

Curso 2015-16

CERTIFICACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO TERCIARIO

JULIO 2016

Autor:

Unax Izquierdo Marín

Tutor Académico:

Emilio José Sarabia Escrivà.



ETS de ingeniería del Diseño
Universitat Politècnica de València

RESUMEN

Resumen:

Calificación energética y cumplimiento del código técnico de la edificación en un colegio situado en Logroño. El colegio dispone de distintas zonas: clases, oficinas, comedor, etc. En el trabajo se analizan diferentes propuestas de mejora centrándose en el ahorro de energía.

El Trabajo Fin de Grado consiste en la modelización de un edificio terciario en la Herramienta Unificada Lider Calener (HULC). Con ello se pretenden varios objetivos:

- Comprobación del cumplimiento del apartado de ahorro de energía (HE) del Código Técnico de la Edificación.
- Certificación energética del edificio.
- Análisis y propuesta de distintas alternativas que permiten ahorrar energía en el edificio.

La superficie del edificio es superior a los 500m² y de uso terciario (oficinas, hospital, docencia, etc.)

La definición del edificio en la herramienta HULC lleva implícito distintos trabajos:

- Definición de la geometría del edificio en una herramienta CAD.
- Uso de la herramienta GENERA3D para exportación de la geometría a HULC.
- Definición de detalle de la geometría exportada dentro de la herramienta HULC, cambio de tipo de muros, definición de cubiertas inclinadas, elementos de sombra, etc.
- Definición de las composiciones que componen los distintos muros del edificio en la base de datos de la aplicación y asignación a los cerramientos concretos del edificio.
- Definición de las ventanas y puertas en la base de datos y asignación a los elementos definidos.
- Definición de los puentes térmicos del edificio y del tipo de solución constructiva empleada.

- Definición del nivel de cargas térmicas de cada zona del edificio, según el uso que tiene.
- Definición del sistema de climatización utilizado en el edificio y de las características técnicas de los equipos y de las unidades terminales que los componen.
- Definición de la potencia de iluminación instalada y del valor de la eficiencia (VEEI).
- Visitas al edificio para la comprobación de los datos utilizados en la definición.

Palabras clave:

- Certificación Energética de Edificios, HULC, Herramienta Unificada, Código técnico de la Edificación, CTE-HE.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 EVOLUCION HISTÓRICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	10
1.1.1 Evolución histórica en España	11
1.2 LA CERTIFICACIÓN DE UN EDIFICIO	19
1.2.1 Objeto y finalidad.....	19
1.2.2 Documentación reconocida	20
1.2.3 Etiqueta de eficiencia energética de un edificio.....	20
1.3 REGISTRO DEL CERTIFICADO EN LA RIOJA.....	22
1.4 MARCO NORMATIVO.....	23
1.5 OBJETIVOS DEL TFG	29
1.6 CONCEPTOS BÁSICOS.....	30
2 DESCRIPCIÓN DEL COLEGIO A ESTUDIAR	36
2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA [14]	36
2.1.1 Emplazamiento y situación	36
2.1.2 Descripción general del edificio.....	37
2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA [14]	40
2.2.1 Sistema estructural	40
2.2.2 Sistema de acondicionamiento e instalaciones.....	43
3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL COLEGIO SITUACION ACTUAL	45
3.1 INTRODUCCIÓN.....	45
3.2 ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO	47
3.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCION GENERAL MEDIANTE LAS HERRAMIENTAS GENERA 3D Y HULC [23]	47
3.3.1 Descripción de la aplicación	47
3.3.2 Estructura de GENERA 3D Y HULC.....	50
3.3.3 Utilización y aplicación de HULC a nuestro edificio.....	50
3.3.3.1 Datos generales.....	50
3.3.3.2 Definición geométrica, constructiva y operacional	53
3.3.3.3 Muros	53
3.3.3.4 Cubiertas	55
3.3.3.5 Suelos	56
3.3.3.6 Huecos.....	57
3.3.3.7 Equipos.....	59
3.4 CALCULO CTE HE1	61
3.5 RESULTADOS DE DEMANDA, CONSUMOS Y EMISIONES	62
3.6 CALCULO CTE HE-0.....	64
3.7 ANÁLISIS	65
3.8 CONCLUSIONES.....	65
4 MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS AL COLEGIO.....	66
4.1 INTRODUCCIÓN.....	66
4.2 MEJORA DE LA ENVOLVENTE	66
4.2.1 Aislamiento en cubiertas (Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación edificios existentes. Capítulo 3) [15]	66
4.2.1.1 Nueva calificación energética.....	70
4.2.2 Colocación de aislamiento en cerramientos ((Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación edificios existentes. Capítulo 3). [15].....	70
4.2.2.1 Nueva calificación energética.....	71
4.2.3 Sustitución de las ventanas.....	72
4.3 MEJORA DE LAS INSTLACIONES	74

4.3.1 Funcionamiento de la biomasa (Guía Técnica: Instalación de biomasa térmica en edificios) [1]	75
4.3.2 Selección de biocombustible	76
4.3.3 Almacenamiento de la biomasa	79
4.3.4 Características cuarto caldera y almacén	79
4.3.5 Elementos de la instalación	80
4.3.6 Nueva calificación energética para iluminación	82
4.3.7 Nueva calificación energética para caldera	83
4.4 NUEVA CALIFICACION ENERGÉTICA Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS	83
5 ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO	85
6 CONCLUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ACRÓNIMOS	90
ANEXOS	93
ANEXO I. FICHA TÉCNICA CALDERA	94
ANEXO II. FICHA TÉCNICA DEL RADIADOR	97
ANEXO III. IMÁGENES DEL COLEGIO	100
ANEXO IV. ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	103
ANEXO V. FICHA TÉCNICA CALDERA BIOMASA	110
ANEXO VI. CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA HULC	112
ANEXO VII. VERIFICACIÓN REQUISITOS DE CTE HULC	121
ANEXO VIII. PLANOS	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

FIGURA 1: ETIQUETA DE EDIFICIO EXISTENTE (FUENTE: MINETUR)	22
FIGURA 2: FACTOR SOLAR (FUENTE: WWW. MASQUEALUMINIO.FILES.WORDPRESS.COM)	33
FIGURA 3. DEMANDA ENERGÉTICA.	34
FIGURA 4: SITUACIÓN DEL COLEGIO (FUENTE: GOOGLE MAPS). [18]	36
FIGURA 5: SITUACIÓN COLEGIO EN LA PARCELA (FUENTE: CATASTRO). [19].....	37
FIGURA 6: SECCIÓN AB DEL COLEGIO. [24].....	38
FIGURA 7: GALERÍA DE LA PLANTA BAJA.	41
FIGURA 8: ESQUEMA RADIADOR. [20]	44
FIGURA 9: DATOS GENERALES. [23]	51
FIGURA 10: DATOS CERTIFICADOR. [23].....	51
FIGURA 11: DATOS GENERALES. [23]	52
FIGURA 11: BASE DE DATOS CERRAMIENTOS. [23]	53
FIGURA 12: INTRODUCCIÓN DATOS MURO EXTERIOR. [23]	54
FIGURA 13: INTRODUCCIÓN DATOS TABIQUE. [23].....	54
FIGURA 14: INTRODUCCIÓN DATOS CUBIERTA PLANA. [23]	55
FIGURA 15: INTRODUCCIÓN DATOS CUBIERTA INCLINADA. [23].....	56
FIGURA 16: INTRODUCCIÓN DATOS MURO TERRENO. [23].....	57
FIGURA 17: INTRODUCCIÓN DATOS VIDRIO SIMPLE. [23]	58
FIGURA 18: INTRODUCCIÓN DATOS PUERTA MADERA. [23]	59
FIGURA 19: SELECCIÓN TIPO DE ESPACIO PLANTA 4ª [23].....	60
FIGURA 20: PESTAÑA INTRODUCCIÓN DE QUIPOS. [23].....	60
FIGURA 21: CALDERA CONVENCIONAL ACS. [23]	61
FIGURA 22: PESTAÑA CÁLCULO DEL CTE HE1. [23]	62
FIGURA 23: VERIFICACIÓN DEL LÍMITE DE DEMANDA. [23]	62
FIGURA 24: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA. [23].....	63
FIGURA 25: PESTAÑA CÁLCULO DEL CTE HE0. [23]	64
FIGURA 26: VERIFICACIÓN DEL LÍMITE DE CONSUMO. [23].....	64
FIGURA 27: ESQUEMA BÁSICO DE CUBIERTA INCLINADA.....	68
FIGURA 28: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA NUEVA CUBIERTA. [23]	70
FIGURA 30: ESQUEMA SISTEMA AISLANTE CERRAMIENTO EXTERIOR.	71
FIGURA 29: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS NUEVOS CERRAMIENTOS. [23]	71
FIGURA 30: CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS NUEVOS CERRAMIENTOS Y CUBIERTA. [23]	72
FIGURA 31: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA NUEVA CARPINTERÍA. [23].....	73
FIGURA 32: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE. [23]	73
FIGURA 32: CICLO DE LA BIOMASA FORESTAL (FUENTE: JUMANJISOLAR.COM) [22].....	74
FIGURA 33: FUNCIONAMIENTO CALDERA BIOMASA.....	76

FIGURA 34: ESPACIO DESTINADO A DEPÓSITO Y SALA DE MÁQUINAS.....	78
FIGURA 35: ESQUEMA DE INSTALACIÓN, CON PUNTO DE SUMINISTRO.	79
FIGURA 36: SECCIÓN SALA DE CALDERAS.....	81
FIGURA 37: PLANTA DE SALA DE CALDERAS.....	81
FIGURA 38: NUEVA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA ILUMINACIÓN. [23]	82
FIGURA 39: NUEVA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA CALDERA. [23]	83
FIGURA 40: NUEVA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA TOTAL. [23].....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS:

GRÁFICA 1: EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA EN ESPAÑA VS UE (FUENTE: EUROSAT) [17]	12
GRÁFICO 2: CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN 2007 (FUENTE: LA ENERGÍA EN ESPAÑA, MIYC) [21]	12
GRÁFICA 3: CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN 2007 (FUENTE: LA ENERGÍA EN ESPAÑA 2007, MITYC) [21].....	13
GRÁFICA 4: PORCENTAJE DE CONSUMOS POR SECTOR (FUENTE: PLAN DE ACCIÓN 2008-2012 DEL IDAE) [5].....	15
GRÁFICO 5: PORCENTAJE DE CONSUMOS POR ENERGÍAS (FUENTE: PLAN DE ACCIÓN 2008-2012 DEL IDAE) [5]	16
GRÁFICO 6: EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR SECTORES (KPET) (FUENTE: MITYC) [21]	16
GRÁFICA 7: CONSUMO ENERGÉTICO DE TRANSPORTE (FUENTE: MONOGRAFÍA 1 DE ENERTRANS: EL SISTEMA ESPAÑOL DE TRANSPORTE Y SUS IMPACTOS SOBRE LA SOSTENIBILIDAD)	17
GRÁFICO 8: REPARTO DE CONSUMOS EN EL SECTOR DOMÉSTICO (FUENTE: PLAN DE ACCIÓN 2008- 2012 DEL IDAE) [5]	18
GRÁFICA 9: REPARTO DE CONSUMOS EN EL SECTOR TERCIARIO (FUENTE: PLAN DE ACCIÓN 2008-2012 DE IDAE) [5]	18

ÍNDICE DE TABLAS:

TABLA 1. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LOS MATERIALES. [12]	31
TABLA 2. RESISTENCIA TÉRMICA DE ALGUNOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS. [12].....	32
TABLA 3. COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE ALGUNO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS. [12]	32
TABLA 4: RESUMEN DE SUPERFICIES TOTALES. [25]	38
TABLA 5: SUPERFICIE ÚTIL PLANTA BAJA. [25]	39
TABLA 6: SUPERFICIE ÚTIL PRIMERA PLANTA. [25].....	39
TABLA 7: SUPERFICIES ÚTILES SEGUNDA PLANTA. [25]	40

TABLA 8: SUPERFICIES ÚTILES TERCERA PLANTA. [25].....	40
TABLA 9: INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA ANUAL DE LOGROÑO.	47
TABLA 10: ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DEL EPS PARA CUBIERTAS INCLINADAS.....	69
TABLA 10: ESQUEMA COMPARATIVO VENTAJAS E INCONVENIENTES DE BIOCMBUSTIBLES (GUÍA TÉCNICA INSTALACIONES DE BIOMASA EN EDIFICIOS).	77
TABLA 11: PROPIEDADES DE LOS BIOCMBUSTIBLES SÓLIDOS. (NORMA UNE-CEN/TS 14961 EX)	78
TABLA 12: LEYENDA ESQUEMAS.	82
TABLA 13: ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO. [25].....	85
TABLA 14: ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS MEJORAS DEL PROYECTO. [25]	85

1 INTRODUCCIÓN

1.1 EVOLUCION HISTÓRICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La demanda energética ha venido experimentando una tendencia al alza en las tres últimas décadas, a lo largo de las cuales han tenido lugar cuatro crisis económicas-energéticas (1973, 1979, 1993, 2008) a nivel mundial, con impacto negativo en la actividad económica y en la demanda energética de la mayoría de los países desarrollados. No obstante, a principios de los años 70, esta circunstancia sirvió de catalizador para acometer políticas orientadas a la reducción de la dependencia energética y la mejora de la eficiencia, para ellos se formaliza una serie de reuniones y tratados que a continuación se citan:

- (1987) Informe de Brundlan: es un informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sostenibilidad ambiental. El informe fue elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU y se llamó Nuestro Futuro Común (Our Common Future). En este informe, se utilizó por primera vez el termino desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.
- (1992) Convenio Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC): fue adoptado en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Permite reforzar la conciencia pública a escala mundial de los problemas relacionados con el cambio climático.
- (1992) Cumbre de la Tierra, Rio de Janeiro: la conferencia fue la oportunidad de adoptar un programa de acción para el siglo XXI, llamado Programa 21 que enumera algunas de las 2.500 recomendaciones relativas a la aplicación de los principios de la declaración.
- (1997) Protocolo de Kyoto: “pone en práctica” la Convención, que basándose en los principios de ésta, compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Cabe destacar que entra en vigor en el año 2005.
- (2002) Cumbre de Johannesburgo: cumbre Mundial del desarrollo sostenible organizada por la ONU. Este encuentro pretendía ofrecer un discurso ecologista como parte de la labor de concienciación sobre la

importancia del desarrollo sostenible, para que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades presentes y futuras, sin dañar el medio ambiente.

- Conferencias de la ONU sobre el cambio climático, anuales.
- (2009) Conferencia de Copenhague.
- (2010) Conferencia de México.
- (2012) Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable, también conocida como Río 12 o Río+20.

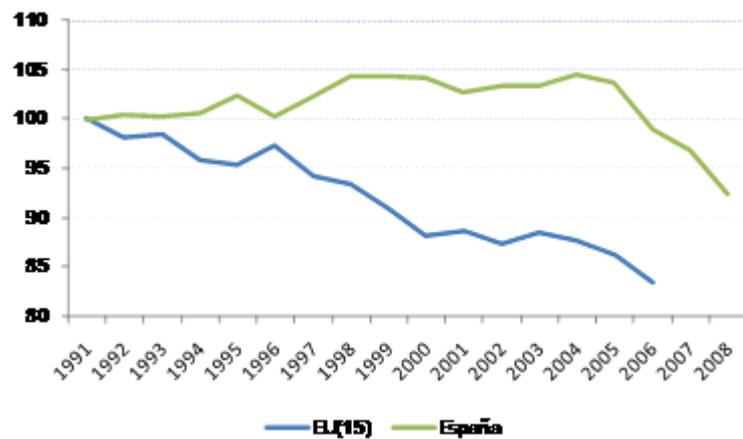
A través de estas conferencias, cumbres y protocolos, se pretende concienciar la importancia y repercusión que tienen estas emisiones sobre la naturaleza y buscar un compromiso por parte de los países más desarrollados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque se deja libertad a los países para que tomen medidas concretas dentro del compromiso de esa reducción de emisiones.

1.1.1 Evolución histórica en España

La eficiencia energética se define como la relación entre la calidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. La intensidad energética primaria, expresada en Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP) por mil € de Producto Interior Bruto (PIB) a precios constantes en el año 2000, es el indicador que refleja la evolución de la eficiencia energética de un país, región o municipio. La optimización de la eficiencia energética refleja la competitividad de un país.

Nuestro país tiene una elevada dependencia energética exterior cuyo nivel es superior al 80%, frente al 54% medio de la Unión Europea (UE). Esta dependencia se mantuvo constante entre 1990 y 2005, y es a partir del 2006 cuando comenzó una reducción que se ha mantenido hasta la actualidad.

Detrás de esta evolución histórica se encuentran dificultades para acometer ganancias de Eficiencia Energéticas (EE) dentro de cada sector, junto con un elevado peso en la economía española de la construcción y el turismo. También ha tenido cierta relevancia en la evolución de la intensidad energética española el fuerte crecimiento del sector transporte, principal consumidor de energía en España con casi un 39% del consumo final de energía, y que ha registrado una tendencia de crecimiento insostenible del 180% desde 1980 a 2007.



Gráfica 1: Evolución de la intensidad energética en España vs UE (fuente: Eurostat) [17]

En España, existe una elevada dependencia de los combustibles fósiles, el petróleo representa el 48% de la energía primaria, seguido por el gas natural con un peso del 21% y el carbón en un 14%. El 17% restante corresponde a las fuentes de energías renovables junta a la energía nuclear. El Plan de Acción 2008-2012 tiene como objetivo europeo mejorar la EE en un 2% en el 2020, para lograrlo, la tasa de crecimiento del consumo en energía primaria debería reducirse hasta el 1,07%.

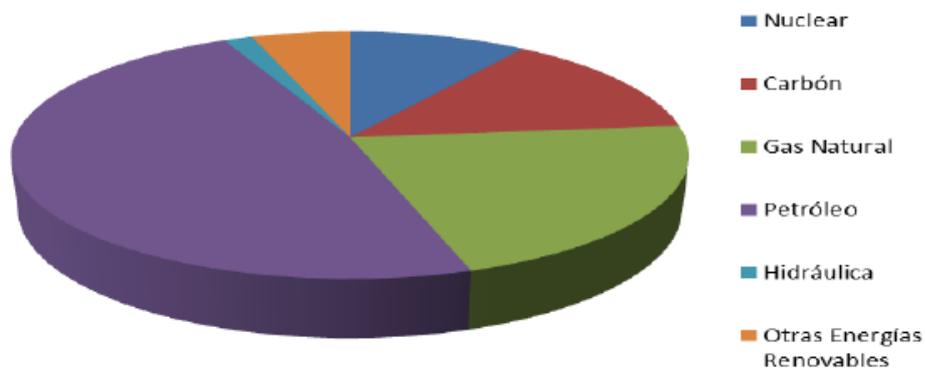
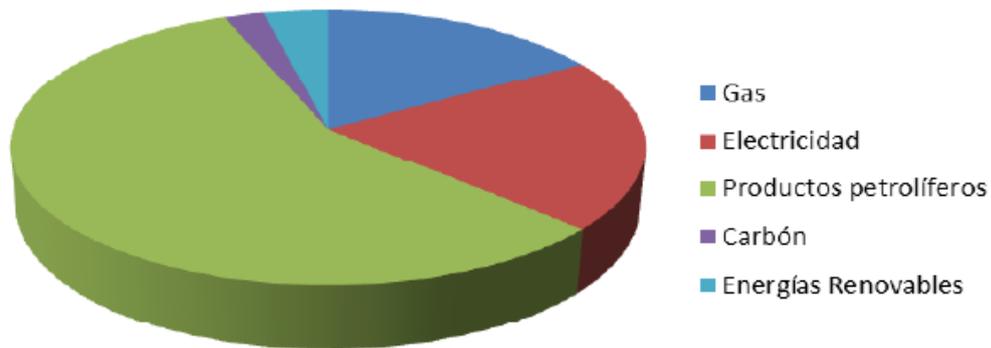


Gráfico 2: Consumo de energía primaria en 2007 (fuente: La energía en España, MlyC) [21]



Gráfica 3: Consumo de energía final en 2007 (fuente: La energía en España 2007, MITyC) [21]

Ante estas circunstancias, el gobierno español, de acuerdo con las directivas y normativas que emanan de la Unión Europea ha elaborado el Plan de Acción y Eficiencia Energética 2011-2020. Los cinco objetivos de éste Plan son:

1. Reconocer en el ahorro y al EE un instrumento del crecimiento económico y del bienestar social.
2. Conformar las condiciones adecuadas para que se extienda y se desarrolle, en la sociedad, el conocimiento sobre el ahorro y la EE.
3. Impregnar el ahorro y la EE en todas las estrategias nacionales y especialmente en la Estrategia Española del cambio climático.
4. Fomentar la competencia en el mercado bajo el principio rector del ahorro y la EE.
5. Consolidar la posición de España en la vanguardia del ahorro y la EE.

Este nuevo Plan de Acción contribuirá de manera significativa a la mejora de la competitividad de la economía española, para ello, se proponen medidas en los sectores de transporte, la industria, la edificación y equipamiento, servicios públicos y el sector agrícola y pesca, tales como:

- **Movilidad:** introducción de vehículos eléctricos, reducción de las rutas aéreas, promoción de técnicas de construcción eficiente, uso de bicicletas en entornos urbanos, etc.
- **Edificación:** limitación de la temperatura en el interior de edificios climatizados de uso no residencial y modificación del Real Decreto de edificación energética de edificios nuevos.

Cabe destacar que los ahorros obtenidos durante el periodo 2004-2010 en este sector se deben esencialmente a las mejoras efectuadas en la envolvente de los edificios, en la iluminación y el equipamiento. El consumo de energía final de este sector en 2010 fue de 24,39 ktep (tonelada equivalente de petróleo), un 26,1% del total nacional.

Durante el periodo 2004-2010 estos ahorros fueron de 2.232,5 ktep, de los cuales el 67% derivan de las mejoras de la envolvente de los edificios y sus instalaciones térmicas. El otro 33% se debe a la instalación de iluminación interior más eficiente.

Estos resultados se han logrado gracias a las medias de los Planes antiguos (2005-2007; 2008-2012).

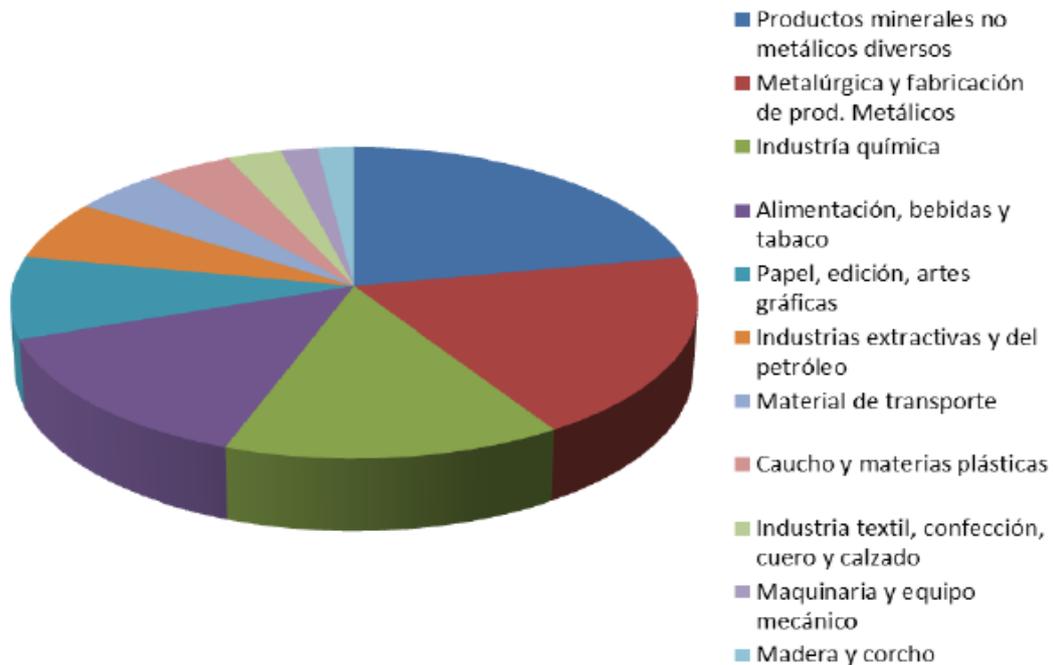
Centrándonos en los distintos usos:

- Uso de envolvente e instalaciones térmicas: los ahorros obtenidos en el uso de envolvente e instalaciones térmicas han venido determinados por mejoras en los sistemas de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria en el ámbito residencial y el sector servicios. El consumo de energía final destinado a este uso fue en 2010 de 17.333,6 ktep, el 71% del de edificios.

Por otro lado, las iniciativas conocidas como “Planes Renove” han logrado unos ahorros de 2,3 ktep en renovaciones en envolvente (fachadas, cubiertas y ventanas) y de 61,1 ktep en renovaciones de instalaciones térmicas (calefacción, refrigeración y ACS).

- Uso de iluminación interior: los ahorros obtenidos en este sector tanto en los ámbitos domésticos y de servicios han venido determinados, fundamentalmente, por el despliegue de lámparas de bajo consumo. En 2010, el consumo de energía final destinado a este uso fue de 2.333,7 ktep, el 10% del consumo final de edificios.
- Uso equipamiento: en este sector los ahorros han venido, por la mejora de la eficiencia energética de electrodomésticos, cocinas y ofimática, tanto en el sector residencial como en el de servicios. El consumo de energía final destinado a este uso fue en 2010 de 4.724,5 ktep, el 19% del consumo de edificios.

- **Otras:** eliminación de bombillas de baja eficiencia, impulso de una norma que permita a empresas ferroviarias compensar en su factura la electricidad recuperada por frenada, disminución de energía eléctrica, etc.



Gráfica 4: Porcentaje de consumos por sector (fuente: Plan de acción 2008-2012 del IDAE) [5]

En cuanto al sector de industria, se trata de un sector con importantes emisiones de CO_2 , en donde las fuentes más importantes de emisiones son la industria del hierro y la del acero (26%), la producción de otros compuestos como el cemento, el vidrio y la cerámica (25%), y los productos químicos y petroquímicos (18%).

Si bien, ha disminuido porcentualmente su peso en el balance de energía, el sector ha pasado de un 37,8% en el 2000, al 35,7% en el 2007, teniendo un crecimiento medio anual del 2,3%, frente al 3,5% final del total nacional.

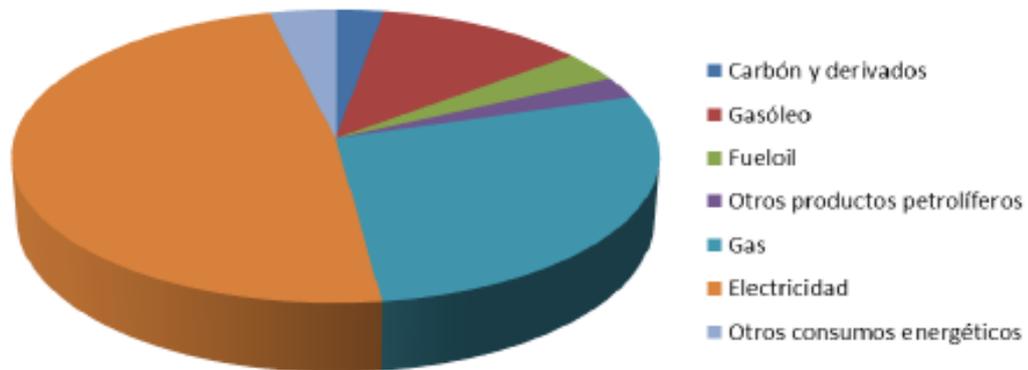


Gráfico 5: Porcentaje de consumos por energías (fuente: Plan de Acción 2008-2012 del IDAE) [5]

Es el sector transporte, en 2003, España contaba con casi 215.000 empresas, representando el 19% del total de compañías de servicios. Este sector constituye el principal consumidor de energía en España, registrando una tendencia de crecimiento insostenible en los últimos años. Desde 1980 a 2007, el sector ha experimentado un crecimiento del consumo de energía final de casi el 180%. En el siguiente gráfico se aprecia como el transporte ha venido aumentando su peso frente al resto de sectores de la economía alcanzando en 2007 un 38% del total del consumo final, frente al 27% de la industria y el 33% de usos diversos.

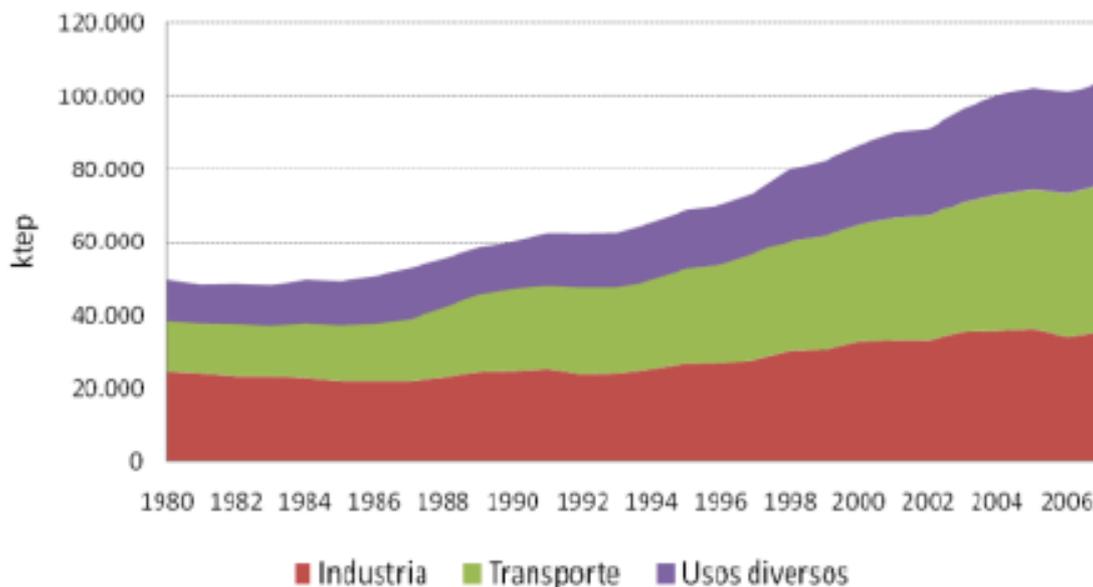
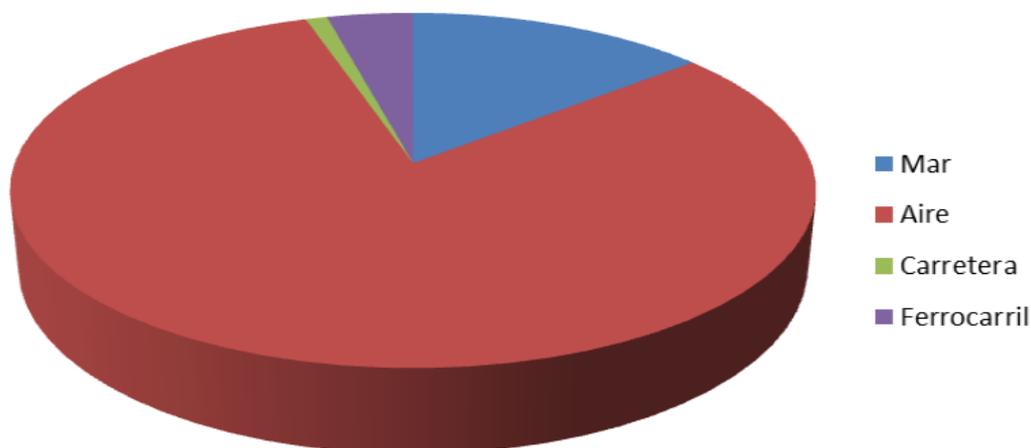


Gráfico 6: Evolución del consumo de energía final por sectores (kpet) (fuente: MITyC) [21]

El consumo energético que origina el transporte en nuestro país se distribuye de la siguiente forma: el transporte por carretera consume el 81%, el avión el 13,5%, el marítimo el 3,7% y el ferrocarril el 1,3%.



Gráfica 7: Consumo energético de transporte (fuente: monografía 1 de enertrans: el sistema español de transporte y sus impactos sobre la sostenibilidad)

El 98% del consumo en el transporte corresponde a derivados del petróleo, mientras que tan solo el 1,2% del consumo es de electricidad. El 0,6% restante se debe a biocarburantes, que aunque su consumo es aún reducido, es el tipo de energía que más ha crecido, multiplicándose su uso por cuatro desde el año 2000.

Respecto al sector agrícola, el ahorro energético ha sido del 2% anual entre 2004 y 2010.

Centrándonos en el sector de la edificación, éste es uno de los de mayor impacto en el nivel de emisiones de CO_2 y sobre el cambio climático, siendo el responsable de cerca del 40% del total. El consumo de energía final del sector edificación en 2007 supuso el 28% del total del consumo de energía final nacional.

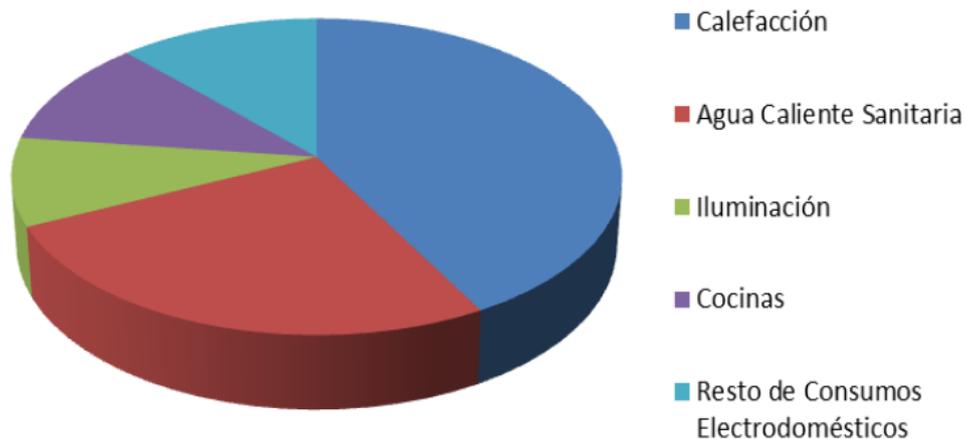
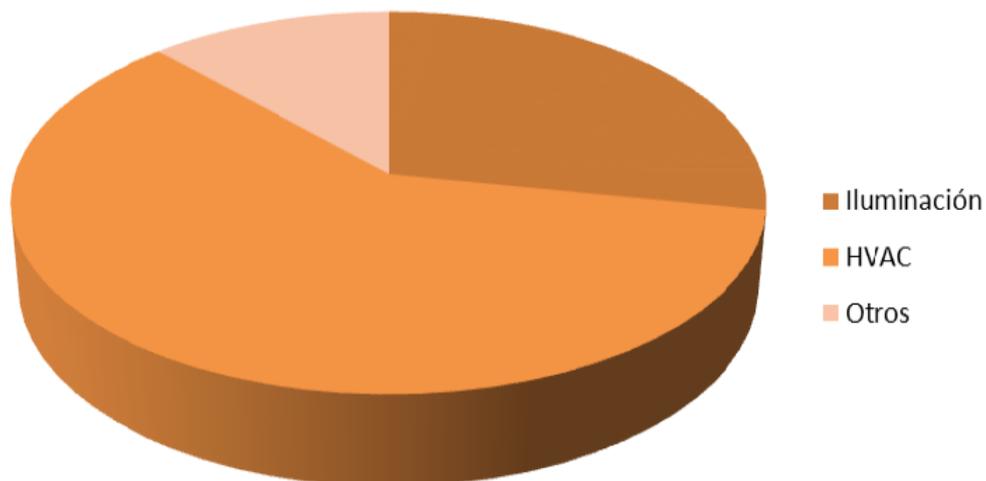


Gráfico 8: reparto de consumos en el sector doméstico (fuente: Plan de Acción 2008-2012 del IDAE) [5]

Si evaluamos la intensidad energética, indicador económico que relaciona el consumo de energía frente al PIB del país, el sector residencial español está aproximadamente en torno al 60% de la media Europea. Esto se debe, principalmente, a una climatología más favorable que los países de nuestro entorno.

Con respecto a la intensidad energética del sector terciario, España está dentro de la media Europea como nos indica la gráfica siguiente:



Gráfica 9: Reparto de consumos en el sector terciario (fuente: Plan de Acción 2008-2012 de IDAE) [5]

Algunas medidas destinadas a mejorar la información, sensibilización y posibilidades de los consumidores son:

- Campañas de información enfocadas a cuestiones específicas de eficiencia.
- Introducción de conceptos de EE en los materiales educativos.
- Etiquetado energético de equipamientos, con el ahorro económico que suponen.
- Inclusión en las facturas de información sobre consumos históricos, consumos estándar por equipo, etc.
- Financiación de equipos de bajo consumo.
- Fomento de las auditorías energéticas.

En cuanto a construcción, es el Código Técnico quien destaca los siguientes requerimientos:

- Envolvente que limite la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico.
- Establecimiento de estándares de rendimiento de las instalaciones térmicas.
- EE de las instalaciones de iluminación.
- Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

1.2 LA CERTIFICACIÓN DE UN EDIFICIO

1.2.1 Objeto y finalidad

El objetivo principal del procedimiento es el establecimiento de las condiciones técnicas y administrativas para realizar las Certificaciones de Eficiencia Energética de los edificios y la metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios, así como la aprobación de la Etiqueta de Eficiencia Energética como distintivo común en todo el territorio nacional.

La finalidad de la aprobación de dicho procedimiento es la promoción de la eficiencia energética, mediante la información objetiva que, obligatoriamente, se habrá de proporcionar a los compradores y usuarios en relación con las características energéticas de los edificios, materializadas en forma de un CEE que permita valorar y comparar sus prestaciones.

1.2.2 Documentación reconocida

Con el fin de facilitar el cumplimiento de este procedimiento básico, se crean los denominados documentos reconocidos para la Certificación de Eficiencia Energética, que se definen como documentos técnicos, sin carácter reglamentario, que cuenten con el reconocimiento conjunto del MINETUR y del Ministerio de Fomento.

Los documentos reconocidos podrán tener el contenido siguiente:

- Programas informáticos de calificación de eficiencia energética.
- Especificaciones y guías técnicas o comentarios sobre la aplicación técnico-administrativa de la certificación de eficiencia energética.
- Cualquier otro documento que facilite la aplicación de la certificación de eficiencia energética, excluidos los que se refieran a la utilización de un producto o sistema particular o bajo patente.

Así pues, se crea en el MINETUR, adscrito a la Secretaría de Estado de Energía, el Registro General de Documentos Reconocidos para la Certificación de Eficiencia Energética, que tendrá carácter público e informativo.

1.2.3 Etiqueta de eficiencia energética de un edificio

La etiqueta de eficiencia energética clasifica los edificios, mediante dos indicadores, dentro de una escala de siete letras, que parte de la letra G (edificio menos eficiente) a la letra A (edificio más eficiente). Estos indicadores, que tomarán los valores del Certificado de Eficiencia Energética del Edificio, serán los siguientes:

- Consumo de energía primaria no renovable (expresado en kW/m^2 año). En el ejemplo de la figura 1 el consumo de energía es de $95kW/m^2$ año.
- Emisiones de CO_2 (expresado en $kgCO_2/m^2$ año). En el ejemplo de la figura 1 el volumen de emisiones es de $32kgCO_2/m^2$ año.

El modelo de etiqueta de eficiencia energética de edificios puede encontrarse en la página oficial de certificación del MINETUR, o también puede descargarse el modelo editable en el apartado:

Modelos Editables de Etiquetas de Eficiencia Energética. En todo caso, se incluye en el Anexo IV los detalles específicos de este etiquetado.

Esta etiqueta debe ser incluida, tal como establece el Real Decreto 235/2013, en toda oferta, promoción y publicidad dirigida a la venta o arrendamiento del edificio o unidad del edificio. (Ver figura 1). [6]

También deberá mostrarse en un lugar visible en los siguientes casos:

- Edificios o unidades de edificios de titularidad privada con superficie útil superior a 500 m^2 frecuentados por el público, únicamente cuando les sea exigible su obtención (compra-venta, alquiler o nueva construcción).
- Edificios o partes de edificios ocupados por la administración pública con superficie útil superior a 250 m^2 frecuentados por el público.

Para el resto de los casos en los que sea exigible la obtención del certificado de eficiencia energética, la exhibición de la etiqueta de calificación energética, como la de la figura 1, será con carácter voluntario.

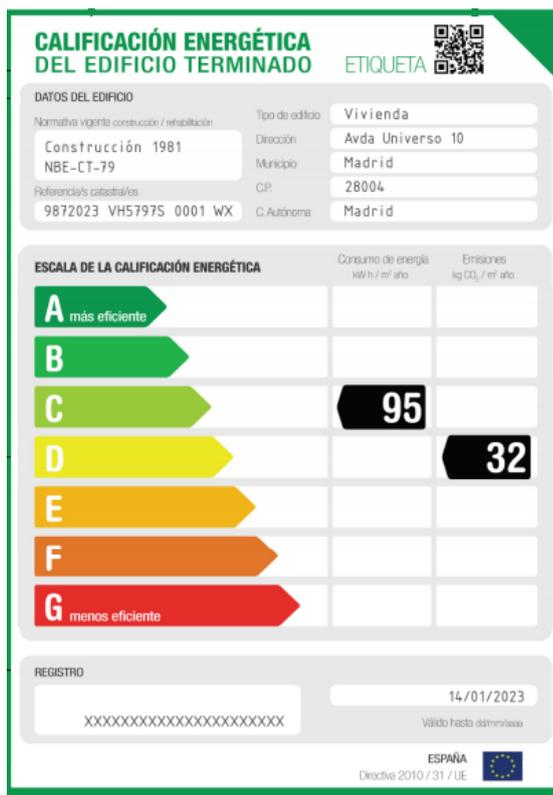


Figura 1: Etiqueta de Edificio Existente (fuente: MINETUR)

1.3 REGISTRO DEL CERTIFICADO EN LA RIOJA

La Certificación de eficiencia energética de los edificios es una exigencia derivada de la Directiva 2002/91/CE, que se traspuso con el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Con posterioridad, la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, ha sido modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, ampliando su ámbito de aplicación a los edificios existentes. Dicha circunstancia ha obligado a transponer de nuevo al ordenamiento jurídico español las modificaciones que introduce con respecto a la Directiva modificada mediante un nuevo texto refundido que deroga el anterior Real Decreto 47/2007, de 19 de enero.

La transposición se ha realizado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, entró en vigor el día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial del Estado nº 89 (13/04/2013), siendo voluntaria su aplicación hasta el 1 de junio de 2013. A partir de ese momento, la presentación o puesta a

disposición de los compradores o arrendatarios del certificado de eficiencia energética de la totalidad o parte de un edificio, según corresponda, será exigible para los contratos de compraventa o arrendamiento celebrados a partir de dicha fecha.

1.4 MARCO NORMATIVO

Para entender mejor la normativa actual, debemos hacer una pequeña reseña a la evolución histórica que esta ha sufrido en España en cuanto a eficiencia energética en la edificación.

- 1987: **NBE-CT79**. Es la primera normativa en España que exige un mínimo de aislamiento en los edificios. Solo trata el tema del aislamiento, dejando de lado temas como por ejemplo la inercia térmica, protecciones solares... está inspirada en otras normativas europeas.
- 1980: **RICCA**. (Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS). Primera normativa de regulación de las instalaciones térmicas de los edificios. Define las condiciones que deben cumplir las instalaciones que consumen energía con fines térmicos no industriales para conseguir un uso racional de la misma, teniendo en cuenta la calidad y seguridad de las mismas y la protección del medio ambiente.
- 1993: **Directiva SAVE 76/93**. Primera Directiva Europea que propuso la certificación energética de viviendas como medida de información al usuario y promoción de viviendas eficientes.
- 1998: **RITE**. (Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios). El texto recogido en el Real Decreto 1751/1998 deroga a RICCA.
- 1998: nace el primer software Calener, basado en la Directiva SAVE 76/93.
- 2002: **Directiva 2002/91/CE** [2]. DEEE (Directiva de Eficiencia Energética en Edificios). Esta Directiva tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética en los edificios de la Comunidad teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficiencia.

La adaptación de la normativa española a estos requisitos se ha alcanzado por medio de tres sistemas:

1. El establecimiento del Código Técnico de la Edificación, en el incluye unas exigencias básicas de ahorro de energía en los edificios (DB HE).
 2. El desarrollo de un sistema de Certificación Energética de los edificios.
 3. La revisión del reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, para establecer una metodología para la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado.
- 2007: **Real Decreto 47/2007** [3]. (Certificación Energética de los edificios). Este Real Decreto, establece el formato de la etiqueta que expresa la eficiencia energética de los edificios, y el procedimiento para su obtención.

Se trata de una normativa que obliga desde el 1 de Noviembre de 2007, a certificar la eficiencia energética de los edificios de nueva planta y grandes reformas. A partir de este momento es obligatorio poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un Certificado de Eficiencia Energética. En este certificado, y mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio un Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Por otro lado, el RD 47/2007 establece el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

En cuanto a la normativa actual:

A partir de 2006 se implanta el CTE y en su DB-HE se establecen criterios mínimos que afectan a la eficiencia energética, así como también surgen nuevas directivas que afectan a dicha eficiencia energética, las más importantes son:

- 2006: **CTE** [4]. (Código Técnico de la Edificación). Surge como instrumento para fijar exigencias básicas de calidad en la edificación. Se divide en dos partes. En la primera se establecen las disposiciones de carácter general y las exigencias que deben cumplir los edificios. La

segunda consta de una serie de Documentos Básicos, cuya aplicación garantiza el cumplimiento de las exigencias básicas. Como complemento para la aplicación del CTE se crean documentos reconocidos, que son documentos técnicos externos e independientes del CTE cuya utilización facilita el cumplimiento de determinadas exigencias y contribuye al fomento de la calidad de la edificación.

En lo referente al ahorro energético quedan reflejadas en su artículo 15 y cito textualmente:

1. El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros, objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

Este Documento Básico establece cinco exigencias básicas:

- **Exigencia básica HE 1:** Limitación de demanda energética.

Fija los mínimos normativos en cuanto a aislamiento, protección solar de los huecos, prevención de condensaciones y estanqueidad de ventanas.

- **Exigencia básica HE 2:** Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Queda desarrollado en el RITE.

- **Exigencia básica HE 3:** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Promueve el aprovechamiento de la luz natural, exigiendo factores de eficiencia energética en las instalaciones de iluminación artificial. Propone un plan de mantenimiento para las luminarias.

- **Exigencia básica HE 4:** Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Exige un porcentaje de agua caliente de origen solar dependiendo de la zona climática en la que se encuentre, el uso al que está destinado el edificio y el tipo de combustible que lo constituya.

- **Exigencia básica HE 5:** Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

Exige según el uso del edificio incorporar una instalación eléctrica mediante paneles fotovoltaicos.

- 2006: nace el primer software LIDER. (Limitación de la Demanda Energética), creado para satisfacer los requisitos del CTE. Permite analizar los efectos del aislamiento, la inercia térmica y la radiación incidente en los huecos del edificio, verificando el cumplimiento de dichos requisitos mínimos.
- 2007: Real Decreto 1027/2007 RITE [7]. (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios). El nuevo RITE deroga al anterior de 1998. Con este reglamento se incluyen y refuerzan aspectos de la eficiencia energética de las instalaciones, así como la inspección y mantenimiento de calderas y sistemas de aire acondicionado.

Las mayores exigencias en eficiencia energéticas que establece el RITE, se concretan en:

- Mayor rendimiento energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.

- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.
- 2010: **Directiva 2010/31/UE** [8]. (Relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios). Tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética de los edificios sitios en la Unión Europea, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como las exigencias ambientales interiores y la rentabilidad en términos coste-eficacia.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco común general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios o de unidades del edificio.
- La aparición de requisitos mínimos a la eficiencia energética de:
 - Los edificios nuevos o de nuevas unidades del edificio.
 - Edificios y unidades y elementos de edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
 - Elementos de construcción que formen parte de la envolvente del edificio.
 - Instalaciones técnicas de los edificios cuando se instalen, sustituyan o mejoren.
- Los planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo.
- La certificación energética de los edificios o de unidades de edificio.

- La inspección periódica de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado de edificios.
- Los sistemas de control independiente de los certificados de eficiencia energética y de los informes de inspección.
- 2013: **Real Decreto 235/2013** [9]. (Procedimiento básico certificación eficiencia energética de edificios), España se adapta a la nueva directiva europea 2010/31/UE, y deroga el Real Decreto anterior 4/2007.

Este Real Decreto establece que a partir del 1 de Junio de 2013, cuando se construyan, vengan o alquilen o unidades de estos, el certificado de eficiencia energética o una copia de éste se deberá mostrar al comprador o nuevo arrendatario potencial y se entregará al comprador o nuevo arrendatario.

El promotor o propietario del edificio o de parte del mismo, ya sea de nueva construcción o existente, será el responsable de encargar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, o de su parte, en los casos que venga obligado por este Real Decreto. También será responsable de conservar la correspondiente documentación. Deberá presentarlo, en su caso, al órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios, para el registro de estas certificaciones en su ámbito territorial, y guardar copia en el Libro del edificio, en caso de ser este de aplicación, o custodiarlo en su poder.

Este procedimiento básico será de aplicación a:

- Edificios de nueva construcción.
- Edificios o parte de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.
- Edificios o parte de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m² y que sean frecuentados habitualmente por el público.
- El certificado tendrá validez de 10 años

Además, este certificado contendrá:

- Datos de identificación del edificio y del técnico certificador, indicación del procedimiento reconocido utilizado.
 - Referencia de normativa de eficiencia energética vigente en el momento de su construcción.
 - Etiqueta de eficiencia energética.
 - Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo.
 - Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.
- 2013: Real Decreto 233/2013 [10], de 5 de Abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbana, 2013-2016.
 - 2013: Ley 8/2013 [11], de 26 de Junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
 - 2014: Reconocimiento de la herramienta HULC para la certificación de edificios residenciales “existentes” y nuevos por la Comisión Asesora Permanente del ministerio de Industria, Energía y Turismo y Ministerio de Fomento.

1.5 OBJETIVOS DEL TFG

La finalidad de este TFG es realizar un estudio exhaustivo de la demanda energética de un colegio, para ello deberíamos:

1. Recopilar la normativa específica.
2. Cuantificar la demanda energética del edificio existente.
3. Estudiar la envolvente del edificio.
4. Mejorar las instalaciones del edificio.
5. Aplicar sistemas activos de eficiencia energética.
6. Calificar y certificar las soluciones adoptadas.

El estudio del colegio nos cuantificara la demanda energética, así podremos actuar en aquellos puntos donde se producen más pérdidas.

1.6 CONCEPTOS BÁSICOS

Para un mejor entendimiento de lo desarrollado en este TFG, presentamos algunos conceptos básicos que utilizaremos más adelante.

En cuanto a las características térmicas de los materiales de construcción:

- a) La conductividad térmica de un material es una característica intrínseca del mismo que indica su comportamiento frente a la transmisión de calor. (Solé, J 2007). [13]

Se define como:

$$\lambda = \frac{\Phi * e}{S * \Delta T}$$

Siendo:

Φ = cantidad de calor que atraviesa el material

e = espesor

S = superficie

ΔT = diferencia de temperatura entre sus caras

Su unidad son los W/m·K

El valor de la conductividad térmica de los materiales utilizados en obra debe ser facilitado por el fabricante o suministrador en su caso, de los materiales.

Como por ejemplo, en la tabla siguiente encontramos algunos valores de conductividad térmica utilizados en este Proyecto:

Material	λ (W/m·K)
Hormigón armado	2,3
Forjado unidir. bovedilla de hormigón	1,128
Betún fieltro o lámina	0,23
Mortero de cemento	0,55
Tabicón de LH triple	0,621
Tabicón de LH doble	0,432
Arena y grava	2
Mármol	3,5
Enlucido de yeso	0,57
XPS Expandido	0,34

Tabla 1. Conductividad térmica de los materiales. [12]

- La resistencia térmica de un material cuantifica la dificultad que ofrece el paso de calor por el mismo. Su unidad es ($m^2 \cdot K/W$).

Se obtiene:

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

Siendo:

e = espesor

λ = conductividad térmica

Como por ejemplo, en la siguiente tabla encontramos algunos valores de resistencia térmica utilizados:

Material	λ (W/m·K)	e (m)	Rt (m ² · K/W)
Mortero de cemento	0,4	0,02	0,05
XPS expandido	0,34	0,35	1,029
Enlucido de yeso	0,57	0,015	0,026
Tabicón de LH doble	0,432	0,07	0,162
Tabicón de LH triple	0,621	0,11	0,177
Mármol	3,5	0,03	0,008
Hormigón armado	2,3	0,25	0,108

Tabla 2. Resistencia térmica de algunos de los materiales utilizados. [12]

b) Característica térmicas de los elementos constructivos:

- La transmitancia térmica indica la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo homogéneo (sin discontinuidades ni puentes térmicos) de superficie unitaria cuando la diferencia de temperatura entre sus caras es también unitaria. Se denomina mediante el símbolo U y se expresa en $W/m^2 \cdot K$. (Solé, J 2007) [13].

Como ejemplo, en la tabla siguiente encontramos algunos valores de transmitancia térmica utilizados:

	U (W/m ² ·K)
Fachada principal	0,59
Fachada posterior	0,59
Medianera	0,57
Forjado	4,76
Cubierta plana	0,48
Cubierta inclinada	0,59

Tabla 3. Coeficiente de transmisión térmica de alguno de los materiales utilizados. [12]

Se define como factor solar de un cerramiento como la cantidad de energía solar transmitida al interior, tanto la directamente transmitida como por la transparencia del vidrio como la reenviada hacia el interior del edificio por el hecho de haber aumentado la temperatura del vidrio por radiación, en relación a la energía solar incidente. (Solé, J 2007) [13].

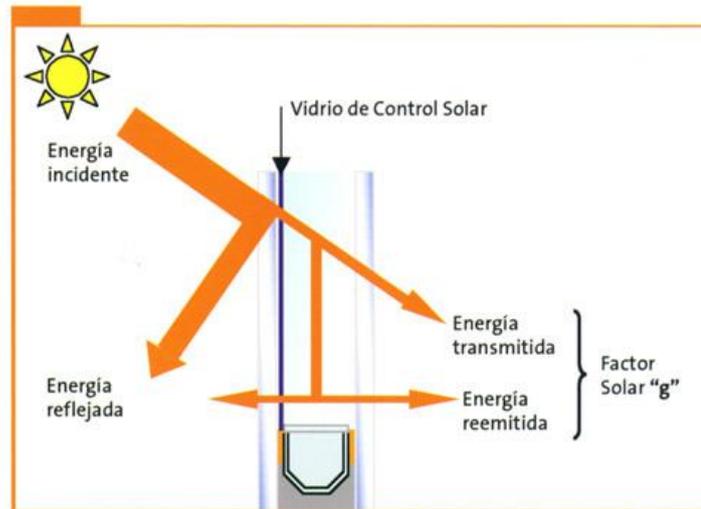


Figura 2: Factor Solar (fuente: www.masquealuminio.files.wordpress.com)

El factor solar es un parámetro adimensional, que debe ser proporcionado por el suministrador.

Se considera punto térmico las zonas de la envolvente térmica en la que se produce una disminución de la resistencia térmica respecto al elemento. Se producen por penetraciones de un elemento constructivo respecto a otro, cambio de espesor o material de cerramiento, etc. En estos puntos se aumenta la posibilidad de aparición de condensaciones, tanto superficiales como intersticiales, sobre todo en épocas frías.

- La presión de vapor es la presión parcial ejercida por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo.
- La presión de saturación es la presión parcial ejercida por la máxima proporción de vapor de agua que puede existir en el aire húmedo.
- La temperatura de rocío es a la cual el vapor de agua condensa si se enfría en el aire, sin cambiar la presión ni el grado de humedad.

El vapor de agua producido en el interior de un local aumenta la presión de vapor del aire ambiente, esto provoca una diferencia de presión entre el ambiente interno y externo, fenómeno por el cual se produce una difusión de vapor entre los dos ambientes. Si esta presión de vapor interior es superior a la presión de

saturación se producirán condensaciones superficiales. Si durante la difusión de vapor en algún punto del interior del cerramiento, la presión de vapor es superior a la de saturación, o dicho de otro modo la temperatura del punto es inferior a la de rocío, se producirán condensaciones intersticiales.

- c) En cuanto a la demanda energética de los edificios, es la suma de los siguientes componentes:
- Transmisión térmica.
 - Captación solar.
 - Ventilación e infiltraciones de aire.
 - Adaptaciones o generación interna de calor.

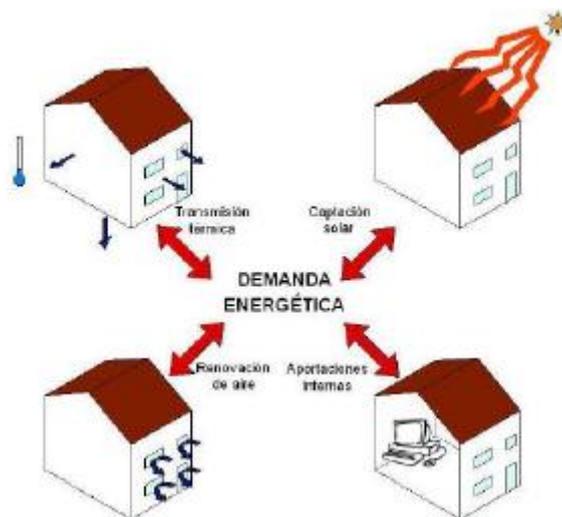


Figura 3. Demanda energética.

Ahora desarrollaremos los cuatro conceptos por separado:

- Transmitancia térmica: es la cantidad de calor que el edificio intercambia con el ambiente a través de sus diferentes componentes, debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

Este intercambio se puede dar tanto en huecos como en cerramientos y entre el interior y el exterior o entre el interior y un local no habitable, en contacto con el terreno...

El flujo de calor va siempre desde la parte más cálida a la más fría, por lo que en verano tendremos ganancia de calor al estar el exterior a

mayor temperatura que el interior y en invierno pérdida de calor, por estar el interior más cálido que el exterior.

Por esto, debemos conseguir que nuestros cerramientos y huecos tengan la menor transmitancia posible, para poder limitar este flujo de calor.

- La captación solar: es la cantidad de energía recogida por el edificio procedente de la radiación solar. Esta captación solar se produce mayoritariamente por huecos, provocando un incremento de temperatura en el interior del edificio.

Este incremento de temperatura es beneficioso durante el invierno, ya que es un sistema de calefacción gratuito, pero sin embargo, durante el verano provoca un sobrecalentamiento del edificio. Para combatirlo, lo más eficaz son sistemas de sobreamiento móviles que eviten la entrada de energía solar durante el verano y si lo permiten durante el invierno.

- Ventilación e infiltraciones del aire: para poder mantener las condiciones de salubridad dentro de un edificio es imprescindible ventilar, bien a través de ventilación natural o bien a través de sistemas híbridos o mecánicos. Esto provoca un aumento de la demanda energética del edificio, ya que todo el aire que introducimos en él nos varía las condiciones térmicas del interior, por lo tanto tendremos que acondicionar para conseguir las condiciones deseadas.

Los defectos de estanqueidad de la envolvente del edificio, los defectos de ejecución, la mala calidad de las carpinterías, o las rejillas necesarias para la ventilación, provocan una constante infiltración de aire desde el exterior al interior, que al igual que en la ventilación provoca un cambio en las condiciones de confort del interior del edificio.

La única solución es limitar la cantidad de infiltraciones de aire, regulada en el CTE DB HE, ya que no podemos reducir los valores de ventilación mínimos establecidos en el CTE DB HE.

- Aportaciones internas: hay diversos factores como la ocupación, la iluminación, maquinarias...que generan una cierta cantidad de calor que contribuye a reducir la demanda energética en época de invierno, sin embargo en época de verano, esto genera un sobrecalentamiento que puede aumentar la demanda energética si queremos refrigerar la estancia.

2 DESCRIPCIÓN DEL COLEGIO A ESTUDIAR

2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA [14]

2.1.1 Emplazamiento y situación

El colegio está situado en la avenida Doce Ligero de Artillería, 2 en la ciudad de Logroño, La Rioja.



Figura 4: Situación del colegio (fuente: Google maps). [18]

El colegio tiene una superficie total por planta de $3.479,31m^2$, en la que descontando el área que ocupa el patio interior, se queda en una superficie neta por planta de $1945,98m^2$.

La ortografía de la parcela es regular y plana y cuenta con todos los recursos urbanísticos: agua potable, energía eléctrica, red de alcantarillado, pavimentación, encimado de aceras y alumbrado público.

Destacar que la entrada está en la fachada norte situada en la calle Escuelas Pías, por el patio del colegio.

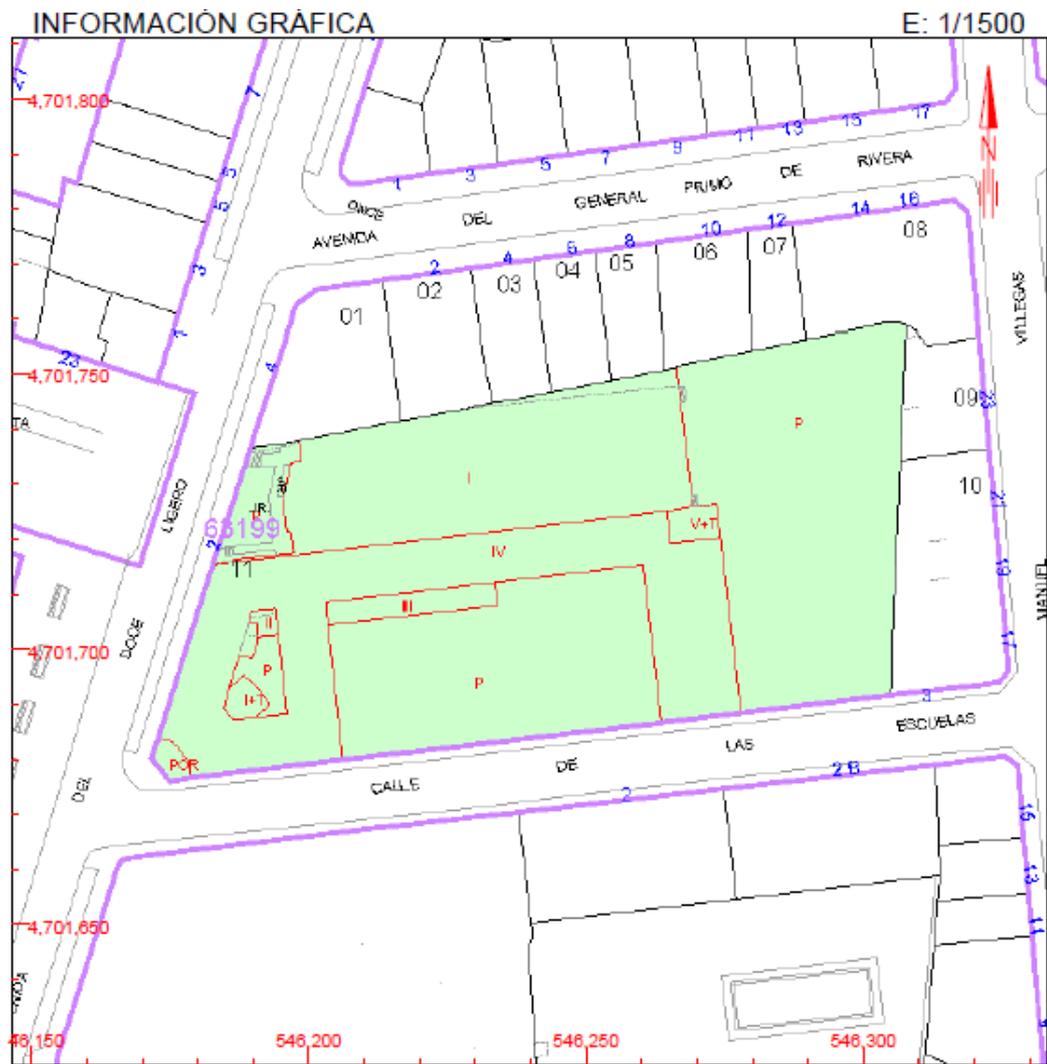


Figura 5: Situación colegio en la parcela (fuente: catastro). [19]

2.1.2 Descripción general del edificio

El colegio se construyó en 1930. Se trata de un colegio, que se desarrolla en 4 plantas. A cota $\pm 0.00m$ se desarrolla la planta baja, donde se ubica sala de profesores, capilla, comedores-cocina, biblioteca y librería. A cota $+2.75m$ se encuentra la primera planta, que contiene aulas de educación, baños, capilla y oficinas. A cota $+5.50m$ se encuentra la segunda planta, en la que encontramos, aulas y laboratorios.

Finalmente, a cota $+8.25m$ se encuentra la tercera planta en la cual se desarrolla habitaciones, una sala de archivos y aulas.

A continuación se representa la sección A-B. Más información gráfica en el anexo VIII.

SECCIÓN A-B



Figura 6: Sección AB del colegio. [24]

Las superficies útiles del colegio son las siguientes:

Superficies totales		
Superficies	Útiles (m ²)	Construidos (m ²)
Planta baja	1795,33	3479,31
Planta primera	1945,98	3479,31
Planta segunda	1945,98	3479,31
Planta tercera	1945,98	3479,31
Total	7783,92	13917,24

Tabla 4: Resumen de superficies totales. [25]

Superficies planta baja	
Superficies	Útiles (m ²)
Sala de profesores	87,78
Hall	105,95
Sala de reuniones	139,64
Salón de actos	157,95
Pasillo PB	350,95
Capilla PB	268,15
Comedor infantil	46,17
Cocina	164,62
Comedor E.P y E.S.O.	160,38
Calefacción	43,74
Biblioteca	101,25
Salas 1 PB	168,75
Total	1795,33

Tabla 5: Superficie útil planta baja. [25]

Superficies primera planta	
Superficies	Útiles (m ²)
Oficinas	250,77
Capilla 1	174,25
Educación Infantil (Aula 4 años)	71,55
Galería educación infantil	792,32
Educación infantil (Aula 3 años)	126,36
Psicomotricidad	77,76
Educación infantil (Aula 5 años)	141,93
Aula 1º primaria y aula 2º primaria	150,66
Aula 1º primaria	71,28
Aula 2º primaria	89,1
Total	1945,98

Tabla 6: Superficie útil primera planta. [25]

Superficies segunda planta	
Superficies	Útiles (m ²)
Orientación	182,93
P.C.P.I. y aula 4 E.S.O.	222,66
Laboratorios y pasillo P2	833,26
Aula 3º primaria y 3º E.S.O.	245,43
Aula 3º primaria B, 4º primaria y 5º primaria	388,8
Aula 5º primaria	72,9
Total	1945,98

Tabla 7: Superficies útiles segunda planta. [25]

Superficies tercera planta	
Superficies	Útiles (m ²)
Habitaciones	411,97
Archivos y biblioteca comunidad	68,79
Sala 1 P3	427,19
Pasillo P3	724,07
Aula 1º E.S.O.	71,28
Aula 1º E.S.O. y Aula 6º primaria	242,48
Total	1945,78

Tabla 8: Superficies útiles tercera planta. [25]

2.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA [14]

A continuación se presentan los elementos más destacados de la memoria constructiva:

2.2.1 Sistema estructural

- Muros: los materiales que componen la edificación son los habituales, salvo la utilización de piedra para todo el exterior del edificio. La fachada se encuentran formadas por:

- Muro exterior: es el muro que corresponde al exterior del colegio y está formado por:
 - Ladrillo.
 - Mortero cemento.
 - Aislante.
 - Tabicón.
 - Enlucido de yeso.

- Tabiques: los materiales usados para la construcción de los tabiques son los comunes, siendo formados por tabicones dobles de ladrillo y dos capas de enlucido de yeso. En alguna zona común del colegio, se dispone también después del enlucido de yeso, unos azulejos cerámicos de decoración. Como se muestra a continuación.



Figura 7: Galería de la planta baja.

- Forjado: vamos a distinguir dos tipos de forjados en nuestro TFG, que estarán compuestos de los siguientes elementos constructivos:
 - Forjado a terreno: será el forjado que estará en el suelo del colegio, que consta de los siguientes elementos:
 - Tierra vegetal.
 - Hormigón en masa.
 - Mortero de cemento o cal.
 - EPS poliestireno expandido.
 - Azulejo cerámico.
 - Forjado interno: será el forjado que se encuentra en el interior del edificio, que dispone de los siguientes elementos:
 - Azulejo cerámico.
 - Mortero de cemento cal.
 - EPS poliestireno expandido.
 - Hormigón en masa.
 - Enlucido de yeso.
- Cubierta: vamos a destacar dos tipos de cubiertas en el TFG, será una cubierta inclinada y una cubierta plana. Los materiales de cada una serán los siguientes:
 - Cubierta inclinada:
 - Teja de arcilla cocida.
 - Betún fieltro o lámina.
 - Mortero de cemento o cal.
 - Tabique de LH sencillo.
 - Cámara de aire sin ventilar.

- EPS poliestireno expandido.
- FU entrevigado de hormigón.
- Enlucido de yeso.
- Cubierta plana:
 - Plaqueta o baldosa cerámica.
 - Mortero de áridos aligerados.
 - MW lana mineral.
 - Betún fieltro o lámina.
 - Mortero de áridos aligerados.
 - Hormigón en masa.
 - FU entrevigado de hormigón.
 - Enlucido de yeso.
- Ventanas: las ventanas del colegio, son ventanas de un cristal simple y con los marcos de madera. La descripción de las ventanas es la siguiente:
 - Vidrio es monolítico en posición vertical.
 - Modelo: VER_ML_331.
 - Marco de madera en posición vertical.
 - El marco es de madera densidad media alta.

2.2.2 Sistema de acondicionamiento e instalaciones

- Instalación de calefacción y ACS: nuestro colegio tiene dos calderas mixtas convencionales de 290,7 kW y un rendimiento útil del 92%, que se utiliza como combustible gas y que sirve también para la producción de A.C.S. en el anexo 1 podemos observar la ficha técnica de la caldera.

Este sistema para todo el colegio a través de radiadores. Cada espacio del colegio dispone de los radiadores que necesita según m^2 , y situados debajo de las ventanas, que es la posición más adecuada de ubicarlos.

Esto se consigue mediante un cálculo que nos permite saber la cantidad de radiadores y elementos que debe disponer dicho radiador para calefactar el espacio, por ejemplo:

- Las dimensiones de la sala de profesores (planta baja) son: $87,78m^2$. El siguiente paso es multiplicar el área por el calor específico medio $90 W/m^2e$, de manera que se obtiene un valor de $7900,2 W$. Por último tenemos que dividir los W que nos da la estancia, por el poder calorífico del radiador a instalar en el colegio, nuestro radiador es un ROCA N80-4 clásico de $99,7 W$ de potencia, de manera que al dividir nos sale $79,24 = 80$ elementos. En el anexo 2 podemos observar la ficha técnica del radiador.

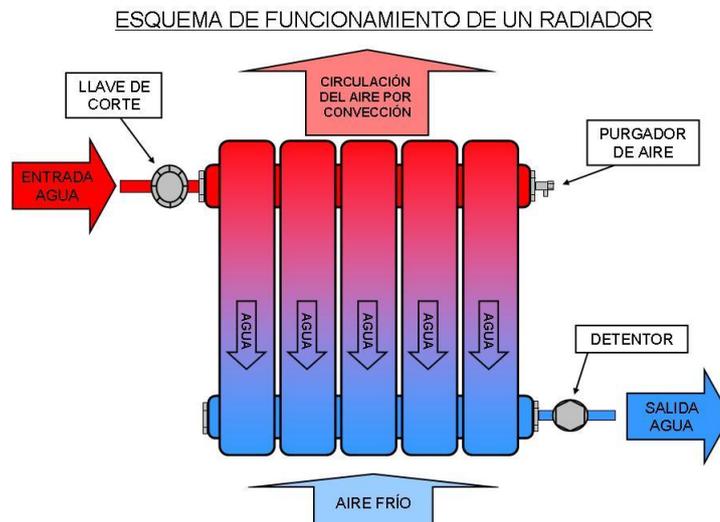


Figura 8: Esquema radiador. [20]

3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL COLEGIO SITUACION ACTUAL.

3.1 INTRODUCCIÓN

La directiva 93/76/CEE relativa a la limitación de las emisiones de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética (SAVE), tiene como objetivo la disminución de las emisiones de CO_2 , y como procedimiento para llegar a ello se propone la mejora de la eficiencia energética de los inmuebles. (IDAE 2009) [16].

No obstante, para comenzar con el estudio energético, es necesario conocer las condiciones de consumo, que son la demanda energética y el rendimiento de los sistemas, y viene dado por:

$$C = \frac{D}{\lambda}$$

Donde:

C = consumo energético.

D = demanda energética.

λ = rendimiento medio.

De manera que si nuestro objetivo es reducir el consumo energético, tendremos que disminuir la demanda y/o aumentar el rendimiento de los sistemas instalados.

Los factores de los que depende la demanda energética se pueden englobar en cuatro grandes grupos:

1. Clima.
2. Envolverte.
3. Instalaciones.
4. Uso.

Ya que el clima es una variable que no depende de nosotros y el uso está limitado en el diseño del edificio, los únicos factores en los que podemos intervenir son la envolvente y las instalaciones, que serán sobre las que tenemos que trabajar para disminuir la demanda energética.

En cuanto a la envolvente, el CTE DB HE1, establece las condiciones mínimas de esta según la zona climática en la que se encuentra, para limitar la demanda energética. Además, también se establecen otros objetivos que tratar en este apartado como son:

- Verificar condensaciones superficiales.
- Verificar condensaciones intersticiales.
- Limitar la entrada de infiltraciones de aire.

Otro aspecto a destacar es que la demanda energética se limita en el DB HE Dependiendo del clima de la localidad en la que se ubican los edificios objeto de estudio, de la zonificación climática y de la carga interna en su espacio, delimitando así, la transmitancia térmica de la envolvente, donde los valores obtenidos serán inferiores a los indicados en la tabla 2.1 del DB HE1.

Para la zonificación climática se ha establecido una escala dependiendo de su severidad climática en invierno, con letras que van de la A la E (cuanto más próximo a la letra E más severo es), y su severidad climática en verano con número del 1 al 4 (cuanto más cerca del 4, el clima es más severo).

El HE1 también establece dos procedimientos de verificación y son los siguientes:

- Opción simplificada: basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límites permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 del DB HE1.
- Opción general: está basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante a la comparación de esta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Esta opción podrá aplicarse a todos los edificios que cumplan con los requisitos específicos en el 3.3.1.2 del DB HE1.

El cumplimiento del CTE es solo necesario en edificios nuevos o en ampliaciones de los existentes. Por tanto, en nuestro caso no sería necesario según la legislación, pero lo hemos hecho para comprobar las exigencias del nuevo CTE

ante un edificio existente y ver qué deberíamos mejorar para un supuesto cumplimiento.

3.2 ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO

La localidad de Logroño (La Rioja) donde se ubica el colegio, se encuentra a 379 m sobre el nivel del mar y tiene las siguientes características climatológicas:

MES	TEMPERATURA (°C), BASE CALOR 18.3, BASE FRIO 18.3		DESDEV RESP	GRAD DIA CAL.	GRAD DIA FRIO	MAX	FECHA	MIN	FECHA	MAX >=32	MAX <=0	MIN <=0	MIN <=-18	
	MEDIA MAX	MEDIA MIN												
1	10.3	3.2	6.4	0.0	371	0	16.4	10	-2.1	12	0	0	3	0
2	8.8	3.0	5.8	0.0	342	0	14.7	23	-2.3	10	0	0	5	0
3	15.4	6.6	10.6	0.0	246	6	23.4	10	1.2	23	0	0	0	0
4	19.5	9.1	14.0	0.0	142	11	24.8	14	3.9	6	0	0	0	0
5	23.2	12.5	17.4	0.0	81	54	32.9	13	8.6	18	2	0	0	0
6	28.5	15.4	21.4	0.0	30	121	37.3	30	11.9	15	11	0	0	0
7	32.1	18.5	24.4	0.0	6	193	37.2	1	14.0	26	22	0	0	0
8	29.5	17.0	22.9	0.0	14	155	35.9	5	11.9	25	13	0	0	0
9	23.6	13.1	17.9	0.0	57	43	29.0	26	8.8	18	0	0	0	0
10	19.1	10.6	14.5	0.0	125	11	26.8	5	4.1	16	0	0	0	0
11	15.1	8.1	11.3	0.0	213	1	22.6	6	2.4	30	0	0	0	0
12	10.2	4.1	7.0	0.0	351	0	15.7	9	0.8	23	0	0	0	0
	19.7	10.2	14.5	0.0	1980	594	37.3	JUN	-2.3	FEB	48	0	8	0

Tabla 9: Información climatológica anual de Logroño.

Como se observa en la tabla 9, la climatología en Logroño es moderada, con una temperatura media anual de 14,5°C, indicando así que predominan los días fríos, que en invierno pueden llegar a mínimas de -2,3°C. No obstante, en verano también se alcanzan temperaturas muy elevadas, alcanzando casi los 38°C.

El clima en Logroño es húmedo, con precipitaciones en todos los meses del año y con riesgo de heladas en los meses de invierno.

3.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA ENERGÉTICA POR LA OPCION GENERAL MEDIANTE LAS HERRAMIENTAS GENERA 3D Y HULC [23]

3.3.1 Descripción de la aplicación

Genera 3D: Programa para generar la geometría de un edificio a partir de información en 2D, con el objetivo de hacer un cálculo térmico

- Concepto:
 - Genera 3D parte de un fichero en formato DXF por cada planta del edificio, indicando la cota a la que se encuentra cada planta.
 - Las propiedades se asignan haciendo uso de un fichero (dependiente de cada programa) vacío de geometría en el que se especifican las características constructivas (composiciones de materiales) y las características de uso y control (ocupantes, termostatos,...).
 - Se genera un fichero adaptado a cada uno de los programas objetivo; CLIMA, ACCESORIOS E+, HULC
- Características:
 - Crea la geometría de los edificios a partir de información 2D.
 - Usa un “lenguaje gráfico propio”.
 - Fichero en formato DXF por cada planta distinta, generado por cualquier programa CAD.
 - Fichero para los programas; CLIMA, ACCESORIOS E + y HULC.
- Detalles: Los DXF usan un lenguaje sencillo para especificar las zonas térmicas y los huecos de fachada.
 - Zonas térmicas: son polilíneas cerradas en una capa con un nombre con un prefijo especial.
 - Los huecos (ventanas): mediante líneas sobre las polilíneas anteriores y en una capa con un nombre con un prefijo especial.
 - Ventanas/puertas de diferentes dimensiones: definidos a través del nombre de la capa.
 - Zonas complejas: doble altura.
 - Nombrar las zonas térmicas.
 - Etcétera

HULC: De acuerdo con la Nota informativa sobre Procedimiento para la Certificación de Eficiencia Energética, desde el 14 de enero de 2016, sólo serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la versión 20151113 (0.9.1431.1016) de la

Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC) o posterior. Igualmente, desde el 14 de enero de 2016, las verificaciones de CTE deberán realizarse con la versión 0.9.1431.1016 o posterior de la Herramienta Unificada, de acuerdo con esta Nota informativa sobre los factores de conversión de energía final a primaria.

La nueva versión de la herramienta es compatible con los archivos digitales generados por las versiones antiguas de los programas, requiriendo en algunos casos la actualización de datos según explica el manual de la herramienta.

La Herramienta Unificada Lider Calener incluye la unificación en una sola plataforma de los anteriores programas generales oficiales empleados para la evaluación de la demanda energética y del consumo energético y de los Procedimientos Generales para la Certificación energética de Edificios (LIDER-CALENER), así como los cambios necesarios para la convergencia de la certificación energética con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), ambos actualizados en el año 2013.

Esta herramienta informática permite la verificación de las exigencias 2.2.1 de la sección HE0, 2.2.1.1 y punto 2 del apartado 2.2.2.1 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE. También permite la verificación del apartado 2.2.2 de la sección HE0 que debe verificarse, tal como establece el DB-HE, según el procedimiento básico para la certificación energética de edificios. Otras exigencias de las secciones HE0 y HE1 que resulten de aplicación deben verificarse por otros medios.

Desde la versión 20151113 (0.9.1431.1016), la herramienta genera el informe en formato oficial para la Certificación energética de Edificios, así como un archivo digital en formato XML, que contiene todos los datos del certificado y que deberá aportarse en el momento del registro. La aplicación en línea Visor CTE_XML facilita el aprovechamiento de los informes de evaluación energética en formato electrónico, para su comprobación, visualización y edición y permite, entre otras cosas, emitir archivos pdf con xml incrustado, incorporar medidas de mejora a partir de archivos adicionales en formato XML (o PDF+XML), incorporar la memoria justificativa de soluciones singulares y emitir un informe adicional de eficiencia energética orientado al cumplimiento del DB-HE y al diseño.

Así mismo en esa versión se han introducido algunos cambios que pueden suponer una variación en el resultado obtenido al realizar la calificación energética respecto a versiones anteriores. Los cambios más significativos, así como otra información relevante pueden consultarse en esta siguiente Nota informativa sobre Procedimiento para la Certificación de Eficiencia Energética.

3.3.2 Estructura de GENERA 3D Y HULC

Mediante el genera 3D, lo único que hacemos es cargar los planos dxf creados en autocad (o programas similares), y una vez cargada la estructura se exporta directamente a la herramienta HULC.

HULC una vez abierta la herramienta, lo primero de todo que nos sale son los datos generales, a rellenar los siguientes apartados:

- Datos administrativos.
- Datos generales.
- Fuentes de energía.
- Opciones generales del edificio.
- Imágenes y otros datos.

Después de rellenar esta primera hoja, se continua rellenando la estructura y cerramientos del edificio, para terminar por la certificación energética.

3.3.3 Utilización y aplicación de HULC a nuestro edificio

Empezamos a introducir dentro de cada pestaña los datos relativos al colegio objeto de estudio.

3.3.3.1 Datos generales

- Datos generales: esta es la primera pestaña que debemos rellenar al crear nuestro edificio de estudio. En esta pestaña tenemos que rellenar los siguientes datos:
 - Datos administrativos:
 - Datos proyecto: en esta pestaña nos encontramos los siguientes datos a rellenar:
 - Nombre proyecto.
 - Uso del edificio.
 - Superficie, altura, plantas.
 - Situación del edificio.
 - Normativa vigente.

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Fuentes de energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Datos Proyecto | Datos Certificador

Datos del proyecto

Nombre del proyecto:
Certificación y Mejora Energética de un Edificio Terciario

Uso del edificio:
centros de enseñanza

Superficie construida: 13917,24 Altura total: 17,1 Plantas sobre rasante: 4 Plantas bajo rasante: 0

Comunidad autónoma: La Rioja Provincia: La Rioja Localidad: Logroño Código postal: 26005

Tipo vía: Nombre de la vía:
Calle: C/Doce Ligero de Artillería

Tipo numeración: Número: Bloque: Portal: Escalera: Piso: Puerta: Datos adicionales:
Num: -2 - - - - - -

Normativa vigente (construcción/rehabilitación)

Normativa vigente edificación: CTE HE 2013

Normativa vigente instalaciones térmicas: RITE (2013)

Otras normativas: Cumplimiento de requisitos medioambientales

Año construcción: Período

Referencia(s) catastral(es): ninguno

Aceptar Cancelar

Figura 9: Datos generales. [23]

- Datos certificador: en esta pestaña se rellenaran los datos del autor del proyecto.

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Fuentes de energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Datos Proyecto | Datos Certificador

Datos del autor

CIF/NIF/NIE: CIF

Nombre: Nombres Primer apellido: Apellido 1 Segundo apellido: Apellido 2

Razón Social: Razón Social NIF Entidad:

Comunidad autónoma: - Selecciona de la lista - Provincia: - Selecciona de la lista - Localidad: Localidad Código postal: Código postal

Tipo vía: Nombre de la vía:
Calle: Nombre calle

Tipo numeración: Número: Bloque: Portal: Escalera: Piso: Puerta: Datos adicionales:
Num: - - - - - - -

Correo electrónico: Teléfono:

Titulación habilitante según normativa vigente:

Guardar mis datos de autor Rellenar mis datos de autor

Aceptar Cancelar

Figura 10: Datos Certificador. [23]

- Datos generales: dentro de esta pestaña tenemos para rellenar los siguientes datos.
 - Definición del caso.
 - Tipo de edificio.
 - Localidad, datos climáticos.
 - Ventilación inicial espacios habitables del edificio.
 - Valores por defecto espacios habitables.

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Fuentes de energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Definición del caso

Verificación CTE-HE y Certificación de Eficiencia Energética

Edificio NUEVO

Edificio EXISTENTE: Ampliación

Edificio EXISTENTE: Intervención importante

Edificio EXISTENTE: Cambio de uso característico

Solo Certificación de Eficiencia Energética

Edificio EXISTENTE: Solo Certificación

Tipo de edificio

Vivienda unifamiliar

Viviendas en bloque

Una Vivienda de un bloque

Edificio Terciario Pequeño o Mediano (PMT)

Un local de un Edificio PMT

Gran Edificio Terciario (GT)

Un local de un Edificio GT

Localidad, Datos Climáticos

Comunidad autónoma: La Rioja

Provincia: La Rioja

Localidad: Logroño

Altitud: 397 m

Zona climática: D2

Peninsular

Extraperinsular

Ventilación inicial de los espacios habitables del edificio

Número de renovaciones hora: 1

Valores por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: I_Baja-12h-Acondicionado

Aceptar Cancelar

Figura 11: Datos Generales. [23]

3.3.3.2 Definición geométrica, constructiva y operacional

En este apartado se nos visualizara el edificio a estudia, gracias a la herramienta Genera 3D que no exporta la estructura. Nosotros lo que debemos de hacer en esta pestaña es definir todo tipo de cerramientos de nuestro edificio. Se realizara de la siguiente manera:

Lo primero será definir nuestros cerramientos dentro de la base de datos de cerramientos.

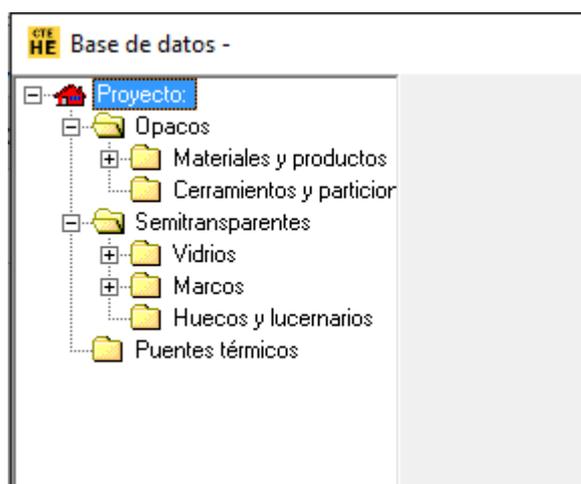


Figura 11: Base de datos cerramientos. [23]

3.3.3.3 Muros

En esta pantalla se introducen los muros que forman parte de la envolvente térmica. Estos pueden ser de dos tipos:

- Exteriores: son los elementos de fachada, entendida como cerramiento exterior en contacto con el aire cuya inclinación es superior a 60° respecto a la horizontal.
- Tabiques: se extiende a cada cerramiento cuya inclinación es superior a 60° respecto a la horizontal y no se encuentran en contacto con el ambiente exterior, es decir, los cerramientos que lindan con otros espacios no habitables, otros edificios, o que se encuentran en contacto con el terreno.

Cabe destacar que el técnico deberá fijar un valor para la transmitancia térmica del elemento constructivo de fachadas que se está utilizando. Para

el cálculo de la transmitancia del elemento. Puede ser un valor por defecto o un valor que metamos nosotros previamente mirándolo en el CTE.

Este valor de transmitancia se introducirá en el apartado de puentes térmicos de la figura 11.

Los muros se definen de la siguiente manera:

- Muro exterior:

Grupo: Muros exteriores

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	0,110	1,529	2140	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
3	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
4	EPS Poliestireno Expandido [0,037 W/(mK)]	0,060	0,037	30	1000	
5	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,030	0,556	1000	1000	
6	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
7						

Grupo Material:

Material: Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Aceptar

Figura 12: Introducción datos muro exterior. [23]

- Tabiques:

Grupo: Tabiques

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	0,010	0,570	1150	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0,110	0,680	1140	1000	
3	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
4						

Grupo Material:

Material: Espesor (m):

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U W/(m²K)

Aceptar

Figura 13: Introducción datos tabique. [23]

3.3.3.4 Cubiertas

En esta pantalla se introduce las cubiertas que forman parte de la envolvente térmica. Estas pueden ser:

- Planas: son aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación es 0° respecto a la horizontal.
- Inclinas: son aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación debe de estar entre 10° y 60° .

En cuanto a la transmitancia, su cálculo se realizará de igual forma que hemos descrito en el apartado anterior para muros.

Las cubiertas se definen de la siguiente manera:

- Planas:

Grupo Cubiertas planas

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 áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
3	MW Lana mineral [0,04 W/(mK)]	0,080	0,040	40	1000	
4	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
5	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
6	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,020	1,650	2150	1000	
7	FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto	0,210	1,000	1230	1000	
8	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
9						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

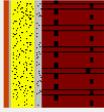


Figura 14: Introducción datos cubierta plana. [23]

- Inclinada:

Grupo Cubiertas inclinadas

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	Teja de arcilla cocida	0,100	1,000	2000	800	
2	Betún fieltro o lámina	0,003	0,230	1100	1000	
3	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
4	1 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0,040	0,743	1220	1000	
5	Cámara de aire sin ventilar vertical 10 cm					0,190
6	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/(mK)]	0,050	0,037	30	1000	
7	FU Entrevigado de hormigón aligerado -Canto	0,210	1,111	1140	1000	
8	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
9						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

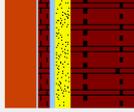


Figura 15: Introducción datos cubierta inclinada. [23]

3.3.3.5 Suelos

En esta pantalla se introducen los suelos que forman parte de la envolvente térmica. Estos pueden ser de varios tipos:

- En contacto con el terreno.
- Otros muros: en contacto con el exterior, adiabático.

Como en muros y cubiertas, el técnico deberá introducir el área del suelo (m^2) y la transmitancia térmica U (W/m^2K).

Además de cumplimentar el dato de su área, es necesario conocer el perímetro del suelo (m).

El suelo al terreno lo llamaremos como muro a terreno y se compone de los siguientes materiales:

Grupo Muros terreno

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	0,110	1,529	2140	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/(mK)]	0,060	0,037	30	1000	
4	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	1000	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

Figura 16: Introducción datos muro terreno. [23]

3.3.3.6 Huecos

Se considera como grupo el conjunto de huecos que comparten las mismas características técnicas, dimensiones y situados en la misma vertical.

Para cada grupo de huecos, existen una serie de pautas para completar los datos de una manera sencilla y cómoda:

- Nombre
- Propiedades: dentro de este apartado tenemos subgrupos que son los siguientes:
 - Grupo vidrio: se selecciona el tipo de vidrio del grupo de hueco según las opciones más comunes (monolítico, doble...)
 - Vidrio: consiste en el espesor del cristal y de su cámara de aire.
 - Grupo de marco: se elige el tipo de material del grupo de hueco según las opciones más comunes (madera, PVC, metálicos...)
 - Marco: consiste en el material del marco específico con su densidad asociada.

- % hueco cubierto por el marco: este el tanto por ciento que ocupa el marco con respecto al hueco y se puede seleccionar si es una puerta, para que el programa la reconozca como tal.
- Permeabilidad del aire de nuestro hueco en m^3/hm^2 a 100 P.a.

Nosotros utilizaremos las siguientes composiciones de ventanas simples y puertas:

- Ventana vidrio simple:

Grupo Vidrios dobles

Nombre

Propiedades:

Grupo Vidrio

Vidrio

Grupo Marco

Marco

% hueco cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire m^3/hm^2 a 100 Pa

Figura 17: Introducción datos vidrio simple. [23]

- Puerta:

Grupo Vidrios dobles

Nombre Puerta madera

Propiedades

Grupo Vidrio Vidrios

Vidrio Sencillo

Grupo Marco De Madera en posición vertical

Marco VER_Madera de densidad media alta

% hueco cubierto por el marco 50,00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 60 m²/hm² a 100 Pa

Aceptar

Figura 18: Introducción datos puerta madera. [23]

3.3.3.7 Equipos

En este apartado tendremos que definir los sistemas que tenemos en nuestro colegio.

Previamente a la elección de equipos hay que definir cada espacio creado si es acondicionado o no acondicionado.

Para poder indicar el tipo de espacio, hay que tener seleccionado el edificio en el árbol del esquema como se indica a continuación, y por espacios elegir su tipo.

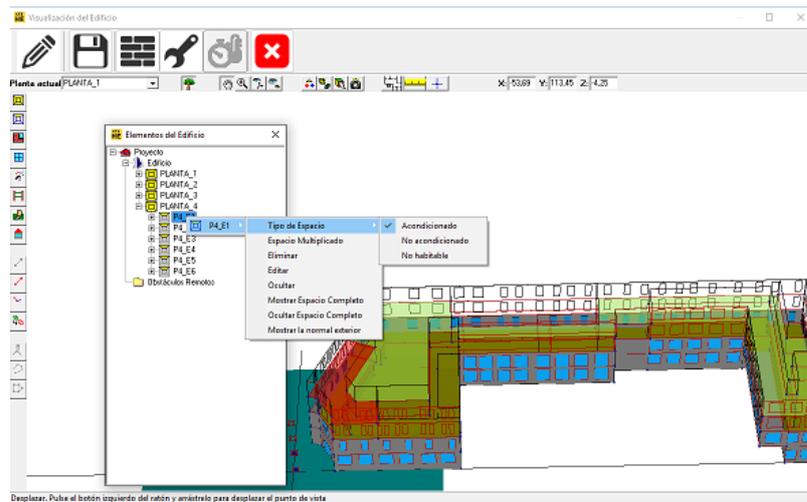


Figura 19: Selección tipo de espacio planta 4ª [23]

Una vez definido los espacios y calculado el cálculo de demanda de calefacción y refrigeración según el CTE HE-1. Se habilitara la pestaña de definición de sistema y cálculo de consumos, donde se encuentra la introducción de equipos (pestaña VYP).

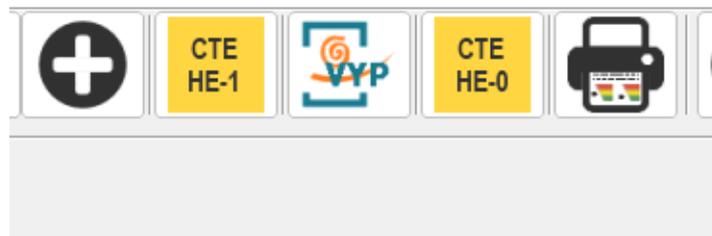


Figura 20: Pestaña introducción de quipos. [23]

Para definir sistemas debemos crear la demanda que queremos cumplir, y los aparatos para cumplir esa demanda.

En nuestro colegio nos encontramos con dos demandas una la de ACS y por otro lado la de calefacción. Para ello disponemos de dos calderas para cada demanda.

- ACS: constara de los siguientes aparatos y tendrá una fracción cubierta por el sistema solar térmico de 30%:

- Caldera convencional: con las siguientes características.

Caldera	
Nombre	SIS_EQ2_EQ_Caldera-Convencional-Defecto
Propiedades básicas Curvas	
Capacidad Total	290,70 kW
Rendimiento nominal	0,920
Tipo energia	Gas Natural
Multiplicador	1
Aceptar	

Figura 21: Caldera convencional ACS. [23]

- Acumulador de agua caliente.
- Demanda de ACS.
- Sistema de calefacción multizona por agua: en la que la temperatura de impulsión será de 80°C. Consta de los siguientes aparatos:
 - Caldera convencional idéntica a la de ACS.
 - Radiadores: aquí nos encontraremos un total de 25 radiadores con sus potencias de cada zona acondicionada.

3.4 CALCULO CTE HE1

Este apartado realiza la comprobación del cumplimiento del CTE-HE1.

No es preciso calcular este apartado para nuestro edificio ya que la ser antiguo está exento de este apartado, pero lo calcularemos igualmente para ver si cumple con el CTE, si fuese un edificio nuevo.

Nosotros solo debemos de introducir las plantas del edificio, así como designar cerramientos y tipo de espacios (acondicionados, no acondicionas o no habitables). Una vez realizado todo, se nos habilitara el botón de cálculo del CTE-HE1.

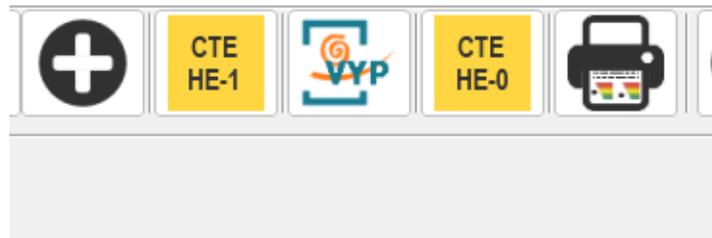


Figura 22: Pestaña cálculo del CTE HE1. [23]

Una vez que nosotros pulsamos dicho botón (CTE HE-1), nos calculara la demanda anual del edificio con respecto a una de referencia.

Como podemos observar en la figura 23, nuestro edificio no cumple la demanda de referencia, por lo que deberíamos someterla a una revisión y mejora de dicha demanda.

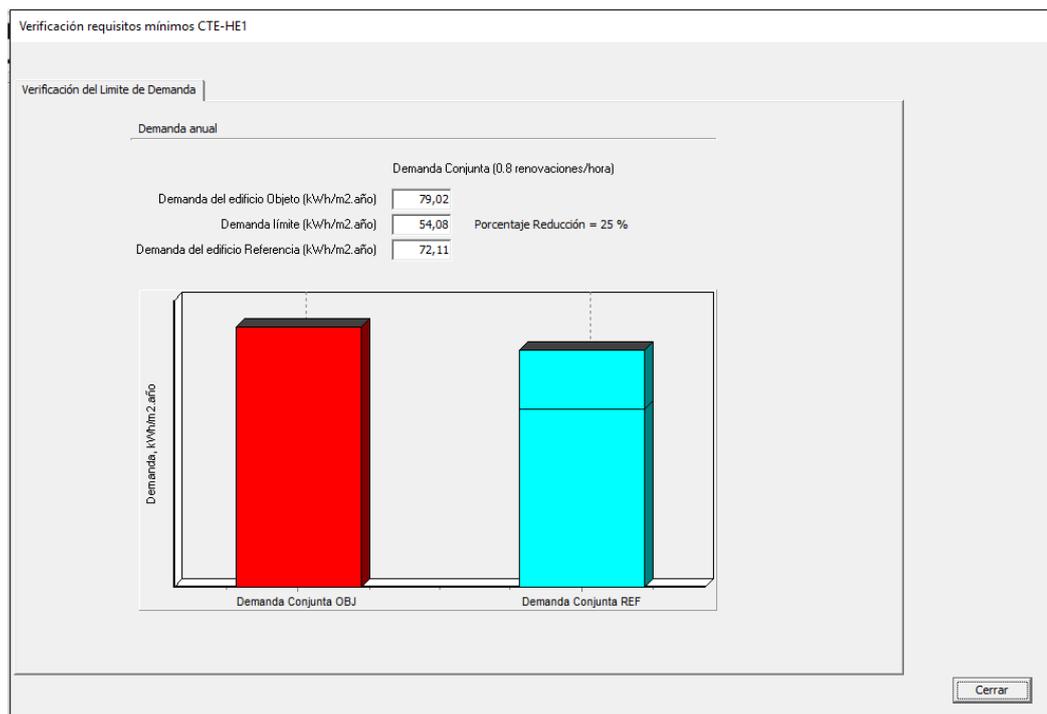


Figura 23: Verificación del límite de demanda. [23]

3.5 RESULTADOS DE DEMANDA, CONSUMOS Y EMISIONES

HULC proporciona una serie de resultados destacados: detalle estimado de la calificación global y valores de las calificaciones asignadas a calefacción,

refrigeración, ACS e iluminación; emisiones de CO_2 por calefacción, refrigeración, ACS e iluminación, así como una global de todo el edificio.

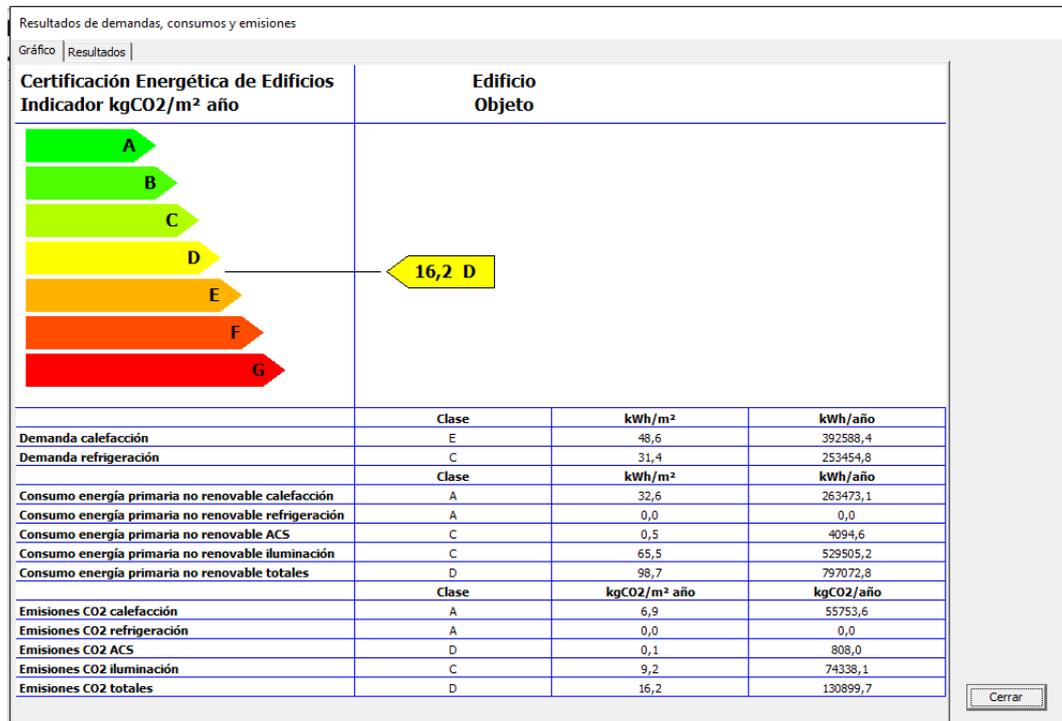


Figura 24: Calificación energética. [23]

En nuestro edificio se trata de una calificación D, con unas emisiones de 130.899,7 kg de CO_2 al año y un consumo de energía primaria no renovable total de 797.072,8 kWh/año.

Como se observa en la figura 24, la mayor demanda viene por medio de la calefacción y de la iluminación, serán objeto de estudio en el apartado de mejoras sobre la eficiencia.

Llama la atención que en los resultados se muestran unas emisiones de CO_2 en refrigeración y sin embargo no se le ha introducido ningún sistema de refrigeración. Esto se debe a que la aplicación, automáticamente inserta un equipo de refrigeración en caso de que esta sea necesaria. Si fuese así, las emisiones debidas a refrigeración no se deberían tener en cuenta, ya que aunque HULC haya insertado un equipo, en el colegio objeto de estudio no existe ningún equipo que suministre refrigeración.

3.6 CALCULO CTE HE-0

Este apartado realiza la comprobación del cumplimiento del CTE-HE0. Una vez realizado los pasos de cálculo del CTE HE1 y la demanda, pasamos al cálculo del CTE HE-0. Debemos darle al icono del CTE HE-0 de la figura 25.

Este apartado del CTE tampoco habría que analizarlo o estudiarlo al ser un edificio ya existente, y no se nos obliga a cumplirlo.

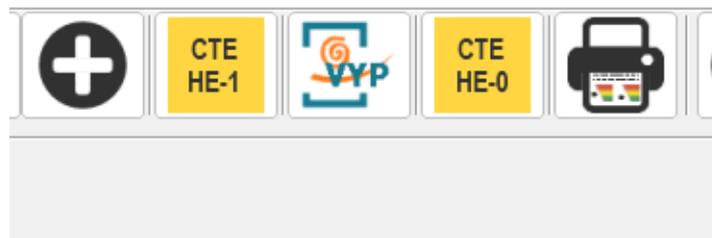


Figura 25: Pestaña cálculo del CTE HE0. [23]

Una vez el programa realiza sus cálculos nos proporciona la siguiente ventana de la figura 26, en la que se verifica los límites de consumo por energías renovables.

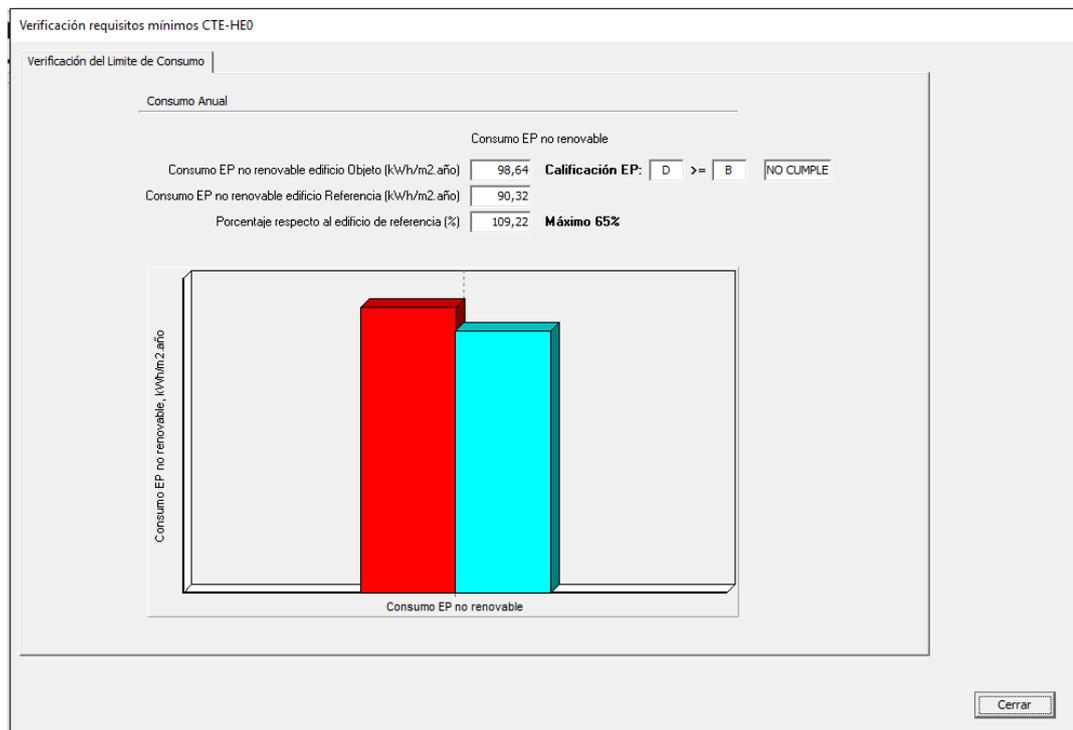


Figura 26: Verificación del límite de consumo. [23]

En la figura 26 podemos observar que nuestro edificio objeto de estudio no cumple los requisitos mínimos según el CTE HE0, para el cumplimiento de energías renovables, por lo que debería de ser objeto de estudio para mejorar dicho edificio.

3.7 ANÁLISIS

Una vez realizados todas las verificaciones sobre el edificio de objeto de estudio, procedemos a analizar los resultados que hemos obtenido.

3.8 CONCLUSIONES

Es evidente que hay que mejorar el comportamiento térmico del colegio, ya que es necesario reducir la demanda. Disminuyendo el consumo de energía se resolverían las emisiones de CO_2 , el consumo de energía primaria no renovable, el gasto económico en combustible y además se mejorará el confort térmico en el colegio.

Para reducir la demanda lo más eficaz es mejorar la envolvente térmica del edificio, aumentando el aislamiento térmico. Por otra parte también es conveniente sustituir los equipos por otros más eficientes y cuidadosos con el medio ambiente.

Las soluciones que proponemos y que trataremos en el siguiente capítulo, son:

- Aumentar el aislamiento en cerramientos.
- Sustitución de ventanas por otras de mejor calidad.
- Sustitución de la caldera de calefacción y ACS

4 MEJORAS ENERGÉTICAS APLICADAS AL COLEGIO

4.1 INTRODUCCIÓN

Como hemos podido observar en el capítulo 3, el colegio presenta algunas deficiencias en cuanto a la envolvente térmica y a los sistemas de calefacción y enfriamiento utilizados, de manera que es lógico proponer mejoras a estos aspectos para obtener una mejor calificación. Para ello se proponen las siguientes mejoras:

- Aumentar el aislamiento en global del edificio.
- Sustitución de ventanas y marcos por otras mejor calidades.
- Sustitución de los sistemas de calefacción y ACS.
- Combinación de todas las mejoras.

4.2 MEJORA DE LA ENVOLVENTE

En este apartado, el planteamiento inicial es mejorar al envolvente para que cumpla con los requisitos del programa HULC. Para ellos se debe modificar o mejorar los elementos que no cumplen con los criterios del CTE DB HE1. En primer lugar se ejecutara el aumento del aislamiento en cubierta, en segundo se realizará el aumento del aislamiento en cerramientos, y por último, se sustituirán las ventanas.

4.2.1 Aislamiento en cubiertas (Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación edificios existentes. Capítulo 3) [15]

Como acabamos de mencionar, es necesario aumentar el aislamiento térmico en la cubierta del colegio. Para elegir el lugar más adecuado se valoran las ventajas e inconvenientes de cada una de las posiciones:

- **Para el exterior:** entre las ventajas que presenta, cabe destacar la ausencia de puentes térmicos, la posible reducción de condensaciones, y además no disminuye la altura libre de la última planta del colegio. Un posible inconveniente es que en algunos casos modifica el aspecto exterior.

A continuación vamos a describir la posible solución con distintos tipos de aislamiento:

- Rehabilitación de la cubierta inclinada bajo teja con aislamiento por el exterior de poliestireno expandido (EPS):

- Debe asegurarse la ventilación de la cubierta para evitar la formación de condensaciones intersticiales (además de colocar la barrera de control de vapor).
 - El aumento del aislamiento de la cubierta requiere medios añadidos de ventilación.
 - Se debe asegurar el sellado de todos los encuentros de la nueva cubierta con los elementos que se encuentran en ella (chimeneas, ventanas, mansardas, etc.).
 - En el proyecto debe tenerse en cuenta el cambio de dimensión de la cubierta (aumento del espesor), y que se deben adoptar los remates del faldón donde se requiera.
- Rehabilitación de la cubierta inclinada con aislamiento por el exterior con proyección de espuma de poliuretano (PUR) sobre teja o pizarra y proyección de elastómero:
 - Esta solución aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento e impermeabilización, eliminando las juntas.
 - Rehabilitación de la cubierta inclinada con aislamiento por el exterior de espuma de poliuretano (PUR) bajo teja:
 - Esta solución aporta rigidez a la cubierta, estanqueidad y continuidad en aislamiento.
- **Para el interior:** solo mencionaremos una posible solución con sus propias ventajas e inconvenientes:
 - Rehabilitación de cubiertas con aislamiento por el interior. Revestimiento autoportantes de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral (lana de vidrio/lana de roca):
 - Aporta una mejora de aislamiento acústico a ruido aéreo del cerramiento y una reducción del ruido de impactos, dato a considerar en el caso de las cubiertas planas transitables.

- En regímenes hidrotérmicos severos debe considerarse la necesidad de una barrera de vapor que debe incorporar el material aislante (papel kraft, aluminio kraft, etc.) o bien el soporte (placas de yeso laminado).
- Debe disponerse de una altura mínima de, aproximadamente, 10 cm, para facilitar el montaje de los sistemas de anclaje y su nivelación.

Para este apartado se procederá a un supuesto cambio de cubierta, ya que al no ser un edificio nuevo, no llevaremos a cabo esta mejora por ser demasiado costosa a la hora de realizar. Pero sí que procederemos al cálculo de un supuesto cambio de cubierta y ver la nueva eficiencia energética obtenida.

Considerando el colegio, su ubicación y la climatología de la zona, se va a optar por la colocación de aislamiento por el exterior de poliestireno expandido (EPS), ya que evitamos las molestias de otros edificios colindantes, además de evitar puentes térmicos y mantener la temperatura interior durante más tiempo gracias al aprovechamiento de la inercia térmica del cerramiento.

El edificio tiene un espesor de EPS, pero se aumentara para lograr una mayor eficiencia energética.

El sistema a emplear presenta el siguiente esquema:

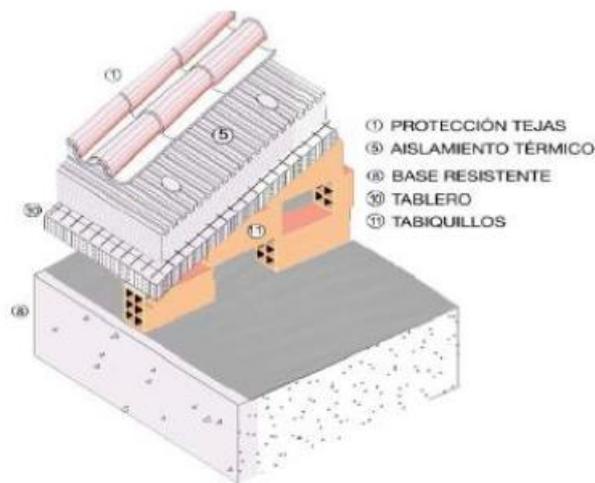


Figura 27: Esquema básico de cubierta inclinada

Esta aplicación se recomienda en los casos en que no es accesible el bajo cubierta o cuando se pretende aprovechar la reparación del tejado para incluir aislamiento térmico al faldón que forma la cubierta.

Esta operación exige que se levante el tejado y se realice una estructura que permita la fijación del aislante térmico antes de volver a colocar el nuevo tejado.

Una vez levantada la teja, sobre el soporte del faldón existente (forjado, panel de madera, metálico, etc.) se realiza una regularización para nivelar el faldón y se coloca una barrera de vapor para evitar condensaciones intersticiales en caso de que no existiera.

La fijación de los paneles de aislamiento térmico se recomienda que sea mecánico.

Los productos de EPS empleado en esta aplicación llevan un rasurado para facilitar la adherencia del mortero de fijación de la teja.

Las especificaciones del EPS empleado en esta aplicación deben ser, al menos, las especificaciones de la tabla siguiente:

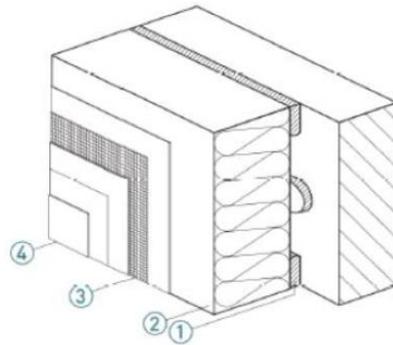
CUBIERTA INCLINADA CON EPS		NIVEL
Especificación	Norma de ensayo	Mínimo
Tolerancia en largo	UNE-EN-822	L1
Tolerancia en ancho	UNE-EN-822	W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN-823	T1
Rectangularidad	UNE-EN-824	S1
Planimetría	UNE-EN-825	P3
Estabilidad dimensional en condiciones normales	UNE-EN-1603	Ds(N)5
Estabilidad en condiciones específicas 48h 23 °C 90%HR	UNE-EN-1604	<1%
Resistencia a flexión	UNE-EN-12089	BS200
Reacción a fuego	UNE-EN-13501-1	E
Tensión de compresión (10% deformación)	UNE-EN-826	CS(10)150

Tabla 10: Especificaciones mínimas del EPS para cubiertas inclinadas.

En caso de que la cubierta sea ventilada, se debe colocar una estructura de madera que garantice la cámara de aire.

También son aplicables las ventajas e inconvenientes descritas anteriormente para las cubiertas.

El sistema a emplear lo podemos ver en la siguiente figura:



1. Fijación
2. Aislamiento
3. Capa base de armadura (mortero de armadura más malla de fibra de vidrio)
4. Capa de acabado

Figura 30: Esquema sistema aislante cerramiento exterior.

4.2.2.1 Nueva calificación energética

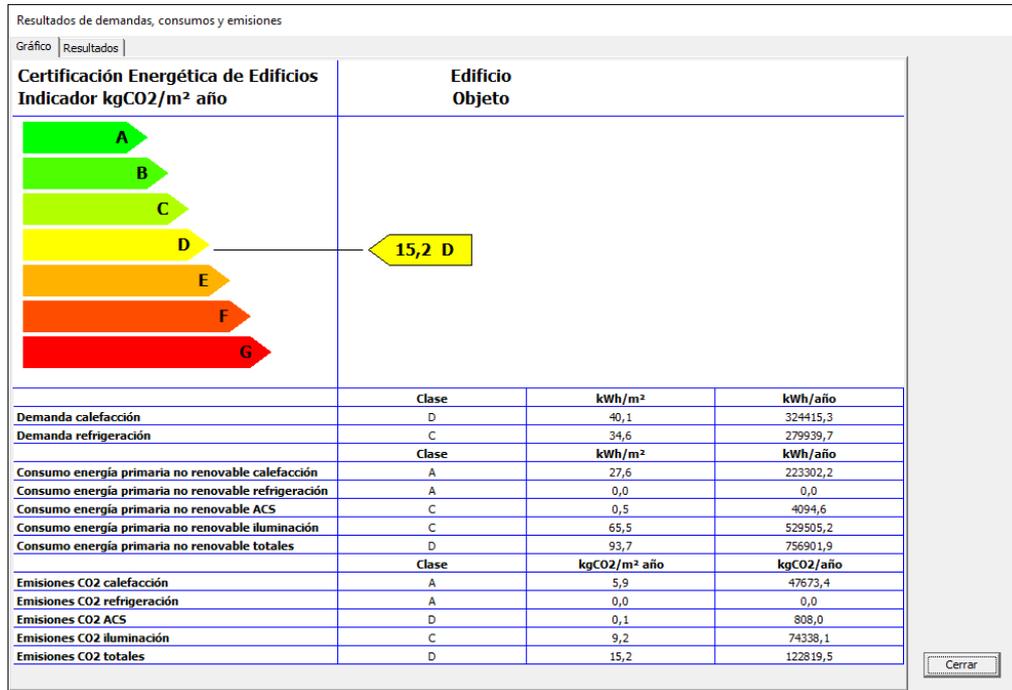


Figura 29: Calificación energética de los nuevos cerramientos. [23]

Como se observa en la figura 29, a la mejora es similar al de cubierta, aunque un poco inferior, de manera que estudiaremos las dos en conjunto, siendo la calificación energética la siguiente:

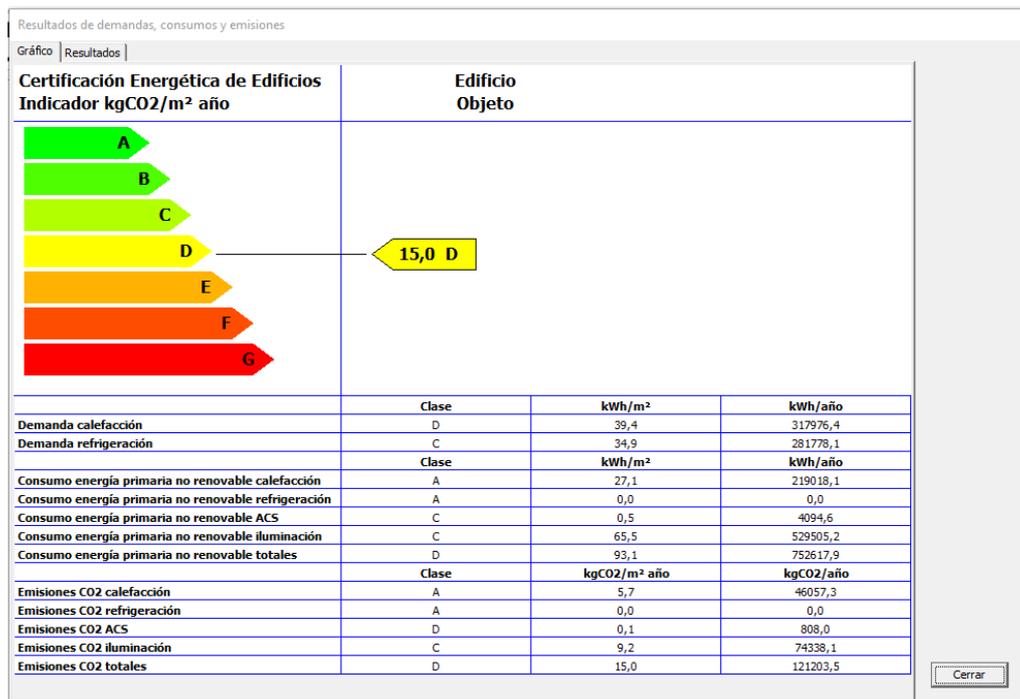


Figura 30: Certificación energética de los nuevos cerramientos y cubierta. [23]

Como se puede observar en la figura 30, la nueva simulación energética reduciríamos más la demanda que por separado, es decir, cubiertas por un lado y cerramiento por otro, y aunque no cumplimos con el CTE DB HE0, cabe citar que seguiríamos implementando otras mejoras para llegar al objetivo marcado del cumplimiento del CTE.

4.2.3 Sustitución de las ventanas

Se procede a la sustitución de las carpinterías del colegio por otras de mejores prestaciones. Se han elegido unas carpinterías de aluminio con ruptura de puente térmico, con un coeficiente de transmitancia de $4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Para el acristalamiento, se ha elegido un cristal doble bajo emisivo para todas las ventanas, con un coeficiente de transmitancia térmica de $2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ y un factor solar de 70%.

Todo esto supone una gran mejora en la calidad de las carpinterías, ya que el colegio disponía de ventanas de marcos de madera y acristalamiento monolítico.

Esta mejora se observa en la figura 31:

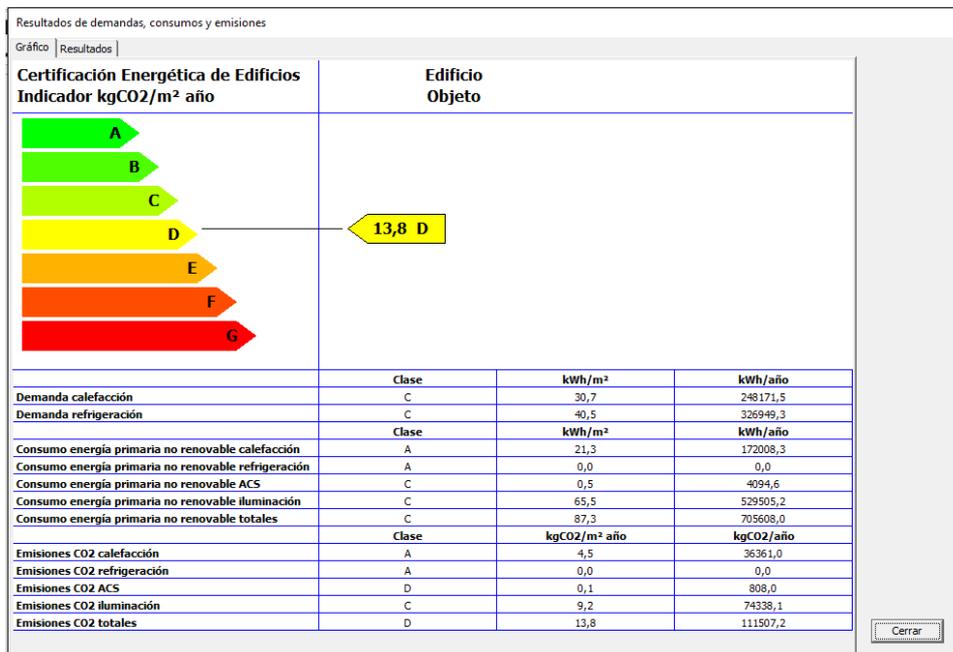


Figura 31: Calificación energética de la nueva carpintería. [23]

En la figura de a continuación, se realiza una simulación energética con las mejoras de la envolvente, es decir, aislamientos y carpintería, y vamos observando que poco a poco la calificación va mejorando, reduciendo así la demanda tanto de calefacción como de refrigeración. No obstante, aún no hemos alcanzado el objetivo, de manera que en los siguientes apartados estudiaremos la estructura del colegio.

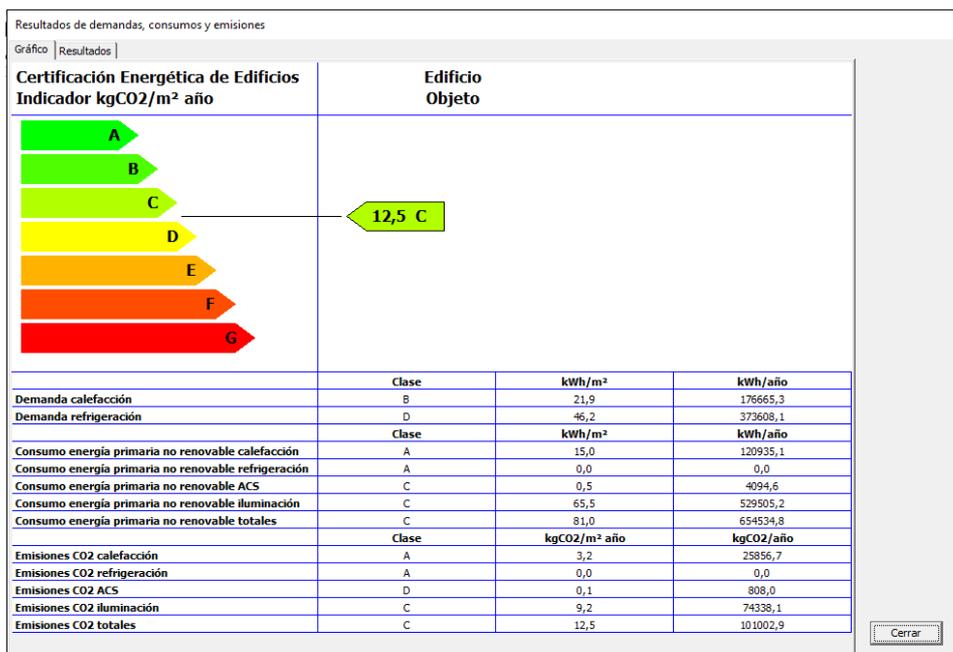


Figura 32: Calificación energética de la envolvente. [23]

Como podemos observar en la figura 32, las mejoras van bien encaminadas pero aun necesitamos mejorar algún aspecto del edificio, para así cumplir con el objetivo de la letra B del CTE.

4.3 MEJORA DE LAS INSTALACIONES

En este apartado, se estudiarán las posibles mejoras que se puedan producir en los sistemas activos que afectan al edificio objeto. Estos sistemas comprenden aquellos que de una manera directa afectan a la eficiencia energética como pueden ser el tipo de caldera usada para abastecer de agua caliente sanitaria y calefacción, así como los equipos de refrigeración. Este último lo descartaremos en nuestro caso ya que no disponemos de dicha demanda. También es objeto de estudio la iluminación del colegio.

Para el tema de la iluminación se cambiarán todos los tubos fluorescentes por tubos de menos potencia, en el que llegamos a mejorar y reducir la eficiencia en un 50% en el apartado de iluminación.

Por otro lado, la caldera que dispone el colegio es de gas natural, y como hemos mencionado anteriormente, es conveniente sustituirla por una de mejores prestaciones. Se ha optado por una caldera de biomasa, es la única viable por las características del edificio: es un edificio docente (en verano no están) y la zona climática es bastante fría, las calderas tienen mejor comportamiento que las bombas de calor, que en climas tan fríos no trabajan con tan alto rendimiento. Y además de utilizar energía renovable.



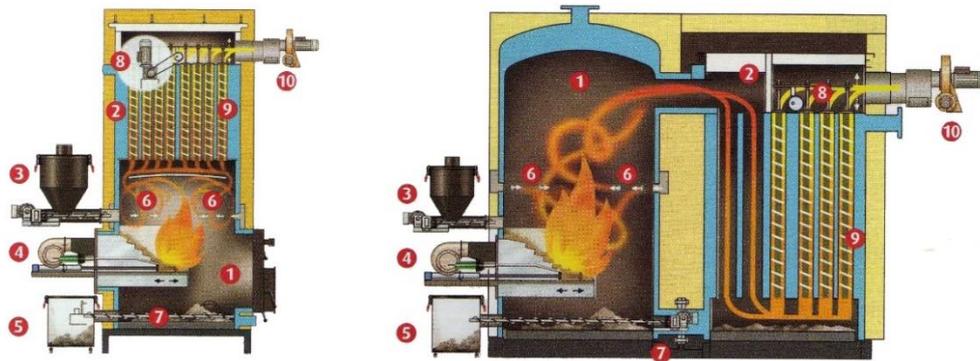
Figura 32: ciclo de la biomasa forestal (Fuente: jumanjisolar.com) [22]

4.3.1 Funcionamiento de la biomasa (Guía Técnica: Instalación de biomasa térmica en edificios) [1]

Una caldera de biomasa funciona exactamente igual que una caldera de combustibles fósiles. La única diferencia es el no quemar combustible fósil y se consigue, por un lado un importante ahorro económico en la compra de combustible y por el otro una gran disminución de emisiones de carbono y azufre. Según el tipo de combustible, las calderas se pueden dividir en varios tipos:

- Calderas de biomasa granulada: son aquellas que únicamente consumen biomasa granulada e uniforme. Suelen ser de potencia doméstica y funcionan con Pellets, huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos totalmente triturados (normalmente mezclados).
- Caldera de biomasa de policonsumibles: son aquellas calderas que pueden consumir la mayoría de combustible siempre que este triturado. Por lo tanto es uniforme. Estas calderas suelen ser más grandes y tienen sondas que controlan constantemente los gases de combustión. Los sistemas de carga tienen elementos con componentes que facilitan la alimentación del quemador.
- Calderas de troncos: utilizan troncos para su combustión.

La caldera viene con una tolva incorporada. Es conveniente montar un depósito exterior (silo). La biomasa del silo alimentará la tolva a través de unos tornillos sinfín o sistema de succión. El combustible entra en la tolva al quemador por medio de un tornillo sinfín. Para biomasa granulada se utilizan tornillos sinfín o sistemas de succión. Se utilizan ballestas giratorias y tornillos sinfín conjuntamente para biomasa no uniforme (ejemplo: astillas). En ambos casos, los sistemas de carga funcionan de manera totalmente automática.



Esquema de Funcionamiento y componentes BIOSELECT

1. Cámara de combustión. 2. Intercambiador tubos verticales. 3. Silo + Sinfin alimentación 4. Conjunto quemador: Aire primario Encendido automático Empujador de cenizas 5. Contenedor de cenizas. 6. Aire secundario. 7. Extractor de cenizas. 8. Sistema de limpieza intercambiador. 9. Retenedores. 10. Extractor de humos

Figura 33: Funcionamiento caldera biomasa

El quemado de combustible se produce en la zona de combustión. El calor generado es transmitido al circuito de agua en el intercambiador incorporado en la caldera. Esta agua caliente se utiliza para calefacción, para producir agua caliente sanitaria, calefacción de piscinas, etc. La calefacción puede ser por cualquiera de los sistemas convencionales de agua, por ejemplo, suelo radiante, radiadores o fancoils.

Para conseguir una mayor eficiencia energética y por lo tanto disminuir el consumo de biomasa se recomienda el uso de un depósito de inercia. El depósito de inercia actúa como una “pila de calor”. La caldera “carga” la pila y el sistema de calefacción, ACS, etc. toma el calor que necesita de la “pila” y no de la caldera directamente.

4.3.2 Selección de biocombustible

Dentro de las opciones disponibles de calderas de biomasa, se opta por calderas de combustibles sólidos, y encontramos los siguientes tipos de combustibles:

TIPO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
PELLETS	Son un biocombustible estandarizado a nivel internacional. Se conforman como pequeños cilindros procedentes de la compactación de semillas y virutas, provenientes de serrerías, de otras industrias, o se producen a partir de astillas y otras biomásas de diversos orígenes, como los agropéllets.	Elevado poder calorífico. Muy bajo contenido en cenizas, reduciendo las necesidades de operación y mantenimiento. Alta eficiencia.	Elevado precio a comparación con otras biomásas. Menores beneficios para la economía local.
ASTILLAS DE MADERA	Son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado.	Coste de producción inferior a los pellets debido al menor proceso de elaboración. Alta calidad.	Al ser menos densas, el transporte sólo se justifica hasta una distancia corta (< 50 km). Precisan de un espacio mayor para el almacenamiento.
RESIDUOS AGROINDUSTRIALES	Adecuados para su uso como combustible en calderas de biomasa son fundamentalmente los provenientes de las industrias de la producción de aceite de oliva y aceituna, de las alcoholeras y la uva, y de los frutos secos.	Disponibilidad y tipos. Grandes producciones en España. Coste de producción menor. Elevado poder calorífico.	Su contenido en cenizas, aunque es aceptable, es superior al del pélet, por lo que las labores de mantenimiento tenderán a ser mayores.
LEÑA Y BRIQUETAS	Aunque su uso se da con menor frecuencia que el resto de los combustibles sólidos, existen también calderas modernas diseñadas para su uso con leña o briquetas. No obstante, su uso se reduce casi exclusivamente a calderas de viviendas unifamiliares y a geografías con alta disponibilidad de este tipo de biomasa.	Las briquetas producen menos cenizas, facilitando la limpieza y mantenimiento de calderas. Poder calorífico de las briquetas superior al de la leña.	Hay que introducir leña o briquetas varias veces al día. Coste de producción de las briquetas superior al de la leña.

Tabla 10: Esquema comparativo ventajas e inconvenientes de biocombustibles (Guía Técnica Instalaciones de biomasa en edificios).

Observando la tabla 11 se aprecia los poderes caloríficos de los distintos materiales, a pesar de los datos indicados en dicha tabla, hay que tener en cuenta las prestaciones, el rendimiento y el adecuado funcionamiento de la caldera se deben principalmente a la calidad del combustible, por lo tanto los datos mostrados en la tabla son estimativos para ayudar a la elección del biocombustible más idóneo.

	PCI (kJ/kg)	PCI (kWh/kg)	Humedad b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

Tabla 11: Propiedades de los biocombustibles sólidos. (Norma UNE-CEN/TS 14961 EX)

Además de la calidad del biocombustible también hay que tener en cuenta el correcto tratamiento, el transporte, el almacenamiento y la manipulación para garantizar una combustión óptima. Hay que conservar el combustible a temperaturas suaves y constantes, con un grado de humedad no muy elevado, además se debe evitar el contacto con metales, atmosferas contaminadas... ya que esto podría suponer o una disminución del poder calorífico, o un aumento del contenido de cenizas, lo que provocaría la necesidad de un mayor mantenimiento de la caldera.

Analizando ambas tablas, se considera para el caso de nuestro colegio, utilizar una caldera de biomasa de polcombustible, ya que como hemos mencionado anteriormente son aquellas que pueden consumir la mayoría de combustibles siempre que este triturado. En cuanto al sistema de almacenamiento no es un problema, ya que en la planta baja existe un espacio suficiente para albergar tanto el sistema de caldera como el almacenaje del combustible. El suministro podrá ser a granel, siendo esta forma más económica,

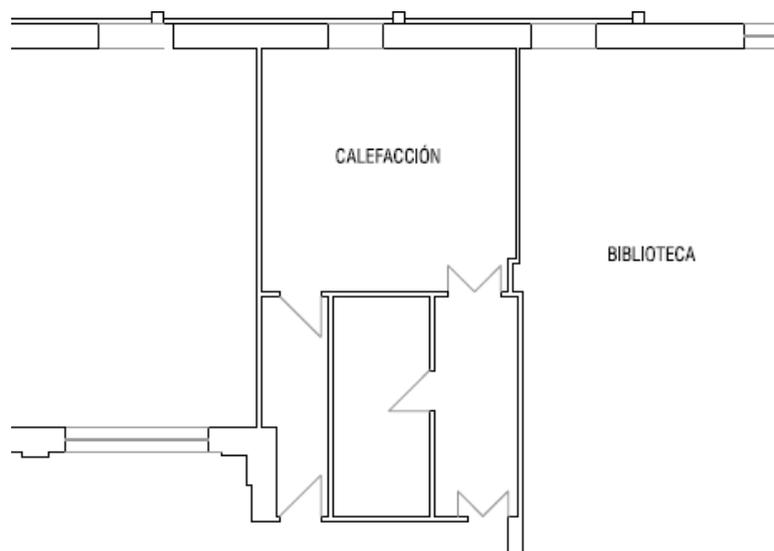


Figura 34: Espacio destinado a depósito y sala de máquinas.

4.3.3 Almacenamiento de la biomasa

El lugar destinado al almacenamiento de los biocombustibles sólidos debe estar destinado exclusivamente para este uso, pudiendo hallarse dentro o fuera del edificio. Cuando el almacenamiento este situado fuera del edificio podrá construirse en superficie o subterráneo, pudiendo utilizarse también contenedores específicos de biocombustible. En nuestro caso y como ya se puede deducir en el apartado anterior, la solución más adecuada es disponer el depósito dentro del edificio.

Según la guía técnica de “Instalaciones de biomasa térmica en edificios” de IDAE, se necesita un volumen de sitio de $0,40m^3$ por KW de potencia instalada para tener almacenado combustible para toda la temporada, es decir, solo se realizaría un suministro al año. Dicho volumen podría ser reducido si aumentásemos el número de suministros.

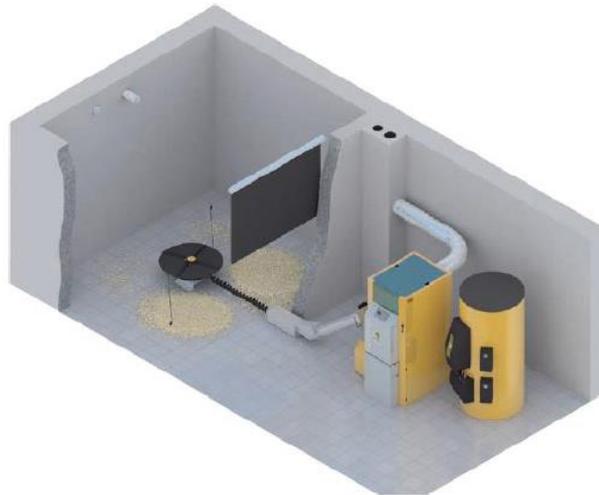


Figura 35: Esquema de instalación, con punto de suministro.

4.3.4 Características cuarto caldera y almacén

Ambos recintos deben cumplir la normativa estatal contra incendios, CTE DB SI. Las paredes y el techo de dichos recintos tendrán una resistencia al fuego EI-90 y las puertas deben tener una resistencia al fuego EI_2 45-C5.

- Cuarto de calderas: el cuarto de calderas deberá estar provisto de una solera de hormigón, sin recubrir o de baldosas, las irregularidades deberán ser niveladas.

Todos los materiales utilizados en el suelo, paredes y techo tienen que ser ignífugos, con una resistencia al fuego de EI.920. Las puertas de la sala de calderas tienen que ser antiincendios (EI_2 45-C5), abrir en la

dirección de escape y deben cerrar automáticamente; la puerta de comunicación con el silo de combustible tiene que ser también antiincendios (EI_2 45-C5) y tener cierre automático.

Debe instalarse un sistema de iluminación fijo y una línea de alimentación eléctrica a la caldera; un interruptor de luz y el de parada de emergencia de la caldera debidamente señalizada, deben colocarse en el exterior de la sala de calderas, en un lugar fácilmente accesibles junto a la puerta de la sala de calderas. Fuera de la sala de calderas y junto a la puerta de la misma, deberá estar disponible un extintor manual de 6kg de eficacia 21^a-113B.

Tanto la sala de calderas como las tuberías de agua y de distribución de calor tiene que ser resistente a las heladas.

- Silo de almacenamiento de combustible: para este cuarto se rigen los mismos requisitos constructivos que para la sala de calderas. Al estar previsto el llenado con pellets mediante un camión neumático, las tuberías deberán estar conectadas a tierra y, en frente de las toberas de inyección, se colocara una pantalla de protección de impactos. El deposito deberá estar aislado herméticamente para evitar la entrada de polvo que pueda disminuir la calidad del combustible.

Las paredes, las ventanas y las puertas tienen que resistir la sobrepresión que se genera durante el proceso de llenado.

Queda prohibida cualquier instalación eléctrica en el depósito de pellets por ser una posible fuente de ignición.

Ambos recintos estarán separados físicamente mediante un tabique con resistencia al fuego mínima R-90. El pasamuros para el sistema transportador, entre el silo y la sala de calderas, debe protegerse de forma segura contra incendios.

4.3.5 Elementos de la instalación

Una instalación con caldera de biomasa se compone de los siguientes elementos:

- Una sala de almacenamiento de combustible, que contendrá un agitador, un engranaje y un tornillo sinfín para llevar el combustible a la sala de calderas.

- Una sala de calderas en la que se instalara la caldera, una chimenea de humos y en la puerta se instalará el sistema de parada de emergencia, y un extintor de incendios, tal y como se ha indicado anteriormente.

En las figuras 36 y 37 aparecen dos esquemas de planta y sección de la zona habilitada para la instalación de la sala de almacenamiento y la sala de calderas.

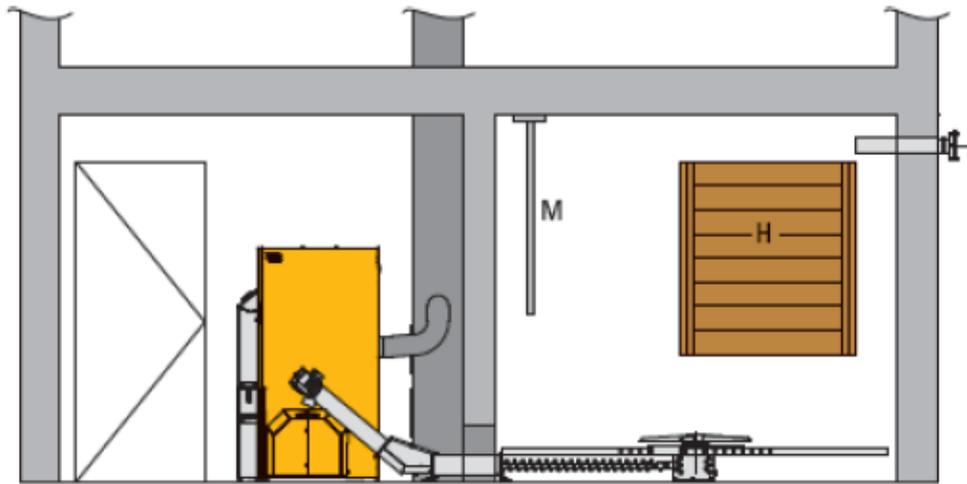


Figura 36: Sección sala de calderas.

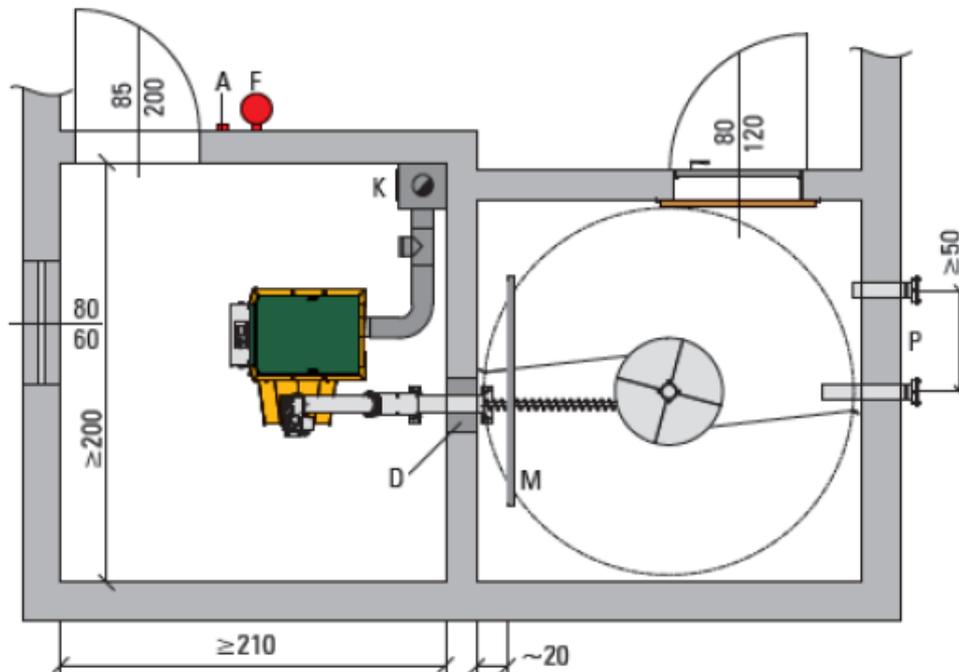


Figura 37: Planta de sala de calderas.

Leyenda	
A	Interruptor de parada de emergencia: la caldera no funciona sin corriente, pero se para la combustión - la disposición de calor continua
D	Pasamuros 35x35cm: cerrar después del montaje - canal acústicamente aislado
F	Extintores de incendios
H	Tablas de madera
K	Despejar el acceso a la chimenea: mínimo 60 cm. Tubo de salida de humos y la chimenea. Montar el regulador de ahorro de energía con puerta de seguridad contra explosiones.
M	Pantalla de protección de impactos
P	Tobera de inyección de pellets
INDICACIONES	Insertar ventilación y extracción de aire de la sala de calderas $\geq 400 \text{ cm}^2$. Montar el acondicionamiento fuera del silo. Tener en cuenta la carga del techo / las cargas estáticas. Es imprescindible observar las disposiciones locales de protección contra incendios, así como las normas de construcción.

Tabla 12: Leyenda esquemas.

La caldera a instalar es una caldera Hergóm modelo THT, con una potencia nominal de 280 KW. En el anexo 5 se encuentra la ficha técnica.

4.3.6 Nueva calificación energética para iluminación

En esta nueva calificación se estudia las mejoras ya anteriormente definidas y estudiadas del apartado de envolvente, más la iluminación.

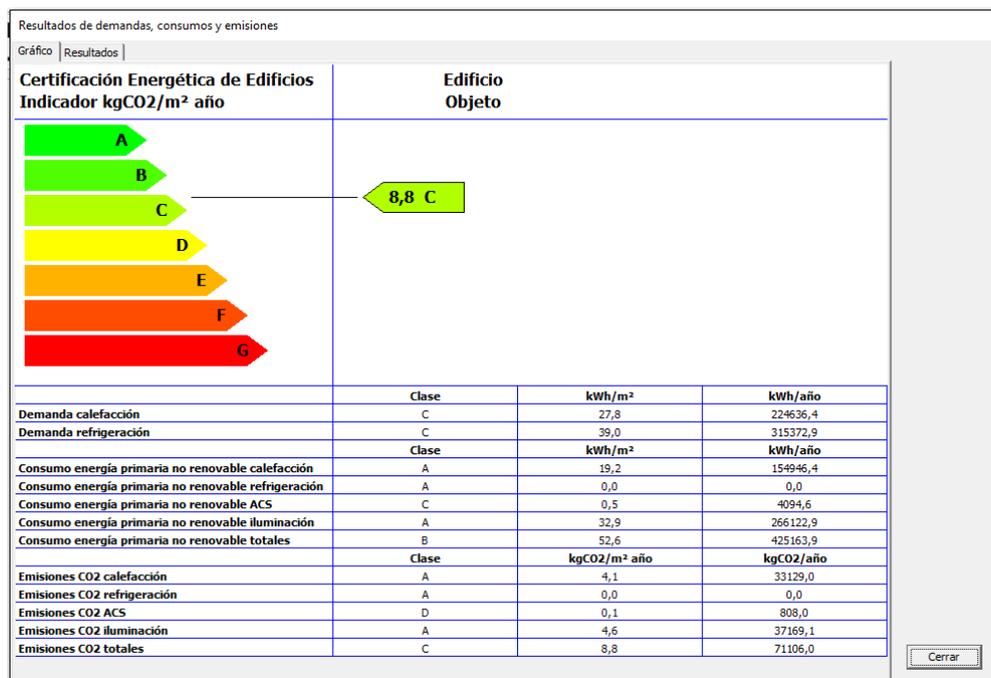


Figura 38: Nueva calificación energética iluminación. [23]

Como podemos observar en la figura 38, estamos cerca del objetivo del CTE que es la letra B que nos exige el CTE HE0.

4.3.7 Nueva calificación energética para caldera

A continuación, realizamos una nueva simulación energética con todas las mejoras energéticas con la caldera como ultima mejora introducida.

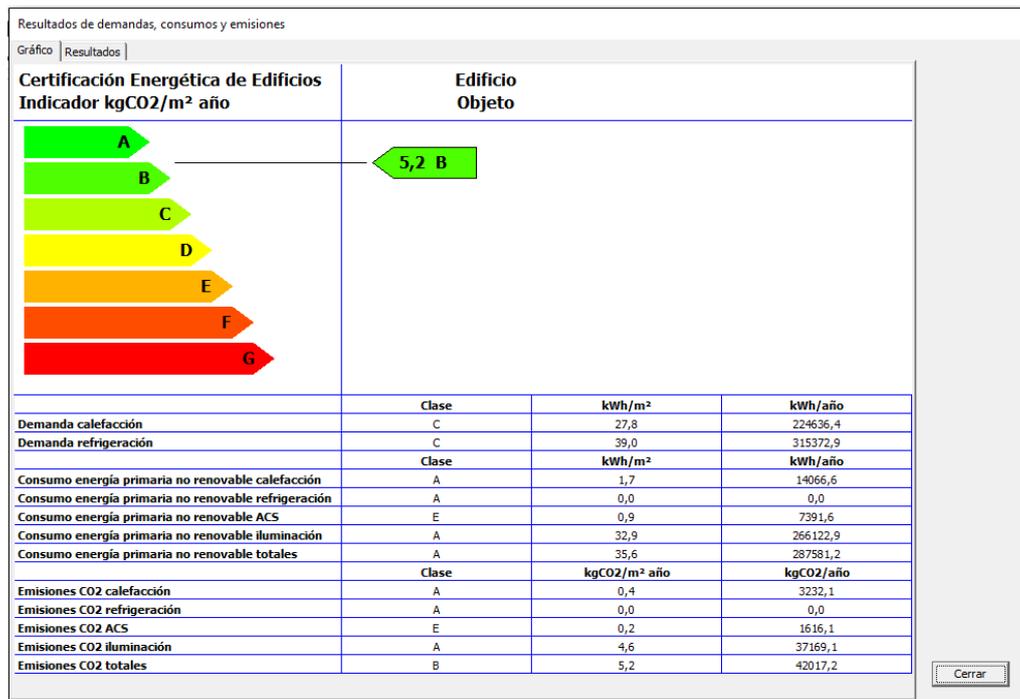


Figura 39: Nueva certificación energética de la caldera. [23]

Con este cambio de caldera se pretende mejorar las emisiones de CO_2 al ambiente, y como vemos en la figura 39, se ha conseguido reducir las emisiones alcanzando la letra exigida para edificaciones nuevas en nuestro sector.

No obstante, en el apartado siguiente vamos a comprobar las consecuencias que supone este cambio junto con las mejoras que hemos realizado en el conjunto del colegio y que hemos explicado en los apartados anteriores.

4.4 NUEVA CALIFICACION ENERGÉTICA Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS

En este apartado se va a calificar otra vez el colegio tras realizar todas las mejoras posibles, de manera que pasamos a introducir todos los datos en conjunto, y así obtener la nueva calificación energética, que es la siguiente:

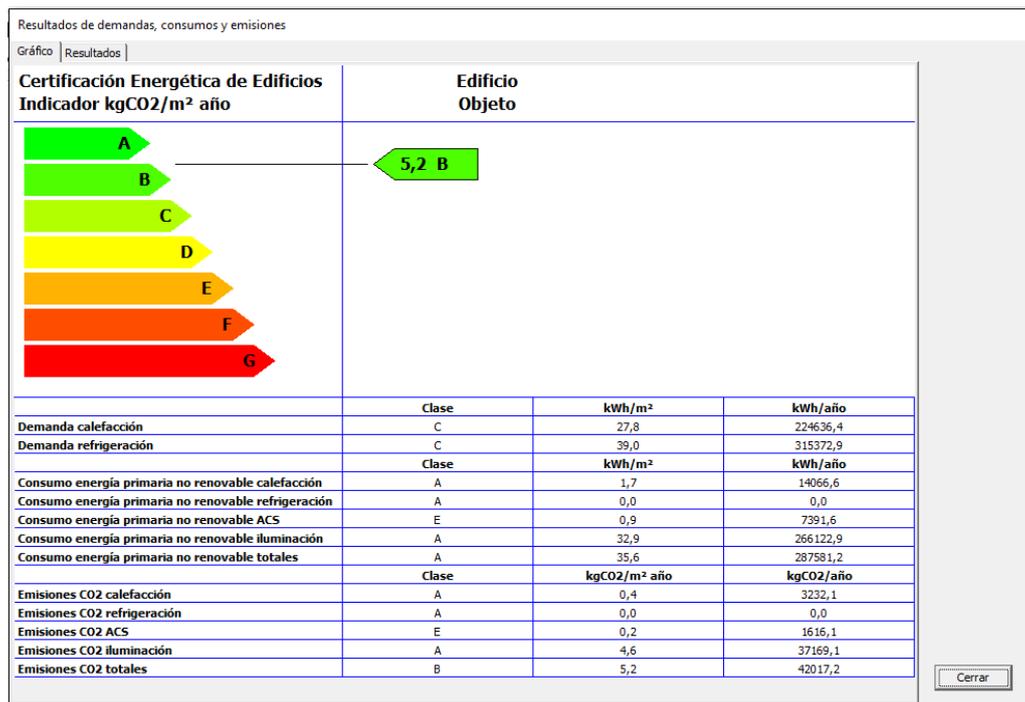


Figura 40: Nueva calificación energética total. [23]

El resultado de la combinación de mejoras es muy satisfactorio, ya hemos pasado a la calificación exigida por el CTE alcanzando una letra B, pasando de unas emisiones de $\text{kg CO}_2/\text{año}$ de 130899,7 a 42017,2, lo que hemos conseguido reducir las emisiones en un 68%.

Respecto a la refrigeración, al no haber puesto un sistemas, ya que el colegio realmente no posee, el programa por defecto introduce un sistema de calidades medias, como previsión del sistema que se pueda instalar en el colegio, por eso se obtiene una calificación A en demanda de refrigeración.

Se puede observar también que las emisiones de calefacción y de ACS son muy pequeñas, esto se debe al tipo de caldera instalada, ya que como se ha mencionado anteriormente, el ciclo de vida de las plantas absorbe la cantidad de CO_2 que se emite cuando se quema, es decir, que las plantas y los arboles al crecer captaron el CO_2 de la atmosfera y ahora al quemarse lo liberan produciéndose un balance 0.

Por otro lado podemos observar que aunque se ha reducido la energía consumida por iluminación, aún sigue siendo alta, por lo que se podría aún más mejorar dicho sistema, con la sustitución de la luminaria actual por leds, con lo que se reduciría prácticamente toda la energía primaria no renovable, así como las emisiones de CO_2 , para poder llegar a obtener una letra A en eficiencia energética.

5 ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

El presupuesto del proyecto se mostrara en la tabla siguiente:

Resumen	Cantidad (tiempo)	Precio Unidad (€)	Total (€)
Búsqueda de información catastral	2h	61	122
Visitas al colegio (contacto con personal de mantenimiento)	1h/visita (3 visitas)	61	183
Recopilación datos	5h	61	305
Realización simulación	15h	61	915
Análisis de resultados	2h	61	122
Impresión del informe	1h	61	61
Total			1708

Tabla 13: Estudio económico del proyecto. [25]

Presupuesto de realización de las mejoras al colegio

Resumen	Cantidad (tiempo)	Precio Unidad (€)	Total (€)
Realización simulación	15h	61	915
Análisis de resultados	2h	61	122
Impresión del informe	1h	61	61
Total			1098

Tabla 14: Estudio económico de las mejoras del proyecto. [25]

La suma del proyecto de certificación energética y mejoras es de es de dos mil ocho cientos seis euros.

6 CONCLUSIONES

Al inicio del presente proyecto se proponían como objetivos cuantificar la demanda energética de un colegio existente, proponer mejoras de eficiencia energética, calificar y certificar las soluciones adoptadas.

Una vez desarrollado el proyecto todos estos objetivos podemos hacer algunos comentarios al respecto.

Recordaremos que el colegio está situado en la avenida Doce Ligero de Artillería nº2 en Logroño, La Rioja, y que se desarrolla en 4 plantas.

A pesar de haber mejorado el comportamiento térmico del colegio, si quisiésemos conseguir un edificio de consumo prácticamente 0, deberíamos seguir mejorando la envolvente. No obstante, al ser un edificio existente, la dificultad para conseguir una reducción significativa de la demanda se incrementa ya que no se tuvieron en cuenta desde un principio criterios de ahorro energético.

Una objeción a resaltar es que se ha conseguido un edificio con un comportamiento estándar en demanda energética.

También se podría plantear una instalación solar térmica, incluso aumentar aún más el espesor del aislamiento de la envolvente o colocar carpinterías con vidrio triple.

Se puede decir que la situación energética original del colegio es bastante mala, ya que tiene una importante falta de aislamiento en los elementos verticales, además de algunos puentes térmicos. Las carpinterías tienen unas calidades muy deficientes, con un cristal simple de 4 mm, y una carpintería de madera poco estanco.

Además, también podemos mejorar el sistema de iluminación que es nuestro gran problema después de las soluciones adoptadas, y por el que habría que centrarse si se quiere mejorar aún más la eficiencia.

Pero sin duda, el motivo más importante y el impulsor de todas las medidas comentadas en este proyecto, es el sentimiento cada vez más frecuente del compromiso con el planeta. El uso racional de las energías así como las apuestas por fuentes de energías limpias y renovables, nos permitirán dejar un buen legado a nuestros hijos, que les permitirá disfrutar de él como nosotros lo hemos hecho.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] Guía instalación de biomasa térmica en edificios, (2009). Madrid.
- [2] Directiva 2002/91/CE del parlamento europeo y del consejo de 16 de Diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [3] Real Decreto 47/2007, de 19 de Enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- [4] CTE, Documento básico HE1. (2009) Limitación de demanda energética.
- [5] Plan de acción, ahorro y eficiencia energética 2008-2012. IDAE
- [6] Real Decreto 235/2013, del 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética y los edificios.
- [7] Real Decreto 1027/2007 RITE: “Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.
- [8] Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo relativo a la eficiencia energética de edificios.
- [9] Real Decreto 235/2013. (Procedimiento básico certificación energética de edificios)
- [10] Real Decreto 233/2013, de 5 de Abril, por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas, 2013-2016.
- [11] Ley 8/2013, de 26 de Junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- [12] Documentación del área de eficiencia energética. (2012-2013).
- [13] Sole, J, (2007). Aislamiento térmico en la edificación. Limitación de la demanda energética DB HE1 e iniciación a la calificación energética.
- [14] Proyecto del colegio. (1930). Logroño.
- [15] Guía de recomendaciones de eficiencia energética; certificación de edificios existentes CE3. IDAE.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- [16] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. www.idae.es
- [17] Eurosat. www.eurosat.es
- [18] Google maps. www.maps.google.es
- [19] Catastro. www.catastro.meh.es
- [20] Bricosanitarios. www.bricosanitarios.com
- [21] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. www.minetur.gob.es
- [22] Docenariosostenible. www.docenariosostenible.com

PROGAMAS UTILIZADOS

- [23] HULC
- [24] ACAD
- [25] EXCEL

ACRÓNIMOS

ACRÓNIMOS:

ACS: Agua Caliente Sanitaria.

HULC: Herramienta Unificada Lider Calener

CMNUCC: Convenio Marco de las Naciones Unidas

CTE: Código Técnico de la Edificación

CEE: Certificación Energética de Edificios

DB HE1: Documento Básico limitación de la demanda energética

DB HE0: Documento Básico limitación del consumo energético

DEEE: Directiva de Eficiencia Energética en Edificios

EE: Eficiencia Energética

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

LIDER: Limitación de la Demanda Energética

VEEI: Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PIB: Producto Interior Bruto

RD: Real Decreto

RICCA: Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y ACS

RITE: Reglamento Instalaciones Térmicas de Edificios

TEP: Tonelada Equivalente de Petróleo

TFG: Trabajo Final de Grado

UE: Unión Europea

CAD: Computer-Aided Design (Diseño Asistido por Ordenador)

GENERA3D: Programa definir características de un edificio

MITyC: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

ANEXOS

ANEXO I

CPA – 50 ÷ 160

CPA – 70/2 ÷ 160/2, CPA – 200 ÷ 1500

CPA – 200/M ÷ 1500/M

BAXIROCA

ES

Caldera

Instrucciones de Instalación,
Montaje y Funcionamiento
para el **INSTALADOR**

Página 13-15

DE

Heizkessel

Installations-, Montage-
und Betriebsanleitung
für den **INSTALLATEUR**

Seite 20-22

GB

Boiler

Installation, Assembly
and Operating Instructions
for the **INSTALLER**

Page 15-17

IT

Caldaia

Istruzioni per l'Installazione,
il Montaggio e il Funzionamento
per l'**INSTALLATORE**

Pagina 22-24

FR

Chaudière

Instructions d'Installation,
de Montage et de Fonctionnement
pour l'**INSTALLATEUR**

Page 17-19

PT

Caldeira

Instruções de Instalação,
Montagem e Funcionamento
para o **INSTALADOR**

Página 25-27

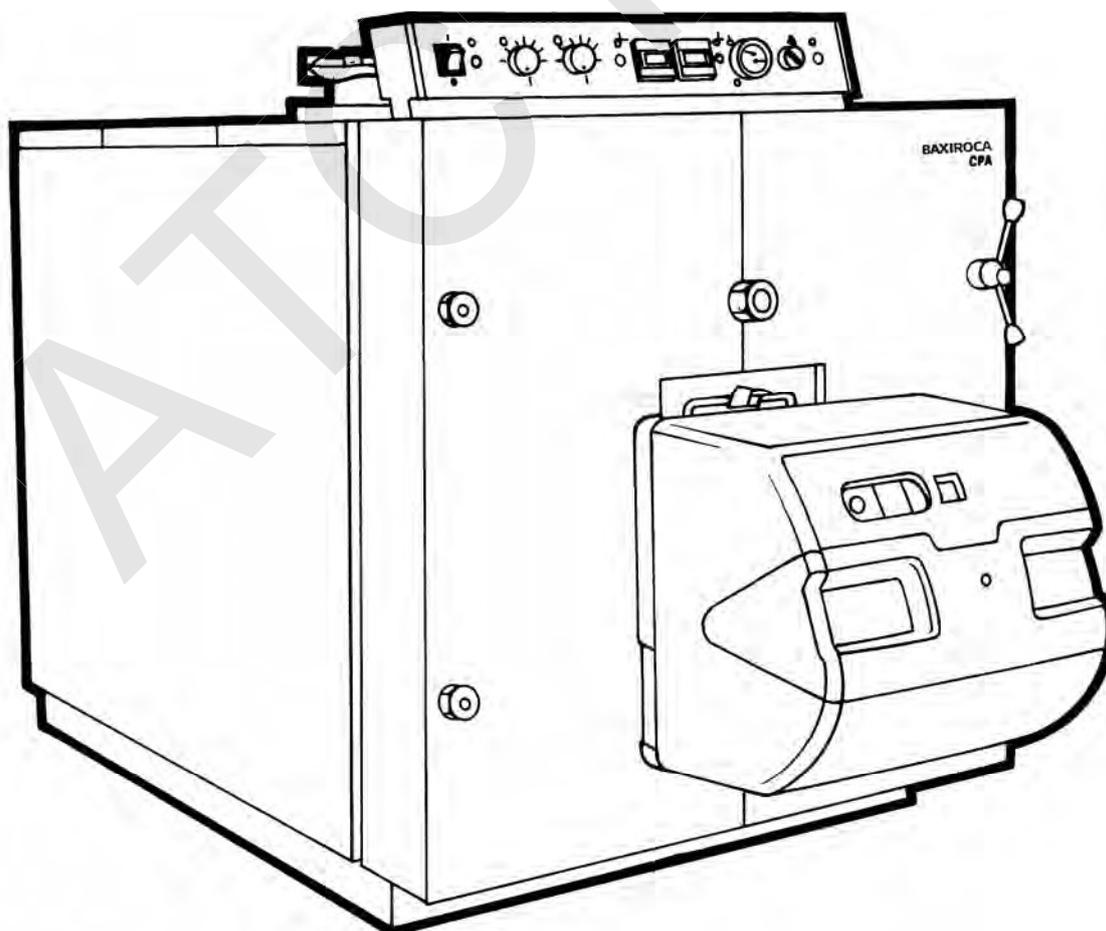
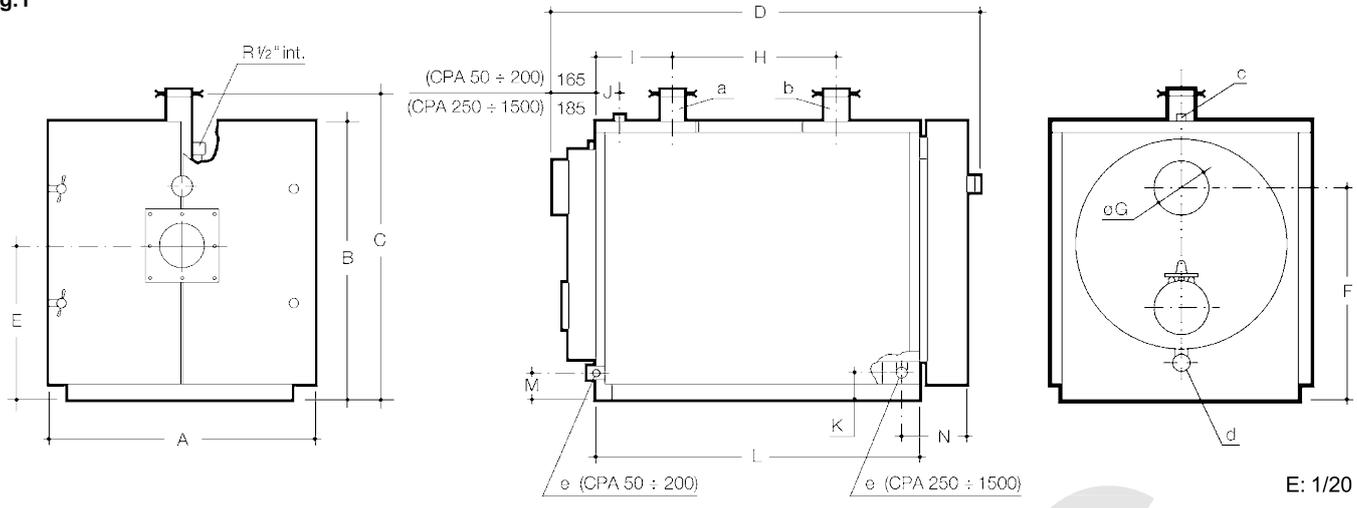


Fig.1



Modelo	Potencia útil	Rendimiento	Sobrepresión cámara combustión mm.c.a.	Pérdida presión circ. agua Δt= 15°C mm.c.a.	Peso aprox.	Cap. agua litros	Dimensiones en mm														Conexiones de					
Boiler type	Heat output	Net Efficiency	Pressure in Combust. Chamber mm.w.g.	Waterside Pressure Drop Δt= 15°C mm.w.g.	Aprox. Weight	Water Content litres	Dimensions in mm														Connections for					
Modèle	Puissance utile	Rendement	Surpression chambre de combustion mm.c.e.	Perte pression cir. eau Δt= 15°C mm.c.e.	Poids approx.	Cap. eau litres	Dimensions en mm														Raccordements de					
Modell	Nutzleistung	Nutzungsgrad	Überdruck Brennkammer mm W.S.	Druckverlust Wasserkreislauf Δt= 15°C mm W.S.	Gewicht ca.	Wasser agua litros	Abmessungen in mm														Anschlüsse					
Modello	Potenza utile	Rendimento	Sovrapresione camera di combustione mm.c.a.	Perdita pressione circ. acqua Δt= 15°C mm.c.a.	Peso appross.	Cap. acqua litri	Dimensioni in mm														Connessioni di					
Modelo	Potencia útil	Rendimento	Sobrepresão câmara combustão mm.c.a.	Perda pressão circ. água Δt= 15°C mm.c.a.	Peso aprox.	Cap. água litros	Dimensões em mm														Ligações de					
		kcal/h	KW	%	kg															Ida int.	Retorno int.	seguridad int.	vaciado int.			
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	a	b	c	d	e						
CPA 50	50.000	58,1	91,0	4	80	250	115	810	870	945	1.114	465	665	175	284	240	105	-	764	92	-	2"	2"	1¼"	1"	¾"
CPA 70/2	70.000	81,4	91,1	4	105	285	130	810	870	945	1.254	465	665	175	394	240	105	-	874	92	-	2"	2"	1¼"	1"	¾"
CPA 100/2	100.000	116,3	91,4	8	135	330	150	810	870	946	1.394	465	665	175	534	240	105	-	1.014	92	-	2"	2"	1¼"	1"	¾"
CPA 130/2	130.000	151,2	91,4	12	120	385	170	880	940	1.015	1.394	500	720	195	534	240	105	-	1.014	92	-	DN 65	DN 65	1½"	1¼"	1"
CPA 160/2	160.000	186	91,7	16	165	425	180	880	940	1.015	1.494	500	720	195	634	240	105	-	1.114	92	-	DN 65	DN 65	1½"	1¼"	1"
CPA 200/M	200.000	232,6	92,0	20	210	465	195	880	940	1.015	1.608	500	720	195	748	240	105	-	1.228	92	-	DN 65	DN 65	1½"	1¼"	1"
CPA 250/M	250.000	290,7	92,0	25	190	588	272	980	1.070	1.162	1.665	575	825	245	558	346	181	115	1.250	110	336	DN 80	DN 80	2"	1½"	1¼"
CPA 300/M	300.000	348,8	92,1	28	250	645	297	980	1.070	1.162	1.815	575	825	245	708	346	181	115	1.400	110	336	DN 80	DN 80	2"	1½"	1¼"
CPA 350/M	340.000	395,3	92,3	32	330	695	311	980	1.070	1.162	1.915	575	825	245	808	346	181	115	1.500	110	336	DN 80	DN 80	2"	1½"	1¼"
CPA 400/M	400.000	465,1	92,2	35	260	835	453	1.080	1.190	1.284	1.940	645	920	295	833	346	181	133	1.525	128	336	DN 100	DN 100	2"	1½"	1¼"
CPA 500/M	500.000	581,4	92,4	41	350	940	503	1.080	1.190	1.284	2.155	645	920	295	1.049	346	181	133	1.741	128	336	DN 100	DN 100	2"	1½"	1¼"
CPA 600/M	600.000	697,7	92,3	46	270	1.180	689	1.210	1.320	1.412	2.195	710	1.025	345	949	406	216	135	1.761	110	356	DN 100	DN 100	2½"	2"	1¼"
CPA 700/M	685.000	796,5	92,4	50	350	1.295	726	1.210	1.320	1.412	2.365	710	1.025	345	1.119	406	216	135	1.931	110	356	DN 100	DN 100	2½"	2"	1¼"
CPA 800/M	800.000	930,2	92,4	58	320	1.460	966	1.320	1.440	1.537	2.365	775	1.095	395	979	476	286	142	1.931	118	356	DN 125	DN 125	2½"	2"	1¼"
CPA 900/M	900.000	1.046,5	92,5	60	400	1.610	1.005	1.320	1.440	1.537	2.485	775	1.095	395	1.099	476	286	142	2.051	118	356	DN 125	DN 125	2½"	2"	1¼"
CPA 1100/M	1.100.000	1.279,1	92,5	68	510	1.790	1.106	1.320	1.440	1.537	2.757	775	1.095	395	1.369	477	287	142	2.323	118	357	DN 125	DN 125	2½"	2"	1¼"
CPA 1300/M	1.300.000	1.511,6	92,4	72	420	2.235	1.640	1.540	1.690	1.789	2.782	910	1.340	445	1.229	547	327	134	2.323	120	382	DN 150	DN 150	3"	2½"	2"
CPA 1500/M	1.500.000	1.744,2	92,5	78	540	2.466	1.739	1.540	1.690	1.783	2.972	910	1.340	445	1.419	547	327	134	2.513	120	382	DN 150	DN 150	3"	2½"	2"

- Presión máxima de trabajo 5 bar (kg/cm²).
- Temperatura máxima de trabajo 100°C.
- Combustibles adecuados: Gasóleo y Gas.
- Fluido calefactor: Agua caliente.
- Pression maxima de service 5 bar (kg/cm²).
- Température máxima de service 100°C.
- Combustibles: Fuel et Gaz.
- Liquide caloporteur: Eau chaude.
- Pressione massima di lavoro 5 bar (kg/cm²).
- Temperatura massima di lavoro 100°C.
- Combustibili: Gasolio e Gas.
- Fluido riscaldante: Acqua calda.
- Max. working pressure: 5 bar (kg/cm²).
- Max. working temperature: 100°C.
- Suitable fuels: Oil and gas.
- Heating medium: Hot water.
- Maximaler Arbeitsdruck 5 bar (kg/cm²).
- Maximale Arbeitstemperatur 100°C.
- Einsetzbare Brennstoffe: Öl und Gas.
- Heizflüssigkeit: Heißwasser.
- Pressão máxima trabalho 5 bar (kg/cm²).
- Temperature máxima de trabalho 100°C.
- Combustíveis adequados: Gasoleo e Gás.
- Fluido aquecimento: Água quente.

ANEXO II



Clasico

Excepcional resistencia a la corrosión, lo cual confiere al radiador una duración ilimitada, no comparable a ningún otro tipo de material.

Amplia gama de modelos con elementos de:

- Cuatro columnas.
- Alturas entre 288 y 870 mm, según modelo.

Constituidos por elementos acoplables, roscados por las dos caras en sentidos diferentes Ø 1", cuyo número puede ampliarse o reducirse para adaptarlos a la potencia calorífica deseada.

El acoplamiento se realiza mediante manguitos de acero de rosca derecha-izquierda y junta de estanquidad.

Sometidos a una doble prueba con presión hidráulica a 12 bar. La primera con los elementos sueltos y la segunda con el bloque ya formado.

Montaje

La colocación de tapones y reducciones, no precisa de estopada o similar, la estanquidad se realiza únicamente mediante la junta plana que se suministra. Para realizar el proceso de ampliación se utilizarán los manguitos de unión, los cuales llevan una muesca o nervio interior para su roscado y la correspondiente junta. Ver el siguiente cuadro con los códigos respectivos.

Medidas	Manguitos	Junta manguito	Junta tapones
1"	196002001*	196003000*	196003001*
* En conjunto de 50 unidades			

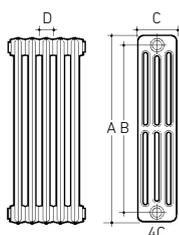
El montaje de los elementos extremos del Clasico con patas conjuntamente con elementos intermedios para la realización de un radiador completo, implica un descuadre entre las patas, con una tolerancia entre 1 y 2 mm. Este descuadre se debe nivelar de manera mecánica, o usando una cuña en la pata de menor longitud, para así asegurar la estabilidad del radiador.

Clasico

		N33-4	N46-4	N61-4	N80-4	N95-4	
Presión trabajo	bar	7	7	7	7	7	
Temperatura máx. trabajo	°C	110	110	110	110	110	
Cotas	Alto (A)	mm	288	420	570	720	870
	Entrecentros (B)	mm	218	350	500	650	800
	Profundo (C)	mm	140	140	140	140	140
	Ancho (D)	mm	50	50	50	55	55
Peso	kg	2,27	3,02	3,95	5,18	6,58	
Capacidad de agua	l	0,42	0,52	0,65	0,95	1,07	
Potencia por elemento (1)	ΔT = 40° W	31,5	44,5	57,8	74,9	88	
	ΔT = 50° W	41,6	59	76,7	99,7	117,6	
Exponente "n" curva característica (1)		1,25	1,26	1,27	1,28	1,3	
Acabado		Imprimación gris					
Suministro baterías		10					
Referencia (2)		105301000	105321000	105351000	105361000	105371000	
PVP / Elementos		16,30 €	21,40 €	25,80 €	31,70 €	34 €	

(1) ΔT = (T. media radiador - T. ambiente) en °C
Según UNE EN-442

(2) Accesorios no incluidos



Clasico

Se aconseja realizar la unión de elementos con ayuda de las herramientas especiales, suministradas bajo pedido.

Herramienta de montaje

Código 194005002 Barra para manguitos acero 1" con casquillo posicionador (también para los radiadores de aluminio).

Acabados

Con capa de imprimación de color blanco-grisáceo que permite pintar sobre el radiador.

Los bloques del Clasico se suministran en baterías de 10 elementos. Las patas del Clasico se suministran en baterías de 2 elementos.

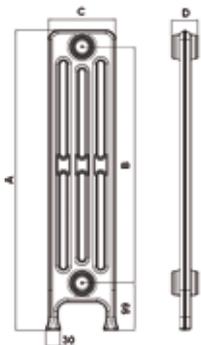
Accesorios compuestos por: Soporte o pies de apoyo, tapones y reducciones con rosca derecha o izquierda y juntas.



NOVEDAD

Clasico con patas

N33-4	N46-4	N61-4	N80-4	N95-4
7	7	7	7	7
110	110	110	110	110
352	484	634	784	934
218	350	500	650	800
140	140	140	140	140
50	50	50	55	55
2,27	3,02	3,95	5,18	6,58
0,42	0,52	0,65	0,95	1,07
31,5	44,5	57,8	74,9	88
41,6	59	76,7	99,7	117,6
1,25	1,26	1,27	1,28	1,3
Imprimación gris				
2				
7219298	7219299	7219300	7219301	7219302
17,40 €	23,40 €	27,70 €	33,80 €	36,40 €



ANEXO III





ANEXO IV



MODELO DE ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

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

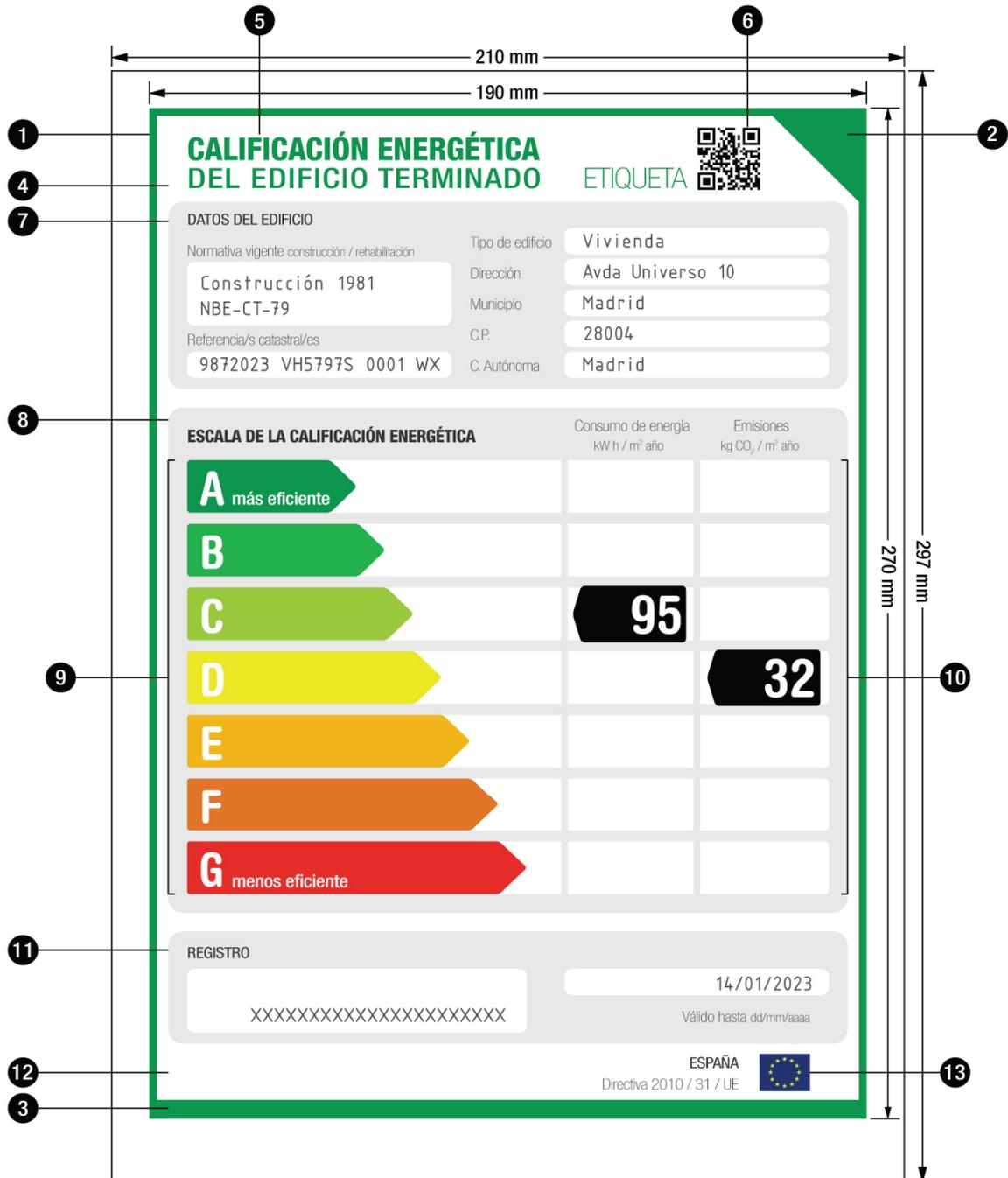


Figura 1. Etiqueta de calificación energética

2. Se tendrá en cuenta las siguientes precisiones:

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

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

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

10. Calificación energética:

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

11. Registro:

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

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

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

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

3. Casos particulares del uso de la etiqueta

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



Figura 2. Caso particular: Etiqueta de calificación energética

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

I_o : son las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio objeto calculadas de acuerdo con la metodología descrita en el documento reconocido de especificaciones técnicas de la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética y limitadas a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

$\bar{I}r$: corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados del Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el RD 314/2006, excepto el relativo a aportación solar fotovoltaica

R : es el ratio entre el valor de $\bar{I}r$ y el valor de emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados del Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el RD 314/2006.

$\bar{I}s$: corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para el parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

R' : es el ratio entre el valor $\bar{I}s$ y el valor de emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10% del parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

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

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

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

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

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

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

El índice de calificación de eficiencia energética C de este tipo de edificios es el cociente entre las emisiones anuales de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio a certificar y las emisiones de CO₂ ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio de referencia, según corresponda.

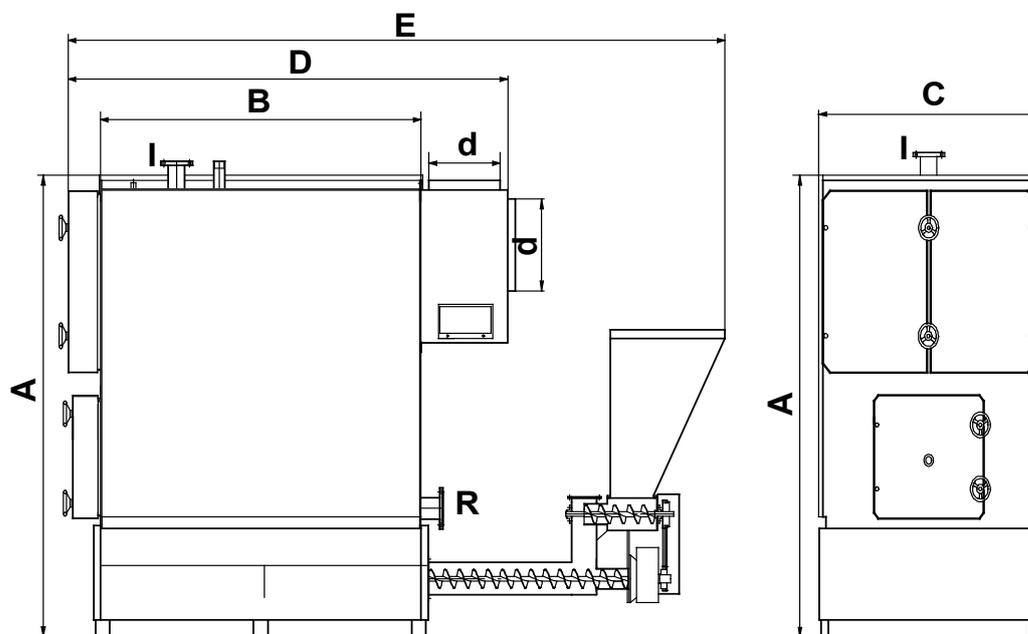
Tanto el consumo en energía primaria como las emisiones de CO₂ se calcularán de acuerdo con la metodología descrita en el “documento reconocido de especificaciones técnicas de la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética” en el que se define igualmente el edificio de referencia.

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

ANEXO V

THT

Calderas de biomasa Dimensiones y datos técnicos



Modelo	kW*	Kcal/h*	A	B	C	D	E	Chimenea (d)	Conexiones (I/R)
THT 100	100	86.000	1550	1130	850	1650	2800	300	2"
THT 150	150	129.000	1550	1680	850	2230	3350	350	2"
THT 200	200	172.000	1850	1510	950	2060	3260	350	DN65PN10
THT 250	280	240.800	1850	1850	950	2440	3590	400	DN65PN10
THT 325	350	301.000	2070	1680	1250	2300	3400	400	DN80PN10
THT 400	400	344.000	2070	2050	1250	2680	3900	450	DN80PN10
THT 500	500	430.000	2070	2260	1250	2930	4150	450	DN80PN10
THT 650	680	584.800	2520	2280	1550	3090	4300	500	DN100PN10
THT 800	800	688.000	2460	2780	1550	3690	5100	550	DN100PN10
THT1000	1050	903.000	2850	2460	1870	3480	5340	600	DN125PN10
THT1200	1200	1.032.000	2850	3000	1870	4000	6100	600	DN125PN10
THT1600	1600	1.376.000	3100	3010	2050	4150	5700	750	DN150PN10

*Potencias obtenidas utilizando pellets EN 1496-1 (A1). Otros combustibles, consultar.

ANEXO VI

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Colegio Escuelas Pías		
Dirección	Doce Ligeros de Artillería 2 - 1		
Municipio	Logroño	Código Postal	26004
Provincia	La Rioja	Comunidad Autónoma	La Rioja
Zona climática	D2	Año construcción	1900 - 1940
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	-		
Referencia/s catastral/es	6319911WN4061N0001DW		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Unax Izquierdo Marín	NIF/NIE	78708918C
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Burgos 159 - 2 A		
Municipio	Logroño	Código Postal	26007
Provincia	La Rioja	Comunidad Autónoma	La Rioja
e-mail:	-	Teléfono	000000000
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><36.75 A</p> <p>36.75-59.7 B</p> <p>59.71-91.86 C</p> <p>91.86-119.42 D</p> <p>119.42-146.98 E</p> <p>146.98-183.73 F</p> <p>=>183.73 G</p> </div> <div style="width: 5%; text-align: right;"> <p>35,59 A</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><5.14 A</p> <p>5.14-8.36 B</p> <p>8.36-12.86 C</p> <p>12.86-16.72 D</p> <p>16.72-20.57 E</p> <p>20.57-25.72 F</p> <p>=>25.72 G</p> </div> <div style="width: 5%; text-align: right;"> <p>5,13 B</p> </div> </div>

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

Fecha 11/07/2016

Firma del técnico certificador:

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

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	8080,23
---	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta plana	Fachada	2096,66	0,17	Usuario
Forjado terreno	Suelo	105,95	1,11	Usuario
Muro exterior	Fachada	1296,87	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	758,68	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	1075,63	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	75,79	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	376,15	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	395,32	0,17	Usuario
Muro terreno	Suelo	797,75	0,51	Usuario
Muro terreno	Suelo	1338,45	0,51	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Vidrio doble	Hueco	14,58	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	255,96	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	353,16	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	652,18	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	20,03	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	145,80	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	126,17	3,19	0,68	Usuario	Usuario
puerta	Hueco	8,34	3,85	0,45	Usuario	Usuario
puerta	Hueco	7,84	3,85	0,45	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS1_EQ3_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	290,00	136,00	BiomasaPellet	Usuario
TOTALES		290,00			

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° C (litros/día)	210,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Eléctrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	200,00	90,00	ElectricidadPeninsular	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m²)	VEEI (W/m²100lux)	Iluminancia media (lux)
P1_E1	2,80	0,60	250,00
P1_E2	3,85	0,90	166,67
P1_E3	4,05	0,95	157,89
P1_E4	3,20	0,75	200,00
P1_E5	5,80	1,35	111,11
P1_E6	3,20	0,75	200,00
P1_E7	3,50	0,82	182,93
P1_E8	1,50	0,35	428,57
P1_E9	4,30	1,00	450,00
P1_E10	4,00	0,90	166,67
P1_E11	2,15	0,50	900,00
P1_E12	5,70	1,33	112,78
P2_E1	5,35	1,25	120,00
P2_E2	2,35	0,55	1363,64
P2_E3	4,05	0,95	789,47
P2_E4	0,95	0,22	3409,09
P2_E5	2,55	0,60	1250,00
P2_E6	3,95	0,92	815,22
P2_E7	4,30	1,00	150,00
P2_E8	3,65	0,85	882,35
P2_E9	2,45	0,57	789,47
P2_E10	7,50	1,75	85,71
P3_E1	4,70	1,10	136,36
P3_E2	4,95	1,20	625,00
P3_E3	5,35	1,25	600,00
P3_E4	6,20	1,45	517,24
P3_E5	4,90	0,57	1315,79
P3_E6	7,50	1,75	85,71
P4_E1	3,45	0,80	550,00
P4_E2	3,45	0,80	550,00
P4_E3	6,90	1,60	93,75

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

P4_E4	5,15	1,20	625,00
P4_E5	2,35	0,55	1363,64
P4_E6	7,50	1,75	85,71
TOTALES	143,55		

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P1_E1	87,79	noresidencial-8h-baja
P1_E2	139,62	noresidencial-8h-baja
P1_E3	157,89	noresidencial-8h-baja
P1_E4	105,95	noresidencial-8h-baja
P1_E5	797,75	noresidencial-8h-baja
P1_E6	101,26	noresidencial-8h-baja
P1_E7	168,75	noresidencial-8h-baja
P1_E8	43,75	noresidencial-8h-baja
P1_E9	160,38	noresidencial-8h-media
P1_E10	164,64	noresidencial-8h-baja
P1_E11	46,18	noresidencial-8h-media
P1_E12	268,18	noresidencial-8h-baja
P2_E1	250,79	noresidencial-8h-baja
P2_E2	71,51	noresidencial-8h-alta
P2_E3	150,64	noresidencial-8h-alta
P2_E4	89,09	noresidencial-8h-alta
P2_E5	71,29	noresidencial-8h-alta
P2_E6	141,91	noresidencial-8h-alta
P2_E7	174,28	noresidencial-8h-baja
P2_E8	126,36	noresidencial-8h-alta
P2_E9	77,79	noresidencial-8h-media
P2_E10	792,37	noresidencial-8h-baja
P3_E1	182,92	noresidencial-8h-baja
P3_E2	222,59	noresidencial-8h-alta
P3_E3	245,48	noresidencial-8h-alta
P3_E4	388,82	noresidencial-8h-alta
P3_E5	72,90	noresidencial-8h-alta
P3_E6	833,31	noresidencial-8h-baja
P4_E1	182,92	residencial-24h-baja
P4_E2	222,59	residencial-24h-baja
P4_E3	245,48	noresidencial-8h-baja
P4_E4	388,82	noresidencial-8h-alta
P4_E5	72,90	noresidencial-8h-alta
P4_E6	833,31	noresidencial-8h-baja

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	30,00
Caldera de biomasa	100,00	-	0,00	0,00

TOTALES**100****0****0****30,00****Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D2	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	E
	0,37		0,15	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	A
	0,00		4,60	

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

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	0,11	853,15
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	0,37	2978,82

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	E
	1,74		0,91	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	A	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	A
	0,00		32,94	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><36.75 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">36.75-59.7 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">59.71-91.86 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">91.86-119.42 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">119.42-146.98 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">146.98-183.73 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>183.73 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><5.14 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">5.14-8.36 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">8.36-12.86 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">12.86-16.72 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">16.72-20.57 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">20.57-25.72 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>25.72 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><13.99 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">13.99-22.7 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">22.73-34.97 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">34.97-45.46 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">45.46-55.95 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">55.95-69.94 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>69.94 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><17.53 A</div> <div style="background-color: #8BC34A; color: white; padding: 2px; text-align: center;">17.53-28.4 B</div> <div style="background-color: #FFEB3B; color: white; padding: 2px; text-align: center;">28.49-43.83 C</div> <div style="background-color: #FFC107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">43.83-56.98 D</div> <div style="background-color: #FF9800; color: white; padding: 2px; text-align: center;">56.98-70.13 E</div> <div style="background-color: #FF5722; color: white; padding: 2px; text-align: center;">70.13-87.67 F</div> <div style="background-color: #D32F2F; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>87.67 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)					[Hatched area]					

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

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

Fecha de realización de la visita del técnico certificador

11/03/16

Se realizarón 3 visitas con fechas: 1º 11/03/2016; 2º 21/04/2016; 3ª 19/05/2016

Se contacto y hablo varias veces con el director del colegio.

ANEXO VII

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Colegio Escuelas Pías		
Dirección	Doce Ligeros de Artillería 2 - 1		
Municipio	Logroño	Código Postal	26004
Provincia	La Rioja	Comunidad Autónoma	La Rioja
Zona climática	D2	Año construcción	1900 - 1940
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	-		
Referencia/s catastral/es	6319911WN4061N0001DW		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Unax Izquierdo Marín	NIF/NIE	78708918C
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Burgos 159 - 2 A		
Municipio	Logroño	Código Postal	26007
Provincia	La Rioja	Comunidad Autónoma	La Rioja
e-mail:	-	Teléfono	000000000
Titulación habilitante según normativa vigente	-		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1493.1049, de fecha 10-mar-2016		

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="14,56"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="25,00"/>	<input type="text" value="No cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="37,61"/> kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="44,73"/> kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="34,23"/> kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="39,04"/> kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="61,57"/> kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="72,06"/> kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	<input type="text" value="A"/>	Calificación mínima (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
C_{ep}	<input type="text" value="35,59"/> kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="59,71"/> kWh/m ² año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

C_{ep} Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
 $C_{ep,B-C}$ Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular es $DG = Dcal + 0,70 \cdot Dref$ mientras que en territorio extrapeninsular es $DG = Dcal + 0,85 \cdot Dref$.

**Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

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

Fecha 11/07/2016

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m ²)	8080,23
--	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Cubierta plana	Fachada	2096,66	0,17	Usuario
Forjado terreno	Suelo	105,95	1,11	Usuario
Muro exterior	Fachada	1296,87	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	758,68	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	1075,63	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	75,79	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	376,15	0,17	Usuario
Muro exterior	Fachada	395,32	0,17	Usuario
Muro terreno	Suelo	797,75	0,51	Usuario
Muro terreno	Suelo	1338,45	0,51	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Vidrio doble	Hueco	14,58	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	255,96	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	353,16	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	652,18	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	20,03	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	145,80	3,19	0,68	Usuario	Usuario
vidrio simple	Hueco	126,17	3,19	0,68	Usuario	Usuario
puerta	Hueco	8,34	3,85	0,45	Usuario	Usuario
puerta	Hueco	7,84	3,85	0,45	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS1_EQ3_EQ_Caldera-Biomasa-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	290,00	136,00	BiomasaPellet	Usuario

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia Nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	200,00	90,00	ElectricidadPenínsula	Usuario

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m²)	VEEI (W/m²100lux)	Iluminancia media (lux)
P1_E1	2,80	0,60	250,00
P1_E2	3,85	0,90	166,67
P1_E3	4,05	0,95	157,89
P1_E4	3,20	0,75	200,00
P1_E5	5,80	1,35	111,11
P1_E6	3,20	0,75	200,00
P1_E7	3,50	0,82	182,93
P1_E8	1,50	0,35	428,57
P1_E9	4,30	1,00	450,00
P1_E10	4,00	0,90	166,67
P1_E11	2,15	0,50	900,00
P1_E12	5,70	1,33	112,78
P2_E1	5,35	1,25	120,00
P2_E2	2,35	0,55	1363,64
P2_E3	4,05	0,95	789,47
P2_E4	0,95	0,22	3409,09
P2_E5	2,55	0,60	1250,00
P2_E6	3,95	0,92	815,22
P2_E7	4,30	1,00	150,00
P2_E8	3,65	0,85	882,35
P2_E9	2,45	0,57	789,47
P2_E10	7,50	1,75	85,71
P3_E1	4,70	1,10	136,36
P3_E2	4,95	1,20	625,00
P3_E3	5,35	1,25	600,00
P3_E4	6,20	1,45	517,24
P3_E5	4,90	0,57	1315,79
P3_E6	7,50	1,75	85,71
P4_E1	3,45	0,80	550,00
P4_E2	3,45	0,80	550,00
P4_E3	6,90	1,60	93,75
P4_E4	5,15	1,20	625,00
P4_E5	2,35	0,55	1363,64
P4_E6	7,50	1,75	85,71

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P1_E1	87,79	noresidencial-8h-baja
P1_E2	139,62	noresidencial-8h-baja
P1_E3	157,89	noresidencial-8h-baja
P1_E4	105,95	noresidencial-8h-baja
P1_E5	797,75	noresidencial-8h-baja
P1_E6	101,26	noresidencial-8h-baja
P1_E7	168,75	noresidencial-8h-baja
P1_E8	43,75	noresidencial-8h-baja
P1_E9	160,38	noresidencial-8h-media
P1_E10	164,64	noresidencial-8h-baja
P1_E11	46,18	noresidencial-8h-media
P1_E12	268,18	noresidencial-8h-baja
P2_E1	250,79	noresidencial-8h-baja
P2_E2	71,51	noresidencial-8h-alta
P2_E3	150,64	noresidencial-8h-alta
P2_E4	89,09	noresidencial-8h-alta
P2_E5	71,29	noresidencial-8h-alta
P2_E6	141,91	noresidencial-8h-alta
P2_E7	174,28	noresidencial-8h-baja
P2_E8	126,36	noresidencial-8h-alta
P2_E9	77,79	noresidencial-8h-media
P2_E10	792,37	noresidencial-8h-baja
P3_E1	182,92	noresidencial-8h-baja
P3_E2	222,59	noresidencial-8h-alta
P3_E3	245,48	noresidencial-8h-alta
P3_E4	388,82	noresidencial-8h-alta
P3_E5	72,90	noresidencial-8h-alta
P3_E6	833,31	noresidencial-8h-baja
P4_E1	182,92	residencial-24h-baja
P4_E2	222,59	residencial-24h-baja
P4_E3	245,48	noresidencial-8h-baja
P4_E4	388,82	noresidencial-8h-alta
P4_E5	72,90	noresidencial-8h-alta
P4_E6	833,31	noresidencial-8h-baja

ANEXO VIII



UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANTA BAJA

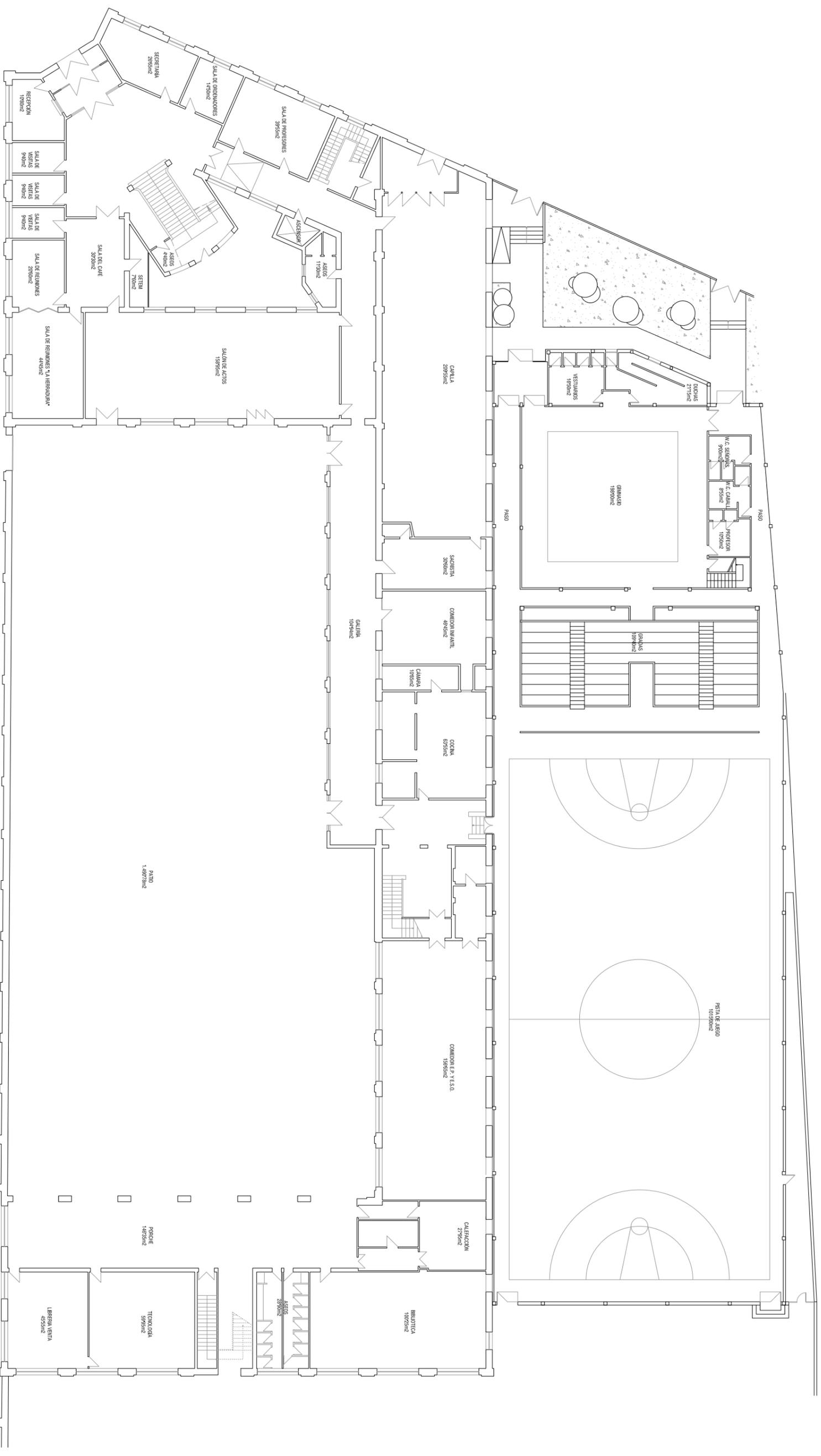
E: 1/300

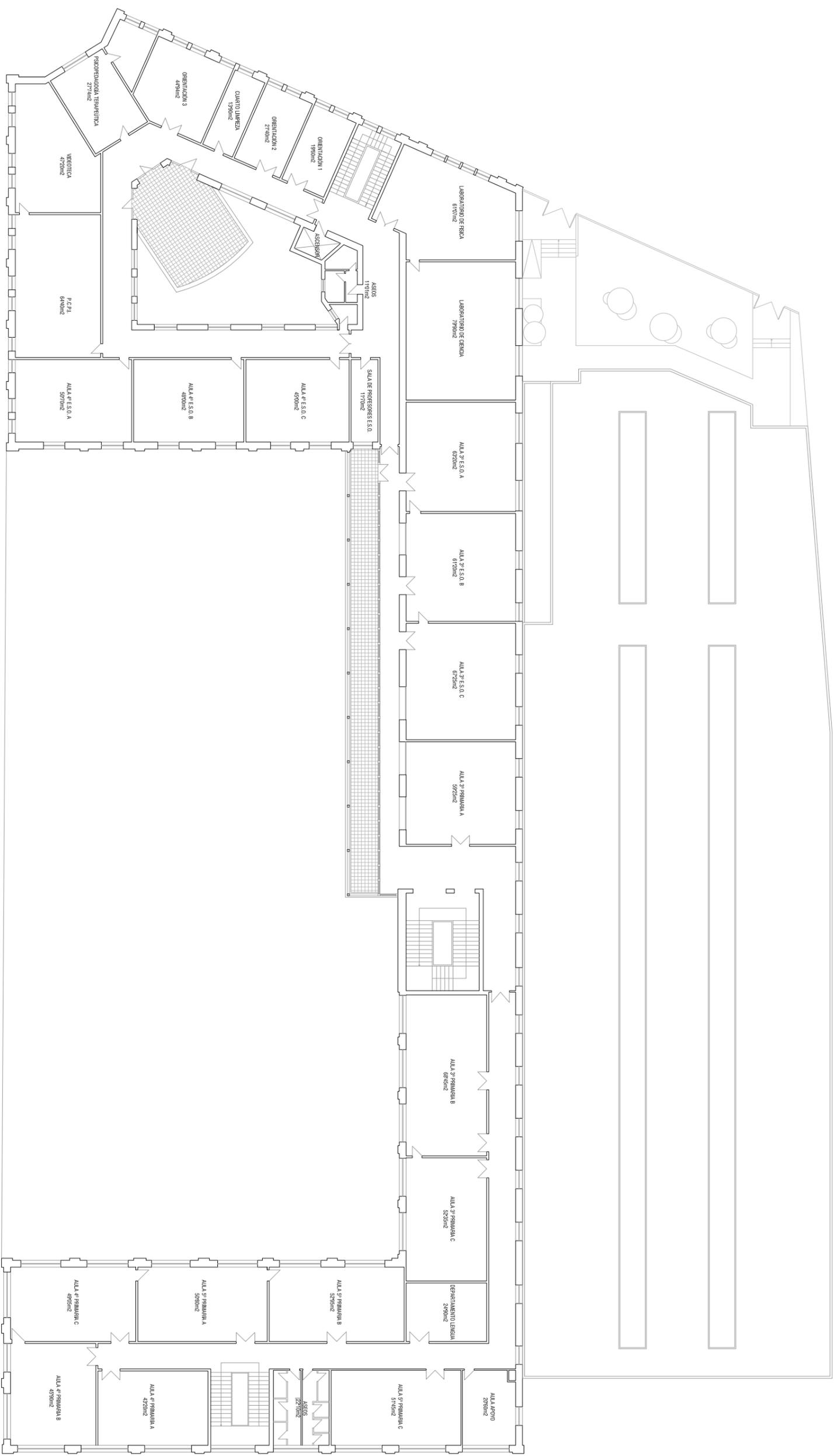
ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

Nº PLANO: 01





PLANTA SEGUNDA

E: 1/300

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

Nº PLANO: 03

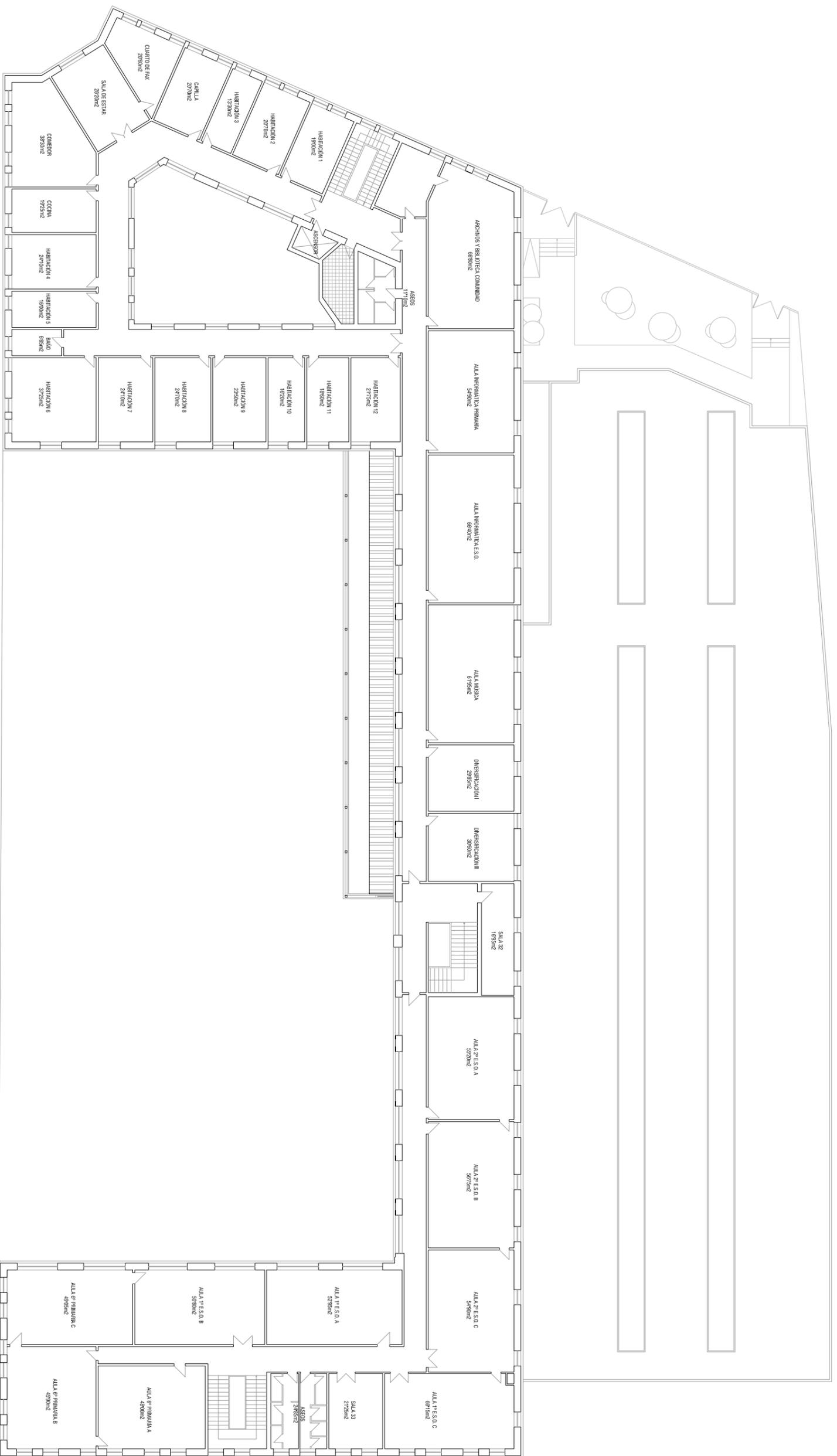


UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALENCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño





PLANTA TERCERA

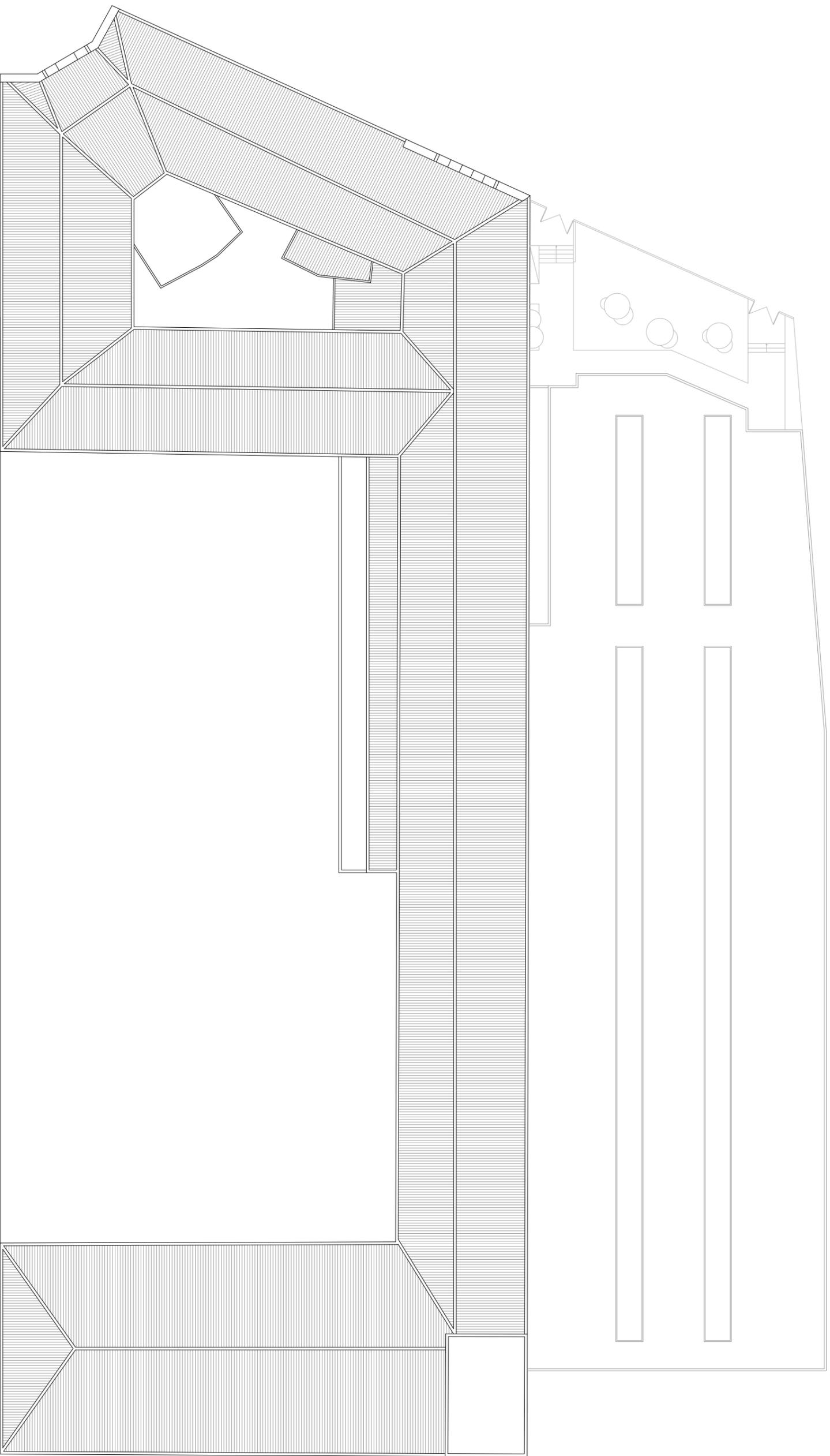
E: 1/300

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

Nº PLANO: 04



PLANTA CUBIERTA

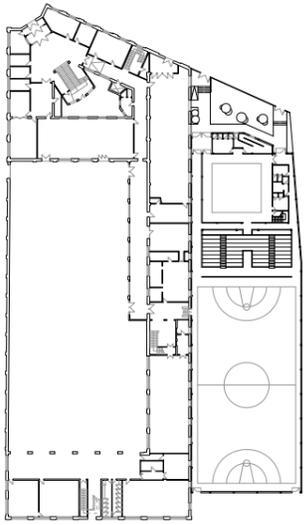
E: 1/300

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

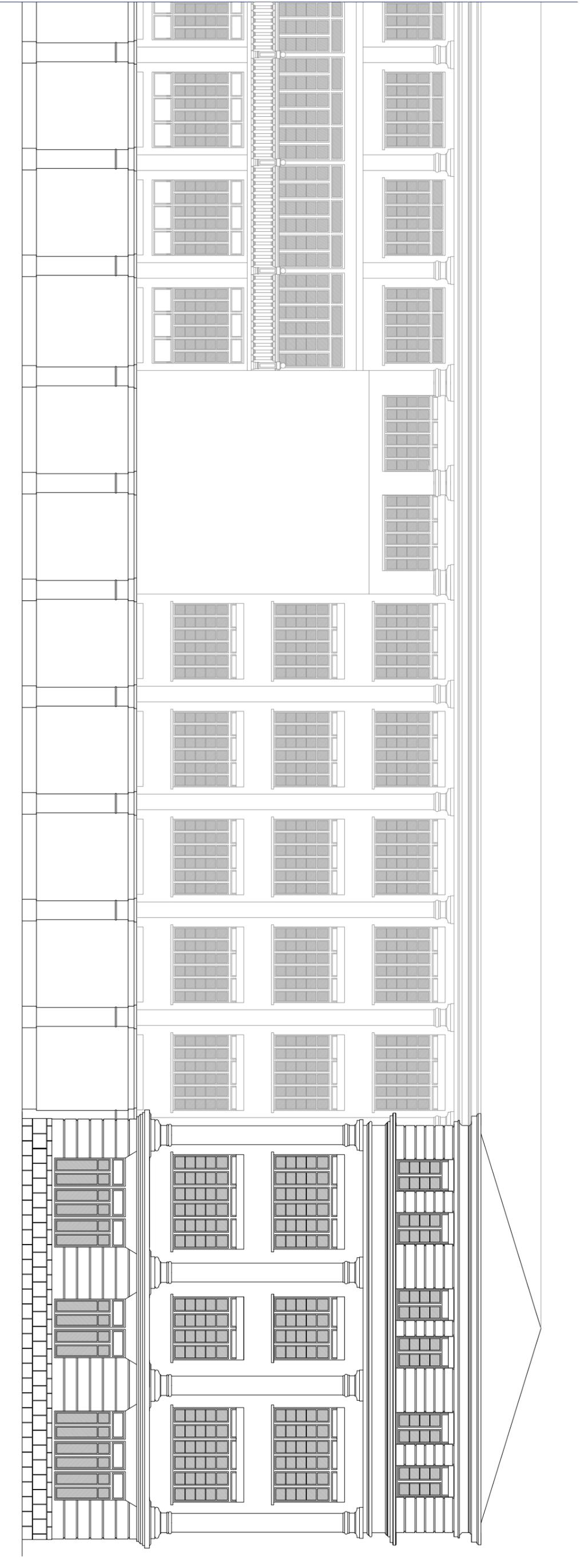
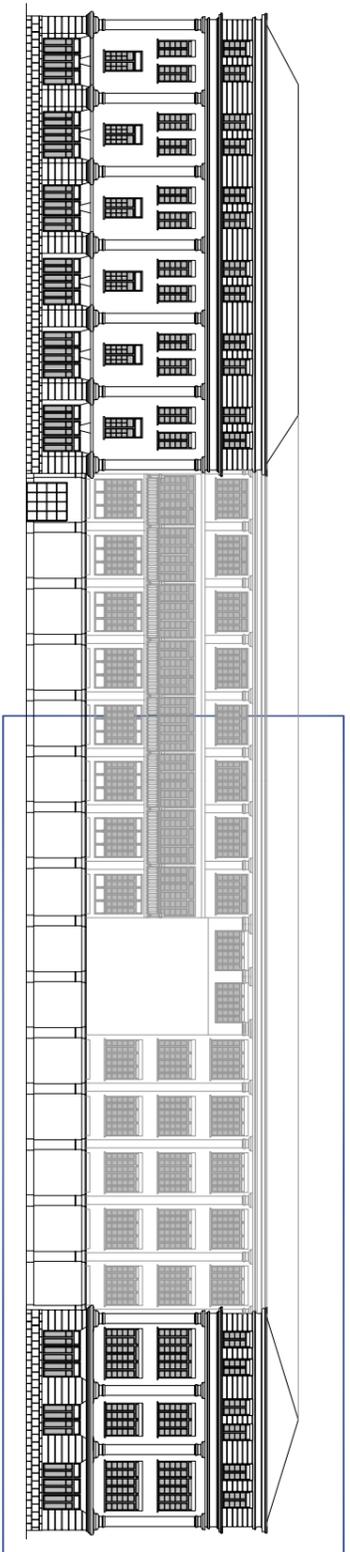
CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

Nº PLANO: 05



C/ ESCUELAS PIAS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

ALZADO CALLE ESCUELAS PIAS 2

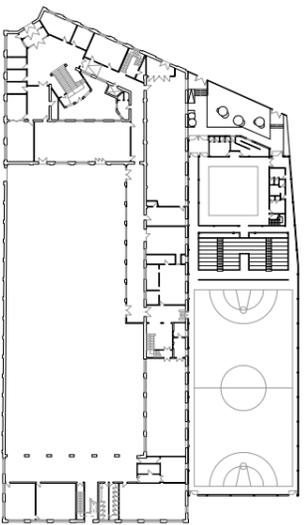
E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

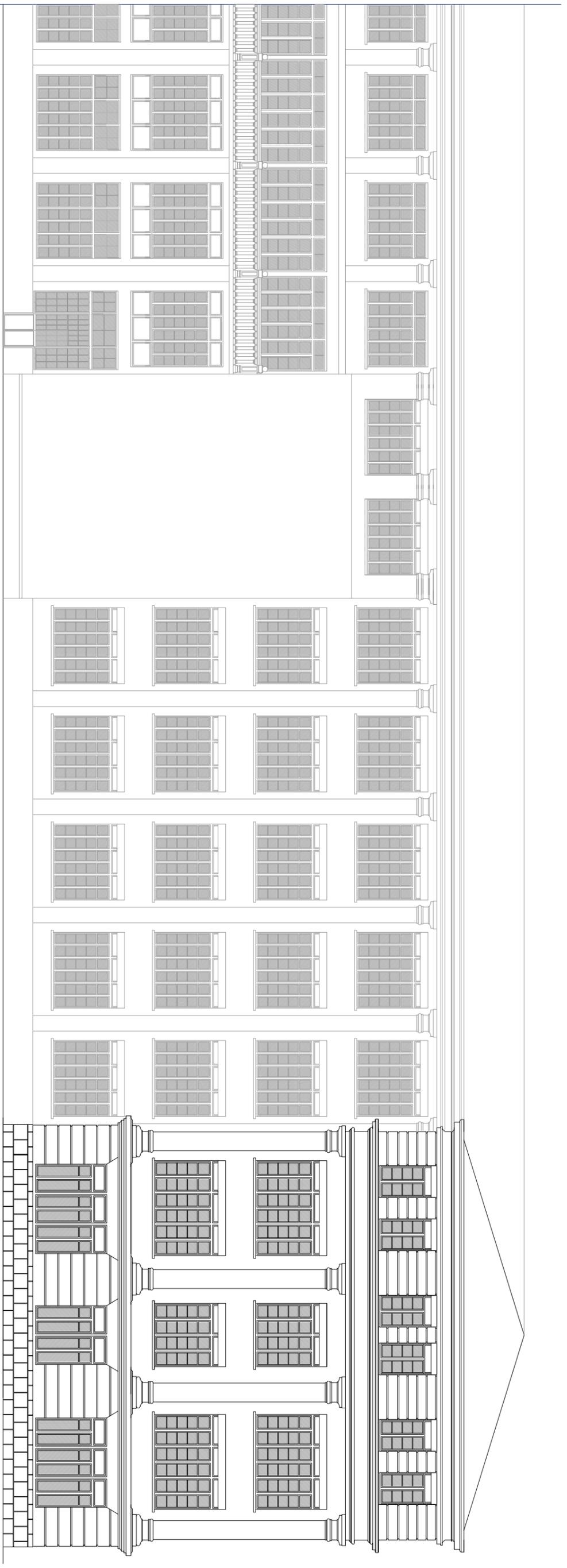
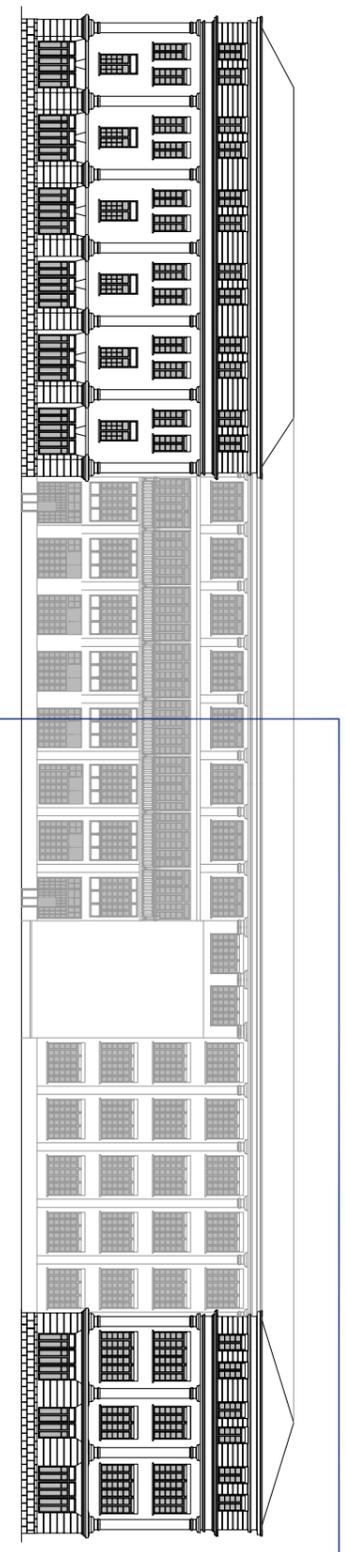
CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

Nº PLANO: 06



C/ ESCUELAS PIAS



ALZADO CALLE ESCUELAS PIAS POR PATIO 2

E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

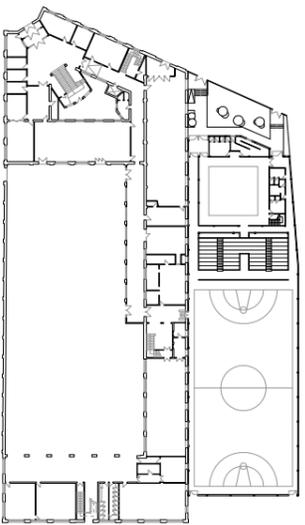
Nº PLANO: 07



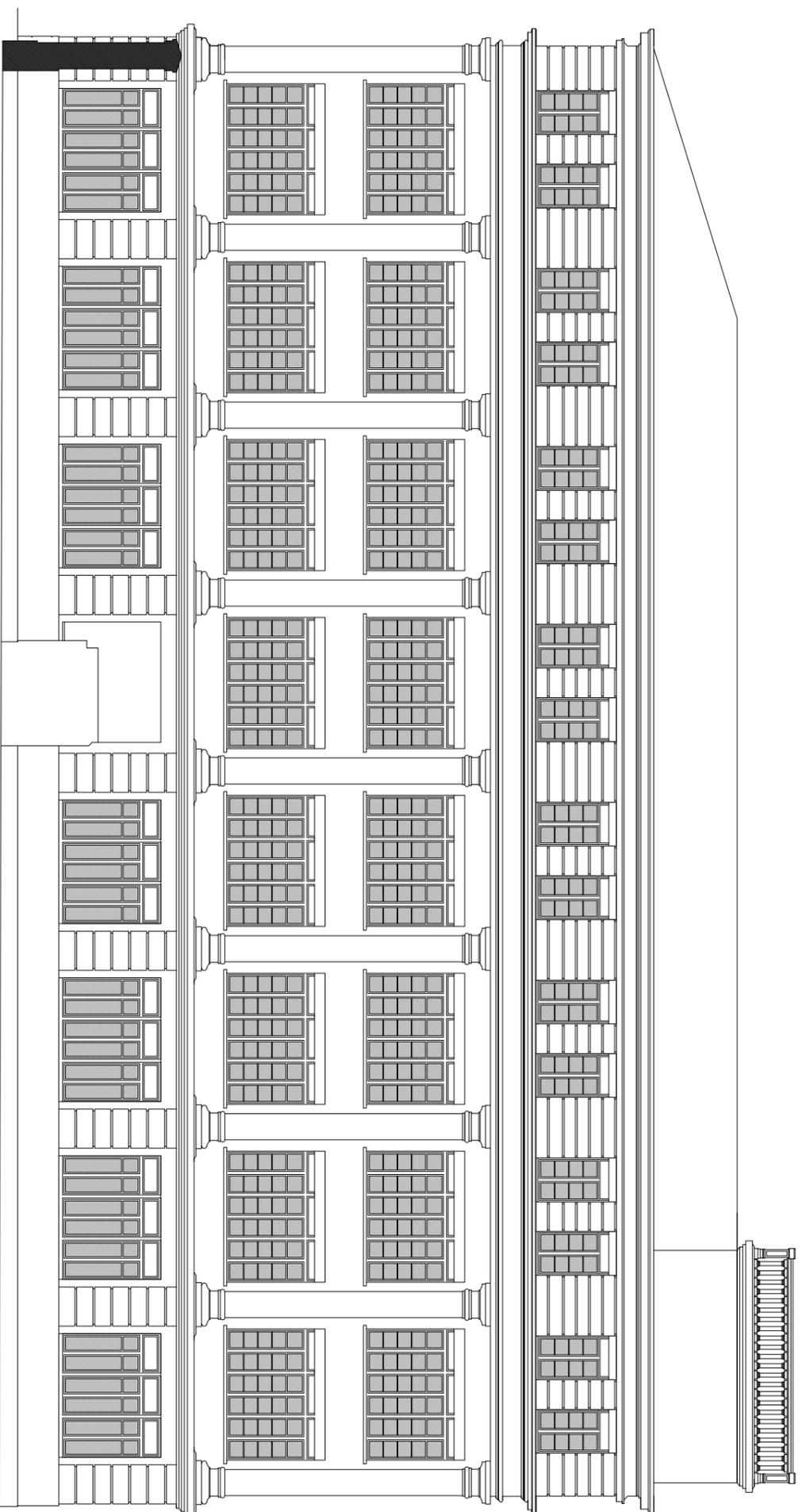
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



PATIO LATERAL



ALZADO LATERAL A PATIO

E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

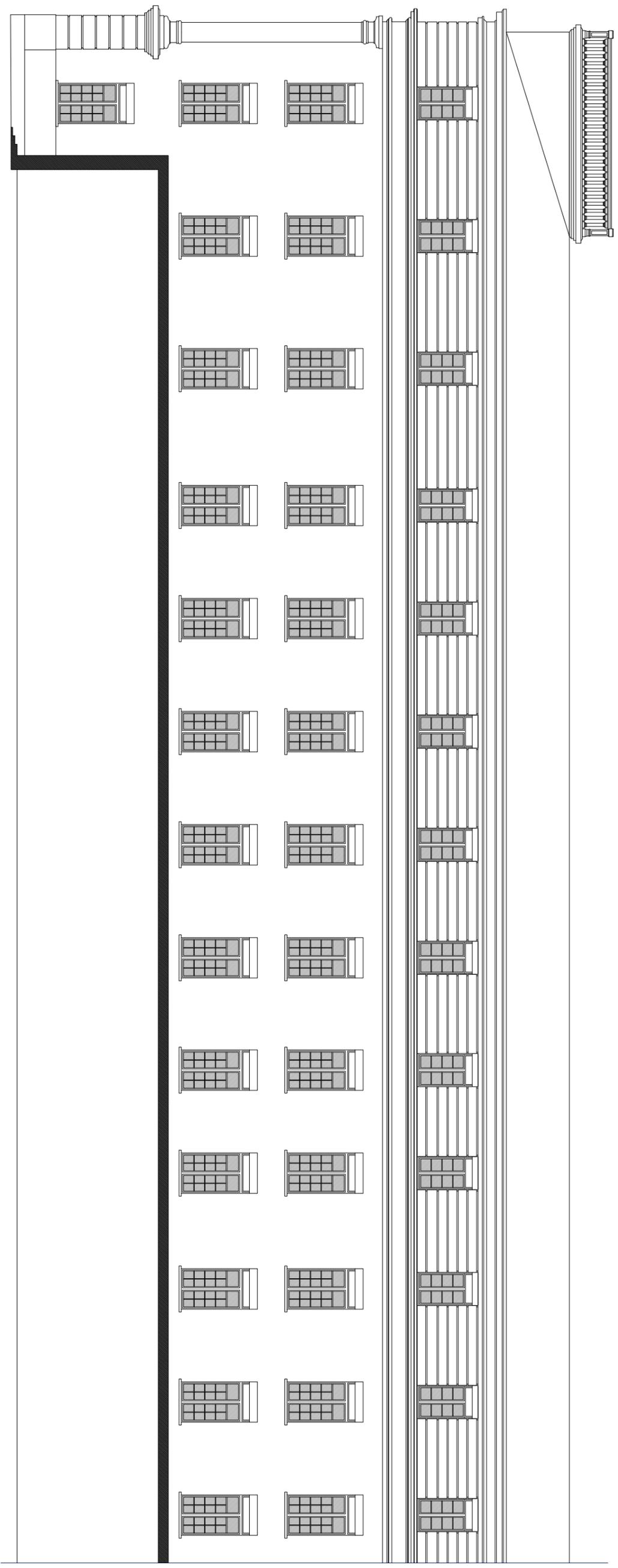
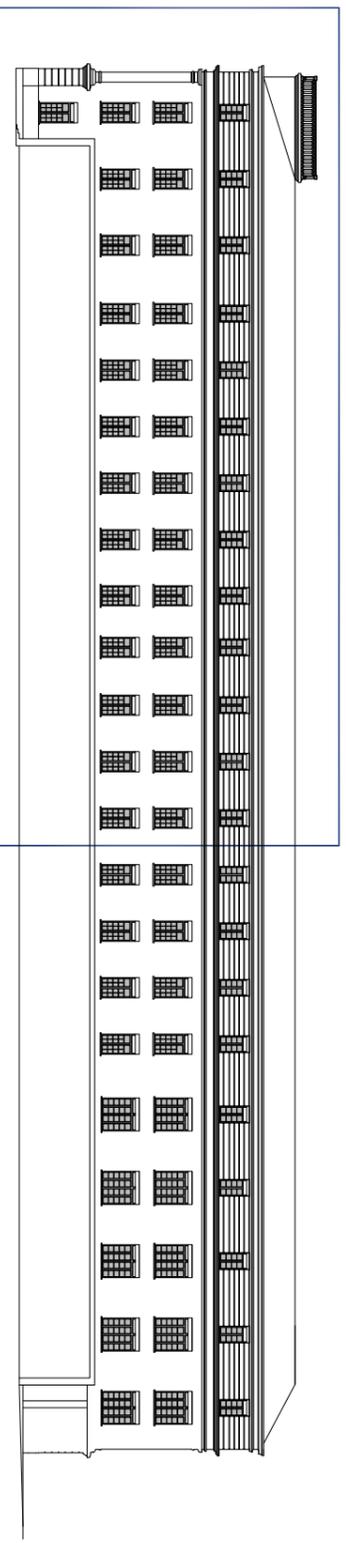
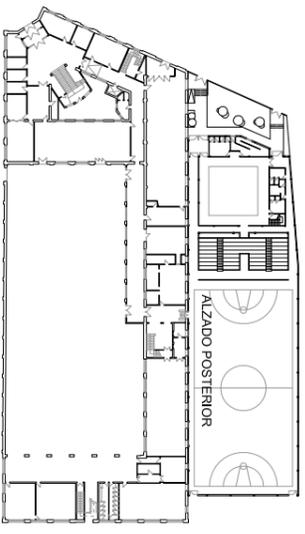
Nº PLANO: 08



UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



ALZADO POSTERIOR 1

E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

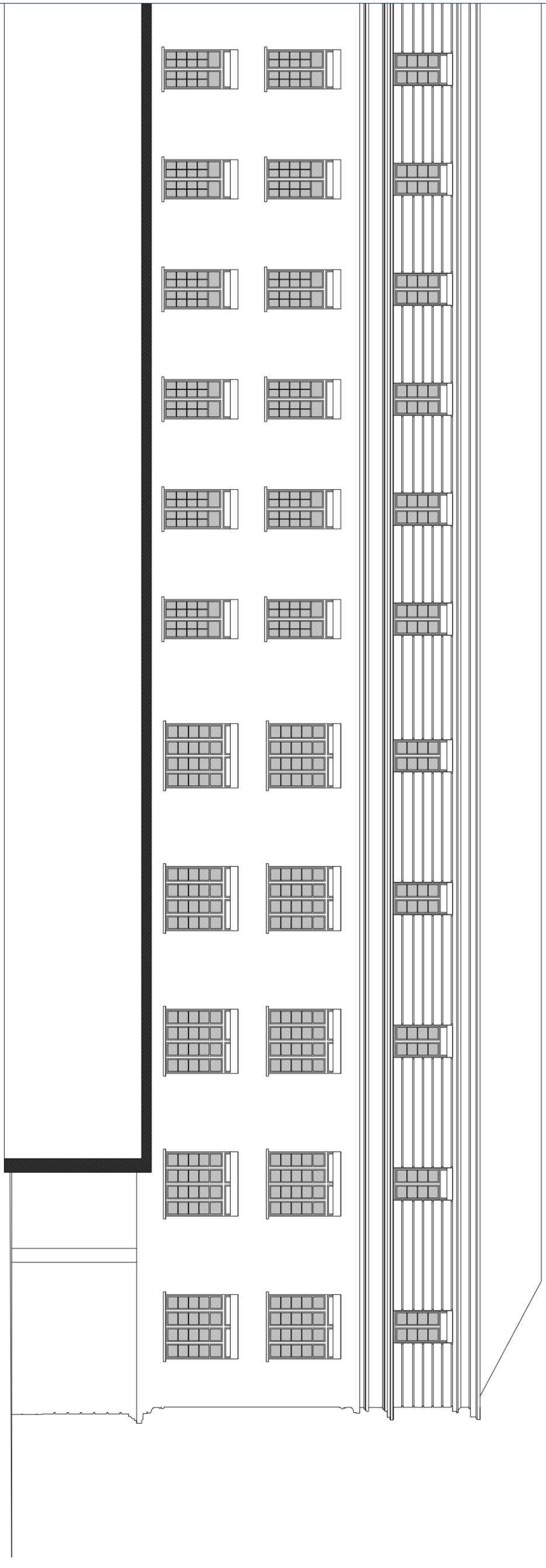
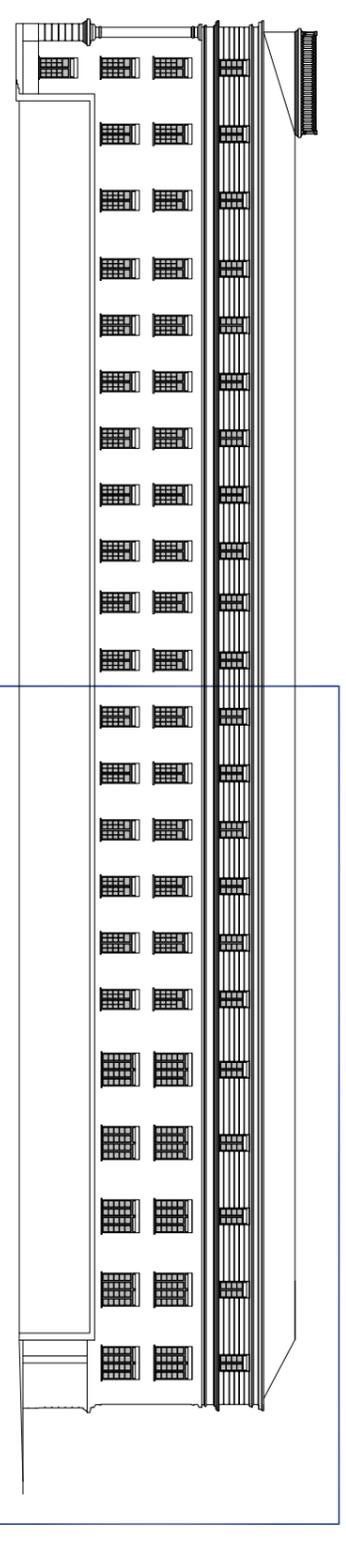
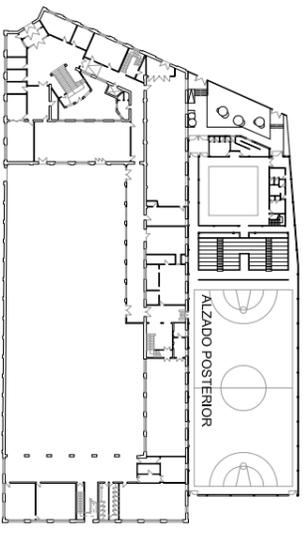
Nº PLANO: 09



UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



ALZADO POSTERIOR 2

E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

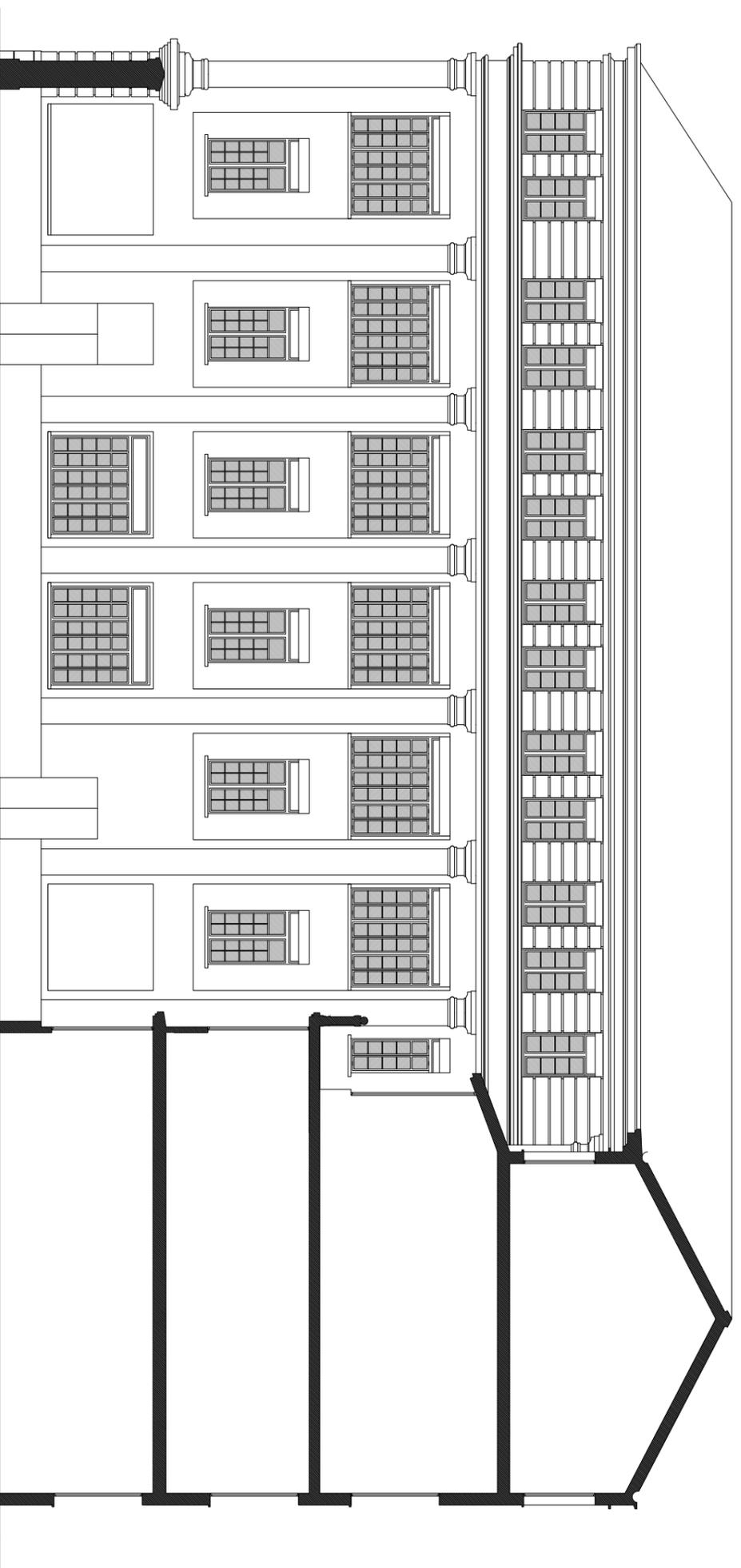
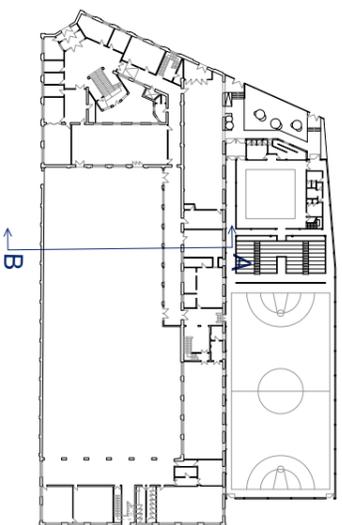
Nº PLANO: 10



UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



SECCIÓN A-B

E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

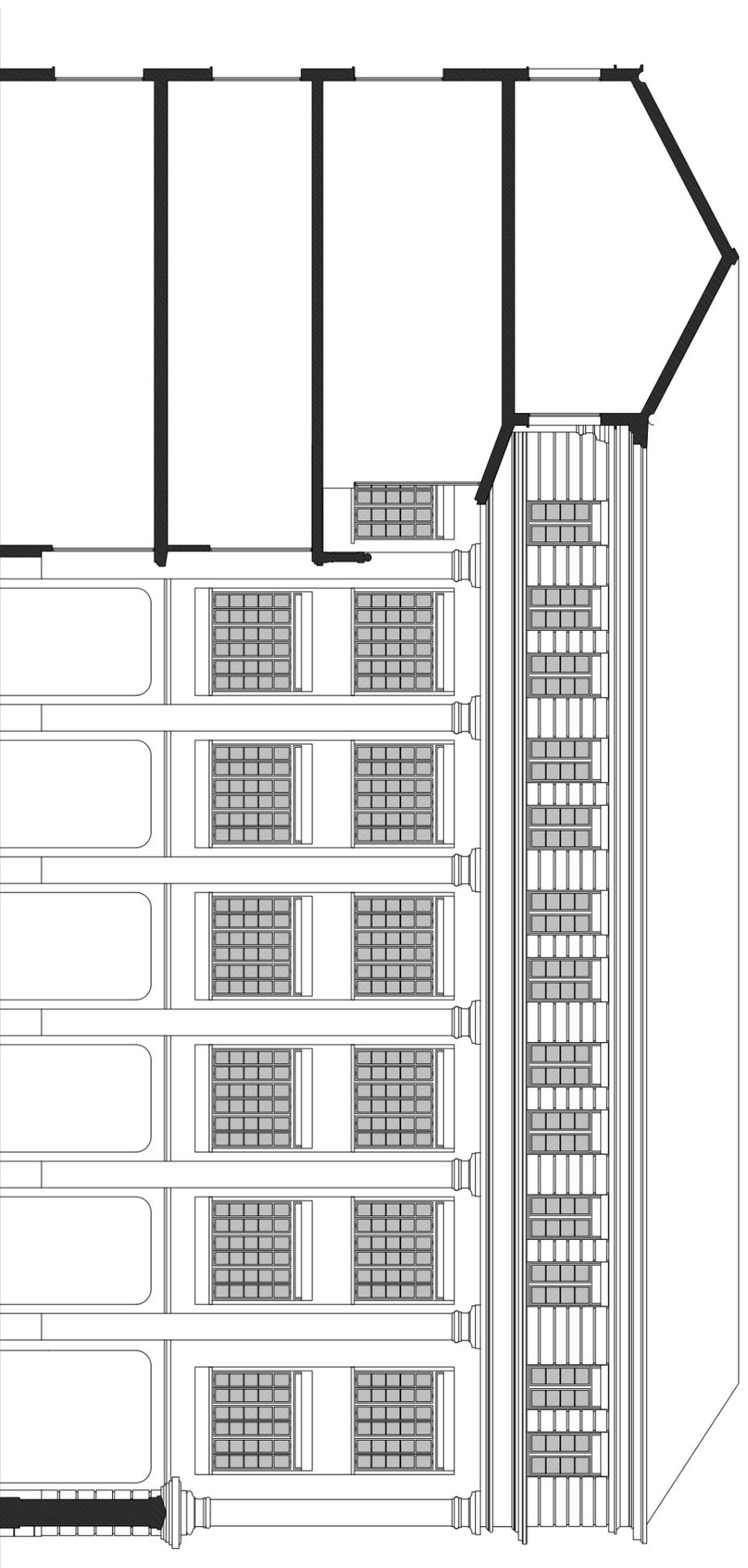
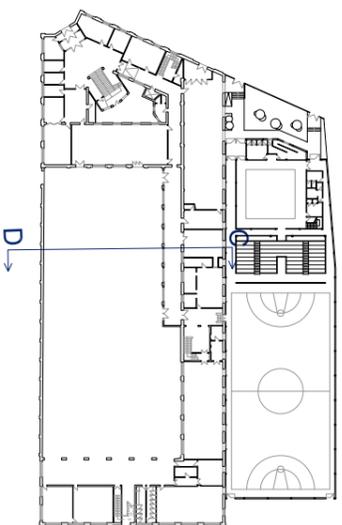
Nº PLANO: 11



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



SECCIÓN C-D

E: 1/150

ALUMNO: UNAX IZQUIERDO MARÍN

CURSO 15-16

TRABAJO FINAL DE GRADO

Nº PLANO: 12



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño