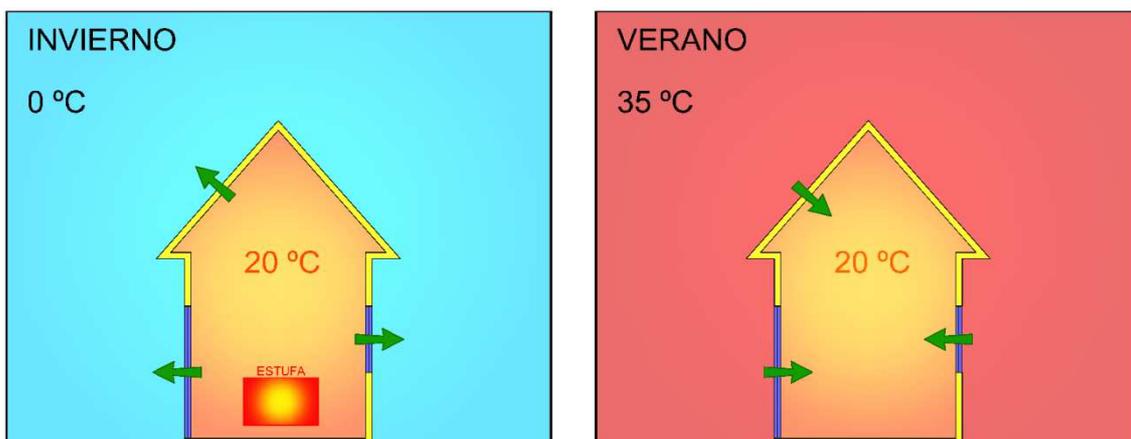


Figura 1 - Comportamiento térmico del edificio.  
Fuente: Propia

Por otro lado, tenemos el factor del rendimiento de los sistemas, para mejorarlo debemos adoptar lo que se denominan, medidas activas. Estas medidas son las que afectan a los sistemas de calefacción, refrigeración, iluminación, producción de ACS...

Para mejorar los rendimientos, debemos usar buenos sistemas y combustibles eficientes que, para aclimatar un local con unas condiciones determinadas, necesiten menos consumo energético que otro. En caso de rehabilitaciones, se consigue cambiando calderas, combustibles...

Por otro lado, también podemos reducir el consumo de energía incorporando en nuestro edificio sistemas cuya principal fuente sean las energías renovables, como por ejemplo, captadores solares, que aprovechan la energía del sol para la producción de ACS o placas fotovoltaicas, que aprovechándose también de la energía solar, producen electricidad que podría servir para iluminar nuestro edificio. Este tipo de sistemas, es recomendable que tenga un sistema de apoyo para el caso de no poder utilizar las energías renovables (en un día nublado, no podremos captar la energía solar al 100%).

Pero sin duda, uno de los factores que también afectan al consumo energético, es el social, por muy eficiente que pueda ser un edificio, si el uso que se hace de los sistemas no es el adecuado, el consumo energético seguirá siendo alto. Por lo tanto, la conciencia social también es un factor importante a la hora del ahorro energético.

## **1.1. MOTIVACIÓN**

---

La situación actual de la economía en general, y del sector de la construcción en particular, hace que en los próximos años, la construcción de nuevos edificios sea escasa. No obstante, muchos de los edificios hasta ahora construidos, han sido realizados sin ningún tipo de prudencia en cuanto a la Eficiencia Energética, por lo tanto, muchos de ellos van a necesitar una rehabilitación energética para el cumplimiento de algunas normativas, como el caso de la 20/20/20 (reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 20%, aumento de las energías renovables en un 20% y reducción del consumo energético en un 20%).

Además, debemos cambiar la conciencia social (sobre todo, en estos tiempos que vivimos), y al igual que todos debemos cambiar nuestros hábitos para la reducción del consumo energético, aquellas personas que nos dedicamos al sector de la construcción, debemos facilitar, en todo lo posible, la disminución del uso de las energías no renovables sin que esto afecte al confort de las personas.

Disponemos de un marco normativo por el que debemos cumplir una serie de requisitos para conseguir un confort en las viviendas. Lo más fácil y habitual es ajustar a los estándares para que el edificio cumpla con la normativa prescindiendo de mejorar los parámetros de eficiencia. Si en vez de conformarnos con estos valores nos planteáramos mejorarlos en todo lo posible, podríamos conseguir mejores resultados de confort y de consumo energético en las viviendas.

Ahora, sólo falta escoger un edificio para ver cómo afectan las distintas medidas (pasivas y/o activas) en una posible rehabilitación energética. Nos centramos en el uso del edificio, ya que este factor afectará en gran medida al consumo energético de este y, que se trate de un edificio que necesite una rehabilitación.

El Colegio Mayor Lluís Vives es una residencia de estudiantes perteneciente a la Universidad de Valencia que cerró sus puertas en julio de 2012. Escogeremos este edificio ya que se trata de un edificio emblemático de la ciudad de Valencia, necesita una rehabilitación y podremos observar cómo afectan las distintas medidas de rehabilitación a un tipo de edificio residencial público, muy similar al residencial privado, pero con algunas variaciones de un tipo de uso a otro.

## **1.2. OBJETIVOS**

---

Los objetivos que se pretenden alcanzar en el presente trabajo son:

- Posibilidad del cumplimiento del CTE usando únicamente medidas pasivas.
- Repercusión económica a la hora de una rehabilitación energética en el Colegio Mayor Lluís Vives para el cumplimiento del CTE.
- Repercusión económica a la hora de una rehabilitación energética en el Colegio Mayor Lluís Vives para el cumplimiento del protocolo Verde.
- Comparación económica de ambas rehabilitaciones.
- Aspectos sociales de una rehabilitación energética del Colegio Mayor Lluís Vives.

## **2. COLEGIO MAYOR LLUÍS VIVES**

---

### **2.1. HISTORIA**

---

A principios de la década de los 30, durante el periodo de la segunda República Española, la Universidad de Valencia decidió realizar una Residencia de Estudiantes la cual formaría parte de la futura Ciudad Universitaria de Valencia, similar a la ya existente en Madrid, a instancias del rector de la universidad el Dr. Juan Peset Aleixandre.

El encargado de realizar el proyecto de este edificio fue el arquitecto Francisco Javier Goerlich Lleó que, en agosto de 1935, tras la aprobación del decreto que autorizaba la construcción de la Residencia de Estudiantes, tuvo listo el proyecto de esta. No obstante, debido al inicio de la Guerra Civil Española (1936 – 1939) se paralizaron las obras del edificio y no fue retomado hasta 1941, que con la entrada del nuevo régimen franquista se realizaron algunas modificaciones sobre el proyecto original, acabando con su modelo laico e innovador.

Algunas de estas modificaciones fueron la sustitución de la biblioteca por una capilla en 1945. Durante el régimen, se aprobó la construcción de otro Colegio Mayor dirigido por el Movimiento Nacional que se instaló en el edificio proyectado por Goerlich aprovechando su simetría. Por lo tanto el edificio quedó partido en dos colegios con una misma puerta de entrada, la parte izquierda pertenecía a la SEU (Sindicato Español Universitario) que albergaba el Colegio Mayor Alejandro Salazar y la parte derecha pertenecía a la Universidad de Valencia y albergaba el Colegio Mayor Lluís Vives. Las dos últimas alas del edificio se acabaron en 1954 y 1957 siendo su inauguración el 9 de octubre de 1954 a cargo del entonces Jefe de Estado, Francisco Franco.

Durante algunos unos años, el edificio no tuvo ninguna modificación, hasta 1980, durante la democracia, cuando se unieron los dos colegios, el Colegio Mayor Lluís Vives y el Colegio Mayor Alejandro Salazar, convirtiéndose en el primer colegió mixto del estado. En la década de los 90 se añadieron al edificio un gimnasio, una sala de informática y sala de video. En 1996, los arquitectos Antonio Escario y Carlos Montesinos realizaron la reforma de la capilla para convertirla en un salón de actos que se le llamó Auditorio Montaner. La reforma fue finalizada en 1998.

El 31 de julio de 2012, en Colegio Mayor Lluís Vives cerró sus puertas debido a problemas estructurales y falta de fondos. En un principio, se pretendía realizar un cambio de uso para instalar una residencia para investigadores. Actualmente, este proyecto, está paralizado. Se ha realizado algún informe que aconseja derribar el edificio, ya que la estructura se encuentra muy dañada, y la reforma de este sería inviable. Por otro lado, se está luchando por la conservación del edificio, ya que se trata de un patrimonio histórico que tiene la ciudad de Valencia, y para muchas personas que han residido en el Colegio Mayor Lluís Vives, esta residencia representa una parte importante de sus vidas.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

A continuación describiremos el edificio a estudiar, esta información se complementa con los planos que disponemos del Colegio Mayor Lluís Vives en el Anexo I del presente trabajo.

### 2.2.1. SITUACIÓN

El Colegio Mayor Lluís Vives se encuentra en la Universidad de Valencia, en la Avenida de Blasco Ibáñez, número 23, en la localidad de Valencia. (Ver Figura 2)

Se trata de un edificio de carácter aislado. En la zona norte del edificio encontramos la Facultad de Óptica, en la zona oeste del edificio se encuentra la Facultad de Psicología. La zona este da a la calle de Gascó Oliag y por último, en la parte sur del edificio nos encontramos con la Avenida de Blasco Ibáñez.



Figura 2 - Situación Lluís Vives

Fuente: Google Maps

### 2.2.2. USO

El edificio está destinado a uso residencial público. Dispone de planta semisótano y planta baja donde se encuentran todas las zonas que no son destinadas a las habitaciones y cuatro plantas piso, donde encontramos las habitaciones tanto de alumnos como de profesores.

En la Tabla 1, se puede ver los distintos recintos y los usos de estos que hay en cada una de las plantas del Colegio Mayor Lluís Vives:

**Tabla 1 - Recintos del Colegio Mayor Luís Vives por planta**

<b>PLANTA SEMISOTANO</b>		<b>PLANTA PRIMERA</b>	
Zonas comunes	5	Zonas comunes	1
Baños/Camerinos	6	Escaleras	4
Cocina	1	Baños habitaciones	23
Sala bellas artes	1	Baños comunes	3
Laboratorio fotografía	1	Habitaciones con baño	23
Sala TV	2	Habitaciones	26
Cine	1	Sala de mantenimiento	3
Sala informática	1	Ascensores/Montacargas	3
Gimnasio	1	Terrazas	2
Sala de música	1	<b>PLANA SEGUNDA</b>	
Zona recreativa	1	Zonas comunes	1
Sala estudios	2	Escaleras	4
Sala de mantenimiento	3	Baños comunes	6
Almacenes	6	Habitaciones	58
Cuarto basura	1	Sala de mantenimiento	4
Archivo	2	Ascensores/Montacargas	3
Sala de calderas	1	<b>PLANTA TERCERA</b>	
Sala bomba frio-calor	1	Zonas comunes	1
Sala de contadores	1	Escaleras	4
Ascensor/Montacargas	1	Baños comunes	2
<b>PLANTA BAJA</b>		Habitaciones	23
Zonas comunes	9	Sala de mantenimiento	2
Recepción	1	Ascensores/Montacargas	3
Sala de estar	1	Terrazas	4
Baños	5	<b>PLANTA CUARTA</b>	
Cocina bar	1	Zonas comunes	2
Bar	1	Escaleras	3
Office	1	Baños comunes	3
Auditorio	1	Habitaciones	8
Sala de estudios	1	Ascensores/Montacargas	2
Salón de actos	1	Sala maquinas ascensor	1
Sala de actividades	1	Dormitorios	4
Sala TV	1	Salón/comedor	1
Administración	1	Pasillo	3
Despacho director	1	Baños	2
Comedor	2	Cocina	1
Almacén	1	Terrazas	2
Almacén bar	1	<b>PLANTA CUBIERTA</b>	
Almacén biblioteca	3	Sala maquinas ascensor	2
Cabinas/Armarios	6	Terraza	2
Parking bicicletas	1		
Ascensores/Montacargas	3		

### 2.2.3. SUPERFICIES

En las siguientes tablas podemos ver las superficies del edificio totales y por planta. En la Tabla 2 se reflejan las superficies construidas, en la Tabla 3 tenemos las superficies útiles, contabilizando zonas no habitables (como cuartos de máquinas o ascensores) y terrazas a la mitad de su valor. Por último, en la Tabla 4 obtenemos la superficie habitable del edificio, esta superficie total será la que nos sirva a la hora del cálculo del certificado energético:

Tabla 2 - Superficies construidas por planta y total

<b>SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>	<b>9.033,40 m<sup>2</sup></b>
PLANTA SEMISÓTANO	1.796,58 m <sup>2</sup>
PLANTA BAJA	1.850,07 m <sup>2</sup>
PLANTA PRIMERA	1.816,53 m <sup>2</sup>
PLANTA SEGUNDA	1.363,17 m <sup>2</sup>
PLANTA TERCERA	1.191,94 m <sup>2</sup>
PLANTA CUARTA	575,93 m <sup>2</sup>
PLANTA CUBIERTA	439,18 m <sup>2</sup>

Tabla 3 - Superficies útiles por planta y total

<b>SUPERFICIE ÚTIL</b>	<b>6.355,18 m<sup>2</sup></b>
PLANTA SEMISÓTANO	1.315,21 m <sup>2</sup>
PLANTA BAJA	1.547,29 m <sup>2</sup>
PLANTA PRIMERA	1.153,58 m <sup>2</sup>
PLANTA SEGUNDA	986,94 m <sup>2</sup>
PLANTA TERCERA	737,58 m <sup>2</sup>
PLANTA CUARTA	403,96 m <sup>2</sup>
PLANTA CUBIERTA	210,62 m <sup>2</sup>

Tabla 4 - Superficies habitables por planta y total

<b>SUPERFICIE HABITABLE</b>	<b>5.004,76 m<sup>2</sup></b>
PLANTA SEMISÓTANO	990,66 m <sup>2</sup>
PLANTA BAJA	1.441,30 m <sup>2</sup>
PLANTA PRIMERA	936,03 m <sup>2</sup>
PLANTA SEGUNDA	879,93 m <sup>2</sup>
PLANTA TERCERA	431,97 m <sup>2</sup>
PLANTA CUARTA	324,87 m <sup>2</sup>
PLANTA CUBIERTA	0,00 m <sup>2</sup>

## 2.3. MEMORIA CONSTRUCTIVA

En el siguiente apartado vamos a ver las distintas partes del sistema constructivo del Colegio Mayor Lluís Vives. Teniendo en cuenta que el edificio permanece cerrado y no se puede acceder a él, y no se ha podido conseguir ningún tipo de documentación del proyecto, únicamente planos de planta, algunas de las terminaciones constructivas del edificio se estimarán por el año de construcción y los planos disponibles.

### 2.3.1. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA

La cimentación del edificio está formada por muros de ladrillo macizo o mampostería perimetrales y zapatas aisladas también formadas por ladrillos macizos o mampostería. En las Figuras 3 y 4 podemos ver el plano de cimentación del primer proyecto realizado del Colegio Mayor Lluís Vives. Sobre esta cimentación se dispone de una solera de hormigón macizo de aproximadamente 20 cm de espesor.

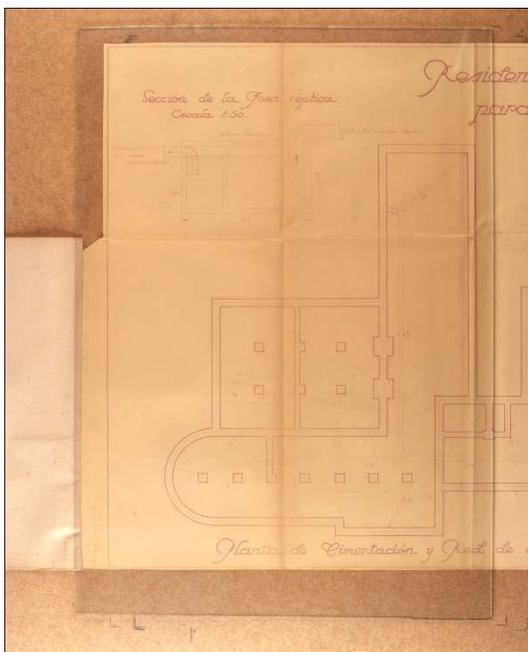


Figura 3 - Cimentación del Lluís Vives  
Fuente: Patrimonio Cultural de Valencia

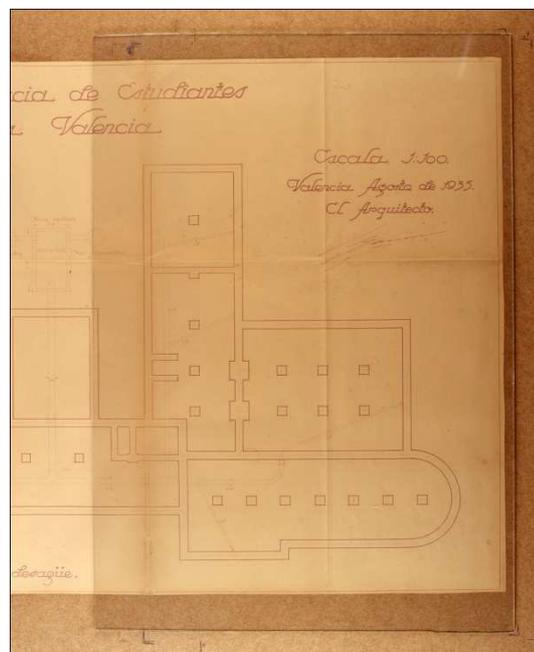


Figura 4 – Cimentación del Lluís Vives  
Fuente: Patrimonio Cultural de Valencia

El muro en contacto con el terreno de la planta semisótano, está compuesto por una hoja de dos pies de espesor de ladrillo macizo catalán.

La estructura del edificio está compuesta por pilares y vigas de hormigón, podemos ver en las Figuras 5 y 6 el plano de pilares y crujías del mismo proyecto que la anterior imagen. El forjado está compuesto por viguetas metálicas y bovedillas cerámicas y tiene un espesor de 25 cm.

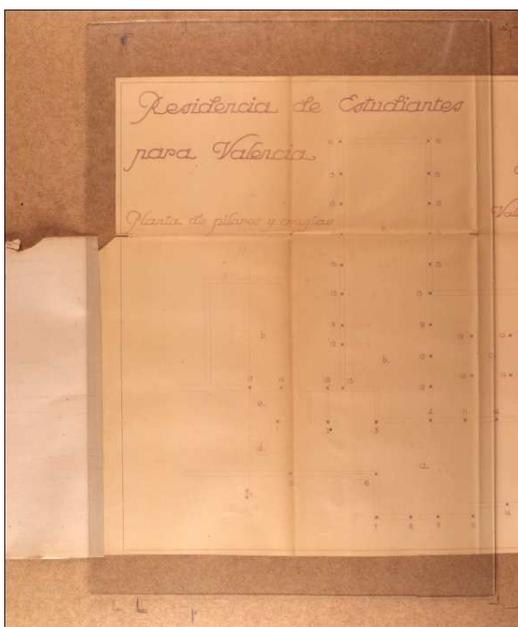


Figura 6 – Pilares y crujeas del Lluís Vives  
Fuente: Patrimonio Cultural de Valencia

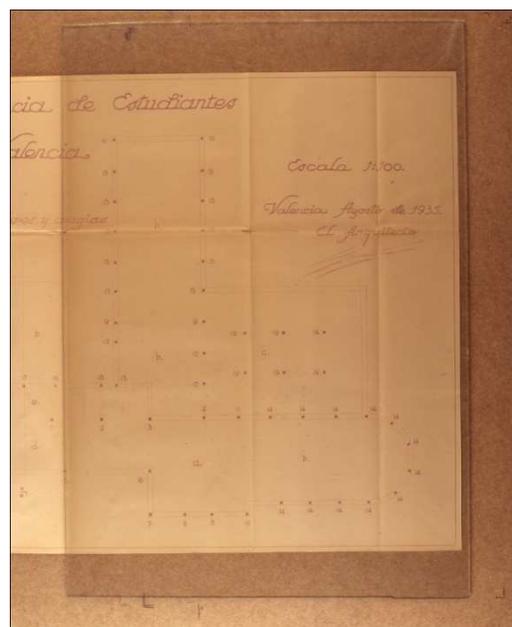


Figura 5 – Pilares y crujeas del Lluís Vives  
Fuente: Patrimonio Cultural de Valencia

### 2.3.2. CERRAMIENTOS

El Colegio Mayor Lluís Vives tiene dos tipos de cerramientos, uno que pertenece a la zona de la residencia y el cerramiento correspondiente a la antigua capilla.

El cerramiento de la zona residencial está compuesto por una doble hoja de ladrillo macizo catalán, la hoja principal tiene un pie de espesor y la hoja interior es de medio pie. Dispone de una cámara de aire sin ventilar de 2 cm de espesor. El revestimiento exterior está formado por un revoco de mortero de 2 cm de espesor que forma un motivo que asemeja un aplacado. Dispone de un pequeño zócalo de piedra de 75 cm de altura. El revestimiento interior es un enlucido de yeso. El espesor total del cerramiento es de 50 cm. En la Tabla 5 podemos observar las capas del cerramiento y su transmitancia.

Tabla 5 – Solución constructiva de la fachada del Lluís Vives

	MATERIAL	ESPESOR
FACHADA 1 (Lluís Vives)	Mortero de cemento $d > 2000$	0,020 cm
	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento $d > 2000$	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,020 cm
	<b>ESPESOR TOTAL</b>	<b>0,500 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>1,240 W/m<sup>2</sup>K</b>

El cerramiento de la antigua capilla es similar al del resto del edificio, está formado por una doble hoja de ladrillo macizo catalán, la hoja principal tiene un pie de espesor y la interior medio pie. La diferencia la tenemos en los revestimientos, tanto interior como exterior. En ninguno de los dos casos tiene revestimiento, se trata de un acabado a caravista. La parte exterior del cerramiento está dispuesta mediante un aparejo flamenco. En la Figura 7 observamos este tipo de disposición.

En la Tabla 6 vemos las distintas capas de cerramiento y su transmitancia.



Figura 7 – Aparejo Flamenco fachada  
Fuente: Propia

Tabla 6 - Solución constructiva de la fachada del auditorio Montaner del Lluís Vives

	MATERIAL	ESPEJOR
<b>FACHADA 2 (Capilla)</b>	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	<b>ESPEJOR TOTAL</b>	<b>0,460 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>1,310 W/m<sup>2</sup>K</b>

### 2.3.3. CUBIERTA

Se trata de una cubierta plana transitable. La pendiente está formada mediante tabiquillos conejeros que forman una cámara de aire ventilada en la cubierta. Sobre los tabiquillos conejeros se dispone una capa de regularización con bardos y mortero de cemento. Dispone de una lámina de PVC a modo de impermeabilización y un pavimento formado por plaquetas cerámicas. A este tipo de cubierta se le denomina cubierta catalana. En la Tabla 7 observamos las distintas capas y su transmitancia.

**Tabla 7 - Solución constructiva de la cubierta del Lluís Vives**

		<b>MATERIAL</b>	<b>ESPESOR</b>
<b>CUBIERTA CATALANA</b>		Plaqueta cerámica	0,010 cm
		Mortero de agarre d > 2000	0,020 cm
		Impermeabilización PVC	0,001 cm
		Tablero de bardos cerámicos	0,040 cm
		Cámara de aire ligeramente ventilada	0,100 cm
		FU con bovedilla cerámica y viguetas metálicas	0,250 cm
		Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
		Cámara de aire no ventilada	0,100 cm
		Falso techo de placas de escayola	0,015 cm
		<b>ESPESOR TOTAL</b>	<b>0,546 cm</b>
		<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>1,090 W/m<sup>2</sup>K</b>

#### **2.3.4. PARTICIONES INTERIORES**

Las particiones interiores están formadas por ladrillo macizo catalán dispuesto de canto, con un grosor de 5 cm. El revestimiento está formado por enlucido de yeso de 2 cm de espesor.

#### **2.3.5. PAVIMENTOS Y FALSOS TECHOS**

El pavimento del Lluís Vives está formado por baldosas de piedra artificial cogidas mediante mortero de agarre. En cuanto al falso techo, presente en la mayor parte del edificio, está formado mediante escayola cogida por estopadas.

#### **2.3.6. CARPINTERIAS**

Las ventanas del edificio están formadas por carpintería metálica sin rotura de puente térmico con acabado en color verde. El acristalamiento es simple con una hoja de 4 mm de espesor. Las ventanas son abatibles y poco estancas.

## 2.4. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Figura 8 – Puerta principal del Colegio Mayor Lluís Vives.  
Fuente: Propia

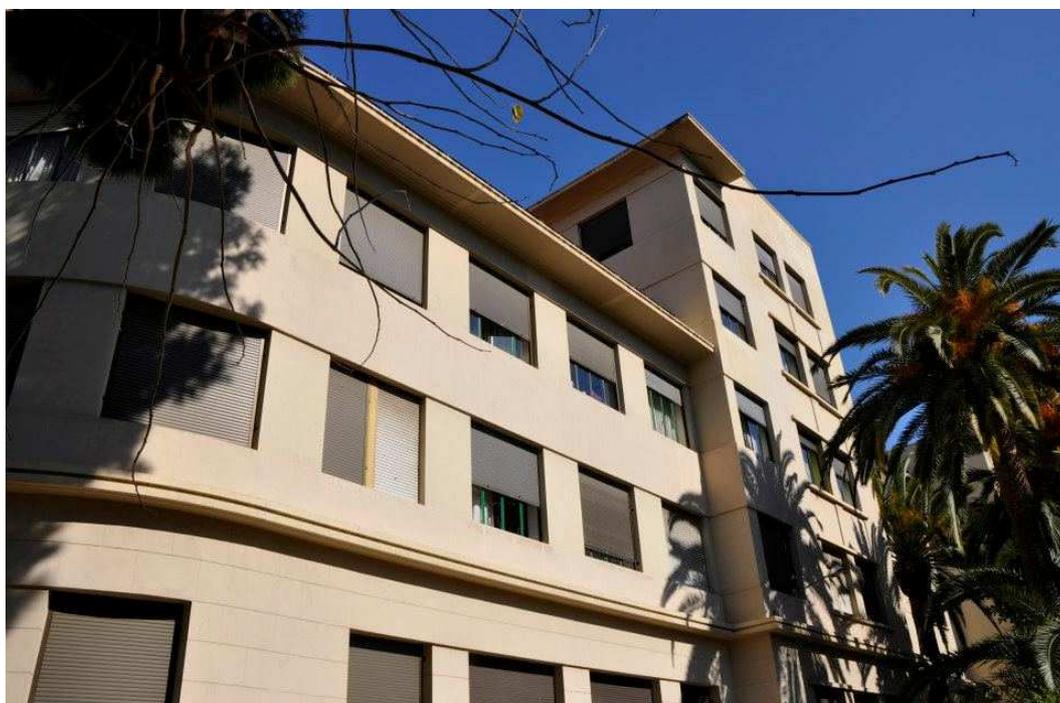


Figura 9 – Fachada sur del Colegio Mayor Lluís Vives.  
Fuente: Fundación Goerlich



Figura 12 – Fachada este del Lluís Vives.  
Fuente: Propia



Figura 11 – Fachada oeste del Lluís Vives.  
Fuente: Propia



Figura 10 – Fachada norte del Colegio Mayor Lluís Vives.  
Fuente: Propia



Figura 13 – Fachada este del Colegio Mayor Lluís Vives.  
Fuente: Propia



Figura 14 – Fachada oeste del Colegio Mayor Lluís Vives.  
Fuente: Propia



Figura 15 - Maqueta del Colegio Mayor Lluís Vives.  
Fuente: Fundación Goerlich



Figura 16 – Interior del Colegio Mayor Lluís Vives. Escaleras de planta baja.  
Fuente: Fundación Goerlich



Figura 17 – Interior del Colegio Mayor Lluís Vives. Sala de estar.  
Fuente: Fundación Goerlich

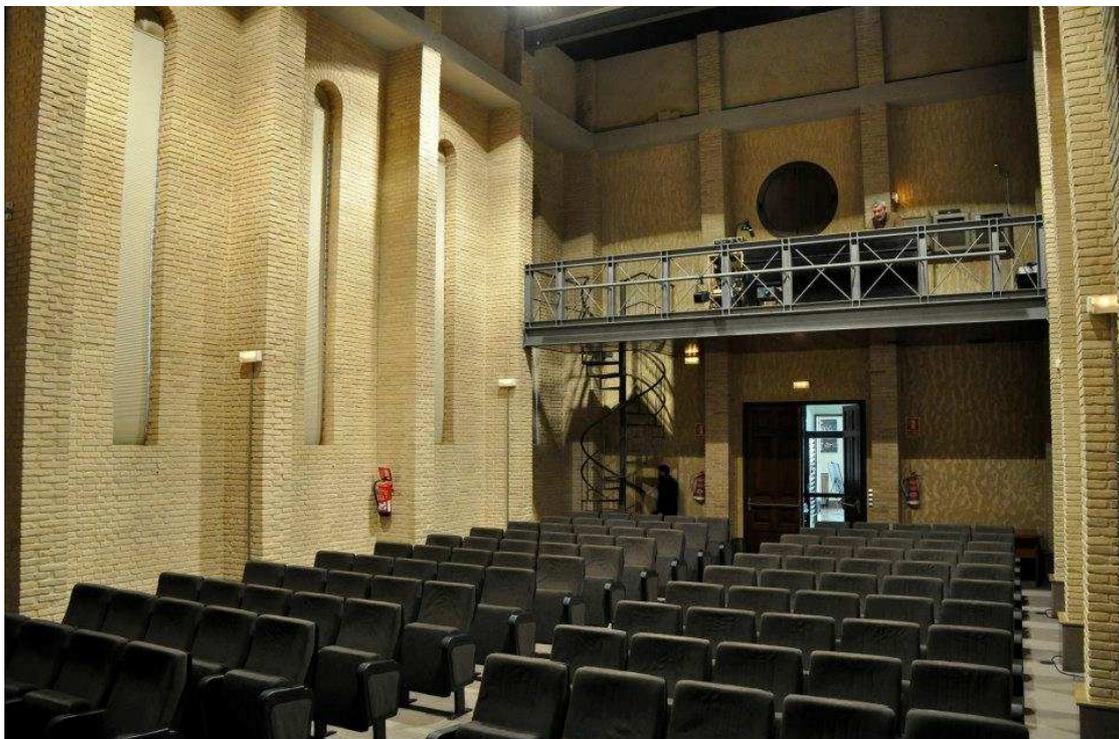


Figura 18 – Interior del Colegio Mayor Lluís Vives. Auditorio Montaner  
Fuente: Fundación Goerlich

### 3. PLAN DE TRABAJO

---

Para la realización del siguiente trabajo se seguirán los siguientes pasos:

- En primer lugar se obtendrá la calificación energética del edificio en su estado inicial (tal y como se encuentra ahora). Con esta calificación se obtendrán los datos de demanda de calefacción y refrigeración, las emisiones de CO<sub>2</sub> globales, de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación y por último, el consumo de energía primaria global, de calefacción, refrigeración, ACS e iluminación del edificio. Para ello se usará el programa informático CE3X, reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, para la certificación energética de edificios existentes.
- Una vez se tengan todos los parámetros del edificio introducidos en el programa CE3x y se obtengan sus datos, se procederá a ver los resultados de las tres opciones diferentes de reforma que se van a realizar sobre el edificio.
- En la primera opción de rehabilitación se rehabilitará solamente la envolvente del edificio. En esta opción no se pretende obtener datos económicos de la rehabilitación, por lo tanto no se verán sistemas constructivos, simplemente se introducirán datos de transmitancias muy bajas de toda la envolvente del edificio (fachada, solera, muro en contacto con terreno, cubierta y huecos). Lo que se pretende conseguir con esta intervención, es saber si, usando únicamente medidas pasivas, se puede llegar a conseguir el cumplimiento del Documento Básico del Código Técnico de la Edificación referente al Ahorro de Energía.
- En la segunda opción se realizará una intervención ajustando al máximo posible las exigencias mínimas que establece el Código Técnico de la Edificación, para los Documentos Básicos de Ahorro de Energía y de Protección frente al Ruido. En este caso sí que será importante saber qué tipo de intervención se va a realizar, tanto en medidas pasivas como en medidas activas, ya que esta opción se pretende comparar con la siguiente en su aspecto económico.
- La última opción que se realizará consistirá en conseguir que el edificio cumpla un protocolo Verde del Green Building Council España, GBCe. En este caso las medidas a adoptar serán más estrictas que en el caso de la anterior intervención.
- Una vez obtenidos los datos de las tres intervenciones, se podrá comparar entre ellas las distintas mejoras que se han producido.
- Se obtendrá el presupuesto mediante el programa Presto de la intervención para el cumplimiento del CTE y de la intervención para el cumplimiento del protocolo Verde, de tal manera que se pueda comparar entre ellos los aspectos económicos de ambas intervenciones.
- También se realizará un cuestionario para ver los aspectos sociales de una posible rehabilitación del edificio. Este cuestionario irá dirigido a aquellas personas que han residido en el Colegio Mayor Lluís Vives (profesores, alumnos, empleados...) de tal manera que se vean los aspectos del edificio en relación al confort (térmico, acústico y de iluminación) que más afectaban, tanto de manera positiva como de manera negativa a sus residentes.

### 3.1. CE3X

Para obtener los datos de la calificación energética del Colegio Mayor Lluís Vives, se utilizará, como se ha dicho anteriormente, el programa informático CE3X. Este es uno de los programas reconocidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y de Fomento. Existen otros como el CE3, CALENER y/o CERMA, pero se usará el CE3X ya que permite hacer la certificación energética de edificios existentes, además de edificios de usos terciarios, que es el caso del edificio a estudio.



Figura 19 – Logotipo CE3X

Fuente: Google Imágenes

Para comenzar a usar el programa y realizar la certificación del edificio, en primer lugar se elegirá de qué tipo de edificio se trata, si es residencial, pequeño terciario o gran terciario. En el caso del Lluís Vives, se trata de un edificio destinado a residencia de estudiantes, por lo tanto se optará por la opción de pequeño terciario.



Figura 20 – Asignación del tipo de edificio en CE3X

Fuente: Captura de pantalla. Programa CE3X

El programa consta de cuatro pestañas en las que iremos introduciendo las diferentes características del edificio. En primer lugar los datos administrativos, luego los datos generales, los datos de la envolvente térmica y por último las instalaciones.

En la primera pestaña, “Datos administrativos”, se introducirán datos como la localización e identificación del edificio, los datos del cliente y los datos del técnico certificador. Estos datos no tendrán repercusión a la hora de la calificación, son simplemente datos informativos. El único dato que influirá, será la localización del edificio, ya que nos determinará la zona climática en la que se encuentra y la trayectoria solar.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

**Localización e identificación del edificio**

Nombre del edificio   
Dirección   
Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Código Postal   
Referencia Catastral

**Datos del cliente**

Nombre o razón social   
Dirección   
Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Código Postal   
Teléfono  E-mail

**Datos del técnico certificador**

Nombre y Apellidos  NIF   
Razón social  CIF   
Dirección   
Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Código Postal   
Teléfono  E-mail   
Titulación habilitante según normativa vigente

Figura 21 – Pestaña de “Datos administrativos” del programa CE3X  
Fuente: Captura de pantalla. Programa CE3X

La siguiente pestaña se trata de los “Datos Generales”. Aquí introduciremos datos tales como la fecha de construcción del edificio, para saber la normativa con la que se construyó. Los siguientes datos a introducir serán los referentes al tipo de edificio (Edificio completo o local), perfil de uso (intensidad), superficies, alturas, consumos de ACS...

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

**Datos generales**

Normativa vigente  ? Año construcción   
Tipo de edificio  Perfil de uso   
Provincia/Ciudad autónoma  Localidad  Zona climática  HE-1 HE-4

**Definición edificio**

Superficie útil habitable  m<sup>2</sup>  
Altura libre de planta  2,7 m  
Número de plantas habitables   
Consumo total diario de ACS  0 l/día  
Masa de las particiones  Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Figura 22 – pestaña de “Datos generales” del programa CE3X  
Fuente: Captura de pantalla. Programa CE3X

La tercera pestaña es lo referente a la “Envolverte térmica”. Según el DB-HE del Código Técnico de la Edificación, la envolvente térmica “*está compuesta por todos los cerramientos que delimitan los espacios habitables con el aire exterior, el terreno u otro edificio, y por todas las particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior.*” Por tanto, aquí introduciremos los tipos de fachadas, soleras, cubiertas, muros en contacto con terreno, huecos... del edificio.

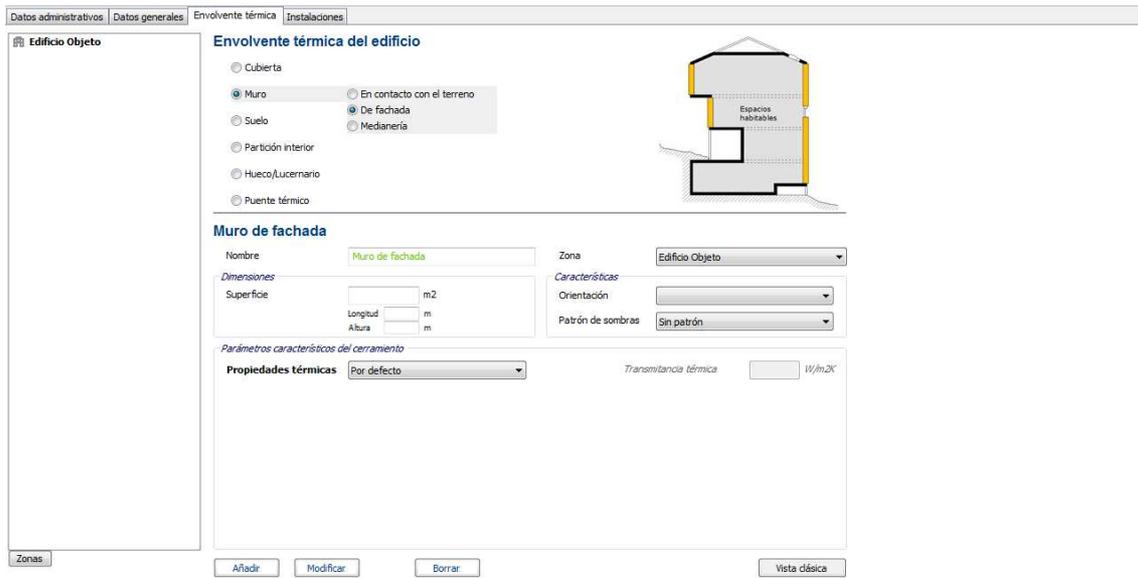


Figura 23 – Pestaña de “Envolvente térmica” del programa CE3X  
Fuente: Captura de pantalla. Programa CE3X

Para conocer perfectamente el comportamiento del edificio y de su envolvente, también es importante conocer las posibles sombras que generen otros edificios u obstáculos remotos al edificio a estudiar. Para ello, se usará el patrón de sombra, donde se introducirán las diferentes fuentes que generan sombra al edificio a estudio.

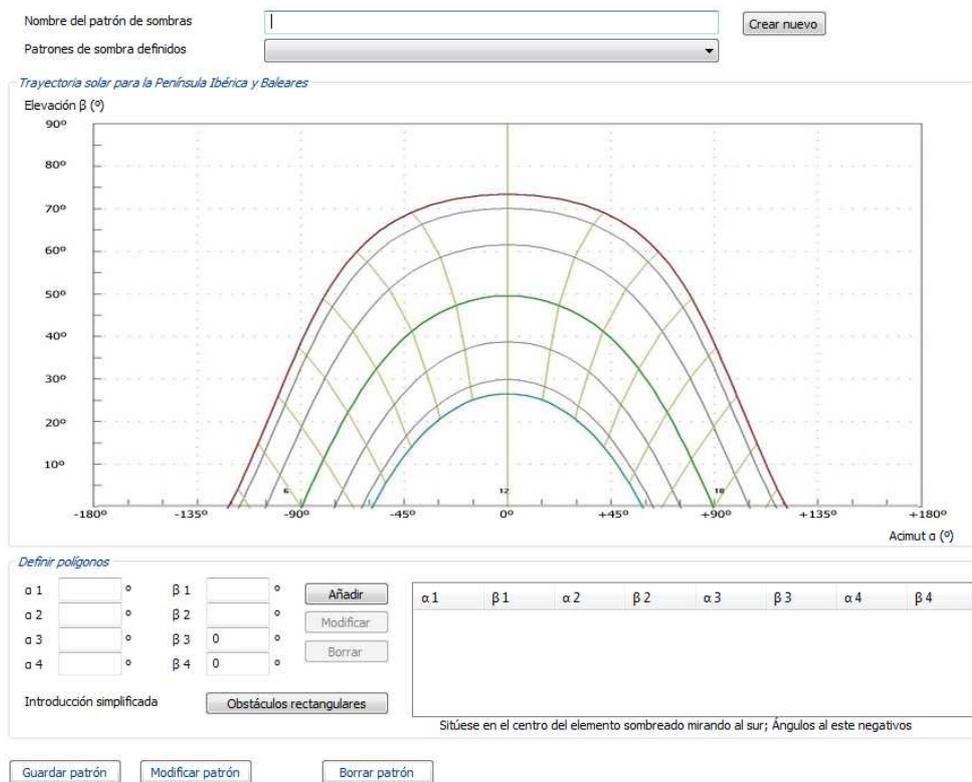


Figura 24 – Patrón de sombras del programa CE3X  
Fuente: Captura de pantalla. Programa CE3X

Por último está la pestaña de “Instalaciones” en la que se introducen todos los tipos de sistemas que dispone el edificio, tales como equipos de ACS, de calefacción y/o refrigeración, contribuciones energéticas y, en caso de edificios de uso terciario, equipos de iluminación.

Datos administrativos | Datos generales | Envoltente térmica | Instalaciones

Edificio Objeto

### Instalaciones del edificio

Equipo de ACS  Contribuciones energéticas

Equipo de sólo calefacción  Equipos de iluminación

Equipo de sólo refrigeración  Equipos de aire primario

Equipo de calefacción y refrigeración

Equipo mixto de calefacción y ACS

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

### Equipo de ACS

Nombre:  Zona:

Características

Tipo de generador:  Demanda cubierta:

Tipo de combustible:  Superficie (m2):

Porcentaje (%):

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:  Rendimiento medio estacional:  %

Potencia nominal:  kW

Carga media real ómb:  Aislamiento de la caldera:

Rendimiento de combustión:  %

Con Acumulación

Zonas

Figura 25 – Pestaña de “Instalaciones” del programa CE3X.  
Fuente: Captura de pantalla. Programa CE3X

Una vez introducidos todos los datos del edificio, se podrá obtener la calificación energética de este, y generar el informe donde aparecerán todos los datos introducidos y los calculados por el programa. Este programa también puede obtener posibles mejoras en el edificio, tocando diferentes elementos (aislamiento térmico, huecos, puentes térmicos y/o instalaciones) además de realizar un análisis económico de estas. En el caso del presente trabajo, estas dos herramientas no se utilizarán, ya que las mejoras que hagamos en el edificio se introducirán en diferentes archivos para poder tener la calificación de cada una de las opciones.

## 3.2. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. CTE

*“El Código Técnico de la Edificación, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.”*

Dispone de una serie de Documentos Básicos, que cada uno de ellos se encarga de establecer unos requisitos básicos para diferentes condiciones de seguridad y/o habitabilidad de un edificio. Estos Documentos Básicos son los siguientes:

- Documento Básico HE: Ahorro de Energía
- Documento Básico HR: Protección frente al Ruido
- Documento Básico HS: Salubridad
- Documento Básico SE: Seguridad Estructural
- Documento Básico SI: Seguridad en caso de Incendios
- Documento Básico SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad

Para el presente trabajo nos centraremos en los Documentos Básicos referentes al Ahorro de Energía y a la Protección frente al Ruido.

### 3.2.1. DB – HE: AHORRO DE ENERGIA

Este documento Básico pretende reducir la energía consumida por un edificio así como su demanda, y además intentar que la mayor parte de la energía consumida sea procedente de fuentes de energía renovable. Para ello, se establecen diferentes secciones, en las que cada una de ellas se encargará de un aspecto diferente. Estas secciones son las siguientes.

- HE 0: Limitación del consumo energético.

Esta sección pretende limitar el consumo de energía en función de la localización del edificio y su uso. Para ello diferencia entre dos tipos, los de uso residencial y los de otros usos. El Colegio Mayor Lluís Vives, al tratarse de un edificio de uso residencial público, se escogerá la segunda opción.

Para el cumplimiento de esta sección del HE, se debe conseguir que el *“indicador de consumo de Energía Primaria del edificio, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B.”*

- HE 1: Limitación de la demanda energética.

Esta sección, como bien dice, pretende limitar la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, teniendo en cuenta la localización y el uso previsto de este. Al igual que en el caso anterior, para la cuantificación de esta exigencia, la HE 1 diferencia esta limitación dependiendo si el edificio se trata de residencial privado o de otros usos.

En el caso de residencial público (otros usos) debe cumplir que *“el porcentaje de ahorro de la demanda conjunta de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio debe ser igual o superior al establecido en la tabla 2.2.”*

Depende de la zona climática de verano, 3 en el caso de Valencia, y de las cargas de las fuentes internas del edificio, Media en el caso del Colegio Mayor Lluís Vives. Podemos ver en la Figura 26 que el porcentaje de ahorro mínimo será del 20% respecto al edificio de referencia.

**Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %**

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%*

\* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

Figura 26 – Tabla de porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética  
Fuente: CTE – DB – HE 1

El edificio de referencia se trata de un “edificio obtenido a partir del edificio objeto que se define con su misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos, y unas soluciones constructivas con parámetros característicos” que se verá con mayor detalle más adelante.

Otra de las exigencias de esta sección es la limitación de transmitancia térmica de los huecos y envolvente térmica del edificio, así como la impermeabilidad de los huecos. Dependerá de la zona climática de invierno, B en el caso de Valencia. Podemos ver las limitaciones en la Figura 27.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

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

<sup>(1)</sup> Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

<sup>(2)</sup> Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

<sup>(3)</sup> La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Figura 27 – Tabla de transmitancias máximas y permeabilidad.

Fuente: CTE – DB – HE 1

Por último, también se debe cumplir una limitación en cuanto a las condensaciones intersticiales de la envolvente térmica, de tal manera que “estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de vida útil.”

- HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Para el cumplimiento de esta sección se han de cumplir las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE. Para el presente trabajo no tendremos en cuenta esta sección del DB – HE.

- HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

En esta sección nos limita el uso de energía destinada a la iluminación interior del edificio. Para ello nos regula dos valores, el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación VEEI en W/m<sup>2</sup> y la Potencia instalada en el edificio en W/m<sup>2</sup>.

El primer valor, VEEI depende de la zona de actividad en la que nos encontremos, según la tabla 2.1 del HE 3 que podemos ver en la Figura 28. En el Colegio Mayor Lluís Vives encontramos diferentes zonas de actividad como son; administración en general, zonas comunes, almacenes, archivos, salas técnicas, cocinas, espacios deportivos, salones de actos, auditorios y otros recintos.

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

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

Figura 28 - Tabla de Valores límite de eficiencia energética.  
Fuente: CTE – BD – HE 3

Para la potencia instalada se tomará el valor según el uso del edificio (residencial público en el caso del Lluís Vives) de la tabla 2.2 del HE 3 que se puede observar en la figura 29.

**Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación**

<b>Uso del edificio</b>	<b>Potencia máxima instalada [W/m<sup>2</sup>]</b>
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Figura 29 – Tabla de Potencia máxima de iluminación  
Fuente: CTE – BD – HE 3

Por último, se exige que se instalen sistemas de control y regulación de iluminación en las diferentes zonas, siendo obligado al menos un sistema de encendido y apagado manual en cada zona. También se deberá instalar un sistema de aprovechamiento de la luz natural en el caso de cumplir las características que podemos ver en la Figura 30.

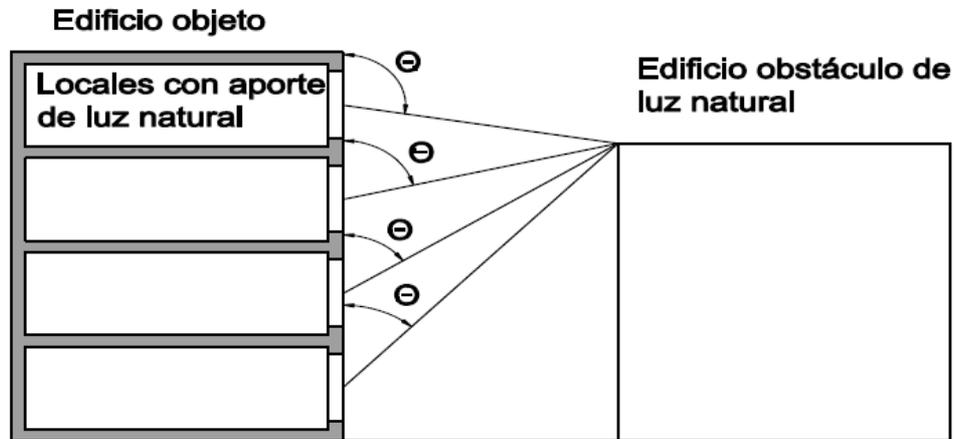


Figura 30 – Condiciones de iluminación natural  
Fuente: CTE – DB – HE 3

*Que sea el ángulo  $\vartheta > 65^\circ$  y que se cumpla la expresión:  $T \cdot (A_w/A) > 0,11$*

También existen otras condiciones para patios interiores y atrios, que en el caso del edificio a estudio, no existen estos elementos, por lo tanto, no es necesario tenerlos en cuenta.

- HE 4: Contribución solar mínima.

Es obligatorio disponer de un sistema de producción de ACS mediante la disposición de paneles solares. Este sistema debe realizarse teniendo en cuenta una serie de requisitos que se establecen en esta sección.

Uno de los requisitos será la contribución solar mínima anual en % de Agua Caliente Sanitaria que se sacará en función de la demanda total. Teniendo en cuenta que el edificio es de uso residencial, la demanda es de 41 l/día·persona y el número de camas del edificio es de 193, por lo tanto la demanda del edificio será de:

$$\text{Demanda ACS} = 41 \text{ l/día} \cdot \text{persona} \times 193 \text{ personas} = 7913 \text{ l/día}$$

También dependerá de la zona climática (IV en el caso de Valencia). Podemos ver en la Figura 31 que el porcentaje de contribución mínimo anual de ACS será del 60%.

**Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.**

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Figura 31 – Tabla de contribución solar mínima anual para ACS.

Fuente: CTE – DB – HE 4

Se deberá conseguir que en ningún mes se exceda el 110% de la contribución solar para la producción de ACS y que no haya más de tres meses seguidos con una contribución del 100%.

Otro requisito a cumplir será que el área total de los captadores tenga un valor que cumpla la condición siguiente:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo V el volumen de la acumulación solar en litros y A la suma del área de los captadores solares en metros cuadrados.

El RITE también regula la superficie de captación, estableciendo una máxima y una mínima según la siguiente expresión:

$$S_{max} = \frac{\text{Demanda ACS diaria}}{50}$$

$$S_{min} = \frac{\text{Demanda ACS diaria}}{80}$$

- HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Esta sección del Documento Básico de Ahorro de Energía no se tendrá en cuenta a la hora de realizar el presente trabajo.

### 3.2.2. DB – HR: PROTECCIÓN FRENTE A RUIDO

*“Este documento Básico tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido.”*

Para el presente trabajo únicamente comprobaremos el cumplimiento de este Documento Básico para el caso de aislamiento a ruido aéreo y ruido de impacto entre dos recintos adyacentes, que se hará de dos habitaciones tipo y el caso de aislamiento a ruido exterior de una habitación tipo.

En el primer caso, las exigencias serán las establecidas en la Tabla 8:

**Tabla 8 – Aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes**

<b>Aislamiento a ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes</b>			
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$	50	dBA
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$	65	dB

En el segundo caso, las exigencias serán las establecidas en la Tabla 9:

**Tabla 9 – Aislamiento a ruido aéreo en fachadas**

<b>Aislamiento a ruido aéreo en fachadas</b>			
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$	30	dBA

Para el cálculo se usará la herramienta de cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido v2.0.

### **3.3. EDIFICIO DE REFERENCIA**

Como anteriormente se ha visto, para el cumplimiento de la HE 1, es necesario el edificio de referencia. Hay algunos programas, como el LIDER y CALENER VyP, que incorporan en su programa los datos de este edificio. En el caso del CE3X, no aparecen los datos del edificio de referencia, pero como hace falta para el cumplimiento del CTE se realizará un informe con el programa introduciendo las características del edificio de referencia. Para conocer estas características se ha usado el “Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 7.03: Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP.”

Las características del edificio de referencia son las siguientes:

- Tendrá la misma forma y tamaño que el edificio objeto, no obstante se suprimirán los espacios no habitables. Los muros y soleras en contacto con el terreno, pasan a convertirse en muro y soleras en contacto con el aire exterior.
- El uso del edificio será el mismo, al igual que su zonificación.
- Todos los obstáculos que generen sombra al edificio objeto, se mantendrán en las mismas condiciones para el edificio de referencia.
- En cuanto a las soluciones constructivas (se verán con más detalle al final de este punto), deben cumplir los requisitos que establece la sección HE 1 del CTE para la zona climática. El caso de Valencia se trata de zona climática B3 (Tabla B.1 Zonas climáticas de la península Ibérica del Apéndice B de la sección HE 1). Los requisitos a cumplir que aparecen en la Figura 32 son los siguientes:

## D.2.7 ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,30$

Figura 32 – Parámetro característicos de la envolvente para Zona climática B3

Fuente: CTE – DB – HE 1 – Apéndice D.2

- En el caso de los huecos, se deben cumplir los requisitos de la Figura 33. Aparte, la permeabilidad de estos debe ser  $50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  para las zonas climáticas A y B y de  $27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  para el resto:

## D.2.7 ZONA CLIMÁTICA B3

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

Figura 33 – Parámetros característicos de los huecos para Zona climática B3

Fuente: CTE – DB – HE 1 – Apéndice D.2

- Los puentes térmicos tendrán las características que se observan en la Tabla 10:

Tabla 10 – Transmitancia lineal de referencia de puentes térmicos

Transmitancia lineal de referencia de puentes térmicos procedentes de encuentros entre cerramientos.						
CASO		ZONA CLIMÁTICA				
		A	B	C	D	E
Encuentro de forjados con fachada	Frente de forjado	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Forjado de cubierta	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	Forjado de suelo al exterior	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Encuentros entre cerramientos verticales	Esquina saliente	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Esquina entrante	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15
Hueco de ventana		0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Pilar		0,85	0,85	0,80	0,75	0,70
Unión entre solera en contacto con el terreno y pared exterior		0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

- Los niveles de iluminación del edificio de referencia serán los mismos que el edificio objeto y el sistema de iluminación tiene que cumplir las exigencias de la sección HE 3.
- Las instalaciones térmicas, cumplirán los requisitos mínimos de la sección HE 2 y sección HE 4. Por tanto la contribución mínima de ACS deberá ser la mínima para nuestra zona climática. Como se ha visto anteriormente, en el caso del edificio de referencia, será del 60%.
- En el caso de edificios terciarios, toda la calefacción se suministrará con combustible de Gasóleo-C con un rendimiento medio estacional de 0,75 y toda la refrigeración se suministrará con combustible eléctrico con rendimiento medio estacional de 1,70.
- En el caso de que se exija, el edificio de referencia deberá cumplir las condiciones exigidas en la sección HE 5.

Las soluciones constructivas que se adoptarán para el caso del edificio de referencia, para una zona climática B3, serán las siguientes:

**COMPOSICIÓN MURO EXTERIOR ( $U=0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):**

Fabrica con revestimiento continuo. No ventilada. Aislamiento por el interior.

- Mortero de cemento  $1800 < d < 2000$  (1'5cm)
- 1/2 Pie Ladrillo Perforado [80mm < G < 100mm] (11'5cm)
- Aislante ( $R_{AT} = 0'682 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ )\*
- Ladrillo hueco (4cm)
- Enlucido de yeso  $1000 < d < 1300$  (1'5cm)

**COMPOSICIÓN DE CUBIERTA ( $U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):**

Cubierta plana transitable. No ventilada. Solado fijo.

- Plaqueta cerámica (1'5cm)
- Mortero de cemento  $1800 < d < 2000$  (1'5cm)
- Aislante ( $R_{AT} = 1'815 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ )\*
- Hormigón de áridos ligeros (7cm)
- Forjado unidireccional con bovedilla cerámica (25cm)

**COMPOSICIÓN DE SUELO ( $U=0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ ):**

Plana transitable. No ventilada. Solado fijo

- Plaqueta cerámica (1'5cm)
- Mortero de cemento  $1800 < d < 2000$  (1'5cm)
- Aislante ( $R_{AT} = 1'646 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ )\*
- Solera de hormigón armado (20cm)

#### **COMPOSICIÓN DE FORJADO INTERIOR:**

Forjado cerámico sin aislamiento.

- Plaqueta cerámica (1'5cm)
- Mortero de cemento  $1800 < d < 2000$  (2cm)
- Forjado unidireccional con bovedilla cerámica (25cm)

#### **COMPOSICIÓN DE PARTICIÓN INTERIOR:**

Fabrica con revestimiento continuo. No ventilada.

- Enlucido de yeso  $1000 < d < 1300$  (2cm)
- Ladrillo hueco (4cm)
- Enlucido de yeso  $1000 < d < 1300$  (2cm)

\*El  $R_{AT}$  Resistencia térmica del aislante, se tomará en función de la zona climática, para llegar a la transmitancia requerida del cerramiento.

En el Anexo VI del presente trabajo se dispone del Certificado energético del edificio de referencia del Colegio Mayor Lluís Vives.

### **3.4. PROTOCOLO VERDE. GBCe**

---

Green Building Council España GBCe, *“es una asociación sin ánimo de lucro que aúna a representantes de todos los agentes del sector de la edificación con el fin de contribuir a la transformación del mercado hacia una edificación más sostenible.”* [GBCe, [www.gbce.es](http://www.gbce.es)].

Existen varias guías para diferentes tipologías de edificio. Cómo el objetivo del trabajo no es utilizar las herramientas que ofrece GBCe, sino que lo que se pretende es ver cómo afecta económicamente el cumplimiento de sus requisitos, usaremos la metodología VERDE NE RESIDENCIAL Y OFICINAS, que aunque se trate para edificios de nueva construcción, es el que más se asemeja al edificio. Se verán únicamente los requisitos que se deben cumplir y se aplicarán a la intervención.

Esta metodología *“está basada en una aproximación al análisis de ciclo de vida de cada fase y consiste en evaluar la reducción de los impactos del edificio y su emplazamiento por la implementación de medidas agrupadas en una lista de criterios de sostenibilidad.”* [VERDE RO, pág. 22].

Cada criterio pretende evaluar, promover y/o premiar la reducción o mejora de aquellos aspectos que ayuden a que el edificio sea más eficiente energéticamente y confortable.

Existen muchos criterios que afectan a distintos aspectos del edificio, tales como la vida útil, la parcela y emplazamiento, la energía y atmósfera, los recursos naturales, la calidad del ambiente interior, la calidad del servicio y aspectos sociales y económicos. Para la intervención del edificio, no veremos todos los criterios, sólo aquellos que tengan relación con las medidas que aparecen en los Documentos Básicos del CTE de Ahorro de Energía y Protección frente al Ruido. Estos criterios serán los siguientes:

- Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio. Demanda y eficiencia de los sistemas.
- Producción de energías renovables en la parcela.
- Demanda de energía eléctrica en la fase de uso.
- Iluminación natural en los espacios de ocupación primaria.
- Protección de los recintos protegidos frente al ruido procedente del exterior.
- Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad funcional.

A continuación se muestra con más detalle cada uno de los criterios y las condiciones que se exigen para aplicar el protocolo Verde.

### 3.4.1. CONSUMO DE ENERGÍAS NO RENOVABLES

Los objetivos de este criterio son reducir la energía no renovable que se destina a calefacción, refrigeración y ACS en el edificio. Para ello se aplicarán medidas pasivas en la envolvente térmica del edificio y medidas activas en los sistemas.

Las condiciones que debe cumplir este criterio van junto al siguiente criterio “Producción de energías renovables en la parcela”. Que se verá a continuación.

### 3.4.2. ENERGÍAS RENOVABLES EN LA PARCELA

Al igual que el anterior criterio, este pretende reducir el uso de energía no renovable utilizada para calefacción, refrigeración y ACS del edificio. Para llegar a este objetivo se incorporarán en la parcela sistemas de producción de energía a través de fuentes renovables, de tal manera que aumenten las exigencias del CTE.

Con la aplicación de ambos criterios; mejorando la envolvente térmica y el rendimiento de los sistemas, e incorporando energías renovables en la parcela, se pretende reducir al 100%, como mejor práctica, el consumo de energía no renovable. (Ver figura 34):

Práctica habitual	Mejor práctica	Edificio objeto
Consumo de energía final del edificio de referencia	Reducción del 100% del consumo de energía final no renovable por medidas de ahorro y producción de energías renovables en la parcela	Consumo de energía final en el edificio objeto.

Figura 34 – Benchmarking criterios B03 y B06

Fuente: VERDE NE – Residencia y Oficinas

### 3.4.3. DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Este criterio, al igual que los anteriores, también tiene como objetivo reducir el consumo de energía no renovable del edificio. Pero, en este caso, la destinada para ascensores, iluminación y/o electrodomésticos.

Dependiendo si se trata de un edificio multirresidencial o de una oficina, exige unos criterios, en el caso de multirresidencial va en función de las viviendas y en el caso de las oficinas en función de los metros cuadrados. Como en el caso del Lluís Vives no existen viviendas, cogeremos este criterio en función de los metros cuadrados. Por lo tanto, según este criterio, se debe reducir en la mejor práctica en 15,15 kWh/m<sup>2</sup>·año el consumo de energía no renovable. (Ver figura 35):

Práctica habitual	Mejor práctica	Edificio objeto
R <sub>E</sub> : 0 kWh/m <sup>2</sup> a	R <sub>E</sub> : 15,15 kWh/m <sup>2</sup> a	R <sub>E</sub> : xx kWh/ m <sup>2</sup> a

Figura 35 - Benchmarking criterio B04  
Fuente: VERDE NE – Residencia y Oficinas

### 3.4.4. ILUMINACIÓN NATURAL

Este criterio tiene como objetivo mejorar la iluminación natural durante el día de todos los espacios de ocupación primaria del edificio.

Para ello debemos conseguir un Factor de Luz Natural (DF – Daylight Factor) de un 1% en al menos el 75% de la superficie. En este caso sí que se seguirá lo establecido para el caso de multirresidencial.

El cálculo del Factor de Luz Natural se podrá realizar manualmente o mediante programas informáticos y se verá más adelante en el Desarrollo y resultados del trabajo. Se realizará únicamente de una habitación tipo, la biblioteca de planta baja y el comedor, sala de actividades y bar de la planta baja.

### 3.4.5. PROTECCIÓN FRENTE A RUIDO EXTERIOR

Su objetivo es mejorar la envolvente del edificio de tal manera que mejore el aislamiento acústico de los ruidos del exterior con los espacios protegidos.

Los requisitos del criterio son incrementar en 4 dBA el aislamiento acústico a ruido aéreo respecto a las exigencias del CTE, por lo tanto, en vez de los 30 dBA que se exigían en el CTE, ahora se deberá cumplir un  $D_{2m,nT,Atr} \geq 34$  dBA. (Ver Figura 36):

Práctica habitual	Mejor práctica	Edificio objeto
R <sub>RAEH</sub> : D <sub>2m,nT,Atr</sub> >= requerimiento mínimo función del L <sub>d</sub> día medio y del tipo de local receptor.	R <sub>RAEM</sub> : D <sub>2m,nT,Atr</sub> incrementado en 4 dB(A) sobre el R <sub>RAEH</sub>	R <sub>RAEO</sub> : D <sub>2m,nT,Atr</sub> dB(A)

Figura 36 - Benchmarking criterio D17  
Fuente: VERDE NE – Residencia y Oficinas

Este criterio se comprobará únicamente para una habitación tipo, la misma que se ha usado en el caso del cumplimiento del CTE.

### 3.4.6. PROTECCIÓN FRENTE A RUIDO DE RECINTOS ADYACENTES

El último criterio tiene por objeto mejorar el aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impacto entre recintos protegidos.

Los requisitos a cumplir son los que aparecen en la Figura 37, mejorando los parámetros establecidos por el Documento Básico HR del CTE:

Práctica habitual	Mejor práctica	Edificio objeto
$R_A$ (tabiques) = 33 dB(A)	$R_{RATH}$ : $R_A$ (tabiques) = 38 dB(A)	$R_{RATH}$ : $R_A$ (tabiques) x dB(A)
$R_{RAMH}$ : $D_{nT,A}$ = 50 dB(A)	$R_{RAMH}$ : $D_{nT,A}$ = 55 dB(A)	$R_{RAMH}$ : $D_{nT,A}$ >= dB(A)
$R_{RIH}$ : $L'_{nT,W}$ = 65 dB	$R_{RIH}$ : $L'_{nT,W}$ = 55 dB	$R_{RIH}$ : $L'_{nT,W}$ dB

Figura 37 - Benchmarking criteri6

Fuente: VERDE NE – Residencia y Oficinas

Al igual que en el criterio anterior, en este caso sólo se evaluará el cumplimiento entre las dos habitaciones tipo utilizadas en el cumplimiento del CTE.

## **4. DESARROLLO Y RESULTADOS**

---

En este apartado se verá el desarrollo del trabajo, así como los resultados obtenidos para cada uno de los puntos de este.

### **4.1. CUESTIONARIO**

---

Al realizar una rehabilitación energética, esta tiene una repercusión, positiva o negativa, sobre una serie de factores. Estos factores se han de analizar para ver como se adapta el nuevo edificio a ellos.

Uno de esos factores es el económico, siendo en la mayoría de las ocasiones el factor que más importancia se le da, olvidando que una rehabilitación energética engloba más aspectos. Una intervención de este tipo, no debería centrarse únicamente en su rentabilidad económica. Existe otro factor, el medioambiental, el cual estudia cómo se va a adaptar el edificio a su entorno siendo este aspecto de gran importancia. El factor ambiental también es uno de los más estudiados a la hora de realizar una intervención de estas características.

No obstante, existe un tercer factor, que muchas veces se olvida, siendo igual de importante que los otros dos. Este factor es el social, que debe tener en cuenta también como afectará a la sociedad y qué opinión tiene esta acerca de una posible rehabilitación de un edificio.

Por ello, en este trabajo, se ha querido realizar un pequeño cuestionario que va dirigido a aquellas personas que han residido en el Colegio Mayor Lluís Vives y que sean ellos los que nos den su opinión acerca de las diferentes condiciones de confort del edificio.

El cuestionario, que se ha realizado mediante la aplicación Google Drive. Consiste en una serie de preguntas divididas en cuatro bloques (el cuestionario se puede ver en el Anexo II del presente trabajo). Cada bloque atiende a un aspecto relacionado con el confort del edificio.

El primer bloque trata de la climatización del edificio, si las temperaturas en verano eran muy altas o en invierno muy bajas, si había corrientes de aire y acerca de los sistemas de climatización.

El segundo bloque trata de las condiciones de iluminación del edificio, tanto de manera natural como de manera artificial.

El tercer bloque habla de los aspectos relacionados con la acústica del edificio, tanto del aislamiento acústico como del acondicionamiento acústico.

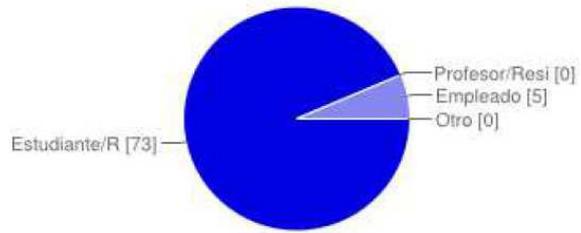
Por último, el último bloque se centra en, el caso de haber una rehabilitación, que aspectos serían los más importantes a tener en cuenta y si sería importante o no conservar la apariencia inicial del edificio.

Al final de cada uno de estos bloques, se les ha dejado un pequeño espacio para que, libremente, pusieran sus opiniones, comentarios o aspectos que a ellos les parecieran de relevancia para cada uno de ellos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos mediante unas gráficas (de barras o circular) para cada una de las preguntas realizadas en el cuestionario:

En las dos primeras preguntas se quería saber qué tipo de usuario eran en el Colegio Mayor Lluís Vives y cuantos años han habitado en la residencia.

Se puede observar que la mayoría de los encuestados eran alumnos (un 94%) y el resto empleados (un 6%), no habiendo llegado el cuestionario a profesores. El total de personas que han participado en la encuesta ha sido de 78.



Estudiante/Residente	73	94%
Profesor/Residente	0	0%
Empleado	5	6%
Otro	0	0%

#### 4.1.1. CLIMATIZACIÓN

**Temperatura de las habitaciones durante los meses de más calor, siendo 1 mucho calor y 5 muy buena temperatura:**



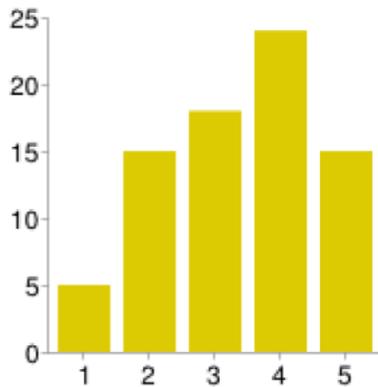
Observaciones: Se puede apreciar que la mayor parte de los encuestados, piensa que en sus habitaciones, durante el verano, hacía calor.

**Temperatura de las zonas comunes del edificio en los meses de más calor, siendo 1 mucho calor y 5 muy buena temperatura:**



Observaciones: En el caso de las zonas comunes, al contrario que en las habitaciones, la gente coincide que había una temperatura normal o buena.

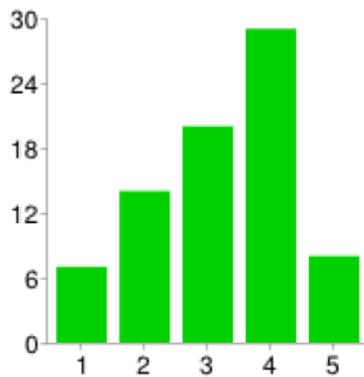
**Temperatura de las habitaciones durante los meses de más frío, siendo 1 mucho frío y 5 muy buena temperatura:**



1	5	6%
2	15	19%
3	18	23%
4	24	31%
5	15	19%

Observaciones: Durante el invierno, los participantes no coinciden tanto, hay disparidad entre frío y buenas temperaturas, pero aun así, destaca más las buenas temperaturas de las habitaciones en los meses de invierno.

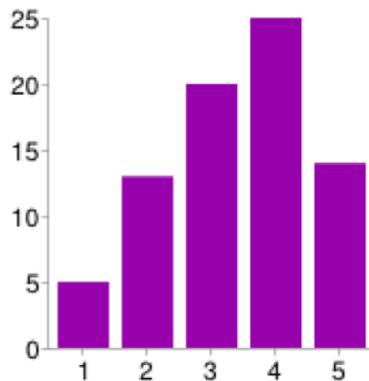
**Temperatura de las zonas comunes del edificio en los meses de más frío, siendo 1 mucho frío y 5 muy buena temperatura:**



1	7	9%
2	14	18%
3	20	26%
4	29	37%
5	8	10%

Observaciones: Aquí también existe desigualdad, pero dominan las buenas temperaturas o temperaturas normales respecto al resto.

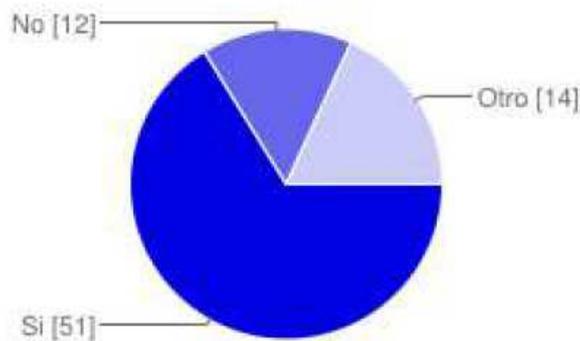
**Infiltración de aire por las ventanas de las habitaciones, siendo 1 ninguna infiltración y 5 mucha infiltración:**



1	5	6%
2	13	17%
3	20	26%
4	25	32%
5	14	18%

Observaciones: En cuanto a la estanqueidad de las ventanas, la mayor parte de los encuestados, coinciden que existían varias infiltraciones, siendo muy pocos los que piensan que no entraba el aire.

**Funcionamiento correcto o no, de los radiadores de las habitaciones:**



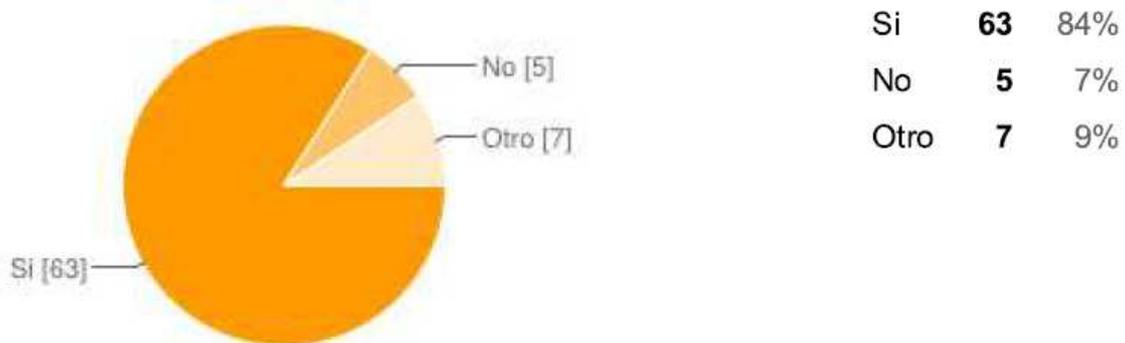
Si	51	66%
No	12	16%
Otro	14	18%

En el caso de "Otro", éstas han sido las respuestas:

- A veces sí a veces no
- Sí, pero se utilizaban poco
- Dependía de la habitación
- Funcionaban, pero muchas veces la temperatura era excesiva.
- Tardaban en encenderlos
- No recuerdo
- De vez en cuando
- A veces
- Funcionaban correctamente pero no estaban en funcionamiento las suficientes horas
- Dependía de la habitación
- A veces
- Cuando querían
- No teníamos
- No siempre

Observaciones: La mayor parte de la gente coincide en que el funcionamiento de los radiadores era correcto, aunque se quejan de que su uso a veces no era el adecuado.

**Funcionamiento correcto o no del aire acondicionado en las zonas que disponían de este sistema:**



En el caso de "Otro", éstas han sido las respuestas:

- No lo recuerdo.
- No recuerdo.
- No había.
- Creo que sólo estaba en la biblioteca, y en verano solía hacer mucho frío, no se regulaba y la gente acababa bajando con bata o abriendo las ventanas.
- A veces
- No teníamos
- De vegades massa fred

Observaciones: La mayor parte de los encuestados coinciden en que el funcionamiento del aire acondicionado era bueno.

**Temperatura del Agua Caliente Sanitaria, siendo 1 malas condiciones y 5 buenas condiciones:**



Observaciones: Se observa que el funcionamiento del ACS era bastante bueno, casi todos los encuestados coinciden en las buenas o muy buenas condiciones del sistema.

### **Opiniones de los encuestados acerca de la climatización del Lluís Vives:**

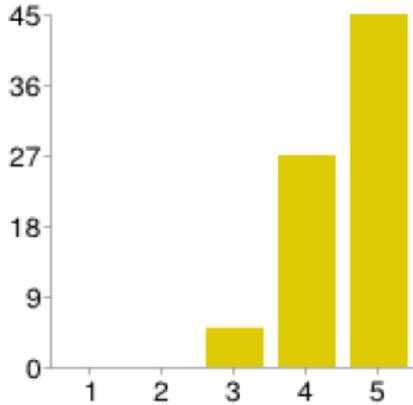
- A pesar de que los radiadores estaban encendidos, las paredes dejaban escapar todo el calor.
- Durante los meses de verano, el clima de las habitaciones era muy caluroso ya que no disponíamos de aire acondicionado. En invierno el radiador solventaba el problema del frío.
- Muy mejorable en todos los sentidos.
- La climatización correcta y suficiente, el problema las ventanas de acero y vidrio simple, por donde se iba todo el calor y entraba todo el calor de verano. Solución pasiva, bajar las persianas en verano.
- A pesar de que las ventanas dejaban pasar el aire la calefacción lo compensaba.
- En general, la climatización era buena. Sí que es cierto que las ventanas, al ser antiguas, transmitían el frío y el calor exterior de forma más notable que en los edificios y casas más modernas.
- Dependiendo del lugar y momento del día en invierno y verano variaba mucho la temperatura del Colegio Mayor. No se puede generalizar. Lo único, en verano en la biblioteca hacía mucho frío.
- S'ha de considerar en tot moment que era un edifici que tenia gairebé 70 anys.
- Su orientación hacía que las habitaciones de la fachada principal fueran "un horno" mientras que las interiores fueran un congelador.
- Espantoso calor veraniego en las habitaciones exteriores a Blasco Ibáñez. Geniales duchas.
- En general había más problemas de temperatura en las habitaciones cuando hacía calor que con el frío. Aún así era soportable.
- Se pasaba peor en verano que en invierno.
- Las ventanas eran demasiado antiguas, de cristal fino y poco aislantes que vibraban con cualquier ruido.
- No todas las habitaciones disponían de aire acondicionado (aunque sí de calefacción) lo cual era comprensible teniendo en cuenta que la mayor parte (por no decir la totalidad) del curso transcurría en invierno.
- En general estaba bien, pero en invierno algunas zonas comunes y pasillos se pasaba un poco de frío.
- Creo que las ventanas necesitaban un cambio porque eran como de papel.
- Mi recuerdo es en mayor parte positivo. Es verdad que en verano las habitaciones pequeñas eran muy calurosas, pero no lo recuerdo como algo excesivamente grave. Puede que fuera peor el problema de insonorización.
- El edificio seguía teniendo las mismas condiciones de aclimatación que desde que se inauguró. Paredes, ventanas y puertas con mala aislación. Al no haber buen aislamiento, carecer de aire acondicionado y tener una instalación antigua de calefacción, las únicas formas de regular la temperatura era abriendo puertas y ventanas de habitación y todo el pasillo en verano y con mantas y calefactores eléctricos individuales en invierno. En general la aclimatación era mala, pero se notaba incluso más en aquellas zonas opuestas: extremadamente cálido en verano en las zonas de solana (habitaciones a Blasco Ibáñez) y demasiado frío en las de umbría (habitaciones al patio interior).

- La orientación del edificio y en particular de sus compartimentaciones interiores, era el factor fundamental para sus condiciones de temperatura, así, había habitaciones en buenas condiciones tanto en épocas calurosas como frías y sin embargo otras con temperaturas muy extremas según el tiempo exterior. Las ventanas de una sola hoja (3mm aprox.) y marco metálico sin junta estanca. Imprescindible su sustitución. La conducción de la calefacción en estado regular hacía necesario purgar los radiadores de bastantes habitaciones casi a diario (Aunque mucha gente se compraba radiadores eléctricos para solucionar el problema del frío) Nunca vi la/s caldera/s del colegio, pero creo que funcionaba bastante bien, tenía potencia para abastecer a todo el colegio sin problemas.
- Calefacción en ocasiones muy alta en invierno en zonas comunes. Falta de aire acondicionado en salas comunes, demasiado calor en verano.
- La temperatura de las habitaciones variaba mucho según su orientación, tanto en invierno como en verano.
- Depende la ubicación de la habitación hacía más o menos calor. En invierno no era problema porque podías traerte más mantas, pero en mayo algunos días el calor llegaba a ser asfixiante en todas las habitaciones en general y más si era pequeña.
- El problema del calor en las habitaciones que daban a Blasco Ibáñez era terrible.
- En las habitaciones que daban a Blasco Ibáñez hacía mucho calor durante los meses calurosos.
- El problema en mi opinión, es que los radiadores estaban en mi habitación justo debajo de la ventana y en invierno por lo tanto por las ventanas entraba el aire, porque no estaban bien cerradas, y se "llevaban" el calor del radiador, por lo tanto hacía mucho frío y en ocasiones utilizábamos calefactores.
- En especial el aislamiento de las ventanas no era bueno (entraba aire a pesar de estar cerradas). Y teníamos que recurrir a calefactores en las habitaciones en invierno ya que no había calefacción, tampoco había en las duchas.
- Solo destacaría el calor que se pasaba en las habitaciones a partir de mayo/junio y en invierno las ventanas no aislaban del todo, por lo que seguro que se escapaba calefacción.
- A pesar de su antigüedad el Colegio Mayor disponía de una climatización mucho mejor que cualquier piso de estudiantes actual. Los radiadores funcionaban correctamente sin pasar ningún frío durante el invierno y en verano, como es normal, en las habitaciones (que no disponían de aire acondicionado) hacía el calor correspondiente al verano de Valencia. En las zonas dónde sí estaba instalado el aire acondicionado podías disfrutar de una plácida temperatura.

Observaciones: Aquellos aspectos en los que más coinciden los encuestados son, en primer lugar, las malas condiciones de aislamiento que ofrecían las ventanas, que las condiciones de temperatura en verano eran peores que en invierno y que la temperatura dependía mucho de dónde estuviese situada la habitación, haciendo mucho más calor en aquellas habitaciones que estaban orientadas al sur.

#### 4.1.2. ILUMINACIÓN

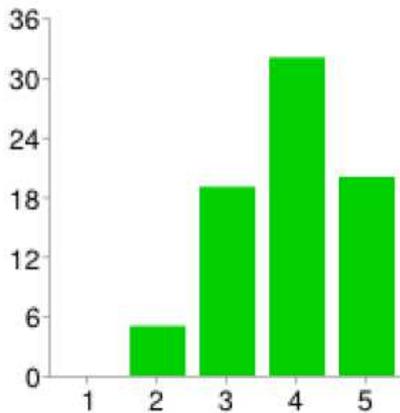
Iluminación natural de las habitaciones durante el día, 1 muy mala y 5 muy buena:



1	0	0%
2	0	0%
3	5	6%
4	27	35%
5	45	58%

Observaciones: Muy buena iluminación natural de las habitaciones.

Iluminación artificial de las habitaciones, siendo 1 muy mala y 5 muy buena:



1	0	0%
2	5	7%
3	19	25%
4	32	42%
5	20	26%

Observaciones: Al igual que la luz natural, las personas participantes también coinciden en que la luz artificial de las habitaciones era buena.

**Utilización de la luz artificial de las habitaciones durante el día:**



Observaciones: La mayoría de los residentes no utilizaban las luces durante el día habitualmente, solo en algunas ocasiones.

**Iluminación natural durante el día de las zonas de estudio y/o salón de actos, siendo 1 muy mala y 5 muy buena:**



Observaciones: En cuanto a la iluminación natural en las zonas de estudio, hay más desigualdad, no obstante tiende más a una buena iluminación que a una mala.

**Iluminación artificial de las zonas de estudio y/o salón de actos, siendo 1 muy mala y 5 muy buena:**



Observaciones: En el caso de la iluminación artificial en las zonas de estudio, sí que hay más opiniones en común de que existe una buena o muy buena iluminación.

### **Opiniones de los encuestados a cerca de la iluminación del Lluís Vives:**

- El edificio disponía de grandes ventanales que hacían que la iluminación fuese muy buena.
- La disposición de mi habitación hacia la avenida Blasco Ibáñez hacía que la cantidad de luz durante el día fuera una muy generosa.
- Según en qué ala del colegio, era mejor o peor, pero, en general, estaba bien.
- En la biblioteca sí que había iluminación natural durante el día, pero en la sala de estudio no ya que estaba en el sótano y en el salón de actos (en la capilla) tampoco.
- La biblioteca tenía muy buena iluminación natural, sin embargo el salón de actos hacía imprescindible el uso de iluminación artificial.
- La iluminación natural de las habitaciones dependía bastante de la ubicación de las mismas. Por lo general, las que daban al patio interior solían tener una peor iluminación y menos horas de luz natural. Respecto a la iluminación artificial de las habitaciones, cabe destacar que era correcta en cantidad, si bien los alógenos de los que constaba resultaban poco acogedores.
- Al igual que con la temperatura, la iluminación dependía mucho de la orientación de la habitación. Las habitaciones del primer y segundo piso que daban al salón de actos tenían muy poca luz natural.
- He estado en dos habitaciones a lo largo de mi existencia en la residencia, en la primera daba a la calle de Blasco Ibáñez (315) y la luz natural allí era muy buena, mientras que en mi segunda habitación (212) daba a psicología y no entraba mucha luz, aunque los ventanales eran bastante amplios por lo que la luz artificial no se usaba mucho.
- Muy buena la iluminación en general del colegio.
- Debido a la situación del colegio, la iluminación dependía del lado del edificio. Las habitaciones y salas que se encontraban en el lado de la avenida de Blasco Ibáñez disponían de mucha mejor luz natural que las que daban a la otra ala. Por otro lado, la iluminación artificial de las habitaciones, comedor, sala de tele o gimnasio eran muy buenas. Sin embargo, en el auditorio la iluminación era más tenue debido a lo antiguo de la sala y la altitud de su techo.

Observaciones: En cuanto a temas de iluminación, los residentes coinciden en que eran muy buenas, depende también de la zona donde se encontraran las habitaciones, siendo mejor las que daban al sur y peor las que daban al interior (a la capilla). En cuanto a las zonas de estudio, la biblioteca parece ser que tenía muy buena iluminación natural.

### 4.1.3. ACÚSTICA

**Ruido aéreo procedente del exterior en las habitaciones, siendo 1 mucho ruido y 5 poco ruido:**



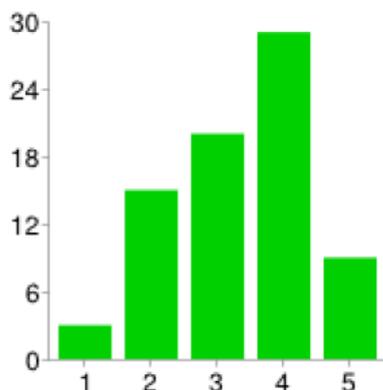
Observaciones: Pocas personas piensan que no había ruido del exterior, siendo la mayoría de los encuestados partidarios de que en sus habitaciones había mucho ruido procedente de la calle.

**Ruido aéreo y de impacto procedente de las habitaciones adyacentes o superiores, siendo 1 mucho ruido y 5 poco ruido:**



Observaciones: Al igual que en el caso anterior, en el sondeo se coincide que había mucho ruido de las habitaciones adyacentes, incluso más que en el procedente del exterior.

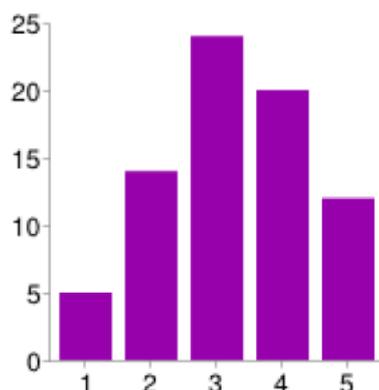
**Ruido aéreo procedente del exterior en las zonas de estudio del edificio, siendo 1 mucho ruido y 5 poco ruido:**



1	3	4%
2	15	20%
3	20	26%
4	29	38%
5	9	12%

Observaciones: En el caso del ruido exterior en zonas de estudio, existe una opinión más neutral, tendiendo un poco más a buenas condiciones.

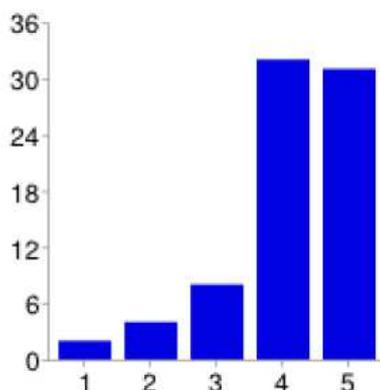
**Ruido aéreo y de impacto procedente de las estancias adyacentes o superiores, siendo 1 mucho ruido y 5 poco ruido:**



1	5	7%
2	14	19%
3	24	32%
4	20	27%
5	12	16%

Observaciones: Al igual que en el punto anterior, existe una opinión más neutral, también tendiendo a buenas condiciones.

**Acondicionamiento acústico del salón de actos, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno:**



1	2	3%
2	4	5%
3	8	10%
4	32	42%
5	31	40%

Observaciones: En cuanto al acondicionamiento acústico del salón de actos, la mayoría de la gente coincide en sus buenas o muy buenas condiciones.

**Acondicionamiento acústico de las salas de cine o de televisión, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno:**



**Observaciones:** En cuanto al acondicionamiento acústico de las salas de cine y televisión, la mayor parte de los encuestados coincide que eran buenas, pero no tanto como el caso del salón de actos.

**Opiniones de los encuestados acerca de la acústica del Lluís Vives:**

- El salón de actos no tenía un buen aislamiento de cara al exterior. Cuando había conciertos, podía escucharse desde cualquier zona, sobretodo la biblioteca.
- Las paredes eran de cartón.
- Problemas por el tema de cerramientos. Salas de televisión, antiguas y no preparadas adecuadamente.
- Las paredes y las ventanas eran "de papel" por lo que tanto la acústica como la climatización se veían muy afectadas simplemente por ello. Considero desde la ignorancia que era el factor principal.
- En la biblioteca además de todos los ruidos de la calle se oía cuando la gente tocaba el piano en el auditorio. Las ventanas de la habitación vibraban con el ruido del tráfico.
- Las paredes de las habitaciones eran un poco finas.
- En cuanto al ruido de la calle en mi habitación, dependía mucho de dónde estuviera situada. Un año que estuve en el primer piso dando hacia Blasco Ibáñez parecía que viviera en la calle, pero los otros dos que estaba más arriba y con otra orientación ya no.
- Pese al gran espesor de los muros, el estado lamentable de las carpinterías hacía que el ruido en el interior de las habitaciones, fuese notable. Por suerte la biblioteca estaba bien ubicada y no había apenas ruido. La acústica del salón de actos era muy buena, no sé en qué año lo reformaron, pero está en muy buen estado.
- En las salas de TV alguna vez ha habido problemas con el sonido, pero normalmente tenía rápida solución. Lo más difícil era en la biblioteca. Si alguien pasaba por el salón de los sofás negros o el pasillo donde estaba la fotocopiadora, todo absolutamente se escuchaba dentro, llega a un punto en que te acostumbras y es inevitable. Un día eres tú y otro día soy yo, cuestión de convivencia.

- Aquellas habitaciones que daban a Blasco Ibáñez, el ruido del tráfico, incrementado por la frecuencia de ambulancias dada la cercanía del hospital, podía llegar a ser insoportable por las noches y a la hora de estudiar. Las que daban al patio interior y el auditorio, pasaba lo mismo en momentos en los que hubiera actuaciones. Entre habitaciones tanto adyacentes como superiores y con el pasillo, el aislamiento acústico era muy malo. Escuchándose música y conversaciones con las puertas cerradas sin necesidad de elevar mucho la voz. Así mismo desde pasillos de la misma planta (no necesariamente el adyacente).
- El ruido en el bunker era mucho por estar allí el armario con las conexiones de la red de internet.
- La acústica era bastante mala, se podía oír todo de una habitación a otra. También del exterior.
- En las habitaciones en dirección a Blasco Ibáñez, mucho ruido (parecía que tenías a las ambulancias dentro de la habitación) y en lo relativo a la escucha de las habitaciones contiguas, podías escuchar todo ruido y movimiento.
- Lo que más se oía eran las habitaciones contiguas.

Observaciones: Sin duda, el problema del mal aislamiento en las habitaciones es general entre los encuestados. Por otro lado, en el tema de biblioteca y salón de actos, la gente tiene una opinión más dispar.

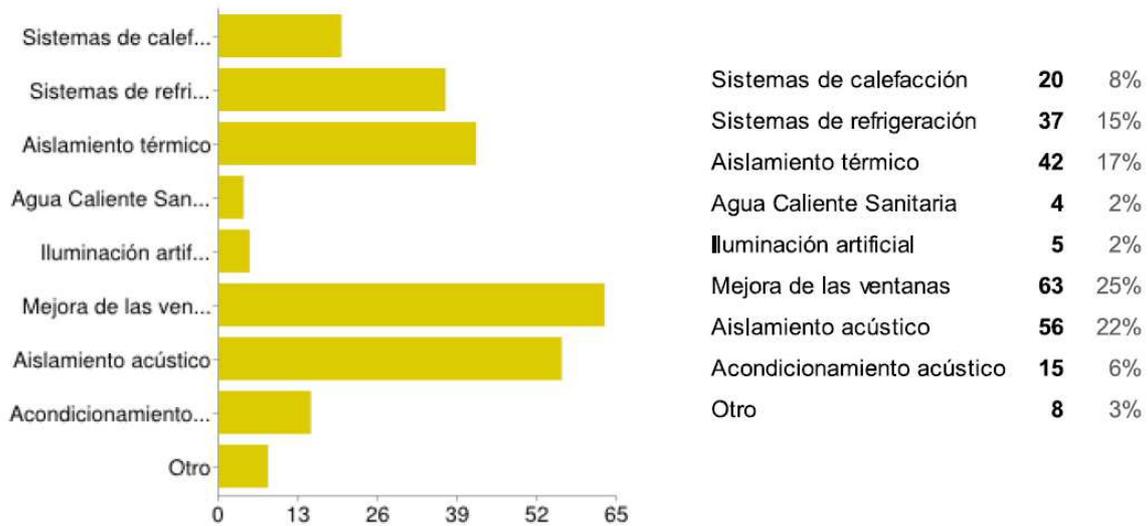
#### 4.1.4. REHABILITACIÓN

**Tipo de intervención que debería tener el Lluís Vives en el caso de la apertura de este:**



Observaciones: Todos los encuestados (excepto uno) coinciden en que sí que es necesaria una rehabilitación del edificio. Siendo un poco más de porcentaje los que piensan que esta rehabilitación debería ser pequeña a los que piensan que debería ser una gran rehabilitación.

**Aspectos más importantes a mejorar en el Colegio Mayor Lluís Vives en el caso de una rehabilitación:**

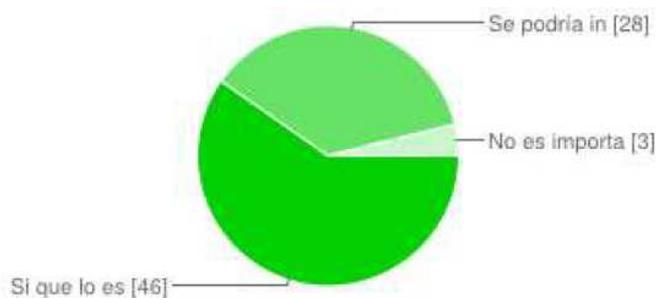


En el caso de “Otro”, éstas han sido las respuestas:

- De todo un poco.
- Pintura y posibles desperfectos menores.
- Reforma integral habitaciones.
- Mejora de puertas.
- Cambio de cañerías y elementos estructurales que se hayan debilitado con el tiempo.
- Baños.
- Habitaciones más grandes.
- Arreglar algunas grietas que había en las paredes.

Observaciones: De 78 encuestados, 63 piensan que se deben mejorar las ventanas y 56 el aislamiento acústico, estos son los dos aspectos que más importancia han tenido a la hora de mejorarlos en una rehabilitación. Seguidamente los aspectos de climatización, dándole más importancia a una mejora del aislamiento térmico que a unas mejoras de los sistemas (de calefacción y/o refrigeración). Un pequeño porcentaje piensa que se debe mejorar el acondicionamiento acústico y por último, apenas 5 encuestados, piensan que se debe mejorar la iluminación y/o ACS del edificio.

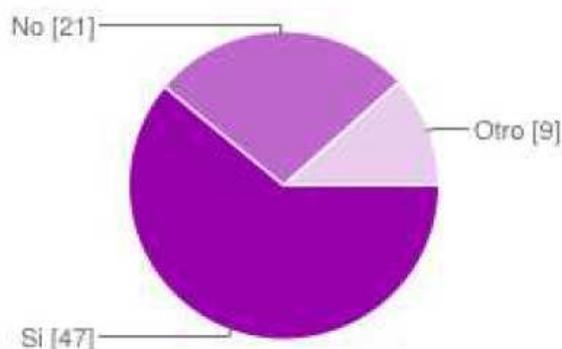
**Importancia de mantener el aspecto exterior del edificio en caso de una rehabilitación:**



Si que lo es, no se debería cambiar nada	<b>46</b>	60%
Se podría intervenir intentando mantener su aspecto original	<b>28</b>	36%
No es importante mantener su aspecto siempre y cuando mejore el confort	<b>3</b>	4%

Observaciones: el 60% de los encuestados opinan que es importante mantener el aspecto original del edificio y un 36% que se debe intentar mantener. La minoría opina que lo importante es el confort y no la apariencia.

**Importancia o no de incorporar sistemas de refrigeración en las habitaciones:**



Si	<b>47</b>	61%
No	<b>21</b>	27%
Otro	<b>9</b>	12%

En el caso de "Otro", éstas han sido las respuestas:

- Dependiendo de la habitación puede serlo.
- Creo que mejorando el aislamiento se podría prescindir
- Sería útil y aportaría confort, pero no sería esencial.
- En algunas habitaciones es más necesario que en otras.
- No es vital.
- Se podría compensar con una correcta aislación y sistema de ventanas/persianas en la mayoría de las habitaciones. Quizás necesario en aquellas dando a Blasco Ibáñez debido a criterios estéticos y por su mayor temperatura.

- La verdad, estaría realmente bien, pero son demasiadas habitaciones y pequeñas la mayoría. Sería más eficientes ponerlos en determinadas partes de los pasillos para que el aire llegue a todas las habitaciones.
- Opcional, más que importante.
- En las habitaciones donde en verano da el sol y hace mucho calor debería haber aire acondicionado.

Observaciones: La mayoría coincide en que sí que sería importante refrigeración en las habitaciones, aunque algunos puntúan que no es del todo necesario. No obstante, también existen unos pocos que no ven importante la refrigeración en las habitaciones.

#### **Opiniones de los encuestados acerca de una rehabilitación del Lluís Vives:**

- Creo que el mayor problema era su aislamiento térmico. Mejorando eso, la necesidad de sistemas de calefacción y aire acondicionado se vería también reducida.
- Como han existido informes desfavorables sobre el estado de la estructura, me aventuro como técnico a indicar que no se detectó durante los 4 años que estuve en el Lluís Vives ningún tipo de lesión debido a problemas estructurales como se nos hace creer.
- Las ventanas que cierran bien, lo único.
- En mi opinión aumentaría el grosor de las paredes para aislar más el ruido; cambiaría las ventanas para que cerrasen mejor, no entrase aire ni se abriesen con él; cambiaría las puertas de las habitaciones para que fuesen más seguras; y por último prolongaría las paredes que separan los inodoros y las duchas hasta el techo.
- El colegio estaba bien y es muy bonito, pero necesita arreglos. Eso sí, no me gustaría que cambiase demasiado la estética de éste.
- Creo que el Lluís Vives necesita una rehabilitación pero nunca que sea derribado porque es un edificio histórico y en cuanto a las habitaciones hay algunas que si necesitarían aire acondicionado o luz artificial durante el día porque dependía mucho de donde estuviese situada la habitación, ya que las habitaciones del patio interior eran muy frías y poco luminosas y las de Blasco Ibáñez muy luminosas y calurosas.
- La Universidad debería de proteger este patrimonio histórico en lugar de buscar destruirlo.
- Considero que sería importante realizar una rehabilitación de las estructuras que, por el paso de los años, se hayan deteriorado o hayan quedado atrás en confort con respecto a las actuales del mercado. Si bien, considero imprescindible mantener el tipo de arquitectura que el colegio tenía, a fin de permitirle seguir ofreciendo la vida colegial común que tanto lo caracterizaba y que, a todos los que hemos vivido allí, tan importante nos parecía.
- Creo que debería haber un baño para cada dos o tres habitaciones. Las habitaciones deberían ser más grandes.

- No creo que sea necesaria una gran rehabilitación, pues creo que si cambiaran mucho las cosas perdería también parte de su encanto y creo que eso es algo que nadie quiere. Cambiaría, como ya he dicho, los elementos que pongan en peligro la estructura del edificio con peligro al derrumbe, eso principalmente. La cuestión de aparatos de aire acondicionado u otras cosas lo veo más secundario.
- Yo creo que es de mayor importancia el tema del ruido en las habitaciones y el tema de que las ventanas no cumplen totalmente su función de aislar el frío. Creo que esos dos temas serían lo primero en rehabilitar, y luego ya se podría mirar luz artificial/natural y formas de calefacción y refrigeración.
- El Lluís Vives té finestres grans i en general, pense que tot tipus d'il·luminació és correcta. En canvi, els punts més febles sense dubte, són el tema acústic, especialment el que ve de l'exterior i la falta de sistema d'aire condicionat, ja que el problema de la temperatura es des del meu punt de vista, en els mesos de calor.
- Si que creo que el Lluís Vives necesita una rehabilitación para mejorar toda esta serie de aspectos. Tanto la distribución de estancias comunes como de habitaciones la veo correcta y por supuesto, creo que derribar la estructura actual sería atentar contra la historia de un colegio mayor, un campus universitario y una ciudad.
- Como queda reflejado en la encuesta los cinco años que estuve en el Colegio Mayor los parámetros consultados fueron más que aceptables, pero se debe tener en cuenta que eso fue hace más de 33 años, que residí en él y que en todo ese tiempo hasta su cierre desconozco el grado de deterioro o de mejora en todos y cada uno de los aspectos consultados en la encuesta.
- Respecto a este tema, pienso que es un edificio histórico y que no debería modificarse absolutamente nada de la estructura del edificio, ya sea fachada o distribución. Debería modificarse lo mínimo posible, manteniendo siempre su originalidad y belleza, tanto interna, como externa. Quizá lo único que debería renovarse serían los servicios en sí, aumentar la calidad del gimnasio o de la sala de estudio. El resto, está perfecto.

Observaciones: Mucha gente coincide que hay que conservar el edificio y mantener su apariencia, no obstante, sí que necesitaría una pequeña rehabilitación. En el caso de hacer una, los aspectos más importantes son el cambio de carpinterías, la mejora del aislamiento acústico y la mejora del aislamiento térmico.

## **4.2. INTRODUCCIÓN DEL EDIFICIO EN CE3X**

---

En este punto se van a ver los datos del Colegio Mayor Lluís Vives que se introducirán en el programa CE3X, para, posteriormente, obtener las calificaciones de cada una de las intervenciones y su estado inicial. Estos datos serán fijos en los cuatro casos (Estado inicial, intervención en la envolvente, intervención con CTE e intervención con protocolo Verde).

Estos serán los datos administrativos, datos generales, patrones de sombra, envolvente térmica (superficies y orientación) y grupos de hueco. Básicamente aquellos datos administrativos y geométricos del edificio. En los siguientes puntos veremos los datos que se modificarán para cada uno de los casos como las soluciones constructivas, transmitancias, tipos de huecos, etc.

#### 4.2.1. DATOS ADMINISTRATIVOS

TIPO DE EDIFICIO: Pequeño terciario

LOCALIDAD E IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO:

- Nombre del edificio: Colegio Mayor Lluís Vives
- Dirección: Avenida Blasco Ibáñez, 23
- Provincia: Valencia
- Localidad: Valencia
- Referencia Catastral: 7234705YJ2773C0001ZP (Ver Anexo III)

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

- Nombre y Apellidos: Miguel García Martínez
- Razón social: UPV – ETSIE
- Dirección: Camino de Vera, s/n
- Provincia: Valencia
- Localidad: Valencia
- E-mail: [miguel\\_gm89@hotmail.com](mailto:miguel_gm89@hotmail.com)
- Titulación: Arquitecto Técnico

#### 4.2.2. DATOS GENERALES

DATOS GENERALES:

- Normativa vigente: Anterior
- Año de construcción: 1954
- Tipo de edificio: Edificio completo
- Perfil de uso: Intensidad Media – 24h

DEFINICION DEL EDIFICIO:

- Superficie útil habitable: 50004,76 m<sup>2</sup>
- Altura libre de plantas: 3,24m\*
- Nº de plantas habitables: 6
- Consumo de ACS: 7913 l/día
- Masa de las particiones: Media

\*La altura libre de plantas se sacará mediante la media ponderada de la altura libre de cada planta con su superficie. (Ver Tabla 11):

Tabla 11 – Alturas libres y su porcentaje para el cálculo de la media ponderada

PLANTA	ALTURA LIBRE	SUPERFICIE	% SUPERFICIE
SEMISOTANO	3,26 m	990,66 m <sup>2</sup>	19,79%
BAJA	4,20 m	1.441,30 m <sup>2</sup>	28,80%
PRIMERA	2,70 m	936,03 m <sup>2</sup>	18,70%
SEGUNDA	2,70 m	879,93 m <sup>2</sup>	17,58%
TERCERA	2,70 m	431,97 m <sup>2</sup>	8,63%
CUARTA	2,70 m	324,87 m <sup>2</sup>	6,49%

### 4.2.3. PATRONES DE SOMBRA

Para introducir las sombras que se generan en el edificio por los objetos remotos, se ha optado por la manera simplificada, mediante obstáculos rectangulares. En el caso del edificio existen varios patrones de sombra. A continuación se procede a describir cada uno de ellos. Esta información se complementa con los planos de la del Anexo IV del presente trabajo.

#### SUR:

La fachada sur esta obstaculizada por una serie de árboles plantados cerca de la entrada que se pueden ver en las Figuras 38 y 39. Al no poder incorporar árboles como patrón de sombra en el programa, se simplificará a modo de un elemento rectangular de 35 m de base y 15 m de altura a una distancia aproximada de 6,80 m desde la fachada sur.



Figura 38 – Obstáculos fachada sur  
Fuente: Propia



Figura 39 – Obstáculos fachada sur  
Fuente: Propia

#### ESTE:

En la zona este del Lluís Vives, encontramos un bloque de edificios de 17 plantas que generan sombra sobre nuestro edificio que podemos ver en las Figuras 40 y 41. Para este obstáculo se diferenciará entre dos líneas de fachada este que veremos más adelante. El obstáculo se representa mediante un rectángulo de 95,8m de base y 51m de altura (17 p x 3 m/p) a 66m de la primera línea de fachada y a 82m de la segunda línea de fachada.



Figura 40 – Obstáculos fachada este  
Fuente: Propia



Figura 41 – Obstáculos fachada este  
Fuente: Propia

#### OESTE:

En la zona oeste encontramos la Facultad de Psicología (Figura 42) que genera sombra sobre el edificio. Al igual que en el caso anterior, se diferenciará entre dos líneas de fachada que se verá más adelante. El obstáculo se representará mediante un rectángulo de 55,6m de base y 15m de altura a 39m de la primera línea de fachada y a 55m de la segunda.



Figura 42 – Obstáculos fachada oeste. Facultad de Psicología  
Fuente: Propia

#### NORTE:

El patrón de sombra para la fachada norte se obviará ya que por el norte no pasa el sol, y por lo tanto, no se generarán sombras en esta zona.

#### INTERIOR:

Encontramos una serie de fachadas que se obstaculizan entre ellas, dos fachadas de la zona de la residencia (una al este y otra al oeste) que les obstaculiza la antigua capilla (ahora auditorio), y las dos fachadas del auditorio que se ven obstaculizadas por las dos alas de la residencia. La capilla se representará mediante un rectángulo de 24 m de base por 13 m de altura y el ala del edificio con un rectángulo de 24 m de base y 11 m de altura aproximadamente. Ambos a una distancia de 4m. En las Figuras 43 y 44 vemos estas fachadas.



Figura 43 – Obstáculos fachadas interiores  
Fuente: Propia



Figura 44 – Obstáculos fachadas interiores  
Fuente: Fundación Goerlich

#### 4.2.4. FACHADAS

Una vez vistos los diferentes patrones de sombra que existen en el edificio, veremos las fachadas que se introducirán en el programa. Los datos que se mantendrán sin modificar para las intervenciones serán las dimensiones (superficie de la fachada) y las características (orientación y patrón de sombra). Podemos ver las fachadas y las superficies en los planos del Anexo IV del presente trabajo.

#### SUR:

Sólo existe una fachada que da al sur del edificio con una superficie de 1.163,85 m<sup>2</sup>.

#### ESTE:

Existen varias fachadas con orientación al este, en primer lugar, en la parte más exterior del edificio, distinguiremos entre dos líneas de fachada, una primera línea con una superficie total de 165,61 m<sup>2</sup> y una segunda línea (más retranqueada) de 422,22 m<sup>2</sup>.

Existen otras dos fachadas que dan al este, una corresponde a una de las alas del edificio, con una superficie de 434,70 m<sup>2</sup> y la otra, la fachada de la antigua capilla, con una superficie total de 231,66 m<sup>2</sup>.

#### OESTE:

Al mantener cierta simetría el edificio, las condiciones de las fachadas que dan al oeste son similares a las fachadas que dan al este. En la zona más exterior, también se diferencian entre dos líneas de fachada, la primera línea con una superficie de 199,41 m<sup>2</sup> y la segunda línea (más retranqueada) con una superficie de 422,13 m<sup>2</sup>.

Existe otra fachada en un ala del edificio con una superficie de 434,70 m<sup>2</sup> y la fachada a oeste de la antigua capilla con 231,66 m<sup>2</sup> de superficie.

#### NORTE:

Se diferenciará entre dos fachadas que dan al norte del edificio, una será la correspondiente a la antigua capilla, con una superficie de 101,34 m<sup>2</sup>. El resto, será la fachada correspondiente a la zona residencial con 1147,08 m<sup>2</sup> de superficie.

En general, en cuanto a los sistemas constructivos, existirán dos tipos de fachada, la fachada perteneciente a la antigua capilla o auditorio Montaner (una al norte, una al este y otra al oeste) y la correspondiente al resto de la residencia.

### **4.2.5. GRUPOS DE HUECOS**

Para la introducción de los huecos, se agruparán estos en función de su tipo, de tal manera, que dentro de un grupo, todos los huecos tendrán las mismas características (sombras, porcentaje de superficie de marco...). Los datos que se mantendrán intactos respecto a los huecos a la hora de las distintas intervenciones, serán las dimensiones (longitud, altura, multiplicador, superficie y % de marco) y el patrón de sombra. En los planos que se encuentran en el Anexo IV, podemos ver los grupos de huecos en las diferentes fachadas.

En la Tabla 12 vemos un pequeño resumen de las superficies de fachadas y huecos que tenemos:

**Tabla 12 – Superficies de las fachadas del Colegio Mayor Lluís Vives**

	<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>SUPERFICIE SIN HUECOS</b>	<b>SUPERFICIE HUECOS</b>
<b>FACHADA SUR (PRINCIPAL)</b>	1.163,84 m <sup>2</sup>	788,85 m <sup>2</sup>	375,00 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA NORTE</b>	1.147,08 m <sup>2</sup>	854,06 m <sup>2</sup>	293,02 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA NORTE (CAPILLA)</b>	101,34 m <sup>2</sup>	97,35 m <sup>2</sup>	4,00 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)</b>	165,61 m <sup>2</sup>	108,88 m <sup>2</sup>	56,73 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)</b>	422,22 m <sup>2</sup>	289,80 m <sup>2</sup>	132,43 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA ESTE (INTERIOR)</b>	434,70 m <sup>2</sup>	330,76 m <sup>2</sup>	103,94 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA ESTE (CAPILLA)</b>	231,66 m <sup>2</sup>	205,65 m <sup>2</sup>	26,01 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)</b>	199,41 m <sup>2</sup>	145,14 m <sup>2</sup>	54,27 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)</b>	422,13 m <sup>2</sup>	289,71 m <sup>2</sup>	132,43 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA OESTE (INTERIOR)</b>	434,70 m <sup>2</sup>	326,78 m <sup>2</sup>	107,92 m <sup>2</sup>
<b>FACHADA OESTE (CAPILLA)</b>	231,66 m <sup>2</sup>	211,23 m <sup>2</sup>	20,43 m <sup>2</sup>

#### 4.2.6. SISTEMAS

El apartado de sistemas se verá más adelante para el estado inicial del edificio y cada una de las intervenciones que se realicen.

Con todos estos datos introducidos en el programa, ya se puede proceder a calcular la calificación energética de cada una de las intervenciones. En los puntos siguientes veremos cada una de estas.

Primero: El edificio en su estado actual, sin ningún tipo de intervención.

Segundo: La intervención que se efectúa únicamente, modificando la envolvente térmica del edificio.

Tercero: La intervención que intenta ajustarse al máximo posible a las exigencias del CTE.

Cuarto: La intervención que cumpla los requisitos establecidos en el protocolo Verde del GBCe.

### 4.3. ESTADO INICIAL

Para el estado inicial del Colegio Mayor Lluís Vives, se introducirán los datos basándose principalmente en la memoria constructiva de éste, vista en puntos anteriores. Se incorporarán los sistemas y por último, se comprobará si el edificio, en su estado original, cumple las exigencias del CTE.

#### 4.3.1. ENVOLVENTE TÉRMICA

##### FACHADA:

Anteriormente hemos visto que en el edificio existen dos tipos de fachadas. Las soluciones constructivas son las vistas anteriormente en el apartado 2.3. Memoria constructiva, por lo tanto se introducirán con la opción de “Propiedades térmicas: Conocidas” mediante la librería de cerramientos.

La fachada de la residencia tendrá la solución constructiva que aparece en la Tabla 13:

Tabla 13 – Solución constructiva de la fachada del Lluís Vives

	MATERIAL	ESPEJOR
FACHADA 1 (Luis Vives)	Mortero de cemento d > 2000	0,020 cm
	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 cm
	<b>ESPEJOR TOTAL</b>	<b>0,500 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>1,240 W/m<sup>2</sup>K</b>

La fachada de la antigua capilla tendrá la solución constructiva de la Tabla 14:

Tabla 14 – Solución constructiva de la fachada del auditorio Montaner del Lluís Vives

	MATERIAL	ESPEJOR
FACHADA 2 (Capilla)	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	<b>ESPEJOR TOTAL</b>	<b>0,460 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>1,310 W/m<sup>2</sup>K</b>

CUBIERTA:

La cubierta se introducirá de igual manera que la fachada, mediante la opción de “Propiedades térmicas: Conocidas”. Será de tipo catalana (vista anteriormente) y tendrá una superficie de 1.588,27 m<sup>2</sup>, se puede ver la solución constructiva en la siguiente tabla:

**Tabla 15 – Solución constructiva de la cubierta del Lluís Vives**

	MATERIAL	ESPEJOR	
<b>CUBIERTA CATALANA</b>	Plaqueta cerámica	0,010 cm	
	Mortero de agarre d > 2000	0,020 cm	
	Impermeabilización PVC	0,001 cm	
	Tablero de bardos cerámicos	0,040 cm	
	Cámara de aire ligeramente ventilada	0,100 cm	
	FU con bovedilla cerámica y viguetas metálicas	0,250 cm	
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm	
	Cámara de aire no ventilada	0,100 cm	
	Falso techo de placas de escayola	0,015 cm	
	<b>ESPEJOR TOTAL</b>		<b>0,546 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>		<b>1,090 W/m<sup>2</sup>K</b>

SOLERA:

Para la solera, el programa CE3X no deja introducir la solución constructiva, únicamente deja mediante la opción “Propiedades térmicas: Estimadas”, por lo tanto, se introducirá:

- Superficie: 1.796,58 m<sup>2</sup>
- Profundidad: Mayor que 0,5 m (3,26 m)
- Perímetro: 338,63 m

El programa calcula automáticamente la transmitancia térmica que será de:

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO:

Al igual que ocurre con la solera, el muro en contacto con terreno se deberá introducir con la opción de “Propiedades térmicas: Estimadas”.

- Superficie: 1.063,77 m<sup>2</sup>
- Profundidad de la parte enterrada: 3,26 m

El programa calcula automáticamente la transmitancia térmica que será de:

$$U = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### HUECOS:

Exceptuando las dimensiones, patrones de sombra, voladizos y retranqueos, todos los huecos tendrán las siguientes características en común:

- Permeabilidad: Poco estanco ( $100 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ )
- Absortividad del marco: 0,88 (Verde oscuro)
- Tipo de vidrio: Simple
- Tipo de marco: Metálico sin RPT

Al igual que en la solera y muro en contacto con terreno, el programa calcula la transmitancia del vidrio y del marco automáticamente:

$$U_{\text{VIDRIO}} = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{MARCO}} = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### PUENTES TÉRMICOS:

Los puentes térmicos que existen en el edificio son los siguientes (introducidos por defecto):

- Pilar integrado en fachada
- Contorno de huecos
- Caja de persiana
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con solera

## **4.3.2. SISTEMAS**

En el edificio existen cuatro tipos de sistemas que se introducirán en el programa. Los sistemas de aire acondicionado, el sistema de calefacción y ACS, el sistema de contribución solar para ACS y los equipos de iluminación.

### EQUIPOS DE ARIE ACONDICIONADO:

Existen siete equipos de aire acondicionado (Equipo de calefacción y refrigeración) en el edificio, uno para cada recinto:

- Sala de estudios de planta semisótano:  $137,63 \text{ m}^2$
- Sala de estudios de planta baja:  $110,61 \text{ m}^2$
- Sala de televisión de planta baja:  $124,62 \text{ m}^2$
- Administración de planta baja:  $46,04 \text{ m}^2$
- Despacho del director de planta baja:  $31,53 \text{ m}^2$
- Comedor de planta baja:  $138,63 \text{ m}^2$
- Salón/comedor de planta cuarta:  $35,53 \text{ m}^2$

Cada uno de estos equipos tendrán las mismas características y se introducirán mediante la opción de “Rendimiento estacional: Estimado según instalación”.

- Tipo de generador: Bomba Calor
- Tipo de combustible: Eléctrico
- Antigüedad del equipo: Más de 10 años
- Rendimiento medio estacional (Calefacción): 80,20%
- Rendimiento medio estacional (Refrigeración): 98,50%

#### RADIADORES Y ACS:

Existe un equipo mixto de calefacción y ACS para los radiadores del edificio y el agua caliente de uso. Se trata de una caldera con acumulación, al igual que el equipo anterior, se introducirá mediante la opción “Rendimiento estacional: Estimado según instalación”.

- Tipo de generador: Caldera estándar
- Tipo de combustible: Gas Natural
- Superficie ACS: 5.004,76 m<sup>2</sup>
- Superficie calefacción: 2.358,24 m<sup>2</sup>
- Potencia nominal: 24 kW
- Carga media real: 0,2
- Rendimiento de combustión: 85%
- Aislamiento de la caldera: Antigua con mal aislamiento
- Rendimiento medio estacional: 56,8%
- Acumulación: 4 depósitos de 1000 l
- Valor UA: 48,7 W/k

#### CONTRIBUCIÓN SOLAR PARA ACS:

El porcentaje de demanda de ACS cubierto será de un 25%. Los cálculos de este porcentaje se ven en el Anexo V.

Equipo: Por defecto

- Superficie: 2,000 m<sup>2</sup>
- Factor óptico: 0,9000
- Factor pérdida: 6,0000
- Número de captadores: 35
- Superficie total: 70 m<sup>2</sup>

#### ILUMINACIÓN:

Se diferenciará entre ocho zonas de iluminación, cada una de ellas con unas características diferentes.

Zonas comunes:

- Superficie: 1.461,38 m<sup>2</sup>
- Actividad: Zonas comunes
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm

- Iluminancia media horizontal: 100 lux

#### Habitaciones:

- Superficie: 1.365,60 m<sup>2</sup>
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

#### Gimnasio:

- Superficie: 46,54 m<sup>2</sup>
- Actividad: Espacios deportivos
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 700 lux

#### Almacenes/Archivo:

- Superficie: 469,70 m<sup>2</sup>
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

#### Cocina/Comedor:

- Superficie: 384,71 m<sup>2</sup>
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

#### Baños:

- Superficie: 422,54 m<sup>2</sup>
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

#### Despachos:

- Superficie: 85,37 m<sup>2</sup>
- Actividad: Administrativo en general
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

#### Salas/Auditorios

- Superficie: 469,70 m<sup>2</sup>
- Actividad: Salones de actos y auditorios\*
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 26 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

\*Esta zona de actividad aparece en la actualización del HE y por lo tanto no aparece en el programa CE3X, ya que aun no ha sido actualizado, por lo tanto el tipo de actividad será: "Otros".

Una vez introducidos todos estos datos, se puede proceder al cálculo de la calificación energética del edificio (Figura 45). El Certificado de eficiencia del edificio en su estado inicial, generado por el programa CE3X, se encuentra en el Anexo VI del presente trabajo.

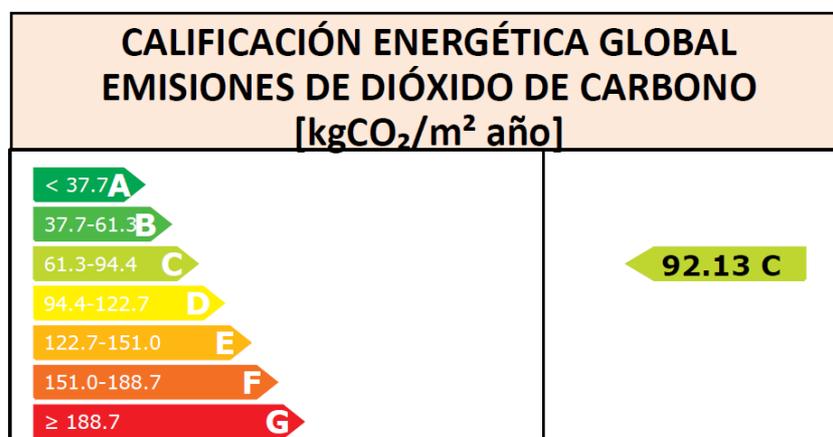


Figura 45 – Calificación Energética del edificio en su estado inicial  
Fuente: CE3X

#### 4.3.3. CUMPLIMIENTO CTE – DB – HE

A continuación se comprueba si el edificio, en su estado inicial, cumple las condiciones exigidas por el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

##### HE 0 – LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO:

Para cumplir esta sección, el consumo debería alcanzar el de una eficiencia de Clase B, por lo tanto **NO CUMPLE**. (Ver Tabla 16):

Tabla 16 – Comprobación del consumo energético de Energía Primaria. Estado inicial

Consumo energético de Energía Primaria	kW·h/m <sup>2</sup> ·año	Eficiencia
Estado inicial	385,42	Clase D
Cumplimiento DB HE0	227,60	Clase B

##### HE 1 – LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA:

Para cumplir esta exigencia, con consumo total de calefacción y refrigeración, debería ser un 20% menos que el edificio de referencia (Certificado de eficiencia del edificio de referencia en el Anexo VI del presente trabajo), por lo tanto **NO CUMPLE**. (Ver Tabla 17):

Tabla 17 – Comprobación de la limitación de demanda energética. Estado inicial

Limitación demanda energética	Calefacción	Refrigeración	Total
Estado inicial	55,13	74,95	130,08
Edificio de referencia	43,57	77,32	120,89
Cumplimiento DB HE1	Ahorro 20% Edificio Referencia		96,71

En cuanto a las limitaciones de descompensaciones se puede observar en la siguiente tabla, que los únicos elementos que cumplen las exigencias son la solera y el muro en contacto con el terreno, por lo tanto esta exigencia **NO CUMPLE**:

**Tabla 18 – Comprobación de transmitancias térmicas máximas de los elementos de la envolvente térmica. Estado inicial**

ELEMENTO	SUP. TOTAL	TIPO DE FACHADA	TRANS. TÉRMICA	EXIGENCIAS CTE
FACHADA SUR (PRINCIPAL)	1163,84	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA NORTE	1147,08	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA NORTE (CAPILLA)	101,34	Fachada 2	1,31	1,00
FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA ESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA ESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	1,31	1,00
FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA OESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	1,24	1,00
FACHADA OESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	1,31	1,00
CUBIERTA	1588,27	Cubierta Catalana	1,09	0,65
MURO EN CONTACTO CON TERRENO	1063,77	Estimado	0,98	1,00
SOLERA	1796,58	Estimado	0,24	1,00

En cuanto los huecos **NO CUMPLE** ninguna de las dos exigencias, ni a permeabilidad ni a transmitancia como se puede observar en la Tabla 19:

**Tabla 19 – Comprobación de la transmitancia y permeabilidad de los huecos. Estado inicial**

HUECOS	PERMEABILIDAD	TRANSMITANCIA
Para zona climática B	50 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	4,20 W/m <sup>2</sup> ·K
Estado inicial	100 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	5,7 W/m <sup>2</sup> ·K

Por último se ve la limitación de condensaciones. Se ha calculado mediante el programa “Condensaciones” si existen o no condensaciones en las dos fachadas tipo, tanto para verano como para invierno. Los resultados han sido que en ningún caso existen esas condensaciones. Por tanto este punto del HE 1 si que **CUMPLE**.

Podemos ver los informes generados por el programa con el perfil de presiones de vapor y temperatura en el Anexo VII del presente trabajo.

### HE 3 – EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN:

En primer lugar, se puede ver en la Tabla 20 que la exigencia del primer punto del HE 3 referente al valor límite de eficiencia energética VEEI si que **CUMPLE** para todos los casos:

**Tabla 20 – Comprobación del Valor límite de eficiencia energética de iluminación. Estado inicial**

Zona del Edificio	VEEI	VEEI limite	Zona de actividad
Zonas comunes	2,56	4,00	Zonas comunes
Habitaciones	2,56	4,00	Otros
Gimnasio	2,56	4,00	Espacios deportivos
Almacenes/Archivo	2,56	4,00	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina
Cocinas/Comedor	2,56	4,00	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina
Baños	2,56	4,00	Otros
Despachos	2,56	3,00	Administrativo en general
Salas/Auditorio	2,56	8,00	Salones de actos, auditorios

El segundo punto es el referente a la potencia máxima instalada. Se comprueba en la Tabla 21 que en algunos casos cumple y en otros no (Gimnasio, Despachos y Salas/Auditorios), por lo tanto la exigencia **NO CUMPLE** con lo establecido en la sección HE 3:

**Tabla 21 – Comprobación de la potencia máxima instalada. Estado inicial**

Zona del Edificio	Potencia instalada	Potencia máxima	Uso del edificio
Zonas comunes	2,56	12,00	Residencial Público
Habitaciones	2,56	12,00	Residencial Público
Gimnasio	17,95	12,00	Residencial Público
Almacenes/Archivo	7,69	12,00	Residencial Público
Cocinas/Comedor	7,69	12,00	Residencial Público
Baños	2,56	12,00	Residencial Público
Despachos	12,82	12,00	Residencial Público
Salas/Auditorio	12,81	12,00	Residencial Público

En último lugar, en cuanto a sistemas de control y regulación, el edificio sé que cuenta con sistemas de control de encendido y apagado en cada una de las estancias. No obstante no cuenta con sistemas de aprovechamiento de luz natural, y según los planos que se pueden ver en el Anexo VIII del presente trabajo, en los puntos donde se cumplen las condiciones del CTE se debería instalar este sistema. Por tanto **NO CUMPLE** el último punto del HE 3.

### HE 4 – CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS:

Con el cálculo realizado de la contribución solar mínima que se dispone, como se ha visto anteriormente, en el Anexo V, se observa que **NO CUMPLE** el porcentaje de contribución solar mínima establecido por el HE 4 del CTE. En la Tabla 22 podemos ver un resumen de los resultados:

**Tabla 22 – Comprobación de la contribución solar mínima. Estado inicial**

CUMPLIMIENTO CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA	
Nº CAPTADORES ELEGIDO	35
CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA	60%
FACTOR SOLAR	25,39%

En cuanto a la superficie mínima de los captadores, según la expresión  $50 < V/A < 180$ , se observa que si que se **CUMPLE** este objetivo. Se puede comprobar en la Tabla 23:

**Tabla 23 – Comprobación de la superficie de captación según HE 4. Estado inicial**

CUMPLIMIENTO SUPERFICIE CAPTADORES	
AREA CAPTADORES	70 m <sup>2</sup>
VOLUMEN ACUMULACIÓN SOLAR	4.000 l
V/A	57,1

Por último, en cuanto a la exigencia del RITE de la limitación de la superficie de captación, se observa en la Tabla 24 que **NO CUMPLE** la exigencia:

**Tabla 24 – Comprobación de la superficie de captación según RITE. Estado inicial**

CUMPLIMIENTO SUPERFICIE CAPTADORES SEGÚN RITE	
SUPERFICIE MÁXIMA	121,51 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE MÍNIMA	75,95 m <sup>2</sup>
AREA CAPTADORES	70 m <sup>2</sup>

#### 4.3.4. CUMPLIMIENTO CTE – DB – HR

A continuación se comprueba si el edificio, en su estado inicial, cumple las condiciones exigidas por el Documento Básico de Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación. Para el cálculo se usará la herramienta de cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido v2.0. Se dispone de los documentos obtenidos para ambos casos (ruido exterior y ruido entre recintos adyacentes) en el Anexo IX del presente trabajo:

##### AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS ADYACENTES:

En la Tabla 25 se puede comprobar que el edificio **NO CUMPLE** las exigencias de ruido aéreo ni ruido de impacto:

**Tabla 25 – Comprobación del ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes. Estado inicial**

		Estado inicial	CTE HR
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$	39 dBA	> 50 dBA
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$	73 dB	< 65 dB

### AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO DEL EXTERIOR:

En la Tabla 26 se puede comprobar que el edificio **NO CUMPLE** las exigencias a ruido aéreo:

**Tabla 26 – Comprobación del ruido aéreo del exterior. estado inicial**

		Estado inicial	CTE HR
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$	28 dBA	> 30 dBA

## **4.4. REHABILITACIÓN ENVOLVENTE**

En esta intervención únicamente se modificaran los parámetros de la envolvente térmica, manteniéndose los sistemas iguales que en el estado inicial. Se simplificará la introducción de datos en los casos de fachadas y cubierta, poniendo únicamente la transmitancia térmica, ya que lo que se busca en esta rehabilitación es, si actuando solamente en la envolvente térmica con medidas pasivas de tal manera que se mejore mucho su comportamiento, se puede llegar a cumplir las exigencias del CTE en el Documento Básico de Ahorro de Energía.

### **4.4.1. ENVOLVENTE TÉRMICA**

#### FACHADA:

En este caso, los dos tipos de fachada tendrán las mismas propiedades. Los datos se introducirán mediante “Propiedades térmicas: Conocidas”, pero en vez de mediante una solución constructiva, se pondrá directamente la transmitancia térmica de los cerramientos:

$$U = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### CUBIERTA:

La cubierta se introducirá de igual manera que las fachadas, mediante la opción de “Propiedades térmicas: Conocidas” introduciendo la transmitancia térmica:

$$U = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### SOLERA:

En el caso de la solera se deja tal y como está en su estado inicial, ya que la transmitancia de este elemento es bastante buena:

- Superficie: 1796,58m<sup>2</sup>
- Profundidad: Mayor que 0,5m (3,26m)
- Perímetro: 338,63m

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO:

Para el muro en contacto con terreno, se le incorporará un aislamiento térmico de un grosor considerable para mejorar su transmitancia térmica:

- Superficie: 1063,77m<sup>2</sup>
- Profundidad de la parte enterrada: 3,26m
- Aislamiento: EPS de 0,1m de espesor

$$U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### HUECOS:

Las dimensiones, patrones de sombra, voladizos y retranqueos, se mantendrán iguales que en el edificio e su estado inicial, se cambiarán los marcos y vidrios, buscando la mejor opción que ofrece el programa CE3X, de tal manera que las propiedades de los huecos quedan tal que así:

- Permeabilidad: Estanco (50 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>)
- Absortividad del marco: 0,88 (Verde oscuro)
- Tipo de vidrio: Doble bajo emisivo
- Tipo de marco: PVC

$$U_{\text{VIDRIO}} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{MARCO}} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### PUNTES TÉRMICOS:

La intervención consigue que casi todos los puentes térmicos que existían desaparezcan, únicamente existiría uno, ya que el frente de forjado sobresale creando voladizos en el edificio.

- Encuentro de fachada con forjado

#### **4.4.2. SISTEMAS**

Los sistemas se mantienen exactamente los mismos que en el caso del edificio en su estado inicial. Por tanto, se utilizarán los datos que se establecen en el punto 4.3.2 del presente trabajo.

Una vez introducidos todos estos datos, se puede proceder al cálculo de la calificación energética del edificio (Figura 46). El Certificado de eficiencia de la rehabilitación de la envolvente, generado por el programa CE3X, se encuentra en el Anexo VI del presente trabajo.

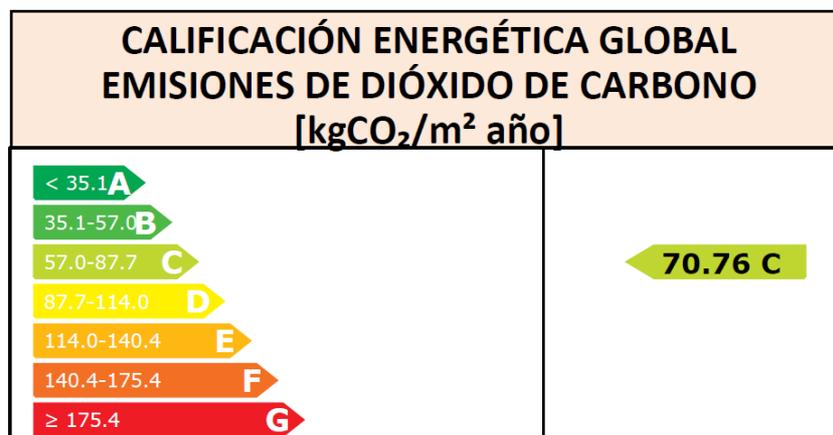


Figura 46 – Calificación energética de la rehabilitación de la envolvente.  
Fuente: CE3X

#### 4.4.3. CUMPLIMIENTO CTE – DB – HE

A continuación se comprueba si una rehabilitación de la envolvente térmica del edificio basta para conseguir el cumplimiento del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

##### HE 0 – LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO:

Tabla 27 – Comprobación del consumo energético de energía primaria. Rehabilitación envolvente

Consumo energético de Energía Primaria	kWh/m <sup>2</sup> ·año	Eficiencia
Rehabilitación de envolvente	294,63	Clase C
Cumplimiento DB HE0	227,60	Clase B

Con la rehabilitación mejoramos el consumo de energía primaria, pero no es bastante para cumplir la sección HE 0 del CTE. Vemos en la Tabla 27 que hemos pasado de una eficiencia de clase D a una C, pero no al mínimo que exige el CTE. Por tanto **NO CUMPLE**.

##### HE 1 – LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA:

Tabla 28 – Comprobación del límite de demanda energética. Rehabilitación envolvente

Limitación demanda energética	Calefacción	Refrigeración	Total
Rehabilitación de envolvente	13,94	65,65	79,59
Edificio de referencia	43,57	77,32	120,89
Cumplimiento DB HE1	Ahorro 20% Edificio Referencia		96,71

En el caso de la limitación de la demanda de energía, vemos en la Tabla 28 que si que se **CUMPLE** las exigencias de la primera parte de la sección HE 1.

En cuanto a las limitaciones de descompensaciones se puede observar en la siguiente tabla, que en todos los casos se **CUMPLE** las exigencias mínimas establecidas:

**Tabla 29 – Comprobación transmitancias térmica máxima de los elementos de la envolvente. Rehabilitación envolvente**

ELEMENTO	SUP. TOTAL	TIPO DE FACHADA	TRANS. TÉRMICA	EXIGENCIAS CTE
FACHADA SUR (PRINCIPAL)	1163,84	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA NORTE	1147,08	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA NORTE (CAPILLA)	101,34	Fachada 2	0,40	1,00
FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA ESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA ESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	0,40	1,00
FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA OESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	0,40	1,00
FACHADA OESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	0,40	1,00
CUBIERTA	1588,27	Cubierta Catalana	0,40	0,65
MURO EN CONTACTO CON TERRENO	1063,77	Estimado	0,30	1,00
SOLERA	1796,58	Estimado	0,24	1,00

En cuanto los huecos si se **CUMPLE** las dos exigencias establecidas de permeabilidad y transmitancia. Se puede observar en la Tabla 30:

**Tabla 30 – Comprobación de la transmitancia y permeabilidad de los huecos. Rehabilitación envolvente**

HUECOS	PERMEABILIDAD	TRANSMITANCIA
Para zona climática B	50 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	4,20 W/m <sup>2</sup> ·K
Rehabilitación envolvente	50 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	2,70 W/m <sup>2</sup> ·K

En este caso la limitación de condensaciones no se puede calcular, ya que no sabemos el sistema constructivo, así que estimaremos que, como el caso anterior, no existen condensaciones y por lo tanto si que se **CUMPLE** esta exigencia.

### HE 3 – EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN:

Como para esta rehabilitación no se ha tocado nada en cuanto a sistemas, el cumplimiento de esta sección es el mismo que en el caso del estado inicial del edificio visto en el punto 4.3.3.

#### HE 4 – CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS:

Al igual que en la sección anterior, las características del sistema de captación solar para producción de Agua Caliente Sanitaria es el mismo que en el caso del estado inicial del edificio, por tanto, el cumplimiento del HE 4 es el visto en el punto 4.3.3.

#### **4.4.4. CUMPLIMIENTO CTE – DB – HR**

Para el caso de la intervención en la envolvente térmica no comprobaremos el cumplimiento del Documento Básico de Protección frente al Ruido, ya que únicamente se quería ver si se podía llegar a las condiciones del CTE en Ahorro de Energía mediante medidas pasivas.

### **4.5. REHABILITACIÓN CTE**

En esta intervención se va a intentar ajustar al máximo posible los requisitos establecidos por los Documentos Básicos del CTE referentes al Ahorro de Energía y Protección frente al Ruido para que cumplan todas las exigencias. Para ello, en algunos casos, se deberá mejorar aun más de lo exigido en la normativa para hacer cumplir otros requisitos.

#### **4.5.1. ENVOLVENTE TÉRMICA**

##### FACHADA:

Se harán dos tipos de intervenciones en la fachada, buscando mantener, al máximo posible, su aspecto original.

Para la fachada de la residencia se optará por un sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) que consiste en incorporar unas planchas de EPS por el exterior con un espesor de 2cm y se reviste mediante un mortero de cemento, que se le da el mismo aspecto que el original. Con este sistema, además de mejorar el aislamiento térmico de la envolvente, conseguimos acabar con algunos de los puentes térmicos que existen en el edificio. La fachada de la residencia quedará con la siguiente solución constructiva que aparece en la Tabla 31:

**Tabla 31 – Solución constructiva de la fachada de la residencia de mediante sistema SATE. Rehabilitación CTE**

	<b>MATERIAL</b>	<b>ESPESOR</b>
<b>REFORMA - SATE</b>	Mortero de cemento d > 2000	0,020 cm
	Poliestireno Expandido EPS (0,046W/mK)	0,020 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,020 cm
	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020 cm
	<b>ESPESOR TOTAL</b>	<b>0,540 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>0,800 W/m<sup>2</sup>K</b>

Para la fachada de la capilla se optará por otro tipo de intervención. Al tener ambas caras de la fachada (interior y exterior) con un acabado de caravista, se inyectará un aislamiento de poliuretano en la cámara interior, de tal manera que mejore su comportamiento térmico y no modifique su aspecto exterior e interior. En este caso no se solventará los problemas de los puentes térmicos. La fachada quedará como se ve en la Tabla 32:

**Tabla 32-Solución constructiva de la fachada de la capilla. Rehabilitación CTE**

	MATERIAL	ESPESOR
<b>REF. - INYECCIÓN</b>	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Espuma Rigida de Poliuretano PUR (0,035W/mK)	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	<b>ESPESOR TOTAL</b>	<b>0,460 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>0,820 W/m<sup>2</sup>K</b>

CUBIERTA:

La intervención de la cubierta se realizará por el interior y consistirá en añadir a la cámara que existe entre el falso techo y el forjado un aislamiento térmico de lana mineral de 2 cm de espesor. La solución constructiva quedará como se ve en la Tabla 33:

**Tabla 33 – Solución constructiva de la cubierta. Rehabilitación CTE**

	MATERIAL	ESPESOR
<b>REFORMA - AISLAM. INTERIOR</b>	Plaqueta cerámica	0,010 cm
	Mortero de agarre d > 2000	0,020 cm
	Impermeabilización PVC	0,001 cm
	Tablero de bardos cerámicos	0,040 cm
	Cámara de aire ligeramente ventilada	0,100 cm
	FU con bovedilla cerámica y viguetas met.	0,250 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire no ventilada	0,080 cm
	Aislamiento de Lana Mineral (0,031W/mK)	0,020 cm
	Falso techo de placas de escayola	0,015 cm
	<b>ESPESOR TOTAL</b>	<b>0,546 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>0,650 W/m<sup>2</sup>K</b>

#### SOLERA:

En el caso de la solera, como su transmitancia ya es buena en su estado inicial, no se hará ningún tipo de intervención, por tanto quedará del mismo modo que en su estado original:

- Superficie: 1796,58m<sup>2</sup>
- Profundidad: Mayor que 0,5m (3,26m)
- Perímetro: 338,63m

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO:

Al igual que en el caso de la solera, el muro entra dentro de las exigencias del CTE y por tanto no necesitará de ningún tipo de intervención, por tanto dejamos las mismas características que en su estado inicial:

- Superficie: 1063,77m<sup>2</sup>
- Profundidad de la parte enterrada: 3,26m

$$U = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### HUECOS:

La intervención en los huecos será necesaria, cambiando carpinterías y vidrios para mejorar su comportamiento. Se mantendrán los obstáculos de sombra como voladizos y retranqueos. Los vidrios simples se sustituirán por vidrios dobles de baja emisividad, y las carpinterías por unas carpinterías metálicas de mismo color y con Rotura de Puente Térmico. Las características de los huecos quedarán de la siguiente manera:

- Permeabilidad: Estanco (50 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>)
- Absortividad del marco: 0,88 (Verde oscuro)
- Tipo de vidrio: Doble bajo emisivo
- Tipo de marco: Metálico con RPT

$$U_{\text{VIDRIO}} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{MARCO}} = 4,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

#### PUNTES TÉRMICOS:

La incorporación del sistema SATE ayudará a la mejora de los puentes térmicos del edificio. En el caso de los frentes de los forjados, no se podrá solventar el problema del todo, ya que estos están en voladizo. Por tanto quedará algún puente térmico:

- Encuentro de fachada con forjado

#### 4.5.2. REFORMAS INTERIORES

Al tener que cumplir también el Documento Básico HR, se deberán realizar algunas reformas en el interior del edificio.

Se realizará un trasdosado en todas las caras de las paredes de las habitaciones que den a otras habitaciones (exceptuando paredes que den al pasillo o exterior) mediante una estructura autoportante de perfiles metálicos donde se incorporará un aislamiento acústico de lana mineral de 48 mm de espesor y sobre la estructura se dispondrá de un aplacado de yeso de 15 mm de espesor.

El pavimento de las habitaciones se levantará para poner una lámina de aislamiento de ruido de polietileno de 3 mm de espesor.

#### 4.5.3. SISTEMAS

##### EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO:

Los siete equipos que existían de aire acondicionado, pasaran a ser dos, centralizando todos los equipos que existían en planta semisótano y en planta baja:

- Superficie planta semisótano + planta baja: 589,06 m<sup>2</sup>
- Salón/comedor de planta cuarta: 35,53 m<sup>2</sup>

Se renovarán los equipos y se cambiará el combustible, aprovechando la red de gas natural que disponemos en el edificio obteniendo así una mejora de las características de estos:

- Tipo de generador: Bomba Calor
- Tipo de combustible: Gas natural
- Antigüedad del equipo: Menos de 5 años
- Rendimiento medio estacional (Calefacción): 89,10%
- Rendimiento medio estacional (Refrigeración): 121,60%

##### RADIADORES Y ACS:

En cuanto al equipo para radiadores y ACS se cambiará la caldera existente por una caldera de condensación manteniendo en mismo combustible. Mejoraremos las condiciones de aislamiento y mantenimiento de la caldera. Se incorporarán 2 depósitos más de 1000 litros que harán falta para el cumplimiento del HE 4 que veremos más adelante. El rendimiento de combustión se mejorará basándonos en las formulas de la normativa 92/42/CEE de tal modo que para calderas de combustión el rendimiento es:

$$90 + \log P_N = 90 + \log 24 = 92\%$$

- Tipo de generador: Caldera de condensación
- Tipo de combustible: Gas Natural
- Superficie ACS: 5.004,76 m<sup>2</sup>
- Superficie calefacción: 2.358,24 m<sup>2</sup>
- Potencia nominal: 24 kW
- Carga media real: 0,2

- Rendimiento de combustión: 92%
- Aislamiento de la caldera: Bien aislada y mantenida
- Rendimiento medio estacional: 84,8%
- Acumulación: 6 depósitos de 1000 l
- Valor UA: 73,1 W/k

#### CONTRIBUCIÓN SOLAR PARA ACS:

El porcentaje de demanda de ACS cubierto será de un 61%. Los cálculos de este porcentaje se ven en el Anexo V.

Equipo Solel Sunpro

- Superficie: 5,970 m<sup>2</sup>
- Factor óptico: 0,7600
- Factor pérdida: 2,9000
- Número de captadores: 20
- Superficie total: 119,40 m<sup>2</sup>

#### ILUMINACIÓN:

Se modificarán los tipos de equipos de iluminación por otros más eficientes en todas las zonas. En aquellas zonas donde la iluminancia media horizontal sea excesiva, se bajará estas condiciones para poder cumplir las exigencias del CTE, como es en el caso del gimnasio.

Zonas comunes:

- Superficie: 1.461,38 m<sup>2</sup>
- Actividad: Zonas comunes
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Habitaciones:

- Superficie: 1.365,60 m<sup>2</sup>
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Gimnasio:

- Superficie: 46,54 m<sup>2</sup>
- Actividad: Espacios deportivos
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

Almacenes/Archivo:

- Superficie: 469,70 m<sup>2</sup>
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

Cocina/Comedor:

- Superficie: 384,71 m<sup>2</sup>
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

Baños:

- Superficie: 422,54 m<sup>2</sup>
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Despachos:

- Superficie: 85,37 m<sup>2</sup>
- Actividad: Administrativo en general
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

Salas/Auditorios

- Superficie: 469,70 m<sup>2</sup>
- Actividad: Salones de actos y auditorios\*
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

\*Esta zona de actividad aparece en la actualización del HE y por lo tanto no aparece en el programa CE3X, ya que aun no ha sido actualizado, por lo tanto el tipo de actividad será: Otros.

Una vez introducidos todos estos datos, se puede proceder al cálculo de la calificación energética del edificio (Figura 47). El Certificado de eficiencia de la rehabilitación CTE, generado por el programa CE3X, se encuentra en el Anexo VI del presente trabajo.

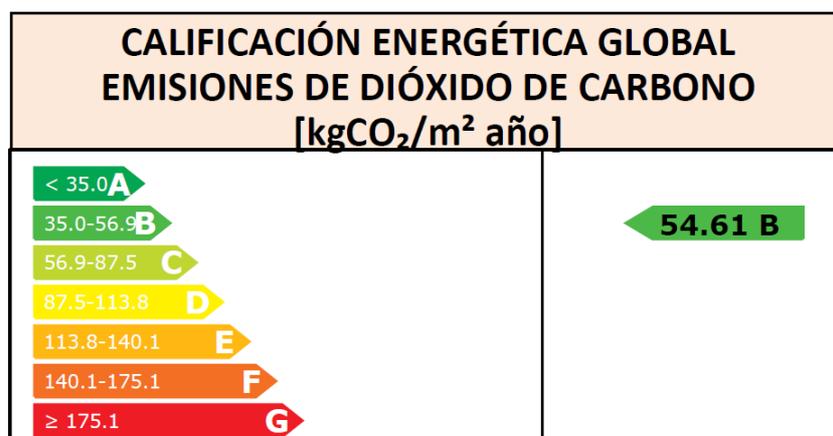


Figura 47 – Calificación energética de la rehabilitación con el CTE  
Fuente: CE3X

#### 4.5.4. CUMPLIMIENTO CTE – DB – HE

A continuación se comprueba que el edificio, tras las intervenciones recibidas, cumpla todas las exigencias de los Documentos Básicos de Ahorro de Energía y Protección frente al Ruido del Código Técnico del Edificación.

##### HE 0 – LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO:

Se comprueba que, tras la rehabilitación, el consumo de energía ha pasado de una clase D, que tenía en su estado inicial, a una clase B, por tanto se **CUMPLE** la sección HE 0 del DB de Ahorro de Energía. (Ver Tabla 34):

**Tabla 34 – Comprobación del consumo energético de energía primaria. Rehabilitación CTE**

Consumo energético de Energía Primaria	kW·h/m <sup>2</sup> ·año	Eficiencia
<b>Rehabilitación CTE</b>	226,27	Clase B
<b>Cumplimiento DB HE0</b>	227,60	Clase B

##### HE 1 – LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA:

Según esta sección, se debía reducir en un 20% como mínimo el consumo de energía primaria respecto al edificio de referencia (Certificado de eficiencia del edificio de referencia en Anexo VI del presente trabajo). En este caso, se ha bajado más de un 20%, por tanto si se **CUMPLE** esta sección, como se puede observar en la Tabla 35:

**Tabla 35 – Comprobación del límite de demanda energética. Rehabilitación CTE**

Limitación demanda energética	Calefacción	Refrigeración	Total
<b>Rehabilitación CTE</b>	26,46	57,96	84,42
<b>Edificio de referencia</b>	43,57	77,32	120,89
<b>Cumplimiento DB HE1</b>	Ahorro 20% Edificio Referencia		96,71

Por lo que respecta a las limitaciones de descompensaciones, se ha conseguido que todos los elementos entren dentro de los rangos establecidos por el CTE y por tanto se **CUMPLE** los requisitos de este apartado. Se puede ver en la Tabla 36 la transmitancia de cada uno de los elementos y la limitación establecida por la normativa:

**Tabla 36 – Comprobación de la transmitancia térmica máxima de los elementos de la envolvente. Rehabilitación CTE**

ELEMENTO	SUP. TOTAL	TIPO DE FACHADA	TRANS. TÉRMICA	EXIGENCIAS CTE
FACHADA SUR (PRINCIPAL)	1163,84	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA NORTE	1147,08	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA NORTE (CAPILLA)	101,34	Fachada 2	0,82	1,00
FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA ESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA ESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	0,82	1,00
FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA OESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	0,80	1,00
FACHADA OESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	0,82	1,00
CUBIERTA	1588,27	Cubierta Catalana	0,65	0,65
MURO EN CONTACTO CON TERRENO	1063,77	Estimado	0,98	1,00
SOLERA	1796,58	Estimado	0,24	1,00

Al igual que en los elementos opacos, en los huecos también se **CUMPLE** los requisitos de permeabilidad y transmitancia establecidos. (Ver Tabla 37):

**Tabla 37 – Comprobación de la transmitancia y permeabilidad de los huecos. Rehabilitación CTE**

HUECOS	PERMEABILIDAD	TRANSMITANCIA
Para zona climática B	50 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	4,20 W/m <sup>2</sup> ·K
Rehabilitación CTE	50 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	2,70 W/m <sup>2</sup> ·K

Por último, la limitación de condensaciones. Se ha calculado mediante el programa “Condensaciones” si existen o no condensaciones en las dos fachadas tipo, tanto para verano como para invierno. Los resultados han sido que en ningún caso existen esas condensaciones. Por tanto este punto del HE 1 si que **CUMPLE**.

Podemos ver los informes generados por el programa con el perfil de presiones de vapor y temperatura en el Anexo VII del presente trabajo.

### HE 3 – EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN:

Se puede ver en la Tabla 38 que la exigencia del primer punto del HE 3 referente al valor límite de eficiencia energética VEEI si que **CUMPLE** para todos los casos, al mejorarse el rendimiento de todos los equipos de iluminación, disminuye el VEEI respecto al edificio en su estado inicial que ya cumplía con este requisito:

**Tabla 38 – Comprobación del Valor límite de eficiencia energética de iluminación. Rehabilitación CTE**

Zona del Edificio	VEEI	VEEI limite	Zona de actividad
Zonas comunes	2,08	4,00	Zonas comunes
Habitaciones	2,08	4,00	Otros
Gimnasio	2,08	4,00	Espacios deportivos
Almacenes/Archivo	2,08	4,00	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina
Cocinas/Comedor	2,08	4,00	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina
Baños	2,08	4,00	Otros
Despachos	2,08	3,00	Administrativo en general
Salas/Auditorio	2,08	8,00	Salones de actos, auditorios

Para el siguiente requisito, en el estado inicial, existían tres zonas que no se cumplía el límite de potencia máxima instalada, el gimnasio, despachos y salas/auditorios. Con el cambio de equipos de iluminación de mayor eficiencia, conseguimos que los despachos y salas/auditorios entren dentro de los requisitos, en el caso del gimnasio también se ha bajado la iluminancia media horizontal. En la Tabla 39 se observa que se cumple los requisitos:

**Tabla 39 – Comprobación de la potencia máxima de iluminación. Rehabilitación CTE**

Zona del Edificio	Potencia instalada	Potencia máxima	Uso del edificio
Zonas comunes	2,08	12,00	Residencial Público
Habitaciones	2,08	12,00	Residencial Público
Gimnasio	10,42	12,00	Residencial Público
Almacenes/Archivo	6,25	12,00	Residencial Público
Cocinas/Comedor	6,25	12,00	Residencial Público
Baños	2,08	12,00	Residencial Público
Despachos	10,42	12,00	Residencial Público
Salas/Auditorio	10,42	12,00	Residencial Público

En último lugar, en cuanto a sistemas de control y regulación, al no cambiar la disposición geométrica del edificio, las condiciones de iluminación natural son las mismas que en el caso del estado inicial (ver planos del Anexo VIII). En este caso, en aquellas estancias que cumplen las condiciones que establece este punto, se instalaran sistemas de aprovechamiento de luz natural. Por tanto si se **CUMPLE** este requisito.

#### HE 4 – CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS:

Con el cálculo realizado de la contribución solar mínima en el caso de la rehabilitación con el CTE se dispone, como se ha visto anteriormente, en el Anexo V, se observa que en este caso si se **CUMPLE** el porcentaje de contribución solar mínima establecido por el HE 4 del CTE. En la Tabla 40 podemos ver un resumen de los resultados:

**Tabla 40 – Comprobación de la contribución solar mínima. Rehabilitación CTE**

CUMPLIMIENTO CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA	
Nº CAPTADORES ELEGIDO	20
CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA	60%
FACTOR SOLAR	60,63%

En cuanto a la superficie mínima de los captadores, según la expresión  $50 < V/A < 180$ , se observa que también se **CUMPLE** este objetivo. Se puede comprobar en la Tabla 41:

**Tabla 41 – Comprobación de la superficie de captación según HE 4. Rehabilitación CTE**

CUMPLIMIENTO SUPERF. CAPTADORES	
AREA CAPTADORES	119,40 m <sup>2</sup>
VOLUMEN ACUMULACIÓN SOLAR	6000 l
V/A	50,3

Por último, en cuanto a la exigencia del RITE de la limitación de la superficie de captación, se observa en la Tabla 42 que si que se **CUMPLE** la exigencia:

**Tabla 42 – Comprobación de la superficie de captación según RITE. Rehabilitación CTE**

CUMPLIMIENTO SUPERFICIE CAPTADORES SEGÚN RITE	
SUPERFICIE MÁXIMA	121,51 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE MÍNIMA	75,95 m <sup>2</sup>
AREA CAPTADORES	119,40 m <sup>2</sup>

#### 4.5.5. CUMPLIMIENTO CTE – DB – HR

A continuación se comprueba si el edificio, tras la intervención, cumple las condiciones exigidas por el Documento Básico de Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación. Para el cálculo se usará la herramienta de cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido v2.0. Se dispone de los documentos obtenidos para ambos casos (ruido exterior y ruido entre recintos adyacentes) en el Anexo IX del presente trabajo:

##### AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y DE IMPACTO ENTRE RECINTOS ADYACENTES:

En la Tabla 43 se puede comprobar que tras la intervención en el edificio se **CUMPLE** las exigencias de ruido aéreo y ruido de impacto entre recintos adyacentes:

**Tabla 43 – Comprobación de ruido aéreo y de impacto entre recintos adyacentes. Rehabilitación CTE**

		Estado inicial	CTE HR
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$	50 dBA	> 50 dBA
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$	50 dB	< 65 dB

AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO DEL EXTERIOR:

En la Tabla 44 se puede comprobar que tras la intervención del edificio, se **CUMPLE** las exigencias a ruido aéreo procedente del exterior:

**Tabla 44 – Comprobación de ruido aéreo procedente del exterior. Rehabilitación CTE**

		Estado inicial	CTE HR
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$	32 dBA	> 30 dBA

En la Tabla 45 se muestra un pequeño resumen de los tres estados del edificio (estado inicial, rehabilitación de envoltente y rehabilitación CTE) comparando aquellos requisitos que se han visto del Código Técnico de la Edificación que cumplen y que no cumplen.

**Tabla 45 – Comparación del cumplimiento del CTE para los tres escenarios**

DB	SECCIÓN CTE	TIPO DE INTERVENCIÓN			
		ESTADO INICIAL	REHAB. ENVOLVENTE	REHAB. CTE	
Ahorro de Energía	HE 0	Limitación del consumo energético	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
	HE 1	Limitación demanda energética	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
		Limitación de las descompensaciones	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
		Limitación de las condensaciones	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
	HE 3	Valor de Eficiencia Energética de la Instalación	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
		Potencia máxima instalada	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
		Sistemas de control y regularización	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
	HE 4	Contribución solar mínima	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE
		Área total de captadores	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Protección frente al ruido		Ruido aéreo de recintos adyacentes	NO CUMPLE	---	CUMPLE
		Ruido de impacto de recintos adyacentes	NO CUMPLE	---	CUMPLE
		Ruido aéreo del exterior	NO CUMPLE	---	CUMPLE

## 4.6. REHABILITACIÓN VERDE

En la última intervención se seguirán los requisitos establecidos por algunos de los criterios del protocolo Verde del GBCe. Estos requisitos serán, como se ha visto en puntos anteriores, los siguientes:

- Consumo de energía no renovable durante el uso del edificio. Demanda y eficiencia de los sistemas.
- Producción de energías renovables en la parcela.
- Demanda de energía eléctrica en la fase de uso.
- Iluminación natural en los espacios de ocupación primaria.
- Protección de los recintos protegidos frente al ruido procedente del exterior.
- Protección de los recintos protegidos frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma unidad funcional.

### 4.6.1. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### FACHADA:

Al igual que en el caso de la rehabilitación del CTE se harán dos tipos de intervenciones en la fachada, buscando mantener, al máximo posible, su aspecto original.

Para la fachada de la residencia se optará por el mismo sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior) pero esta vez con un grosor de aislamiento mejor y unas propiedades de este mejores, buscando reducir al máximo la transmitancia térmica. En esta intervención se dispondrá de 5cm de aislamiento térmico de EPS. Además, se realizará un trasdosado por el interior mediante placas de yeso laminado sobre una estructura autoportante de perfiles metálicos con un aislamiento de lana mineral. Este trasdosado se debe a las mejoras que se deben realizar respecto al ruido. La fachada de la residencia quedará con la siguiente solución constructiva que se ve en la Tabla 46:

**Tabla 46 - Solución constructiva de la fachada de la residencia de mediante sistema SATE. Rehabilitación Verde**

	MATERIAL	ESPESOR
REFORMA - SATE	Mortero de cemento $d > 2000$	0,020 cm
	Poliestireno Expandido EPS (0,029W/mK)	0,050 cm
	Mortero de cemento $d > 2000$	0,020 cm
	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento $d > 2000$	0,010 cm
	Cámara de aire sin ventilar	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,020 cm
	Aislamiento de Lana Mineral (0,04W/mK)	0,048 cm
	Placa de yeso laminado	0,015 cm
		<b>ESPESOR TOTAL</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>0,260 W/m<sup>2</sup>K</b>

Para la fachada de la capilla se optará por la misma intervención que el caso anterior, esta vez usando una espuma de poliuretano de mejores prestaciones que la anterior. De esta manera se consigue un mejor aislamiento y se mantiene su aspecto inicial.

La fachada quedará como se ve en la Tabla 47:

**Tabla 47 – Solución constructiva de la fachada de la capilla. Rehabilitación Verde**

	MATERIAL	ESPEJOR
<b>REF. - INYECCIÓN</b>	1 Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,290 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Espuma Rigida de Poliuretano PUR (0,028W/mK)	0,020 cm
	½ Pie Ladrillo Macizo Catalán (29x14x5)	0,140 cm
	<b>ESPEJOR TOTAL</b>	<b>0,460 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>0,760 W/m<sup>2</sup>K</b>

CUBIERTA:

Esta vez la intervención se realizará por el exterior, siendo más costosa, pero consiguiendo mejor prestaciones de esta. Se levantará el pavimento hasta la cámara de aire y se colocará un aislamiento de poliestireno expandido de 5cm de espesor, posteriormente se repondrá el pavimento con su oportuna impermeabilización. La solución constructiva quedará como se ve en la Tabla 48:

**Tabla 48 – Solución constructiva de la cubierta. Rehabilitación Verde**

	MATERIAL	ESPEJOR
<b>REFORMA - AISLAM. INT.</b>	Plaqueta cerámica	0,010 cm
	Mortero de agarre d > 2000	0,020 cm
	Impermeabilización PVC	0,001 cm
	Tablero de bardos cerámicos	0,040 cm
	Cámara de aire ligeramente ventilada	0,050 cm
	Poliestireno Expandido EPS (0,029 W/mK)	0,050 cm
	FU con bovedilla cerámica y viguetas met.	0,250 cm
	Mortero de cemento d > 2000	0,010 cm
	Cámara de aire no ventilada	0,100 cm
	Falso techo de placas de escayola	0,015 cm
	<b>ESPEJOR TOTAL</b>	<b>0,546 cm</b>
	<b>TRANSMITANCIA TÉRMICA</b>	<b>0,400 W/m<sup>2</sup>K</b>

### SOLERA:

En el caso de la solera, como su transmitancia ya es buena en su estado inicial, no se hará ningún tipo de intervención, por tanto quedará del mismo modo que en su estado original:

- Superficie: 1796,58m<sup>2</sup>
- Profundidad: Mayor que 0,5m (3,26m)
- Perímetro: 338,63m

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO:

En este caso sí que se intervendrá en el muro. Se incorporará un aislamiento de poliestireno expandido EPS de 5cm de espesor mejorando así sus propiedades de transmitancia térmicas.

- Superficie: 1063,77m<sup>2</sup>
- Profundidad de la parte enterrada: 3,26m
- Aislamiento térmico: EPS de 0,05m de espesor

$$U = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### HUECOS:

Se cambiarán las carpinterías y vidrios de todos los huecos del colegio por otros de mejores prestaciones. Las carpinterías pasaran a ser de PVC manteniendo su color original y los vidrios pasarán a ser dobles de baja emisividad. Una de las intervenciones que se realizará, será la incorporación de toldos verticales translucidos buscando que durante el verano estén bajados impidiendo la entrada de calor en las habitaciones, pero permitiendo la entrada de luz, y durante el invierno estén subidos aprovechando el calor del sol. De esta manera se disminuirá la demanda de refrigeración en verano sin afectar a la calefacción del invierno. Estos toldos verticales no se pondrán en las ventanas de la capilla.

- Permeabilidad: Estanco (50 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>)
- Absortividad del marco: 0,88 (Verde oscuro)
- Tipo de vidrio: Doble bajo emisivo
- Tipo de marco: PVC
- Protección solar: Toldo vertical de tejido translucido

$$U_{\text{VIDRIO}} = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{MARCO}} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### PUNTES TÉRMICOS:

La incorporación del sistema SATE ayudará a la mejora de los puentes térmicos del edificio. En el caso de los voladizos de los forjados, no se podrá solventar el problema del todo, por tanto quedara algún puente térmico:

- Encuentro de fachada con forjado

### **4.6.2. REFORMAS INTERIORES**

En el interior del edificio se realizarán algunas intervenciones para mejorar las prestaciones en cuanto a aislamiento acústico y así poder cumplir las exigencias del protocolo Verde.

En todas las caras de las habitaciones, incluyendo la cara que da a la fachada y al pasillo, se incorporará un trasdosado mediante placas de yeso laminado sobre una estructura autoportante de perfiles metálicos con un aislamiento de lana mineral de 48 mm de espesor.

El pavimento de las habitaciones se levantará para poner una lámina de aislamiento de ruido de polietileno de 3 mm de espesor.

### **4.6.3. SISTEMAS**

#### EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO:

Al igual que la anterior intervención, se centralizarán los equipos que existían de aire acondicionado, renovando todos los equipos, pero esta vez se diferenciará entre el equipo de refrigeración y el de calefacción, teniendo cada uno de estos tipos de combustible diferentes.

Equipos de Calefacción:

- Superficie planta semisótano + planta baja: 589,06 m<sup>2</sup>
- Salón/comedor de planta cuarta: 35,53 m<sup>2</sup>

Características:

- Tipo de generador: Bomba de Calor – Caudal Ref. Variable
- Tipo de combustible: Gas natural
- Antigüedad del equipo: Menos de 5 años
- Rendimiento medio estacional: 136,80%

Equipos de refrigeración:

- Superficie planta semisótano + planta baja: 589,06 m<sup>2</sup>
- Salón/comedor de planta cuarta: 35,53 m<sup>2</sup>

Características:

- Tipo de generador: Máquina frigorífica – Caudal Ref. Variable
- Tipo de combustible: Electricidad
- Antigüedad del equipo: Menos de 5 años
- Rendimiento medio estacional: 126,80%

### RADIADORES Y ACS:

Se realizará la misma intervención que en el caso anterior. El equipo para radiadores y ACS se renovará. Se cambiará la caldera existente por una caldera de condensación manteniendo en mismo combustible. Mejoraremos las condiciones de aislamiento y mantenimiento de la caldera. Se incorporarán 2 depósitos más de 1000 litros que harán falta para el cumplimiento del HE 4 que veremos más adelante. El rendimiento de combustión se mejorará basándonos en las formulas de la normativa 92/42/CEE de tal modo que para calderas de combustión el rendimiento es:

$$90 + \log P_N = 90 + \log 24 = 92\%$$

- Tipo de generador: Caldera de condensación
- Tipo de combustible: Gas Natural
- Superficie ACS: 5004,76 m<sup>2</sup>
- Superficie calefacción: 2358,24 m<sup>2</sup>
- Potencia nominal: 24 kW
- Carga media real: 0,2
- Rendimiento de combustión: 92%
- Aislamiento de la caldera: Bien aislada y mantenida
- Rendimiento medio estacional: 84,8%
- Acumulación: 6 depósitos de 1000 l
- Valor UA: 73,1 W/k

### CONTRIBUCIÓN SOLAR PARA ACS:

El porcentaje de demanda de ACS cubierto será de un 97%. Los cálculos de este porcentaje se ven en el Anexo V. Para llegar a este porcentaje se deberá diseñar un sistema para disipar los excedentes de energía producidos en ciertos meses mediante dispositivos de tapado parcial de los captadores.

Equipo Solel Sunpro

- Superficie: 5,970 m<sup>2</sup>
- Factor óptico: 0,7600
- Factor perdida: 2,9000
- Número de captadores: 60
- Superficie total: 358,20 m<sup>2</sup>

No obstante, para alcanzar dicho porcentaje, no se cumple ninguno de los dos requisitos establecidos en cuanto a superficies de captadores (ni por el HE 4 ni por el RITE). Por tanto pondremos el máximo de superficie permitido que es 121,41 m<sup>2</sup>:

$$121,41m^2/5,970m^2 = 20,34 \sim 20 \text{ captadores}$$

Por tanto se optará por la misma opción que en el caso de la rehabilitación con el CTE, una contribución solar del 61% con el siguiente equipo de captación (el mismo que en el anterior caso):

#### Equipo Solel Sunpro

- Superficie: 5,970 m<sup>2</sup>
- Factor óptico: 0,7600
- Factor perdida: 2,9000
- Número de captadores: 20
- Superficie total: 119,40 m<sup>2</sup>

#### CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA:

Se dispondrá de un equipo de producción de energía fotovoltaica que genere 180.000 kW·h/año de energía. Los cálculos de este porcentaje se ven en el Anexo X.

#### Equipo ISF-250

- Superficie: 1,650 m<sup>2</sup>
- Potencia nominal: 250W
- Número de captadores: 50

#### ILUMINACIÓN:

Se realiza la misma intervención que en el caso anterior. Se modificarán los tipos de equipos de iluminación por otros más eficientes en todas las zonas. En el Gimnasio, se bajará las condiciones de iluminancia media horizontal para poder cumplir las exigencias del CTE.

#### Zonas comunes:

- Superficie: 1461,38 m<sup>2</sup>
- Actividad: Zonas comunes
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

#### Habitaciones:

- Superficie: 1365,60 m<sup>2</sup>
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

#### Gimnasio:

- Superficie: 46,54 m<sup>2</sup>
- Actividad: Espacios deportivos
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

#### Almacenes/Archivo:

- Superficie: 469,70 m<sup>2</sup>
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

Cocina/Comedor:

- Superficie: 384,71 m<sup>2</sup>
- Actividad: Almacenes, archivo, salas técnicas y cocina
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 300 lux

Baños:

- Superficie: 422,54 m<sup>2</sup>
- Actividad: Otros
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 100 lux

Despachos:

- Superficie: 85,37 m<sup>2</sup>
- Actividad: Administrativo en general
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

Salas/Auditorios

- Superficie: 469,70 m<sup>2</sup>
- Actividad: Salones de actos y auditorios\*
- Tipo de equipo: Fluorescencia lineal de 16 mm
- Iluminancia media horizontal: 500 lux

\*Esta zona de actividad aparece en la actualización del HE y por lo tanto no aparece en el programa CE3X, ya que aun no ha sido actualizado, por lo tanto el tipo de actividad será: Otros.

Una vez introducidos todos estos datos, se puede proceder al cálculo de la calificación energética del edificio (Figura 48). El Certificado de eficiencia de la rehabilitación CTE, generado por el programa CE3X, se encuentra en el Anexo VI del presente trabajo.



Figura 48 – Calificación energética de la rehabilitación con el protocolo Verde  
Fuente: CE3X

#### 4.6.4. CUMPLIMIENTO DEL PROTOCOLO VERDE

##### CONSUMO DE ENERGÍA NO RENOVABLE DURANTE EL USO DEL EDIFICIO. DEMANDA Y EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA PARCELA:

Se ha reducido al máximo el consumo de energía no renovable consumida por el edificio en cuanto a Calefacción, Refrigeración y ACS mediante medidas pasivas en la envolvente, reduciendo al máximo las transmitancias de los cerramientos. Se puede ver un resumen en las siguientes tablas:

**Tabla 49 – Transmitancia térmica de los elementos de la envolvente térmica. Rehabilitación Verde**

ELEMENTO	SUP. TOTAL	TIPO DE FACHADA	TRANS. TÉRMICA
FACHADA SUR (PRINCIPAL)	1163,84	Fachada 1	0,26
FACHADA NORTE	1147,08	Fachada 1	0,26
FACHADA NORTE (CAPILLA)	101,34	Fachada 2	0,76
FACHADA ESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	0,26
FACHADA ESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	0,26
FACHADA ESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	0,26
FACHADA ESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	0,76
FACHADA OESTE (1ª LÍNEA)	165,61	Fachada 1	0,26
FACHADA OESTE (2ª LÍNEA)	422,22	Fachada 1	0,26
FACHADA OESTE (INTERIOR)	434,70	Fachada 1	0,26
FACHADA OESTE (CAPILLA)	231,66	Fachada 2	0,76
CUBIERTA	1588,27	Cubierta Catalana	0,40
MURO EN CONTACTO CON TERRENO	1063,77	Estimado	0,44
SOLERA	1796,58	Estimado	0,24

**Tabla 50 – Transmitancia y permeabilidad de los huecos. Rehabilitación Verde**

HUECOS	PERMEABILIDAD	TRANSMITANCIA
Rehabilitación Verde	50 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	2,70 W/m <sup>2</sup> ·K

Se ha conseguido una producción de ACS con una contribución del 97%. Pero se ha visto que no cumplíamos los requisitos de superficie de captación del HE 4 ni del RITE, por tanto la contribución solar para la producción de ACS será de 61% (mismo caso que en rehabilitación CTE).

Cómo con todo esto no se llega a reducir en un 100% el consumo de energía primaria destinada a Calefacción, Refrigeración y ACS, se estimará la energía consumida para estas prestaciones (ver Tabla 51) y se incorporará un sistema de energía fotovoltaico que genere esta energía para autoconsumo. De tal manera que se **CUMPLE** los dos primeros criterios del protocolo Verde.

**Tabla 51 – Consumo energía no renovable de Calefacción, Refrigeración y ACS. Rehabilitación Verde**

<b>Consumo Energía Primaria</b>		
<b>Calefacción</b>	19,09	kW·h/m <sup>2</sup> ·año
<b>Refrigeración</b>	63,34	kW·h/m <sup>2</sup> ·año
<b>ACS</b>	16,51	kW·h/m <sup>2</sup> ·año
<b>Globales (por superf.)</b>	<b>98,84</b>	<b>kW·h/m<sup>2</sup>·año</b>
<b>Globales</b>	<b>179304,15</b>	<b>kW·h/año</b>
<b>Aportación de energía fotovoltaica</b>	<b>180000,00</b>	<b>kW·h/año</b>

DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FASE DE USO:

**Tabla 52 – Comprobación del consumo eléctrico para iluminación. Rehabilitación Verde**

<b>Consumo eléctrico iluminación</b>		
<b>Estado inicial</b>	114,32	kW·h/m <sup>2</sup> ·año
<b>Condiciones protocolo Verde</b>	99,17	kW·h/m <sup>2</sup> ·año
<b>Rehabilitación Verde</b>	91,88	kW·h/m <sup>2</sup> ·año

El consumo de energía para iluminación se reduce en 22,44 kW·h/m<sup>2</sup>·año, por tanto se **CUMPLE** el criterio de demanda eléctrica para iluminación en fase de uso.

ILUMINACIÓN NATURAL EN LOS ESPACIOS DE OCUPACIÓN PRIMARIA:

Para obtener el Factor de Luz Natural (DF – Daylight Factor) se procederá por los dos métodos que nos determina la guía Verde para Oficina y Residencial.

En el caso de una habitación tipo se usará el método manual. Los cálculos y el procedimiento se pueden ver en el Anexo XI del presente trabajo. Vemos en la Tabla 53 los resultados y vemos que **CUMPLE** la condición en el caso de una habitación tipo:

**Tabla 53 – Comprobación del Factor de luz natural DF de una habitación tipo**

<b>Factor de Luz Natural</b>	
<b>Exigencias Verde</b>	> 1%
<b>Habitación tipo</b>	1,49 %

En el caso de la biblioteca, el comedor, la sala de actividades y el bar de planta baja, se utilizará, para el cálculo del DF, el programa ECOTEC. En las figuras siguientes se observan los resultados obtenidos por el programa:

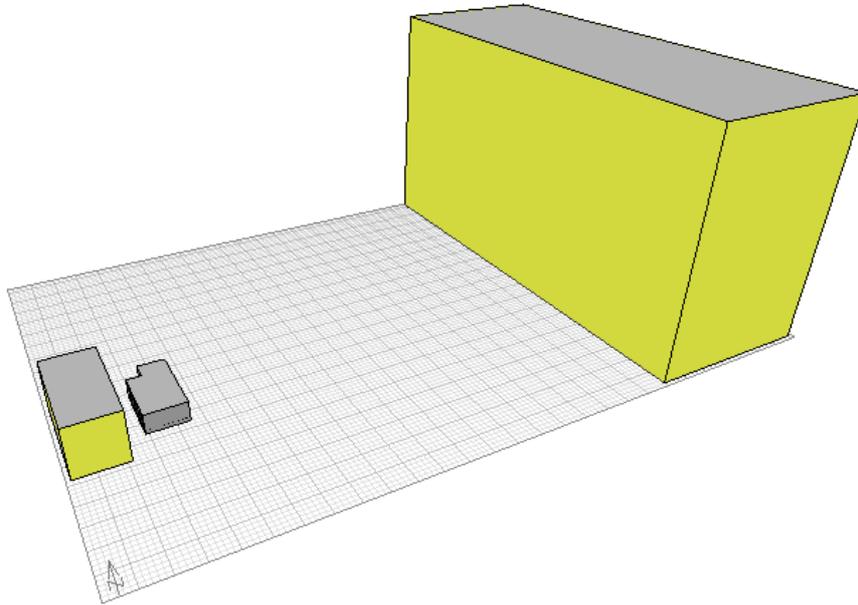


Figura 49 – Biblioteca del Lluís Vives y obstáculos que le generan sombra  
Fuente: Ecotec

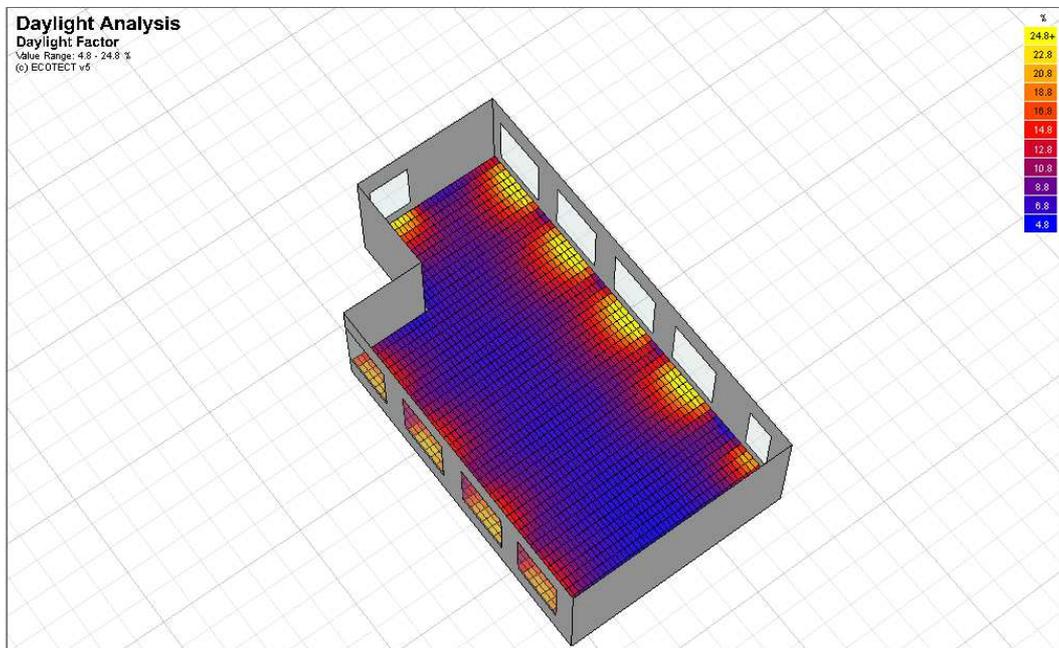


Figura 50 – Cálculo del DF de la biblioteca del Lluís Vives  
Fuente: Ecotec

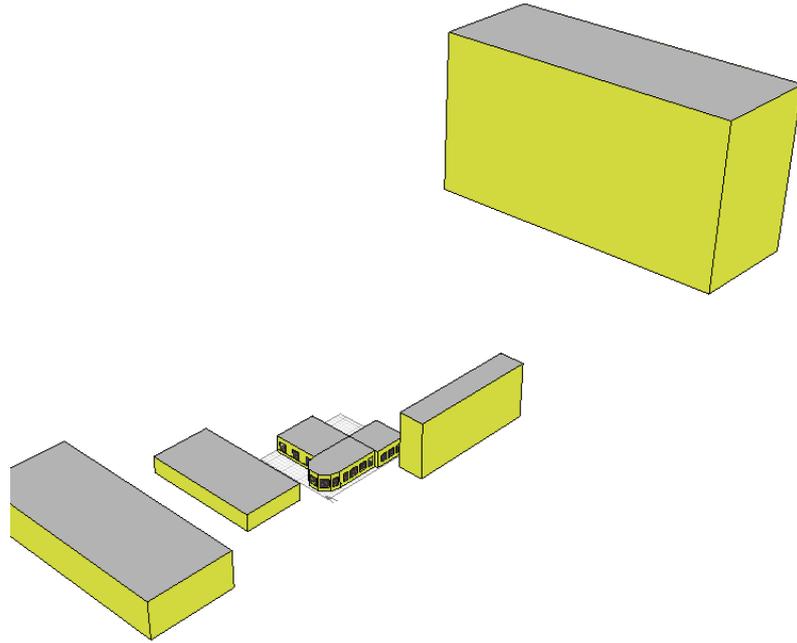


Figura 52 – Comedor, Bar y Sala de actividades del Lluís Vives y obstáculos que le generan sombra  
Fuente: Ecotec

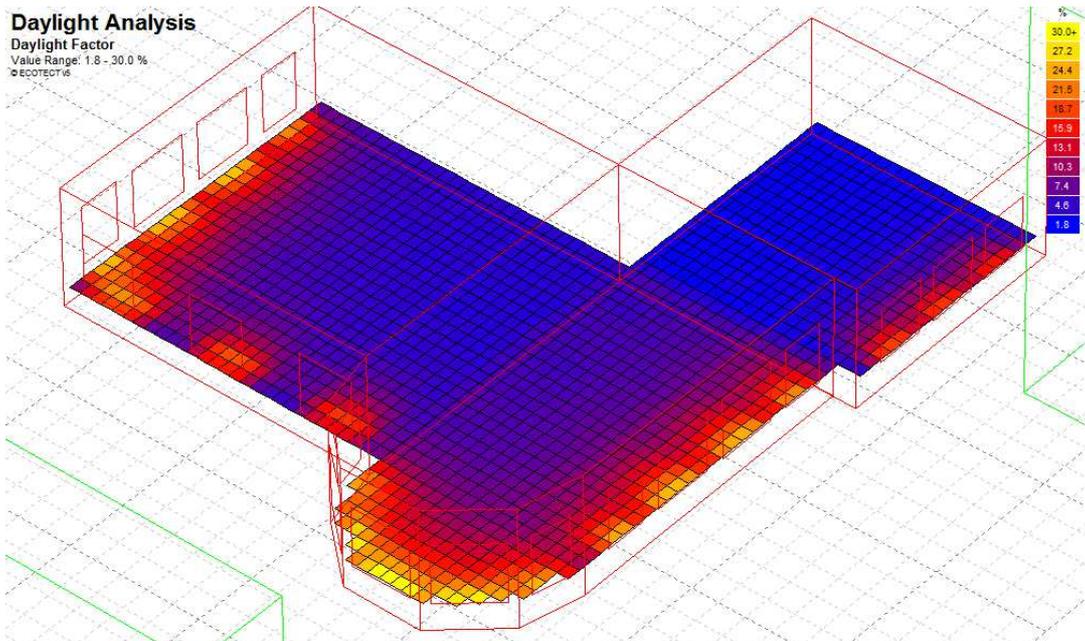


Figura 51 – Cálculo de DF del Comedor, Bar y Sala de actividades del Lluís Vives  
Fuente: Ecotec

Tabla 54 – Comprobación del Factor de luz natural DF del Comedor, Bar y Sala de actividades

Factor de Luz Natural	
Exigencias Verde	> 1%
Biblioteca valor mínimo	4,80%
Comedor/Salón/Bar valor mínimo	1,80%

En la Tabla 54 se puede ver que para ambas comprobaciones, se **CUMPLE** las exigencias establecidas por el protocolo Verde en el criterio de iluminación natural.

PROTECCIÓN DE LOS RECINTOS PROTEGIDOS FRENTE AL RUIDO PROCEDENTE DEL EXTERIOR:

Para el cálculo de este criterio se usará la herramienta de cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido v2.0. No obstante, se tendrá en cuenta los requisitos establecidos por el protocolo Verde y no por el HR. Se pueden ver los informes obtenidos en el Anexo IX del presente trabajo.

En la Tabla 55 se muestran los resultados obtenidos y que si que se **CUMPLE** los requisitos mínimos establecidos:

**Tabla 55 – Comprobación del ruido aéreo procedente del exterior. Rehabilitación Verde**

		Rehabilitación Verde	VERDE
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{2m,nT,Atr}$	34 dBA	> 34 dBA

PROTECCIÓN DE LOS RECINTOS PROTEGIDOS FRENTE AL RUIDO GENERADO NO PERTENECIENTES A LA MISMA UNIDAD FUNCIONAL:

Al igual que en el anterior criterio, en este criterio se utilizará la herramienta de cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido v2.0. No obstante, se tendrá en cuenta los requisitos establecidos por el protocolo Verde y no por el HR. Se pueden ver los informes obtenidos en el Anexo IX del presente trabajo.

En la Tabla 56 se muestran los resultados obtenidos y que si que se **CUMPLE** los requisitos mínimos establecidos:

**Tabla 56 – Comprobación del ruido aéreo y de impacto entre dos recintos adyacentes. Rehabilitación Verde**

		Rehabilitación Verde	VERDE
Aislamiento acústico a ruido aéreo	$D_{nT,A}$	58 dBA	> 55 dBA
Aislamiento acústico a ruido de impacto	$L'_{nT,w}$	50 dB	< 55 dB

En las siguientes tablas se realiza un pequeño resumen de todos los resultados obtenidos por las calificaciones energéticas obtenidas mediante el programa CE3X de cada uno de los escenarios estudiados. Como se ha dicho anteriormente, los documentos generados por el programa se encuentran en el Anexo VI del presente trabajo:

**Tabla 57 – Resumen de emisiones de CO<sub>2</sub> de los cuatro escenarios estudiados**

Emisiones CO <sub>2</sub>	Globales	Calefacción	Refrigeración	ACS	Iluminación
Estado inicial	92,13	23,42	31,21	9,08	28,40
Reforma envolvente	70,76	5,92	27,33	9,08	28,40
Rehabilitación CTE	54,61	7,85	20,58	3,33	22,90
Rehabilitación Verde	23,02	4,43	15,75	3,33	22,90
	kg·CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año				

Tabla 58 – Resumen del consumo de energía primaria de los cuatro escenarios estudiados

<b>Consumo Energía</b>						
<b>Primaria</b>	<b>Globales</b>	<b>Calefacción</b>	<b>Refrigeración</b>	<b>ACS</b>	<b>Iluminación</b>	
Estado inicial	385,42	100,66	125,50	44,94	114,32	
Reforma envolvente	294,63	25,45	109,92	44,94	114,32	
Rehabilitación CTE	226,27	33,98	83,90	16,51	91,88	
Rehabilitación Verde	190,82	19,09	63,34	16,51	91,88	
	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>	

Tabla 59 – Resumen de la demanda energética de los cuatro escenarios estudiados

<b>Demanda energética</b>	<b>Calefacción</b>	<b>Refrigeración</b>
Estado inicial	55,13	74,95
Reforma envolvente	13,94	65,65
Rehabilitación CTE	26,46	57,96
Rehabilitación Verde	15,46	39,57
	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>	<i>kW·h/m<sup>2</sup>·año</i>

## 4.7. PRESUPUESTO

En último lugar, se realiza el presupuesto para los dos siguientes escenarios de intervención que se han visto (en el Anexo XII del trabajo están los dos presupuestos con su resumen por capítulos):

- Rehabilitación para cumplimiento del CTE.
- Rehabilitación para cumplimiento del protocolo Verde del GBCe.

Para realizar el presupuesto se ha usado el programa informático Presto y se ha utilizado como base de datos de precios la perteneciente al Instituto Valenciano de la Edificación, IVE del año 2007/08. Se ha usado esta base de datos debido a que no se tenía acceso a la nueva. Además, el objetivo del trabajo no es conocer el precio real de la intervención sino hacer una comparación económica de ambas, por ello no ha sido prioritaria la utilización actualizada de una base de datos.

En el presente documento se ha contemplado, a efectos del cumplimiento de la normativa vigente, la aplicación del 21% de IVA sobre el presupuesto. En los anexos correspondientes, obtenidos por el programa Presto, no figura el porcentaje actualizado del IVA.

En el presupuesto, únicamente se introducirán aquellas partidas que estén relacionadas con la mejora del confort térmico y acústico del edificio. Las partidas que sean iguales en ambos presupuestos no se representarán en este, ya que no afectará a la variación económica entre uno y otro (como por ejemplo retirada de equipos de aire acondicionado, retirada de placas solares...)

Se ha dividido el presupuesto en cinco capítulos: FACHADAS, CUBIERTAS, PARTICIONES, SUELOS e INSTALACIONES.

- FACHADAS:

En este capítulo aparece, por un lado, las intervenciones de las fachadas. El sistema SATE para la fachada perteneciente a la residencia y la inyección de poliuretano para la fachada perteneciente a la capilla. Por otro lado la retirada de carpinterías y la incorporación de nuevas, de aluminio para la primera intervención y PVC para la segunda. También presupuesta la colocación de cortinas enrollables exteriores para el caso de la segunda intervención.

- CUBIERTAS:

En el capítulo de cubiertas se encuentran las partidas pertenecientes a la mejora de esta. En la primera intervención, la sustitución interior del falso techo e incorporación de aislamiento térmico de lana de roca. Para la segunda intervención, el levantado del pavimento de la cubierta, la colocación del aislamiento de EPS y la recomposición de la cubierta con su debida impermeabilización.

- PARTICIONES:

Aquí aparece la intervención interior por trasdosado para la mejora del aislamiento acústico de las habitaciones. En el segundo caso, la intervención será mayor, ya que hay más superficie a trasdosar que en la primera.

- SUELOS:

En el capítulo perteneciente a suelos, se verán las partidas de levantamiento del suelo de las habitaciones para la incorporación de una lámina de EPS como aislamiento acústico y la recomposición del pavimento.

- INSTALACIONES:

Por último, en el capítulo de instalaciones se observan los nuevos sistemas que se incorporan en el edificio, como la sustitución de la caldera, incorporación de acumuladores, sustitución de las bombas de calor para el aire acondicionado, incorporación de paneles solares y/o paneles fotovoltaicos y la sustitución de los puntos de iluminación.

A continuación, en las Tablas 60 y 61, se ven los resultados de ambos presupuestos:

**Tabla 60 – Resumen del presupuesto de la rehabilitación con el CTE**

<b>PRESUPUESTO - REHABILITACIÓN CTE</b>		
1 FACHADAS	55,84%	344.310,40 €
2 CUBIERTAS	5,67%	34.973,70 €
3 PARTICIONES	19,12%	117.877,38 €
4 SUELOS	11,04%	68.107,11 €
5 INSTALACIONES	8,33%	51.372,02 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>616.640,61 €</b>
	13% Gastos generales	80.163,28 €
	6% Beneficio industrial	36.998,44 €
		<b>733.802,33 €</b>
	21% I.V.A.	154.098,49 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>887.900,81 €</b>

**Tabla 61 – Resumen del presupuesto de la rehabilitación con el protocolo Verde**

<b>PRESUPUESTO - REHABILITACIÓN VERDE</b>		
1 FACHADAS	27,54%	400.767,51 €
2 CUBIERTAS	43,88%	638.436,89 €
3 PARTICIONES	15,82%	230.117,63 €
4 SUELOS	4,68%	68.107,11 €
5 INSTALACIONES	8,08%	117.580,96 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>1.455.010,10 €</b>
	13% Gastos generales	189.151,31 €
	6% Beneficio industrial	87.300,61 €
		<b>1.731.462,02 €</b>
	21% I.V.A.	363.607,02 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>2.095.069,04 €</b>

En el caso de la rehabilitación siguiendo el CTE, el capítulo más importante en el presupuesto, es el perteneciente a FACHADAS, un 55,8% sobre el total de ejecución material, más la mitad del total del presupuesto. El siguiente capítulo con más repercusión es el perteneciente a PARTICIONES. Los dos capítulos con menos repercusión económica en el presupuesto son los pertenecientes a INSTALACIONES y CUBIERTAS.

En el segundo caso, para la rehabilitación siguiendo el protocolo Verde, el capítulo más importante es el de CUBIERTAS, que en el caso anterior era el que menos influenciaba económicamente. Posteriormente tenemos FACHADAS y PARTICIONES, que son muy similares entre ellos. El que queda con menos repercusión económica es el perteneciente a SUELOS.

En la Tabla 62 se puede ver las diferencias económicas de cada uno de los capítulos y el total del presupuesto:

**Tabla 62 – Comparación económica de los presupuestos por capítulos**

<b>COMPARACIÓN ECONÓMICA</b>			
<b>CAPÍTULO</b>	<b>REHABILITACIÓN CTE</b>	<b>REHABILITACIÓN VERDE</b>	<b>DIFERENCIA ECONÓMICA</b>
1 FACHADAS	344310,40	400767,51	56457,11
2 CUBIERTAS	34973,7	638436,89	603463,19
3 PARTICIONES	117877,38	230117,63	112240,25
4 SUELOS	68107,11	68107,11	0,00
5 INSTALACIONES	51372,02	117580,96	66208,94
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>616640,61</b>	<b>1455010,1</b>	<b>838369,49</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>887900,81</b>	<b>2095069,04</b>	<b>1207168,23</b>

Realizar la intervención siguiendo el protocolo Verde conlleva que el presupuesto sea más del doble que una intervención siguiendo el Código Técnico de la Edificación.

En el capítulo de CUBIERTAS es en el que más diferencias económicas hay entre una intervención y otra, siendo el 72% del total. Los tres siguientes capítulos que más afectan a la diferencia económica son el de PARTICIONES, INSTALACIONES y FACHADAS. Por último, en lo referente al capítulo de SUELOS, no hay diferencia, debido a que se ha realizado la misma intervención en ambos casos.

## 5. CONCLUSIONES

---

Por último, y para finalizar el presente trabajo, se verán las conclusiones obtenidas a raíz de la realización de este.

### CONCLUSIONES ENCUESTA:

En primer lugar, en cuanto a los intereses sociales de una posible rehabilitación y de acuerdo a los resultados y opiniones obtenidos de la encuesta, se llega a las siguientes conclusiones:

En el caso de una intervención en el Lluís Vives, uno de los factores a tener en cuenta, es que se mantenga su aspecto, en todo lo posible, de su estado original, desaprobando totalmente el derribo del edificio. Se trata de un edificio emblemático de la ciudad de Valencia, y aquellas personas que han residido en él, guardan un recuerdo de afecto hacia la residencia y opinan que, lo que haría falta es una intervención, descartando una reconstrucción.

La intervención que más importancia le dan los encuestados sería la sustitución de las ventanas y la mejora del aislamiento a ruidos de las habitaciones, tanto del ruido proveniente del exterior como de los recintos adyacentes. Por tanto, estos dos aspectos serían fundamentales en una rehabilitación.

Otro aspecto fundamental sería la mejora del confort térmico del edificio, dándole más importancia a una mejora de la envolvente térmica que a una mejora de los sistemas de climatización. Por tanto, se debe actuar con medidas pasivas en lo máximo posible, aunque inevitablemente, se deba actuar también con medidas activas.

Por otro lado, los encuestados coinciden que la iluminación del Colegio Mayor Lluís Vives es correcta, y por tanto, no es un aspecto a tratar en una posible rehabilitación del edificio.

Muchas de las personas que han residido en el Lluís Vives, opinan que en cuanto al confort térmico, acústico y de iluminación, depende de la zona del Colegio en la que se encontraran, siendo la zona sur, que da a la Avenida Blasco Ibáñez la que mejor iluminación disponía, pero más problemas tenía en lo relativo al calor del verano y el ruido del tráfico. Por otro lado, las habitaciones que daban a la capilla, eran las de peor iluminación natural.

### CONCLUSIONES DE LA APLICACIÓN DE LAS NORMATIVAS:

En segundo lugar se verán las conclusiones obtenidas a raíz de las intervenciones realizadas y aplicación de la normativa, tanto del CTE como del protocolo Verde:

No se puede llegar a cumplir los requisitos del Código Técnico de la Edificación utilizando únicamente medidas pasivas para la rehabilitación, por mucho que se mejore la transmitancia térmica de la envolvente. Hay que tener en cuenta que en Documento Básico de Ahorro de Energía hay varias secciones, en las que algunas tocan temas como consumo de energía, potencias de iluminación, contribución solar en ACS y por tanto, por mucho que se actúe en la envolvente del edificio, lo único que se conseguirá es mejorar las demandas del edificio, pero no por ello el consumo de energía que se haga estará dentro de los límites establecidos.

A la hora de realizar una intervención para llegar a cumplir el Código Técnico de la Edificación, se deben tener varios aspectos presentes.

En primer lugar, como se ha visto antes, no basta únicamente con medidas pasivas, debemos actuar en el rendimiento de los sistemas, para que el consumo de energía de estos, sea el mínimo posible.

Por otro lado, si ajustamos mucho algunos parámetros del CTE, como son la transmitancia de los elementos de la envolvente térmica, será muy difícil cumplir otros requisitos, por tanto, en algunos casos, se debe dar un margen mayor. En el caso del Lluís Vives, para conseguir cumplir la sección HE 0 del Documento Básico de Ahorro de Energía al límite, se ha tenido que mejorar los parámetros de transmitancia o del Valor de Eficiencia Energética de Iluminación por encima de los requisitos establecidos.

Debido a la zona en la que se encuentra el edificio, la demanda de refrigeración es mucho mayor que la demanda de calefacción, si sólo se le da importancia a aislar y proteger del sol el edificio, se consigue bajar en gran medida la demanda de refrigeración, pero llega un punto en que la demanda de calefacción empezará a subir, ya que no se aprovecha nada la contribución térmica del sol durante el invierno. Por tanto, una buena opción es la incorporación de cortinas enrollables exteriores, que dependiendo del clima exterior, se pueden mantener abiertas durante el invierno para aprovechar la radiación solar y bajadas durante el verano, para impedir la entrada de radiación solar, pero al ser traslucidos, no se impide la entrada de luz en la habitación. De tal manera que se conseguirá bajar la demanda de refrigeración, se mantendrá igual la demanda de calefacción y no repercutirá al uso de iluminación artificial.

En cuanto a la contribución solar para ACS, es algo difícil llegar a sus exigencias, debido a que el CTE nos limita algunos valores por debajo y por arriba, de tal manera que si se quiere mejorar la contribución solar por encima de lo establecido en el CTE, en el caso del Lluís Vives, sobrepasamos la exigencia de superficie máxima de contribución solar. Por ello, no se ha podido llegar a un 100% de contribución solar para el caso de la rehabilitación con el protocolo Verde y se ha tenido que dejar en un 61%, como en el caso de la rehabilitación siguiendo el CTE, ya que este está en el límite en cuanto a superficie máxima exigida.

Para el cumplimiento del Documento Básico HR, la intervención más importante para ruido procedente del exterior, es la sustitución de huecos e incorporación de vidrios dobles, ya que el edificio cuenta con una gran superficie de ventanas en mal estado. La intervención en la fachada no es casi necesaria (solo en lo relativo a ruido) ya que tiene una gran masa, y por tanto, un buen comportamiento al aislamiento acústico.

Para el cumplimiento de los requisitos a ruido procedente de recintos adyacentes, es necesaria la incorporación de aislantes acústicos en las superficies de la habitación, tanto horizontales como verticales. Para pasar de las exigencias del CTE a las exigencias del protocolo Verde, se observa que en el primer caso, únicamente se ha trasdosado el tabique de separación entre los recintos, en cambio, para el siguiente nivel, por mucho que se mejore este trasdosado, no se llegan a cumplir los requisitos, siendo necesario trasdosar también la fachada y el tabique que da al pasillo.

### CONCLUSIONES ECONÓMICAS:

Por último, se analizan las conclusiones obtenidas de los aspectos económicos de ambas intervenciones:

Se observa que hay mucha diferencia económica entre una intervención y otra, siendo más del doble del presupuesto total la segunda intervención respecto a la primera. Pero si se analiza con más detalle, se ve que lo que más influye en esto, es la intervención en la cubierta.

Intervenir en la cubierta por el exterior encarece muchísimo el presupuesto de la intervención. No obstante, la diferencia económica en la intervención de la fachada de ambos presupuestos no es tan alta, ya que se utiliza el mismo sistema, únicamente que en el segundo caso se utiliza más espesor de aislamiento, cosa que no encarece mucho. Por tanto, para no encarecer tanto la segunda rehabilitación, se podría hacer la intervención en la cubierta por el interior, pero aumentando el espesor del aislamiento.

Aunque la repercusión económica en cuanto a la intervención por el interior con trasdosados no es muy grande en el presupuesto total, dentro del capítulo se observa que de un presupuesto a otro, se dobla la cantidad. Esto es debido a que para el cumplimiento del protocolo Verde, hace falta trasdosar el doble de superficie que para el cumplimiento del CTE, que sólo eran necesario trasdosar los tabiques entre habitaciones. Habría que valorar si es necesario tanto aislamiento a ruido, ya que esta intervención no supondrá un ahorro económico posterior en cuanto al consumo energético del edificio.

En cuanto a las instalaciones, el cambio de estas es necesario para el cumplimiento del CTE y la variación económica entre una intervención y otra no es muy grande, en cambio, la mejora del consumo energético sí que es importante, por tanto sí que sería interesante una mejora a nivel del protocolo Verde de las instalaciones.

En definitiva, una intervención a nivel del protocolo Verde encarece mucho el presupuesto total, pero teniendo en cuenta que el consumo del edificio es muy alto, reducir este consumo al máximo posible sería, a la larga, rentable económicamente. Si se valora una intervención de la cubierta por el interior, mejorando el aislamiento y no se tiene en cuenta los requisitos de aislamiento acústico del protocolo Verde, se podría llegar a un presupuesto razonable que mejore en gran medida el consumo energético del edificio y, en definitiva, el gasto económico durante su vida útil, aunque se sacrifiquen algunos criterios de confort del protocolo Verde.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

---

ARCADIO GARCÍA, ANTONIO GARCÍA, VÍCTOR SOTO, JOSÉ MANUEL PINAZO. *DTIE 7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y CALENER VyP*. Madrid: ATECYR, 2008.

ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN. *Guía técnica de diseño de centrales de calor eficiente*. Madrid, 2010.

“Ficha 235”. En: FRANCISCO TABERNER PASTOR. *Guía de Arquitectura de Valencia*. Valencia: CTAV, 2007.

GREEN BUILDING COUNCIL ESPAÑA. *VERDE NE Residencial y Oficinas*. Versión 1.a. Madrid, 2012.

IDAE INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA. *Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. Información y consejos para las comunidades de vecinos*. Madrid, 2008.

SERGI PEREZ COBOS. *Certificación energética en edificios existentes*. Barcelona: marcombo, 2013.

### HEMEROTECA

H. GARCÍA. “La Universitat pide licencia para añadir dos alturas al histórico colegio Luis Vives”. *LEVANTE El Mercantil Valenciano*, MIERCOLES, 2 de enero de 2013, p. 14.

JOSÉ PARRILLA. “La Universitat pide que se paralice la protección de sus ocho edificios más emblemáticos”. *LEVANTE El Mercantil Valenciano*, VIERNES, 24 de mayo de 2013, p. 16.

MAGDA R. BROX. “Efeméride de un Colegio Mayor”. *EL PAÍS*, LUNES, 13 de junio de 2005.

### NORMATIVA:

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, *por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre*.

Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, *por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE “Ahorro de Energía”, del Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo*.

Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, *por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*.

Directiva 92/42/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, *relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos*.