



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Instituto
Ingeniería
Energética



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER
TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA DESARROLLO SOSTENIBLE

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES”

AUTOR: PÉREZ RUIZ, DAVID MIGUEL

TUTOR: MAGRANER BENEDICTO, MARÍA TERESA

Curso Académico: 2018-19

Julio 2019

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por apoyarme en esta nueva etapa en la Valencia.

A mis amigos, por que aún en la distancia seguimos juntos.

A mi tutora, por haberme guiado a lo largo de todo este año.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es comparar los diferentes procedimientos reconocidos para la certificación energética de edificios existentes, tanto en el sector residencial como en el terciario. Para ello, partiendo de los datos de cuatro edificios reales (vivienda unifamiliar, edificio de viviendas, terciario educación y terciario geriátrico) se realizará la certificación energética de éstos con el procedimiento general (Herramienta Unificada LIDER CALENER) y con el procedimiento simplificado (Herramientas CE3X, CE3 y CERMA (en residencial)). Se pretende comparar las diferentes metodologías y motores de cálculo, los datos de entrada necesarios para realizar la certificación y los resultados parciales (calefacción, refrigeración, ACS e iluminación) y totales obtenidos en cada una de las herramientas reconocidas para la certificación energética de edificios existentes.

Palabras clave: HULC; CE3X; CE3; CERMA; edificios existentes; comparativa herramientas certificación; certificación energética; eficiencia energética; simulación energética; calefacción; refrigeración; ACS; iluminación; vivienda unifamiliar; bloque de viviendas; edificio terciario;

ABSTRACT

The aim of the work is to compare the different procedures for the existing buildings energy certification, both in residential sector and in tertiary sector. Starting from the data of four real buildings (single-family house, residential building, educational tertiary and nursing home tertiary) will be performed their energy certificate through the general procedure (Herramienta Unificada LIDER CALENER) and through the simplified procedure (CE3X, CE3 and CERMA (residential)). The objective is to compare the different calculation methodologies, the input data necessary to carry out the certification and the partial (heating, cooling, DHW and lighting) and totals results obtained in each existing building energy certification tools.

Keywords: HULC; CE3X; CE3; CERMA; existing buildings; certification tools comparison; energy certification; energy efficiency; energy simulation; heating; cooling; DHW; lighting; single-family dwelling; residential block; tertiary sector.

RESUM

L'objectiu del treball és comparar els diferents procediments reconeguts per a la certificació energètica d'edificis existents, tant al sector residencial com al terciari. Per fer-ho, partint de les dades de quatre edificis reals (vivenda unifamiliar, edifici de vivendes, terciari educació i terciari geriàtric) es realitzarà la certificació energètica d'aquests amb el procediment general (Herramienta Unificada LIDER CALENER) i amb el procediment simplificat (CE3X, CE3 y CERMA). Es pretén comparar les diferents metodologies i motors de càlcul, les dades d'entrada necessàries per a realitzar la certificació i els resultats parcials (calefacció, refrigeració, ACS i il·luminació) i totals obtinguts en cadascuna de les ferramentes reconegudes per a la certificació energètica d'edificis existents.

Paraules clau: HULC; CE3X; CE3; CERMA; edificis existents; comparativa ferramentes certificació; certificació energètica; eficiència energètica; simulació energètica; calefacció; refrigeració; ACS; il·luminació; vivenda unifamiliar; bloc de vivendes; edifici terciari;

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA.....	11
DOCUMENTO Nº2: ANEXOS	105
DOCUMENTO Nº3: PLANOS.....	209

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACIÓN
ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Antecedentes	15
1.1. Simulación energética de edificios	15
1.2. Simulación durante la fase de diseño.....	15
1.3. Simulación del edificio construido.....	16
1.4. Certificación de edificios	16
2. Objeto del proyecto.....	17
3. Justificación.....	18
4. Normativa	19
4.1. Normativa europea	19
4.2. Normativa española	22
5. Estado del arte de los programas de certificación energética.....	25
5.1. HULC	25
5.2. CE3X.....	27
5.3. CE3.....	28
5.4. CERMA	29
5.5. Otros programas de certificación energética	30
6. Edificios existentes a comparar.....	31
6.1. Bloque de viviendas.....	31
6.1.a. Descripción del edificio. Datos de partida.....	31
6.1.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER.....	35
6.1.c. CE3X	40
6.1.d. CE3	43
6.1.e. CERMA.....	46
6.1.f. Comparativa	51
6.2. Vivienda unifamiliar	55
6.2.a. Descripción del edificio. Datos de partida.....	55
6.2.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER.....	60
6.2.c. CE3X	63
6.2.d. CE3	66
6.2.e. CERMA.....	68
6.2.f. Comparativa	71

6.3. Residencia de ancianos.....	75
6.3.a. Descripción del edificio. Datos de partida.....	75
6.3.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER.....	79
6.3.c. CE3X	83
6.3.d. Comparativa	85
6.4. Colegio	87
6.4.a. Descripción del edificio. Datos de partida.....	87
6.4.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER.....	91
6.4.c. CE3X	94
6.4.d. CE3	96
6.4.e. Comparativa	98
7. Conclusiones.....	100
8. Bibliografía	102

1. Antecedentes

1.1. Simulación energética de edificios

La simulación energética es una herramienta muy útil que nos permite evaluar cómo influyen en la demanda energética de un edificio diversos aspectos tales como su ubicación, orientación, distribución de los espacios, cerramientos, huecos, horario de ocupación e iluminación, ganancias internas y sombras. Para analizar el consumo se deben definir los equipos encargados de cubrir las demandas de calefacción, refrigeración y ACS.

Gracias a estos datos el programa es capaz de determinar si el edificio en cuestión cumple con la normativa vigente de eficiencia energética que limita la demanda y el consumo según sus características y la zona climática a la que pertenece o, por el contrario, es necesario realizar modificaciones, ya sea en los elementos constructivos o en los equipos.

Existen dos posibles aplicaciones de estas simulaciones: antes de que se haya construido, durante la fase de diseño del proyecto, y una vez construido.

1.2. Simulación durante la fase de diseño

Una vez conocemos la ubicación, orientación y distribución de los espacios gracias a los planos, podemos realizar una evaluación inicial del edificio mediante varios modelos en los que se modifiquen los materiales que componen los cerramientos y los huecos, de forma que se optimice el gasto, tanto en cuanto a materiales como en energía.

El ejemplo más claro en este aspecto es el espesor del aislante. Si el espesor del aislante es muy elevado, el edificio tendrá un menor consumo de calefacción en invierno, pero el consumo de refrigeración será mayor en verano. Mientras, si el espesor es reducido, la demanda de calefacción será muy elevada en invierno, y la de refrigeración, más reducida en verano. Resulta por tanto conveniente encontrar el grosor que haga óptimo ambos consumos.

Puede optimizarse también el vidrio de las ventanas, ya que quizá se pretenda instalar un vidrio con doble acristalamiento o con un factor solar bajo cuando no es necesario, reduciendo así el coste.

Otro aspecto que se puede evaluar es el de los equipos que cubrirán las demandas de calefacción, refrigeración y ACS. Una vez tengamos claros los materiales de los cerramientos y los huecos, así como las ganancias internas, puede estudiarse si el dimensionado de los equipos es correcto o si es necesario realizar modificaciones.

Es importante destacar que todos los materiales de los cerramientos y huecos así como los equipos de climatización y ACS deben cumplir con las reglamentaciones establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE).

En conclusión, realizar simulaciones durante la fase de diseño del proyecto puede proporcionar soluciones que mejoren de forma significativa el diseño constructivo y energético del edificio, así como reducir el coste de edificación y equipos obteniendo las mismas prestaciones térmicas.

Una vez que el edificio se haya construido es importante volver a realizar la simulación de la construcción final, teniendo en cuenta las modificaciones que se hayan llevado a cabo, de forma que se obtenga la calificación energética del edificio final.

1.3. Simulación del edificio construido

Por otro lado, si el edificio ya está construido, podemos evaluar posibles mejoras a realizar en la envolvente o los equipos.

Se puede estudiar cómo influiría en la demanda energética del edificio alguna modificación de los aspectos constructivos, como puede ser el cambio de las ventanas por unas con un mejor vidrio, o con un marco que reduzca la transmisión de calor, por ejemplo.

También es posible evaluar modificaciones mayores como alteraciones de fachadas, siendo necesario cumplir los requerimientos del CTE.

En cuanto a los equipos, se puede analizar la sustitución de los equipos que se encuentren actualmente en funcionamiento por otros nuevos con mejores prestaciones.

1.4. Certificación de edificios

En primer lugar, es necesario distinguir entre calificación y certificación:

- La calificación es una medida de la eficiencia energética de un edificio o parte de él, que se mide mediante un método determinado y se expresa a través de unos indicadores energéticos. Estos indicadores (letras y colores) se colocan en una etiqueta que, dependiendo de la función del edificio, pueden estar a la vista del público.
- La certificación es el proceso que finaliza con la expedición de un certificado de eficiencia energética en el que aparecen sus características energéticas así como su calificación.

Para obtener la calificación energética se tienen en cuenta diversos parámetros: la temperatura del aire (calefacción y refrigeración), calidad del aire (ventilación), temperatura del agua caliente sanitaria (ACS) y en caso de que se trate de un edificio terciario, los niveles de iluminación. Para ello, será necesario conocer las características de los equipos y sistemas de climatización, producción de ACS, ventilación e iluminación.

Es necesario indicar los cerramientos, los huecos y los puentes térmicos del edificio, y se valoran también aspectos técnicos como el año de construcción del edificio, el tipo de inmueble, o la ubicación.

2. Objeto del proyecto

El objetivo del presente proyecto consiste en comparar las calificaciones obtenidas con las distintas herramientas de certificación de edificios existentes que el Ministerio para la Transición Ecológica pone a disposición de los usuarios. Se emplea como base para la comparación la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC), al ofrecer un sistema de cálculo detallado y proporcionar la mejor calificación. Se pretende comparar las diferentes metodologías y motores de cálculo, los datos de entrada necesarios para realizar la certificación y los resultados parciales (calefacción, refrigeración, ACS e iluminación) y totales obtenidos en cada una de las herramientas reconocidas para la certificación energética de edificios existentes (CE3X, CE3 y CERMA), las cuales realizan cálculos simplificados y deberían ofrecer, al menos en teoría, calificaciones energéticas más bajas.

Se han tomado cuatro edificios de diferentes características (un bloque de viviendas, una vivienda unifamiliar, una residencia de ancianos y un colegio) con el objetivo de abarcar el mayor espectro posible de edificios existentes y poder así comprobar cómo funciona cada una de las herramientas citadas anteriormente para cada tipo de edificio.

La metodología seguida durante el presente Trabajo de Fin de Máster ha sido la de tomar los valores de proyecto del edificio construido, adaptándolos a cada una de las herramientas en función de la información solicitada por las mismas. Se han realizado los mínimos cambios posibles entre los distintos programas para que los datos introducidos tengan la menor variación posible y representen de manera fidedigna la realidad.

Se han llevado a cabo las simulaciones de cada edificio en cada herramienta, y se comparan y analizan las calificaciones obtenidas en cada apartado correspondiente para identificar las diferencias y sus posibles causas. Seguidamente, se modifican los apartados oportunos, siempre que sea necesario, para intentar obtener una calificación próxima a la ofrecida por HULC.

Inicialmente, se van a considerar como válidas las simulaciones que varíen en un $\pm 15\%$ los resultados de HULC.

3. Justificación

Actualmente existen diversas herramientas de certificación energética de edificios homologadas por el Ministerio para la Transición Ecológica. Cada una de ellas requiere de la introducción de una serie de datos para poder realizar los cálculos pertinentes y obtener así unos valores con los que obtener la certificación. Estos datos no siempre se indican de la misma forma, sino que dependen del programa en cuestión. En algunos casos se introduce la información básica dentro del programa y éste se encarga de realizar todos los cálculos oportunos, mientras que en otros es necesario que el técnico realice unos cálculos previos para introducir los resultados finales en la herramienta. Esta variación tiene un impacto en la calificación final obtenida, que será mayor o menor en función del tipo de información de la que se trate. En este sentido, será importante determinar dónde se encuentran esas diferencias, cómo afectan a la calificación y cómo pueden corregirse los resultados.

Con el paso de los años, la normativa relativa a la certificación de edificios ha requerido de la instalación de equipos cada vez mejores, con unas bajas emisiones de CO₂ y un consumo de energía primaria reducido para llegar a los edificios de consumo de energía casi nulo (NZEB). Para que esto se vea reflejado en la calificación energética del edificio, será necesario utilizar la herramienta que ofrezca los mejores resultados. Actualmente, la herramienta más utilizada por los técnicos habilitados es el CE3X, dado que la introducción de los datos es sencilla y proporciona una calificación de manera casi inmediata. Resulta interesante comprobar si los resultados que arroja este software se acercan a los ofrecidos por HULC, o si, por el contrario, se está empleando una herramienta que no refleja con exactitud la realidad, perjudicando a la calificación del edificio.

Bajo esta premisa nace el interés en realizar el presente Trabajo de Fin de Máster, de forma que se pueda analizar cómo se comporta cada herramienta con distintas tipologías de edificios y establecer cuál de ellas proporciona una calificación similar o superior a la ofrecida por HULC.

4. Normativa

4.1. Normativa europea

DIRECTIVA 2002/91/CE del 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Fue derogada por la DIRECTIVA 2010/31/UE.

En ella se define la eficiencia energética de un edificio, la cuál debe quedar reflejada mediante una serie de indicadores cuantitativos (emisiones de CO₂, por ejemplo) calculados teniendo en cuenta aspectos tales como el aislamiento, las características de la instalación, la orientación, el clima o la generación propia de energía.

Establece la distinción entre edificio nuevo y existente, así como diferentes categorías de edificios, e indica los tipos de edificios exentos de realizar una calificación energética. Plantea los siguientes requisitos:

- Los edificios nuevos o existentes de más de 1000 m² que sufran una modificación importante debe considerar la utilización de equipos de elevada eficiencia energética.
- Los edificios públicos de más de 1000 m² debe exhibir el certificado energético.
- Los certificados tienen una validez máxima de 10 años.

DIRECTIVA 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. Fue derogada por la DIRECTIVA 2018/2001/UE.

Establece que los organismos de la administración pública deben instalar equipos que funcionen a partir de energías renovables, cumpliendo una función ejemplarizante a partir de 2011.

Introduce medidas en el código de construcción para aumentar las cuotas de todos los tipos de energías renovables, con el objetivo de reducir notablemente el consumo de energía, y se exige un mínimo a partir de 2014 en los edificios nuevos y ya existentes objeto de una reforma importante.

Establece lo siguiente a los Estados miembros:

- Los equipos y sistemas deben utilizar etiquetas ecológicas y/o energéticas.
- Cada Estado miembro reconoce la certificación concedida por otros Estados miembros.
- Se deben facilitar directrices destinadas a considerar debidamente una estructura de abastecimiento óptima de fuentes renovables de energía (biomasa, solar y geotérmica), tecnologías de alta eficiencia y sistemas urbanos de calefacción o refrigeración al planificar, diseñar, construir y renovar zonas industriales o residenciales.

DIRECTIVA 2010/31/UE del 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de edificios (refundición).

Es necesario establecer acciones más concretas para aprovechar el gran potencial de ahorro energético aún sin realizar en los edificios, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales.

La Directiva establece las siguientes medidas que no estaban contempladas en la directiva anterior:

- Cuando se realice una mejora importante de la envolvente de un edificio, independientemente de su tamaño, deben fijarse unos requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de alcanzar niveles óptimos de rentabilidad.
- En los edificios nuevos se deben tener en cuenta las instalaciones alternativas de alta eficiencia, tales como la cogeneración o las bombas de calor.

- Las instalaciones técnicas de edificios que sean nuevas o sustituyan y/o mejoren a las ya existentes deben cumplir ciertos requisitos.

Primera mención a los edificios de consumo de energía casi nulo (NZEB).

Los Estados miembros deben establecer un sistema de certificación energética de edificios, y deben poseerlo los edificios o partes de estos que se construyan, vendan o alquilen a nuevo arrendatario, así como todos los edificios existentes de más de 500 m² en los que esté presente un organismo público. Adicionalmente, en los anexos, se especifican diversos aspectos, como los elementos a tener en cuenta para realizar los cálculos de eficiencia energética de los edificios, las condiciones exteriores, o los tipos de edificios que pueden distinguirse.

La DIRECTIVA 2018/844/UE añade lo siguiente:

Cada Estado miembro establecerá una estrategia de renovación de sus edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios de alta eficiencia energética antes del 2050. Las reformas dependerán del tipo de edificio y la zona climática en la que se encuentre.

Antes de que se inicie la construcción de los edificios nuevos, se deberán tener en cuenta las instalaciones alternativas de alta eficiencia, tales como instalaciones descentralizadas basadas en energías renovables, cogeneración, calefacción y refrigeración urbana, y bombas de calor.

Se establecerán requisitos para las instalaciones técnicas de los edificios que sean nuevas, sustituyan a las existentes o las mejoren, y se aplicarán siempre que sea técnica, funcional y económicamente viable. Además, se evaluará la eficiencia energética global de la parte modificada, o de toda la instalación modificada.

Los edificios de nueva construcción estarán equipados con dispositivos de autorregulación que regulen separadamente la temperatura ambiente de cada espacio interior, y en los existentes se exigirá la instalación de estos dispositivos en caso de que se sustituyan los generadores de calor.

DIRECTIVA 2012/27/UE del 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética.

La presente directiva establece un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión Europea a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de un 20% de ahorro para 2020 a fin de preparar el camino para mejoras posteriores de eficiencia energética más allá de ese año.

Cada Estado miembro asegura de que, a partir del 1 de enero de 2014, el 3% de la superficie total de los edificios con calefacción y/o sistemas de refrigeración que tenga en propiedad y ocupe su Administración central se renueve cada año, de manera que cumpla al menos con los requisitos de rendimiento energético mínimos fijados. Ese 3% se calcula sobre la superficie total de los edificios con una superficie útil superior a los 500 m².

La DIRECTIVA 2018/844/UE añade lo siguiente:

En 2014 se publicará una primera versión de la estrategia de movilización a largo plazo de las inversiones en la renovación del parque nacional de edificios residenciales y comerciales, tanto públicos como privados, que se actualizará cada tres años.

DIRECTIVA 2018/2001/UE del 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida)

Se incluirán disposiciones para la integración y el autoconsumo de energías renovables, así como el uso de calor y frío residuales a la hora de planificar, diseñar, construir y renovar infraestructuras urbanas. En particular, los Estados miembros alentarán a los organismos administrativos a incluir la calefacción y la refrigeración procedentes de fuentes renovables en la planificación de la infraestructura de las ciudades.

Se introducirán las medidas adecuadas en las normas y códigos de construcción para aumentar la cuota de todos los tipos de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la construcción. Para tales medidas se podrán tener en cuenta el autoconsumo de energías renovables, el almacenamiento local de energía y la eficiencia energética, relativos a la cogeneración y a los edificios de baja energía, energía cero o energía pasiva.

Los edificios públicos nuevos y existentes que sean objeto de una renovación importante desempeñarán un papel ejemplar, aplicando normas relativas a los edificios de consumo de energía casi nulo o disponiendo que los tejados de los edificios públicos sean utilizados para instalaciones que produzcan energía procedente de fuentes renovables.

Se fomentará la utilización de sistemas y equipos de calefacción y refrigeración a partir de fuentes renovables que permitan reducir notablemente el consumo de energía. Para ello se emplearán etiquetas energéticas, y se informará de la existencia de incentivos para promover un aumento de la tasa de sustitución de los antiguos sistemas de calefacción.

Se evaluará el potencial de utilización de calor y frío residuales en el sector de la calefacción y refrigeración.

Para aumentar la cuota de energías renovables en el sector de la calefacción y refrigeración se podrán aplicar, entre otras, alguna de las siguientes opciones:

- Incorporar energías renovables o calor y frío residuales a la energía y combustibles suministrados para calefacción y refrigeración
- Instalar sistemas de calefacción y refrigeración renovables de alta eficiencia en los edificios

4.2. Normativa española

REAL DECRETO 314/2006 del 17 de marzo de 2006 por la que se aprueba el CTE

A través de esta normativa se aprueba el Código Técnico de la Edificación, incorporando las exigencias relativas a los requisitos de eficiencia energética de los edificios. A través de esta normativa se establecen ciertas exigencias básicas que satisfacen cada uno de los requisitos básicos:

- Seguridad estructural: asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso.
- Seguridad en caso de incendio: reducir el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio.
- Seguridad de utilización: reducir el riesgo de que los usuarios sufran daños durante el uso de los edificios.
- Higiene, salud y protección del medio ambiente: reducir el riesgo de que los usuarios padezcan molestias o enfermedades dentro de los edificios, así como que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato.
- Protección contra el ruido: limitar dentro de los edificios el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico: conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir así que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

Se crean los Documentos Básicos, los cuales garantizan el cumplimiento de las exigencias básicas. Contienen procedimientos, reglas técnicas y ejemplos de soluciones que permiten determinar si el edificio cumple con los niveles de calidad establecidos:

- HE1 Limitación de la demanda energética: los edificios disponen de una envolvente que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, el uso del edificio y el régimen de verano e invierno.
- HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas: los edificios disponen de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar bienestar térmico a sus ocupantes, regulando el rendimiento de estas.
- HE3 Eficiencia energética de instalaciones de iluminación: los edificios disponen de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control y de regulación.
- HE4 Contribución solar mínima de ACS: en los edificios con previsión de demanda de ACS o climatización de piscina cubierta, una parte de las necesidades energéticas se cubre mediante sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio.
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica: en los edificios que así establezca el CTE se incorporan sistemas de producción de energía eléctrica a partir de energía solar para uso propio o suministro a la red.

La Orden FOM/1635/2013 actualiza el Documento Básico del CTE DB-HE relativo al ahorro energético y traspone parcialmente la Directiva 2010/31/UE. Añade:

- HE 0 Limitación del consumo energético: se relaciona con varias de las exigencias básicas anteriormente definidas, y tiene por objeto limitar el consumo de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada.

REAL DECRETO 47/2007 del 19 de enero de 2007 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. Fue derogado por el REAL DECRETO 235/2013.

Trasponía parcialmente la Directiva europea 2002/91/CE, la cual establecía la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética. El objetivo de este RD consistía en establecer el procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que tengan una mayor incidencia.

REAL DECRETO 1027/2007 del 20 julio de 2007 por el que se aprueba el RITE

El presente documento traspone la Directiva europea 2002/91/CE y deroga el RD 1751/1998, sustituyendo de esta forma el RITE vigente en aquel momento.

Se fijan los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios nuevos y existentes.: las instalaciones térmicas deben diseñarse de forma que se reduzca el consumo de energía convencional, disminuyendo a su vez las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la utilización de sistemas más eficientes, que permitan la recuperación de energía y la utilización de energías renovables.

El REAL DECRETO 238/2013 modifica ciertos artículos e instrucciones técnicas del RITE:

Se consideran instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización y producción de ACS, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

Es de aplicación a los edificios nuevos y a los edificios que sufran reformas importantes.

No se debe aplicar cuando se sustituyan o repongan equipos de generación con una potencia igual o menor a 70 kW, siempre que la variación de potencia útil sea inferior al 25% ni el equipo instalado supere los 70 kW.

REAL DECRETO 235/2013 del 5 de abril de 2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de edificios. Deroga el RD 47/2007.

Traspone la Directiva 2010/31/UE, incorporando al procedimiento básico los edificios existentes.

Se definen los edificios de consumo de energía casi nulo (NZEB) como aquellos edificios con un nivel de eficiencia energética muy alto. La cantidad casi nula de energía debe estar cubierta en muy amplia medida por energía procedente de fuentes renovables, incluida la producida “in situ” o en el entorno. Deben certificarse los edificios o partes de edificios que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, y que no dispongan de un certificado en vigor.

Establece que el certificado de un edificio de nueva construcción consta de dos fases: la certificación del proyecto y la del edificio terminado. Esta última expresa que el edificio ha sido ejecutado de acuerdo con lo establecido en el proyecto de ejecución y que, por lo tanto, se alcanza la calificación indicada en el certificado de eficiencia energética del proyecto.

El REAL DECRETO 564/2017 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios modifica la presente normativa:

Se reformula la descripción de los edificios de consumo de energía casi nulo (NZEB), pues ahora deben cumplir los requisitos fijados en el Código Técnico de la Edificación.

Se modifican los tipos de edificios a los que no es necesario aplicar el CTE, incluyendo las viviendas de uso temporal (inferior a 4 meses) o los que tienen una superficie inferior a 50 m².

REAL DECRETO 56/2016 del 12 de febrero de 2016 por el que se traspone la Directiva 2012/27/UE.

La Directiva 2012/27/UE crea un marco común para fomentar la eficiencia energética dentro de la Unión Europea y establece acciones concretas que lleven a la práctica alguna de las propuestas incluidas en el Plan de Eficiencia Energética 2011 para alcanzar el considerable potencial de ahorro de energía no realizado.

El presente RD traspone parcialmente la citada directiva en lo relativo a auditorías energéticas, sistemas de acreditación para proveedores de servicios energéticos y auditores energéticos, y la promoción de la eficiencia energética en los procesos de producción y uso del calor y del frío.

Establece la obligación de llevar a cabo una auditoría energética en las empresas que no sean PYMES, de acuerdo con la Recomendación 2003/361/CE.

5. Estado del arte de los programas de certificación energética

5.1. HULC

La primera de las herramientas que se utilizarán durante el presente Proyecto de Fin de Máster es la Herramienta Unificada LIDER-CALENER, la cual supone la integración en un único programa de los anteriores programas oficiales LIDER y CALENER-VYP, empleados para evaluar la demanda y consumo energéticos de un edificio y realizar la certificación energética. Incorpora a su vez un enlace al programa CALENER-GT, que permite obtener la calificación energética de grandes edificios terciarios. La herramienta permite comprobar también el cumplimiento de las exigencias fijadas en los apartados 2.2.1 del DB HE0 y en el apartado 2.2.2.1 del DB HE1 (Documento Básico de Ahorro de Energía para limitar el consumo y Documento Básico de Ahorro de Energía para limitar la demanda energética, respectivamente) presentes en el Código Técnico de la Edificación.

La herramienta ha sido desarrollada por el Grupo de Termotecnia de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA), en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, con la colaboración de la Unidad de Calidad en la Construcción del Instituto Torroja de Ciencias de la Construcción (IETCC-CSIC).

Se pueden certificar todo tipo de edificios, tanto nuevos como existentes, ya sean residenciales o terciarios:

- Vivienda unifamiliar
- Vivienda perteneciente a un bloque de viviendas
- Bloque de viviendas completo
- Edificio terciario
- Edificio gran terciario

Presenta una serie de limitaciones, las cuales se indican a continuación:

- El número de espacios no debe superar el límite de 100.
- El número de elementos (cerramientos del edificio, incluyendo los interiores y las ventanas) no debe superar el límite de 500.
- No se pueden definir elementos constructivos interiores, geoméricamente singulares, que no sean verticales ni rectangulares, excepto forjados o suelos horizontales.
- No se pueden definir forjados o suelos inclinados.
- No se pueden definir ventanas que no sean rectangulares.
- En aquellos espacios cuya altura no sea constante, se suministrará una altura de la planta tal que al multiplicar el área de la base del espacio por la altura suministrada se obtenga el volumen equivalente del espacio. Los cerramientos de estos espacios deben definirse como elementos geoméricamente singulares para introducir correctamente sus dimensiones.
- Al unir espacios verticalmente, el volumen del espacio resultante no se calcula correctamente.

El motor de cálculo empleado para la simulación de edificios terciarios y grandes terciarios mediante CALENER-GT es el DOE-2, mientras que el CALENER-VYP, utilizado para simular edificios residenciales, utiliza el ESTO-2, basado en el motor anterior.

5.2. CE3X

La herramienta fue desarrollada por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) para realizar la certificación energética de forma simplificada de todo tipo de edificios existentes, tanto residenciales como terciarios:

- Vivienda unifamiliar
- Vivienda perteneciente a un bloque de viviendas
- Bloque de viviendas completo
- Edificio terciario
- Edificio gran terciario

La calificación energética del edificio se obtiene de forma inmediata y automática mediante la comparación de los datos introducidos por el usuario con una amplia base de datos que recoge un gran número de experimentos. La base de datos ha sido elaborada para cada una de las ciudades más representativas de las zonas climáticas de España con los resultados obtenidos a partir de una gran cantidad de simulaciones realizadas con el programa oficial de viviendas CALENER VYP.

De esta forma, el programa buscará dentro de las simulaciones de la base de datos los valores más similares a los del edificio a calificar, e interpolará para obtener las demandas energéticas de calefacción y refrigeración, llegando así a las demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto.

Existe un complemento denominado 'Complemento para la certificación energética de edificios nuevos', que permite la certificación de edificios nuevos desde julio de 2018, siempre que sean de tipo residencial o pequeños terciarios (aquellos con una potencia instalada inferior a 70 kW).

5.3. CE3

El programa permite realizar la certificación de edificios existentes de todo tipo, tanto residenciales como terciarios:

- Vivienda unifamiliar
- Vivienda perteneciente a un bloque de viviendas
- Bloque de viviendas completo
- Edificio terciario
- Edificio gran terciario

La herramienta ha sido desarrollada por la Unidad de eficiencia energética de APPLUS NORCONTROL S.L.U., el Grupo de Termotecnia de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA), la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, el Grupo de Ingeniería Térmica de la Universidad de Cádiz (UCA), el Institut Ildefons Cerdà (I. CERDÀ), la Unidad de calidad en la construcción del Instituto Eduardo Torroja (IETCC), la Unidad de edificación y ordenación del territorio de la Fundación Labein y la Dirección de Tecnología de Repsol.

Los procedimientos simplificados de certificación energética de edificios que utiliza la herramienta son los siguientes:

- Desarrollo de procedimiento en base horaria para la obtención de la demanda energética de refrigeración.
- Correlaciones en base estacional para estimar la demanda energética de un edificio.
- Procedimiento para la obtención de las prestaciones medias estacionales de los equipos de producción de calor y frío.
- Desarrollo del procedimiento de simulación en base horaria para la simulación de equipos y sistemas de producción de calor y frío.

5.4. CERMA

La herramienta Calificación Energética Residencial Método Abreviado (CERMA) permite la obtención de la calificación energética de edificios residenciales para todo el territorio español, tanto existentes como de nueva construcción:

- Vivienda unifamiliar
- Vivienda perteneciente a un bloque de viviendas
- Bloque de viviendas completo

Ha sido desarrollado por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) de la Generalitat Valenciana y por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), en colaboración con el Grupo Fredsol de la Universidad Politécnica de Valencia.

El programa realiza una simulación horaria tanto de la demanda de energía como de las prestaciones de los equipos. Considera el edificio en su conjunto como una única zona térmica, por lo que sólo se deben definir los cerramientos que limitan dicha zona. Igualmente, los equipos e instalaciones se consideran de forma global.

5.5. Otros programas de certificación energética

CYPETHERM HE Plus

Se trata de una aplicación concebida para la justificación normativa del CTE DB HE1 Limitación de la demanda energética, del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético, y para el cálculo de la certificación de eficiencia energética de edificios residenciales:

- Vivienda unifamiliar
- Vivienda perteneciente a un bloque de viviendas
- Bloque de viviendas completo

Es una herramienta reconocida por el Ministerio desde el 5 de julio de 2018 que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado.

Ha sido elaborado por CYPE Ingenieros y emplea el motor de cálculo de EnergyPlus, el cual, hora a hora, realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente.

Las limitaciones de simulación son las siguientes:

- No se permite definir perfiles horarios de disponibilidad y activación de los sistemas de climatización.
- La simulación de los sistemas de climatización no incluye el tratamiento del aire exterior.
- Sólo se pueden definir unidades terminales VRF y multisplit junto con emisores eléctricos de calefacción, o un radiador o suelo radiante.

SG SAVE

El Software Avanzado de Verificación Energética (SAVE) es una herramienta que permite diseñar el edificio en SketchUp (software de modelado 3D gratuito de Google), verificar los requisitos del CTE DB HE1 Limitación de la demanda energética y del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético, y realizar la calificación energética de edificios nuevos y existentes de todo tipo, tanto residenciales como terciarios:

- Vivienda unifamiliar
- Vivienda perteneciente a un bloque de viviendas
- Bloque de viviendas completo
- Edificio terciario
- Edificio gran terciario

Es una herramienta reconocida por el Ministerio desde el 05 de Julio de 2018 para obtener la CEE, además de verificar la HE0 y HE1.

El programa ha sido creado por ISOLVER, perteneciente al Grupo Saint-Gobain, y emplea el motor de cálculo de Energy Plus.

6. Edificios existentes a comparar

6.1. Bloque de viviendas

6.1.a. Descripción del edificio. Datos de partida

El primer edificio que estudiaremos es un bloque de 39 viviendas construido en 2016 y situado en la calle Miguel Delibes esquina con Gerardo Diego, de la localidad de Alcalá de Henares, Madrid.

Es un edificio de uso exclusivamente residencial, por lo que el horario de ocupación es de 24 horas durante todos los días del año. De acuerdo con el número de dormitorios y siguiendo la Tabla 1. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado según DB HE 4 del CTE se estima una ocupación de 165 personas.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de personas	1.5	3	4	5	6	6	7

Tabla 1. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado según DB HE 4 del CTE

Consta de un sótano destinado a su uso como garaje y una planta baja en la que se sitúa el portal y los trasteros, aunque también cuenta con una vivienda. Existen dos tramos de escalera. En las primeras cinco plantas hay seis viviendas, cuatro de las cuales dan a la primera escalera mientras que las dos restantes dan a la otra. Por último, cuenta con ocho áticos y sobreáticos, habiendo en este caso seis viviendas en el primer tramo de escalera y dos en el otro tramo.

En cuanto a los cerramientos, tenemos los siguientes datos:

CERRAMIENTOS VERTICALES

Fachada exterior (a la calle y la urbanización)	U = 0.23 W/m²K
½ pie de LCV (Ladrillo de Cara Vista)	
10 mm. Enfoscado mortero hidrófugo	
60 mm. PUR poliuretano proyectado 0.028 W/mK	
10 mm. Cámara de aire sin ventilar	
50 mm. Lana mineral ECO 0.032 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 2. Cerramiento de fachada exterior

Fachada interior (al patio interior)	U = 0.23 W/m²K
15 mm. Enfoscado mortero de color blanco	
½ pie de LP (Ladrillo Perforado)	
10 mm. Enfoscado mortero hidrófugo	
60 mm. PUR poliuretano proyectado 0.028 W/mK	
10 mm. Cámara de aire sin ventilar	
50 mm. Lana mineral ECO 0.032 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 3. Cerramiento de fachada interior

División entre viviendas diferentes	U = 0.30 W/m²K
26 mm. Placa de yeso laminado	
50 mm. Lana mineral 0.035 W/mK	
10 mm. Cámara de aire sin ventilar	
2 mm. Chapa de acero	
50 mm. Lana mineral 0.035 W/mK	
26 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 4. Cerramiento de división entre viviendas diferentes

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Forjado sobre aire exterior (voladizo planta 1ª sobre baja)	U = 0.28 W/m²K
12 mm. Pavimento cerámico encolado	
100 mm. Paquete suelo radiante (con 40 mm. EPS)	
10 mm. Lámina anti-impacto de polietileno reticulado	
350 mm. Forjado unidireccional vigueta y bovedilla	
80 mm. Lana mineral 0.035 W/mK	
150 mm. Cámara de aire sin ventilar	
15 mm. Falso techo de yeso laminado para exteriores	

Tabla 5. Cerramiento de forjado sobre el aire exterior

Forjado sobre espacios no acondicionados (planta 1ª sobre trasteros de la planta baja)	U = 0.31 W/m²K
12 mm. Pavimento cerámico encolado	
100 mm. Paquete suelo radiante (con 40 mm. EPS)	
10 mm. Lámina anti-impacto de polietileno reticulado	
350 mm. Forjado unidireccional vigueta y bovedilla	
80 mm. Lana mineral 0.035 W/mK	
15 mm. Falso techo de yeso laminado	

Tabla 6. Cerramiento de forjado sobre espacios no acondicionados

Forjado intermedio (entre viviendas)	U = 0.95 W/m²K
12 mm. Pavimento cerámico encolado	
100 mm. Paquete de suelo radiante (40 mm. EPS)	
10 mm. Lámina anti-impacto de polietileno reticulado	
350 mm. Forjado unidireccional vigueta y bovedilla	
100 mm. Cámara de aire sin ventilar	
15 mm. Falso techo de yeso laminado	

Tabla 7. Cerramiento de forjado intermedio

Cubierta plana (sobre viviendas)	U = 0.21 W/m²K
12 mm. Pavimento cerámico encolado	
20 mm. Mortero de nivelación	
150 mm. Poliestireno extruido XPS 0.036 W/mK	
1.5 mm. Lámina impermeabilizante	
100 mm. Mortero ligero de formación de pendientes	
350 mm. Forjado unidireccional vigueta y bovedilla	
100 mm. Cámara de aire sin ventilar	
15 mm. Falso techo de yeso laminado	

Tabla 8. Cerramiento de cubierta plana

HUECOS

Carpintería exterior (viviendas)	
Clase 4 de permeabilidad del aire	3 – 9 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 2.2 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 1.2 W/m ² K
Factor solar	F = 0.45

Tabla 9. Carpintería exterior para huecos

En cuanto al sistema de climatización, el edificio dispone de los siguientes elementos:

- Producción de frío/calor mediante un sistema principal de bomba de calor agua-agua (acoplada a un intercambiador geotérmico vertical).
- Distribución mediante suelo radiante/refrescante.
- Suministro de ACS centralizado mediante el sistema de energía geotérmica de muy baja entalpía.

Los equipos utilizados son los siguientes:

- BOMBA DE CALOR AGUA-AGUA
 - Potencia de calefacción (40-45 °C): 116.9 kW
 - Potencia absorbida: 24.4 kW
 - COP: 4.79

 - Potencia de ACS (40-45 °C): 113.3 kW
 - Potencia absorbida: 27 kW
 - COP: 4.19

 - Potencia de refrigeración: 101 kW
 - Potencia absorbida: 17.4 kW
 - EER: 5.80

La ocupación de las viviendas se ha estimado en 165 personas, por lo que considerando un consumo de 28 litros/persona al día según la Tabla 10 obtenemos un consumo total de 4620 litros al día.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	Unidad
Vivienda	28	Por persona

Tabla 10. Demanda de referencia a 60 °C según DB HE 4 del CTE

Teniendo en cuenta un factor de ponderación de 0.85 la demanda será de 3927 litros a 60 °C, realizando la acumulación a 50 °C debido al uso de la bomba de calor geotérmica. Dicha acumulación se realiza en dos depósitos de 1000 y 1500 litros respectivamente.

6.1.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER

A continuación, pasaremos a explicar los pasos que se han seguido para simular el bloque de viviendas en los distintos programas que el Ministerio para la Transición Ecológica pone a disposición de los usuarios en su página web.

El primero de dichos programas es HULC (Herramienta Unificada Lider-Calener), que nos permite simular edificios de viviendas unifamiliares, viviendas en bloque, viviendas individuales pertenecientes a edificios en bloque y edificios terciarios.

Los datos de entrada a esta herramienta son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la localidad de Alcalá de Henares para que el programa sepa a qué zona climática pertenece el edificio (D3).

También establecemos la normativa vigente de edificación (CTE HE 2013), la normativa vigente de instalaciones térmicas (RITE 2013) y el año de construcción (posterior a 2013).

- DATOS GENERALES

En este apartado indicamos que queremos realizar únicamente la certificación y que se trata de un edificio existente, y que es un bloque con 39 viviendas.

Como no se ha ensayado la estanqueidad del edificio se aceptan el valor de ventilación por defecto de 0.63 renovaciones por hora.

- CERRAMIENTOS

Creamos los cerramientos a partir de la información que se tiene de los mismos procedente de la memoria del proyecto de construcción y que hemos visto anteriormente. Así, podremos asignar los cerramientos y particiones interiores predeterminados, de forma que al construir el edificio a partir de los planos, éstos ya estarán en su lugar correspondiente.

El objetivo es utilizar los mismos materiales para que la simulación del edificio sea lo más realista posible, y en caso de que no aparezcan definidos en HULC, pese a que pueden crearse unos nuevos, optaremos por usar los más parecidos para lograr la misma transmitancia térmica U.

Los valores de la transmitancia térmica son los mismos que los valores de proyecto. Entre los cambios que se han tenido que aplicar podemos destacar la conductividad de los aislantes, ya que en HULC aparecen con un valor que no siempre coincide con el real, por lo que se ha seleccionado el más próximo. También se ha creado el suelo radiante como una combinación del aislante EPS (dado en el enunciado) con polietileno de baja densidad (LDPE), ya que los conductos suelen ser de polietileno reticulado (PEX). Se ha ido variando el espesor del aislante y el plástico para llegar a la U deseada a la vez que se mantenía el espesor de 0.1 metros.

HUECOS

Se han creado unos materiales con los valores de transmitancia dados tanto para el vidrio ($U = 2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$) como para el marco ($U = 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$), así como el factor solar (0.45).

El valor de la absorptividad del marco se ha establecido en 0.88 según la Tabla 11.

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0.20	0.30	-
Amarillo	0.30	0.50	0.70
Beige	0.35	0.55	0.75
Marrón	0.50	0.75	0.92
Rojo	0.65	0.80	0.90
Verde	0.40	0.70	0.88
Azul	0.50	0.80	0.95
Gris	0.40	0.65	-
Negro	-	0.96	-

Tabla 11. Absorptividad del marco para radiación solar α del DA DB HE 1

La permeabilidad de las ventanas se ha dejado en un valor intermedio de $6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$. Sin embargo, para las puertas el valor por defecto es de $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ al marcar en el programa que se trata de una puerta.

- PLANOS DEL EDIFICIO

Creamos los espacios en AutoCAD para poder transferirlos a HULC y así construir el edificio planta por planta. Para ello tomamos los planos del proyecto de construcción y los adaptamos mediante polilíneas teniendo en cuenta lo siguiente:

- La fachada ESTE tiene una ligera curvatura. Para simplificarla y que no de problemas en HULC la hacemos recta.
- Los pasillos y escaleras se han eliminado al considerarse exteriores a la envolvente térmica de las viviendas.
- El garaje si se introduce como espacio no acondicionado para tener en cuenta que la transferencia de calor no se realiza con el suelo, sino con un espacio inferior que no está acondicionado.

La superficie final del edificio es de 5411 m^2 según nos indica AutoCAD. Los planos del edificio se pueden ver en Anexos, en el Documento nº3: Planos.

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Se asignan los cerramientos a cada elemento constructivo del edificio.

Para el garaje, dado que no tenemos datos de los elementos constructivos, utilizamos los cerramientos de forjado intermedio y fachada exterior del resto del edificio.

Se considera que hay forjado intermedio en toda la planta baja, es decir, tanto el portal como la vivienda tendrán un suelo con la misma transmitancia térmica. Sin embargo, únicamente habrá suelo radiante en la vivienda, ya que esta es la única zona habitable de la planta baja. La fachada exterior y cubierta del portal son las mismas que las del resto del edificio.

Disponemos de todos los datos de los cerramientos del resto de plantas, por lo que quedan definidos perfectamente.

En cuanto a los huecos, el edificio cuenta con tres tipos de ventanas y dos tipos de puertas. Únicamente se tienen datos de su posición, por lo que suponemos una altura de 1.1 metros para las ventanas grandes y 2 metros para las puertas. En cuanto a las ventanas pequeñas, estas se encuentran situadas en los baños, por lo que consideraremos que son cuadradas.

Dado que no tenemos datos de retranqueo, suponemos que no hay en ninguno de los huecos. Tampoco se tienen datos de la altura a la que están situadas respecto al suelo, por lo que se deja el valor por defecto de 1 metro. En el resto de herramientas de análisis se mantendrán estos parámetros.

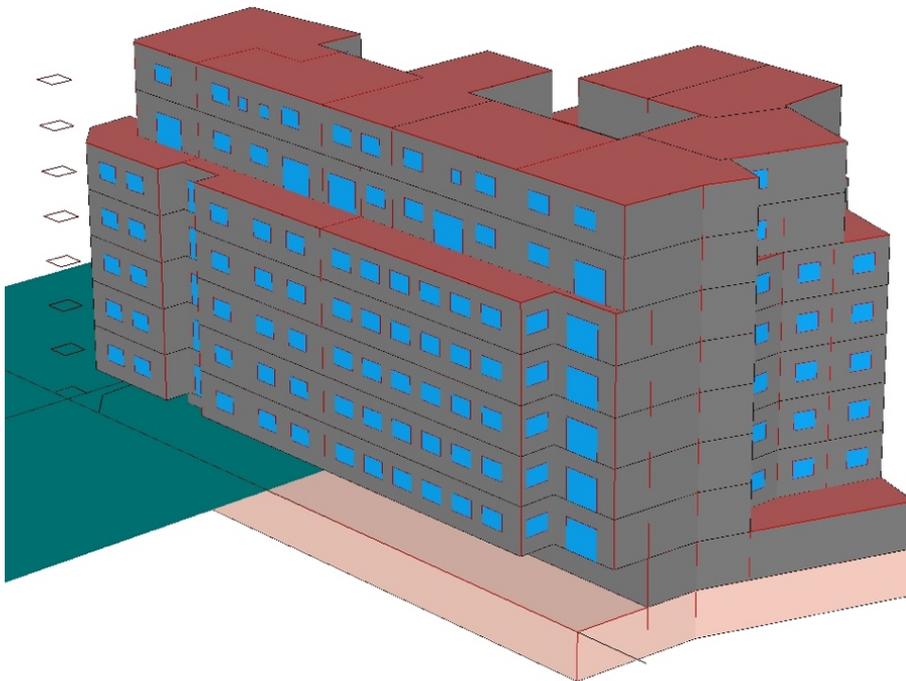


Imagen 1. Bloque de viviendas creado en HULC

- CLIMATIZACIÓN

Como hemos dicho anteriormente en las características del edificio, la climatización y producción de ACS se realiza mediante una bomba geotérmica.

Sin embargo, no es posible introducir este sistema en HULC. En su lugar lo que hacemos es crear un sistema de climatización unizona para cada espacio acondicionado, a los que asignaremos un equipo de rendimiento constante que proporcione la calefacción y refrigeración.

Siguiendo las recomendaciones del documento ‘Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios’ calculamos el SPF (Seasonal Performance Factor) para bomba de calor a partir del COP.

$$\text{SPF} = \text{COP} \cdot \text{FP} \cdot \text{FC} \quad 1)$$

Donde:

FP es un factor de ponderación que dependerá del sistema de climatización utilizado y la zona climática en la que se encuentre el edificio:

	Zona climática				
	A	B	C	D	E
Energía aerotérmica. Equipos centralizados	0.87	0.80	0.80	0.75	0.75
Energía aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0.66	0.68	0.68	0.64	0.64
Energía hidrotérmica	0.99	0.96	0.92	0.86	0.80
Energía geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1.05	1.01	0.97	0.90	0.85
Energía geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1.24	1.23	1.18	1.11	1.03
Energía geotérmica de circuito abierto.	1.31	1.30	1.23	1.17	1.09

Tabla 12. Factores de ponderación para sistemas de calefacción y/o ACS con bombas de calor en función de las fuentes energéticas y la zona climática

FC es un factor de corrección (solo para geotermia) según la temperatura de condensación y la temperatura para la cual el fabricante calculó el COP:

Factor de corrección (FC)						
Tª de condensación (°C)	FC (COP a 35 °C)	FC (COP a 40 °C)	FC (COP a 45 °C)	FC (COP a 50 °C)	FC (COP a 55 °C)	FC (COP a 60 °C)
35	1.00	-	-	-	-	-
40	0.87	1.00	-	-	-	-
45	0.77	0.89	1.00	-	-	-
50	0.68	0.78	0.88	1.00	-	-
55	0.61	0.70	0.79	0.90	1.00	-
60	0.55	0.63	0.71	0.81	0.90	1.00

Tabla 13. Factores de corrección en función de las temperaturas de condensación según la temperatura de ensayo del COP

Por lo tanto, el SPF de calefacción será:

$$SPF = 4.79 \cdot 1.11 \cdot 0.88 = 4.68 \quad 2)$$

Como es superior a 2.5, según el documento 'Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios' la bomba de calor se considera renovable.

Para el caso del EER no es necesario realizar correcciones, por lo que los rendimientos que debemos introducir en HULC para los sistemas de climatización unizona son:

- Rendimiento de calefacción (SPF): 4.68
- Rendimiento de refrigeración (EER): 5.80

El sistema de ACS se introduce de forma independiente a la climatización. Los parámetros de entrada son los siguientes:

- Fracción cubierta por el sistema solar térmico: 0 %
- Capacidad nominal: 113.3 kW
- Consumo nominal: 27 kW
- Volumen del depósito de acumulación: 2500 litros.
- Consumo diario de ACS: 3927 litros.
- Temperatura de utilización: 50 °C.
- Fracción solar: 0%
- Temperatura de utilización: 50 °C.

Como podemos ver no es necesario calcular el SPF, ya que los parámetros de entrada de HULC relacionados con la producción y demanda son la capacidad y el consumo nominales.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 1.1 Bloque de viviendas en HULC

6.1.c. CE3X

Analizamos la herramienta CE3X (Certificación Energética de Edificios Existentes), que permite simular edificios existentes de carácter residencial: vivienda unifamiliar, bloque de viviendas y vivienda individual.

Los datos de entrada a esta herramienta son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Seleccionamos la provincia de Madrid y la localidad de Alcalá de Henares, de forma que la zona climática queda definida (D3).

- DATOS GENERALES

Indicamos la normativa vigente de edificación (CTE 2013) y el año de construcción (2016). También el tipo de edificio, un bloque de viviendas. Los apartados de provincia y localidad aparecerán rellenos con los datos que introducimos anteriormente en la pestaña de datos administrativos.

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Introducimos la superficie útil habitable, que como hemos dicho en el capítulo anterior dedicado a HULC, será la indicada en AutoCAD, es decir, 5411 m².

Como en esta herramienta no se va a construir el edificio en sí, es necesario indicar la altura de las plantas (3 metros) y el número de plantas habitables (8 plantas).

La ventilación del inmueble se fija en 0.63 renovaciones/hora al igual que en el programa anterior, y la demanda de ACS en 3927 litros.

Por último, hay que introducir la masa de las particiones internas, donde tenemos tres opciones:

- Ligera: masa inferior a 200 kg/m².
- Media: masa entre 200 y 500 kg/m².
- Pesada: masa superior a 500 kg/m².

Para determinar la densidad superficial del cerramiento se toman los datos de los materiales del 'Forjado intermedio' que se ha introducido en HULC. Primero se calcula la densidad superficial de cada material y después del cerramiento completo, obteniendo un valor de 432.34 kg/m². Como podemos ver, está comprendida entre 200 y 500 kg/m², por lo que seleccionamos media.

- ENVOLVENTE TÉRMICA

El primer paso es dividir el edificio objeto en zonas (plantas) según su superficie útil habitable:

- Planta baja: 138 m².
- Plantas 1 – 5: 4065 m² (813 m² cada planta).
- Ático: 607 m².
- Sobreático: 601 m².

La herramienta no tendrá en cuenta estas divisiones, pero de esta forma será más claro introducir los datos. La suma de la superficie de todas las zonas da como resultado la superficie total habitable del edificio, 5411 m².

Para introducir los elementos de la envolvente térmica necesitamos las superficies de cada cerramiento (definidas a partir de la longitud en el plano de AutoCAD y la altura, que son 3 metros como en las demás herramientas) y su transmitancia térmica (ya sea introduciendo su valor directamente o mediante materiales).

Los cerramientos definidos mediante materiales son los que corresponden a los cerramientos exteriores del edificio: fachada exterior, fachada interior, voladizo de la primera planta y cubierta plana.

Por otro lado, los cerramientos definidos directamente con la transmitancia térmica son:

- Separación entre la vivienda de la planta baja y el portal, correspondiente al cerramiento de 'División entre viviendas diferentes'. $U = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Separación entre la vivienda de la planta baja y el garaje, correspondiente al cerramiento de 'Forjado intermedio'. $U = 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Separación entre la primera planta y el portal, correspondiente al cerramiento de 'Planta 1 sobre trasteros'. $U = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Cabe destacar que en esta herramienta no es necesario introducir el cerramiento vertical que separa viviendas diferentes, ya que considera que ambas estarán climatizadas al ser espacios habitables y no habrá intercambio de calor.

Para definir las fachadas es necesario conocer su orientación, por lo que dibujamos la rosa de los vientos en el plano de AutoCAD y agrupamos sus longitudes según la zona y la orientación que les corresponda.

Se define también la separación del portal con la vivienda de la planta baja, pese a no ser una fachada sino una división entre un espacio habitable y uno no habitable. Es necesario incluirla para indicar la superficie de separación entre estos dos tipos de espacios.

Para introducir las cubiertas necesitamos conocer únicamente su superficie. Midiéndolas en AutoCAD obtenemos lo siguiente:

- Plantas 1 – 5: 209.45 m^2
- Ático: 30.41 m^2
- Sobreático: 602.48 m^2

Por último, para introducir los huecos, de igual forma que hicimos en la herramienta HULC, creamos los materiales para el vidrio ($U = 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$) y el marco ($U = 2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$). El factor solar será de 0.45, la absorptividad de 0.88 y la permeabilidad de $6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ en caso de ventanas y $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ en caso de puertas.

En este caso no será necesario indicar la altura respecto al suelo, ya que el programa solo requiere la superficie de la fachada que corresponde a un hueco.

No hay dispositivos de protección solar (sin retranqueo).

- INSTALACIONES

Finalmente definimos el sistema de climatización del edificio. En esta herramienta es posible introducir un equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS, siendo necesario conocer los rendimientos medios estacionales de cada uno de los sistemas. Se debe por tanto calcular el SPF de ACS siguiendo la fórmula del documento 'Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios' que vimos anteriormente:

$$\text{SPF} = \text{COP} \cdot \text{FP} \cdot \text{FC} \quad 3)$$

Sustituyendo obtenemos el SPF para el ACS:

$$\text{SPF} = 4.19 \cdot 1.11 \cdot 0.88 = 4.09 \quad 4)$$

Ahora ya se disponen de todos los datos de la instalación:

- Rendimiento medio estacional de ACS (SPF): 4.09
- Rendimiento medio estacional de calefacción (SPF): 4.68
- Rendimiento medio estacional de refrigeración: 5.80
- Depósito de acumulación de ACS: 2500 litros
- Temperatura de alta del acumulador: 60 °C
- Temperatura de baja del acumulador: 50 °C

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 1.2 Bloque de viviendas en CE3X

6.1.d. CE3

La tercera de las herramientas que utilizaremos es CE3 (Certificación Energética simplificada de Edificios Existentes), que nos permite simular viviendas unifamiliares, viviendas en bloque, viviendas individuales en un bloque de viviendas, edificios pequeño, mediano y gran terciario, y un local en un edificio terciario.

Los datos de entrada son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la Comunidad Autónoma (Madrid), la provincia (Madrid) y la localidad (Alcalá de Henares).

Para introducir la normativa vigente de edificación y la normativa vigente de instalaciones térmicas debemos seleccionar 'Otro' en el desplegable, ya que el programa no las tiene definidas por defecto, siendo CTE 2013 para la primera y RITE 2013 para la segunda.

- DATOS GENERALES

Indicamos que el edificio es un bloque con 39 viviendas y que el año de construcción es posterior a 2013. Además, elegimos certificado energético del estado actual del edificio.

Elegimos la zona climática (D3), ya que esta no aparece por defecto pese a indicar que se encuentra situado en Madrid.

Aceptamos el valor de ventilación por defecto de 0.63 renovaciones por hora, igual que en el resto de herramientas de simulación.

Finalmente, debemos seleccionar cómo se van a introducir los datos relativos a la definición geométrica del edificio. Se elige el método 'Por superficies y orientaciones', ya que es similar a CE3X.

- DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

En este apartado creamos los cerramientos del edificio a partir de los materiales, del mismo modo que hemos hecho en las dos herramientas anteriores. Para ello, seleccionamos la pestaña 'Por usuario (información detallada)'.

Definimos la fachada exterior, fachada interior, voladizo de la primera planta, suelo de la primera planta sobre los trasteros, el forjado intermedio y la cubierta plana.

Para definir la composición de los huecos será necesario conocer la transmitancia total del hueco, el factor solar (0.45) y la permeabilidad del aire (6 m³/hm² en caso de ventanas y 60 m³/hm² en el caso de puertas).

Para calcular la transmitancia total (correspondiente a un hueco formado en un 90% de vidrio y 10% de marco, de igual forma que se ha indicado en el resto de las herramientas) utilizamos la fórmula de la transmitancia:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad 5)$$

De donde podemos obtener R_T del vidrio y el marco:

$$R_{TV} = \frac{1}{U_V} = 0.833 \quad \text{W/m}^2\text{K} \qquad R_{TM} = \frac{1}{U_M} = 0.454 \quad \text{W/m}^2\text{K} \qquad 6)$$

Sumando y multiplicando por el porcentaje del cerramiento obtenemos la transmitancia del hueco:

$$U_H = \frac{1}{R_{TV} \cdot 0.9 + R_{TM} \cdot 0.1} = 1.26 \quad \text{W/m}^2\text{K} \qquad 7)$$

Con todos estos datos creamos el hueco en CE3.

- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Para definir el edificio por superficies y orientaciones se divide el edificio en diferentes espacios habitables:

- Espacio 1: Planta baja
- Espacio 2: Planta 1
- Espacio 3: Plantas 2 – 4
- Espacio 4: Planta 5
- Espacio 5: Ático
- Espacio 6: Sobreático

La superficie de cada espacio es la misma que la indicada en CE3X.

Para cada espacio habrá que indicar si se encuentra debajo de una cubierta o ENH (Espacio No Habitable), sobre el terreno, sobre ENH o al aire, o junto a un cerramiento que separa el espacio habitable de un ENH. También habrá que seleccionar el cerramiento que separa el espacio habitable del no habitable. A continuación aparecen los espacios, dónde se encuentran situados respecto al ENH y el cerramiento de separación:

- Planta baja: sobre ENH (Forjado intermedio) y junto a ENH (División de viviendas diferentes)
- Planta 1: sobre ENH (Planta 1 sobre trasteros)
- Planta 5: bajo cubierta (Cubierta plana)
- Ático: bajo cubierta (Cubierta plana)
- Sobreático: bajo cubierta (Cubierta plana)

Deberán indicarse el número de fachadas que dan al exterior para cada espacio, así como su orientación, superficie, porcentaje de hueco en caso de que lo hubiera y la composición de dicho hueco.

La principal diferencia con respecto a la herramienta CE3X es que solo podemos indicar un tipo de hueco (puerta o ventana) para cada fachada. En caso de que haya tanto ventana como puerta habrá que crear dos fachadas por separado con la misma orientación y cuya suma de superficies tenga como resultado la superficie total de dicha fachada. Además, si una fachada no tiene ningún tipo de hueco

también habrá que introducirla por separado, pese a que la orientación sea la misma que la de otra fachada con huecos.

Se tendrán por lo tanto tres tipos de fachada:

- Fachada con huecos tipo ventana
- Fachada con huecos tipo puerta
- Fachada sin huecos

El ático es la única zona del edificio en la que tenemos una misma fachada con varios tipos de hueco, concretamente las fachadas Este y Oeste. Para distribuir las fachadas, se divide la longitud entre el número de huecos, se agrupa por tipo de hueco y finalmente se multiplica por la altura de cada planta para obtener la superficie de las fachadas.

También se introducirá como fachada la división entre la vivienda de la planta baja y el portal, de igual modo que en la herramienta anterior.

No se requieren datos de cubiertas, solo indicar los espacios que se encuentran bajo cubierta y el cerramiento que las caracteriza como se ha visto anteriormente.

- SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

Finalmente se define el sistema de climatización del edificio. Los datos que se introducen son los siguientes:

- Potencia de calefacción: 116.9 kW
- Rendimiento estacional de calefacción (SPF): 4.68
- Potencia de refrigeración: 101 kW
- Rendimiento estacional de refrigeración: 5.80
- Potencia de ACS: 113.3
- Rendimiento de ACS (SPF): 4.09
- Demanda de ACS: 3927 litros

Sin embargo, el programa únicamente admite un rendimiento máximo de 2.00, por lo que escribimos este valor. Esto afectará a la calificación energética, ya que los equipos consumirán más energía.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 1.3 Bloque de viviendas en CE3

6.1.e. CERMA

La última herramienta de simulación es CERMA (Calificación Energética Residencial Método Abreviado), que nos permite simular viviendas unifamiliares, edificios en bloque y viviendas en bloque, tanto nuevos como existentes.

Los datos de entrada son los siguientes:

- TÍTULO

Indicamos que se trata de un edificio existente.

Seleccionamos la provincia (Madrid) y el municipio (Alcalá de Henares). El programa automáticamente establecerá la comunidad autónoma (Madrid), la latitud y la zona climática (D3).

- GLOBAL

Se indica que se trata de un edificio en bloque, con ocho plantas sobre rasante y una bajo rasante.

La superficie habitable, al igual que en las demás herramientas, es de 5411 m², y el volumen total será la superficie por la altura, que también se considera de 3 metros, por lo que el volumen es 16233 m³.

La clase de higrometría es 3 (55 %), según la norma 'EN ISO 13788:2016', correspondiente a espacios donde no se prevé una alta producción de humedad y dentro de la cual se incluyen todos los espacios de edificios residenciales.

El número de renovaciones hora es de 0.63 como en los demás programas.

- MUROS

El primer paso es crear los cerramientos de los muros, es decir, fachada exterior, fachada interior y división entre viviendas diferentes.

Para introducir los datos de superficie de fachada el programa distingue entre la superficie de fachada total y la superficie de fachada que se encuentra fuera del primer plano del edificio. También es necesario agrupar las fachadas por orientaciones, destacando que las orientadas al Norte, Noroeste y Noreste se escriben de forma conjunta.

Todos los valores de las superficies se han calculado a partir de las longitudes de los planos de AutoCAD, multiplicadas por la altura de cada planta, que es de 3 metros al igual que en el resto de herramientas.

En nuestro caso, la fachada principal es la Este, por lo que se considera que es la fachada del primer plano. Todas las fachadas interiores están fuera del primer plano de fachada.

En 'otros muros tipo 1' introducimos el cerramiento y la superficie que separa un espacio habitable de uno no habitable, y el cerramiento y superficie que separa dicho espacio no habitable del exterior.

Esto sólo ocurre en la planta baja, como ya vimos en CE3X, siendo los datos los siguientes:

- Cerramiento entre la vivienda y el portal: División de viviendas diferentes
- Superficie entre la vivienda y el portal: 98.6 m²
- Cerramiento entre el portal y el exterior: Fachada exterior
- Superficie entre el portal y el exterior: 340.5 m²
- También indicamos que el cerramiento de separación entre unidades del mismo uso es el de 'División de viviendas diferentes'.

- CUBIERTAS

Creamos el cerramiento de la cubierta plana, ya que es la única que tiene el edificio, de nuevo respetando el valor de la transmitancia térmica.

Únicamente se definen las cubiertas sobre espacios habitables, que como se ha visto anteriormente corresponden a la planta 5, el ático y el sobreático. Los valores son los mismos que los introducidos en CE3X, medidos en los planos de AutoCAD.

- SUELOS

Definimos los cerramientos que actúan como suelo, es decir, el forjado intermedio, el voladizo de la primera planta y el forjado sobre trasteros.

El primer tipo de suelo es el que está en contacto con el terreno y pertenece a un espacio habitable, es decir, el de la vivienda de la primera planta. Los datos introducidos en CERMA son los siguientes:

- Superficie: 138 m²
- Profundidad: 0 m
- Perímetro exterior: 57.3 m
- Cerramiento: Forjado intermedio

Siendo el cerramiento el mismo que en el resto de herramientas.

Dado que la profundidad es 0 será necesario indicar si el aislamiento es periférico, continuo o si no tiene. En nuestro caso marcamos continuo dado que conocemos la composición. Para completar el apartado de resistencia térmica debemos acudir al Documento de Apoyo al Documento Básico de Ahorro de Energía 1 (DA-DB-HE-1), concretamente la 'Tabla 3: Transmitancia térmica U_s en W/m²K', la cual se muestra a continuación:

B'	R _a	D = 0.5 m					D = 1.0 m					D ≥ 1.5 m				
		R _a (m2K/W)					R _a (m2K/W)					R _a (m2K/W)				
		0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
1	2.35	1.57	1.30	1.16	1.07	1.01	1.39	1.01	0.80	0.66	0.57	-	-	-	-	-
2	1.56	1.17	1.04	0.97	0.92	0.89	1.08	0.89	0.79	0.72	0.67	1.04	0.83	0.70	0.61	0.55
3	1.20	0.94	0.85	0.80	0.78	0.76	0.88	0.76	0.69	0.64	0.61	0.85	0.71	0.63	0.57	0.53
4	0.99	0.79	0.73	0.69	0.67	0.65	0.75	0.65	0.60	0.57	0.54	0.73	0.62	0.56	0.51	0.48
5	0.85	0.69	0.64	0.61	0.59	0.58	0.65	0.58	0.54	0.51	0.49	0.64	0.55	0.50	0.47	0.44
6	0.74	0.61	0.57	0.54	0.53	0.52	0.58	0.52	0.48	0.46	0.44	0.57	0.50	0.45	0.43	0.41
7	0.66	0.55	0.51	0.49	0.48	0.47	0.53	0.47	0.44	0.42	0.41	0.51	0.45	0.42	0.39	0.37
8	0.60	0.50	0.47	0.45	0.44	0.43	0.48	0.43	0.41	0.39	0.38	0.47	0.42	0.38	0.36	0.35
9	0.55	0.46	0.43	0.42	0.41	0.40	0.44	0.40	0.38	0.36	0.35	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
10	0.51	0.43	0.40	0.39	0.38	0.37	0.41	0.37	0.35	0.34	0.33	0.40	0.36	0.34	0.32	0.31
12	0.44	0.38	0.36	0.34	0.34	0.33	0.36	0.33	0.31	0.30	0.29	0.36	0.32	0.30	0.28	0.27
14	0.39	0.34	0.32	0.31	0.30	0.30	0.32	0.30	0.28	0.27	0.27	0.32	0.29	0.27	0.26	0.25
16	0.35	0.31	0.29	0.28	0.27	0.27	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.29	0.26	0.25	0.24	0.23
18	0.32	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.27	0.25	0.24	0.23	0.22	0.27	0.24	0.23	0.22	0.21
≥20	0.30	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.25	0.23	0.22	0.21	0.21	0.25	0.22	0.21	0.20	0.20

Tabla 14. Transmitancias para aislantes de suelo en contacto con el terreno

Dado que se trata de un suelo con aislamiento continuo debemos tomar los valores de la columna D ≥ 1.5 m. El valor de B' se calcula según la siguiente fórmula:

$$B' = 2 \cdot A / P \quad 8)$$

Dónde:

A es el área del suelo.

P es la longitud del perímetro expuesto de la solera.

El valor de B' es de 5.13, por lo que tomamos el valor de 5 en la tabla.

El valor de R_a es el del aislante. En este caso, dado que tenemos 3 materiales aislantes (polietileno de baja densidad, poliestireno expandido y polietileno de alta densidad) calculamos la resistencia total, la cual tiene un valor de 0.38, por lo que cogemos el valor de la tabla 0.5

El valor resultante que debemos indicar en CERMA es 0.64.

En 'otros suelos tipo 1', introducimos en primera instancia el cerramiento y la superficie del suelo entre un espacio habitable y no habitable, y el cerramiento y superficie que separa dicho espacio no habitable del exterior (es decir, el aire exterior, descontando la superficie en contacto con otro local no habitable o el terreno).

Esto sólo ocurre en la vivienda de la planta baja, siendo los datos los siguientes:

- Cerramiento entre la vivienda y el garaje: Forjado intermedio
- Superficie entre la vivienda y el garaje: 138 m²
- Cerramiento entre el garaje y el exterior: Forjado intermedio
- Superficie entre el garaje y el exterior: 0 m²

Indicamos la superficie de suelo en contacto con el aire exterior, que corresponde al voladizo de la primera planta:

- Superficie: 144.4 m²
- Cerramiento: Voladizo de la planta 1

También escribimos la superficie de la primera planta que está en contacto con el portal, y su cerramiento:

- Superficie: 630.7 m²
- Cerramiento: Planta 1 sobre trasteros

Finalmente se indica que el cerramiento de separación entre unidades del mismo uso es el de 'Forjado intermedio'.

- HUECOS

En un primer lugar se crean los huecos que tiene nuestro edificio (tres tipos de ventanas y dos tipos de puertas) indicando los siguientes datos, que coinciden con los valores del resto de herramientas:

- Transmitancia térmica del vidrio: 1.2 W/m²K
- Factor solar del vidrio: 0.45
- Transmitancia térmica del marco: 2.2 W/m²K
- Porcentaje de marco: 10%
- Permeabilidad: 6 m³/hm² en caso de ventanas y 6 m³/hm² en caso de puertas

Por último se indica el número de huecos de cada tipo que hay para cada orientación.

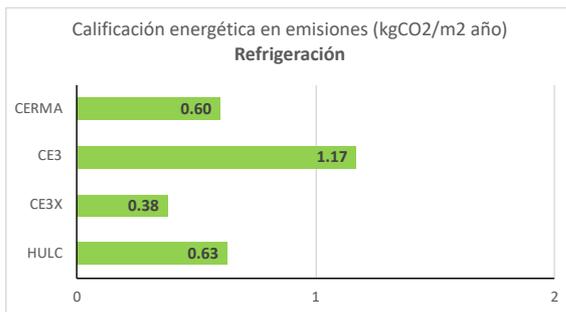
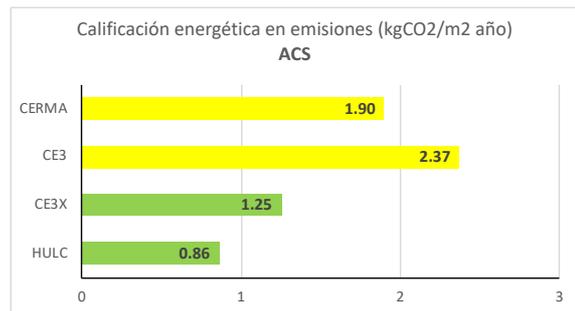
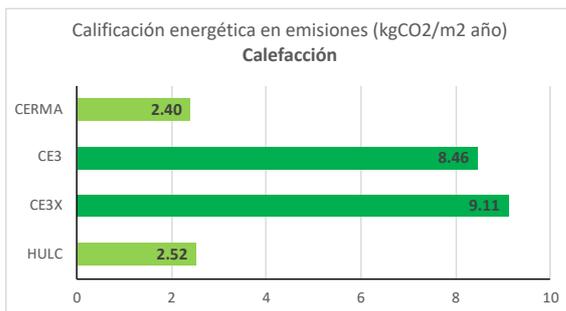
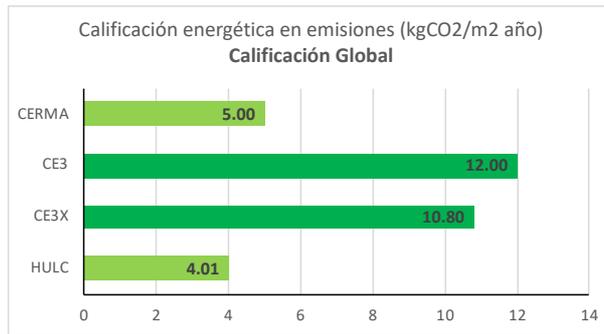
- EQUIPOS

Para terminar de definir el edificio, introducimos los sistemas de climatización y ACS. La calefacción y refrigeración serán equipos unizona con rendimiento estacional conocido, mientras que el sistema de ACS contará con una bomba de calor aire-agua:

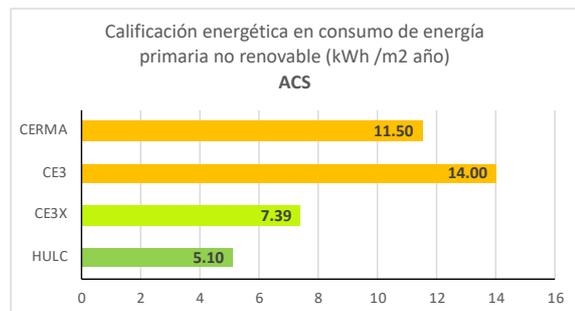
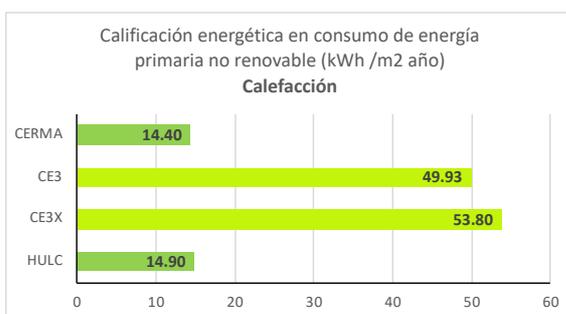
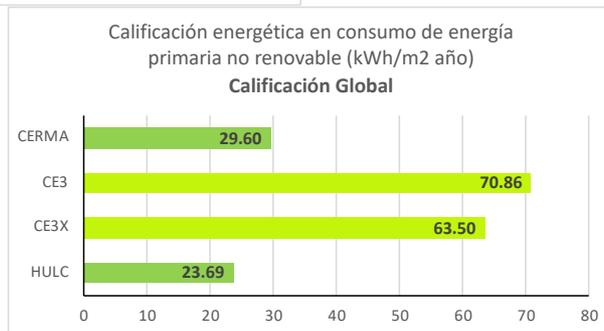
- Rendimiento de calefacción (SPF): 4.68
- Rendimiento de refrigeración: 5.8
- Potencia nominal de ACS: 133.3 kW
- Consumo nominal de ACS: 27 kW
- Volumen de acumulación: 2500 litros
- Temperatura de acumulación de alta: 60 °C
- Temperatura de acumulación de baja: 50 °C

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 1.4 Bloque de viviendas en CERMA

6.1.f. Comparativa



Sin resultados de iluminación



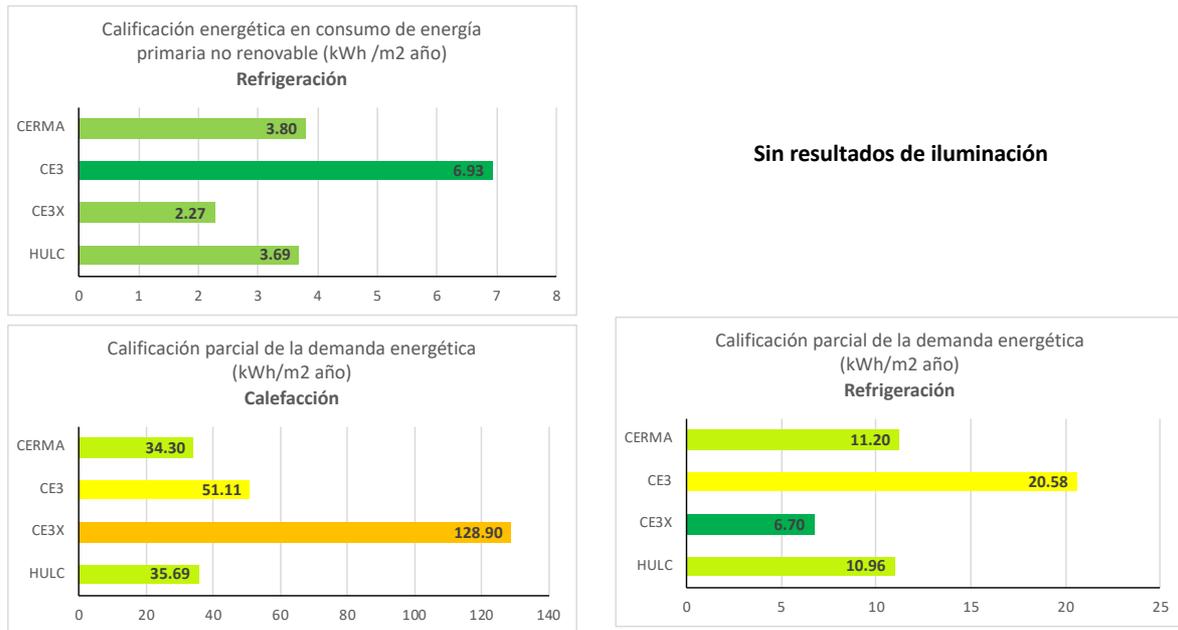


Imagen 2. Resultados de la certificación del bloque de viviendas

Se puede apreciar una desviación en los resultados de ACS de las herramientas CE3 y CERMA, seguramente debido a que no se tiene en cuenta correctamente la producción de ACS mediante la bomba de calor.

Analizando los datos introducidos en CE3, podemos observar que se indicó un rendimiento de los sistemas de calefacción y ACS de 2.00, cuando el rendimiento estacional real de la bomba de calor geotérmica calculado es de 4.68. Dado que el propio programa limita este valor, indicaremos un porcentaje de energía solar (o renovable) que satisfaga la demanda total de ACS. Según la Directiva 2009/28/CE, el porcentaje de calor renovable se puede calcular como:

$$Q_{\text{RENOVABLE}} = Q_{\text{TOTAL}} \cdot (1 - 1/\text{SPF}) \quad 9)$$

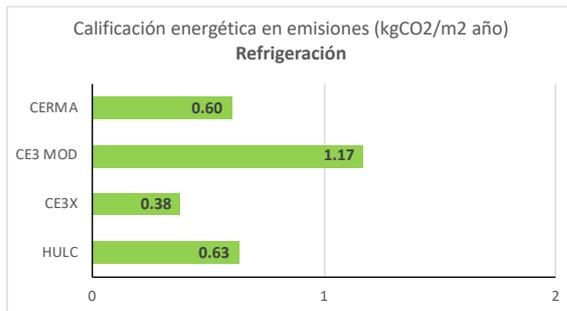
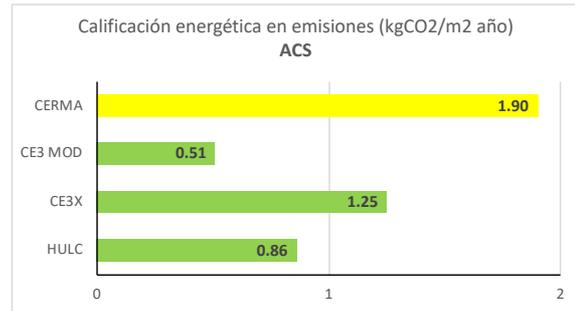
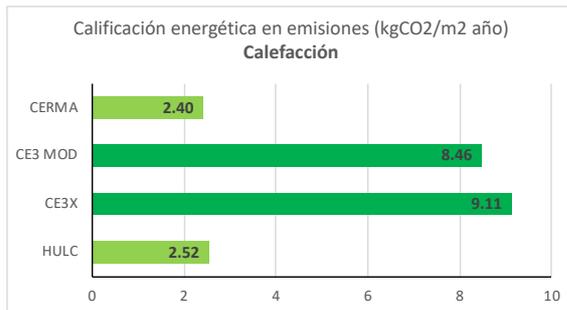
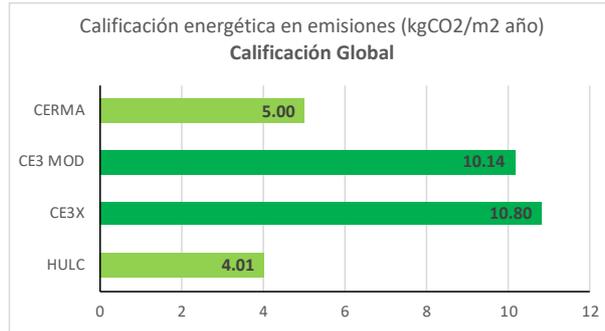
Por lo que el porcentaje de renovable sobre el total será:

$$Q_{\text{RENOVABLE}} = (1 - 1/\text{SPF}) \quad 10)$$

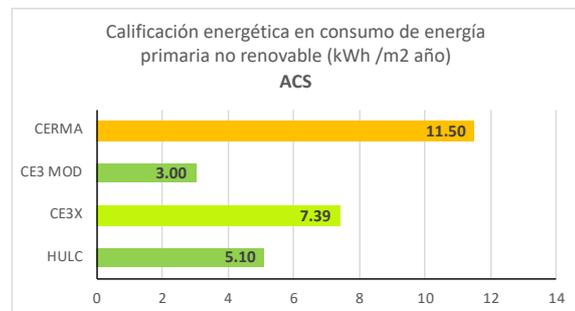
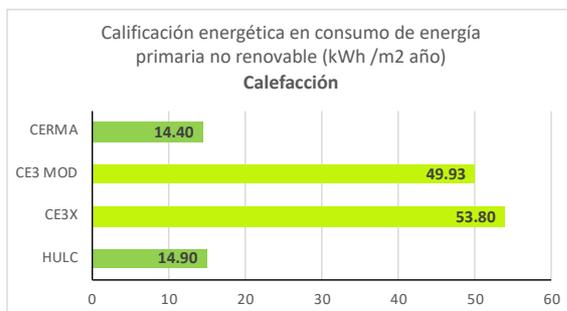
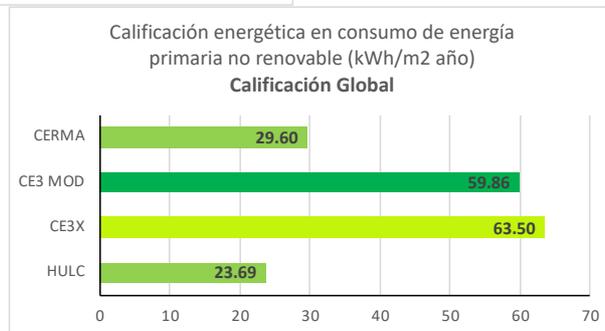
Sustituyendo el valor del SPF (Seasonal Performance Factor o rendimiento medio estacional) obtenemos un porcentaje de renovable del 78.6%, por lo que lo indicamos en CE3.

En cuanto a CERMA, el rendimiento de la bomba de calor de ACS se indicó correctamente y no se realizarán modificaciones.

Los resultados finales con la modificación de CE3 se muestran a continuación:



Sin resultados de iluminación



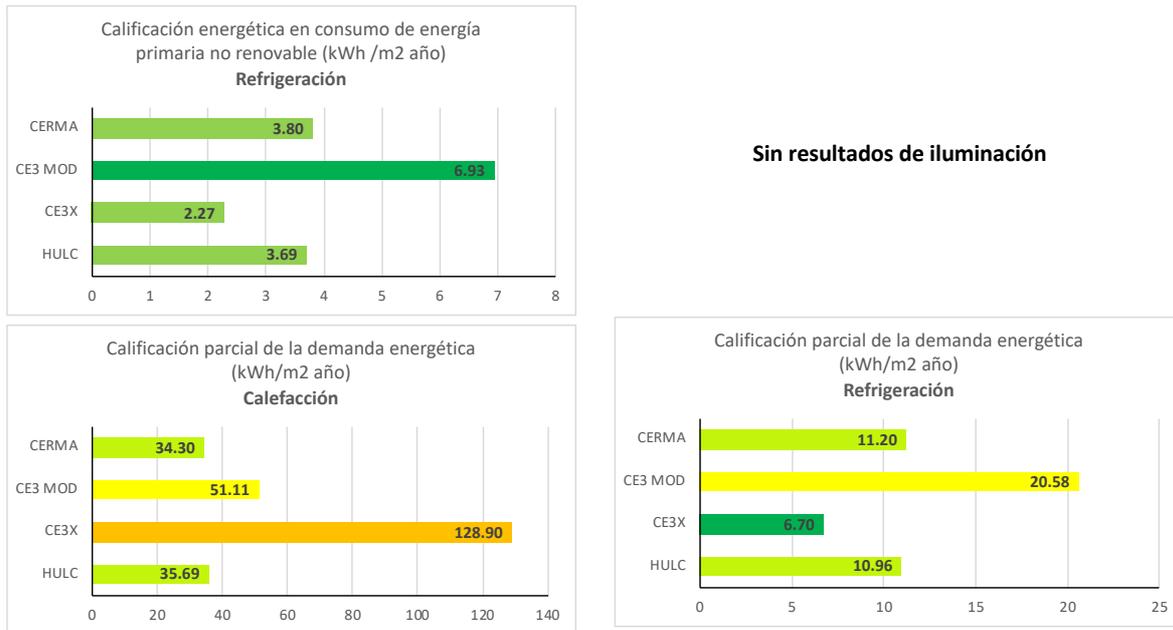


Imagen 3. Resultados de la certificación del bloque de viviendas (modificación CE3)

Se puede observar como mejoran las calificaciones de consumo de energía primaria no renovable y de emisiones de CO₂ en CE3 debido a la incorporación de la cobertura solar. Incluso proporciona una mejor calificación que HULC en los valores de ACS.

Como conclusión, se puede extraer que ninguno de los programas que emplean el método simplificado mejoran las calificaciones globales de emisiones de CO₂ y de consumo de energía primaria no renovable obtenidas mediante HULC.

Si que se obtienen mejores calificaciones mediante el uso de la herramienta CERMA en parámetros concretos como las emisiones de calefacción o refrigeración, o el consumo de energía primaria no renovable en calefacción, pero se trata de variaciones muy pequeñas respecto a las de HULC.

Resulta interesante que el CE3, pese a las simplificaciones que considera la propia herramienta, la calificación sólo varíe en una letra, siendo los resultados admisibles.

Por último, el CE3X, con el que se obtienen las peores calificaciones, variando en una letra para las emisiones de CO₂ y en dos para el consumo de energía primaria no renovable. Esto resulta interesante, pues esta herramienta es de las más utilizadas por los técnicos habilitados para realizar la calificación energética de edificios, principalmente de carácter residencial, y en cambio proporciona los peores resultados.

6.2. Vivienda unifamiliar

6.2.a. Descripción del edificio. Datos de partida

El siguiente edificio se trata de una vivienda unifamiliar construida en 2017 y situado en la Avenida Cerro de San Pedro de Fresno Norte, de la localidad de San Sebastián de los Reyes, Madrid.

El edificio es de uso exclusivo residencial, siendo el horario de ocupación de 24 horas al año durante todos los días del año. Consta de 5 dormitorios, por lo que según la Tabla 1 se estima una ocupación de 6 personas.

Consta de tres plantas interconectadas mediante una escalera. En la planta sótano se encuentra situado el garaje, el trastero, la sala de máquinas y el distribuidor. En la planta baja el salón-comedor, la cocina, un cuarto de baño un dormitorio y el despacho, además del recibidor. Finalmente en la planta alta tenemos cuatro habitaciones, tres cuartos de baño, el distribuidor y un vestidor.

En cuanto a los cerramientos, tenemos los siguientes datos:

CERRAMIENTOS VERTICALES

Fachada	U = 0.27 W/m²K
½ pie de LM métrico	
10 mm. Mortero de cemento	
80 mm. MW Lana mineral 0.040 W/mK	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 15. Cerramiento de fachada

Separación entre garaje y vivienda (Planta sótano)	U = 0.56 W/m²K
15 mm. Mortero de cemento	
½ pie de LP métrico	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 16. Cerramiento de separación entre garaje y vivienda

Medianera	U = 0.32 W/m²K
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
½ pie de LP métrico	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 17. Cerramiento de medianera

Muro en contacto con el terreno (Planta sótano)	U = 0.60 W/m²K
250 mm. Hormigón armado	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 18. Cerramiento de muro en contacto con el terreno

Tabique interior	U = 0.59 W/m²K
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
15 mm. Placa de yeso laminado	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 19. Cerramiento de tabique interior

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Cubierta	U = 0.20 W/m²K
60 mm. Arena y grava	
120 mm. XPS expandido con CO2 0.034 W/mK	
15 mm. Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	
80 mm. Hormigón curado en autoclave	
300 mm. FR con entrevigado de hormigón aligerado	
50 mm. Cámara de aire sin ventilar	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 20. Cerramiento de cubierta

Forjado interior	U = 0.74 W/m²K
15 mm. Gres calcáreo	
60 mm. Mortero de cemento	
20 mm. EPS Poliestireno expandido 0.029 W/mK	
300 mm. FR con entrevigado de hormigón aligerado	
50 mm. Cámara de aire sin ventilar	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 21. Cerramiento de forjado interior

Suelo en contacto con el terreno (Planta sótano y baja)	U = 0.29 W/m²K
15 mm. Gres calcáreo	
60 mm. Mortero de cemento	
20 mm. EPS Poliestireno expandido 0.029 W/mK	
15 mm. Hormigón armado	
80 mm. XPS expandido con CO2 0.034 W/mK	
200 mm. Arena y grava	

Tabla 22. Cerramiento de suelo en contacto con el terreno

Suelo planta baja (sobre la planta sótano)	U = 0.40 W/m²K
10 mm. Gres calcáreo	
60 mm. Mortero de cemento	
20 mm. EPS Poliestireno expandido 0.029 W/mK	
40 mm. EPS Poliestireno expandido 0.029 W/mK	
300 mm. FR con entrevigado de hormigón aligerado	

Tabla 23. Cerramiento de suelo planta baja

Terraza transitable	U = 0.19 W/m²K
20 mm. Gres calcáreo	
70 mm. Mortero de cemento	
120 mm. XPS expandido con CO2 0.034 W/mK	
15 mm. Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	
80 mm. Hormigón curado en autoclave	
300 mm. FR con entrevigado de hormigón aligerado	
50 mm. Cámara de aire sin ventilar	
15 mm. Placa de yeso laminado	

Tabla 24. Cerramiento de terraza transitable

Voladizo	U = 0.33 W/m²K
15 mm. Gres calcáreo	
60 mm. Mortero de cemento	
20 mm. Poliestireno expandido 0.029 W/mK	
300 mm. FR con entrevigado de hormigón aligerado	
60 mm. XPS expandido con CO2 0.034 W/mK	
50 mm. Cámara de aire sin ventilar	
6 mm. Aluminio	

Tabla 25. Cerramiento de voladizo

HUECOS

Puertas y ventanas	
Permeabilidad del aire	27 – 60 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 4 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 2 W/m ² K
Factor solar	F = 0.7

Tabla 26. Datos de las puertas y ventanas de la vivienda

Lucernario	
Permeabilidad del aire	27 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 3.5 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 2.2 W/m ² K
Factor solar	F = 0.7

Tabla 27. Datos del lucernario de la vivienda

En cuanto al sistema de climatización, la vivienda dispone de los siguientes elementos:

- Producción de calor mediante una caldera de condensación.
- Distribución mediante suelo radiante.
- Sistema de refrigeración mediante bombas de calor aire-aire.
- Suministro de ACS mediante la caldera de condensación, con un sistema de paneles solares que cubre el 50% de la demanda total.

Los equipos utilizados son los siguientes:

- CALDERA DE CONDENSACIÓN
 - Potencia de calefacción: 26.5 kW
 - Rendimiento (80/60 °C): 98.2 %

 - Potencia de ACS: 30 kW
 - Rendimiento (80/60 °C): 98.2 %

- BOMBA DE CALOR AIRE-AIRE (Planta baja y planta alta)
 - Potencia de calefacción: 7 kW
 - Potencia absorbida: 1.93 kW
 - COP: 3.63
 - SCOP: 4.00

 - Potencia de refrigeración: 5.7
 - Potencia absorbida: 1.67
 - EER: 3.41
 - SEER: 5.6

La ocupación de la vivienda se ha estimado en 6 personas, por lo que considerando un consumo de 28 litros/persona al día según la Tabla 10, obtenemos un consumo total de 168 litros al día. La instalación posee un acumulador solar de 250 litros, siendo la temperatura de acumulación de 60 °C.

6.2.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER

Los datos de entrada son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la localidad de San Sebastián de los Reyes para que el programa sepa a qué zona climática pertenece el edificio (D3).

También establecemos la normativa vigente de edificación (CTE HE 2013), la normativa vigente de instalaciones térmicas (RITE 2013) y el año de construcción (posterior a 2013).

- DATOS GENERALES

En este apartado indicamos que queremos realizar únicamente la certificación de un edificio existente, y que es una vivienda unifamiliar.

Como no se ha ensayado la estanqueidad del edificio se aceptan el valor de ventilación por defecto de 0.63 renovaciones por hora.

- CERRAMIENTOS

Creamos los cerramientos a partir de la información que hemos visto anteriormente. Utilizaremos los mismos materiales para lograr la misma transmitancia térmica U.

HUECOS

Los materiales de los huecos coinciden con los de proyecto, ya que de igual forma que ocurre con los cerramientos, estos estaban ya definidos dentro de HULC. En cuanto a la absortividad del marco, esta es de 0.7 según aparece en la memoria.

La permeabilidad de las ventanas se ha establecido en $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, mientras que la de las puertas es de $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ al ser este el valor por defecto. La permeabilidad del lucernario es la misma que la de las ventanas.

- PLANOS DEL EDIFICIO

La vivienda unifamiliar corresponde a una urbanización de chalets adosados, de la cual se tienen todos los planos en AutoCAD. El objetivo es certificar una sola vivienda, por lo que seleccionamos una cuyas fachadas estén orientadas directamente hacia los puntos cardinales, de forma que la introducción de datos sea más sencilla en todas las herramientas de simulación. Debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los planos son de los adosados, es decir, dos viviendas unifamiliares unidas y simétricas. Separamos dichas viviendas de forma que uno de sus laterales sea la medianera.
- La escalera se ha introducido en cada una de las plantas como un espacio habitable. No se trata de un espacio que vaya desde la planta sótano hasta la planta alta.
- En la planta sótano únicamente se considera acondicionado el distribuidor. El resto de espacios son no acondicionados: garaje, trastero, sala de máquinas y escalera.

- La planta sótano está a dos alturas. Para simplificarlo se crea toda la planta a una cota de -3 metros.

La superficie construida del edificio es de 260.5 m², mientras que la superficie habitable es de 205.5 m². Los planos del edificio se pueden ver en Anexos, en el Documento nº3: Planos.

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Se asignan los cerramientos creados a cada elemento constructivo del edificio.

Hay que destacar que la cubierta enterrada corresponde con el cerramiento de suelo de la planta baja, ya que justo encima se encuentra situado el porche de la entrada de la vivienda.

En cuanto a los huecos, las ventanas tienen longitudes variables, desde las más pequeñas para los baños hasta el ventanal más grande del salón. Las puertas en cambio tienen todas el mismo ancho. Del mismo modo que en el edificio anterior, supondremos 1.1 metros para la altura de las ventanas y 2 metros para la de las puertas. Además consideraremos que las ventanas están a 1 metro del suelo. No hay datos de retranqueo por lo que se considera nulo. En el resto de herramientas se mantendrán estos parámetros.

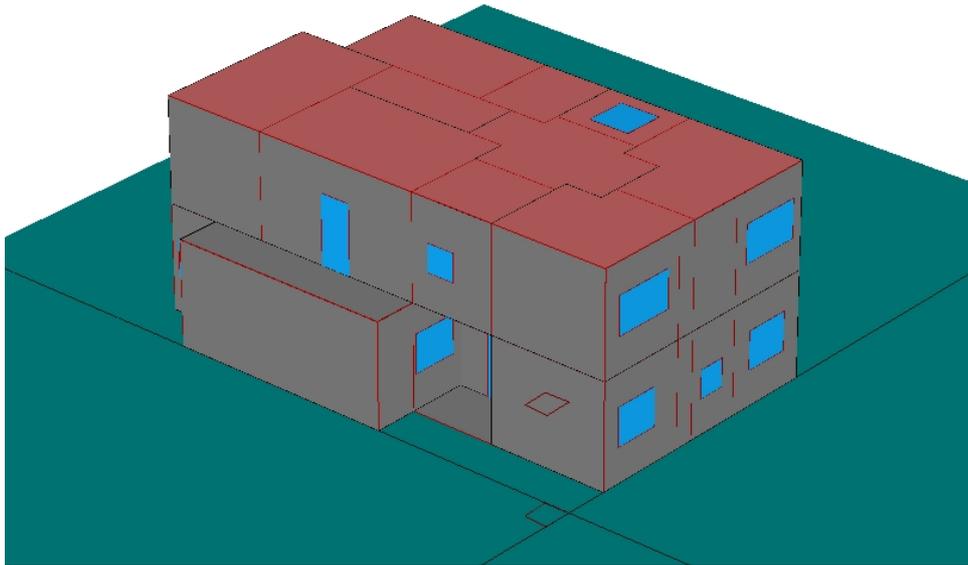


Imagen 4. Vivienda unifamiliar creada en HULC

- CLIMATIZACIÓN

En primer lugar introducimos el sistema mixto de calefacción y ACS mediante la caldera de condensación. Para llevar a cabo la climatización de la vivienda debemos asignar un radiador, que en este caso representa el suelo radiante de la vivienda, a cada zona calefactada según aparece en la memoria de proyecto. Además se indica la potencia de calefacción de cada espacio.

En cuanto al sistema de ACS introducimos los siguientes datos:

- Fracción cubierta por el sistema solar térmico: 50 %
- Volumen del depósito de acumulación: 250 litros.
- Demanda diaria de ACS: 168 litros.
- Temperatura de utilización: 50 °C.

Para la refrigeración creamos un sistema de climatización unizona con las bombas de calor aire-aire para cada espacio acondicionado. Se divide la potencia de cada equipo entre la superficie total a la que suministran para calcular la potencia por metro cuadrado, y después se multiplica por la superficie de cada espacio. El caudal de refrigeración es el de proyecto.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 2.1 Vivienda unifamiliar en HULC

6.2.c. CE3X

Los datos de entrada a esta herramienta son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Seleccionamos la provincia de Madrid y la localidad de San Sebastián de los Reyes, de forma que la zona climática queda definida (D3).

- DATOS GENERALES

Indicamos la normativa vigente de edificación (CTE 2013) y el año de construcción (2017). También el tipo de edificio, una vivienda unifamiliar.

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Introducimos la superficie útil habitable, que está constituida por el distribuidor de la planta sótano y la totalidad de las plantas baja y alta, siendo por tanto de 205.4 m².

Indicamos la altura de las plantas (3 metros) y el número de plantas habitables (3 plantas).

La ventilación del inmueble se fija en 0.63 renovaciones/hora al igual que en el programa anterior, y la demanda de ACS en 128 litros.

Por último, hay que indicar la masa de las particiones internas, por lo que tomamos el cerramiento de 'Forjado intermedio' y calculamos su densidad superficial, obteniendo un valor de 586.77 kg/m². Como podemos ver es superior a 500 kg/m², por lo que seleccionamos pesada.

Para introducir la medianera en el apartado de envolvente térmica será necesario indicar también su densidad superficial, obteniendo un valor de 183.78 kg/m², siendo en este caso ligera.

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Dividimos el edificio objeto por plantas según su superficie útil habitable:

- Planta sótano: 4.2 m².
- Planta baja: 102.3 m².
- Planta alta: 98.9 m².

La suma de las superficies da como resultado la superficie total habitable de la vivienda, 205.4 m².

Definimos los cerramientos exteriores del edificio mediante la librería de materiales: fachada, cubierta, terraza transitable y voladizo.

Por otro lado, los cerramientos definidos directamente con la transmitancia térmica son:

- Separación entre el distribuidor de la planta baja y el garaje, correspondiente al cerramiento de 'Garaje-Vivienda'. $U = 0.56 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Separación entre el distribuidor de la planta baja y el resto de los espacios no habitables que conforman el sótano, correspondiente al cerramiento de 'Tabique interior'. $U = 0.59 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Separación entre las dos viviendas unifamiliares adosadas, correspondiente al cerramiento de 'Medianera'. Como se ha mencionado en el apartado anterior es

necesario indicar la densidad superficial, siendo esta ligera. Únicamente se introduce la medianera en la planta baja y alta, ya que según la herramienta la medianera sólo separa espacios habitables, no siendo el caso de la planta sótano.

- El suelo en contacto con el terreno también se introduce directamente con su transmitancia térmica, pero no se puede indicar su valor, siendo por defecto $U = 0.27 \text{ W/m}^2\text{K}$

A continuación se indican las áreas del suelo en contacto con el terreno, que corresponden a las superficies habitables de las plantas sótano y baja:

- Planta sótano: 5.17 m^2
- Planta baja: 47.54 m^2

Es necesario indicar la orientación de las fachadas, por lo que las agrupamos según corresponda.

La separación entre del garaje y del resto de espacios no habitables (N/H) también ha de indicarse, dado que necesitamos conocer su longitud para que el programa calcule la superficie de separación entre estos espacios.

Finalmente introducimos la superficie de las cubiertas:

- Planta baja: 7.94 m^2
- Planta alta: 98.90 m^2

Dónde la cubierta de la planta baja corresponde con la terraza transitable.

Para introducir los huecos creamos los materiales para ventanas y puertas por un lado ($U_{\text{vidrio}} = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{marco}} = 4 \text{ W/m}^2\text{K}$) y del lucernario por otro ($U_{\text{vidrio}} = 2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{marco}} = 3.5 \text{ W/m}^2\text{K}$). En todos los casos la absortividad es 0.7. Se han mantenido los valores de proyecto. Por último se realiza la distribución a partir de los planos y se introducen los datos en la herramienta.

- INSTALACIONES

Finalmente definimos el sistema de climatización de la vivienda.

Es posible definir de forma conjunta el equipo mixto de calefacción y ACS. Los datos de la instalación son los siguientes:

- Rendimiento medio estacional de ACS: 98.2%
- Rendimiento medio estacional de calefacción: 98.2%
- Depósito de acumulación de ACS: 250 litros
- Temperatura de alta de acumulador: $60 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura de baja de acumulador: $50 \text{ }^\circ\text{C}$

Para el equipo de refrigeración debemos distinguir entre la planta baja y planta alta, variando únicamente la superficie climatizada, ya que las características de los equipos son los mismos:

- Tipo de generador: Máquina frigorífica con electricidad
- Rendimiento medio estacional: 5.6 (560%)
- Superficie de la planta baja refrigerada: 79.8 m²
- Superficie de la planta alta refrigerada: 54.5 m²

Por último, añadimos la contribución energética solar a ACS, que es del 50%.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 2.2 Vivienda unifamiliar en CE3X

6.2.d. CE3

Los datos de entrada son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la Comunidad Autónoma (Madrid), la provincia (Madrid) y la localidad (San Sebastián de los Reyes).

Seleccionamos 'Otro' en normativa vigente de edificación y normativa vigente de instalaciones térmicas, ya que el programa no tiene definidos por defecto ni el CTE 2013 ni el RITE 2013.

- DATOS GENERALES

Indicamos que se trata de una vivienda unifamiliar y que el año de construcción es posterior a 2013. Además, elegimos certificado energético del estado actual del edificio. La zona climática es la D3. Se acepta el valor de ventilación por defecto de 0.63 renovaciones por hora, igual que en el resto de herramientas.

Finalmente elegimos el método 'Por superficies y orientaciones' para introducir los datos relativos a la definición geométrica del edificio.

- DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

Seleccionamos la pestaña 'Por usuario (información detallada)' para crear los cerramientos del edificio a partir de materiales.

Para definir la composición de los huecos simplemente seleccionamos los materiales de proyecto y creamos la puerta, ventana y lucernario.

- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Para definir el edificio por superficies y orientaciones se divide el edificio en diferentes espacios:

- Espacio 1: Planta sótano
- Espacio 2: Planta baja
- Espacio 3: Planta alta

La superficie de cada espacio es la misma que la indicada en CE3X. A continuación se indica dónde se encuentran situados los espacios respecto al ENH y el cerramiento de separación:

- Planta sótano: junto a ENH (Garaje-Vivienda).
- Planta baja: sobre terreno y ENH (Suelo planta baja) y bajo cubierta (Terraza transitable).
- Planta alta: sobre el aire (Vuelos) y bajo cubierta (Cubierta).

Para cada espacio se indica el número de fachadas que dan al exterior, así como su orientación, superficie, porcentaje de hueco en caso de que lo hubiera y la composición de dicho hueco. Sumando todas las longitudes por orientación y tipo de hueco, y multiplicando por la altura de la planta obtenemos las superficies de las fachadas.

En la planta sótano se indica la superficie de separación entre el espacio habitable que corresponde al distribuidor y el resto de espacios no habitables (ENH). Hay que destacar que en esta herramienta no podemos indicar que la separación con el EHH está constituida por dos cerramientos distintos ('Vivienda-Garaje' y 'Tabique interior') como si podíamos indicar en las anteriores. Se ha seleccionado el primero de ellos.

Finalmente calculamos el porcentaje de huecos a partir de la superficie de estos que se introdujo en CE3X. El porcentaje del lucernario situado en la cubierta de la planta alta también ha de indicarse, y corresponde a un 1.45% de la superficie total.

- SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

Definimos el sistema de climatización de la vivienda. Se introducen los siguientes datos:

- Potencia de calefacción: 30 kW
- Rendimiento nominal de calefacción: 98.2%
- Potencia de refrigeración: 11.4 kW (2 equipos)
- Rendimiento estacional de refrigeración (EER): 5.6
- Potencia de ACS: 30 kW
- Rendimiento de ACS: 98.2%
- Demanda de ACS: 168 litros
- Porcentaje de energía solar: 50%

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 2.3 Vivienda unifamiliar en CE3

6.2.e. CERMA

Los datos de entrada son los siguientes:

- TÍTULO

Indicamos que se trata de un edificio existente.

Seleccionamos la provincia (Madrid) y el municipio (San Sebastián de los Reyes). La Comunidad Autónoma (Madrid), la latitud y la zona climática (D3) las establece el programa automáticamente.

- GLOBAL

Se indica que se trata de una vivienda unifamiliar, con dos plantas sobre rasante y una bajo rasante.

La superficie habitable es de 205.4 m², y el volumen total considerando una altura de 3 metros es de 781.3 m³.

La clase de higrometría es 3 (55 %) dado que no se prevé una alta producción de humedad. El número de renovaciones hora es 0.63 como en las demás herramientas.

- MUROS

Creamos los cerramientos de los muros, es decir, el muro en contacto con el terreno, separación garaje-vivienda, fachada, medianera y tabique interior.

La fachada principal que vamos a considerar es la Oeste, ya que es donde está situada la entrada a la vivienda.

En el apartado 'Otros muros tipo 1' introducimos la separación entre la parte habitable de la planta sótano (distribuidor) y la parte no habitable (garaje y demás zonas). Para ello introducimos los siguientes datos:

- Cerramiento entre la vivienda y el ENH: Garaje-Vivienda
- Superficie entre la vivienda y el ENH: 9.3 m²
- Cerramiento entre el ENH y el exterior: Muro en contacto con el terreno
- Superficie entre el ENH y el exterior: 0 m² (hay que descontar las superficies que dan al terreno u otro local)

- CUBIERTAS

Creamos los cerramientos de cubierta y de la terraza. Las superficies de las fachadas son:

- Planta baja: 7.9 m²
- Planta alta: 98.9 m²

- SUELOS

Definimos los cerramientos que actúan como suelo, es decir, el suelo en contacto con el terreno, el suelo de la planta baja y el forjado intermedio.

El primer tipo de suelo es el que está en contacto con el terreno en el sótano, es decir, el que corresponde al distribuidor, por lo que introducimos lo siguiente:

- Área: 4.2 m²
- Profundidad: 3 m
- Perímetro exterior: 8.2 m
- Cerramiento: Suelo contacto terreno

El siguiente suelo también está en contacto con el terreno, pero corresponde a la planta baja, por lo que la profundidad será cero. En este caso es necesario indicar el aislamiento del suelo como vimos anteriormente, así como su resistencia térmica. Calculada del mismo modo que en el caso de la vivienda unifamiliar, se muestran a continuación todos los datos introducidos:

- Área: 47.5 m²
- Profundidad: 0 m
- Perímetro exterior: 33.2 m
- Cerramiento: Suelo contacto terreno
- Aislamiento: continuo
- R_a: 0.53

En 'Otros suelos tipo 1' escribimos la superficie de suelo que separa la planta baja del sótano y está en contacto con un ENH:

- Cerramiento entre la vivienda y el ENH: Suelo planta baja
- Superficie entre la vivienda y el ENH: 55 m²
- Cerramiento entre el ENH y el exterior: Muro en contacto con el terreno
- Superficie entre el ENH y el exterior: 0 m² (hay que descontar las superficies que dan al terreno u otro local)

Indicamos la superficie de suelo en contacto con el aire exterior, que corresponde al voladizo de la primera planta:

- Superficie: 4.3 m²
- Cerramiento: Voladizo

Finalmente se indica que el cerramiento de separación entre unidades del mismo uso es el de 'Forjado interior'.

- HUECOS

Creamos los huecos de la vivienda (ventanas, puertas y lucernario) indicando sus características por ese orden:

- Transmitancia térmica del vidrio: 2 W/m²K
- Transmitancia térmica del marco: 4 W/m²K
- Porcentaje de marco: 35%
- Permeabilidad: 27 m³/hm²

- Transmitancia térmica del vidrio: 2 W/m²K
- Transmitancia térmica del marco: 4 W/m²K
- Porcentaje de marco: 35%
- Permeabilidad: 60 m³/hm²

- Transmitancia térmica del vidrio: 2.2 W/m²K
- Transmitancia térmica del marco: 3.5 W/m²K
- Porcentaje de marco: 30%
- Permeabilidad: 27 m³/hm²

En todos los casos el factor solar es de 0.7.

Finalmente se indica el número de huecos de cada tipo para cada orientación. El lucernario se asigna a la orientación horizontal, correspondiente a la cubierta.

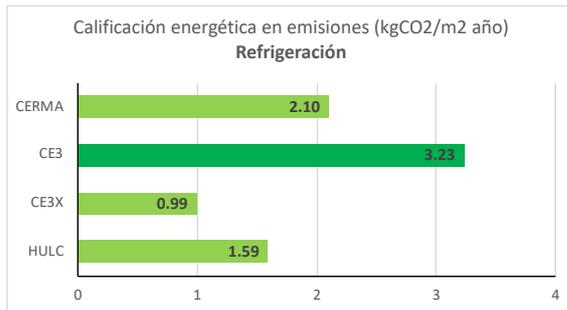
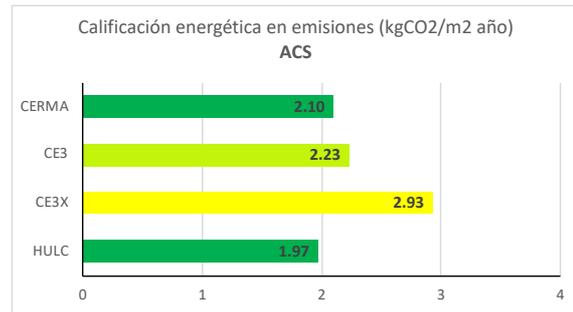
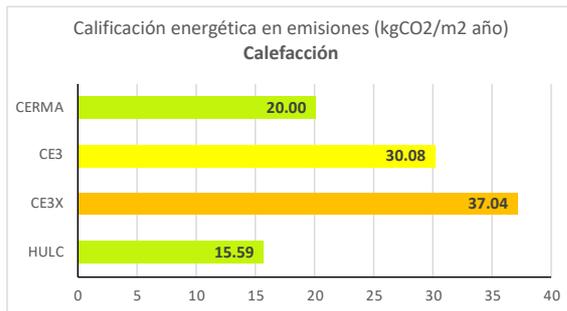
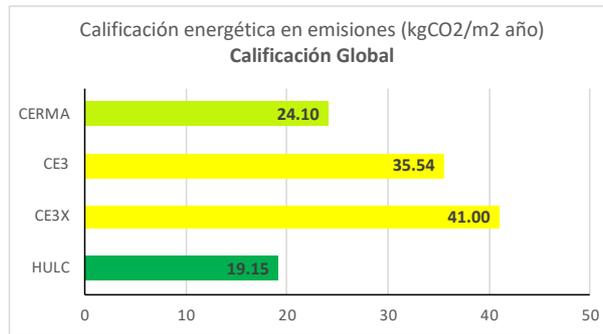
- EQUIPOS

Por último, se introducen los sistemas de climatización y ACS. La calefacción y ACS van de forma conjunta:

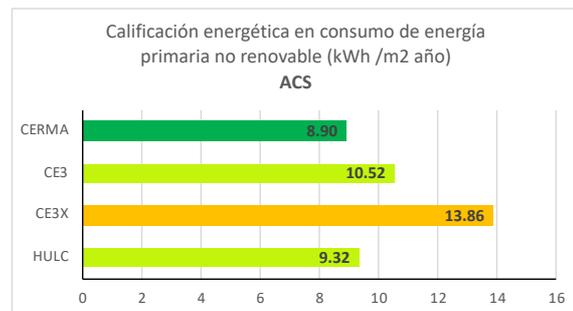
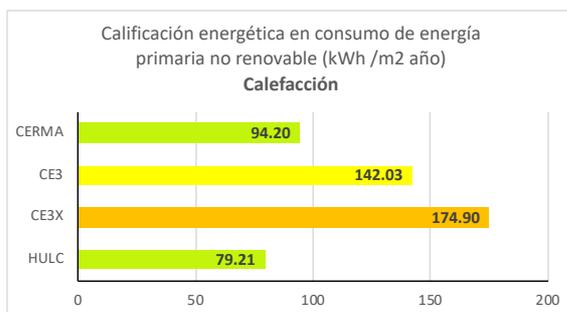
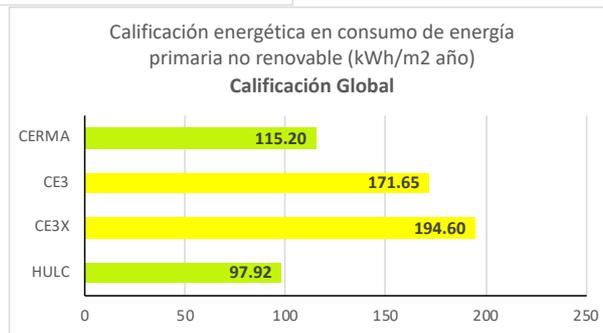
- Potencia de calefacción y ACS: 30 kW
- Rendimiento de calefacción: 98 %
- Volumen de acumulación: 250 litros
- Temperatura de acumulación de alta: 60 °C
- Temperatura de acumulación de baja: 50 °C
- Potencia de refrigeración: 5.7 kW (2 equipos).
- Consumo de refrigeración: 1.7 kW por planta.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 2.4 Vivienda unifamiliar en CERMA

6.2.f. Comparativa



Sin resultados de iluminación



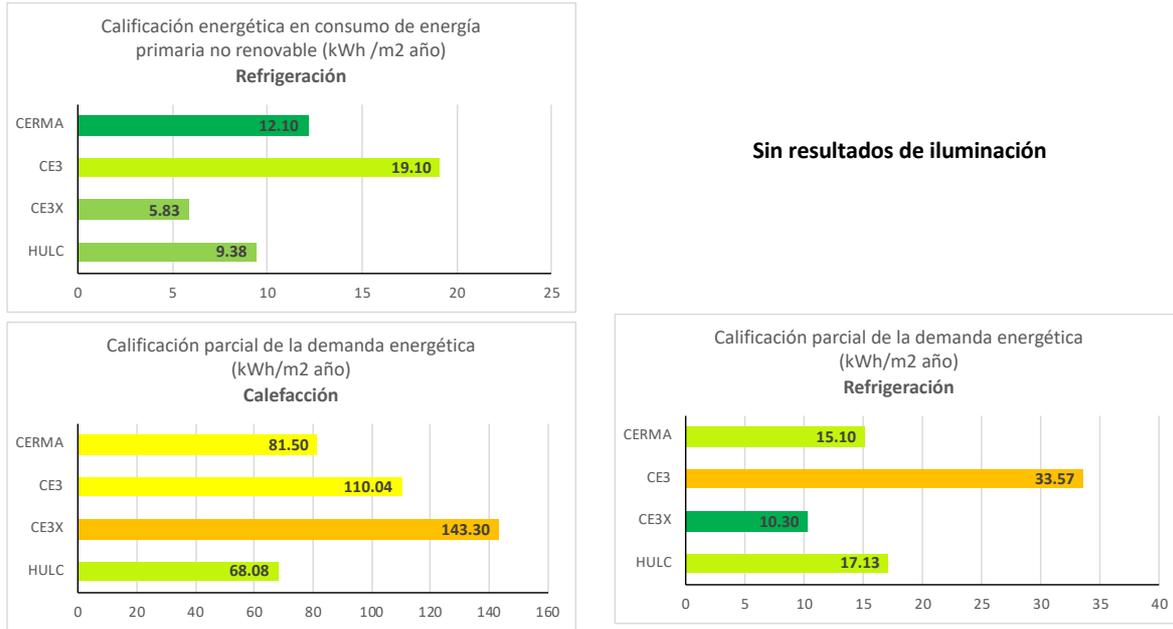


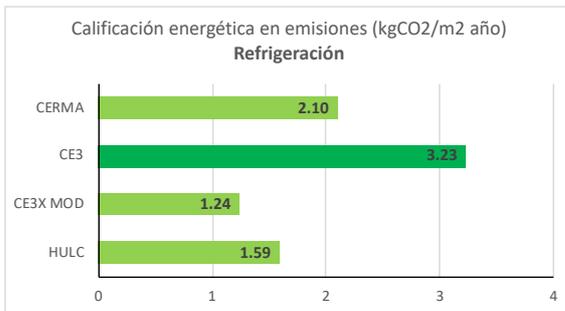
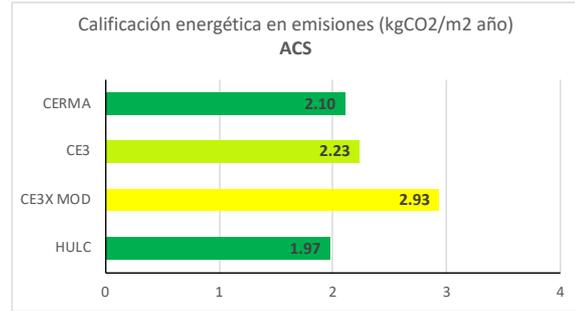
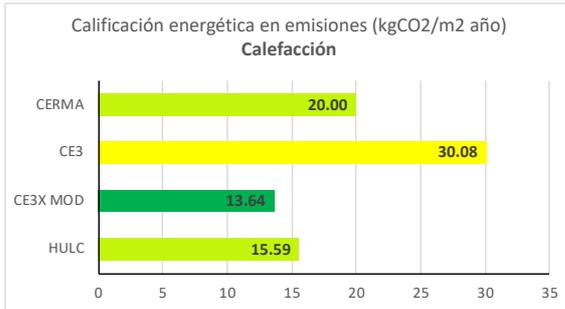
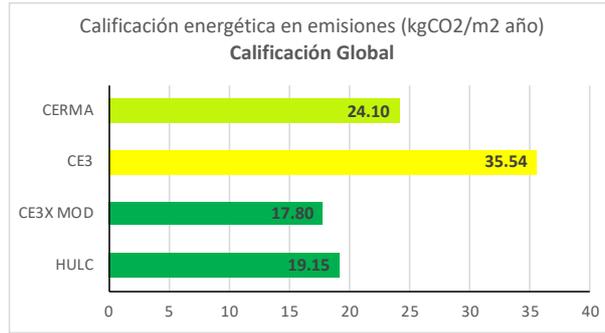
Imagen 5. Resultados de la certificación de la vivienda unifamiliar

Se puede apreciar una gran diferencia en los resultados de calefacción obtenidos con la herramienta CE3X si los comparamos con los de HULC.

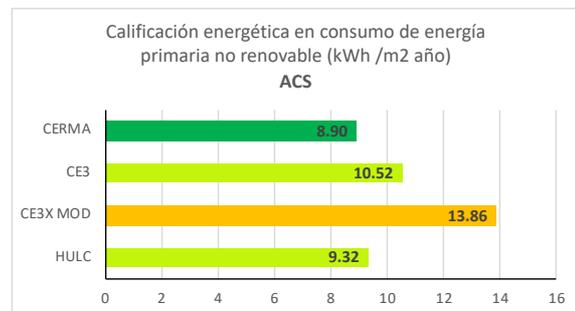
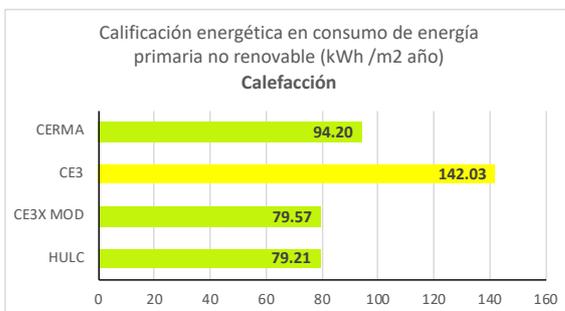
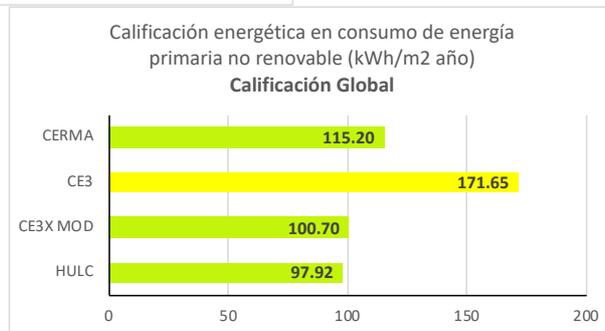
Se analizaron en un primer lugar los cerramientos constructivos del sótano de la vivienda, ya que se pensaba que ese incremento de demanda de calefacción podía deberse a que las paredes en contacto con el terreno no tenían la transmitancia térmica correcta. Sin embargo, tras incrementarse el espesor, se seguía obteniendo una calificación similar.

El siguiente paso fue modificar los equipos de calefacción asignados para cubrir la demanda de calefacción. En HULC, la herramienta toma por defecto las bombas de calor como sistema principal para cubrir las necesidades de climatización, mientras que en CE3X debemos indicar qué sistema es el encargado de cubrir cada demanda. En este caso, la caldera estaba cubriendo todas las necesidades de calefacción, por lo que, al tener un rendimiento inferior, mostraba una peor calificación. Se ha solucionado indicando que las bombas de calor cubren el 100% de la demanda y la caldera el 0%, utilizándose únicamente para el ACS.

Los resultados finales con la modificación de CE3 se muestran a continuación:



Sin resultados de iluminación



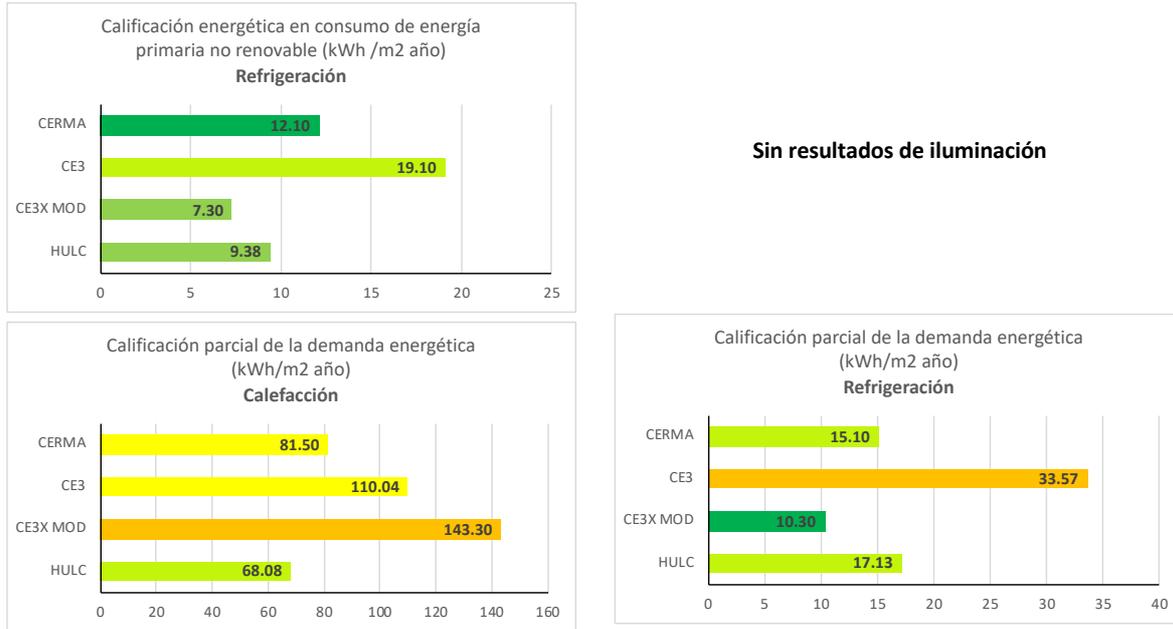


Imagen 6. Resultados de la certificación del bloque de viviendas (modificación CE3X)

Se puede observar como mejoran ampliamente las calificaciones de consumo de energía primaria no renovable y de emisiones de CO₂ en CE3X debido al cambio de los equipos encargados de cubrir la demanda de calefacción. En este último aspecto, incluso proporciona una mejor calificación que HULC.

Como conclusión, se puede extraer que sólo el CE3X tras realizar la modificación mejora la calificación global de emisiones de CO₂. De hecho, se obtienen mejores calificaciones en los parámetros de emisiones de calefacción o refrigeración y en el consumo de energía primaria no renovable de refrigeración, debido a que únicamente estamos trabajando con las bombas de calor para cubrir la demanda de climatización.

De forma similar a lo que ocurría el edificio anterior, las calificaciones obtenidas con la herramienta CERMA son muy similares a las obtenidas con HULC.

Por último, CE3 ofrece nuevamente calificaciones inferiores a HULC, variando en dos letras para las emisiones de CO₂ y en una para el consumo de energía primaria no renovable.

6.3. Residencia de ancianos

6.3.a. Descripción del edificio. Datos de partida.

El siguiente edificio se trata de una vivienda unifamiliar construida en 2016 y situada en la calle Maestre Racional, 20, de Zaragoza capital.

El edificio es de uso exclusivo residencial, siendo el horario de ocupación de 24 horas al día durante todos los días del año, aunque cada estancia tendrá un horario concreto como se verá en apartados posteriores.

Consta de 21 habitaciones, de las cuales 10 son dobles y 11 individuales, por lo que se estima una ocupación de 31 personas.

Tiene tres plantas interconectadas mediante una escalera y un ascensor.

La distribución de las estancias por plantas se muestra a continuación:

Planta baja	Planta primera	Planta segunda
Comedor	Dormitorios 6-15	Dormitorios 1-6
Pasillo pequeño	Aseos 6-15	Aseos 1-6
Sala de estar	Sala de estar	Pasillo
Biblioteca	Oficio limpio	Escalera
Sacristía	Baño geriátrico	Vestíbulo independiente
Capilla	Dormitorios 1-5	
Sala de instalaciones	Aseos 1-5	
Cocina	Pasillo	
Despensa	Vestíbulo independiente	
Aseos	Escalera	
Distribuidor trasero	Oficio sucio	
Sala de visitas		
Enfermería		
Pasillo grande		
Vestíbulo		
Escalera		

Tabla 28. Estancias de la residencia de ancianos

En cuanto a los cerramientos, tenemos los siguientes datos:

CERRAMIENTOS VERTICALES

Fachada	U = 0.22 W/m²K
1 pie de LP métrico	
20 mm. Mortero de cemento	
100 mm. Cámara de aire sin ventilar	
60 mm. XPS Expandido con HFC 0.025 W/mK	
½ pie de LP métrico	
40 mm. MW Lana mineral 0.031 W/mK	
15 mm. Yeso dureza media 600 < d < 900	

Tabla 29. Cerramiento de fachada

Tabique	U = 2.09 W/m²K
15 mm. Yeso dureza media 600 < d < 900	
90 mm. Tabicón de LH	
15 mm. Yeso dureza media 600 < d < 900	

Tabla 30. Cerramiento de tabique

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Solera	U = 0.39 W/m²K
20 mm. Plaqueta o baldosa de gres	
20 mm. Mortero de cemento	
20 mm. EPS Poliestireno expandido 0.046 W/mK	
100 mm. Hormigón armado 2300 < d < 2500	
80 mm. EPS Poliestireno expandido 0.046 W/mK	
20 mm. Arena y grava	

Tabla 31. Cerramiento de solera

Forjado intermedio	U = 0.53 W/m²K
20 mm. Plaqueta o baldosa de gres	
50 mm. Mortero de cemento	
20 mm. EPS Poliestireno expandido 0.037 W/mK	
300 mm. Hormigón con arcilla expandida como árido	
20 mm. Yeso dureza media 600 < d < 900	

Tabla 32. Cerramiento de forjado intermedio

Cubierta	U = 0.90 W/m²K
20 mm. Mortero de cemento o cal para albañilería	
10 mm. Cloruro de polivinilo	
20 mm. Arena y grava	
20 mm. EPS Poliestireno expandido 0.037 W/mK	
30 mm. Hormigón con arcilla expandida como árido	
50 mm. Cámara de aire sin ventilar	
20 mm. Yeso dureza media 600 < d < 900	

Tabla 33. Cerramiento de cubierta

HUECOS

Ventanas	
Permeabilidad del aire	3 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 5.7 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 1.6 W/m ² K
Factor solar	F = 0.7

Tabla 34. Cerramiento de ventanas

Puertas	
Permeabilidad del aire	60 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 2.4 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 2.8 W/m ² K
Factor solar	F = 0.7

Tabla 35. Cerramiento de puertas

En cuanto al sistema de climatización, la residencia dispone de los siguientes elementos:

- Producción de calor mediante una caldera de condensación.
- Distribución mediante radiadores de aluminio.
- Sistema VRV con bombas de calor terminales que proporciona refrigeración en verano y sirve de apoyo a la caldera en invierno.
- Suministro de ACS mediante la caldera de condensación, con un sistema de paneles solares que cubre el 60% de la demanda total.

Los equipos utilizados son los siguientes:

- CALDERA DE CONDENSACIÓN
 - o Potencia de calefacción: 113 kW
 - o Rendimiento medio estacional (80/60 °C): 93 %

 - o Potencia de ACS: 37.7 kW
 - o Rendimiento medio estacional (80/60 °C): 93 %

- SISTEMA VRV
 - o Potencia de calefacción: 36 kW
 - o Potencia absorbida: 9.11 kW
 - o COP: 3.95

 - o Potencia de refrigeración: 31 kW
 - o Potencia absorbida: 11.63 kW
 - o EER: 3.45

La ocupación de la residencia se ha estimado en 31 personas, por lo que considerando un consumo de 41 litros/persona al día según la Tabla 10 obtenemos un consumo total de 1271 litros al día. La instalación posee un acumulador solar de 1300 litros, siendo la temperatura de acumulación de 60 °C.

6.3.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER

Los datos de entrada son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la localidad de Zaragoza para que el programa sepa a qué zona climática pertenece el edificio (D3).

También establecemos la normativa vigente de edificación (CTE HE 2013), la normativa vigente de instalaciones térmicas (RITE 2013) y el año de construcción (posterior a 2013).

- DATOS GENERALES

En este apartado indicamos que se trata de un edificio de nueva construcción ya que queremos comprobar si cumple la HE1. Esto lo hacemos de cara a analizar si existen errores en la definición del edificio y para que la exportación de los datos al programa CALENER GT se realice de forma correcta. Así mismo indicamos que se trata de un edificio gran terciario.

Como no se ha ensayado la estanqueidad del edificio se acepta el valor de ventilación por defecto de 1 renovaciones por hora.

- CERRAMIENTOS

Creamos los cerramientos a partir de la información que hemos visto anteriormente. Utilizaremos los mismos materiales para lograr la misma transmitancia térmica U.

HUECOS

Los materiales de los huecos coinciden con los de proyecto, ya que de igual forma que ocurre con los cerramientos, estos estaban ya definidos dentro de HULC. En cuanto a la absortividad del marco, esta es de 0.4 para ventanas y de 0.7 para puertas según aparece en la memoria.

La permeabilidad de las ventanas se ha establecido en $3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, valor de proyecto, mientras que la de las puertas es de $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ al ser este el valor por defecto.

- PLANOS DEL EDIFICIO

Se cuentan con los planos de la residencia, por lo que creamos los espacios en AutoCAD para poder transferirlos a HULC y así construir el edificio planta por planta. Habrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El cortavientos de la planta baja se ha considerado exterior al edificio.
- La entrada trasera de la planta baja se simplifica, situándose en la fachada exterior y no estando cubierta por la planta superior.
- Todos los dormitorios y aseos se unen en un espacio conjunto, de forma que se reduce la cantidad de elementos a simular. Por un lado tendremos las habitaciones de la primera planta separadas en dos espacios, y por otro las de la segunda planta en otro espacio conjunto.

La superficie final del edificio es de 1330 m². Los planos del edificio se pueden ver en Anexos, en el Documento nº3: Planos.

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Se asignan los cerramientos a cada elemento constructivo del edificio.

En este caso, al contrario que en los edificios anteriores, ha sido necesario definir los tabiques de separación de todos los espacios habitables, dado que hay que crearlos de forma independiente para poder asignar a cada uno las condiciones operacionales y equipos de climatización correspondientes.

En cuanto a los huecos, el edificio cuenta con dos tipos de ventanas y cuatro tipos de puertas. Dado que no se tienen datos de retranqueo, suponemos que no hay en ninguno de los huecos. Disponemos de valores de alto, ancho y posición respecto al suelo, por lo que tomaremos dicha información para realizar la certificación.

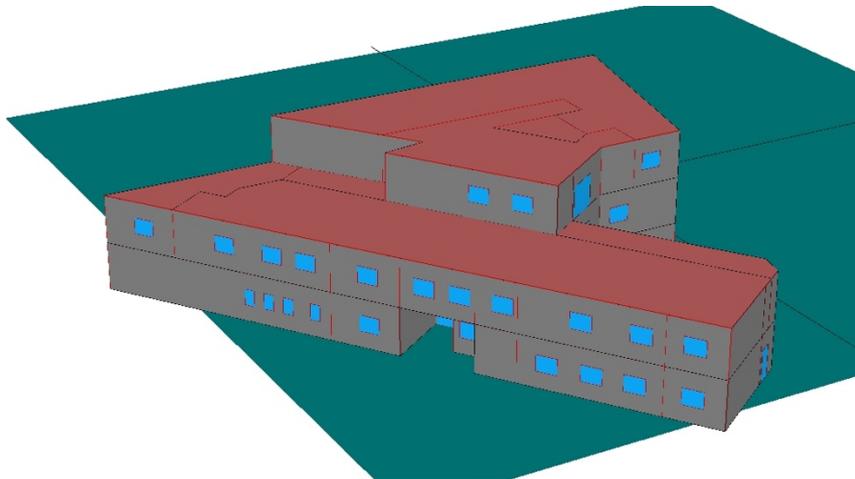


Imagen 7. Residencia creada en HULC

- CONDICIONES OPERACIONALES

Al tratarse de un edificio terciario es necesario definir las características de ocupación, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos de climatización y temperaturas mínima y máxima de confort. Todo ello para cada uno de los espacios por los que está constituido el edificio.

Para ello se elaboran los horarios operacionales, que se asignaran a cada espacio del edificio según corresponda.

Hay que destacar que en los espacios no habitables no se consideran cargas, dado que no habrá gente en ellas, ni requerirán de equipos de iluminación o climatización.

- CALENER GT

Dado que se trata de un edificio gran terciario, es necesario introducir los datos relativos a los equipos de climatización mediante la herramienta Calener GT.

El primer paso consiste en definir los componentes de cada uno de los sistemas de climatización para poder asignarlos a cada circuito según corresponda.

Para definir la residencia necesitaremos dos sistemas de producción de agua caliente, el de calefacción y el de ACS, por lo que crearemos dos bombas y dos calderas, cada una para un sistema. Aunque se trate del mismo equipo que abastece a dos circuitos distintos, es necesario crearlos por duplicado, porque en Calener GT no es posible asignar un mismo elemento a dos circuitos distintos.

Las características de la bomba son:

- Caudal: 1797 l/h
- Altura: 7.5 m

Características de la caldera para el circuito de calefacción:

- Tipo de caldera: condensación
- Potencia: 113 kW
- Rendimiento: 0.93
- Combustible: gas natural

Características de la caldera para el circuito de ACS:

- Tipo de caldera: condensación
- Potencia: 113 kW
- Rendimiento: 0.93
- Combustible: gas natural
- Acumulación: 1300 litros
- Pérdidas del depósito: 54.6 W/K
- Panel solar: 26.76 m²
- Porcentaje de demanda cubierta: 66%

Seguidamente se crean los subsistemas secundarios de ACS y de calefacción. Es importante indicar en el primero que no existe recirculación de agua.

Como se acaba de mencionar, no es posible asignar un mismo elemento a dos circuitos distintos. Lo mismo se aplica a las zonas del edificio, no es posible asignar una zona a un circuito de calefacción por agua caliente y a un circuito de climatización mediante el sistema VRV. Para solucionarlo, se ha optado por asignar el VRV a todas aquellas zonas que lo posean, ya que además de proporcionar calefacción proporciona refrigeración en caso de que sea necesario. Los espacios que sólo precisan calefacción mediante radiadores se han asignado a este subsistema. Por último, las zonas no acondicionadas, también se crean y se asignan a un subsistema cualquiera, ya que en caso de no hacerlo el programa mostrará un error. Esto no afecta a la simulación, dado que la zona definida como no acondicionada.

Se realiza la asignación de zonas al subsistema de calefacción por agua caliente (radiadores) y al sistema VRV según corresponda, indicando las potencias de calefacción y/o refrigeración, caudal y potencia del ventilador.

La potencia del ventilador de impulsión se ha dejado por defecto según indicaba el programa, mientras que el resto de valores corresponden a los del proyecto.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 3.1 Residencia en HULC

6.3.c. CE3X

Los datos de entrada a esta herramienta son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Seleccionamos la localidad de Zaragoza dentro de la provincia homónima, de forma que la zona climática queda definida (D3).

- DATOS GENERALES

Indicamos la normativa vigente de edificación (CTE 2013) y el año de construcción (2016). También que se trata de un edificio gran terciario, siendo la ocupación media las 24 horas del día.

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Introducimos la superficie útil habitable, 1330 m².

La ventilación del inmueble se fija en 1 renovaciones/hora, de forma que se respeten los valores de proyecto al igual que en el programa anterior, y la demanda de ACS en 1271 litros.

Por último, hay que indicar la masa de las particiones internas, por lo que tomamos el cerramiento de 'Forjado intermedio' y calculamos su densidad superficial, obteniendo un valor de 423.40 kg/m². Como podemos ver está comprendida entre 200 y 500 kg/m², por lo que seleccionamos media.

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Dividimos el edificio en una primera instancia por plantas según su superficie útil habitable:

- Planta baja: 530 m²
- Planta primera: 543 m²
- Planta segunda: 257 m²

Seguidamente, será necesario dividir cada una de las plantas según los espacios habitables que tengamos. Se crearán los mismos que en la herramienta anterior, con motivo de simplificar los cálculos y que la introducción de los datos sea lo más parecida posible en ambos programas.

La suma de todas las superficies da como resultado la superficie total de la residencia, 1330 m².

Definimos los cerramientos exteriores del edificio mediante la librería de materiales: forjado intermedio, fachada y cubierta.

Por otro lado, definimos la solera directamente con la transmitancia térmica, cuyo valor corresponde a 0.39 W/m²K.

La superficie del suelo en contacto con el terreno corresponde a la de la planta baja, por lo que el área es de 530 m². Por otro lado, el voladizo de la primera planta se da sobre la entrada principal de la residencia, con una superficie total de 15.88 m².

Es necesario indicar la orientación de las fachadas y de cada espacio definido anteriormente, por lo que las agrupamos según corresponda.

Finalmente introducimos la superficie de las cubiertas:

- Planta primera: 286 m²
- Planta segunda: 257 m²

Para introducir los huecos creamos los materiales para ventanas ($U_{\text{vidrio}} = 1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{marco}} = 5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\alpha = 0.4$) y de las puertas ($U_{\text{vidrio}} = 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{marco}} = 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $\alpha = 0.7$). Se han mantenido los valores de proyecto.

- INSTALACIONES

Es posible definir de forma conjunta el equipo mixto de calefacción y ACS. Los datos de la instalación son los siguientes:

- Rendimiento medio estacional de ACS: 93%
- Rendimiento medio estacional de calefacción: 93%
- Depósito de acumulación de ACS: 1300 litros
- Temperatura de alta del acumulador: 60 °C
- Temperatura de baja del acumulador: 50 °C

Para el sistema VRV seleccionamos equipo de calefacción y refrigeración e introducimos los datos correspondientes:

- Tipo de generador: bomba de calor
- Rendimiento nominal de calefacción: 3.95 (395%)
- Rendimiento nominal de refrigeración: 3.45 (345%)
- Superficie de calefacción: 0 m²
- Superficie de refrigeración: 555.94 m²

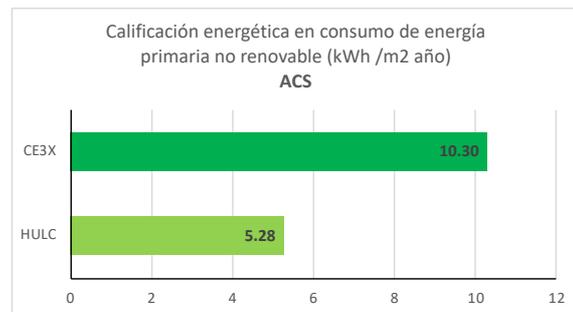
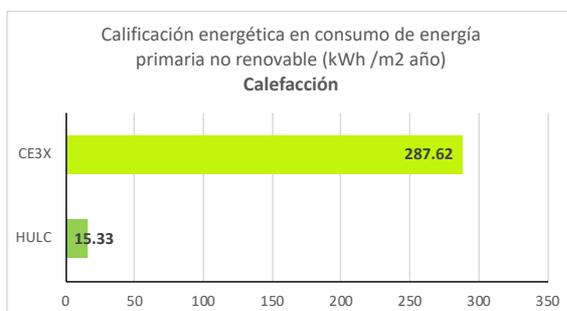
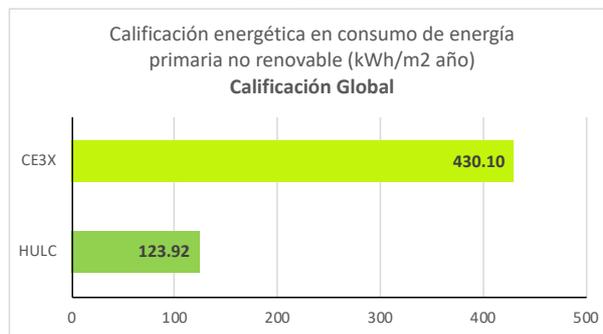
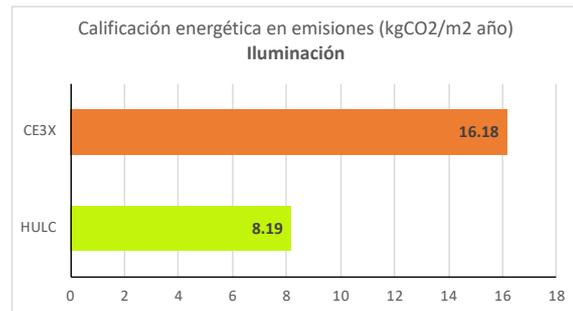
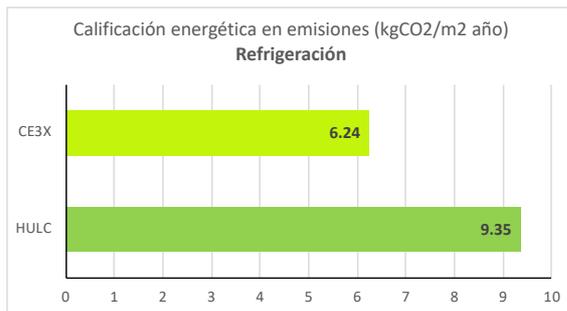
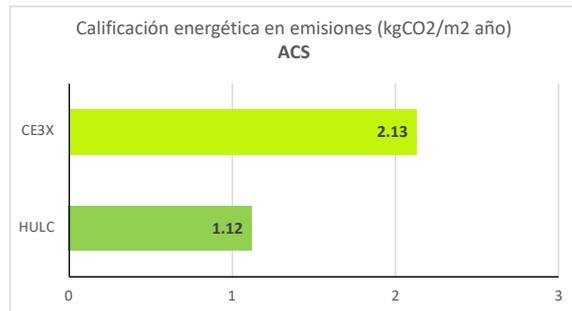
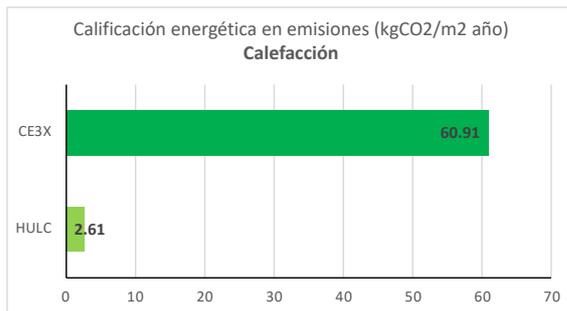
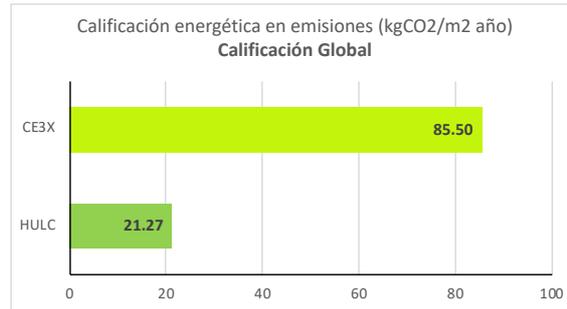
Como puede apreciarse la superficie de calefacción es nula, ya que las zonas en las que está instalado el sistema VRV también cuentan con sistema de calefacción por radiadores, y durante la operación normal se utilizarán estos últimos.

Por último, añadimos la contribución energética solar a ACS, que es del 66%.

No ha sido posible definir los valores de iluminación correspondientes a cada estancia del edificio. Debido a un error, la herramienta no permite seleccionar los espacios creados en el apartado de 'Definición del edificio' para introducir las potencias de iluminación. Si que permite en cambio, seleccionar las plantas del edificio creadas, pero el valor de superficie mostrado es erróneo: 0 m². Como consecuencia, el valor de la calificación energética relativo a la iluminación no se podrá tener en cuenta a la hora de realizar la comparación.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 3.2 Residencia en CE3X

6.3.d. Comparativa



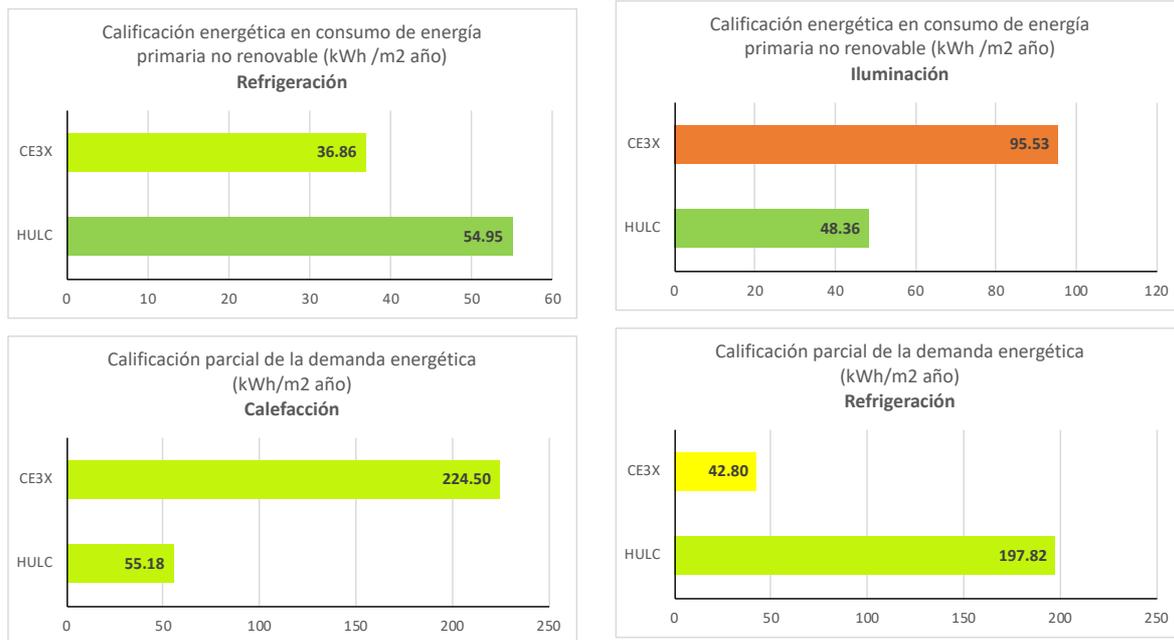


Imagen 8. Resultados de la certificación de la residencia

Se puede observar como la iluminación de CE3X tiene una calificación muy mala, dado que no ha sido posible definirla debido al error del programa que ya se comentó en el apartado 6.3.c.

Asimismo, se puede observar una diferencia clara entre la escala de calificación de HULC y la de CE3X. Para saber cómo se calculaba la escala en CE3X o a qué podían deberse estas diferencias, se contactó con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), creadores de la herramienta. La respuesta recibida fue la siguiente:

“Las escalas de calificación son diferentes debido a varios factores, pero en este caso, y al tratarse de la comparación entre un procedimiento simplificado y otro que no, la escala de calificación varía de la misma forma que varían los datos a introducir en cada programa y los procedimientos de cálculo de los mismos.”

Por lo tanto, no será posible llevar a cabo un estudio comparativo de los valores de calificación obtenidos entre las herramientas CE3X y HULC para grandes edificios terciarios. En todo caso, podrán compararse los calificativos (letras) una vez aplicada la escala.

En dicho aspecto, se aprecia que la calificación de HULC es superior a la de CE3X en dos letras, tanto para las emisiones de CO₂ como para el consumo de energía primaria no renovable, por lo que está dentro de lo esperado.

El siguiente edificio, correspondiente a un colegio, se simulará asimismo en CE3 de cara a comprobar si la escala de calificación también varía al tratarse de un procedimiento simplificado.

6.4. Colegio

6.4.a. Descripción del edificio. Datos de partida.

El siguiente edificio se trata de un colegio construido en 1976 y situado en la calle Domeño, 1, Liria, Valencia.

El colegio dispone de dos edificios distintos, uno destinado a la enseñanza infantil, con edades comprendidas entre los tres y cinco años, y el edificio objeto de estudio en el presente proyecto, destinado a la enseñanza primaria, con edades comprendidas entre los seis y once años. El horario de ocupación es de 8 horas al día entre semana, aunque cada estancia tendrá un horario concreto como se verá en apartados posteriores.

Se consideran como días no docentes los intervalos comprendidos entre el 2 de julio y el 7 de septiembre (vacaciones de verano) y entre el 24 de diciembre y 7 de enero (vacaciones de Navidad). Consta de 18 Aulas, con una ocupación estimada cada una de 30 alumnos. El total de personas en el edificio se estima en 600, teniendo en cuenta al profesorado, equipo de dirección, secretaría, etc. Tiene dos plantas interconectadas mediante una escalera y un ascensor.

La distribución de las estancias por plantas se muestra a continuación:

Planta baja	Planta alta
Sala de profesores (vivienda)	Aulas Norte (2)
Comedor	Aulas Este (2)
Gimnasio	WC1
Aula Taller	Laboratorio
WC1	Almacén
Secretaría	Sala de informática
Jefe de estudios	Tutoría 1
Dirección	Educación especial
Vestíbulo 1	Escalera
Vestíbulo 2	Pasillo
WC2	Tutoría 2
Escalera	WC2
Pasillo	Aulas Oeste (4)
AMPA	Aulas Sur (4)
Tutoría	WC3
Aulas Norte (3)	
Aulas Sur (3)	
WC3	

Tabla 36. Estancias del colegio

En cuanto a los cerramientos, tenemos los siguientes datos:

CERRAMIENTOS VERTICALES

Fachada	U = 1.43 W/m²K
20 mm. Mortero de áridos ligeros	
1 pie de LP métrico	
20 mm. Cámara de aire ligeramente ventilada	
20 mm. Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	

Tabla 37. Cerramiento de fachada

Tabique	U = 2.64 W/m²K
20 mm. Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	
60 mm. Tabicón de LH	
20 mm. Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	

Tabla 38. Cerramiento de tabique

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Solera	U = 2.98 W/m²K
30 mm. Piedra artificial	
20 mm. Mortero de cemento	
300 mm. Hormigón armado d > 2500	
20 mm. Mortero de cemento	

Tabla 39. Cerramiento de solera

Forjado intermedio	U = 1.86 W/m²K
20 mm. Plaqueta o baldosa cerámica	
20 mm. Mortero de cemento	
50 mm. Arena y grava	
250 mm. FU Entrevigado cerámico	
20 mm. Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	

Tabla 40. Cerramiento de forjado intermedio

Cubierta	U = 1.68 W/m²K
20 mm. Plaqueta o baldosa cerámica	
20 mm. Mortero de cemento o cal para albañilería	
50 mm. Tabique LH sencillo	
20 mm. Cámara de aire ligeramente ventilada	
150 mm. Hormigón armado $d > 2500$	
20 mm. Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	

Tabla 41. Cerramiento de cubierta

HUECOS

Ventanas	
Permeabilidad del aire	50 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 5.7 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 2.8 W/m ² K
Factor solar	F = 0.75

Tabla 42. Cerramiento de ventanas

Puertas	
Permeabilidad del aire	60 m ³ /hm ²
Transmitancia térmica del marco	U = 5.7 W/m ² K
Transmitancia térmica del vidrio	U = 2.8 W/m ² K
Factor solar	F = 0.75

Tabla 43. Cerramiento de puertas

En cuanto al sistema de climatización, el colegio dispone de los siguientes elementos:

- Producción de calor mediante una caldera estándar.
- Distribución mediante radiadores.
- Bombas de calor situadas en el comedor y en las aulas sur de la primera planta, destinadas a la refrigeración de las salas en verano.

Los equipos utilizados son los siguientes:

- CALDERA ESTÁNDAR
 - Potencia de calefacción: 260 kW
 - Rendimiento medio estacional (80/60 °C): 85%

- BOMBAS DE CALOR
 - Potencia de calefacción: 5.40 kW
 - Potencia absorbida: 1.48 kW
 - COP: 3.65
 - SCOP: 5.50

 - Potencia de refrigeración: 5 kW
 - Potencia absorbida: 2.05 kW
 - EER: 2.44
 - SEER: 6.00

No existe producción de ACS.

6.4.b. Herramienta Unificada LIDER-CALENER

Los datos de entrada son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la localidad de Liria para que el programa sepa a qué zona climática pertenece el edificio (B3).

Indicamos el periodo de construcción (entre 1960 y 1979). Dado que fue construido antes de 1979 (1976), se selecciona "Otro" en el apartado de normativa vigente de edificación y en normativa vigente de instalaciones térmicas indicamos el RD 1490 de 1975.

- DATOS GENERALES

En este apartado indicamos que se trata de un edificio de nueva construcción, ya que queremos comprobar si cumple la HE1. Esto lo hacemos de cara a analizar si existen errores en la definición del edificio y para que la exportación de los datos al programa CALENER GT se realice de forma correcta. Así mismo indicamos que se trata de un edificio gran terciario.

Como no se ha ensayado la estanqueidad del edificio se acepta el valor de ventilación por defecto de 1 renovaciones por hora.

- CERRAMIENTOS

Creamos los cerramientos a partir de la información que hemos visto anteriormente. Utilizaremos los mismos materiales para lograr la misma transmitancia térmica U.

HUECOS

Los materiales de los huecos coinciden con los de proyecto, ya que de igual forma que ocurre con los cerramientos, estos estaban ya definidos dentro de HULC. En cuanto a la absortividad del marco, esta es de 0.7 tanto para ventanas como para puertas según aparece en la memoria.

La permeabilidad de las ventanas se ha establecido en $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, valor de proyecto, mientras que la de las puertas es de $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ al ser este el valor por defecto.

- PLANOS DEL EDIFICIO

Se cuentan con los planos del colegio, por lo que creamos los espacios en AutoCAD para poder transferirlos a HULC y así construir el edificio planta por planta. Habrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Existe un patio interior dentro del comedor. Dado que la superficie del mismo no es muy grande y de cara a simplificar los cálculos, se opta por obviarlo y construir el comedor de forma continua.
- Ocurre lo mismo con el ascensor, que se encuentra dentro del pasillo.
- Las aulas se agrupan entre sí según su posición, de forma que se reduzca el número de espacios del edificio a modo de simplificación.
- En la planta baja, se juntan el pasillo y la escalera.

- En la planta alta, en una primera instancia también se iban a juntar pasillo y escalera, pero resultaba en un espacio de 32 vértices. Dado que HULC sólo admite espacios de 30 vértices, se distinguió entre pasillo y escalera para solventarlo.

La superficie del edificio es de 2614 m². Los planos del edificio se pueden ver en Anexos, en el Documento nº3: Planos.

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Se asignan los cerramientos a cada elemento constructivo del edificio.

En este caso, al contrario que en los edificios no terciarios anteriores, ha sido necesario definir los tabiques de separación de todos los espacios habitables, dado que hay que crearlos de forma independiente para poder asignar a cada uno las condiciones operacionales y equipos de climatización correspondientes.

En cuanto a los huecos, el edificio cuenta con ventanas de muy diversa longitud. A modo de simplificación se consideran dos tipos de ventanas: grandes y pequeñas. En cuanto a las puertas, existen únicamente de dos tipos. Dado que no se tienen datos de retranqueo, suponemos que no existe en ninguno de los huecos. Disponemos de alto, ancho y posición respecto al suelo, por lo que tomaremos dicha información para realizar la certificación.

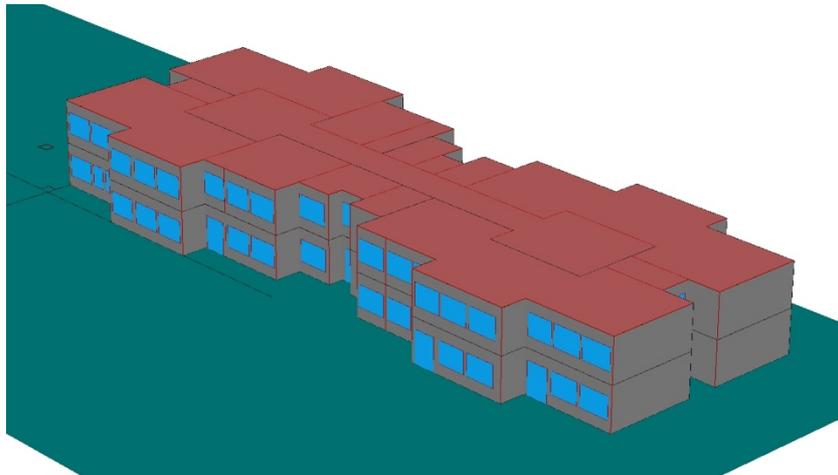


Imagen 9. Colegio creado en HULC

- CONDICIONES OPERACIONALES

Al tratarse de un edificio terciario es necesario definir las características de ocupación, iluminación, ventilación, funcionamiento de equipos de climatización y temperaturas mínima y máxima de confort. Todo ello para cada uno de los espacios por los que está constituido el edificio.

Para ello se elaboran los horarios operacionales, que se asignaran a cada espacio del edificio según corresponda.

Hay que destacar que en los espacios no habitables no se consideran cargas, dado que no habrá gente en ellas ni requerirán de equipos de iluminación o climatización. Lo mismo durante los días considerados como no lectivos.

En el horario de ocupación temporal se ha establecido una única hora de ocupación. Esto se hace de cara a simplificar el horario de las estancias en las que habrá gente durante una única hora lectiva.

Se han considerado como no lectivos tanto los fines de semana como los intervalos comprendidos entre el 2 de julio y el 7 de septiembre (vacaciones de verano) y entre el 24 de diciembre y 7 de enero (vacaciones de Navidad).

- CALENER GT

Dado que se trata de un edificio gran terciario, es necesario introducir los datos relativos a los equipos de climatización mediante la herramienta Calener GT.

Para definir el colegio únicamente necesitaremos definir la bomba y la caldera destinadas a la calefacción del colegio.

Las características de la bomba son:

- Caudal: 5000 l/h
- Altura: 7.5 m

Características de la caldera para el circuito de calefacción:

- Tipo de caldera: convencional
- Potencia: 260 kW
- Rendimiento: 0.85
- Combustible: gas natural

Se realiza la asignación de zonas al subsistema de calefacción por agua caliente (radiadores) y las bombas de calor según corresponda, indicando las potencias de calefacción y/o refrigeración, caudal y potencia del ventilador.

La potencia del ventilador de impulsión se ha dejado por defecto según indicaba el programa, mientras que el resto de valores corresponden a los del proyecto. Los valores de calefacción corresponden a la potencia instalada de la bomba de calor, siendo las demandas reales de las estancias 11.34 kW para el comedor y 14.65 kW para las aulas sur de la planta alta. El resto de valores corresponden a los de proyecto.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 4.1 Colegio en HULC

6.4.c. CE3X

Los datos de entrada a esta herramienta son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Seleccionamos la localidad de Liria dentro de la provincia de Valencia, de forma que la zona climática queda definida (B3).

- DATOS GENERALES

Indicamos la normativa vigente de edificación (Anterior a 1981) y el año de construcción (1976). También que se trata de un edificio gran terciario, siendo la ocupación media durante 8 horas al día.

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Introducimos la superficie útil habitable, 2614 m².

La ventilación se fija en 1 renovación/hora, de forma que se respeten los valores de proyecto al igual que en el programa anterior.

Por último, hay que indicar la masa de las particiones internas, por lo que tomamos el cerramiento de 'Partición intermedio' y calculamos su densidad superficial, obteniendo un valor de 482.50 kg/m². Como podemos ver está comprendida entre 200 y 500 kg/m², por lo que seleccionamos media.

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Dividimos el edificio en una primera instancia por plantas según su superficie útil habitable:

- Planta baja: 1307 m²
- Planta primera: 1307 m²

Y se crean los espacios que conforman cada una de las plantas. Se crearán siguiendo los valores de la herramienta anterior con el objetivo de que la introducción de datos sea lo más parecida posible en ambos programas.

La suma de todas las superficies da como resultado la superficie del colegio, 2614 m².

Definimos los cerramientos exteriores del edificio mediante la librería de materiales: fachada y cubierta.

Por otro lado, definimos la solera indicando las propiedades térmicas por defecto, siendo de 1.00 W/m²K.

La superficie del suelo en contacto con el terreno corresponde a la de la planta baja, por lo que el área es de 1307 m².

Es necesario indicar la orientación de las fachadas y de cada espacio definido anteriormente, por lo que las agrupamos según corresponda.

Finalmente se introduce la superficie de la cubierta, la cual corresponde a la totalidad de la primera planta: 1307 m².

Para introducir los huecos seleccionamos los materiales para las ventanas de proyecto ($U_{\text{vidrio}} = 2.8$ W/m²K, $U_{\text{marco}} = 5.7$ W/m²K, $\alpha = 0.96$) y de las puertas ($U_{\text{vidrio}} = 2.8$ W/m²K, $U_{\text{marco}} = 5.7$ W/m²K, $\alpha = 0.96$).

- INSTALACIONES

En primer lugar se define la caldera de calefacción. Los datos de la instalación son los siguientes:

- Caldera estándar de gas natural
- Rendimiento medio estacional: 85%

Para las bombas de calor seleccionamos equipo de calefacción y refrigeración. Deberemos crear una para el comedor y otra para las aulas sur de la segunda planta. Los datos introducidos son los siguientes:

- Tipo de generador: bomba de calor
- Rendimiento nominal de calefacción: 3.65 (365%)
- Rendimiento nominal de refrigeración: 2.44 (244%)
- Superficie de calefacción: 0 m²
- Superficie de refrigeración: 192 m² para el comedor y 231 para las aulas sur.

Como puede apreciarse la superficie de calefacción es nula, ya que las zonas en las que están instaladas las bombas de calor también cuentan con sistema de calefacción por radiadores, y durante la operación normal se utilizarán estos últimos.

Finalmente se define la iluminación de cada estancia, introduciendo los valores de potencia instalada, la cual dependerá de la superficie del espacio, y la iluminancia media horizontal, que en este caso se considera de 300 lux.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 4.2 Colegio en CE3X

6.4.d. CE3

Los datos de entrada son los siguientes:

- DATOS ADMINISTRATIVOS

Introducimos la Comunidad Autónoma (Comunidad Valenciana), la provincia (Valencia) y la localidad (Liria).

Seleccionamos 'Otro' en normativa vigente de edificación y en normativa vigente de instalaciones térmicas, ya que el edificio fue construido con anterioridad a 1979.

- DATOS GENERALES

Indicamos que se trata de un edificio gran terciario y que el año de construcción está entre 1960 y 1979 (1976). Además, elegimos certificado energético del estado actual del edificio. La zona climática es B3. Se acepta el valor de ventilación por defecto de 1.00 renovaciones por hora, igual que en el resto de herramientas.

Finalmente elegimos el método 'Por superficies y orientaciones' para introducir los datos relativos a la definición geométrica del edificio.

- DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

Seleccionamos la pestaña 'Por usuario (información detallada)' para crear los cerramientos del edificio a partir de materiales.

Para definir la composición de los huecos simplemente seleccionamos los materiales de proyecto y creamos la puerta y la ventana.

- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Para definir el edificio por superficies y orientaciones se divide el edificio en diferentes espacios. Al tratarse de un edificio gran terciario es necesario crear cada espacio por separado o agruparlos mediante algún aspecto que tengan en común para poder simplificar los cálculos y que CE3 sea capaz de realizarlos. En caso de que no se realice de este modo, la herramienta no será capaz de simular. En este caso concreto, unimos las estancias en función de su ocupación.

Se han considerado los espacios de ocupación temporal como aquellos en los que no siempre va a haber gente y los de ocupación normal como los que habrá gente a cualquier hora. Los espacios no acondicionados son aquellos que no cuentan con sistemas de climatización, mientras que el comedor y las aulas sur de la planta alta se introducen por separado al ser las únicas estancias que cuentan con bombas de calor que proporcionan refrigeración. Los primeros cuatro espacios corresponden a la primera planta, por lo que se encuentran situados sobre terreno, mientras que los cuatro últimos son de la segunda planta y están situados debajo de la cubierta.

Para cada uno de ellos se indica el número de fachadas que dan al exterior, así como su orientación, superficie, porcentaje de hueco en caso de que lo hubiera y la composición de dicho hueco.

Sumando todas las longitudes por orientación y tipo de hueco, y multiplicando por la altura de la planta obtenemos las superficies de las fachadas.

- CONDICIONES OPERACIONALES

Al ser un edificio terciario hay que definir las condiciones de ocupación, ventilación, funcionamiento de equipos de climatización y temperaturas mínima y máxima de confort para cada espacio.

Se emplean los mismos horarios y valores que en HULC. En caso de los espacios constituidos por varias estancias, se introduce el valor medio de los valores a modo de simplificación.

Hay que destacar que en los espacios no habitables no se consideran cargas, dado que no habrá gente en ellas ni requerirán de equipos de iluminación o climatización. Lo mismo durante los días considerados como no lectivos.

- SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

Para definir el sistema de climatización del colegio definimos en primer lugar el circuito primario de la caldera:

- Caldera de combustible
- Subtipo: convencional
- Potencia de calefacción: 260 kW
- Rendimiento nominal de calefacción: 85%
- Combustible: gas natural
- Una única bomba en el sistema
- Caudal de la bomba: 5000 l/h
- Existe recirculación en el primario

En la pestaña de secundarios creamos los radiadores para cada espacio acondicionado, indicando la potencia total y el caudal nominal.

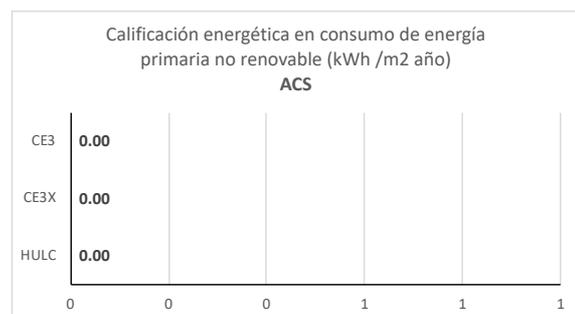
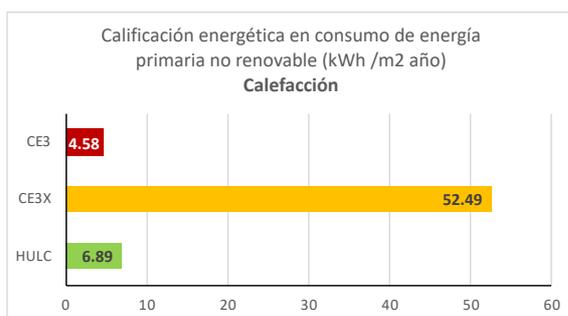
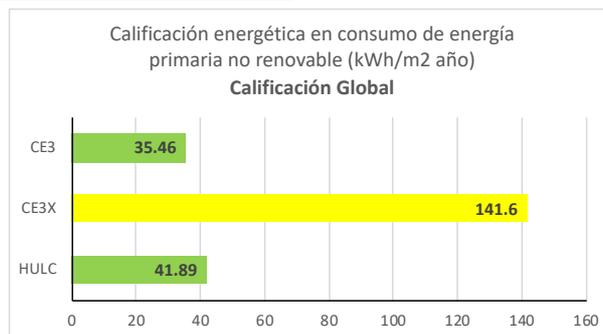
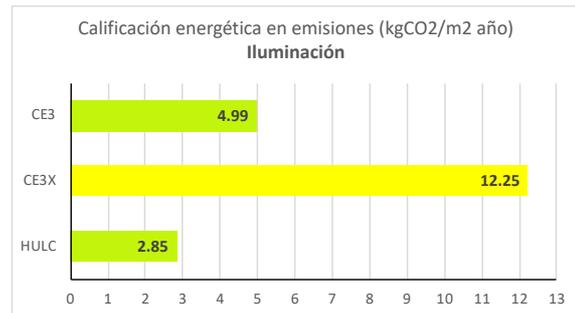
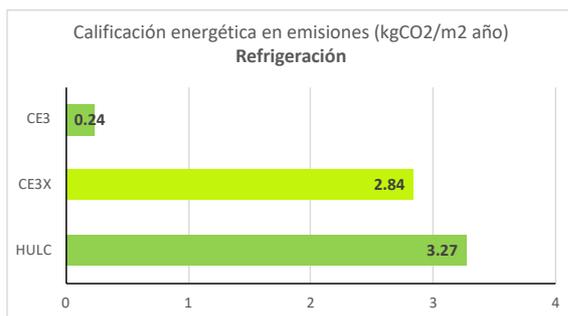
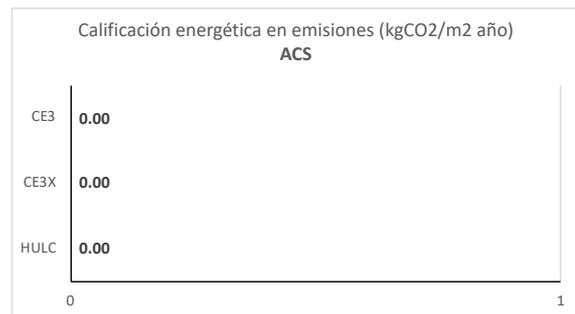
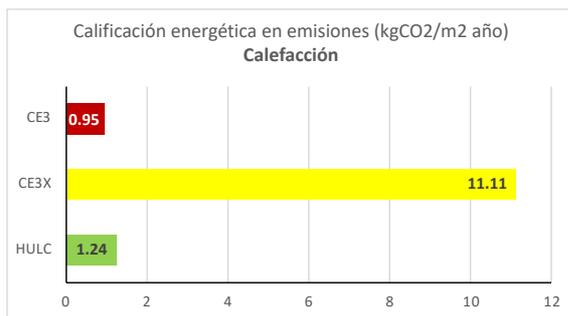
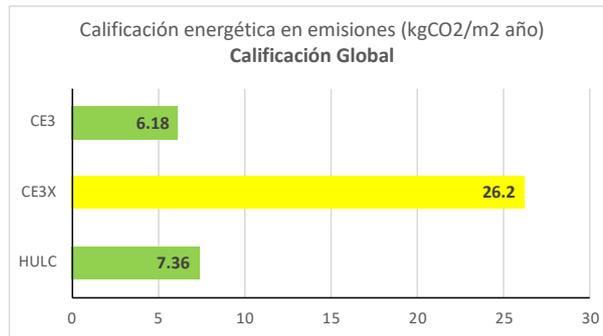
Lo mismo se hace con las bombas de calor, indicando las potencias de calefacción y refrigeración, y el caudal de aire.

Finalmente se asignan los sistemas secundarios al primario.

En la pestaña de iluminación se asigna a cada espacio la iluminancia media de 300 lux y el Valor de eficiencia energética de la instalación de referencia (VEEI) de 4, siguiendo los valores de proyecto.

Todos los datos introducidos en la herramienta se pueden consultar en anexos, en el apartado 4.3 Colegio en CE3

6.4.e. Comparativa



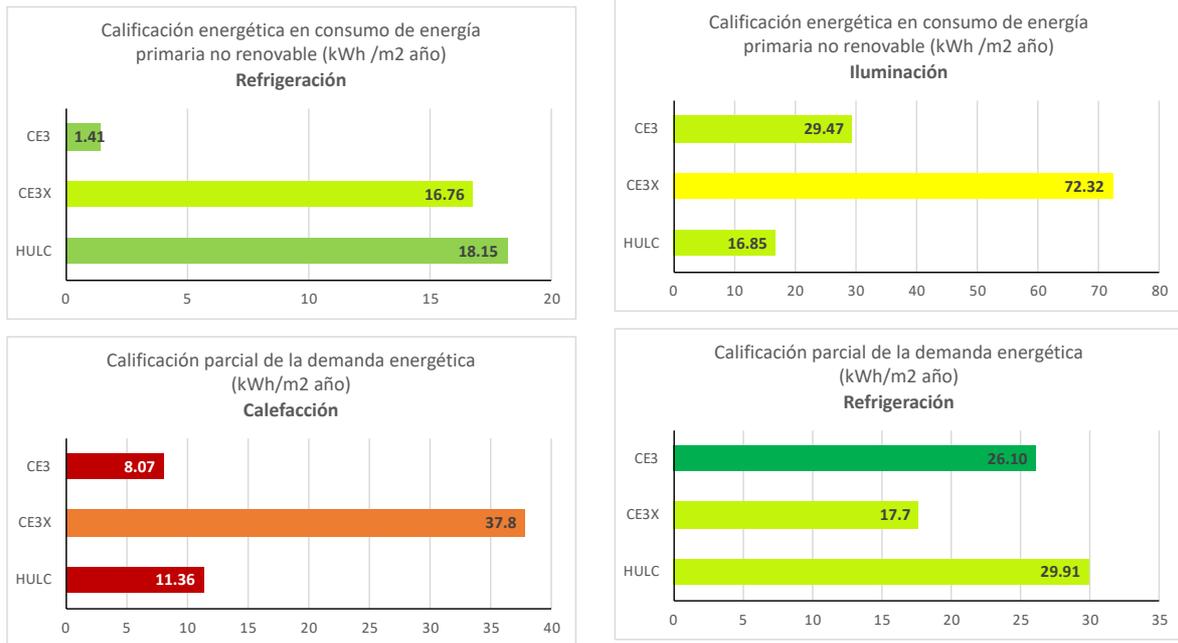


Imagen 10. Resultados de la certificación del colegio

De forma similar a lo que ocurría con la residencia, las escalas de calificación de CE3 y CE3X son distintas, no solo respecto a HULC sino también entre sí. Hay que mencionar que las escalas de calificación de emisiones de CO₂ sí coinciden, pero no lo hacen en el resto de parámetros de calificación.

Si comparamos los calificativos (letras) como en el caso de la residencia, podemos ver que las calificaciones obtenidas con HULC y CE3 son las mismas y no presentan ninguna variación, mientras que CE3X califica con hasta 3 letras menos las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria no renovable. Hay que destacar que la calificación de la demanda de calefacción y climatización con CE3X es superior a la de las otras herramientas.

7. Conclusiones

Atendiendo a los resultados obtenidos y a las comparativas realizadas para cada uno de los edificios estudiados a lo largo del presente Proyecto de Fin de Máster, se extraen las siguientes conclusiones:

- En octubre de 2018 se realizó una ponencia sobre el borrador del nuevo CTE denominada *‘Nuevos hitos del futuro CTE, los edificios de consumo de energía casi nulo, casos prácticos y tendencias en las distintas zonas climáticas’*. En ella se expusieron distintas certificaciones realizadas con múltiples herramientas de certificación, estableciendo el rango de admisión de $\pm 15\%$ respecto a HULC. Sin embargo, no es posible considerar como válidas únicamente las calificaciones comprendidas en este rango. Si nos fijamos en la calificación global de emisiones de CO₂ del bloque de edificios, con la herramienta HULC obtenemos un valor de 4.01 mientras que con CERMA obtenemos un valor de 5.0. Si calculamos el rango de resultados admisibles, vemos que comprende los valores entre 3.41 y 4.61, por lo que el resultado de CERMA, pese a ser muy bueno, no sería válido. Este sistema de aceptación perjudica a los resultados con calificaciones buenas (A, B y C) y favorece las malas (E, F y G) por lo que no resulta de utilidad.
- No es posible comparar los resultados obtenidos en grandes edificios terciarios, dado que las escalas de comparación difieren para cada programa, al diferir también los datos de entrada de cada una de las herramientas. En todo caso, pueden compararse las letras de calificación obtenidas, ya que para su obtención ya se ha aplicado la escala del propio programa.
- Para edificios residenciales existentes, la herramienta simplificada que mejores resultados ofrece es CERMA, estando más igualados el CE3X y CE3. Esto resulta interesante, pues la gran mayoría de los técnicos habilitados para realizar la certificación energética emplean el CE3X como herramienta principal.
- Para grandes edificios terciarios se han obtenido las mismas calificaciones globales para HULC y CE3, seguramente debido a que el método de cálculo que emplean es el mismo. De nuevo, CE3X se queda por detrás, ofreciendo calificaciones mucho peores.
- Ha sido necesario realizar modificaciones de los datos introducidos en CE3 y CE3X para edificios residenciales y en CE3X para grandes edificios terciarios, debido a las limitaciones o fallos de los propios programas. En caso de que se estuviera realizando la certificación con fines profesionales, estas trabas harán que la certificación no sea correcta, obteniéndose valores inferiores. Además, en algunos casos habría que empezar a introducir de nuevo los datos, con el retraso en la entrega que ello supondría.

Por todas estas razones, se llega a la conclusión de que **las herramientas que emplean el cálculo simplificado para realizar la calificación de edificios existentes no consiguen mejorar la calificación global proporcionada por la Herramienta Unificada Lider-Calener**. Y, en caso de que se quiera hacer uso de alguna herramienta de este tipo, los resultados más próximos son los proporcionados por la herramienta CERMA.

A modo de completar el estudio, se podrían calificar los edificios del presente proyecto con las herramientas SG Save y Cypetherm HE Plus, recientemente aprobadas por el Ministerio para la Transición Energética para realizar la calificación de edificios existentes y comparar los resultados.

Asimismo, resultaría interesante simular cada tipo de edificio en cada zona climática de España para conocer si estos resultados también se dan en otras zonas más allá de las estudiadas (D3 y B3).

8. Bibliografía

- [1] *'Directiva 2002/91/CE relativa a la eficiencia energética de los edificios'*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002.
- [2] *'Directiva 2009/28/CE relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE'*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2009.
- [3] *'Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición)'*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2010.
- [4] *'Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE'*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2012.
- [5] *'Directiva (UE) 2018/844 relativa por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética'*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2018.
- [6] *'Directiva (UE) 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (versión refundida)'*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2018.
- [7] *'Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación'*, Boletín Oficial del Estado, 2006.
- [8] *'Real Decreto 47/2007 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción'*, Boletín Oficial del Estado, 2007.
- [9] *'Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios'*, Boletín Oficial del Estado, 2007.
- [10] *'Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios'*, Boletín Oficial del Estado, 2013.
- [11] *'Real Decreto 238/2013 por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007'*, Boletín Oficial del Estado, 2013.
- [12] *'Orden FOM/1635/2013 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'*, Boletín Oficial del Estado, 2013.
- [13] *'Real Decreto 56/2016 por el que se traspone la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía'*, Boletín Oficial del Estado,

- [14] *'Real Decreto 564/2017 por el que se modifica el Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios'*, Boletín Oficial del Estado, 2017.
- [15] *'Manual de Usuario de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER'*.
- [16] *'Manual de Usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X'*.
- [17] *'Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3'*.
- [18] *'Manual de Usuario de CERMA'*.
- [19] *'Manual de Usuario de CYPETHERM HE Plus'*.
- [20] *'Manual de Usuario de SG SAVE'*
- [21] *'Documento Básico de Ahorro de Energía'*, Código Técnico de la Edificación, 2017.
- [22] *'Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para la producción de calor en edificios'*, IDAE, 2014.
- [23] *'Documento de Apoyo al Documento Básico de Ahorro de Energía – Cálculo de parámetros característicos de la envolvente'*, Código Técnico de la Edificación, 2015.
- [24] Pablo Carnero Melero, *'Análisis y estudio de la simulación energética de edificios residenciales con programas reconocidos'*, Universidad Politécnica de Valencia, 2018.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACIÓN
ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

DOCUMENTO Nº2: ANEXOS

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

1. Bloque de viviendas.....	108
1.1. Bloque de viviendas en HULC.....	108
1.2. Bloque de viviendas en CE3X	116
1.3. Bloque de viviendas en CE3	122
1.4. Bloque de viviendas en CERMA.....	129
2. Vivienda unifamiliar	133
2.1. Vivienda unifamiliar en HULC	133
2.2. Vivienda unifamiliar en CE3X.....	142
2.3. Vivienda unifamiliar en CE3.....	147
2.4. Vivienda unifamiliar en CERMA	153
3. Residencia	157
3.1. Residencia en HULC	157
3.2. Residencia en CE3X.....	169
4. Colegio	176
4.1. Colegio en HULC	176
4.2. Colegio en CE3X.....	189
4.3. Colegio en CE3	197

1. Bloque de viviendas

1.1. Bloque de viviendas en HULC

- CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm< G <	0.115	0.512	900	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.060	0.410	900	1000	
3	PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [	0.060	0.028	45	1000	
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm					0.150
5	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.045	0.031	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 11. Cerramiento de fachada exterior en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.015	0.410	900	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm< G <	0.115	0.512	900	1000	
3	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.010	0.410	900	1000	
4	PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [	0.060	0.028	45	1000	
5	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm					0.150
6	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.050	0.031	40	1000	
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 12. Cerramiento de fachada interior en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.026	0.250	825	1000	
2	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0.050	0.041	40	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm					0.150
4	Acero	0.002	50.000	7800	450	
5	MW Lana mineral [0.031 W/(mK)]	0.050	0.031	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.026	0.250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 13. Cerramiento de división entre viviendas diferentes en HULC

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000	800	
2	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.075	0.330	920	2200	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/(mK)]	0.025	0.046	30	1000	
4	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.010	0.500	980	1800	
5	FU con viquetas de madera con entrevigado	0.350	1.335	840	800	
6	MW Lana mineral [0.04 W/(mK)]	0.080	0.041	40	1000	
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0.180
8	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
9	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
10						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 14. Cerramiento de forjado sobre el aire exterior (voladizo) en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000	800	
2	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.075	0.330	920	2200	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.025	0.046	30	1000	
4	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.010	0.500	980	1800	
5	FU con viquetas de madera con entrevigado	0.350	1.335	840	800	
6	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.080	0.041	40	1000	
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 15. Cerramiento de formado sobre espacios no acondicionados en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000	800	
2	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.100	0.330	920	2200	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.002	0.046	30	1000	
4	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.010	0.500	980	1800	
5	FU con viquetas de madera con entrevigado	0.350	1.335	840	800	
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0.180
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 16. Cerramiento de forjado intermedio en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000	800	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.020	0.410	900	1000	
3	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [	0.150	0.039	38	1000	
4	Panel de perlita expandida [EPB] [>80%]	0.002	0.062	190	1000	
5	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.100	0.410	900	1000	
6	FU con viquetas de madera con entrevigado	0.350	1.335	840	800	
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm					0.180
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
9						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 17. Cerramiento de cubierta plana en HULC

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Garaje		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre el terreno	Forjado intermedio	0.95
Muros en contacto con el terreno	Fachada exterior	0.23
Cubierta enterrada	Forjado intermedio	0.95

Tabla 44. Cerramientos del garaje en HULC

Planta baja		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo de la vivienda sobre el garaje	Forjado intermedio	0.95
Suelo del portal sobre el garaje	Forjado intermedio	0.95
División con el portal	División viviendas diferentes	0.30
Muro exterior	Fachada exterior	0.23
Cubierta	Cubierta plana	0.21

Tabla 45. Cerramientos de la planta baja en HULC

Planta 1ª		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre la vivienda de la planta baja	Forjado intermedio	0.95
Suelo sobre el portal	Planta 1 sobre trasteros	0.31
Suelo sobre el aire (voladizo)	Planta 1 voladizos	0.28
División entre viviendas	División viviendas diferentes	0.30
Muro exterior	Fachada exterior	0.23
Muro interior	Fachada interior	0.23

Tabla 46. Cerramientos de la planta 1 en HULC

Plantas 2ª - 4ª		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre viviendas	Forjado intermedio	0.95
División entre viviendas	División viviendas diferentes	0.30
Muro exterior	Fachada exterior	0.23
Muro interior	Fachada interior	0.23

Tabla 47. Cerramientos de las plantas 2-4 en HULC

Planta 5ª		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre viviendas	Forjado intermedio	0.95
División entre viviendas	División viviendas diferentes	0.30
Muro exterior	Fachada exterior	0.23
Muro interior	Fachada interior	0.23
Cubierta	Cubierta plana	0.21

Tabla 48. Cerramientos de la planta 5 en HULC

Ático		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre viviendas	Forjado intermedio	0.95
División entre viviendas	División viviendas diferentes	0.30
Muro exterior	Fachada exterior	0.23
Muro interior	Fachada interior	0.23

Tabla 49. Cerramientos del ático en HULC

Sobreático		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre viviendas	Forjado intermedio	0.95
División entre viviendas	División viviendas diferentes	0.30
Muro exterior	Fachada exterior	0.23
Muro interior	Fachada interior	0.23
Cubierta	Cubierta plana	0.21

Tabla 50. Cerramientos del sobreático en HULC

Hueco	Alto	Ancho	Altura respecto al suelo	Retranqueo
Ventanas grandes	1.1 m.	1.6 m.	1 m.	0 m.
	1.1 m.	1.4 m.	1 m.	0 m.
Ventanas pequeñas	0.8 m.	0.8 m.	1 m.	0 m.
Puertas grandes	2 m.	2.4 m.	0 m.	0 m.
Puertas pequeñas	2 m.	1 m.	0 m.	0 m.

Tabla 51. Características de los huecos

- CLIMATIZACIÓN

Equipo ideal

Nombre

Propiedades básicas

¿El equipo suministra calefacción? Sí No

Rendimiento de calefacción

Tipo energía calefacción

¿El equipo suministra refrigeración? Sí No

Rendimiento de refrigeración

Tipo energía refrigeración

Imagen 18. Equipo ideal de climatización definido en HULC

ACS

Nombre

Propiedades básicas

Fracción cubierta por el sistema solar térmico %

Multiplicador

Imagen 19. Fracción solar de ACS en HULC

Bomba de calor aire-agua

Nombre

Propiedades básicas | Curvas

Capacidad nominal kW

Consumo nominal kW

Imagen 20. Potencias de ACS en HULC

Acumulador de agua caliente

Nombre

Propiedades básicas | Propiedades avanzadas

Volumen del depósito en litros l

Coefficiente de pérdidas, UA W/°C

Imagen 21. Acumuladores de ACS en HULC

demanda de ACS

Nombre

Propiedades básicas

Consumo total diario l/día

Temperatura de utilización °C

Temperatura del agua de red °C

Imagen 22. Demanda de ACS en HULC

1.2. Bloque de viviendas en CE3X

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Forjado intermedio	Espesor	Densidad (kg/m³)	Densidad (kg/m²)
Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	2000	24
Polietileno de baja densidad [LDPE]	0.100	920	92
EPS Poliestireno expandido [0.046 W/mK]	0.002	30	0.06
Polietileno de alta densidad [HDPE]	0.010	980	9.8
FU con viguetas de madera con entrevigado	0.350	840	294
Cámara de aire sin ventilar horizontal	0.100	1	0.1
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.015	825	12.38
			432.34

Tabla 52. Cálculo de la densidad superficial del 'Forjado intermedio' para CE3X

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	G..	R (m2 ...	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/
1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	F..	0.225	0.115	0.512	900
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	M..	0.146	0.06	0.41	900
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0.028 W/[mK]]	A..	2.143	0.06	0.028	45
Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm	C..	0.15	-	-	-
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	A..	1.452	0.045	0.031	40
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	Y..	0.06	0.015	0.25	825

Imagen 23. Cerramiento de fachada exterior definido en CE3X

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Mortero de áridos lige...	Morteros	0.037	0.015	0.41	900	1000
1/2 pie LP métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.225	0.115	0.512	900	1000
Mortero de áridos lige...	Morteros	0.024	0.010	0.41	900	1000
PUR Proyección con H...	Aislantes	2.143	0.06	0.028	45	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.15	-	-	-	-
MW Lana mineral [0.0...	Aislantes	1.613	0.05	0.031	40	1000
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

Imagen 24. Cerramiento de fachada interior definido en CE3X

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Plaqueta o baldosa ce...	Cerámicos	0.012	0.012	1	2000	800
Polietileno baja densi...	Plásticos	0.227	0.075	0.33	920	2200
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	0.543	0.025	0.046	30	1000
Polietileno alta densid...	Plásticos	0.02	0.01	0.5	980	1800
FU Entrevigado de ho...	Forjados unidireccion...	0.229	0.35	1.528	1180	1000
MW Lana mineral [0.0...	Aislantes	1.975	0.08	0.0405	40	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.18	-	-	-	-
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

Imagen 25. Cerramiento voladizo definido en CE3X

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Plaqueta o baldosa ce...	Cerámicos	0.012	0.012	1	2000	800
Mortero de áridos lige...	Morteros	0.049	0.020	0.41	900	1000
XPS Expandido con di...	Aislantes	3.947	0.15	0.038	37.5	1000
Panel de perlita expa...	Aislantes	0.032	0.002	0.062	190	1000
Mortero de áridos lige...	Morteros	0.244	0.1	0.41	900	1000
FU Entrevigado de ho...	Forjados unidireccion...	0.229	0.35	1.528	1180	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.18	-	-	-	-
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

Imagen 26. Cerramiento de cubierta plana definido en CE3X

Longitud y orientación de las fachadas exteriores							
Planta baja		Plantas 1 - 5		Ático		Sobreático	
3.20	NO	45.72	E	42.52	E	42.52	E
17.65	O	29.65	N	19.81	N	19.68	N
32.87	PORTAL	3.20	NO	5.42	NO	5.42	NO
		33.27	O	36.24	O	36.16	O
		35.07	SE	27.31	SE	27.31	SE
		17.41	SO	9.41	SO	9.41	SO

Tabla 53. Longitud y orientación de las fachadas exteriores para CE3X

Longitud y orientación de las fachadas interiores					
Plantas 1 - 5		Ático		Sobreático	
17.02	E	17.02	E	10.1	E
11.42	N	11.03	N	6.75	N
19.24	O	19.23	O	12.37	O
11.54	SE	11.16	SE	6.75	SE
		9.41	SO	9.41	SO

Tabla 54. Longitud y orientación de las fachadas interiores en CE3X

Muro de fachada

Nombre	Fachada Oeste 0	Zona	Planta baja
Dimensiones		Características	
Superficie	52.95 m ²	Orientación	Oeste
Longitud	17.65 m	Patrón de sombras	Sin patrón
Altura	3 m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Conocidas	Transmitancia térmica	0.23 W/m ² K
<input type="radio"/> Transmitancia térmica	W/m ² K	Masa/m ²	kg/m ²
<input checked="" type="radio"/> Librería cerramientos	Fachada exterior		

Imagen 27. Ejemplo de fachada definida en CE3X

Cubierta en contacto con el aire

Nombre	Cubierta Plantas 1-5	Zona	PLANTAS 1-5
Dimensiones		Características	
Superficie	209.45 m ²	Patrón de sombras	Sin patrón
Longitud	m		
Anchura	m		
Parámetros característicos del cerramiento			
Propiedades térmicas	Conocidas	Transmitancia térmica	0.2 W/m ² K
<input type="radio"/> Transmitancia térmica	W/m ² K	Masa/m ²	kg/m ²
<input checked="" type="radio"/> Librería cerramientos	Cubierta plana		

Imagen 28. Ejemplo de cubierta definida en CE3X

Hueco/Lucernario

Nombre	Ventanas 1.6 00	Orientación	Oeste
Cerramiento asociado	Fachada Oeste 0		
Dimensiones		Características	
Longitud	1.6 m	Permeabilidad del hueco	Valor conocido 6 m ³ /hm ²
Altura	1.1 m	Absortividad del marco	α 0.88
Multiplicador	2	<input type="checkbox"/> Dispositivo de protección solar	Dispositivo de protección solar
Superficie	3.52 m ²	Patrón de sombras	Sin patrón
Porcentaje de marco	10 %	<input type="checkbox"/> Doble ventana	
Parámetros característicos del hueco			
Propiedades térmicas	Conocidas	Vidrio seleccionado	Vidrio
U vidrio	1.2 W/m ² K	Marco seleccionado	Marco
g vidrio	0.45		
U marco	2.2 W/m ² K		

Imagen 29. Ejemplo de hueco definido en CE3X

Planta baja				
Orientación	Hueco	Alto	Ancho	N.º de huecos
Oeste	Ventana grande	1.1	1.6	2
	Puerta	2	2.4	2

Tabla 55. Huecos de la planta baja en CE3X

Plantas 1 - 5				
Orientación	Hueco	Alto	Ancho	N.º de huecos
Este	Ventana grande	1.1	1.6	55
	Puerta	2	2.4	10
Norte	Ventana grande	1.1	1.4	20
	Ventana grande	1.1	1.6	5
Oeste	Ventana grande	1.1	1.4	10
	Ventana grande	1.1	1.6	20
	Puerta	2	2.4	10
Sureste	Ventana grande	1.1	1.6	30
	Ventana pequeña	0.8	0.8	10
	Puerta	2	1	5
Suroeste	Ventana grande	1.1	1.6	5

Tabla 56. Huecos en las plantas 1-5 en CE3X

Ático				
Orientación	Hueco	Alto	Ancho	N.º de huecos
Este	Ventana grande	1.1	1.6	6
	Puerta	2	2.4	5
Norte	Ventana grande	1.1	1.4	2
Oeste	Ventana grande	1.1	1.4	2
	Ventana grande	1.1	1.6	5
	Ventana pequeña	0.8	0.8	1
	Puerta	2	2.4	2
Sureste	Ventana grande	1.1	1.4	1
	Ventana grande	1.1	1.6	2
	Ventana pequeña	0.8	0.8	2

Tabla 57. Huecos del ático en CE3X

Sobreático				
Orientación	Hueco	Alto	Ancho	N.º de huecos
Este	Ventana grande	1.1	1.6	9
	Ventana pequeña	0.8	0.8	3
Norte	Ventana grande	1.1	1.4	2
Oeste	Ventana grande	1.1	1.4	3
	Ventana grande	1.1	1.6	7
	Ventana pequeña	0.8	0.8	2
Sureste	Ventana grande	1.1	1.6	2
	Ventana pequeña	0.8	0.8	4

Tabla 58. Huecos del sobreático en CE3X

- **INSTALACIONES**

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Nombre Zona

Características

Tipo de generador

Tipo de combustible

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción	Refrigeración
Superficie (m2)	5411.0	5411.0	5411.0
Porcentaje (%)	100	100	100

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional

A.C.S Rendimiento medio estacional %

Calefacción Rendimiento medio estacional %

Refrigeración Rendimiento medio estacional %

Con Acumulación

Valor UA UA W/K

Volumen de un depósito l Multiplicador Tª alta °C

Tª baja °C

Imagen 30. Instalación de climatización y ACS definido en CE3X

1.3. Bloque de viviendas en CE3

- **DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA**

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	0.115	0.512	900
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.060	0.410	900
3	PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0.028 W/[mK]]	0.060	0.028	45
4	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm			
5	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.045	0.031	40
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
7				

Grupo Material: Morteros
 Material: Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] 0.015 Espesor (r)
 U 0.23 W/(m²K)

Imagen 31: Cerramiento de fachada exterior definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.015	0.410	900
2	1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	0.115	0.512	900
3	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.010	0.410	900
4	PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0.028 W/[mK]]	0.060	0.028	45
5	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm			
6	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.050	0.031	40
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825

Grupo Material: Morteros
 Material: Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] 0.015 Espesor (r)
 U 0.23 W/(m²K)

Imagen 32. Cerramiento de fachada interior definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
2	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.052	0.041	40
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 1 cm			
4	Acero	0.002	50.000	7800
5	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.050	0.031	40
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
7				

Grupo Material: Yesos
 Material: Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 0.000 Espesor (r)
 U 0.30 W/(m²K)

Imagen 33. Cerramiento de división entre viviendas diferentes en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000
2	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.075	0.330	920
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.025	0.046	1500
4	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.010	0.500	980
5	FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	0.350	1.528	1180
6	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.080	0.041	400
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm			
8	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm			
9	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	800

Grupo Material: Aislantes

Material: EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]

Espesor: 0.025

U: 0.28 W/(m²K)

Imagen 34. Cerramiento de voladizo de la primera planta definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000
2	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.075	0.330	920
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.025	0.046	1500
4	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.010	0.500	980
5	FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	0.350	1.528	1180
6	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.080	0.041	400
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	800

Grupo Material: Cerámicos

Material: Plaqueta o baldosa cerámica

Espesor: 0.012

U: 0.31 W/(m²K)

Imagen 35. Cerramiento de la primera planta sobre trasteros definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000
2	Polietileno baja densidad [LDPE]	0.110	0.330	920
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.002	0.046	1500
4	Polietileno alta densidad [HDPE]	0.010	0.500	980
5	FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm	0.350	1.528	1180
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm			
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	800

Grupo Material: Cerámicos

Material: Plaqueta o baldosa cerámica

Espesor: 0.012

U: 0.95 W/(m²K)

Imagen 36. Cerramiento de forjado intermedio definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.012	1.000	2000
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.020	0.410	900
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.038 W/[mK]]	0.150	0.038	30
4	Panel de perlita expandida [EPB] [>80%]	0.002	0.062	1500
5	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.100	0.410	900
6	FU Entregado de hormigón -Canto 350 mm	0.350	1.528	1180
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm			
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	800

Grupo Material:

 Material: Espesor (m)

 U W/(m²K)

Imagen 37. Cerramiento de cubierta plana definido en CE3

Transmitancia W/m²K

Factor solar

Permeabilidad al aire m³/hm² a 100 Pa

Corrector de la transmitancia

Verano

Invierno

Factor sombra

Verano

Invierno

Imagen 38. Ventana definida en CE3

- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Longitud (m)	Orientación	Hueco
6.1	E	Puerta
11.65	E	Ambos
6.15	E	Ambos
10.25	E	Ambos
8.37	E	Ambos
5.48	N	Sin huecos
3.33	N	Sin huecos
7.43	N	Ventana
3.57	N	Ventana
5.42	NO	Sin huecos
3.51	O	Ventana
7.38	O	Ventana
5.82	O	Ambos
8.7	O	Ambos
4.97	O	Ventana
5.86	O	Ventana
9.95	SE	Ventana
0.58	SE	Sin huecos
10.18	SE	Ventana
6.6	SE	Ventana
9.41	SO	Sin huecos

Tabla 59. Longitudes de las fachadas del ático, su orientación y huecos

Longitud (m)	N.º de huecos	Tipo de hueco	Longitud para cada hueco (m)
6.1	1	Puerta	6.1
11.65	1	Puerta	3.88
	2	Ventana	7.77
6.15	1	Puerta	3.08
	1	Ventana	3.08
10.25	1	Puerta	3.42
	2	Ventana	6.83
8.37	1	Puerta	4.19
	1	Ventana	4.19
TOTAL	5	Puerta	20.66
	6	Ventana	21.86

Tabla 60. Distribución de la fachada este del ático según sus huecos

Longitud (m)	N.º de huecos	Tipo de hueco	Longitud para cada hueco (m)
3.51	1	Ventana	3.51
7.38	1	Ventana	7.38
4.97	1	Ventana	4.97
5.86	1	Ventana	5.86
5.82	1	Puerta	2.91
	1	Ventana	2.91
8.7	1	Puerta	2.9
	2	Ventana	5.8
TOTAL	2	Puerta	5.81
	7	Ventana	30.43

Tabla 61. Distribución de la fachada oeste del ático según sus huecos

Superficies de las fachadas exteriores											
Planta baja			Plantas 1 – 5			Ático			Sobreático		
25.86	O	V	112.47	E	V	61.98	E	P	127.56	E	V
27.09	O	P	24.69	E	P	65.58	E	V	32.61	N	V
9.6	NO	-	50.13	N	V	33	N	V	108.48	O	V
98.61	PORTAL	-	30.18	O	P	91.29	O	V	80.19	SE	V
			56.58	O	V	17.43	O	P	26.43	N	-
			81.27	SE	V	80.19	SE	V	16.26	NO	-
			8.61	SE	P	26.43	N	-	1.74	SE	-
			14.97	SO	V	16.26	NO	-	28.23	SO	-
			38.82	N	-	1.74	SE	-			
			9.6	NO	-	28.23	SO	-			
			13.05	O	-						
			15.33	SE	-						
			37.26	SO	-						

Tabla 62. Superficies de las fachadas exteriores en CE3

Superficies de las fachadas interiores					
Plantas 1 – 5		Ático		Sobreático	
51.06	E	51.06	E	30.3	E
34.26	N	33.09	N	20.25	N
57.72	O	57.69	O	37.11	O
34.62	SE	33.48	SE	20.25	SE
		28.23	SO	28.23	SO

Tabla 63. Superficies de las fachas interiores en CE3

Porcentajes de hueco en las fachadas											
Planta baja			Plantas 1 – 5			Ático			Sobreático		
14%	O	V	17%	E	V	39%	E	P	14%	E	V
35%	O	P	39%	E	P	16%	E	V	9%	N	V
			16%	N	V	9%	N	V	17%	O	V
			32%	O	P	14%	O	V	8%	SE	V
			18%	O	V	55%	O	P			
			15%	SE	V	8%	SE	V			
			23%	SE	P						
			12%	SO	V						

Tabla 64. Porcentaje de huecos en CE3

- SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

Sistema principal de calefacción

Equipo principal: Otros sistemas eléctricos

Combustible: Electricidad

Potencia Nominal (kW): 116.90

Año instalación o última renovación: 2013 Rendimiento Nominal (%): 0.00

Rend. Estacional (RITE IT04)(%): 200.00

Porcentaje de sup.acondicionada: 100.00

Sistema principal de refrigeración

Equipo principal: Otros sistemas de producción de frío

Combustible: Electricidad

Potencia Nominal (kW): 101.00

Año instalación o última renovación: 2013 EER Nominal: 0.00

EER Estacional (RITE IT04): 5.80

Porcentaje de sup.acondicionada: 100.00

Sistema principal de ACS

Equipo principal: Caldera ACS eléctrica

Combustible: Electricidad

Potencia Nominal (kW): 113.30

Año instalación o última renovación: 2013 Rendimiento Nominal (%): 0.00

Rend. Estacional (RITE IT04) (%): 200.00

Porcentaje de energía solar: 0.00

Demanda diaria de ACS a 60°C: 3927.00 litros/día

Imagen 39. Equipos de climatización en CE3

1.4. Bloque de viviendas en CERMA

- MUROS

EXTERIOR	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm (0,115 m)	0,115	0,543	0,212	1,15	104
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (0,060 m)	0,060	0,410	0,144	0,60	0
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0.03	0,060	0,030	2,000	3,60	3
Cámara de aire sin ventilar (0,010 m)	0,010		0,150	0,01	0
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,050 m)	0,050	0,031	1,612	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR	Coef. conveccion interior (W/m2K)
	7,69

Imagen 40. Cerramiento de fachada exterior definido en CERMA

EXTERIOR	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (0,015 m)	0,015	0,410	0,037	0,15	14
1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm (0,115 m)	0,115	0,543	0,212	1,15	104
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (0,010 m)	0,010	0,410	0,024	0,10	0
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0.03	0,060	0,030	2,000	3,60	3
Cámara de aire sin ventilar (0,010 m)	0,010		0,150	0,01	0
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,050 m)	0,050	0,031	1,612	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR	Coef. conveccion interior (W/m2K)
	7,69

Imagen 41. Cerramiento de fachada interior definido en CERMA

OTRO LOCAL	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,026 m)	0,026	0,250	0,104	0,10	0
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (0,045 m)	0,045	0,041	1,098	0,05	0
Cámara de aire sin ventilar (0,010 m)	0,010		0,150	0,01	0
Acero (0,002 m)	0,002	50,000	0,000	20000	0
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,050 m)	0,050	0,031	1,613	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,026 m)	0,026	0,250	0,104	0,10	0

INTERIOR	Coef. conveccion interior (W/m2K)
	7,69

Imagen 42. Cerramiento de división entre viviendas diferentes definido en CERMA

Fachadas		
Orientación	Área total (m ²)	Área fuera del primer plano (m ²)
N, NO, NE	653.3	653.3
O	703.7	703.7
SO	317.6	317.6
SE	689.9	689.9
E	940.9	378.6

Tabla 65. Valores de la fachada exterior en CERMA

Fachadas		
Orientación	Área total (m ²)	Área fuera del primer plano (m ²)
N, NO, NE	87.6	87.6
O	152.5	152.5
SO	56.5	56.5
SE	88.4	88.4
E	132.4	132.4

Tabla 66. Valores de la fachada interior en CERMA

- **CUBIERTAS**

SUPERIOR		esp	λ	r _{tem}	r _{vapor}	masa
		m	W/mK	m ² K/W		kg/m ²
Plaqueta o baldosa cerámica (0,012 m)		0,012	1,000	0,012	0,36	0
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (0,020 m)		0,020	0,410	0,049	0,20	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.038 W/[mK]] (0,0140 m)		0,140	0,038	3,683	14,00	0
Panel de perlita expandida [EPB] [>80%] (0,002 m)		0,002	0,060	0,033	0,01	0
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita] (0,100 m)		0,100	0,410	0,245	1,00	0
FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 350 mm (0,350 m)		0,350	1,154	0,303	2,45	382
Cámara de aire sin ventilar (0,100 m)		0,100		0,180	0,10	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)		0,015	0,250	0,060	0,06	12

INFERIOR		Coef. conveccion inferior (W/m ² K)
<input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="↑"/>		10,00
<input checked="" type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>		

Imagen 43. Cerramiento de la cubierta plana definido en CERMA

Superficie de las cubiertas		
Plantas 1 – 5	Ático	Sobreático
209.45	30.41	602.48

Tabla 67. Superficie de las cubiertas en CERMA

- SUELOS

SUPERIOR					
	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Plaqueta o baldosa cerámica (0,012 m)	0,012	1,000	0,012	0,36	0
Polietileno baja densidad [LDPE] (0,107 m)	0,107	0,330	0,321	10700,0	0
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]] (0,002 m)	0,002	0,046	0,043	0,04	0
Polietileno alta densidad [HDPE] (0,010 m)	0,010	0,500	0,020	1000,0	0
FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm (0,350 m)	0,350	1,429	0,245	28,00	434
Cámara de aire sin ventilar (0,100 m)	0,100		0,180	0,10	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

TERRENO



Aceptar

Cancelar

Imagen 44. Cerramiento de forjado intermedio definido en CERMA

SUPERIOR					
	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Plaqueta o baldosa cerámica (0,012 m)	0,012	1,000	0,012	0,36	0
Polietileno baja densidad [LDPE] (0,075 m)	0,075	0,330	0,225	7500,0	3
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]] (0,035 m)	0,035	0,046	0,762	0,70	0
Polietileno alta densidad [HDPE] (0,010 m)	0,010	0,500	0,020	1000,0	0
FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 350 mm (0,350 m)	0,350	1,154	0,303	2,45	382
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (0,080 m)	0,080	0,041	1,951	0,08	3
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INFERIOR



Aceptar

Cancelar

Coef. conveccion
inferior (W/m2K) 25,00

Imagen 45. Cerramiento de voladizo de la planta 1 definido en CERMA

SUPERIOR		esp m	λ W/mK	r _{tem} m ² K/W	r _{vapor}	masa kg/m ²
Plaqueta o baldosa cerámica (0,012 m)		0,012	1,000	0,012	0,36	0
Poliétileno baja densidad [LDPE] (0,080 m)		0,080	0,330	0,240	8000,00	0
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]] (0,005 m)		0,005	0,046	0,109	0,10	0
Poliétileno alta densidad [HDPE] (0,010 m)		0,010	0,500	0,020	1000,00	0
FU Entrevigado de hormigón -Canto 350 mm (0,350 m)		0,350	1,429	0,245	28,00	434
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (0,080 m)		0,080	0,041	1,951	0,08	3
Cámara de aire sin ventilar (0,100 m)		0,100		0,180	0,10	0
Cámara de aire sin ventilar (0,050 m)		0,050		0,160	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)		0,015	0,250	0,060	0,06	12

INFERIOR		Coef. conveccion inferior (W/m ² K)	10,00
↓	↑	✓ Aceptar	✗ Cancelar

Imagen 46. Cerramiento de planta 1 sobre trasteros definido en CERMA

- HUECOS

Hueco	Orientación				
	N	O	SO	E	SE
Ventanas 1.6	5	34	5	70	34
Ventanas 1.4	22	15	0	0	1
Ventanas 0.8	0	3	0	3	16
Puertas 2.4	2	14	0	15	0
Puertas 1.0	0	0	0	0	5

Tabla 68. Huecos y orientaciones en CERMA

2. Vivienda unifamiliar

2.1. Vivienda unifamiliar en HULC

- CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50	0.115	0.991	2170	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.010	0.550	1125	1000	
3	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.080	0.041	40	1000	
4	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 47. Cerramiento de fachada en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Esesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.015	0.550	1125	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0.115	0.667	1140	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 48. Cerramiento de garaje-vivienda en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
2	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0.115	0.667	1140	1000	
5	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 49. Cerramiento de medianera en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Hormigón armado d > 2500	0.250	2.500	2600	1000	
2	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 50. Cerramiento de muro en contacto con el terreno en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
2	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 51. Cerramiento de tabique interior en HULC

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.060	2.000	1450	1050	
2	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0.120	0.034	38	1000	
3	Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0.015	0.250	1150	1000	
4	Hormiçón celular curado en autoclave d 300	0.080	0.090	300	1000	
5	FR Entrevigado de hormiçón aligerado -Canto	0.300	1.838	1570	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 52. Cerramiento de cubierta en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	1.900	2350	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.060	0.550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30	1000	
4	FR Entrevigado de hormiçón aligerado -Canto	0.300	1.838	1570	1000	
5	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(mK)

Imagen 53. Cerramiento de forjado interior en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	1.900	2350	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.060	0.550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30	1000	
4	Hormiçón armado 2300 < d < 2500	0.015	2.300	2400	1000	
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0.080	0.034	38	1000	
6	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.200	2.000	1450	1050	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(mK)

Imagen 54. Cerramiento de suelo en contacto con el terreno en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.010	1.900	2350	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.060	0.550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30	1000	
4	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.040	0.029	30	1000	
5	FR Entrevigado de hormiçón aligerado -Canto	0.300	1.838	1570	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Imagen 55. Cerramiento de suelo de planta baja en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.020	1.900	2350	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.070	0.550	1125	1000	
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [	0.120	0.034	38	1000	
4	Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0.015	0.250	1150	1000	
5	Hormiçón celular curado en autoclave d 300	0.080	0.090	300	1000	
6	FR Entrevigado de hormiçón aligerado -Canto	0.300	1.838	1570	1000	
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825	1000	
9						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Imagen 56. Cerramiento de terraza transitable en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	1.900	2350	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.060	0.550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30	1000	
4	FR Entrevigado de hormiçón aligerado -Canto	0.300	1.838	1570	1000	
5	XPS Expandido con dioxido de carbono CO2 [	0.060	0.034	38	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
7	Aluminio	0.006	230.000	2700	880	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(mK)

Imagen 57. Cerramiento de voladizos en HULC

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Planta sótano		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre el terreno	Suelo contacto terreno	0.29
Muros en contacto con el terreno	Muro contacto terreno	0.60
Medianera	Medianera	0.32
Tabique interior	Tabique interior	0.59
Separación del garaje	Garaje-Vivienda	0.56
Cubierta enterrada	Suelo planta baja	0.40

Tabla 69. Cerramientos de la planta sótano en HULC

Planta baja		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre el garaje	Suelo planta baja	0.40
Suelo sobre el terreno	Suelo contacto terreno	0.29
Fachada exterior	Fachada	0.27
Medianera	Medianera	0.32
Tabique interior	Tabique interior	0.59
Cubierta	Cubierta	0.20

Tabla 70. Cerramientos de la planta baja en HULC

Planta alta		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Forjado interior	Forjado interior	0.74
Voladizo	Voladizo	0.33
Fachada exterior	Fachada	0.27
Medianera	Medianera	0.32
Tabique interior	Tabique interior	0.59
Cubierta	Cubierta	0.20

Tabla 71. Cerramientos de la planta alta en HULC

Hueco	Alto	Ancho	Altura respecto al suelo	Retranqueo
Ventanas grandes	1.1 m.	1.1 m.	1 m.	0 m.
	1.1 m.	1.35 m.	1 m.	0 m.
	1.1 m.	3.25 m.	1 m.	0 m.
	1.1 m.	1.8 m.	1 m.	0 m.
	1.1 m.	2.4 m.	1 m.	0 m.
Ventanas pequeñas	0.8 m.	0.8 m.	1 m.	0 m.
Puertas	2 m.	0.9 m.	0 m.	0 m.

Tabla 72. Características de los huecos

- CLIMATIZACIÓN

Planta	Espacio	Superficie (m ²)	Potencia de calefacción (kW)
Planta sótano	Distribuidor	4.2	0.34
Planta baja	Habitación 1	8.7	0.74
	Despacho	9.4	0.70
	Aseo 1	5.1	0.22
	Distribuidor	1.4	1.38
	Salón	40.4	3.41
	Cocina	20.2	1.28
	Planta alta	Habitación 2	17.1	1.49
Habitación 3		12.8	1.08
Habitación 4		12	1.12
Habitación 5		12.1	1.03
Aseo 2		10.2	0.70
Aseo 3		6.2	0.46
Aseo 4		6.1	0.44
Distribuidor		10.2	0.89
Vestidor		5.9	0.40

Tabla 73. Potencias de calefacción por espacios

Planta	Espacio	Potencia (kW)	Consumo (kW)	Caudal (m ³ /h)
Baja	Habitación 1	0.62	0.18	350
	Despacho	0.67	0.19	375
	Distribuidor	0.10	0.03	100
	Salón	2.88	0.82	400
	Cocina	1.44	0.41	350
Alta	Habitación 2	1.80	0.52	350
	Habitación 3	1.35	0.39	350
	Habitación 4	1.27	0.36	350
	Habitación 5	1.28	0.37	350

Tabla 74. Valores de refrigeración por espacios

2.2. Vivienda unifamiliar en CE3X

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Forjado intermedio	Espesor	Densidad (kg/m ³)	Densidad (kg/m ²)
Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	2350	35.25
Mortero de cemento	0.060	1125	67.5
EPS Poliestireno expandido [0.029 W/mK]	0.020	30	0.6
FR con entrevigado de hormigón aligerado	0.300	1570	471
Cámara de aire sin ventilar horizontal	0.050	1	0.05
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.015	825	12.37
			586.77

Tabla 75. Cálculo de la densidad superficial del 'Forjado intermedio' para CE3X

Forjado intermedio	Espesor	Densidad (kg/m ³)	Densidad (kg/m ²)
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.015	825	12.37
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.015	825	12.37
MW Lana mineral 0.031 W/mK	0.040	40	1.60
½ pie de LP métrico	0.115	1140	131.10
MW Lana mineral 0.031 W/mK	0.040	40	1.60
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.015	825	12.37
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.015	825	12.37
			183.78

Tabla 76. Cálculo de la densidad superficial de la 'Medianera' para CE3X

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Nombre

- Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
1/2 pie LM métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.116	0.115	0.991	2170	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.008	0.010	1.3	1900	1000
MW Lana mineral [0.0...	Aislantes	1.975	0.08	0.0405	40	1000
MW Lana mineral [0.0...	Aislantes	1.29	0.04	0.031	40	1000
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

Imagen 58. Cerramiento de fachada en CE3X

Nombre

- Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Arena y grava [1700 ...	Pétreos y suelos	0.03	0.06	2	1450	1050
XPS Expandido con di...	Aislantes	3.421	0.13	0.038	37.5	1000
Etileno propileno dien...	Cauchos	0.06	0.015	0.25	1150	1000
Hormigón celular cura...	Hormigones	0.889	0.08	0.09	300	1000
FR Entrevigado de ho...	Forjados reticulares	0.163	0.3	1.838	1570	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

Imagen 59. Cerramiento de cubierta en CE3X

Nombre

- Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m2 K)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m3)	Cp (J/kgK)
Gres calcáreo 2000 <...	Cerámicos	0.011	0.02	1.9	2350	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.039	0.07	1.8	2100	1000
XPS Expandido con di...	Aislantes	3.824	0.13	0.034	37.5	1000
Etileno propileno dien...	Cauchos	0.06	0.015	0.25	1150	1000
Hormigón celular cura...	Hormigones	0.889	0.08	0.09	300	1000
FR Entrevigado de ho...	Forjados reticulares	0.163	0.3	1.838	1570	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.06	0.015	0.25	825	1000

Imagen 60. Cerramiento de terraza transitable en CE3X

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Gres calcáreo 2000 <...	Cerámicos	0.008	0.015	1.9	2350	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.075	0.06	0.8	1525	1000
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	0.69	0.02	0.029	30	1000
FR Entrevigado de ho...	Forjados reticulares	0.163	0.3	1.838	1570	1000
XPS Expandido con di...	Aislantes	1.765	0.06	0.034	37.5	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
Aluminio	Metales	0.0	0.006	230	2700	880

Imagen 61. Cerramiento de vuelos en CE3X

Planta sótano		Planta baja		Planta alta	
2.5	GARAJE	10.33	N	7.34	N
4.14	N/H	10.33	S	7.34	S
		1.42	E	1.42	E
		13.95	O	13.95	O

Tabla 77. Longitud y orientación de las fachadas para CE3X

Planta baja				
Orientación	Hueco	Alto	Ancho	N.º de huecos
Norte	Ventana pequeña	1.1	1.35	1
	Ventana grande	1.1	3.25	1
	Puerta	2	0.9	2
Sur	Ventana pequeña	1.1	1.35	3
	Ventana aseo	0.8	0.8	1
Oeste	Ventana pequeña	1.1	1.1	1
	Puerta	2	0.9	1

Tabla 78. Huecos de la planta baja en CE3X

Planta alta				
Orientación	Hueco	Alto	Ancho	N.º de huecos
Norte	Ventana pequeña	1.1	1.35	1
	Ventana grande	1.1	2.40	1
Sur	Ventana grande	1.1	1.80	2
	Ventana aseo	0.8	0.8	1
Oeste	Puerta	2	0.9	1

Tabla 79. Huecos de la planta alta en CE3X

- **INSTALACIONES**

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre Zona

Características

Tipo de generador

Tipo de combustible

Demanda cubierta

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	205.4	182.81
Porcentaje (%)	100.0	89

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional

A.C.S Rendimiento medio estacional %

Calefacción Rendimiento medio estacional %

Con Acumulación

Valor UA UA W/K

Volumen de un depósito l Multiplicador Tª alta °C

Tª baja °C

Imagen 62. Instalación de calefacción y ACS definida en CE3X

Equipo de sólo refrigeración

Nombre Zona

Características

Tipo de generador

Tipo de combustible

Demanda cubierta

	Refrigeración
Superficie (m2)	54.4
Porcentaje (%)	55

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional Rendimiento medio estacional %

Imagen 63. Instalación de refrigeración de la planta alta definida en CE3X

Contribuciones energéticas

Nombre Zona

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto %

Imagen 64. Contribución solar a ACS definida en CE3X

2.3. Vivienda unifamiliar en CE3

- DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

	Material	Esesor	Conductividad	Densidad
1	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0.115	0.991	2170
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.010	0.550	1125
3	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.080	0.041	40
4	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
7				

Grupo Material: Yesos
 Material: Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 0.015 Espesor (mm)
 U: 0.27 W/(m²K)

Imagen 65. Cerramiento de fachada definido en CE3

	Material	Esesor	Conductividad	Densidad
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0.015	0.800	1525
2	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0.115	0.667	1140
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
5	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
6				

Grupo Material: Morteros
 Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600 0.020 Espesor (mm)
 U: 0.56 W/(m²K)

Imagen 66. Cerramiento de garaje-vivienda definido en CE3

	Material	Esesor	Conductividad	Densidad
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020	0.250	825
2	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020	0.250	825
3	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0.115	0.667	1140
5	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.037	0.031	40
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825

Grupo Material: Yesos
 Material: Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 0.020 Espesor (mm)
 U: 0.32 W/(m²K)

Imagen 67. Cerramiento de medianera definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Hormigón armado d > 2500	0.250	2.500	2600
2	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
4	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
5				

Grupo Material: Hormigones
 Material: Hormigón armado d > 2500
 Espesor: 0.250
 U: 0.60 W/(m²K)

Imagen 68. Cerramiento de muro en contacto con el terreno definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.060	2.000	1450
2	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.120	0.034	30
3	Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0.015	0.250	1150
4	Hormigón celular curado en autoclave d 300	0.080	0.090	300
5	FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 300 mm	0.300	1.838	1500
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm			
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825

Grupo Material: Yesos
 Material: Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900
 Espesor: 0.015
 U: 0.20 W/(m²K)

Imagen 69. Cerramiento de cubierta definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	1.900	2350
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	0.060	0.700	1350
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30
4	FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0.300	1.678	1580
5	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm			
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	825
7				

Grupo Material: Cerámicos
 Material: Gres calcáreo 2000 < d < 2700
 Espesor: 0.000
 U: 0.74 W/(m²K)

Imagen 70. Cerramiento de forjado interior definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	1.900	2350
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0.060	0.800	1525
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30
4	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.015	2.300	2400
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.080	0.034	38
6	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.200	2.000	1450
7				

Grupo Material: Pétreos y suelos
 Material: Arena y grava [1700 < d < 2200] 0.200 Espesor (mm)
 U: 0.29 W/(m²K)

Imagen 71. Cerramiento de suelo en contacto con el terreno definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.015	1.900	2350
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0.060	0.800	1525
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	30
4	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.040	0.029	30
5	FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 300 mm	0.300	1.838	1570
6				

Grupo Material: Cerámicos
 Material: Gres calcáreo 2000 < d < 2700 0.015 Espesor (mm)
 U: 0.40 W/(m²K)

Imagen 72. Cerramiento del suelo de la planta baja definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.020	1.900	2350
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0.070	0.800	1525
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.120	0.034	38
4	Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0.015	0.250	1150
5	Hormigón celular curado en autoclave d 300	0.080	0.090	300
6	FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0.300	1.678	1570
7	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm			
8	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	0.250	800

Grupo Material: Morteros
 Material: Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600 0.070 Espesor (mm)
 U: 0.19 W/(m²K)

Imagen 73. Cerramiento de la terraza definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.020	1.900	2350
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0.060	0.800	1500
3	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.020	0.029	20
4	FR Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0.300	1.678	1500
5	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.060	0.034	20
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm			
7	Aluminio	0.006	230.000	2700

Grupo Material: Cerámicos
 Material: Gres calcáreo 2000 < d < 2700 Espesor: 0.020
 Botones: Añadir Material, Cambiar Material, Eliminar Material, Subir, Bajar
 U: 0.33 W/(m²K)

Imagen 74. Cerramiento de vuelos definido en CE3

Propiedades

Vidrio

Grupo: Dobles bajo emisivos 0.1-0.2 en posición vertical
 Vidrio: VER_DB1_4-12-4
 Transmitancia: 2.00 W/m²K
 Factor solar: 0.700

Marco

Grupo: Metálicos en posición vertical
 Marco: VER_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
 Transmitancia: 4.00 W/m²K
 Absortividad: 0.70

Factor sombra

Verano: 1.00
 Invierno: 1.00

Corrector de la transmitancia

Verano: 1.00
 Invierno: 1.00

% hueco cubierto por el marco: 35.00 ¿Es una puerta?
 Permeabilidad al aire: 27.00 m³/hm² a 100 Pa

Imagen 75. Ventana definida en CE3

- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Superficies de las fachadas exteriores								
Planta sótano			Planta baja			Planta alta		
9.34	ENH	-	19.74	N	Ventana	22.02	N	Ventana
			11.25	N	Puerta	22.02	S	Ventana
			30.99	S	Ventana	8.04	O	Ventana
			4.5	O	Ventana	12.84	O	Puerta
			8.04	O	Puerta	20.97	O	-
			4.26	E	-			
			29.31	O	-			

Tabla 80. Superficies de las fachadas exteriores en CE3

Porcentajes de hueco en las fachadas					
Planta baja			Planta alta		
26%	N	Ventana	19%	N	Ventana
32%	N	Puerta	18%	S	Ventana
17%	S	Ventana	11%	O	Ventana
27%	O	Ventana	14%	O	Puerta
22%	O	Puerta			

Tabla 81. Porcentajes de huecos en CE3

- SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

Sistema principal de calefacción			
Equipo principal	Caldera calefacción combustión de condensación		
Combustible	Gas Natural		
Potencia Nominal (kW)	30.00		
<input checked="" type="radio"/> Año instalación o última renovación	2017	Rendimiento Nominal (%)	98.20
<input type="radio"/> Rend. Estacional (RITE IT04) (%)	104.00		
Porcentaje de sup.acondicionada	89.00		

Sistema principal de refrigeración			
Equipo principal	Equipo(s) tipo split/multisplit		
Combustible	Electricidad		
Potencia Nominal (kW)	11.40		
<input type="radio"/> Año instalación o última renovación	20	EER Nominal	0.00
<input checked="" type="radio"/> EER Estacional (RITE IT04)	5.60		
Porcentaje de sup.acondicionada	65.00		

Sistema principal de ACS			
Equipo principal	Caldera ACS combustión estándar		
Combustible	Gas Natural		
Potencia Nominal (kW)	30.00		
<input checked="" type="radio"/> Año instalación o última renovación	2013	Rendimiento Nominal (%)	98.20
<input type="radio"/> Rend. Estacional (RITE IT04) (%)	98.20		
Porcentaje de energía solar	50.00		
Demanda diaria de ACS a 60°C	168.00	litros/día	

Imagen 76. Equipos de climatización en CE3

2.4. Vivienda unifamiliar en CERMA

- MUROS

TERRENO	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Hormigón armado d > 2500 (0,250 m)	0,250	2,500	0,100	20,00	0
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,041 m)	0,041	0,031	1,322	0,04	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR	Coeef. conveccion interior (W/m2K)
<input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="↑"/> <input checked="" type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	7,69

Imagen 77. Cerramiento de muro en contacto con el terreno definido en CERMA

OTRO LOCAL	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido	0,015	0,800	0,019	0,15	23
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm (0,115 m)	0,115	0,695	0,165	1,15	131
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,038 m)	0,038	0,031	1,225	0,04	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR	Coeef. conveccion interior (W/m2K)
<input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="↑"/> <input checked="" type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	7,69

Imagen 78. Cerramiento de separación garaje-vivienda definido en CERMA

EXTERIOR	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm (0,115 m)	0,115	0,991	0,116	1,15	250
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido	0,010	0,550	0,018	0,10	11
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] (0,080 m)	0,080	0,041	1,953	0,08	0
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,040 m)	0,040	0,031	1,290	0,04	2
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR	Coeef. conveccion interior (W/m2K)
<input type="button" value="↓"/> <input type="button" value="↑"/> <input checked="" type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	7,69

Imagen 79. Cerramiento de fachada definido en CERMA

OTRO LOCAL	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,036 m)	0,036	0,031	1,161	0,04	0
1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm < G < 80 mm (0,115 m)	0,115	0,595	0,193	1,15	117
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,040 m)	0,040	0,031	1,290	0,04	2
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR Coef. conveccion interior (W/m2K) **7,69**

Imagen 80. Cerramiento de medianera definido en CERMA

OTRO LOCAL	esp m	λ W/mK	rtem m2K/W	rvapor	masa kg/m2
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] (0,037 m)	0,037	0,031	1,194	0,04	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INTERIOR Coef. conveccion interior (W/m2K) **7,69**

Imagen 81. Cerramiento de tabique interior definido en CERMA

Fachadas		
Orientación	Área total (m ²)	Área fuera del primer plano (m ²)
N, NO, NE	31.0	0
O	41.8	8.0
S	31.0	0
E	41.8	0

Tabla 82. Valores de la fachada en CERMA

- CUBIERTAS

SUPERIOR						esp	λ	rtem	rvapor	masa
						m	W/mK	m ² K/W		kg/m ²
Arena y grava [1700 < d < 2200] (0,060 m)						0,060	2,000	0,030	3,00	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] (0,120 m)						0,120	0,034	3,528	12,00	0
Etileno propileno dieno monómero [EPDM] (0,015 m)						0,015	0,250	0,060	90,00	0
Hormigón celular curado en autoclave d 300 (0,080 m)						0,080	0,090	0,889	0,48	0
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 300 mm (0,300 m)						0,300	1,875	0,160	1,80	471
Cámara de aire sin ventilar (0,050 m)						0,050		0,160	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)						0,015	0,250	0,060	0,06	12

INFERIOR

Coef. conveccion inferior (W/m²K)

Imagen 82. Cubierta definida en CERMA

SUPERIOR						esp	λ	rtem	rvapor	masa
						m	W/mK	m ² K/W		kg/m ²
Gres calcáreo 2000 < d < 2700 (0,020 m)						0,020	1,900	0,011	0,40	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (0,070 m)						0,070	0,800	0,089	0,70	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] (0,130 m)						0,130	0,034	3,822	13,00	0
Etileno propileno dieno monómero [EPDM] (0,015 m)						0,015	0,250	0,060	90,00	0
Hormigón celular curado en autoclave d 300 (0,080 m)						0,080	0,090	0,889	0,48	0
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 300 mm (0,300 m)						0,300	1,875	0,160	1,80	471
Cámara de aire sin ventilar (0,050 m)						0,050		0,160	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)						0,015	0,250	0,060	0,06	12

INFERIOR

Coef. conveccion inferior (W/m²K)

Imagen 83. Cerramiento de la terraza definido en CERMA

- SUELOS

SUPERIOR						esp	λ	rtem	rvapor	masa
						m	W/mK	m ² K/W		kg/m ²
Gres calcáreo 2000 < d < 2700 (0,015 m)						0,015	1,900	0,008	0,30	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido (0,060 m)						0,060	0,800	0,076	0,60	0
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (0,020 m)						0,020	0,029	0,689	0,40	0
Hormigón armado 2300 < d < 2500 (0,015 m)						0,015	2,300	0,007	1,20	0
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] (0,080 m)						0,080	0,034	2,353	8,00	3
Arena y grava [1700 < d < 2200] (0,200 m)						0,200	2,000	0,100	10,00	2

TERRENO

Imagen 84. Cerramiento de suelo en contacto con el terreno definido en CERMA

SUPERIOR					
	esp m	λ W/mK	r _{tem} m ² K/W	rvapor	masa kg/m ²
Gres calcáreo 2000 < d < 2700 (0,010 m)	0,010	1,900	0,005	0,20	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido	0,060	0,800	0,076	0,60	0
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (0,020 m)	0,020	0,029	0,689	0,40	0
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (0,040 m)	0,040	0,029	1,379	0,80	1
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 300 mm (0,300 m)	0,300	1,875	0,160	1,80	471

TERRENO

Imagen 85. Cerramiento del suelo planta baja definido en CERMA

SUPERIOR					
	esp m	λ W/mK	r _{tem} m ² K/W	rvapor	masa kg/m ²
Gres calcáreo 2000 < d < 2700 (0,015 m)	0,015	1,900	0,008	0,30	0
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido	0,060	0,800	0,072	0,60	0
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]] (0,020 m)	0,020	0,029	0,689	0,40	0
FR Entrevigado de hormigón aligerado -Canto 300 mm (0,300 m)	0,300	1,875	0,160	1,80	471
Cámara de aire sin ventilar (0,050 m)	0,050		0,160	0,05	0
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 (0,015 m)	0,015	0,250	0,060	0,06	12

INFERIOR

Coef. convección inferior (W/m²K)

Imagen 86. Cerramiento de forjado intermedio definido en CERMA

- HUECOS

Hueco	Orientación			
	N	S	O	Horizontal
Ventana pequeña	2	3	1	-
Ventana grande	1	2	-	-
Ventana aseo	-	1	1	-
Ventana salón	1	-	-	-
Puerta	2	-	2	-
Lucernario	-	-	-	1

Tabla 83. Huecos y orientaciones en CERMA

3. Residencia

3.1. Residencia en HULC

- CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0.240	1.030	2140	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	0.550	1125	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm					0.190
4	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [	0.060	0.025	38	1000	
5	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0.115	0.991	2170	1000	
6	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	0.031	40	1000	
7	Yeso dureza media 600 < d < 900	0.015	0.300	750	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 87. Cerramiento de fachada exterior en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Yeso dureza media 600 < d < 900	0.015	0.300	750	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0.090	0.432	930	1000	
3	Yeso dureza media 600 < d < 900	0.015	0.300	750	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 88. Cerramiento del tabique en HULC

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0.020	2.300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	0.550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.020	0.046	30	1000	
4	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.100	2.300	2400	1000	
5	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0.080	0.046	30	1000	
6	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.200	2.000	1450	1050	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Imagen 89. Cerramiento de solera en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0.020	2.300	2500	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.050	0.550	1125	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0.020	0.038	30	1000	
4	Hormigón con arcilla expandida como árido	0.300	0.350	1000	1000	
5	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
6	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020	0.250	825	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Imagen 90. Cerramiento de forjado interno en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	0.550	1125	1000	
2	Cloruro de polivinilo [PVC]	0.010	0.170	1390	900	
3	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.020	2.000	1450	1050	
4	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0.020	0.038	30	1000	
5	Hormiçón con arcilla expandida como árido	0.030	0.440	1200	1000	
6	Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm					0.160
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020	0.250	825	1000	
8						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 91. Cerramiento de cubierta plana en HULC

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Planta baja		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre el terreno	Solera	0.39
Tabiques de separación	Tabique	2.09
Fachada	Fachada	0.22

Tabla 84. Cerramientos de la planta baja en HULC

Planta primera		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Forjado intermedio	Forjado intermedio	0.53
Suelo sobre aire (voladizo)	Forjado intermedio	0.53
Tabiques de separación	Tabique	2.09
Fachada	Fachada	0.22
Cubierta	Cubierta	0.90

Tabla 85. Cerramientos de la planta primera en HULC

Planta segunda		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Forjado intermedio	Forjado intermedio	0.53
Tabiques de separación	Tabique	2.09
Fachada	Fachada	0.22
Cubierta	Cubierta	0.90

Tabla 86. Cerramientos de la planta segunda en HULC

Hueco	Alto	Ancho	Altura respecto al suelo	Retranqueo
Ventanas tipo	1.0 m.	1.25 m.	1 m.	0 m.
Ventanas capilla	1.0 m.	0.63 m.	1 m.	0 m.
Puerta principal	2.0 m.	2.2 m.	0 m.	0 m.
Puerta trasera	2.0 m.	0.95 m.	0 m.	0 m.
Puerta escalera PB	2.0 m.	3.4 m.	0 m.	0 m.
Puerta escalera P1	2.0 m.	2.4 m.	0 m.	0 m.
Puerta escalera P2				

Tabla 87. Características de los huecos

- CONDICIONES OPERACIONALES

○ Ocupación

Fuentes internas ocupación comedor



Imagen 92. Horario de fuentes internas del comedor

Fuentes internas ocupación habitaciones



Imagen 93. Horario de fuentes internas de las habitaciones

Fuentes internas ocupación residencia (días laborables)



Imagen 94. Horario de fuentes internas de la residencia en días laborables

○ Iluminación

Fuentes internas iluminación residencia (laborables, sábados y festivos)



Imagen 95. Horario de fuentes internas de iluminación de la residencia

- Ventilación

Infiltraciones residencia (invierno)



Imagen 96. Horario de valores de infiltración en verano

Infiltraciones residencia (verano)



Imagen 97. Horario de valores de infiltración en invierno

Infiltraciones espacios no habitables



Imagen 98. Horario de valores de infiltración en espacios no habitables

- Equipos

Funcionamiento de equipos espacios acondicionados

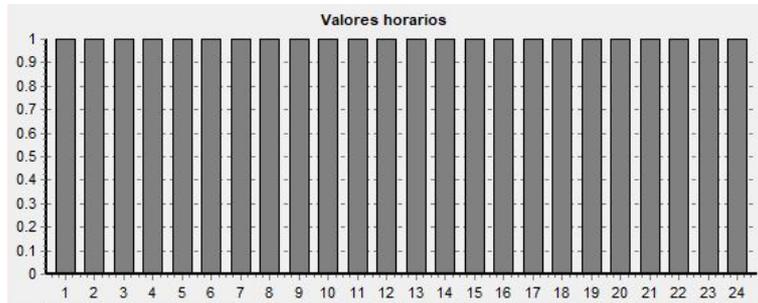


Imagen 99. Horario de funcionamiento de equipos en espacios acondicionados

- Temperaturas

Temperatura de calefacción (comedor)



Imagen 100. Horario de temperaturas de calefacción del comedor

Temperatura de refrigeración (comedor)



Imagen 101. Horario de temperaturas de refrigeración del comedor

Temperatura de calefacción (habitaciones)



Imagen 102. Horario de temperaturas de calefacción de las habitaciones

Temperatura de refrigeración (habitaciones)



Imagen 103. Horario de temperaturas de refrigeración de las habitaciones

Temperatura de calefacción (residencia)



Imagen 104. Horario de temperaturas de calefacción de la residencia

Temperatura de refrigeración (residencia)

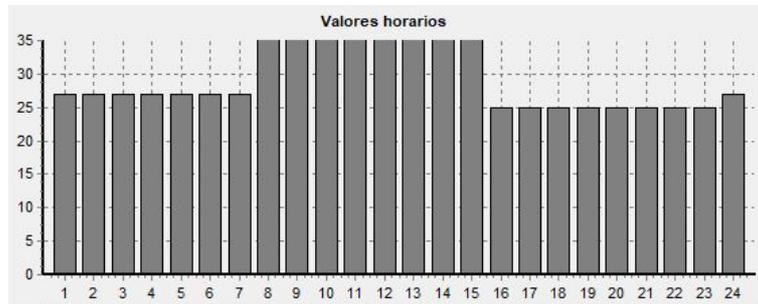


Imagen 105. Horario de temperaturas de refrigeración de la residencia

Planta Baja – Comedor		
Ocupación	Horario	Fuentes internas ocupación comedor
	Área/persona	2.08
Iluminación	Tipo	Incandescente o halógena
	Horario	Fuentes internas ocupación comedor
	W/Área	12
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	7.5
Ventilación	Horario	Infiltraciones residencia
	m ³ /hm ²	21.65
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Refrigeración comedor
	Temperatura min	Calefacción comedor
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 88. Características del comedor

Planta baja – Sala instalaciones y despensa		
Ocupación	Horario	Fuentes internas ocupación no habitable
	Área/persona	36
Iluminación	Tipo	Fluorescente suspendida
	Horario	No habitable
	W/Área	1.5
Equipos	Horario	No habitable
	W/Área	1.5
Ventilación	Horario	No habitable
	Renovaciones	0
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	-
	Temperatura min	-
	Funcionamiento	-

Tabla 89. Características de la sala de instalaciones y la despensa

Planta primera – Dormitorios 1-5		
Ocupación	Horario	Fuentes internas ocupación habitaciones
	Área/persona	10.17
Iluminación	Tipo	Incandescente o halógena
	Horario	Fuentes internas ocupación habitaciones
	W/Área	12
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	7.5
Ventilación	Horario	Infiltraciones residencia
	m ³ /hm ²	4.43
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Refrigeración habitaciones
	Temperatura min	Calefacción habitaciones
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 90. Características de los dormitorios 1-5

Planta primera – Dormitorios 6-15		
Ocupación	Horario	Fuentes internas ocupación habitaciones
	Área/persona	14.79
Iluminación	Tipo	Incandescente o halógena
	Horario	Fuentes internas ocupación habitaciones
	W/Área	12
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	7.5
Ventilación	Horario	Infiltraciones residencia
	m ³ /hm ²	2.84
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Refrigeración habitaciones
	Temperatura min	Calefacción habitaciones
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 91. Características de los dormitorios 6-15

Planta segunda – Dormitorios 1-6		
Ocupación	Horario	Fuentes internas ocupación habitaciones
	Área/persona	12.44
Iluminación	Tipo	Incandescente o halógena
	Horario	Fuentes internas ocupación habitaciones
	W/Área	12
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	7.5
Ventilación	Horario	Infiltraciones residencia
	m ³ /hm ²	3.62
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Refrigeración habitaciones
	Temperatura min	Calefacción habitaciones
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 92. Características de los dormitorios 1-6

Espacios restantes		
Ocupación	Horario	Fuentes internas ocupación residencia
	Área/persona	33.33
Iluminación	Tipo	Fluorescente suspendida
	Horario	Fuentes internas ocupación residencia
	W/Área	4.4
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	4.4
Ventilación	Horario	Infiltraciones residencia
	Renovaciones	4
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Refrigeración residencia
	Temperatura min	Calefacción residencia
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 93. Características del resto de espacios de la residencia

- CALENER GT

Zona	Potencia asignada (kW)
Sacristía	0.96
Capilla	7.34
Dormitorios 6 – 15	14.31
Dormitorios 1 – 5	7.06
Dormitorios 1 – 6	12.71

Tabla 94. Zonas y potencia de calefacción por radiadores

Zona	Ventilador (kW)	Caudal (m ³ /h)	Refrigeración (kW)		Calefacción (kW)	
			Total	Sensible	Total	
Comedor	0.21	1395	7.2	4.7	8.4	
Sala de estar PB		900	3.6	3.6	4.2	
Biblioteca		360	1.5	1.0	1.7	
Sala de visitas		360	1.5	1.0	1.7	
Enfermería		360	1.5	1.0	1.7	
Pasillo PB		225	4.4	2.9	5.0	
Sala de estar PP		450	3.6	2.3	4.2	
Pasillo PP		310	9.0	5.9	10.0	
Pasillo PS		200		9.0	5.9	10.0
Vestíbulo ind.						

Tabla 95. Zonas y potencias de climatización del sistema VRV

3.2. Residencia en CE3X

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Forjado intermedio	Espesor	Densidad (kg/m³)	Densidad (kg/m²)
Plaqueta o baldosa de gres	0.02	2500	50.00
Mortero de cemento o cal para albañilería	0.05	1125	56.25
EPS Poliestireno expandido [0.037 W/mK]	0.02	30	0.60
Hormigón	0.3	1000	300.00
Cámara de aire sin ventilar horizontal	0.05	1	0.05
Placa de yeso laminado 750 < d < 900	0.02	825	16.50
			423.40

Tabla 96. Cálculo de la densidad superficial del 'Forjado interno' para CE3X

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Planta baja		Planta primera		Planta segunda	
Zona	Área	Zona	Área	Zona	Área
Comedor	76	Dormitorios 6 – 15	211	Dormitorios 1 – 6	158
Sala de estar	46	Sala de estar	46	Pasillo	87
Biblioteca	18	Baño geriátrico	29	Vestíbulo independiente	12
Sacristía	13	Dormitorios 1 – 5	130		
Capilla	105	Pasillo	126		
Sala de instalaciones	11				
Cocina	68				
Despensa	19				
Aseos	14				
Distribuidor	16				
Sala de visitas	19				
Enfermería	16				
Pasillo	110				

Tabla 97. Espacios de la residencia

Nombre

Forjado interno residencia

- Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Plaqueta o baldosa d...	Cerámicos	0.009	0.02	2.3	2500	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.091	0.05	0.55	1125	1000
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	0.533	0.02	0.0375	30	1000
Hormigón con arcilla e...	Hormigones	0.857	0.3	0.35	1000	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
Placa de yeso o esca...	Yesos	0.08	0.02	0.25	825	1000

Imagen 106. Cerramiento de forjado interno definido en CE3X

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
1 pie LM métrico o cat...	Fábricas de ladrillo	0.233	0.24	1.03	2140	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.036	0.02	0.55	1125	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.19	-	-	-	-
MW Lana mineral [0.0...	Aislantes	1.935	0.06	0.031	40	1000
1/2 pie LM métrico o c...	Fábricas de ladrillo	0.116	0.115	0.991	2170	1000
MW Lana mineral [0.0...	Aislantes	1.29	0.04	0.031	40	1000
Yeso, dureza media 6...	Yesos	0.05	0.015	0.3	750	1000

Imagen 107. Cerramiento de fachada definido en CE3X

Nombre

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Mortero de cemento ...	Morteros	0.036	0.02	0.55	1125	0.036
Asfalto arenoso	Bituminosos	0.133	0.02	0.15	2100	0.133
Cloruro de polivinilo [...]	Plásticos	0.006	0.001	0.17	1390	0.006
EPS Poliestireno Expa...	Aislantes	0.533	0.02	0.0375	30	1000
Hormigón con arcilla e...	Hormigones	0.086	0.03	0.35	1000	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
Placa de yeso laminad...	Yesos	0.08	0.02	0.25	825	0.08

Imagen 108. Cerramiento de cubierta definido en CE3X

Planta baja							
	E	N	NE	NO	O	S	SO
Biblioteca							8.63
Capilla	44.39						32.64
Cocina	25.11				21.09		
Comedor			13.52	42.87			16.46
Despensa	10.34	16.57			2.98		
Distribuidor	2.98	6.33		5.62	11.25		
Enfermería							7.53
Pasillo PB	13.80	12.25	1.78				
Sacristía							12.28
Sala de estar							22.89
Sala de visitas	12.71	4.94					
Sala instalaciones	7.58					4.94	

Tabla 98. Orientación de las fachadas de la planta baja

Planta primera							
	E	N	NE	NO	O	S	SO
Baño geriátrico	13.82						40.43
Dormitorio 6 - 15	100.10	19.56					
Dormitorios 1 - 5				24.47			60.01
Pasillo PP		14.78		5.62	32.34		
Sala de estar			16.11	18.41			

Tabla 99. Orientación de las fachadas de la planta primera

Planta segunda							
	E	N	NE	NO	O	S	SO
Dormitorios 1 - 6	25.52	0.81	15.29	45.87			67.79
Pasillo PS	38.82	18.86					8.95

Tabla 100. Orientación de las fachadas de la planta segunda

Planta baja			
Zona	Orientación	Hueco	N.º de huecos
Biblioteca	SO	Ventana tipo	1
Capilla	E	Ventana capilla	4
	SO	Ventana tipo	4
Cocina	E	Ventana tipo	3
	O	Ventana tipo	2
Comedor	NE	Ventana tipo	1
	NO	Ventana tipo	3
	SO	Ventana tipo	2
Despensa	E	Ventana tipo	1
Distribuidor	N	Puerta trasera	1
	O	Ventana tipo	1
Enfermería	SO	Ventana tipo	1
Pasillo PB	E	Puerta principal	1
	E	Ventana tipo	1
	N	Puerta escalera	1
Sacristía	SO	Ventana tipo	1
Sala de estar	SO	Ventana tipo	2
Sala visitas	E	Ventana tipo	1

Tabla 101. Distribución de huecos de la planta baja

Planta primera			
Zona	Orientación	Hueco	N.º de huecos
Baño geriátrico	E	Ventana tipo	1
	SO	Ventana tipo	5
Dormitorios 1 - 5	SO	Ventana tipo	6
Dormitorios 6 - 15	E	Ventana tipo	10
Pasillo PP	O	Ventana tipo	4
Sala de estar	NE	Ventana tipo	1
	NO	Ventana tipo	3
Vestíbulo id.	N	Puerta escalera	1

Tabla 102. Distribución de huecos de la planta primera

Planta segunda			
Zona	Orientación	Hueco	N.º de huecos
Dormitorios 1 - 6	NE	Ventana tipo	1
	NO	Ventana tipo	3
	SO	Ventana tipo	7
Pasillo PS	E	Ventana tipo	2
	NO	Puerta escalera	1

Tabla 103. Distribución de huecos de la planta segunda

- INSTALACIONES

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre	Calefacción y ACS		Zona	Edificio Objeto	
Características			Demanda cubierta		
Tipo de generador	Caldera Condensación		ACS	Calefacción	
Tipo de combustible	Gas Natural		Superficie (m2)	1330.0	1172.0
			Porcentaje (%)	100	88.12
Rendimiento medio estacional					
Rendimiento estacional	Conocido (Ensayado/justificado)				
A.C.S	Rendimiento medio estacional	93	%		
Calefacción	Rendimiento medio estacional	93	%		
<input checked="" type="checkbox"/> Con Acumulación					
Valor UA	Por defecto		UA	14.8	W/K
Volumen de un depósito	1300	l	Multiplicador	1	
			Tª alta	80	°C
			Tª baja	60	°C

Imagen 109. Instalación de calefacción y ACS definida en CE3X

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre	Calefacción y refrigeración		Zona	Edificio Objeto	
Características			Demanda cubierta		
Tipo de generador	Bomba de Calor		Calefacción	Refrigeración	
Tipo de combustible	Electricidad		Superficie (m2)	0.0	555.94
			Porcentaje (%)	0.0	41.8
Rendimiento medio estacional					
Rendimiento estacional	Estimado según Instalación				
Antigüedad del equipo	Posterior a 2013				
Calefacción	Rendimiento nominal	395	%		Rendimiento medio estacional
Refrigeración	Rendimiento nominal	345	%		Rendimiento medio estacional
					200.0
					278.7

Imagen 110. Sistema VRV definido en CE3X

Contribuciones energéticas

Nombre	Aporte solar a ACS		Zona	Edificio Objeto	
<input checked="" type="checkbox"/> Fuentes de energía renovable					
Porcentaje de demanda de ACS cubierto	66	%			
Porcentaje de demanda de calefacción cubierto		%			
Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto		%			

Imagen 111. Aporte solar definido en CE3X

4. Colegio

4.1. Colegio en HULC

- CERRAMIENTOS

CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.020	0.410	900	1000	
2	1 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0.240	0.667	1220	1000	
3	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 2					0,085
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 112. Cerramiento de fachada exterior en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0.060	0.432	930	1000	
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 113. Cerramiento de partición vertical en HULC

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0.030	1.300	1700	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	1.800	2100	1000	
3	HormiÓN armado d > 2500	0.300	2.500	2600	1000	
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	1.800	2100	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 114. Cerramiento de solera en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020	1.000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	1.800	2100	1000	
3	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.050	2.000	1450	1050	
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250	0.908	1220	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 115. Cerramiento de partición horizontal en HULC

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020	1.000	2000	800	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.020	1.800	2100	1000	
3	Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm	0.050	0.228	670	1000	
4	Cámara de aire ligeramente ventilada					0.080
5	Hormigón armado $d > 2500$	0.150	2.500	2600	1000	
6	Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0.020	0.570	1150	1000	
7						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Imagen 116. Cerramiento de cubierta plana en HULC

- CREACIÓN DEL EDIFICIO

Planta baja		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Suelo sobre el terreno	Solera	2.98
Tabiques de separación	Tabique	2.64
Fachada	Fachada	1.43

Tabla 104. Cerramientos de la planta baja en HULC

Planta primera		
Elemento constructivo	Cerramiento	U
Forjado intermedio	Forjado intermedio	1.86
Tabiques de separación	Tabique	2.64
Fachada	Fachada	1.43
Cubierta	Cubierta	1.68

Tabla 105. Cerramientos de la planta primera en HULC

Hueco	Alto	Ancho	Altura respecto al suelo	Retranqueo
Ventanas grandes	2.0 m.	2.75 m.	1 m.	0 m.
Ventanas pequeñas	2.0 m.	0.85 m.	1 m.	0 m.
Puertas grandes	3.0 m.	2.00 m.	0 m.	0 m.
Puertas pequeñas	2.0 m.	0.90 m.	0 m.	0 m.

Tabla 106. Características de los huecos

- CONDICIONES OPERACIONALES

o Ocupación

Ocupación comedor



Imagen 117. Horario de fuentes internas del comedor

Ocupación normal

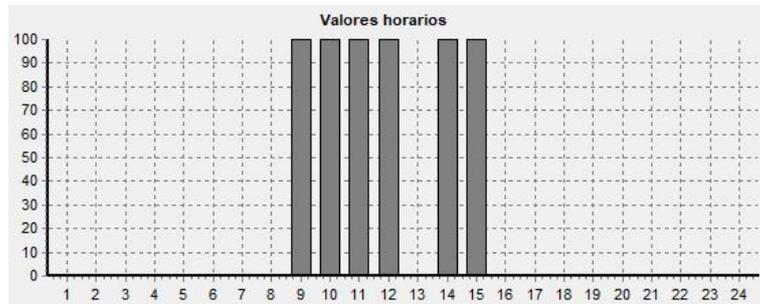


Imagen 118. Horario de fuentes internas de espacios de ocupación normal

Ocupación temporal



Imagen 119. Horario de fuentes internas de espacios de ocupación temporal

○ Iluminación

Iluminación comedor



Imagen 120. Horario de fuentes internas de iluminación del comedor

Iluminación normal



Imagen 121. Horario de fuentes internas de iluminación de espacios de ocupación normal

Iluminación temporal



Imagen 122. Horario de fuentes internas de iluminación de espacios de ocupación temporal

○ Ventilación

Infiltraciones colegio



Imagen 123. Horario de valores de infiltración del colegio

- Equipos

Funcionamiento de equipos espacios acondicionados

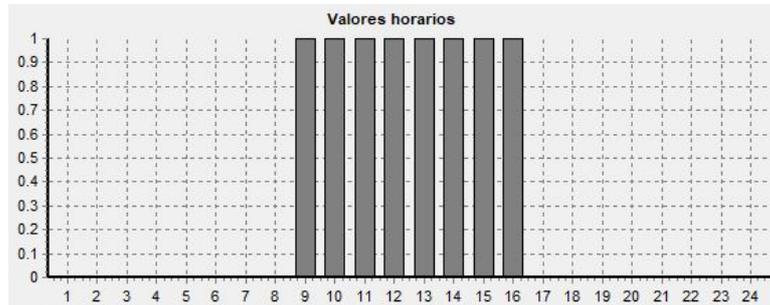


Imagen 124. Horario de funcionamiento de equipos en espacios acondicionados

- Temperaturas

Temperatura de calefacción

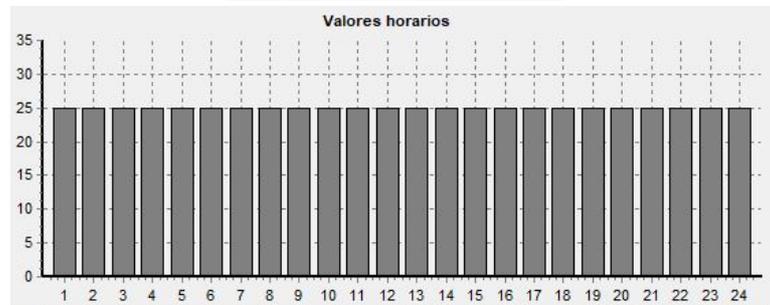


Imagen 125. Horario de temperaturas de calefacción

Temperatura de refrigeración



Imagen 126. Horario de temperaturas de refrigeración del comedor

Planta Baja – Comedor		
Ocupación	Horario	Ocupación comedor
	Área/persona	1.19
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación comedor
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura de calefacción
	Temperatura min	Temperatura de refrigeración
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 107. Características del comedor

Planta Baja – Espacios de ocupación normal		
Ocupación	Horario	Ocupación normal
	Área/persona	Consultar Tabla 114
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación normal
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura de calefacción
	Temperatura min	Temperatura de refrigeración
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 108. Características de espacios de ocupación normal de la planta baja

Planta Baja – Espacios de ocupación temporal		
Ocupación	Horario	Ocupación temporal
	Área/persona	Consultar Tabla 114
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación temporal
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura de calefacción
	Temperatura min	Temperatura de refrigeración
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 109. Características de espacios de ocupación temporal de la planta baja

Planta Baja – Espacios no acondicionados		
Ocupación	Horario	Ocupación espacios no acondicionados
	Área/persona	Consultar Tabla 114
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación espacios no acondicionados
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	-
	Temperatura min	-
	Funcionamiento	-

Tabla 110. Características de espacios no acondicionados de la planta baja

Planta Alta – Espacios de ocupación normal		
Ocupación	Horario	Ocupación normal
	Área/persona	Consultar Tabla 114
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación normal
	W/Área	7.82
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura de calefacción
	Temperatura min	Temperatura de refrigeración
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 111. Características de espacios de ocupación normal de la planta alta

Planta Baja – Espacios de ocupación temporal		
Ocupación	Horario	Ocupación temporal
	Área/persona	Consultar Tabla 114
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación temporal
	W/Área	7.82
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura de calefacción
	Temperatura min	Temperatura de refrigeración
	Funcionamiento	Funcionamiento equipos espacios acondicionados

Tabla 112. Características de espacios de ocupación temporal de la planta alta

Planta Baja – Espacios no acondicionados		
Ocupación	Horario	Ocupación espacios no acondicionados
	Área/persona	Consultar Tabla 114
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Iluminación espacios no acondicionados
	W/Área	7.82
Equipos	Horario	Funcionamiento equipos espacios acondicionados
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Infiltraciones colegio
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	-
	Temperatura min	-
	Funcionamiento	-

Tabla 113. Características de espacios no acondicionados de la planta alta

Planta baja			Planta alta		
Espacio	Ocup.	Área/pers.	Espacio	Ocup.	Área/pers.
Vivienda	T	34.15	WC1	NA	0.00
Gimnasio	T	2.21	Aulas Norte	N	2.26
WC1	NA	0.00	Aulas Oeste	N	2.26
Secretaría	N	17.61	Informática	T	2.07
Dirección	N	20.87	Educación especial	T	8.00
Vestíbulo 2	NA	0.00	Laboratorio	T	1.48
Tutoría	T	13.66	Tutoría 1	T	13.66
Aulas Sur	N	2.26	WC2	NA	0.00
WC3	NA	0.00	Tutoría 2	T	13.66
Aulas Norte	N	2.26	Aulas Este	N	2.26
AMPA	T	13.66	WC3	NA	0.00
WC2	NA	0.00	Aulas Sur	N	2.26
Jefe de estudios	N	20.87	Pasillo	N	0.59
Vestíbulo 1	NA	0.00	Escalera	N	0.59
Taller	T	1.47	Almacén	NA	0.00
Pasillo	N	0.59			

Tabla 114. Tabla de valores de ocupación del colegio

Donde las siglas 'N', 'NA' y 'T' se corresponden con la ocupación *Normal*, *No Acondicionado* y *Temporal* respectivamente. Esta asignación se ha realizado suponiendo el tiempo que las personas permanecerán en dichos espacios.

- CALENER GT

Planta baja		Planta alta	
Zona	Potencia asignada (kW)	Zona	Potencia asignada (kW)
Vivienda	10.84	Aulas Norte – PA	9.92
Secretaría	3.35	Aulas Oeste – PA	9.92
Dirección	1.32	Informática	4.73
Tutoría – PB	1.73	Educación especial	2.03
Aulas Sur – PB	12.92	Laboratorio	3.38
Aulas Norte – PB	12.92	Tutoría 1 – PA	1.32
AMPA	1.73	Tutoría 2 – PA	1.32
Jefe de estudios	1.32	Aulas Este – PA	14.65
Taller	3.35	Aulas Sur – PA	14.65
Pasillo – PB	11.15	Pasillo – PA	14.74
		Escalera – PA	1.32

Tabla 115. Zonas y potencia de calefacción por radiadores

Zona	Ventilador (kW)	Caudal (m ³ /h)	Refrigeración (kW)		Calefacción (kW)
			Total	Sensible	Total
Comedor	0.21	700	5.0	3.25	11.34
Aulas Sur – PA		900	5.0	3.25	14.65

Tabla 116. Zonas y potencias de climatización mediante bombas de calor

4.2. Colegio en CE3X

- DEFINICIÓN DEL EDIFICIO

Forjado intermedio	Espesor	Densidad (kg/m³)	Densidad (kg/m²)
Plaqueta o baldosa cerámica	0.02	2000	40.00
Mortero de cemento o cal para albañilería	0.02	2100	42.00
Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.05	1450	72.50
FU entrevigado cerámico – Canto 250 mm	0.25	1220	305.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.02	1150	23.00
			482.50

Tabla 117. Cálculo de la densidad superficial del 'Forjado intermedio' para CE3X

- ENVOLVENTE TÉRMICA

Planta baja		Planta primera	
Zona	Área	Zona	Área
Vivienda	171	WC1	17
Gimnasio	80	Aulas Norte	156
WC1	22	Aulas Oeste	156
Secretaría	53	Informática	75
Dirección	21	Educación Especial	32
Vestíbulo 2	11	Laboratorio	53
Tutoría	27	Tutoría 1	21
Aulas Sur	204	WC2	9
WC3	17	Tutoría 2	21
Aulas Norte	204	Aulas Este	231
AMPA	27	WC3	17
WC2	21	Aulas Sur	231
Jefe de estudios	21	Pasillo	266
Vestíbulo 1	9	Almacén	21
Taller	53		
Comedor	192		
Pasillo	176		

Tabla 118. Espacios del colegio

Nombre

Fachada Colegio

- Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Mortero de áridos lige...	Morteros	0.049	0.02	0.41	900	1000
1 pie LP métrico o cat...	Fábricas de ladrillo	0.36	0.24	0.667	1220	1000
Cámara de aire ligera...	Cámaras de aire	0.085	-	-	-	-
Enlucido de yeso 100...	Enlucidos	0.035	0.02	0.57	1150	1000

Imagen 127. Cerramiento de fachada definido en CE3X

Nombre

Cubierta Colegio

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Plaqueta o baldosa ce...	Cerámicos	0.02	0.02	1	2000	800
Mortero de cemento ...	Morteros	0.011	0.02	1.8	2100	1000
Tabique de LH sencillo...	Fábricas de ladrillo	0.219	0.05	0.228	670	1000
Cámara de aire ligera...	Cámaras de aire	0.08	-	-	-	-
Hormigón armado d >...	Hormigones	0.06	0.15	2.5	2600	1000
Enlucido de yeso 100...	Enlucidos	0.035	0.02	0.57	1150	1000

Imagen 128. Cerramiento de cubierta definido en CE3X

Planta baja				
	N	S	E	O
AMPA	3.30			2.53
Aulas Norte	24.35	3.10	11.00	2.47
Aulas Sur	3.10	24.35	11.00	2.47
Comedor	12.27		2.47	2.47
Dirección		3.63	1.47	
Gimnasio		9.65	2.47	2.47
Jefe de estudios	3.63		2.30	
Pasillo		3.63		1.47
Secretaría		6.38	2.53	
Taller	6.38		2.53	
Tutoría		3.30		2.53
Vestíbulo 1	2.60			
Vestíbulo 2		2.60		
Vivienda	12.10	12.10		19.98
WC1		2.62		
WC2	3.63			2.30
WC3			2.92	

Tabla 119. Orientación de las fachadas de la planta baja

Planta alta				
	N	S	E	O
Almacén	3.33		2.53	
Aulas Este	27.65	3.10	11.00	5.00
Aulas Norte	18.65	3.10	2.47	11.00
Aulas Oeste	3.10	18.65	2.47	11.00
Aulas Sur	3.10	27.65	11.00	5.00
Educación especial		6.23	1.47	
Informática		9.00	2.53	
Laboratorio	6.44			
Pasillo		3.63		1.47
Tutoría 1	3.63		2.30	
Tutoría 2	3.63			2.30
WC1				2.92
WC2	2.60			
WC3			2.92	

Tabla 120. Orientación de las fachadas de la planta alta

Planta baja			
Zona	Orientación	Hueco	N.º de huecos
AMPA	N	Ventana grande	1
Aula Norte	N	Ventana grande	5
	N	Puerta grande	3
Aulas Sur	S	Ventana grande	5
	S	Puerta grande	3
Comedor	N	Ventana grande	4
Dirección	S	Ventana grande	1
Gimnasio	S	Ventana grande	3
Jefe de estudios	N	Ventana pequeña	2
Pasillo	S	Puerta pequeña	1
Secretaría	S	Ventana grande	2
Taller	N	Ventana grande	2
Tutoría	S	Ventana grande	1
Vestíbulo 1	N	Puerta grande	1
Vestíbulo 2	S	Puerta grande	1
Vivienda	N	Ventana grande	2
	S	Ventana grande	1
	S	Ventana pequeña	2
	S	Puerta grande	1
	S	Puerta pequeña	1
	N	Puerta pequeña	1
WC1	S	Puerta grande	1
WC2	N	Ventana pequeña	2
WC3	E	Ventana pequeña	2

Tabla 121. Distribución de huecos de la planta baja

Planta alta			
Zona	Orientación	Hueco	N.º de huecos
Almacén	N	Ventana grande	1
Aulas Este	N	Ventana grande	9
Aulas Norte	N	Ventana grande	6
Aulas Oeste	S	Ventana grande	6
Aulas Sur	S	Ventana grande	9
Educación especial	S	Ventana grande	2
Informática	S	Ventana grande	3
Laboratorio	N	Ventana grande	2
Tutoría 1	N	Ventana grande	1
Tutoría 2	N	Ventana grande	1
WC1	O	Ventana pequeña	2
WC2	N	Ventana pequeña	2
WC3	E	Ventana pequeña	2

Tabla 122. Distribución de huecos de la planta alta

- INSTALACIONES

Equipo de sólo calefacción

Nombre	Caldera	Zona	Edificio Objeto	
<i>Características</i>		<i>Demanda cubierta</i>		
Tipo de generador	Caldera Estándar	Calefacción		
Tipo de combustible	Gas Natural	Superficie (m2)	2363.66	Porcentaje (%)
			90.44	
<i>Rendimiento medio estacional</i>				
Rendimiento estacional	Conocido (Ensayado/justificado)	<i>Rendimiento medio estacional</i>	85	%

Imagen 129. Instalación de calefacción definida en CE3X

Equipo de calefacción y refrigeración

Nombre	Bomba Comedor	Zona	Comedor	
<i>Características</i>		<i>Demanda cubierta</i>		
Tipo de generador	Bomba de Calor	Calefacción		Refrigeración
Tipo de combustible	Electricidad	Superficie (m2)	0.0	178.7
		Porcentaje (%)	0	100
<i>Rendimiento medio estacional</i>				
Rendimiento estacional	Conocido (Ensayado/justificado)			
Calefacción	Rendimiento medio estacional	365	%	
Refrigeración	Rendimiento medio estacional	244	%	

Imagen 130. Bombas de calor definidas en CE3X

Planta baja	Potencia iluminación (W)	Planta alta	Potencia iluminación (W)
AMPA	284	Almacén	166
Aulas Norte	2119	Aulas Este	1806
Aulas Sur	2119	Aulas Norte	1223
Comedor	1860	Aulas Oeste	1223
Dirección	217	Aulas Sur	1806
Gimnasio	829	Educación especial	250
Jefe de estudios	217	Informática	583
Pasillo	1830	Laboratorio	417
Secretaría	550	Pasillo	2080
Taller	550	Tutoría 1	163
Tutoría	284	Tutoría 2	163
Vestíbulo 1	93	WC1	135
Vestíbulo 2	116	WC2	70
Vivienda	1778	WC3	135
WC1	226		
WC2	217		
WC3	179		

Tabla 123. Potencias de iluminación de cada estancia en CE3X

Equipos de iluminación

Nombre Zona

Características

Superficie zona m² Sin control de la iluminación Con control de la iluminación

Eficiencia energética

Zona de representación Actividad

Definir características

Potencia instalada W

Iluminancia media horizontal lux

Imagen 131. Equipos de iluminación definidos en CE3X

4.3. Colegio en CE3

- **DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA**

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0.020	0.410	900
2	1 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0.240	1.030	2140
3	Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 2 cm			
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150
5				

Grupo Material: Aislantes
 Material: Arcilla Expandida [árido suelto] 0.020 Espesor (mm)
 U: 1.75 W/(m²K)

Imagen 132. Cerramiento de fachada definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020	1.000	2000
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	0.020	1.800	2100
3	Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < E < 60 mm]	0.050	0.228	670
4	Cámara de aire ligeramente ventilada horizontal 2 cm			
5	Hormigón armado d > 2500	0.150	2.500	2600
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150
7				

Grupo Material: Aislantes
 Material: Arcilla Expandida [árido suelto] 0.020 Espesor (mm)
 U: 1.68 W/(m²K)

Imagen 133. Cerramiento de cubierta definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020	1.000	2000
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	0.020	1.800	2100
3	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0.050	2.000	1450
4	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250	0.908	1220
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.020	0.570	1150
6				

Grupo Material: Aislantes
 Material: Arcilla Expandida [árido suelto] 0.020 Espesor (mm)
 U: 1.86 W/(m²K)

Imagen 134. Cerramiento de forjado intermedio definido en CE3

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad
1	Piedra artificial	0.030	1.300	1700
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	0.020	1.800	2100
3	Hormigón armado d > 2500	0.300	2.500	2600
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	0.020	1.800	2100
5				

Grupo Material: Aislantes

Material: Arcilla Expandida [árido suelto] Espesor: 0.020

U: 2.98 W/(m²K)

Imagen 135. Cerramiento de solera definido en CE3

Propiedades

Vidrio

Grupo: Dobles en posición vertical

Vidrio: VER_DC_4-12-331

Transmitancia: 2.80 W/m²K

Factor solar: 0.750

Factor sombra

Verano: 1.00

Invierno: 1.00

Marco

Grupo: Metálicos en posición vertical

Marco: VER_Normal sin rotura de puente térmico

Transmitancia: 5.70 W/m²K

Absortividad: 0.70

Corrector de la transmitancia

Verano: 1.00

Invierno: 1.00

% hueco cubierto por el marco: 10.00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire: 60.00 m³/hm² a 100 Pa

Imagen 136. Hueco tipo puerta definido en CE3

- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Espacio	Nombre	Superficie
1	Comedor	191.52
2	Espacios de ocupación temporal de la planta baja	357.85
3	Espacios de ocupación normal de la planta baja	677.51
4	Espacios no acondicionados de la planta baja	79.89
5	Aulas sur de la planta alta	230.90
6	Espacios de ocupación temporal de la planta alta	201.57
7	Espacios de ocupación normal de la planta alta	809.65
8	Espacios no acondicionados de la planta alta	64.62

Tabla 124. Distribución de espacios en CE3

Planta baja		Planta alta	
Espacio	Ocupación	Espacio	Ocupación
AMPA	Temporal	Almacén	No acondicionado
Aulas Norte	Normal	Aulas Este	Normal
Aulas Sur	Normal	Aulas Norte	Normal
Comedor	Comedor	Aulas Oeste	Normal
Dirección	Normal	Aulas Sur	Aulas sur
Gimnasio	Temporal	Educación especial	Temporal
Jefe de estudios	Normal	Informática	Temporal
Pasillo	Normal	Laboratorio	Temporal
Secretaría	Normal	Pasillo	Normal
Taller	Temporal	Tutoría 1	Temporal
Tutoría	Temporal	Tutoría 2	Temporal
Vestíbulo 1	No acondicionado	WC1	No acondicionado
Vestíbulo 2	No acondicionado	WC2	No acondicionado
Vivienda	Temporal	WC3	No acondicionado
WC1	No acondicionado		
WC2	No acondicionado		
WC3	No acondicionado		

Tabla 125. Espacios según su tipo de ocupación

Planta baja			
Comedor			
Superficie fachada	Orientación	Hueco	Porcentaje hueco
49.08	N	Ventana	44%
9.88	E	-	-
9.88	O	-	-
Espacios de ocupación temporal			
43.56	N	Ventana	62%
50.10	S	Ventana	66%
10.00	E	-	-
55.02	O	-	-
43.56	N	Puerta	6%
50.10	S	Puerta	18%
10.00	E	-	-
55.02	O	-	-
Espacios de ocupación normal			
62.16	N	Ventana	49%
82.18	S	Ventana	55%
56.60	E	-	-
12.82	O	-	-
62.16	N	Puerta	31%
82.18	S	Puerta	27%
56.60	E	-	-
12.82	O	-	-
Espacios no acondicionados			
8.31	N	Ventana	31%
11.67	E	Ventana	26%
3.07	O	-	-
16.62	N	Puerta	30%
20.88	S	Puerta	54%
6.14	O	-	-

Tabla 126. Orientación de fachadas y huecos de la planta baja

Planta alta			
Comedor			
Superficie fachada	Orientación	Hueco	Porcentaje hueco
12.40	N	-	-
110.60	S	Ventana	44%
44.00	E	-	-
20.00	O	-	-
Espacios de ocupación temporal			
54.80	N	Ventana	41%
60.92	S	Ventana	45%
25.20	E	-	-
9.20	O	-	-
Espacios de ocupación normal			
197.60	N	Ventana	41%
113.92	S	Ventana	29%
63.76	E	-	-
113.88	O	-	-
Espacios no acondicionados			
23.72	N	Ventana	37%
21.80	E	Ventana	14%
11.68	O	Ventana	26%

Tabla 127. Orientación de fachadas y huecos de la planta alta

- CONDICIONES OPERACIONALES

Planta Baja – Comedor		
Ocupación	Horario	Comedor
	Área/persona	1.19
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Comedor
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Comedor
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura máxima
	Temperatura min	Temperatura mínima
	Funcionamiento	Funcionamiento colegio

Tabla 128. Características del comedor

Planta Baja – Espacios de ocupación temporal		
Ocupación	Horario	Temporal
	Área/persona	10.40
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Temporal
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Normal
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura máxima
	Temperatura min	Temperatura mínima
	Funcionamiento	Funcionamiento colegio

Tabla 129. Características de los espacios de ocupación temporal de la planta baja

Planta Baja – Espacios de ocupación normal		
Ocupación	Horario	Normal
	Área/persona	6.74
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Normal
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Normal
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura máxima
	Temperatura min	Temperatura mínima
	Funcionamiento	Funcionamiento colegio

Tabla 130. Características de los espacios de ocupación normal de la planta baja

Planta Baja – Espacios no acondicionados		
Ocupación	Horario	Anual no habitable
	Área/persona	0.00
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Anual no habitable
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Anual no habitable
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	-
	Temperatura min	-
	Funcionamiento	-

Tabla 131. Características de los espacios no acondicionados de la planta baja

Planta Alta – Aulas sur		
Ocupación	Horario	Normal
	Área/persona	2.26
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Normal
	W/Área	7.82
Equipos	Horario	Normal
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura máxima
	Temperatura min	Temperatura mínima
	Funcionamiento	Funcionamiento colegio

Tabla 132. Características de las aulas sur de la planta baja

Planta Alta – Espacios de ocupación temporal		
Ocupación	Horario	Temporal
	Área/persona	10.40
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Temporal
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Normal
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura máxima
	Temperatura min	Temperatura mínima
	Funcionamiento	Funcionamiento colegio

Tabla 133. Características de los espacios de ocupación temporal de la planta alta

Planta Alta – Espacios de ocupación normal		
Ocupación	Horario	Normal
	Área/persona	6.74
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Normal
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Normal
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	Temperatura máxima
	Temperatura min	Temperatura mínima
	Funcionamiento	Funcionamiento colegio

Tabla 134. Características de los espacios de ocupación normal de la planta alta

Planta Alta – Espacios no acondicionados		
Ocupación	Horario	Anual no habitable
	Área/persona	0.00
Iluminación	Tipo	Fluorescente
	Horario	Anual no habitable
	W/Área	10.41
Equipos	Horario	Anual no habitable
	W/Área	63.46
Ventilación	Horario	Ventilación
	Renovaciones hora	1.00
Equipos de acondicionamiento	Temperatura max	-
	Temperatura min	-
	Funcionamiento	-

Tabla 135. Características de los espacios no acondicionados de la planta alta

- SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO

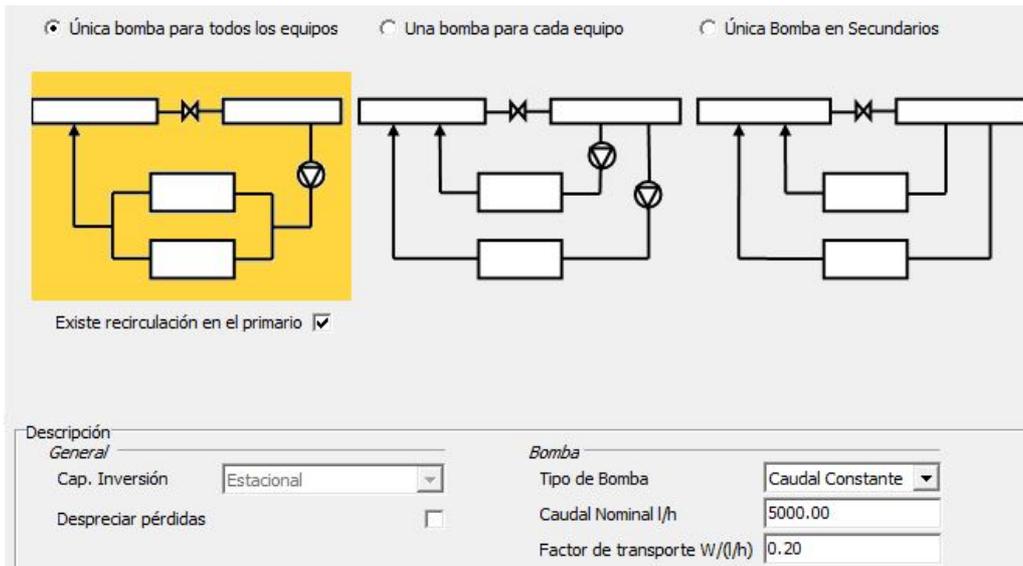


Imagen 137. Circuito de calefacción definido en CE3

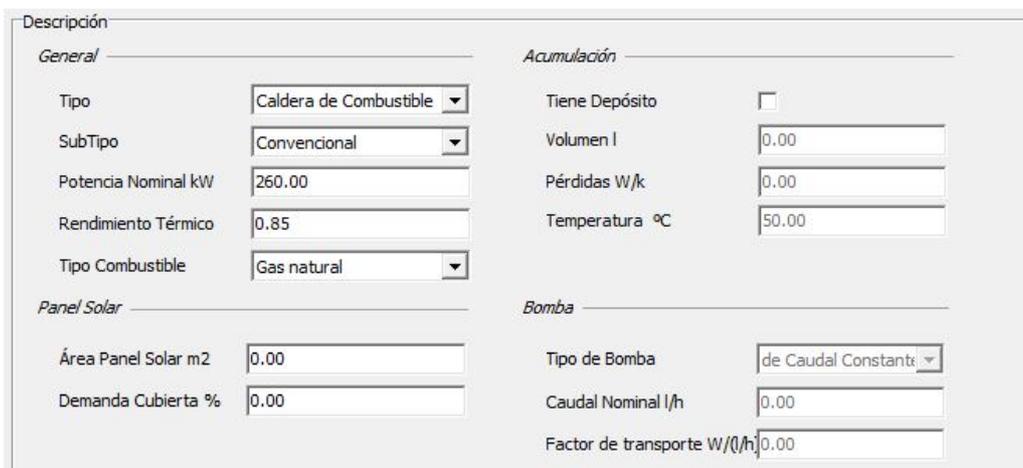


Imagen 138. Caldera definida en CE3

Espacio	Potencia total (kW)	Caudal nominal (l/h)
Espacios de ocupación temporal – PB	17.66	1000
Espacios de ocupación normal – PB	42.99	1000
Espacios de ocupación temporal – PA	12.79	1000
Espacios de ocupación normal – PA	65.22	1000

Tabla 136. Zonas y potencia de calefacción por radiadores

Tipo

Calefacción _____

Potencia Total kW

Válvula de 3 Vías

Caudal nominal L/h

Factor de transporte W/(l/h)

Pérdidas _____

Despreciar pérdidas en tuberías

Pérdidas Tuberías %

Longitud

Nivel de Aislamiento

Imagen 139. Radiador definido en CE3

Zona	Caudal (m ³ /h)	Refrigeración (kW)		Calefacción (kW)	
		Consumo	Potencia	Consumo	Potencia
Comedor	900	2.05	5.00	1.48	5.40
Aulas sur – PA	700	2.05	5.00	1.48	5.40

Tabla 137. Zonas y potencia de las bombas de calor

Iluminación

Iluminancia media (lux)

Valor de eficiencia energética de la instalación de referencia

Imagen 140. Iluminación definida en CE3

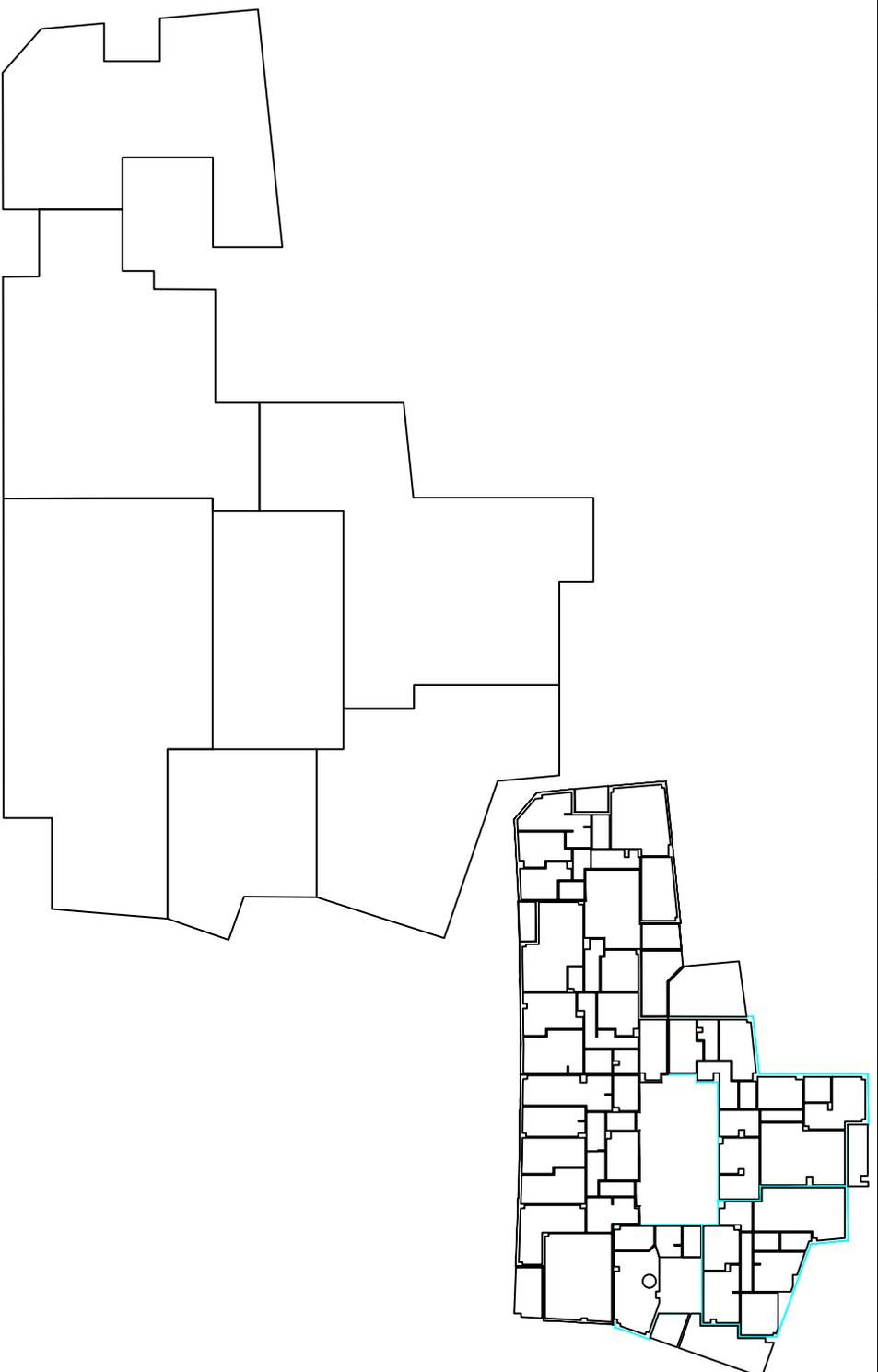
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACIÓN
ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

DOCUMENTO Nº3: PLANOS



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES	
AUTORIA	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES	
FECHA	EDICION
Junio 2019	SIN ESCALA
Autores	Proyecto
Bloque de viviendas	
Planta 0	
01	

David Miguel Pérez Ruiz
Miguel Pérez Ruiz



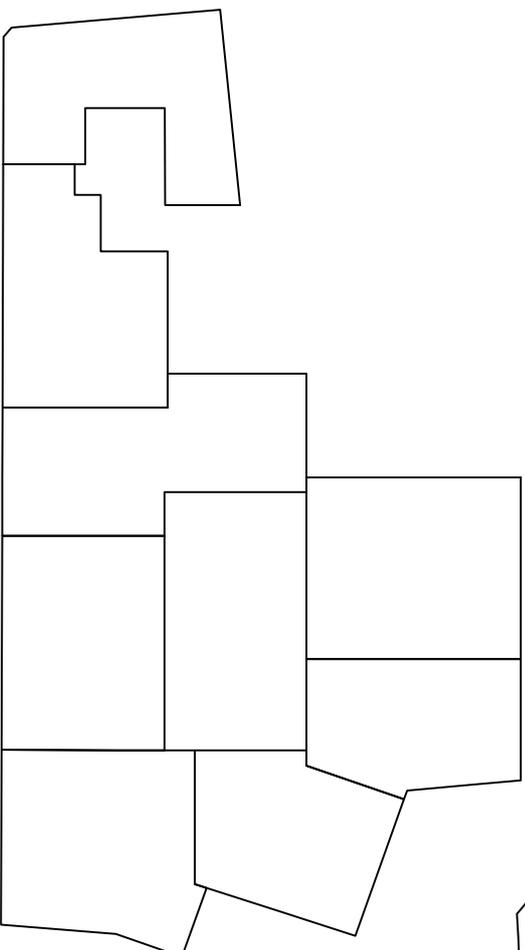
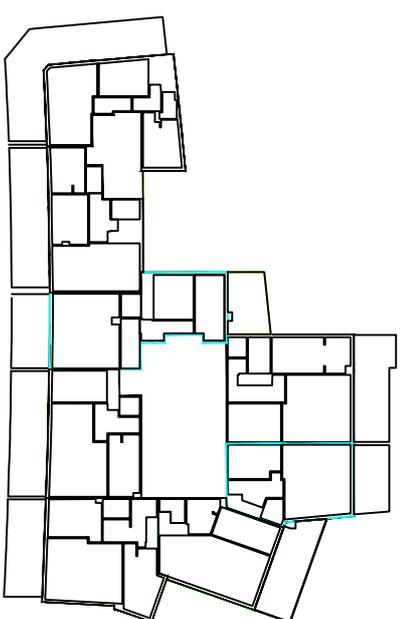
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Autores: Junio 2019
Edición: SIN ESCALA

David Miguel Pérez Ruiz
Miguel Ramírez

Bloque de viviendas
Planta 1-5

02



David Miguel Pérez Ruiz
Alto 1

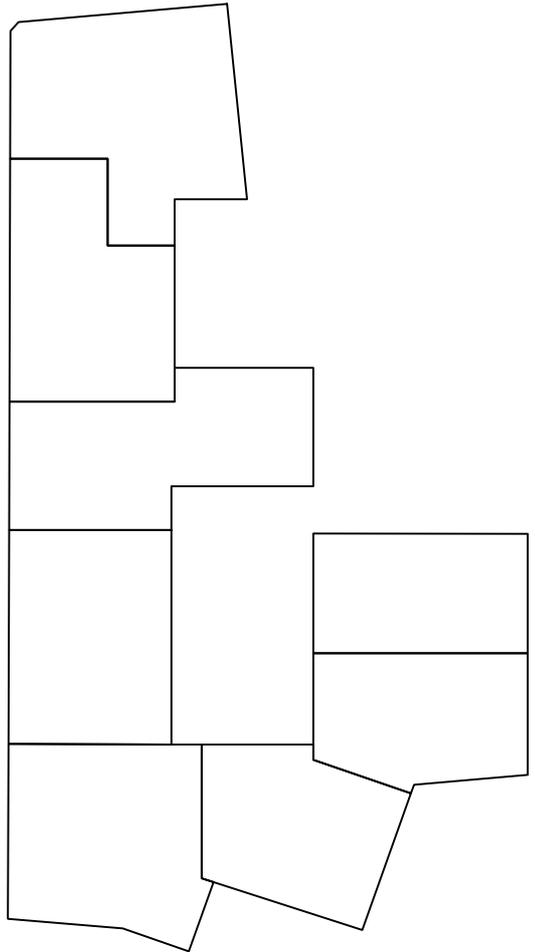
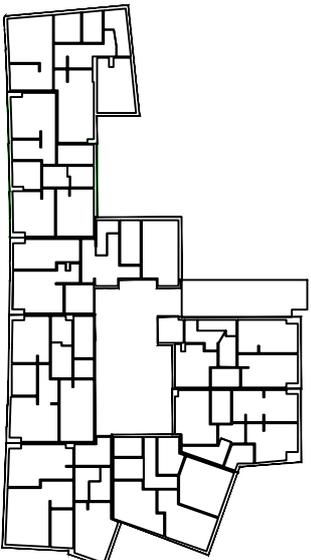
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Junio 2019

Bloque de viviendas
Alto 1

SIN ESCALA

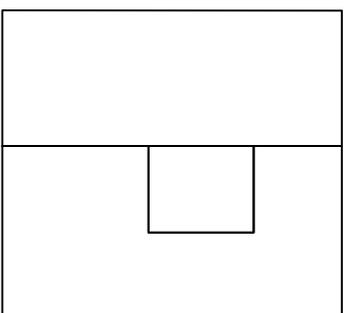
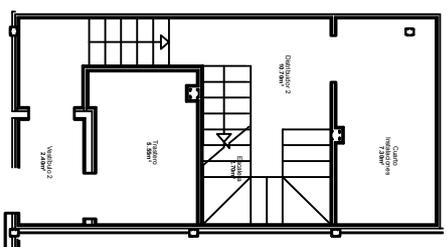
03



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
 INSTITUT DE RECERCA I INNOVACIÓ TECNOLÒGICA	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES	
Autores	Junio 2019
Edición	SIN ESCALA
Autores	Bloque de viviendas
Autores	Alto 2
04	

David Miguel Pérez Ruiz

Alto 2

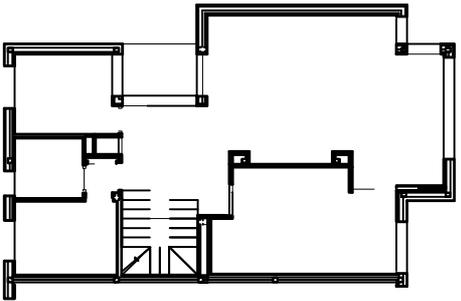
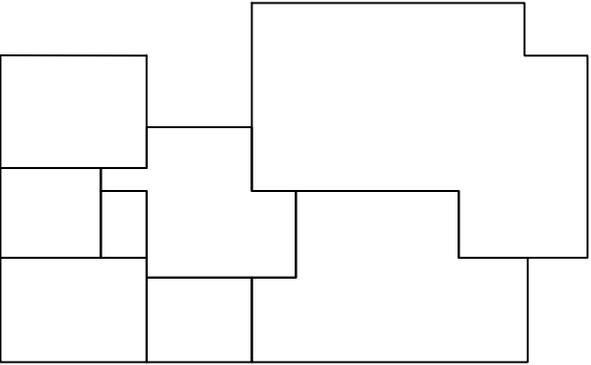


David Miguel Pérez Ruiz
Alto Nivel

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
 HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
 ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES**

FECHA: Junio 2019
 TITULO: SIN ESCALA
 TEMÁTICA: Vivienda unifamiliar
 PLANTA: Planta sótano

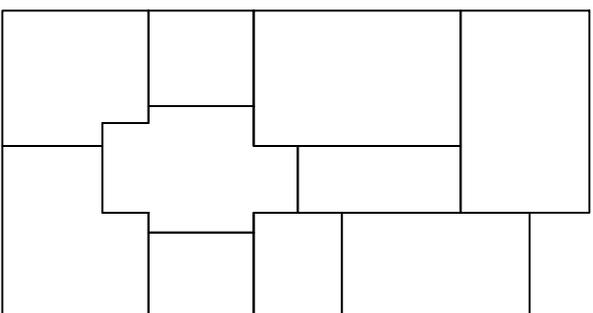
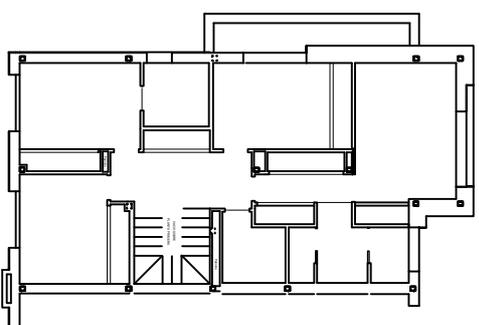
05



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES	
AUTORES	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES	
FECHA	EDICION
Junio 2019	SIN ESCALA
TÍTULO	PROYECTO
Vivienda unifamiliar	
Planta 0	
06	

David Miguel Pérez Ruiz

Alfonso Martínez



David Miguel Pérez Ruiz
Alum. 157090

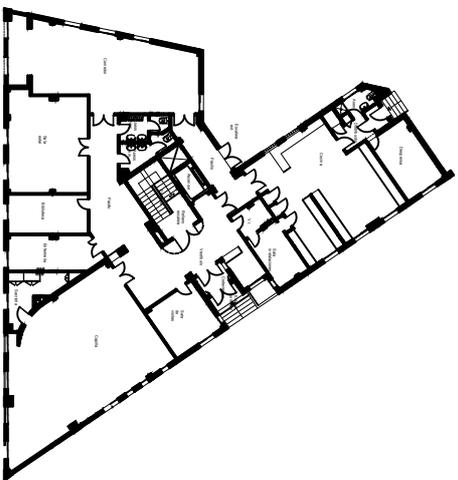
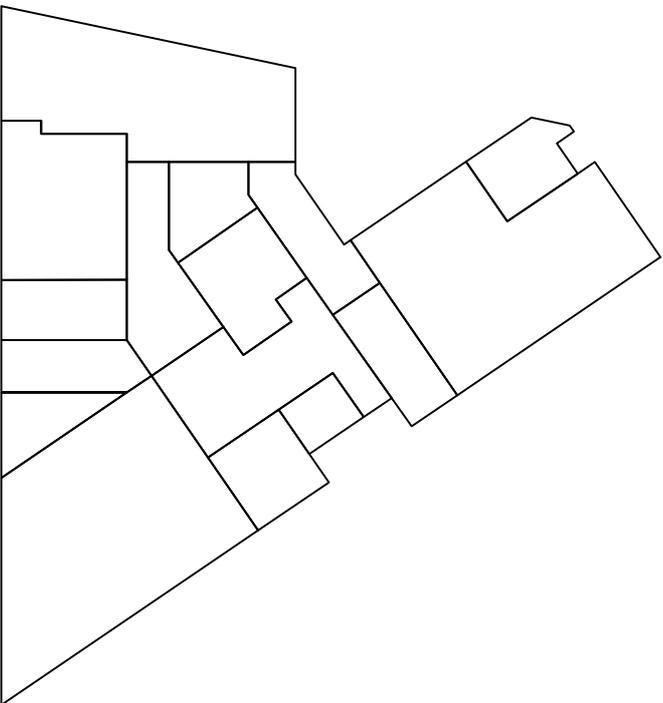
Alumno ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Fecha Junio 2019

Tema Vivienda unifamiliar
Planta 1

Edificio SIN ESCALA

07



David Miguel Pérez Ruiz
ALUMNO

ANEXO
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

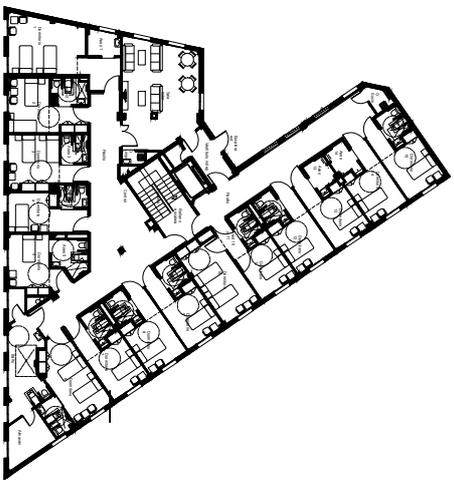
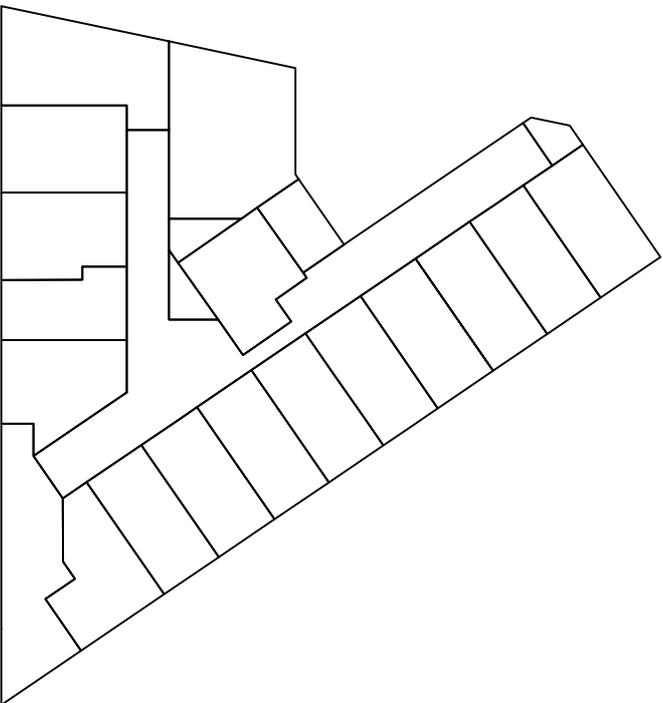
FECHA
Junio 2019

TITULO
Residencia

PLANTA
Planta 0

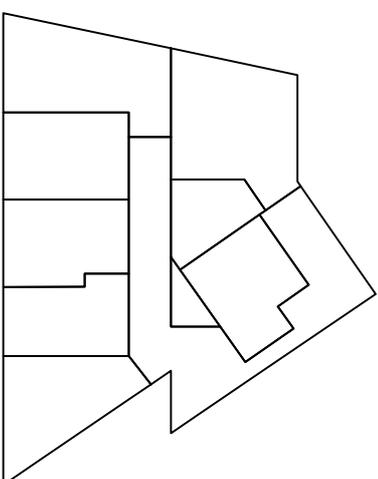
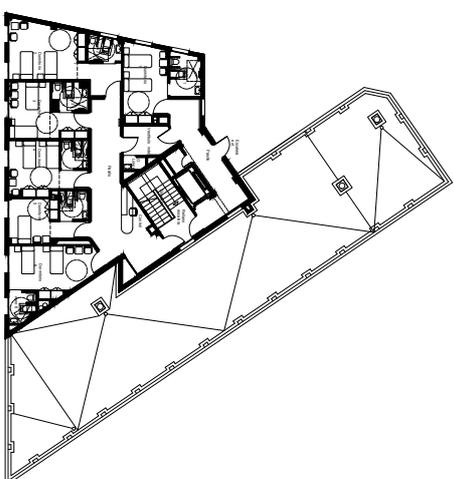
LIBRO
SIN ESCALA

08



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES	
AUTORIZADO	
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES	
FECHA	ELABORADO
Junio 2019	SIN ESCALA
Autor	Proy.
Residencia	
Planta 1	
09	

David Miguel Pérez Ruiz
MAY 2019/2020



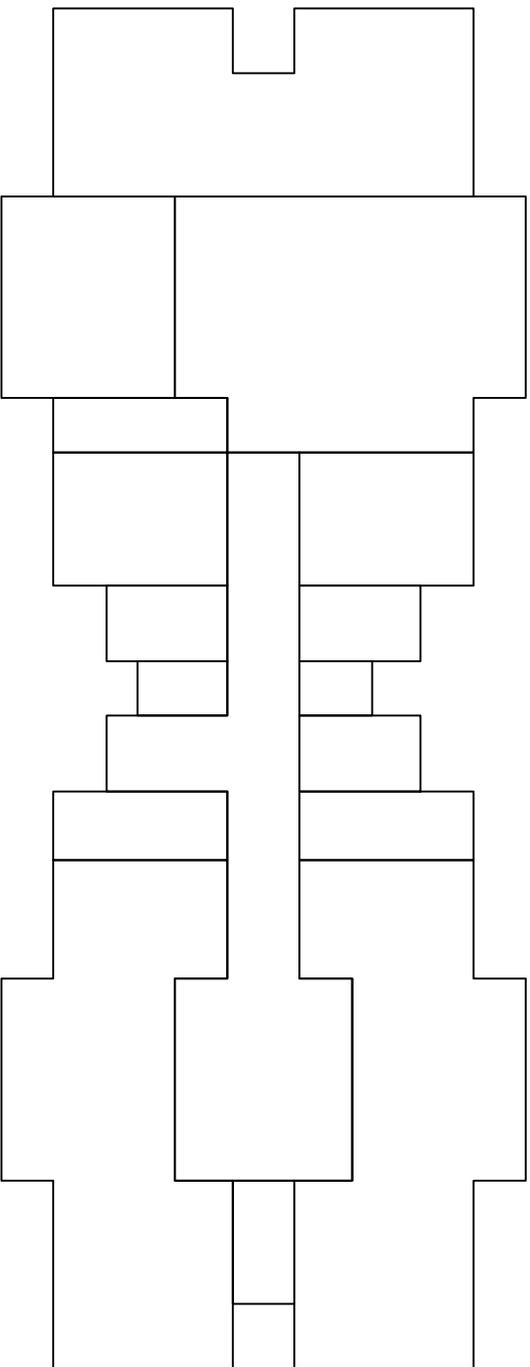
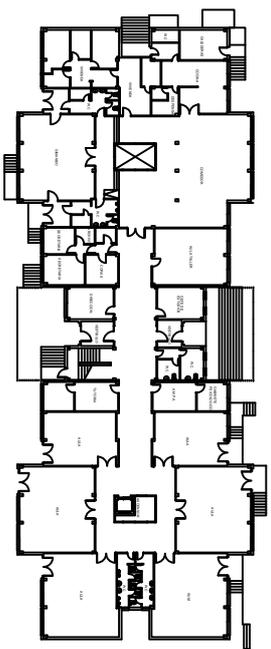
David Miguel Pérez Ruiz
Alumno

ANEXO
ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

FECHA
Junio 2019
TIPO
Residencia
Planta 2

LIBRO
SIN ESCALA
Nº

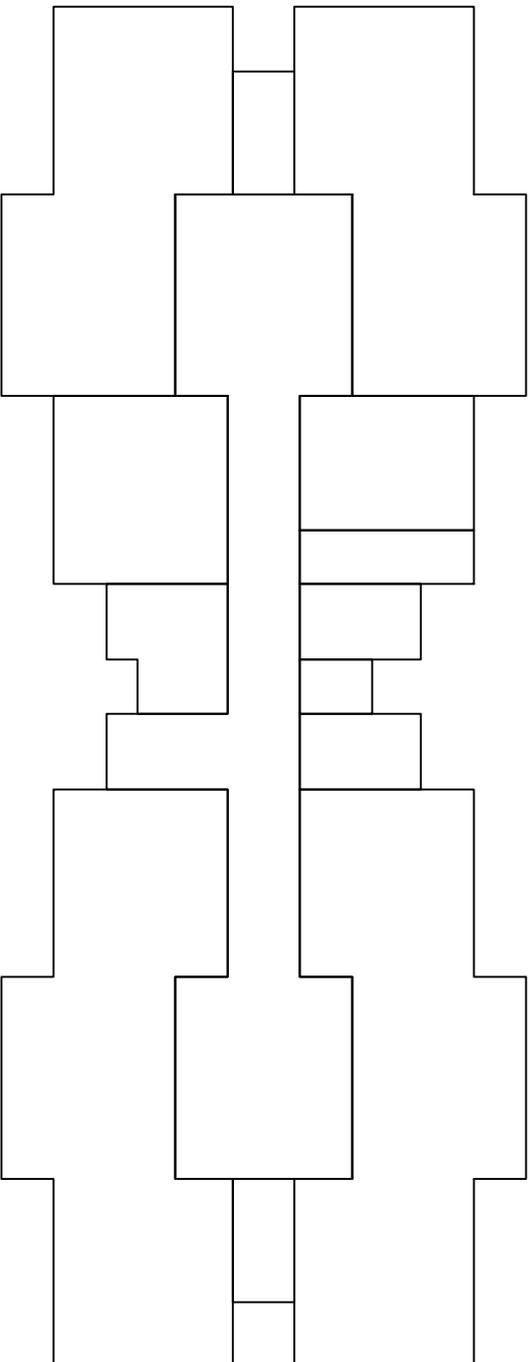
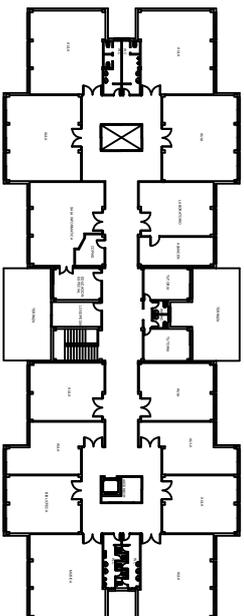
10



ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

FECHA: Junio 2019
LUGAR: SIN ESCALA
Colegio: _____
Planta: 0

David Miguel Pérez Ruiz
Autor



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALENCIA
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES
 VALENCIA, 46100

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS
 HERRAMIENTAS DE CERTIFICACION
 ENERGETICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Autor: David Miguel Pérez Ruiz
 Fecha: Junio 2019
 Colegio: Planta 1
 Escala: SIN ESCALA