



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Certificación Energética del Cuartel “Almirante Moreno” en la ENM

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: José Javier Piñeiro Paredes

DIRECTORES: Arturo González Gil
Miguel A. Gómez Rodríguez

CURSO ACADÉMICO: 2014-2015

UniversidadeVigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Certificación Energética del Cuartel “Almirante Moreno” en la ENM

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Cuerpo General

Universida_deVigo

RESUMEN

Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor y a mayor coste, la necesidad de racionalizarlos y aplicar estrategias de desarrollo sostenible, obliga a que en toda actividad se busque la eficiencia, entendida ésta como la estrategia para conseguir más y mejores resultados con menos recursos.

El fomento de la eficiencia energética constituye una parte importante del conjunto de políticas necesarias que debe adoptar cualquier Gobierno. En el terreno de la construcción, la certificación energética de un edificio permite clasificarlo en función de su consumo energético anual y; en nuestro país, según la normativa vigente, se le asocia a una letra comprendida en una escala de siete niveles entre las letras A y G.

Este proceso de certificación requiere conocer, entre otras muchas cosas, las características de la envolvente del edificio y sus principales instalaciones térmicas y eléctricas; es decir, las características de calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación.

El objetivo prioritario de este Trabajo Fin de Grado (TFG) es conocer la eficiencia energética del cuartel de alumnos *Almirante Francisco Moreno*, ubicado en la Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra), a través del proceso de certificación energética mediante el uso de un programa informático adecuado cuyo software sea reconocido oficialmente por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para tal fin.

Para llevar a cabo este Trabajo, teniendo en cuenta que la antigüedad del referido cuartel data del año 1977 y que ha sido objeto de varias modificaciones, se ha efectuado un importante trabajo de campo para recopilar los datos necesarios de sus instalaciones y las características arquitectónicas de la edificación. Finalmente, gracias al software del programa CE³X, se ha obtenido la certificación energética del cuartel referida a la letra D y además, gracias a la implementación de una serie de medidas relacionadas con el cambio de ventanas, iluminación o instalaciones, se ha conseguido elevar dicha letra hasta una calificación A, obteniendo de esta manera un ahorro económico del 35% (40.252,5 € de ahorro al año).

Los resultados de este Trabajo podrán servir, en un futuro, como base para la definición de algunas medidas de ahorro energético aplicables al Cuartel *Almirante Francisco Moreno* y no cabe duda que, valorando o comparando la eficiencia energética del parque de edificios de la ENM, se favorecerá la eficiencia energética del mismo y se logrará un considerable ahorro económico y de energía.

PALABRAS CLAVE

Edificio, certificación, consumo de energía, eficiencia, calificación energética.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por no perder nunca la esperanza en mí. Gracias a vosotros he llegado a ser lo que soy hoy en día.

A mis hermanos Serafín y Teresita, por su apoyo incondicional y por ser fuente de motivación en los momentos de más flaqueza.

A mis abuelos, en especial mi abuela Tere, por hacer de mí un hombre de provecho y ser un ejemplo en todos los aspectos de la vida.

A la promoción 415-145 y al CC. Antonio Díaz por confiar en mí; además de ser un pilar fundamental en el día a día durante mi periodo de formación en la Escuela Naval Militar.

A José Luis, sin ti no hubiera podido entender y conocer tan en profundidad este mundo de la certificación energética.

Contenido

Contenido	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de Tablas.....	xii
1 Introducción y objetivos.....	14
1.1 Introducción	14
1.2 Objetivos	15
1.3 Eficiencia energética.....	16
1.3.1 Antecedentes	16
1.3.2 Eficiencia energética de un edificio.....	18
1.4 Certificado de Eficiencia Energética	18
1.4.1 Fundamento legal de la certificación.....	18
1.4.2 Tipos de certificado	19
1.4.3 Obligaciones y condicionantes.....	19
1.4.4 Edificios exentos de certificación.....	20
1.4.5 Contenido del certificado de eficiencia energética.....	20
1.5 La Certificación de un Edificio	22
1.5.1 Objeto y finalidad.....	22
1.5.2 Documentación reconocida.....	22
1.5.3 Etiqueta de eficiencia energética de un edificio	22
1.6 Registro del Certificado en Galicia	24
2 Estado del arte	25
2.1 Certificación y etiquetado en otros países.....	25
2.1.1 Dinamarca	25
2.1.2 Francia	26
2.1.3 Reino Unido	28
2.1.4 Alemania	28
2.1.5 Estados Unidos	29
2.1.6 Otros países	30
2.2 Procedimiento Informático de Certificación	33
2.2.1 CALENER	33
2.2.2 Principales inconvenientes del CALENER	34
2.2.3 Otros procedimientos informáticos	35
2.2.4 El uso de los programas CE ³ X y CE3 en vez de CALENER	35
2.3 Parque Edificatorio y Certificación Energética.....	38
2.3.1 El parque edificatorio español.....	38

2.3.2 Registro actual de certificaciones	38
3 Desarrollo del TFG	41
3.1 Antecedentes	41
3.2 Características de la edificación	42
3.3 Condicionantes arquitectónicos del edificio	43
3.4 Fachadas	44
3.4.1 Generalidades	44
3.4.2 Fachadas Z1 ALD y ALI	45
3.4.3 Fachadas Z1 y Z2 PPAL	46
3.4.4 Fachadas Z1 y Z2 Posterior	46
3.4.5 Fachadas Z1 ALI y Z2 ALD	46
3.4.6 Fachadas Z1 y Z2 patio.....	46
3.4.7 Fachadas Z1 y Z2 baños damas.....	47
3.4.8 Fachadas Zona Z3.....	47
3.5 Suelos.....	48
3.6 Cubierta.....	49
3.7 Ventanas.....	49
3.7.1 Ventanas zonas Z1 y Z2.....	50
3.7.2 Ventanas zona Z3	51
3.9 Puentes térmicos.....	52
3.10 Red eléctrica: alumbrado y fuerza	55
4 Cálculo y resultados.....	56
4.1 Introducción de datos.....	56
4.1.1 Datos administrativos	56
4.1.2 Datos generales.....	57
4.1.3 Envolvente térmica	61
4.1.4 Instalaciones	72
4.2 Calificación energética del Cuartel Almirante Francisco Moreno	76
4.2.1 Calificación energética del edificio	77
4.2.2 Calificación parcial de la demanda.....	76
4.2.3 Calificación parcial del consumo	77
4.3 Opciones de mejora del cuartel	81
4.3.1 Mejora I.....	81
4.3.2 Mejora II	87
4.3.3 Mejora III	92

5 Conclusiones y líneas futuras	98
5.1 Conclusiones	98
5.2 Líneas futuras	99
6 Bibliografía.....	100
Anexo I: Listado de Acrónimos	102
Anexo II: Definiciones.....	104
Anexo III: Planos Marín-Escuela Naval	105
Anexo IV: Vistas Escuela Naval	106
Anexo V: Etiqueta de Calificación Energética	107
Anexo VI: Técnico competente para certificar	112
Anexo VII: Tasas de inscripción y códigos Galicia	113
Anexo VIII: Planos planta y alzado cuartel	114
Anexo IX: Planos detalle plantas cuartel.....	117
Anexo X: Imágenes fachadas principales	120
Anexo XI: Imágenes fachadas secundarias.....	121
Anexo XII: Detalles cubierta y aleros	122
Anexo XIII: Ventanas dormitorios y estudios	123
Anexo XIV: Ventanas hall, pasillos y patio.....	124
Anexo XV: Especificaciones de las ventanas	125
Anexo XVI: Iluminación: alumbrado y electricidad	129
Anexo XVII: Certificado de Eficiencia Energética.....	133
Anexo XVIII: Presupuestos	142

Índice de Figuras

Figura 1-1 Etiqueta Energética de Edificio Existente. Fuente: http://www.minetur.gob.es	23
Figura 2-1 Certificación Energética de Dinamarca. Fuente: www.energia-sigloxxi.com	26
Figura 2-2 Certificación Energética de Francia. Fuente: www.energia-sigloxxi.com	27
Figura 2-3 La doble escala francesa. Fuente: www.developpement-durable.gouv.fr	27
Figura 2-4 Certificado de eficiencia energética de Inglaterra. Fuente: www.gov.uk	28
Figura 2-5 Certificado de Eficiencia Energética alemán. Fuente: www.zukunft-haus.info	29
Figura 2-6 Valoración índice HERS. Fuente: www.certificadodeeficiencia.es	30
Figura 2-7 Figura 2-6 Valoración índice HERS. Fuente: www.certificadodeeficiencia.es	30
Figura 2-8 Certificado Energético de Hungría. Fuente: http://www.becquerel.es	31
Figura 2-9 Carátula Programas CALENER. Fuente http://www.certificadosenergeticos.com	33
Figura 2-10 Carátula Programa CE·X. Fuente http://www.certificadosenergeticos.com	36
Figura 2-11 Estructura del parque edificatorio español. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 3-1 Detalle del Cuartel Almirante Francisco Moreno	41
Figura 3-2 Vista de alzada de la fachada principal a escala 1/200.....	43
Figura 3-3 Zonas de estudio.....	43
Figura 3-4 División de las fachadas del cuartel	45
Figura 4-1 Datos administrativos. Fuente: programa CE ³ X.....	57
Figura 4-2 Mapa de zonificación climática. Fuente: CTE DB-HE	58
Figura 4-3 Datos generales. Fuente: programa CE ³ X.....	59
Figura 4-4 Distribución de fachadas. Fuente: elaboración propia.....	61
Figura 4-5 Envolvente térmica. Fuente: programa CE ³ X.....	62
Figura 4-6 Ejemplo de fachada. Fuente: programa CE ³ X.....	63
Figura 4-7 Librería de cerramientos. Fuente: programa CE ³ X.....	64
Figura 4-8 Permeabilidad y absortividad. Fuente: programa CE ³ X.....	65
Figura 4-9 Librería de vidrios. Fuente: programa CE ³ X.....	67
Figura 4-10 Librería de marcos. Fuente: programa CE ³ X.....	68
Figura 4-11 Transmitancia térmica lineal. Fuente: efinovatic	69
Figura 4-12 Puente térmico. Fuente: programa CE ³ X.....	69
Figura 4-13 Forjado reticular listo para hormigonear. Fuente: Cefirex.....	70
Figura 4-14 Suelo en contacto con el aire. Fuente: programa CE ³ X.....	71
Figura 4-15 Partición interior. Fuente: programa CE ³ X.....	72
Figura 4-16 Instalaciones. Fuente: programa CE ³ X.....	74
Figura 4-17 Equipo de caldera y ACS. Fuente: programa CE ³ X.....	75

Figura 4-18 Iluminación. Fuente: programa CE ³ X	76
Figura 4-19 Certificación. Fuente: CE ³ X	77
Figura 4-20 Etiqueta energética. Fuente: programa CE ³ X	77
Figura 4-21 Calificación parcial de demanda. Fuente: programa CE ³ X	78
Figura 4-22 Calificación parcial de consumo. Fuente: programa CE ³ X	79
Figura 4-23 Medidas de mejora en huecos. Fuente: programa CE ³ X	82
Figura 4-24 Pérdidas energéticas. Fuente: CITAV	83
Figura 4-25 Recubrimiento espuma Bisotect	84
Figura 4-26 Etiqueta energética Mejora I. Fuente: programa CE ³ X	84
Figura 4-27 Etiqueta energética Mejora II. Fuente: programa CE ³ X	88
Figura 4-28 Ventajas usos LED.	88
Figura 4-29 Etiqueta energética Mejora III. Fuente: programa CE ³ X	89
Figura 4-30 Caldera de Biomasa.	93
Figura 4-31 Mejora III	93
Figura 4-32 Depósito de pellets	94
Figura 4-33 Sistema de abastecimiento biomasa	95
Figura AIII-1 Plano de Marín Fuente: maps.google.es	105
Figura AIII-2 Detalle de ubicación del cuartel Almirante F. Moreno Fuente: maps.google.es	105
Figura AIV-1 Vista aérea Escuela Naval años 60 Fuente: www.galiciaunica.es	106
Figura AIV-2 Vista aérea Escuela Naval año 2014 Fuente: www.farodevigo.es 21.05.13	106
Figura AV-1 Etiqueta de Calificación Energética Fuente: www.minetur.gob.es/energia/	107
Figura AV-2 Ejemplo Etiqueta de calificación energética Fuente: http://www.minetur.gob.es ...	109
Figura AVIII-1 Planta cuartel Almirante. F. Moreno	114
Figura AVIII-2 Detalle planta cuartel	114
Figura AVIII-3 Sección transversal Este cuartel	115
Figura AVIII-4 Sección transversal Oeste cuartel	115
Figura AVIII-5 Secciones longitudinales zonas Norte y Sur cuartel	116
Figura AIX-1 Planta baja cuartel	117
Figura AIX-2 Detalle plantas 1ª y 2ª cuartel	118
Figura AIX-3 Plano de zonas de división del cuartel	119
Figura AIX-4 Detalle Zona 3.	119
Figura AX-1 Fachada principal	120
Figura AX-2 Fachadas zonas Este	120
Figura AX-3 Fachadas zonas Norte	120
Figura AX-4 Fachadas zonas Sur	120
Figura AXI-1 Fachada Z1 ALI	121

Figura AXI-2 Fachadas Z3	121
Figura AXI-3 Fachadas Z1 ALD.....	121
Figura AXI-4 Fachadas posterior	121
Figura AXII-1 Detalle de la cubierta.....	122
Figura AXII-2 Detalle del alero del edificio	122
Figura AXIII-1 Ventana de dormitorio.....	123
Figura AXIII-2 Ventana de cajonera persianas.....	123
Figura AXIII-3 Ventana de estudios	123
Figura AXIII-4 Ventana baños damas	123
Figura AXIII-5 Ventana baños.....	123
Figura AXIV-1 Ventana oeste.....	124
Figura AXIV-2 Ventana patio.....	124
Figura AXIV-3 Puerta hall.....	124
Figura AXIV-4 Ventana hall PPAL	124
Figura AXVI-1 Iluminación pasillos	129
Figura AXVI-2 Iluminación estudios	129
Figura AXVI-3 Iluminación baños.....	129
Figura AXVI-4 Iluminación camaretas	129
Figura AXVI-5 Alumbrado y electricidad planta baja	130
Figura AXVI-6 Alumbrado y electricidad planta primera.....	131
Figura AXVI-7 Leyendas de las figuras AXVI-5 y 6	132

Índice de Tablas

Tabla 2-1 Calificación Energética en diferentes países de la Unión Europea.	32
Tabla 2-2 Calificaciones energéticas de edificios existentes. Fuente: MINETUR	39
Tabla 2-3 Calificaciones energéticas de edificios nuevos. Fuente: MINETUR	40
Tabla 3-1 Distribución de fachadas Z1 y Z2.....	45
Tabla 3-2 Distribución de fachadas Z3.....	47
Tabla 3-3 Distribución de suelos Z1.....	48
Tabla 3-4 Distribución de suelos Z2.....	48
Tabla 3-5 Distribución de suelos Z3.....	48
Tabla 3-6 Características de las ventanas de la zona Z1.....	50
Tabla 3-7 Características de las ventanas de la zona Z2.....	51
Tabla 3-8 Características de las ventanas de la zona Z3.....	51
Tabla 3-9 Puentes térmicos Z1.....	53
Tabla 3-10 Puentes térmicos Z2.....	54
Tabla 3-11 Puentes térmicos Z3.....	54
Tabla 3-12 Iluminación Z1.	55
Tabla 3-13 Iluminación Z2.	55
Tabla 3-14 Iluminación Z3.	55
Tabla 4-1 Transmitancia zona lineal	69
Tabla 4-2 Partición interior horizontal en contacto con espacio no habitable inferior.....	72
Tabla 4-3 Especificaciones marcos - acristalamientos. Fuente: CITAV	83
Tabla 4-4 Comparación y medidas de ahorro I	85
Tabla 4-5 Comparación y medidas de ahorro II.....	90
Tabla 4-6 Comparación y medidas de ahorro III	94
Tabla 4-7 Resumen económico	97
Tabla AV-1 Calificación eficiencia energética edificios de viviendas. Fuente: MINETUR.....	110
Tabla AV-2 Calificación eficiencia energética edificios de otros usos. Fuente: MINETUR.....	111
Tabla AXV-1 Especificaciones ventanas sin marco metálico zona Z1	125
Tabla AXV-2 Especificaciones ventanas con marco metálico zona Z1	126
Tabla AXV-3 Especificaciones ventanas sin marco metálico zona Z2	127
Tabla AXV-4 Especificaciones ventanas con marco metálico zona Z2	128
Tabla AXV-5 Especificaciones ventanas sin marco metálico zona Z3.....	128
Tabla AXV-6 Especificaciones ventanas con marco metálico zona Z3.....	128

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

El fomento de la eficiencia energética constituye una parte muy importante del conjunto de políticas necesarias para cumplir lo establecido en el Protocolo de Kioto¹ y debe estar presente en las medidas que adopten los diferentes países para dar cumplimiento a los compromisos adquiridos. Tanto la tecnología disponible, como los hábitos responsables, hacen posible un menor consumo de energía, mejorando la competitividad de las empresas o de las familias y también la calidad de vida personal.

La gestión de la demanda de energía es, hoy en día, un instrumento importante que permite a la Unión Europea ejercer una influencia en el mercado mundial de la energía y en la seguridad de su abastecimiento a medio plazo. El Tratado constitutivo de la Comunidad Europea, en particular sus artículos número 6 y número 175, prescriben que las exigencias de la protección del medio ambiente se integren en la definición y en la realización de las políticas y acciones de la Comunidad. Así, en sus Conclusiones de 30 de mayo y de 5 de diciembre de 2000, el Consejo dio su apoyo a un *Plan de Acción para mejorar la Eficacia Energética* y pidió que se tomaran medidas específicas para el sector de la edificación, puesto que el conjunto de las viviendas absorben más del 40 % del consumo final de energía en la Comunidad y se encuentra en fase de relativa expansión; tendencia que previsiblemente hará aumentar el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

Es de significar que las medidas para fomentar la mejora de la eficiencia energética de los edificios deben tener en cuenta las condiciones climáticas, las particularidades regionales o locales, así como el entorno ambiental interior y la relación coste-eficacia. Es importante, además, que dichas medidas no incumplan otros requisitos esenciales aplicables a los edificios tales como la accesibilidad, la seguridad o la utilización a que se destine el edificio.

La eficiencia energética de los edificios debe ser calculada con una metodología específica, que podrá ser diferente a escala regional, pero debe comprender en todo caso no sólo el aislamiento térmico sino también otros factores que desempeñan un papel cada vez más importante como son las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, la utilización de fuentes de energía renovables o el propio diseño del edificio.

¹ El Protocolo de Kioto, auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en su convenio sobre cambio climático firmado en 2002 por la Unión Europea (UE). Tiene como objetivo que los países industrializados y Economías en Transición reduzcan sus emisiones contaminantes por debajo del volumen de 1990, un 5,1 %. En el caso de la UE el objetivo conjunto es la reducción de un 8% para el período 2008-2012 con respecto a las emisiones de 1990

Por otra parte, debe considerarse que las reformas importantes² de los edificios ya existentes, son una oportunidad para tomar medidas eficaces en relación a su rendimiento energético. No obstante, hay que tener en cuenta que la mejora de la eficiencia energética global de un edificio, no significa necesariamente una renovación total del mismo sino que puede limitarse solo a aquellas partes más importantes para lograr la eficiencia energética y que tengan una rentabilidad adecuada.

El Ministerio de Defensa mediante la Directiva nº 107/97, de 2 de junio, puso de manifiesto la importancia de los temas medioambientales en el seno de las Fuerzas Armadas (FAS); por ello, ha desarrollado un sistema propio de gestión patrimonial y energética denominado SINFRADEF (Sistema de Gestión de Infraestructura del Ministerio de Defensa), que contiene información relevante sobre los consumos y la eficiencia energética de todos sus edificios. Así pues, el cuartel de alumnos *Almirante Francisco Moreno*, como edificio perteneciente a las FAS, debe de obtener su calificación energética al objeto de que el Mando conozca su consumo de energía primaria y también la cantidad de emisiones de CO₂ que produce, al objeto de poder llevar a cabo en futuras reformas las medidas convenientes para mejorar su eficiencia energética.[1]

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado³ es calcular la eficiencia energética del cuartel de alumnos *Almirante Francisco Moreno* de la Escuela Naval Militar, ubicada en Marín (Pontevedra), y determinar sus opciones de mejora. Para ello se utilizará la calificación energética obtenida mediante el uso del programa informático denominado CE³X, cuyo software es reconocido oficialmente por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, para tal fin, dado que el referido cuartel es un edificio de cierta antigüedad cuya construcción se remonta al año 1977.

Actualmente en España la certificación energética de un edificio permite clasificarlo en función del su consumo energético anual y viene asociada a siete niveles que quedan representados por una letra comprendida entre la A (mayor eficiencia) y la G (menor). Esta escala de clasificación energética se basa principalmente en las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera consecuencia del consumo energético de la propia edificación y son el resultado de comparar estas emisiones y las de un edificio de similares características que cumpla los requisitos establecidos en el Código Técnico de la Edificación (aquellos construidos a partir de la entrada en vigor del citado Código en el año 2007), o bien, en el supuesto de edificios ya existentes –caso del cuartel de alumnos *Almirante Francisco Moreno*–, la referencia se correspondería con los valores medios de emisiones relativos a un edificio de similares características que el edificio en cuestión perteneciente al parque edificatorio existente.[2]

Significar que para llevar a cabo el proceso de certificaciones preciso conocer previamente las características de la envolvente térmica del edificio y sus principales instalaciones térmicas y eléctricas; es decir, aquellas relativas a la calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación.

Por otro lado, como objetivo secundario, el trabajo tratará de:

- Sensibilizar de la importancia que a día de hoy tiene efectuar la calificación energética de los edificios como paso previo para alcanzar una mayor eficiencia energética, una vez realizadas las mejoras oportunas y, así, lograr un claro ahorro económico y contribuir a la salvaguarda del medio ambiente.

²Son reformas importantes, por ejemplo, los casos en que los costes totales de la renovación referentes al cerramiento exterior del edificio o a instalaciones energéticas tales como calefacción, suministro de agua caliente, aire acondicionado, ventilación e iluminación son superiores al 25 % del valor del edificio, excluyendo el valor del terreno en el que está construido, o cuando se renueva más del 25 % del cerramiento exterior del edificio

³Trabajo Fin de Grado número 82 de la lista de Trabajos ofertados por el CUD- ENM para los alumnos de 5º curso (2014-2015).

- Dar una idea general de la evolución seguida por la normativa de eficiencia energética en España desde el año 2002, a partir de las directivas emanadas de la Unión Europea, así como la forma en que se están aplicando éstas en otros países vecinos de la Unión.
- Determinar cuál es el estado de implantación actual de la normativa de certificación energética en el parque edificatorio español, incidiendo principalmente en los edificios existentes, para descender a nivel de cada Comunidad Autónoma reflejando sus porcentajes.
- Dar una visión global, del proceso administrativo de certificación energética de un edificio existente y la forma de obtener el certificado correspondiente; explicar el significado exacto del contenido del etiquetado que conduce a la citada certificación y, por último, ver la forma en que debe ser registrado; en este caso, se documentará solo en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Los resultados de este Trabajo Fin de Grado podrán servir como base de estudio para poder acometer, en futuras reformas, algunas de las medidas de ahorro energético aquí expuestas y que son de aplicación al cuartel *Almirante Francisco Moreno*. Por otro lado, sería interesante obtener las calificaciones energéticas del resto de edificios de la Escuela Naval para poder hacer una valoración general y, de esta forma, optimizar los presupuestos asignados a base del correspondiente ahorro económico y energético.

1.3 Eficiencia energética

Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor y a mayor coste, la necesidad de racionalizar esos recursos y aplicar estrategias de desarrollo sostenible, obliga a que en toda actividad humana se busque la eficiencia, entendida ésta como la estrategia para conseguir mejores resultados, pero con menos recursos; lo que implica unos menores costes de producción, para producir lo mismo.

La *Eficiencia Energética* consiste pues en la reducción de consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir la calidad de vida, asegurando el abastecimiento, protegiendo el medio ambiente y fomentando la sostenibilidad⁴.

Aunque normalmente nos referimos siempre a la energía eléctrica, por ser la más utilizada en la industria, la *Eficiencia Energética* puede aplicarse a todas las fuentes de energía utilizadas, como gasoil, gas, vapor, etc. Así pues, ser eficiente energéticamente no consiste solo en poseer las últimas tecnologías sino de saber emplear y administrar los recursos energéticos disponibles de un modo eficaz, lo que requiere desarrollar ciertos procesos de gestión de la energía.

1.3.1 Antecedentes

En España, las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se transpusieron en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprobó un *Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción*, quedando entonces pendiente de regulación, mediante disposición complementaria, la certificación energética de los edificios ya existentes.[3][4]

Con posterioridad, la citada normativa fue modificada por la Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, circunstancia que hizo necesario transponer al ordenamiento jurídico español las modificaciones que se introducían en la misma.[5]

Si bien esta transposición podría realizarse mediante una nueva disposición que modificara el Real Decreto 47/2007, y que a la vez completara la transposición contemplando los edificios existentes, al

⁴ Empresa AEEplus, perteneciente al grupo gruppE» <http://www.eficienciaenergetica.es>.

parecer, por economía administrativa se realizó mediante una única disposición fusionando lo válido de la norma de 2007 e incorporando las novedades de la nueva directiva ampliando su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes. En consecuencia, finalmente, vio la luz el esperado *Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprobó el Procedimiento Básico para la Certificación de la Eficiencia Energética de los Edificios*⁵. [4][6]

Mediante este real decreto se transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE, en lo relativo a la certificación de eficiencia energética de edificios –fusionando el R.D. 47/2007–, con la incorporación del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, teniendo en consideración, además, toda la experiencia acumulada en su aplicación durante los cinco años ya transcurridos.[5]

Esta norma establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un *Certificado de Eficiencia Energética* que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética del edificio y unos valores de referencia como los requisitos mínimos de eficiencia energética, con el fin principal de que los propietarios del edificio puedan comparar dicha eficiencia. Significar que los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios, o unidades de éste, no se incluyen en la norma, ya que se establecen puntualmente en el *Código Técnico de la Edificación* (CTE)⁶. De esta forma, valorando y comparando la eficiencia energética de los edificios, es como se llegará a favorecer la promoción de unas edificaciones de alta eficiencia energética y las consiguientes inversiones en ahorro de energía.[1]

Es de destacar que el artículo 4 de la Directiva 2006/32/CE, sobre *la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos*, fija un objetivo mínimo orientativo de ahorro energético del 9% en el año 2016 (artículo aún en vigor, puesto que la nueva directiva 2012/27/UE no lo deroga).[7]

La citada Directiva dictamina también que, a más tardar, el 30 de abril de 2014, y a continuación cada tres años, los Estados miembros presentarán *Planes Nacionales de Acción para la Eficiencia Energética* donde se fijarán las actuaciones y los mecanismos precisos para conseguir los objetivos fijados. Por otra parte, el Consejo Europeo de 17 de junio de 2010, fijó como objetivo para el año 2020 ahorrar un 20% de su consumo de energía primaria.

Como consecuencia de estas obligaciones, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), en colaboración con el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDEA), ha elaborado el *Plan de Nacional de Acción de Eficiencia Energética (PNAEE) 2014-2020*⁷.

Así pues, el consumo de la energía es un aspecto que está directamente relacionado con la situación económica global y; por tanto, con los famosos ciclos económicos, por lo que es necesaria una aproximación general que permita el diseño de unas políticas comunes que apuesten fuerte por la eficiencia energética. Hay que tener en cuenta también, que a partir de 2008 la ralentización del crecimiento económico, al menos a nivel de la Eurozona, ha significado una reducción del consumo de energía a nivel global que habrá tenido su efecto en la emisión de gases de efecto invernadero⁸.

Por otra parte, como ya se ha comentado, a nivel de las FAS es manifiesta la importancia que a día de hoy presentan de los temas medioambientales. Así, el Secretario de Estado de Defensa publicó la Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, sobre *sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa*, cuyo contenido que está en consonancia con la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea; y también, ha visto la luz el Real Decreto 1287/2010, de

⁵ Publicado en BOE núm. 89 de 13 de Abril de 2013. Real Decreto que fue corregido posteriormente en el BOE 25 Mayo. Corrección de errores RD 235/2013 de 5 Abril.

⁶ Publicado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. BOE núm. 74 de 28 de Marzo de 2006

⁷ Presentado a la Comisión Europea el 30 de abril de 2014

⁸ Los gases que producen el denominado *efecto invernadero* son: el vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x), ozono (O₃) y los clorofluorocarbonos (CFC).

15 de octubre, que al desarrollar la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa, creó la Subdirección General de Sostenibilidad Ambiental y Eficiencia Energética, dentro de la Dirección General de Infraestructura (DIGENIN). Entre las funciones de esta Subdirección, destaca la de desarrollar la política medioambiental del Departamento y dirigir y supervisar el plan de ahorro y eficiencia energética del MINISDEF; para ello, tiene en cuenta las disposiciones establecidas en materia de ahorro energético en el Código Técnico de la Edificación para el proyecto, construcción, mantenimiento y conservación de los edificios.[9]

1.3.2 Eficiencia energética de un edificio

El diseño de edificios debe considerar los aspectos de ahorro de energía, por ejemplo, utilizando ventanales amplios que se orienten hacia el sur para que los días fríos de invierno, al abrir las ventanas, el simple calor solar sea suficiente para calentar los recintos del interior; aislando las superficies para que no existan fugas de calor; colocando paneles solares que aumenten de forma considerable la independencia de la energía eléctrica, etc.

Como ya se ha visto, en la Unión Europea existe una normativa aplicable, la Directiva de Eficiencia Energética de Edificios, con la idea de construir edificaciones cada vez más bioclimáticas que puedan aprovechar la energía del entorno, y obliga a expedir un Certificado de Eficiencia Energética (CEE) para los edificios o unidades de estos, que se construyan, vendan o alquilen. Cabe significar que, en España, el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprobó el Procedimiento Básico para la Certificación de la Eficiencia Energética de los Edificios, define la eficiencia energética de un edificio como *“El consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación”*.[6]

1.4 Certificado de Eficiencia Energética

El certificado de eficiencia energética de un edificio, cuya validez en nuestro país es de diez años, es la documentación que suscribe un técnico competente en esta materia (ver el listado especificado en el Anexo VI: Técnico competente para certificar) como resultado del proceso de certificación y que contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética del edificio o de una parte del mismo.

1.4.1 Fundamento legal de la certificación

El Real Decreto 235/2013, se dicta al amparo de la competencia que las reglas, 13ª, 23ª y 25ª del artículo 149.1 de la Constitución Española, atribuyen al Estado en relación a sus responsabilidades en materia de bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, protección del medio ambiente y bases del régimen minero y energético. El fundamento legal de la regulación de la certificación de eficiencia energética de los edificios se encuentra por un lado, en el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto fusionado de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios; y en otras leyes complementarias.[6][10]

También habrá que tener en cuenta, en particular para los edificios existentes, el artículo 83.3 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, en el que se establece que los certificados de eficiencia energética para estos edificios se obtendrán de acuerdo con el procedimiento que se establezca reglamentariamente, para ser puestos a disposición de los compradores o usuarios cuando aquellos se vendan o arrienden.[11]

1.4.2 Tipos de certificado

Los certificados de eficiencia energética pueden ser, en función de si el edificio es de nueva construcción o ya existente:

- Edificios o partes del edificio de nueva construcción:
 - Certificados de Eficiencia Energética del proyecto.
 - Certificados de Eficiencia Energética del edificio terminado.
- Edificios existentes:
 - Certificados de Eficiencia Energética de edificio existente

Como se verá en el punto siguiente, existen tres casos para los cuales es obligatorio obtener el Certificado de Eficiencia Energética, según establece claramente el artículo 2 del Real Decreto 235/2013.

1.4.3 Obligaciones y condicionantes

El propietario o promotor de un edificio, vivienda o local destinado a uso independiente o de titularidad jurídica independiente será el responsable de encargar el Certificado de Eficiencia Energética (CEE) del edificio, conservarlo y presentar este certificado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma para llevar a cabo su registro.

La obtención del CEE de los edificios es obligatoria en los siguientes casos:

- Para los edificios de nueva construcción, desde la entrada en vigor del Real Decreto 235/2013 (15 de abril de 2013).
 - Los certificados de proyecto o de edificio terminado obtenidos con anterioridad al 1 de junio de 2013 serán válidos, de acuerdo con el anterior RD 47/2007. A partir de esta fecha, el contenido del CEE tanto para edificios de nueva construcción como existentes deberá adecuarse a lo establecido en el artículo 6 del Real Decreto 235/2013⁹. [4][6]
- Para los edificios, o partes de edificios existentes, que se vendan o se alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor, desde el 1 de junio de 2013.

⁹ El Real Decreto 235/2013, en su Disposición adicional segunda, establece para los Edificios de consumo de energía casi nulo, lo siguiente:

1. Todos los edificios nuevos que se construyan a partir del 31 de diciembre de 2020 serán edificios de consumo de energía casi nulo. Los requisitos mínimos que deberán satisfacer esos edificios serán los que en su momento se determinen en el Código Técnico de la Edificación.
2. Todos los edificios nuevos cuya construcción se inicie a partir del 31 de diciembre de 2018 que vayan a estar ocupados y sean de titularidad pública, serán edificios de consumo de energía casi nulo.

- Para los edificios, o partes de edificios ya existentes, de titularidad pública, ocupados por una *autoridad pública*¹⁰ y frecuentados habitualmente por el público:
 - Cuando su superficie útil sea superior a 500 m², desde el día 1 de junio del año 2013.
 - Cuando su superficie útil sea superior a 250 m², desde el día 9 de julio del año 2015.
 - Cuando estén en régimen de alquiler y tengan una superficie útil superior a 250 m², desde el día 31 de diciembre del año 2015.

1.4.4 Edificios exentos de certificación

Los siguientes edificios no necesitan disponer, conforme a la normativa, de un certificado de eficiencia energética:

1. Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.
2. Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.
3. Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización ≤ 2 años.
4. Edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.
5. Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total que sea < 50 m².
6. Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.
7. Edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado a lo largo del año y con un consumo previsto de energía inferior al 25% de lo que resultaría de su utilización durante todo el año, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda.

1.4.5 Contenido del certificado de eficiencia energética

El CEE del edificio contendrá como mínimo:

1. Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.
2. Indicación del procedimiento¹¹ reconocido, al que se refiere el artículo 4 del R.D. 235/2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.[6]

¹⁰De acuerdo con la disposición adicional primera del Real Decreto 235/2013, se entenderá por *autoridad pública* a las Administraciones Públicas tal como son enumeradas en el artículo 2 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

¹¹ Los procedimientos para la calificación de eficiencia energética de un edificio deben ser documentos reconocidos y estar inscritos en el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que tendrá carácter público e informativo. Los documentos reconocidos con base en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, quedan incorporados automáticamente al registro que se crea.

3. Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.
4. Descripción de las características energéticas del edificio, es decir: envolvente térmica¹², instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.
5. Calificación de eficiencia energética del edificio, expresada mediante la etiqueta energética. (Se verá en el punto 1.5.3.)
6. Para los edificios existentes:

Documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes.

Las recomendaciones incluidas en el CEE abordarán:

- Las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente y de las instalaciones técnicas de un edificio.
- Las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.

Las recomendaciones incluidas en el CEE serán técnicamente viables y podrán incluir una estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil.

Contendrá información dirigida al propietario o arrendatario sobre dónde obtener información más detallada, incluida información sobre la relación coste-eficacia de las recomendaciones formuladas en el certificado.

La evaluación de esa relación se efectuará sobre la base de una serie de criterios estándares, tales como la evaluación del ahorro energético, los precios subyacentes de la energía y una previsión de costes preliminar. Por otro lado, informará de las actuaciones que se hayan de emprender para llevar a la práctica las recomendaciones.

7. Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo, en su caso, por el técnico competente durante la fase de calificación energética.
8. Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

¹² Se refiere a todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire, terreno u otro edificio) y todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los no habitables:

- Espacio habitable: espacio interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. (Habitaciones y estancias residenciales, oficinas, despachos...)
- Espacio no habitable: espacio interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. (Garajes, trasteros, cámaras técnicas, desvanes no acondicionados y sus zonas comunes)

1.5 La Certificación de un Edificio

1.5.1 Objeto y finalidad

El objeto 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, materializada en forma de un CEE que permita valorar y comparar sus prestaciones.

1.5.2 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. (CALENER, CE³X, etc.)
- 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.

1.5.3 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 1.1 el consumo de energía es de 95kWh/m^2 año.
- **Emisiones de CO₂** (expresado en KgCO_2/m^2 año). En el ejemplo de la figura 1.1 el volumen de emisiones es de $32\text{ KgCO}_2/\text{m}^2$ 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 V 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 1-1).[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 m² 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 m² 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 1.1, será con carácter voluntario.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EXISTENTE ETIQUETA

DATOS DEL EDIFICIO

Normativa vigente construcción / rehabilitación: Tipo de edificio:

Inserte aquí la normativa vigente: Dirección:

Referencia catastral: Municipio:

Inserte aquí la referencia catastral: C.P.:

C. Autónoma: Galicia:

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

	Consumo de energía kWh / m ² año	Emisiones kg CO ₂ / m ² año
A más eficiente		
B		
C	95	
D		32
E		
F		
G menos eficiente		

REGISTRO

Inserte aquí la fecha como dd/mm/aaaa

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA

Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 1-1. Etiqueta Energética de Edificio Existente

Fuente: <http://www.minetur.gob.es/energia>

1.6 Registro del Certificado en Galicia

Tal y como establece el RD 235/2013, el órgano competente de la Comunidad Autónoma (CA) en materia de certificación energética de los edificios establecerá y aplicará un sistema de control independiente de los Certificados de Eficiencia Energética y sus Registros.[6]

En Galicia, mientras no existe otra normativa autonómica que desarrolle este real decreto, la solicitud de registro de un certificado en el *Registro de Certificados de Eficiencia Energética* deberá ir dirigida a la Dirección General de Energía y Minas¹³.

El proceso se realizará, según que el tipo de edificio sea de nueva construcción o no, de la siguiente manera:

- Edificios de nueva construcción
 - Para inscribir los certificados de eficiencia energética de estos edificios se necesita los certificados de proyecto y de edificio terminado (código de procedimiento IN413C)
 - La solicitud se cubrirá de manera electrónica y el envío de la misma, junto con el resto de la documentación, será presencial.
- Edificios existentes
 - Para inscribir los certificados de eficiencia energética de edificios existentes. (código de procedimiento IN413D)
 - La solicitud se realizará a través de la sede electrónica.
 - En estos casos la cumplimentación de la solicitud realizara de manera electrónica y el envío de la misma junto con la documentación necesaria podrá realizarse de manera electrónica o presencial.

Las tasas y códigos aplicables para llevar a cabo los registros de Certificación Energética de los edificios correspondientes figuran reflejadas en el Anexo VII: Tasas de inscripción y códigos Galicia.

¹³ Consellería de Economía e Industria. Dirección Xeral de Enerxía e Minas. Edificios Administrativos San Caetano, s/n. 15781 Santiago de Compostela.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Certificación y etiquetado en otros países

La energía es, y lo será cada vez más, uno de los recursos más importantes para un mundo tecnificado; por tanto, la correcta utilización de ésta, evitando consumir más para obtener el mismo beneficio, ha sido uno de los objetivos prioritarios marcados dentro de las políticas conjuntas de los diferentes estados que componen la Unión Europea.

Con el objeto de promover la eficiencia energética de los edificios, la Directiva 2002/91/CE exigía a los Estados miembros de la Unión el establecimiento de un procedimiento de certificación, dirigido a los edificios, que pusiese a disposición del posible comprador o inquilino una información objetiva sobre el consumo energético del edificio. Y así, la certificación para los edificios de nueva construcción entró en vigor en noviembre del año 2007.[3]

Existen una gran variedad de factores que influyen de forma considerable en el índice de la eficiencia energética de cada uno de los países, entre los que cabe destacar: la estructura industrial del país, el nivel de equipamiento, la evolución económica, la evolución de los precios, la disponibilidad de recursos autóctonos, la diversificación energética, el clima, la situación geográfica y un largo etcétera.

El desarrollo de los diferentes procedimientos de certificación, en cada uno de los países de la Unión Europea, requiere principalmente establecer un indicador energético principal y varios complementarios y, como se verá más adelante, cada país miembro lo ha hecho de una manera diferente (ver tabla 2-1, pag 32).

Así pues, la materialización de la metodología de cálculo se hace a través de diferentes procedimientos y programas informáticos que cumplen una serie de requisitos y disposiciones técnicas que emanan de la propia Unión tal y como especifican MARTÍNEZ, F.J. y VELASCO GÓMEZ, E. (2006).[12]

2.1.1 Dinamarca

Es un país que lleva realizando certificaciones energéticas de edificios desde hace 10 años. Su legislación vigente en esta materia es de obligado cumplimiento en los edificios de nueva construcción con un uso no industrial, viviendas y de servicios. También contempla su aplicación para edificios ya construidos de menos de 1.500 m². Su proceso de certificación energética comienza con una Auditoría Energética de la que se obtiene la siguiente información:

- Como parte del control de calidad por parte de la Administración, se hace una segunda inspección aleatoria de edificios certificados, y si los resultados no coinciden con la primera, el consultor puede llegar a perder su acreditación o sufrir una penalización económica. (Ver figura2-1)



2.1.2 Francia

Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio mostrar la etiqueta de eficiencia energética junto con la oferta de venta o alquiler del inmueble. Establece que el consumo de energía para las instalaciones de calefacción, producción de agua caliente sanitaria, ventilación, climatización y, en determinados casos, iluminación debe ser menor que un consumo establecido como de referencia, según la zona del país donde se localice el edificio.

A la hora de realizar la clasificación existen dos métodos de cálculo, uno simplificado válido para edificios de menos de 220 m² y para personas sin conocimientos en temas técnicos, y otro más complejo para realizar por profesionales del sector. La clasificación energética media de los edificios franceses se corresponde con la letra E-240 kWh/(m²/a)



Figura 2-2 Certificación Energética de Francia.

Fuente: <http://www.ccee-colombia.org>

A diferencia de España, los Certificados utilizan una doble escala: la “escala de energía”, que indica el consumo de energía expresado en kWh/(m²/a); y la “escala de clima”, que muestra las emisiones de CO₂ en (kg/m²/año).(Ver figura 2-3).

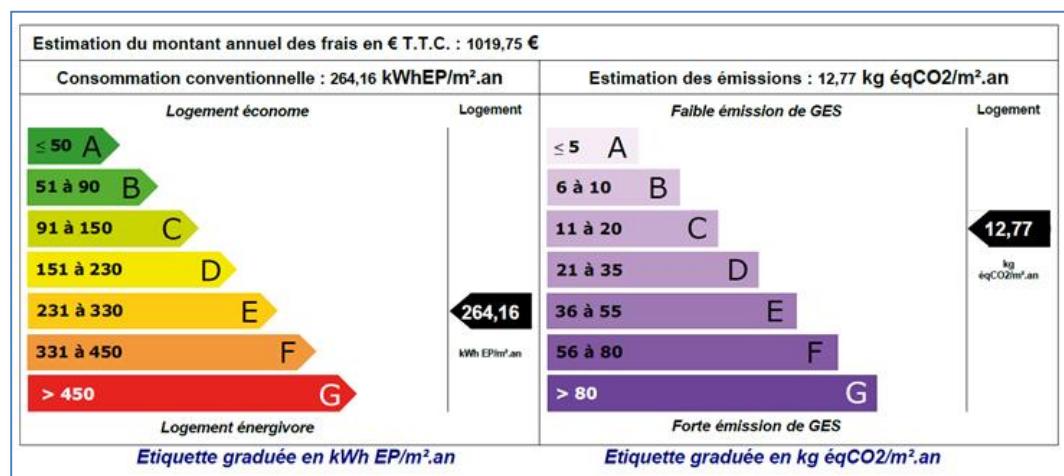


Figura 2-3La doble escala francesa.

Fuente: <http://www.developpement-durable.gouv.fr>

El decreto francés de 2006 para la aplicación de la eficiencia energética en los edificios permite una lectura, tanto de una estimación cuantitativa de euros del consumo de energía, como un uso de la etiqueta dual: una etiqueta de la energía y una etiqueta para el impacto del consumo sobre el calentamiento global.

La estimación del consumo de energía se establece sobre la base de un diagnóstico realizado por un método aprobado por el gobierno francés que se denomina método 3CL-ECD y también otros que cumplan las especificaciones de la orden de 15 de septiembre de 2006.

Significar que la validez del diagnóstico es de 10 años y que los organismos de certificación deben estar acreditados según la norma DIN EN ISO/IEC 17024.

2.1.3 Reino Unido

Reino Unido impuso el proceso de certificación energética en el año 1995. Su normativa es aplicable a viviendas y nuevas construcciones. La clasificación en este país recibe el nombre de SAP (Ver figura 2-4), y va desde el “1”, que corresponde a la menor calidad energética, hasta el “100”. Se considera una alta calidad energética, a partir de una clasificación de 80. La información que aporta esta clasificación se basa en el coste anual de energía para calefacción y agua caliente sanitaria, indicando lo que puede ahorrarse si se toman una serie de medidas.

En esta clasificación no se valora la localización del edificio, su climatología, ni consumos de iluminación y electrodomésticos. Para calcular la clasificación energética actual del edificio, cuenta con la ayuda de un programa informático, en el que se introducen los datos del edificio y acto seguido se obtiene la clasificación. Determina la calificación de la vivienda según su situación actual y la calificación potencial de la misma en base a las recomendaciones de mejora de su eficiencia energética. Finalmente, indica las tres medidas más recomendables aportando datos de coste, ahorros y si es subvencionable.

El Certificado de Eficiencia Energética para edificios ya existentes entró en vigor en 2007. En abril de 2012 se reformó la normativa para incluir los requisitos exigidos por la Directiva 2010/31/UE y ampliar la certificación a edificios no residenciales.[5]

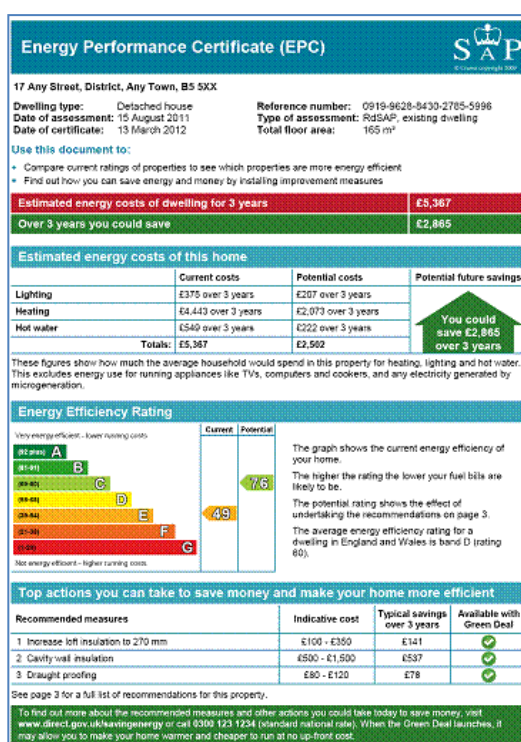


Figura 2-4 Certificado de eficiencia energética de Inglaterra.

Fuente: <https://www.gov.uk>.

2.1.4 Alemania

En Alemania existe un certificado energético, como se observa en la figura 2-5, desde el año 2002. La Ordenanza de Ahorro de energía –Energy Conservation Ordinance– (Energieeinsparverordnung, EnEV, 2002) que, aunque aprobada en 2002, ha ido modificándose para introducir los requerimientos de las directivas de edificación del UE. Establece la metodología de evaluación energética y los requisitos para obtener el certificado de eficiencia energética.

En la norma, se incluyen los requerimientos máximos de consumo de energía, valores límites de transmitancia térmica para elementos de la envolvente, exigencia sobre eficiencia del sistemas de calefacción, etc.

La metodología de evaluación se basa en comparar la demanda anual estimada de energía primaria de una vivienda, con respecto a una línea base de referencia, establecida en función del coeficiente de forma (Área de envolvente / Volumen de la vivienda). Para cumplir con la normativa la demanda de la vivienda a evaluar debe ser inferior al límite establecido. Además establece las pérdidas máximas de calor por transmisión a través de la envolvente. El consumo máximo permitido es 120KWh/m².

Se encuentran dos tipos de certificados:

- Certificado de Demanda – Edificaciones Nuevas.
- Certificado de Consumo – Edificaciones Existentes.

Existen dos métodos para determinar la Demanda de Energía Primaria:

- Método Simplificado (Método de Balance Periódico): si el porcentaje de ventanas respecto a la envolvente es menor al 30%.
- Método de Balance mensual: si el porcentaje de ventanas respecto a la envolvente es mayor al 30%.

Alemania definió una metodología de cálculo sencilla y opcionalmente un software para poder implementarla a mayor número de viviendas y con esto conseguir de mejor forma los objetivos. Se prefirió esto, a utilizar una metodología complicada, que dificultara su implementación y con ello, que redujera el efecto esperado. Alemania usa la escala energética HERS (RESNET), al igual que EEUU.

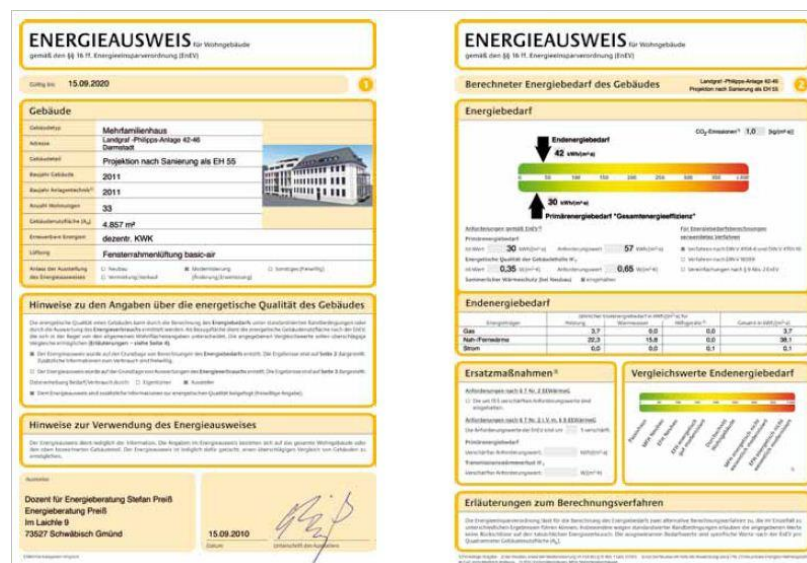


Figura 2-5 Certificado de Eficiencia Energética alemán.

Fuente: www.zukunft-haus.info/presse

2.1.5 Estados Unidos

En los Estados Unidos, el Residential Energy Services Network (RESNET) es el responsable de la creación y el mantenimiento de los estándares hipotecarios categoría *Nacional Home Energy*, así como de la certificación y garantía de calidad. Una calificación de energía en el hogar que se utiliza para determinar la eficiencia energética de una casa ya construida se conoce como "rating confirmado". Las Evaluaciones de Energía tienen en cuenta las diferentes condiciones climáticas en las diferentes partes del país y se cotejan según los datos de consumo promedio de energía domestica en una determinada

región climática. Las valoraciones proporcionan un índice de utilización de la energía relativa llamado Índice de HERS (Home Energy Rating Scale) como puede observarse en la figura 2-6.

El índice HERS es un índice relativo donde 100 representa el consumo energético de un edificio construido en base a los requerimientos normativos mínimos y un índice de 0 representa un inmueble que no consume energía de la red. Por tanto, cada punto menos que consiga el edificio sobre el estándar de 100 es considerado como un punto porcentual de reducción en el consumo de energía, así un inmueble que tiene un índice de 85 equivale a un 15 % de ahorro en su consumo energético sobre el estándar. Un índice de 0 (cero) indica que el edificio tiene un balance energético nulo,—lo ideal.

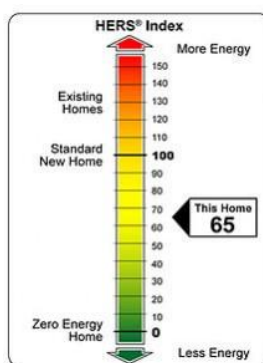


Figura 2-6 Valoración índice HERS. Fuente: www.certificadodeeficiencia.es

Las Calificaciones proyectadas dan a los futuros dueños de la casa y constructoras una estimación referente a la eficiencia de una vivienda, será después de la construcción o rehabilitación cuando se puede determinar las reformas más rentables para mejorar la eficiencia del edificio. Una calificación confirmada, *Home Energy Score*, nos indica la eficiencia actual de la vivienda en una escala del 1 al 10 (Ver figura 2-7), e identificará sus características energéticas: los niveles de eficiencia del aislamiento, ventanas, ratios de pared a la ventana, la eficiencia del sistema de calefacción y refrigeración, la orientación solar de la casa y el sistema ACS.

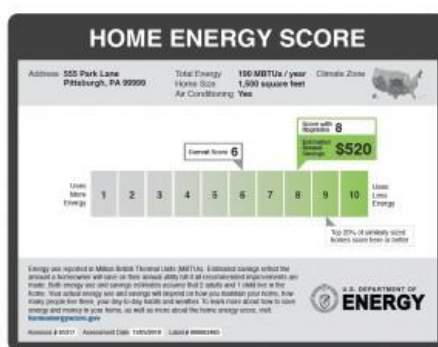


Figura 2-7 Sistema de calificación energética “Home Energy Score”

Fuente: www.greentrainingusa.com

2.1.6 Otros países

Los edificios que formaban parte de la antigua URSS son los que más energía consumen de la UE debido a las condiciones climatológicas y a la política energética de las últimas décadas, que difiere sustancialmente de Europa Occidental al depender en mayor porcentaje del carbón y utilizar sistemas de calefacción central.

En estos países ya se encuentra vigente la certificación de edificios existentes:

- Bulgaria (2005)
- Estonia (2009)
- Hungría (2008) (Ver figura 2-8)
- República Checa (2009)
- Polonia (2007)
- Rumanía (2011)
- Letonia (2008)
- Lituania (2007)
- Eslovaquia (2009).

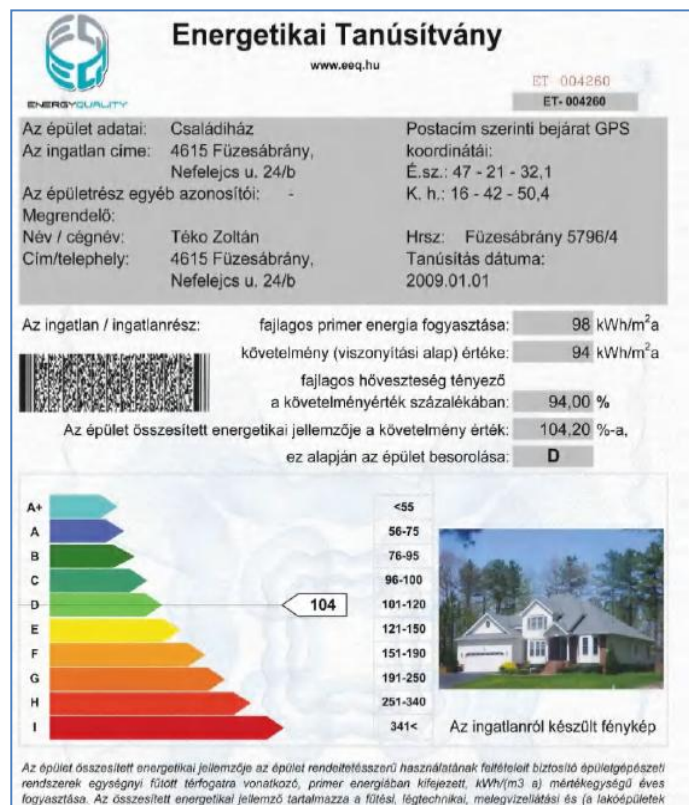


Figura 2-8.Certificado Energético de Hungría.

Fuente: <http://www.becquerel.es>

	DINAMARCA	FRANCIA	REINO UNIDO	ALEMANIA	ESPAÑA
OBLIGATORIEDAD	SI Comportamiento Energético Edificios nueva construcción de uso no industrial	SI Estudios de Eficiencia Térmica- 2008	SI Viviendas > 2 dormitorios 2007	SI Edificios nuevos 1995 y existentes 2008	SI Edificios: Nuevos-2007. Existentes 2013 compraventa o arrendamiento
PROGRAMAS INFORMÁTICOS	UMIP (Evaluación Medioambiental del Producto) Un programa de evaluación de impacto ambiental aplicado a edificios.	ESCALE Basado en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental aplicados en la fase de proyecto del edificio. Método 3CL-ECD	BREEAM: BRE Building Research Establishment Environmental Assessment Method ENVEST. (Environment Impact Estimating Desing Software) Programas de evaluación de impacto ambiental	PLA (Produkt Linien Analysen) Análisis de la línea de producto MIPS (Material Input Per Service) Permite cálculo más rápido del impacto ambiental	CALENER CE ³ X CE3
INDICADOR	Consumo de Energía. Consumo agua Emisiones CO ₂ Acompañado de plan de mejoras.	Consumo de energía kWh/m ² /año Emisiones de CO ₂ kg/m ² .anual	Emisiones CO ₂ kg/m ² anual	Consumo Energía Primaria (KwHm ² /anual)	Emisiones CO ₂ Kg m ² /año y edificio de referencia. Consumo EnergíaKwh/m ² año
ORGANISMO CERTIFICADOR	Técnico acreditado. (Ingeniero o Arquitecto con 5 años de experiencias)	AFNOR CSTB Acreditados por la norma DIN EN ISO/IEC 17024	Inspectores Hogar acreditados.	Entidades acreditadas por DENA.	Técnicos competentes conforme al Real Decreto 235/2013.
ETIQUETAS	Certificado de Eficiencia Energética. Edificios<1500m2: Energy labelling for Small Buildings” (EM). Edificios>1500m2: Energy Management Scheme for Large Buildings (ELO). 7 Niveles A1-C5	Diagnóstico de Eficiencia Energética (DPE) Escala energía Escala clima. Niveles A-G	Certificado Eficiencia Energética (EPC) SAP (Standard Assessment Procedure) Niveles de calidad energética Letras A a G. Valores entre 1 y 100	Certificado de Demanda Certificado de Consumo Niveles A-G Escala energética HERS	Certificado de Eficiencia Energética Niveles A-G
INSTITUCIÓN PÚBLICA	FEMSEX (Instituto Tecnológico Danés)	ADEME. Agencia Medioambiente y Energía)	BRE. NES. RICS.	DENA (Agencia Alemana de Energía)	IDAE. Ministerio Fomento

Tabla 2-1. Calificación Energética de viviendas, obligatoriedad, indicadores, etiquetas y normativa en diferentes países de la Unión europea.

2.2 Procedimiento Informático de Certificación

2.2.1 CALENER

El Programa informático CALENER es una herramienta informática promovida por el MINETUR, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio, tanto en su fase de proyecto como del edificio terminado. El programa consta de dos herramientas informáticas para una utilización más fácil por el usuario.

Así pues, podría decirse que CALENER es un entorno o familia de aplicaciones y documentos informáticos, como refleja la figura 2-9, destinado a la Calificación Energética de edificios, basándose en el diseño arquitectónico y constructivo y en los sistemas energéticos proyectados. Por ser un requisito previo se supone que el edificio a calificar bajo esta aplicación ha superado todos los aspectos recogidos en el CTE.

- CALENER-VYP: Programa para edificios de viviendas y edificios destinados al sector terciario de tamaño pequeño o mediano, permite obtener todas las calificaciones energéticas, de la letra A, a la G. La aplicación se basa en la definición geométrica y constructiva que se puede obtener a través del programa LIDER¹⁴ (asegurando así el cumplimiento del HE₁ del CTE) mediante una exportación rápida, a continuación se deben definir:
 - Las cargas internas mínimas.
 - La iluminación del edificio (en el caso de uso no residencial, ya que en el caso de uso residencial están prefijadas).
 - Los sistemas de climatización y producción de ACS, su ubicación, potencia, rendimiento, tipo de energía, consumo, etc.

Finalmente se realiza una comparación del edificio proyectado con un edificio de referencia.



Figura 2-9. Carátula Programas CALENER.

Fuente <http://www.certificadosenergeticos.com>

- CALENER-GT (Gran Terciario): En este programa se puede introducir cualquier edificio, en principio sin limitación de instalaciones. Permite obtener todas las calificaciones energéticas, de la letra A, a la G. La aplicación se basa en la definición geométrica y constructiva que se puede obtener a través del programa LIDER (asegurando el cumplimiento del HE₁ del CTE).

¹⁴ LIDER es una aplicación informática que se puede emplear para verificar, de forma temporal y bajo ciertas condiciones técnicas, las exigencias de demanda energética establecidas en los apartados 2.2.1.1.1, 2.2.1.1.2 y punto 2 del apartado 2.2.2.1 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB- HE del Código Técnico de la Edificación. Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo los cálculos de demanda energética de los edificios.

- La alternativa es la entrada de datos directa desde CALENER GT en la que, se necesitarán, planos muy detallados para conseguir definir correctamente los polígonos que forman el edificio.

A continuación se deben definir de forma precisa:

- Las condiciones de uso y funcionamiento del edificio (detalle de los horarios diarios, semanales y anuales para iluminación, calefacción, refrigeración, ventilación, etc).
- Los equipos y sistemas, información muy detallada.

Finalmente se realiza una comparación del edificio proyectado con un edificio de referencia.

Nunca debe utilizarse esta versión para la calificación de ningún tipo de viviendas. Para decidir qué edificios del sector no-residencial o terciario son grandes y cuáles pequeños y medianos debemos basarnos fundamentalmente en los tipos de sistemas (alcance) de los programas. Así, se recomienda el uso de CALENER-GT en aquellas situaciones en las que, debido al tipo de sistema que tiene el edificio, no pueda usarse CALENER-VYP o cualquier otra versión que se desarrolle en el futuro.

2.2.2 Principales inconvenientes del CALENER

En general, el programa CALENER no se corresponde con el estado actual de la técnica de desarrollo de software informático. La mayor parte de las dificultades y problemas que aparecen en el manejo de los mismos, según manifiestan diversos colegios profesionales del sector, se podrían evitar mediante la implantación de soluciones que son de uso generalizado en otros programas actuales; por ejemplo, el Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-navarro, especifica algunos de los motivos que llevan a estas consideraciones:

1. Es un programa demasiado complicado y requiere el empleo de mucho tiempo a la hora de introducir los datos de los edificios.
2. La herramienta de exportación de CALENER GT produce fallos sistemáticos (geometrías, infiltraciones, tipos de cerramiento,...) que deben solucionarse. Se debería incluir la exportación de los elementos de sombra.
3. El programa CALENER GT debería permitir la existencia de dos ó más sistemas de frío diferentes aplicados a un mismo espacio.
4. El programa CALENER VYP debería incluir sistemas de climatización que utilizan agua fría. Se trata de un tipo de sistema muy extendido en edificios de terciario y que también se da frecuentemente en viviendas. En este último caso, las viviendas no pueden ser calificadas de ninguna manera, pues el CALENER GT no sería aplicable.
5. Para la calificación energética en edificios de terciario, no tiene sentido la comparación con el edificio de referencia. No es admisible que, para un mismo edificio, soluciones que disminuyen las emisiones globales de CO₂ del edificio puedan dar un resultado más desfavorable en la calificación, simplemente, porque las mejoras sobre el edificio de referencia son mayores que las obtenidas en el edificio objeto. Lo mismo ocurre en el caso inverso: Soluciones que incrementan las emisiones del edificio objeto pueden dar una mejor calificación del edificio por el hecho de que la solución incrementa las emisiones del edificio de referencia en mayor medida que las del edificio objeto.
6. El manual del programa debería ser mucho más claro, deteniéndose en cada casilla y explicando todas las posibilidades de los valores a introducir y las causas de los posibles errores que puedan ocurrir en cada caso.

7. Deberían existir unas normas generales más concretas para aplicar a la hora de introducir los edificios, sobre todo en el caso de las simplificaciones que se pueden hacer, de modo que un mismo edificio introducido por dos usuarios distintos no pueda dar dos resultados diferentes.
8. No permite introducir prácticamente ningún tipo de las soluciones singulares conocidas: muros “trombe”, fachadas ventiladas, invernaderos adosados, etc.
9. Se echa de menos una herramienta tipo “Deshacer”, que incorporan la práctica totalidad de programas actuales. La no existencia de esta herramienta obliga a grabar múltiples versiones ó ficheros intermedios de un mismo edificio a medida que se va generando el mismo, para poder corregir posibles errores.

2.2.3 Otros procedimientos informáticos

Además de CALENER, existen los siguientes procedimientos:

- Procedimientos Simplificados para la Certificación Energética de edificios existentes.
Los Programas CE3 y CE³X, son herramientas informáticas promovidas por el MINETUR, a través del IDAE, y por el Ministerio de Fomento, que permite obtener la certificación de eficiencia energética de un edificio existente.
- Procedimientos para Calificación de Eficiencia Energética de edificios de viviendas.
El Programa CERMA, es una herramienta informática que ha sido reconocida por el MINETUR y por el Ministerio de Fomento, y que permite obtener, de forma simplificada, la calificación de eficiencia energética de edificios de viviendas.
- Procedimientos Simplificados de carácter prescriptivo para la Calificación de Eficiencia Energética de edificios de viviendas.
Son documentos técnicos que han sido reconocidos por el MINETUR y por el Ministerio de Fomento y que permiten obtener la calificación de eficiencia energética de viviendas de forma simplificada mediante el desarrollo de la metodología de cálculo

2.2.4 El uso de los programas CE³X y CE3 en vez de CALENER

Para dar soporte a los técnicos competentes encargados de la certificación energética de los edificios ya existentes, y debido a presunta complejidad y a las problemáticas iniciales del CALENER (ya vistas en el punto 2.2.1.), el IDAE adquirió el compromiso de publicar al menos un procedimiento de Certificación Energética de Edificios Existentes (CEEX), que aplicase de forma más sencilla la metodología oficial de cálculo para este tipo de certificaciones. Con este fin, el citado organismo contrató mediante concurso público¹⁵ la licitación para realizar dichos trabajos.

La realización de los procedimientos informáticos para edificios residenciales, pequeño terciario y gran terciario, fue adjudicada a dos empresas especializadas Natural Climate Systems, S.A. (UTE Miyabi-Fundación Cener) y Applus Norcontrol S.L.U.

Con objeto de proveer no sólo de un procedimiento, sino de dos, y que fuesen los técnicos certificadores los que seleccionasen con cual trabajar. A partir del año 2013 dichos procedimientos informáticos son ya documentos reconocidos según el procedimiento establecido por los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y el Ministerio de Fomento. Actualmente estos programas gratuitos,

¹⁵Bases publicadas en el Suplemento al Diario Oficial de la Unión Europea publicó el 4 de diciembre de 2008.

junto con sus manuales, pueden descargarse visitando la página web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo: Programas.



Figura 2-10. Carátula Programa CE³X.

Fuente <http://www.certificadosenergeticos.com>

Los procedimientos en cuestión son dos programas informáticos:

- CE³X desarrollado por Natural Climate Systems, S.A. (UTE Miyabi-Fundación Cener). Figura 2-10.
- CE3 desarrollado por Applus Norcontrol S.L.U.

Cada uno de ellos presenta módulos específicos para el desarrollo de los procedimientos:

- Vivienda “ViV”.
- Pequeño y Mediano Terciario “PYMT”.
- Gran Terciario “GT”.

Estos programas se han puesto a disposición de los técnicos certificadores y del ciudadano, junto con la documentación técnica que se indica a continuación para su correcta comprensión y utilización:

- Manual de usuario.
- Manual de fundamentos técnicos.
- Ejemplos de aplicación para las tres tipologías (ViV, PYMT, GT).
- Guía para la elaboración del certificado energético.

Ambos procedimientos permiten la certificación energética de edificios ya existentes de uso residencial, pequeño terciario y edificios de gran terciario, estableciendo un grado de eficiencia energética basado en las emisiones de CO² derivadas de los consumos asociados a las necesidades de calefacción, refrigeración, calentamiento de agua, ventilación e iluminación.

La etiqueta energética clasifica los edificios dentro de una escala de siete letras, que parte de la letra G (menos eficiente) a la letra A (más eficiente). Adicionalmente, las herramientas informáticas aportan medidas de mejora de la eficiencia energética y permiten la definición de conjuntos de medidas por parte del técnico certificador, así como la realización de un análisis económico de estas medidas a partir de los costes de inversión, los ahorros de energía conseguidos y las facturas reales de energía del edificio.

Con esta información el propietario del edificio podrá valorar y acometer, voluntariamente, acciones de renovación con el objeto de mejorar su calificación energética.

Finalmente, las herramientas informáticas generan automáticamente un certificado que recoge la etiqueta energética junto con las nuevas calificaciones tras aplicar las medidas de mejora.

CALENER es el procedimiento de referencia para la calificación energética de edificios, no obstante, ha sido necesario el desarrollo de procedimientos algo simplificados como los reflejados en los programas CE3 y CE³X, para el caso de edificios existentes pues, soluciona el problema de la obtención de determinados datos necesarios para la introducción del edificio en el programa CALENER, que puede ser muy costosa (composición de cerramientos, etc.).

Además, estos programas cubren la necesidad de que, en la propia calificación de un edificio existente han de proponerse medidas para mejorar su calificación. Estos programas han sido ampliamente testados antes de su publicación oficial y el proceso de análisis de los mismos ha consistido en la realización de diversos test:

- Test de calidad informática.
- Test de usuario.
- Test de precisión, comparativos con CALENER.

El test de calidad informática y el de usuario, se han realizado mediante una encomienda de gestión al Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO) para la realización de una evaluación de la calidad de los productos software, consistentes en test de usabilidad con usuarios reales. La precisión de los procedimientos simplificados desarrollados para la calificación energética de edificios existentes CE3 y CE³X, se ha determinado por comparación con el procedimiento informático de referencia para calificación energética de edificios CALENER.

Las simulaciones se llevaron a cabo directamente en el propio IDAE y mediante colaboración con el INTECO. El total aproximado de horas de simulación para realizar la comparativa CALENER – CE3 y CE³X fue de 4.000 horas, trabajando con varios equipos informáticos en paralelo. Como resultado de la batería de pruebas que ambos programas superaron, se detectaron determinados problemas que fueron solucionados antes de la salida a producción de la aplicación.

Como conclusión, la necesidad de obtener un procedimiento simplificado, y adaptado para la calificación de edificios existentes que fueron construidos con normas básicas de edificación anteriores a la publicación del Código técnico de Edificación en 2006, ha sido cubierta con las herramientas CE3 y CE³X (con sustanciales diferencias a la hora de introducir los datos), pero con uniformidad en su salida para ofrecer a los técnicos competentes la posibilidad de elegir la que más se adapte a su forma de trabajar.

Ambos programas son equivalentes y se puede utilizar uno u otro indistintamente.

Debido a la necesidad de elaborar y publicar estas herramientas con la suficiente calidad y un alto grado de uniformidad y coherencia, tanto entre ellas, como con el procedimiento de referencia CALENER, se realizaron otra serie de pruebas que ambos programas superaron con creces y que han servido para mejorar la operatividad de los mismos.

La situación a día de hoy es que estos programas están siendo usados por los técnicos competentes que, además, están recibiendo formación específica mediante un *Plan de Formación* que se diseñó por parte de IDAE con objeto de proveer no sólo de las herramientas, sino también de la formación, a los técnicos que serán los encargados de realizar la evaluación energética del parque edificatorio existente en España.[13]

2.3 Parque Edificatorio y Certificación Energética

2.3.1 El parque edificatorio español

Según el documento elaborado por el Ministerio de Fomento, el pasado mes de junio de 2014, titulado “Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética del sector de la edificación en España”, el parque edificatorio español se divide en edificios residenciales y no residenciales.

Los primeros, tal y como muestra la figura 2-11, se subdividen en viviendas unifamiliares (de un propietario) y viviendas plurifamiliares en régimen de propiedad horizontal (las comunidades de propietarios). Y en el parque de edificios no residenciales se contemplan aquellos de titularidad pública (los edificios pertenecientes a las diferentes administraciones del Estado) y los de titularidad privada.

PARQUE EDIFICATORIO ESPAÑOL	
EDIFICIOS RESIDENCIALES	NO RESIDENCIALES
VIVIENDAS UNIFAMILIARES	TITULARIDAD PUBLICA
VIVIENDAS PLURIFAMILIARES	TITULARIDAD PRIVADA

Figura 2.11 Estructura del parque edificatorio español.

En función de los datos del censo catastral del año 2011, que son los que se incluyen en este documento, en España existe un parque con 25,2 millones de viviendas que, atendiendo a su propiedad (un propietario o varios) puede quedar distribuido de la siguiente forma:

- Viviendas plurifamiliares (edificios) 17.250,759 (68,6%)
- Viviendas unifamiliares 7.709,272 (31,4%)

A nivel general y si se atiende a su uso, el parque edificatorio podría clasificarse de la siguiente manera:

- Viviendas Principales 17.528,518 viviendas (75,0%)
- Viviendas Secundarias 3.616,895 viviendas (14,8%)
- Viviendas Vacías y otras 3.374,291 viviendas (13,8%)

2.3.2 Registro actual de certificaciones

Es evidente que el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprobó el Procedimiento Básico para la Certificación de la Eficiencia Energética de los Edificios, es una norma muy reciente que se está implantando en este preciso momento, puesto que de esos más de 25 millones de viviendas que integran el amplio parque edificatorio nacional, tan solo han sido certificadas energéticamente, a fecha 1 de junio de 2014, 628.164 viviendas.[6]

De este modo, según se aprecia en la tabla 2-2, Cataluña, Valencia y Madrid, son las Comunidades Autónomas que más registros han formalizado hasta esa fecha y, por el contrario, las comunidades de Aragón, Galicia y Extremadura, las que menos.

La tabla 2-2 muestra también para cada una de las Comunidades Autónomas –excepto el País Vasco, del que no se disponen de datos, el número de edificios existentes; es decir, ya antiguos, que han obtenido y registrado a fecha 1 de junio de 2014 una calificación energética.

Por otra parte, al tratarse de edificios existentes, no sorprende que el 45% de las citadas edificaciones hayan obtenido como calificación energética la letra “E” y que tan solo el 4% hayan conseguido un certificado eficiente como el representado por las letras A,B y C. Es más, el 85% de estos edificios obtienen una calificación energética definida por las letras E, F y G.

	Calificaciones energéticas de edificios existentes							
CC.AA.	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
ANDALUCÍA	98	525	2.481	7.484	41.222	12.345	24.153	88.308
ARAGÓN	-	-	2	8	17	3	2	32
ASTURIAS	7	30	164	647	1.695	466	984	3.993
BALEARES	36	119	507	1.414	6.412	2.216	7.313	18.017
CANARIAS	70	294	957	966	2.999	2.979	23.907	32.172
CATALUÑA	280	1.366	8.123	22.892	86.985	26.259	49.184	195.089
C LEÓN	205	202	1.738	5.542	13.903	2.405	3.705	27.700
C MANCHA	17	35	295	1.812	5.487	1.043	1.818	10.507
EXTREMADURA	-	4	50	121	565	151	181	1.072
GALICIA	1	4	19	43	16	48	123	254
MURCIA	8	21	273	828	6.726	2.727	5.650	16.233
NAVARRA	14	68	418	1.424	2.526	660	816	5.926
RIOJA	15	32	259	1.040	3.254	398	390	5.388
VALENCIA	54	1.190	2.131	8.270	61.813	16.262	39.168	128.888
MADRID	155	675	3.942	13.702	46.306	10.729	15.859	91.368
CANTABRIA	19	11	148	564	1.493	365	472	3.072
TOTALES	979	4.576	21.507	66.757	281.564	79.056	173.725	628.164
% del Total	0%	1%	3%	11%	45%	12%	28%	100%

Tabla 2-2Calificaciones energéticas de edificios existentes

Fuente: MINETUR (Informe 1 junio 2014)

Aunque no es objeto de este Trabajo, tan solo con el propósito de comparar el número de certificados registrados que hasta esa misma fecha se han tramitado en la administración, en relación con los edificios de reciente creación; y también para dar una idea de la calificación energética media del conjunto, se ha decidido incluir en este Trabajo la tabla 2-3. Sepuede observar en la misma que tan solo se han certificado 14.140 edificios nuevos en toda España, asunto en el que la crisis del sector seguro que también tiene algo que ver.

Paradójicamente, Extremadura es la segunda comunidad con mayor número de registros en esta ocasión, después de Cataluña, y Valencia también se encuentra a la cabeza. Por el contrario, las comunidades de Aragón, Castilla-La Mancha y Cantabria, las que menos.

En cuanto a la calificación energética de estos edificios nuevos, se observa que el 25% se encuentran con una calificación energética de letras A, B y C; que el 72% obtienen una calificación media representada por las letras D y E, y que solo un 3% de edificaciones obtienen una certificación energética pobre representada por las letras F y G.

En conclusión, el parque de viviendas de edificios existentes presenta una pobre calificación energética y debe de acometer reformas importantes para llegar a obtener el deseado ahorro energético.

Por el contrario, los edificios de nueva creación, gracias a normas como el Código Técnico de la Edificación, se están ajustando a las intenciones del resto de la normativa nacional y europea que abogan por la promoción de edificaciones con buenos rendimientos energéticos y, por otro lado, es obvio que en un futuro este esfuerzo representará un claro ahorro a nivel país.

CC.AA.	Calificaciones energéticas de edificios nuevos							
	A	B	C	D	E	F	G	
ANDALUCÍA	15	43	122	337	73	8	11	609
ARAGÓN	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTURIAS	-	4	5	1	7	-	-	17
BALEARES	1	4	6	28	63	31	55	188
CANARIAS	1	4	12	42	55	16	51	181
CATALUÑA	526	823	988	1.903	1.290	-	-	5.530
C LEÓN	20	9	13	18	11	1	-	72
C MANCHA	2	3	8	3	1	-	-	17
EXTREMADURA	24	87	211	560	2.133	-	-	3.015
GALICIA	12	13	10	15	15	-	-	65
MURCIA	-	1	4	26	77	25	21	154
NAVARRA	114	140	137	179	136	20	21	747
PAÍS VASCO	3	7	50	57	7	1	-	125
RIOJA	1	10	29	93	120	16	14	283
VALENCIA	8	11	69	1.598	1.265	-	-	2.951
MADRID	2	37	79	36	18	-	4	176
CANTABRIA	-	-	1	1	4	4	-	10
TOTALES	729	1.196	1.744	4.897	5.275	122	177	14.140
%	5	8	12	35	37	1	2	

Tabla 2-3 Calificaciones energéticas de edificios nuevos

Fuente: MINETUR (Informe 1 junio 2014)

3 DESARROLLO DEL TFG

La primera parte de este capítulo pretende dar una visión general de la edificación formada por el Cuartel *Almirante Francisco Moreno*, de su historia, de las características y las remodelaciones sufridas con el tiempo y de las especificaciones y condicionantes arquitectónicos. A continuación, recoge sucintamente el trabajo de campo y la toma de datos llevada a cabo en relación a sus fachadas, suelos, cubierta, alero, ventanas, etc., que ha sido imprescindible antes de llevar a cabo la introducción de datos en el programa CE³X, que se verá en el capítulo IV.

3.1 Antecedentes

La Escuela Naval Militar de Marín (Pontevedra) se fundó en el año 1943, cuando fue trasladada desde su anterior emplazamiento en la localidad de San Fernando (Cádiz), y se ubicó en las antiguas instalaciones de la Escuela de Artillería y Tiro Naval fundada por el Capitán de Corbeta don Jaime Janer. (Ver figuras del Anexo III: Planos Marín-Escuela Naval). El Cuartel de Alumnos *Almirante Francisco Moreno*, es uno de los edificios que alberga a una parte de los Caballeros Alumnos y fue inaugurado oficialmente el día 22 de marzo de 1977, tras una ceremonia que presidió el entonces ministro de Marina, Almirante Pita da Veiga. El edificio está situado en la gran explanada de la Escuela Naval (figura 3-1), pero en unos terrenos que fueron ganados al mar y; por tanto, de relleno, como puede apreciarse en la fotografía que se incluye en el Anexo IV: Vistas Escuela Naval. La situación del cuartel en dichos terrenos se llevó a cabo con el objeto de procurar interferir lo menos posible la perspectiva de entrada a la ENM con el gran Mástil que destaca sobre la ría de Pontevedra.



Figura 3-1 Detalle del Cuartel Almirante Francisco Moreno

Desde el inicio de su vida útil, el *Cuartel Almirante Francisco Moreno*, ha sufrido varias reformas o mejoras en lo referente a su calidad de habitabilidad:

- La primera reforma se llevó a cabo entre los años 1987 y 1988, pero solo afectó a los baños de la edificación y a su escalera central.
- Una segunda reforma, esta vez en el año 2004 y solo en su ala Norte, consistió en la adecuación de las camaretas, los habitáculos de estudio de la primera y de la segunda planta, baños nuevamente, la cubierta y la fachada de la referida ala Norte.
- Y una tercera reforma, en el año 2010, se llevó a cabo para rehabilitar la Biblioteca de Alumnos “Gabriel Císcar y Císcar”, con motivo de la implantación del nuevo Plan de Estudios cursado por el nuevo modelo de enseñanza, situado en uno de los patios cubiertos, el Patio Sur.

El edificio cuartel limita con el mástil de señales por su fachada principal, que se encuentra orientada a levante; con la Avenida de Méndez Núñez, por su fachadas Sur y Este; con el Centro de Adiestramiento de Seguridad Interior (CASI), por la fachada posterior y, por último, con la pista militar por su fachada Norte. (Ver planos del Anexo III: Planos Marín-Escuela Naval).

3.2 Características de la edificación

El Cuartel Almirante Francisco Moreno, es una edificación de gran composición que presenta unas líneas sencillas que no desentonan en absoluto con el resto de construcciones aledañas ubicadas en la ENM. El edificio situado en un solar de unos 3.168,82 m², se compone de una planta baja y de dos plantas superiores en donde se sitúan los dormitorios, los estudios y los baños de los alumnos de la ENM. Presenta una clara simetría en forma de “H”, pero cerrada por su fachada oeste; y con su eje principal orientado al 070.

Cada una de las dos plantas consta de dos módulos perfectamente simétricos de unos 1.925,56 m² habitables cada uno, teniendo como unión entre ambos un espacio de descanso a modo de hall de 201,7 m².

En cada módulo se ubican 22 dormitorios con capacidad para 4 camas, en la mayoría de los casos, y 3 amplios aseos. En total cada uno de los 4 módulos puede albergar a 88 alumnos. Por tanto, la superficie total útil de cada planta es de 2.127,27 m² y cada una de ellas puede alojar a 176 alumnos. Así pues, el cuartel podría dar cabida a 352 alumnos.

Los módulos de estas dos plantas, denominados familiarmente *ala norte* y *ala sur*, se encuentran separados por dos patios centrales descubiertos que, a su vez, presentan una unión a través de un módulo central de unos 130 m² destinado a zonas comunes y amplias escaleras, y un núcleo de acceso principal, como se aprecia en la figura 3-1. Así pues, el acceso ala edificación, se realiza por su fachada Este según se aprecia en la figura 3-2.

Se completa el edificio con dos patios cubiertos, situados en la fachada Norte y Sur destinados a formación del personal. (Ver Anexo Anexo VIII: Planos planta y alzado cuartel). Bajo los módulos, la planta baja se encuentra abierta al exterior por su fachada norte donde los pilares de la construcción se unen por muros de hormigón visto y, quedando al aire alternativamente, éstos, con amplias aperturas en forma de arco conformando hasta un número de seis en la cara norte y de tres en la fachada principal que da al Este. (Ver Anexo VIII planos de alzado de las fachadas).

A ambos lados del patio central descubierto, se sitúan dos amplias dependencias destinadas a la biblioteca y a un pequeño gimnasio. Como ya se comentó, las alas norte y sur se unen por el extremo Oeste mediante una estrecha franja de 4 m que alberga la sala de máquinas y otras dependencias donde también se aloja un cuarto de jardinería y unos cuartos de uso para almacenes.

La edificación data del año 1977, luego la cimentación está compuesta básicamente por:

- Pilotes de hormigón armado de 400 Kg de cemento por cada m³ de hormigón.
- Vigas de cimentación y encepado de los anteriores pilotes, ambos de hormigón armado.



Figura 3-2. Vista de alzada de fachada principal.

3.3 Condicionantes arquitectónicos del edificio

Debido a las condiciones arquitectónicas del Cuartel *Almirante Francisco Moreno*, para llevar a cabo correctamente su calificación energética, en este estudio ha sido preciso dividir el edificio en cuestión en tres zonas. Cada una de estas zonas comprende una sección independiente, a efectos del estudio, y hace referencia al conjunto de plantas habitables de las que está compuesto el cuartel de alumnos tal y como se especifica en la figura 3-3.

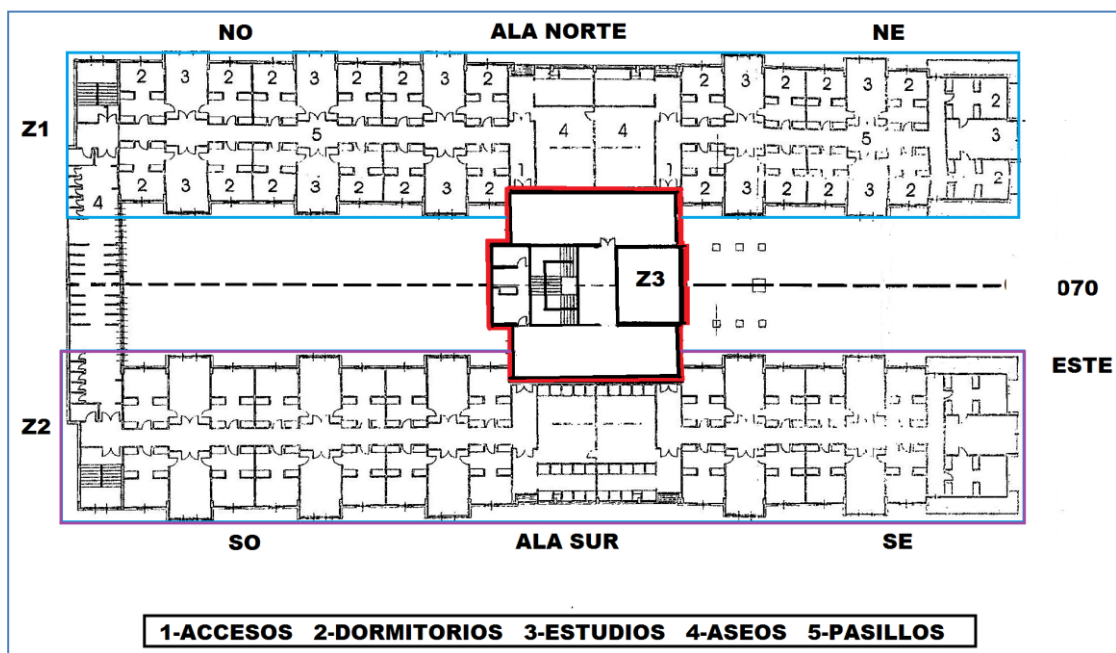


Figura 3-3. Zonas de estudio.

- La zona 1 (Z1), en color azul claro como muestra la figura 3-3, comprende a su vez las alas NO y NE del edificio. En ella se ubican las camaretas y los estudios de los aspirantes, así como el cuarto de baño central y un cuarto de baño de las damas alumnas como se puede apreciar en la distribución numérica de la misma figura 3-3.
- La zona 2 (Z2), en color violeta, es simétrica a la Z1, pero ubicada en la cara sur de la edificación, está compuesta por las alas SO y SE del cuartel, así como del cuarto de baño central y de un cuarto de baño para damas alumnas.
- La zona 3 (Z3), en color rojo, es la correspondiente al espacio intermedio que sirve de unión de las zonas Z1 y Z2. En la actualidad tiene un uso de Hall y está compuesta por mobiliario, sillones y mesas, para el descanso de algunos caballeros a lo largo de sus ajetreados días en la Escuela Naval. A su vez es donde se sitúan los alumnos que están de guardia del cuartel, familiarmente llamados “cuarteleros”.

Al ser un edificio con una arquitectura simétrica, nos encontramos idénticas fachadas y suelos en ambas zonas Z1 y Z2, con la única salvedad que, a la hora de introducir los datos, debajo de gran parte de la zona 1 se encuentra el Patio Norte, una zona diáfana expuesta al aire libre, sin embargo, debajo de la zona 2, se encuentra ubicada la biblioteca de alumnos “Gabriel Císcar y Císcar”.

Para la introducción de datos en el programa se ha tenido que tener en cuenta todas estas consideraciones que afectan a las distintas fachadas que componen las zonas de división, observando expresamente los espacios que están en contacto por su parte inferior, ya sea aire o terreno, pues afecta al cálculo de la envolvente térmica.

3.4 Fachadas

3.4.1 Generalidades

Los materiales que componen la edificación son los de uso habitual en la húmeda y lluviosa zona de Galicia donde se encuentra situado, Marín. Las fachadas se encuentran formadas por:

- Una combinación de aplacados de granito gris pulido.
- Zonas de mortero mono capa.
- Paneles prefabricados para formación de las ventanas.
- Pequeñas zonas de ladrillo cerámico esmaltado.

Las distintas fachadas y suelos que se van a estudiar por separado, para estas zonas Z1 y Z2, son las que se reflejan en la Tabla 3-1 que sigue a continuación y se detallan en plano de la figura 3-4 de la página siguiente y en los Anexo X: Imágenes fachadas principales y Anexo XI: Imágenes fachadas secundarias.

Las ventanas referentes a los estudios están compuestas por tres bloques de tres cristales cada uno en el sentido vertical. Todas las ventanas del cuartel son de una sola hoja y su perímetro está protegido por un marco metálico de color oro oscurecido.

Además de las ventanas, la fachada cuenta con diferentes puentes térmicos, entendiéndose éste, tal y como especifica la lección 03 del tema 1 relativa a “Ahorro de energía y la envolvente térmica” de los apuntes de la Universidad de Arquitectura de A Coruña, como: *“la intersección de un elemento con otro de mayor conductividad térmica de tal forma que la cantidad de vapor que atraviesa la sección de dicho material será mayor que la que atraviesa otra sección cualquiera del resto del parámetro”*.

ZONA	FACHADAS	SUELOS
Z1	ALD (Alzado Lateral Derecho)	BAÑOS PATIO NORTE
	PPAL (Principal)	ALA NE
	POSTERIOR	ALA NO
	ALI (Alzado Lateral Izquierdo)	BAÑOS DAMAS
	PATIO INTERIOR	TATAMI
	BAÑOS-PATIO INTERIOR	
Z2	ALI	CAMARETAS
	PPAL	BAÑOS
	POSTERIOR	BAÑOS DAMAS
	ALD	
	PATIO INTERIOR	
	BAÑOS- PATIO INTERIOR	

Tabla 3-1. Distribución de fachadas Z1 y Z2.

3.4.2 Fachadas Z1 ALD y ALI

Se corresponden con el alzado lateral derecho (ALD) de la zona 1, que queda enfocado hacia la ría; y el alzado lateral izquierdo (ALI) del edificio, el cual mira hacia el cuartel de alumnos “Marqués de la Victoria”.

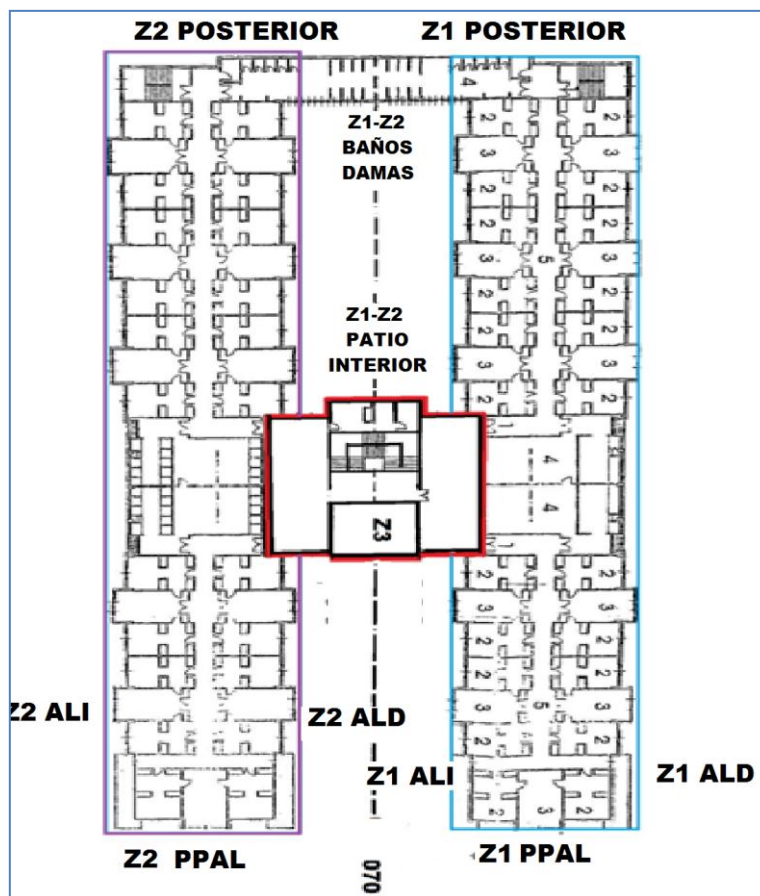


Figura 3-4. División de las fachadas del cuartel.

Tienen una orientación NO (ALD) y SE (ALI) y una superficie total de 432,85 m² cada una. En dichas fachadas se encuentran las ventanas que corresponden a cada camareta, a los estudios y a los baños centrales pertenecientes a dicha zona.

Los puentes térmicos que nos encontramos son del tipo pilar integrado en fachada, pilar de esquina, fachada con forjado o con suelo en contacto con el aire (referente a la unión de la fachada con el suelo de la zona Norte del cuartel donde se encuentra situado el Patio Norte), contorno de hueco (referente a los huecos de ventanas), caja de persianas, encuentro de fachada con forjado (es la unión entre la fachada y la planta 2ª) y encuentro de fachada con cubierta.

3.4.3 Fachadas Z1 y Z2 PPAL

Son aquellas fachadas que pertenecen a la fachada principal del edificio cuartel, ambas están situadas mirando hacia el mástil de la ENM y tienen una orientación NE y una superficie de 63,8 m² cada una.

En estas fachadas nos encontramos ventanas referentes a los estudios y camaretas de los alumnos, así como los puentes térmicos que vienen asociados a cada uno de ellos, ya sean de fachada con forjado o con suelo en contacto con el aire, contorno hueco, caja de persiana, pilar integrado en fachada, pilar en esquina, fachada con forjado o fachada con cubierta.

3.4.4 Fachadas Z1 y Z2 Posterior

Son las ubicadas en la cara posterior del cuartel, mirando al C.A.S.I., con una orientación SO. Tienen una superficie de 101,2 m² cada una. Hacen referencia a la fachada de los baños de las damas alumnas y a la porción hueca destinada a las escaleras metálicas para el uso en caso de incendio.

Nos encontramos con las ventanas del baño de las damas y con un ventanal grande para admirar las vistas de la ría. También existen puentes térmicos asociados a elementos estructurales, y son los referentes a pilares integrados en fachada, pilar en esquina, contorno hueco, fachada con forjado, fachada con cubierta y el otro puente térmico de fachada con forjado.

3.4.5 Fachadas Z1 ALI y Z2 ALD

Hacen referencia a las fachadas que se encuentran a ambos lados de la entrada principal del cuartel de alumnos, se sitúan una enfrente de la otra y tienen su límite con la fachada principal del hall del cuartel (denominada Z3) y una orientación SE (Z1) y NO (Z2), con su superficies de 158,4 m² cada una.

En esta fachada se encuentran las ventanas de las camaretas y estudios de los alumnos en relación con el ala que abarca (ala NE y ala SE) y cuenta también con los puentes térmicos de pilar integrado en fachada, pilar en esquina, contorno hueco, caja de persiana, fachada con forjado o con suelo en contacto con el aire, fachada con cubierta y fachada con forjado.

3.4.6 Fachadas Z1 y Z2 patio

El cuartel “Almirante Francisco Moreno” cuenta con un patio interior que no está techado, luego las fachadas de su periferia se estudiarán en contacto con el aire, es decir, no es una partición interna del edificio.

Este patio se encuentra situado hacia la parte posterior y siempre respetando la simetría del edificio objeto. La finalidad del mismo era crear un espacio abierto perteneciente al edificio, con unos jardines y bancos para el asiento de los alumnos en sus momentos libres a lo largo del día.

En este patio se encuentran las fachadas Z1 y Z2, una mirando a la otra, Z1 con una orientación SE y Z2 con orientación NO. Ambas con una superficie de 178,2 m² cada una.

La composición de esta fachada no varía con respecto al resto del edificio y están situadas las ventanas de los estudios y camaretas de las alas NO y SO, además de los puentes térmicos de pilar integrado en fachada, pilar de esquina, contorno de hueco, caja de las persianas, encuentro de fachada con forjado o con el suelo en contacto con el aire y encuentro de forjado con cubierta.

3.4.7 Fachadas Z1 y Z2 baños damas

Es la fachada que cierra el patio interior por su parte más al Oeste, y es además donde se juntan la zona 1 y la 2. Su orientación es NE y comprende una superficie de 46,87 m² cada una.

Esta fachada corresponde a la pared exterior tanto de los baños de damas como del cuarto donde se aloja la caldera para el ACS y la calefacción.

Las ventanas que se encuentran en la parte habitable, son las de los baños de damas alumnas, así como los puentes térmicos de pilar integrado en fachada, encuentro de fachada con forjado (tanto para el suelo como para techo), fachada con cubierta y contorno de hueco.

3.4.8 Fachadas Zona Z3

Al hacer referencia a la Zona 3 se considera que está comprendida por el Hall que se encuentra entre las zonas 1 y 2. Es un espacio habitable y cuenta con dos fachadas que, para este estudio se denominarán fachada Z3 PPAL y fachada Z3 patio interior, como muestra la tabla 3-2.

ZONA	FACHADAS
Z3	PRINCIPAL (PPAL)
	PATIO INTERIOR

Tabla 3-2. Distribución de fachadas Z3.

Fachada Z3 PPAL: Es aquella que limita con las fachadas Z1 ALI y Z2 ALD sirviendo de unión entre ellas; es considerada la parte horizontal de la “H”, que se decía anteriormente, y gran parte de esta fachada la conforman grandes ventanales que dejan ver el mástil de la Escuela Naval y su dársena.

Tiene una orientación NE y una superficie de 99 m². Las ventanas de estudio en esta fachada son cuatro bloques referentes a las ventanas que están situadas en los estudios y además cuatro bloques de tres puertas de cristal que dejan salir al techo de la entrada al cuartel a modo de patio exterior (solo en la planta 1).

Además de las ventanas también existen puentes térmicos referentes a contorno hueco, pilar integrado en fachada, pilar en esquina, fachada con forjado y fachada con cubierta.

Fachada Z3 Patio Interior: cierra el patio interior en su cara más al Este y hace de límite entre las fachadas referentes a la Z1 Patio Interior y Z2 Patio interior.

Tiene una orientación SO y una superficie de 99 m². El estudio de esta fachada se centra en los cuatro bloques de ventanas iguales a las de los estudios y de los puentes térmicos de pilar integrado en fachada, pilar en esquina, contorno de hueco, fachada con forjado y fachada con cubierta.

3.5 Suelos

La principal diferencia entre las zonas definidas es que, la zona Z1 cuenta con el Patio Norte bajo gran parte de su suelo de tal forma que la cantidad de energía que se pierde desaparece con el entorno; en cambio, la zona Z2 cuenta bajo su suelo con la biblioteca de alumnos “Gabriel Císcar y Císcar” de tal forma que parte de la energía que se pierda va a parar a la citada biblioteca, pasando lo mismo con parte de la energía que pierde la biblioteca. Para ello, se ha optado por catalogar en la zona Z1 a los suelos referentes al Patio Norte, ala NE, ala NO y Baño de Damas, como suelos en contacto con el aire exterior. Por otra parte, el suelo que queda por encima del Tatami, se considera una partición interior del edificio ya que no se encuentra expuesto a las inclemencias del tiempo.

ZONA 1		
SUELO	SUPERFICIE	SUPERFICIE TOTAL
ALA NE	367,71	
BAÑOS	109,52	
ALA NO	161,61	962,78
TATAMI	271,22	
BAÑO DAMAS	52,80	

Tabla 3-3. Distribución de fachadas Z1.

Del mismo modo, haciendo referencia a la zona Z2, al estar situada encima de la biblioteca que se comentaba anteriormente, se considera el suelo como particiones interiores del edificio ya que cuenta con un local en superficie ubicado debajo. Los suelos de esta zona son los referentes a Camaretas, Baños y Baños de Damas.

ZONA 2		
SUELO	SUPERFICIE	SUPERFICIE TOTAL
ALA SE	367,71	
ALA SO	432,84	962,78
BAÑOS	109,52	
BAÑOS DAMAS	52,80	

Tabla 3-4. Distribución de fachadas Z2.

Suelo Hall Z3: Es el suelo referente a dicha zona 3, tiene una superficie de 201.7 m² y lo considero como una partición interior ya que debajo suya nos encontramos con un local en superficie que es como he considerado a la entrada del cuartel.

ZONA 3		
SUELO	SUPERFICIE	SUPERFICIE TOTAL
HALL NORTE	78,61	
HALL SUR	80,53	201,72
HALL CENTRO	42,58	

Tabla 3-5. Distribución de fachadas Z3.

3.6 Cubierta

En cuanto a las cubiertas, al igual que en el resto de los edificios originales de la Escuela Naval Militar, significar que son inclinadas para facilitar el desagüe de las lluvias y se prolongan algo más de los planos de las respectivas fachadas para poder ubicar los aleros correspondientes.

Estas cubiertas se encuentran formadas por tejas cerámicas curvas, sobre paneles bituminados de fibrocemento que le confieren unas óptimas cualidades de impermeabilización y apoyan en tabiques palomeros. Estos tabiques se construyen colocando unos ladrillos parcialmente sobre otros inferiores, pero solamente por sus extremos. El uso de los mismos está muy extendido y con ellos se persigue conseguir la formación de la pendiente que se considere adecuada para la cubierta de la edificación. Indicar, finalmente, que el sistema de recogida de las aguas pluviales se realiza mediante el uso de unos canalones ocultos en los aleros con bajantes, de material PVC, también ocultas en todo su recorrido. (Ver Anexo XII: Detalles cubierta y aleros)

3.7 Ventanas

Las ventanas del cuartel de alumnos son de una sola hoja, están fabricadas con el mismo tipo de carpintería y con un tipo de vidrio análogo, aunque, en este caso, hay que exceptuar los de las ventanas pertenecientes a los baños denominados *de damas*, que añaden una capa de un material granulado semiopaco. Todos los detalles referentes al aspecto de las ventanas pueden observarse en el Anexo XIII: Ventanas dormitorios y estudios.

Los huecos y las dimensiones de las ventanas, dependiendo de la estancia en la que se encuentren, serán de una forma o de otra (Anexo XV: Especificaciones de las ventanas). Los constructores pretendieron atender en todo momento a las diferentes necesidades de iluminación década uno de los espacios habitables del cuartel.

Como puede observarse en las tablas 3-6, 3-7 y 3-8, que siguen a continuación, cada composición marco-ventana tiene unas medias determinadas y, por consiguiente, un porcentaje de marco diferente, ya que toda ventana se compone de un vidrio sustentado por el marco. Dicho porcentaje indicará el área total del *hueco* en donde se sitúa la ventana y que es preciso tener muy en cuenta para los cálculos posteriores. Además, como se verá más adelante, gracias al propio procedimiento de certificación energética del edificio, podrá obtenerse finalmente una serie de medidas de mejora de la eficiencia energética del mismo donde el conjunto de ventanas jugará un papel importante.

Por otra parte, hay que significar que el primer paso para reducir la demanda de energía de la edificación empieza por mejorar la envolvente térmica de la misma; es decir: mejorar todos los cerramientos y los huecos. Intervenir en los huecos, y más concretamente, en los marcos y en los vidrios de las ventanas, es una buena alternativa para mejorar sus prestaciones térmicas y por lo tanto reducir la demanda energética. Reduciendo las pérdidas térmicas que se originan a través de marcos y vidrios, se puede aumentar la calificación energética del cuartel.

En realidad, es una de las principales fuentes de pérdida de energía ya que tanto el vidrio como el marco siempre suelen ser bastante mejorables. Por otro lado, en la cara norte del cuartel de alumnos, se encuentra la ría de Pontevedra y esa zona es más propicia a sufrir las inclemencias y las adversidades del tiempo a lo largo del año como, fuertes corrientes de vientos fríos y lluvias en invierno; por contraposición, mucho sol en los cálidos días de los meses de verano.

La edificación no dispone de ningún elemento de oscurecimiento del cristal ni de ningún suplemento, a modo de toldo, para los días de intenso sol, además los cristales no son del tipo *bajo emisivos*, que son aquellos que poseen unas propiedades que logran mejorar el rendimiento energético del espacio en donde se encuentran; es decir, hacen que se genere más calor en invierno y más frío en verano, de tal forma que la demanda que se genera en el interior del espacio habitable no consigue salir al exterior, proporcionando el ahorro energético y económico deseado.

3.7.1 Ventanas zonas Z1 y Z2

VENTANAS Z1								
FACHADA	SITUACIÓN	BLOQUES	COMPOSICIÓN	N° VENTANAS	N° TOTAL	SUPERFICIE SM	SUPERFICIE CM	% MARCO
ALD	ESTUDIO	10	ESTUDIO.1	3	30	40,41	52,01	22,30
			ESTUDIO.2	3	30			
			ESTUDIO.3	3	30			
	CAMARETAS	20	CAMARETA.1	1	20	19,95	26,43	24,52
			CAMARETA.2	2	40			
	BAÑOS	24	BAÑOS	1	24	9,35	12,59	25,73
PPAL	ESTUDIOS	2	ESTUDIO.1	3	6	8,08	10,4	22,31
			ESTUDIO.2	3	6			
			ESTUDIO.3	3	6			
	CAMARETAS	4	CAMARETA.1	1	4	3,99	5,27	24,29
			CAMARETA.2	2	8			
POSTERIOR	GRANDE	1	GRANDE.1	1	1	1,47	1,72	14,53
			GRANDE.2	1	1			
	BAÑOS	8	BAÑOS	1	8	15,49	20,98	26,17
ALI	ESTUDIOS	4	ESTUDIO.1	3	12	15,62	20,8	24,90
			ESTUDIO.2	3	12			
			ESTUDIO.3	3	12			
	CAMARETAS	8	CAMARETA.1	1	8	7,98	10,57	24,50
			CAMARETA.2	2	16			
PATIO INTERIOR	ESTUDIO	6	ESTUDIO.1	3	18	23,42	32,2	27,27
			ESTUDIO.2	3	18			
			ESTUDIO.3	3	18			
	CAMARETAS	12	CAMARETA.1	1	12	11,97	15,86	24,53
			CAMARETA.2	2	24			
BAÑOS P.I.	BAÑOS	12	BAÑOS	1	12	2,9	3,93	26,21

Tabla 3-6 Características de las ventanas de la zona Z.

VENTANAS Z2								
FACHADA	SITUACIÓN	BLOQUES	COMPOICIÓN	Nº VENTANAS	Nº TOTAL	SUPERFICIE SM	SUPERFICIE CM	% MARCO
ALI	ESTUDIO	10	ESTUDIO.1	3	30	40,41	52,01	22,30
			ESTUDIO.2	3	30			
			ESTUDIO.3	3	30			
	CAMARETAS	20	CAMARETA.1	1	20	19,95	26,43	24,52
			CAMARETA.2	2	40			
	BAÑOS	24	BAÑOS	1	24	9,35	12,59	25,73
PPAL	ESTUDIOS	2	ESTUDIO.1	3	6	8,08	10,4	22,31
			ESTUDIO.2	3	6			
			ESTUDIO.3	3	6			
	CAMARETAS	4	CAMARETA.1	1	4	3,99	5,27	24,29
			CAMARETA.2	2	8			
POSTERIOR	GRANDE	1	GRANDE.1	1	1	1,47	1,72	14,53
			GRANDE.2	1	1			
	BAÑOS	8	BAÑOS	1	8	15,49	20,98	26,17
ALD	ESTUDIOS	4	ESTUDIO.1	3	12	15,62	20,8	24,90
			ESTUDIO.2	3	12			
			ESTUDIO.3	3	12			
	CAMARETAS	8	CAMARETA.1	1	8	7,98	10,57	24,50
			CAMARETA.2	2	16			
PATIO INTERIOR	ESTUDIO	6	ESTUDIO.1	3	18	23,42	32,2	27,27
			ESTUDIO.2	3	18			
			ESTUDIO.3	3	18			
	CAMARETAS	12	CAMARETA.1	1	12	11,97	15,86	24,53
			CAMARETA.2	2	24			
BAÑOS P.I.	BAÑOS	12	BAÑOS	1	12	2,9	3,93	26,21

Tabla 3-7 Características de las ventanas de la zona Z2

3.7.2 Ventanas zona Z3

VENTANAS Z3								
FACHADA	SITUACIÓN	BLOQUES	COMPOICIÓN	Nº VENTANAS	Nº TOTAL	SUPERFICIE SM	SUPERFICIE CM	% MARCO
PPAL	HALL PUERTA	2	HALL PUERTA.1	3	6	11,3	12,98	12,94
			HALL PUERTA.2	3	6			
	HALL VENTANA	2	HALL.1	3	6	7,81	10,4	24,90
			HALL.2	3	6			
			HALL.3	3	6			
PATIO INTERIOR	HALL	2	HALL.1	3	6	7,81	10,4	24,90
			HALL.2	3	6			
			HALL.3	1	6			

Tabla 3-8 Características de las ventanas de la zona Z3

3.9 Puentes térmicos

A lo largo de la historia de la construcción, puede decirse que las edificaciones no han estado delimitadas por una envolvente térmica homogénea. Dicha envolvente es donde se producen los procesos de transmisión de calor y difusión de vapor de agua entre el interior del espacio habitable y el exterior de la edificación; y esta falta de homogeneidad es la que va a influir de forma importante a la hora del rendimiento energético de dicha construcción.

En el Documento Básico HE de “Ahorro de Energía” se puede encontrar una definición muy profesional de lo que es un *punto térmico*:

“la zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio en el espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan a una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.”

No obstante, de una forma más burda, un punto térmico es una zona donde se transmite más fácilmente el calor que en las zonas aledañas.

Puede deberse a:

- Diferente conductividad de los materiales.
- Diferentes espesores.
- Cuestiones geométricas.

Un caso común es el de las ventanas de vidrio aislante con marco de aluminio. El vidrio aislante tiene menor conductividad que el marco de aluminio, y por eso son superiores las pérdidas de calor por el marco. A veces, en invierno se pueden observar *sudar* unas pequeñas gotas de agua condensada a los marcos y, sin embargo, en el cristal no se producen condensaciones.

Los puntos térmicos que nos encontramos en el cuartel *Almirante Francisco Moreno* son los que encontramos en las tablas 3-9, 3-10 y 3-11 que siguen a continuación y que se corresponden con cada una de las tres zonas en las que ha sido dividido el edificio para su estudio energético.

PUENTES TÉRMICOS ZONA 1			
FACHADA	PUENTE TÉRMICO	LONGITUD (m)	TRANSMITANCIA TÉRMICA (W/mK)
ALD	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	10,8	1,05
	ENCUENTRO FACHADA CON SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE	78,7	0,37
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	96,2	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	10	1,49
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	9,82	0,55
	CAJA DE PERSIANA- CAMARETAS	72	1,49
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	1,2	0,78
	CONTORNO DE HUECO- BAÑOS	69,6	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	78,7	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	78,7	0,49
PPAL	CAJA DE PERSIANAS- CAMARETAS	14,4	1,49
	ENCUENTRO FACHADA CON SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE	11,6	0,37
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	19,24	0,55
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	38,48	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	20	1,49

POSTERIOR	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	1,2	1,05
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	1,2	0,78
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	11,6	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	11,6	0,49
	CONTORNO HUECO- VENTANA GRANDE	5,85	0,55
	CONTORNO HUECO- ASEOS	20,72	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	18,4	1,58
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	0,6	0,78
	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	2,4	1,05
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	18,4	1,58
ALI	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	18,4	0,49
	CAJA DE PERSIANA- CAMARETAS	28,8	1,49
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	28,48	0,55
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	39,28	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	10	1,49
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	1,2	0,78
	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	1,2	1,05
	ENCUENTRO FACHADA CON SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE	28,8	0,37
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	28,8	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	28,8	0,49
PATIO INTERIOR	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	3,6	1,05
	ENCUENTRO FACHADA CON SUELO EN CONTACTO CON EL AIRE	32,4	0,37
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	57,72	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	10	1,49
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	58,92	0,55
	CAJA DE PERSIANA- CAMARETAS	43,2	1,49
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	0,6	0,78
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	32,4	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	32,4	0,49
BAÑOS- PATIO INTERIOR	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	1,2	1,05
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	10,3	1,58
	CONTORNO DE HUECO- BAÑOS	31,08	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	10,3	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	10,3	0,49

Tabla 3-9. Puentes Térmicos Z1.

PUENTES TÉRMICOS ZONA 2			
FACHADA	PUENTE TÉRMICO	LONGITUD (m)	TRAMITANCIA TÉRMICA (W/mK)
ALI	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	10,8	1,05
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	78,7	0,37
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	96,2	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	10	1,49
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	9,82	0,55
	CAJA DE PERSIANA- CAMARETAS	72	1,49
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	1,2	0,78
	CONTORNO DE HUECO- BAÑOS	69,6	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	78,7	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	78,7	0,49
PPAL	CAJA DE PERSIANAS- CAMARETAS	14,4	1,49
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	11,6	0,37
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	19,24	0,55
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	38,48	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	20	1,49

	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	1,2	1,05
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	1,2	0,78
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	11,6	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	11,6	0,49
POSTERIOR	CONTORNO HUECO- VENTANA GRANDE	5,85	0,55
	CONTORNO HUECO- ASEOS	20,72	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	18,4	1,58
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	0,6	0,78
	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	2,4	1,05
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	18,4	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	18,4	0,49
ALD	CAJA DE PERSIANA- CAMARETAS	28,8	1,49
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	28,48	0,55
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	39,28	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	10	1,49
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	1,2	0,78
	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	1,2	1,05
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	28,8	0,37
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	28,8	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	28,8	0,49
PATIO INTERIOR	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	3,6	1,05
	ENCUENTRO FACHADA CON SUELO EN CONTACTO CON EL	32,4	0,37
	CONTORNO DE HUECO- ESTUDIO	57,72	0,55
	CAJA DE PERSIANA- ESTUDIOS	10	1,49
	CONTORNO DE HUECO- CAMARETAS	58,92	0,55
	CAJA DE PERSIANA- CAMARETAS	43,2	1,49
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	0,6	0,78
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	32,4	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	32,4	0,49
BAÑOS- PATIO INTERIOR	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	1,2	1,05
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	10,3	1,58
	CONTORNO DE HUECO- BAÑOS	31,08	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	10,3	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	10,3	0,49

Tabla 3-10. Puentes Térmicos Z2.

PUENTES TÉRMICOS ZONA 3			
FACHADA	PUENTE TÉRMICO	LONGITUD (m)	TRAMITANCIA TÉRMICA (W/mK)
PPAL	CONTORNO HUECO- HALL	18	0,55
	CONTORNO HUECO- HALL GRANDES	18	0,55
	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	7,66	1,05
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	7,66	0,78
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	18	0,49
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	18	1,58
PATIO INTERIOR	PILAR INTEGRADO EN FACHADA	7,66	1,05
	PILAR EN ESQUINA EN FACHADA	7,66	0,78
	CONTORNO DE HUECO- HALL	18	0,55
	ENCUENTRO DE FACHADA CON FORJADO	18	1,58
	ENCUENTRO DE FACHADA CON CUBIERTA	18	0,49

Tabla 3-11. Puentes Térmicos Z3.

3.10 Red eléctrica: alumbrado y fuerza

La instalación de la red eléctrica del Cuartel consiste en un Cuadro General de Distribución situado en la planta baja del edificio. De este cuadro, parten líneas generales de alimentación a cada uno de los restantes cuadros secundarios que se reparten por las dos plantas, con paneles para fuerza y para alumbrado con sus correspondientes protecciones.

En las plantas primera y segunda existen ocho cuadros secundarios en cada una de ellas, cuatro usados para fuerza y otros cuatro para el alumbrado; con esto se consigue que, por defecto, o si se produce cualquier tipo de avería, la planta no se quede a oscuras completamente al estar subdividida en estas dos zonas. En todos los pasillos, en las escaleras y en las salidas al exterior, se han instalado aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia. Estos aparatos está previsto que entren en funcionamiento inmediatamente después de que se produzca cualquier fallo que en el sistema de alumbrado general; o bien, cuando la tensión del referido alumbrado disminuya por debajo del 70% de su valor nominal.

Así mismo, hay instalados en todas las escaleras, los pasillos y a las entradas de todos los dormitorios y aseos, unos aparatos de policía que proporcionan en los ejes de los pasos principales la iluminación mínima de un lux. Cada uno de estos apliques está dotado de una lámpara de 25 W de potencia.

El cuartel cuenta con una excelente distribución de fuentes de iluminación, compuesta en su mayoría de luminarias con capacidad para dos tubos fluorescentes. El consumo de potencia por zonas es el siguiente.

ILUMINACIÓN Z1				
ESTANCIA	TIPO DE LUZ	N DE TUBOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
CAMARETAS Y ESTUDIOS	LUMINARIA MODELO MI-VR 2x58W DE ILUSOL	296	17168	26216
PASILLO	LUMINARIA MODELO DO-VPE 2x58 DE ILUSOL	88	5104	
BAÑOS	LUMINARIA MODELO 950 HYDRO DISANO 2x58	68	3944	

Tabla 3-12. Iluminación Z1.

ILUMINACIÓN Z2				
ESTANCIA	TIPO DE LUZ	N DE TUBOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
CAMARETAS Y ESTUDIOS	LUMINARIA MODELO MI-VR 2x58W DE ILUSOL	296	17168	26216
PASILLO	LUMINARIA MODELO DO-VPE 2x58 DE ILUSOL	88	5104	
BAÑOS	LUMINARIA MODELO 950 HYDRO DISANO 2x58	68	3944	

Tabla 3-13. Iluminación Z2.

ILUMINACIÓN Z3				
ESTANCIA	TIPO DE LUZ	N DE TUBOS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
HALL	LUMINARIA MODELO MI-VR 2x58W DE ILUSOL	52	3016	3016

Tabla 3-14. Iluminación Z3.

En total, la Potencia instalada en lo referente al estudio de zonas habitables del edificio cuartel Almirante Francisco Moreno, asciende a **55.448 W**.

4 CÁLCULOS Y RESULTADOS

A lo largo de este capítulo pretende darse una idea general de cómo ha sido el proceso de introducción de los numerosos datos que solicita el programa CE³X. En el mismo se recogen una serie de capturas de pantalla del programa, al objeto de hacer más sencilla la explicación y la comprensión de la forma de trabajo llevada a cabo

4.1 Introducción de datos

Al comenzar a trabajar con el programa CE³Xa nivel usuario, uno se encuentra con una barra de menús, una decena de iconos y una serie de pestañas, que son bastante intuitivas, en las que se debe clicar (“pinchar”), para llevar a cabo la laboriosa introducción de los datos que van demandando su software. Las pestañas iniciales disponibles por el programa son las siguientes:

- Datos administrativos.
- Datos generales.
- Envolverte térmica.
- Instalaciones.

Luego se presentarán otras pestañas importantes como las que se refieren a:

- Certificación energética.
- Mejoras.
- Generación de informe.

4.1.1 Datos administrativos

Es la primera de las pestañas que se encuentra nada más iniciar a trabajar con el programa CE³X y en ella deben especificarse los datos que se relacionan a continuación:

- Localización de la edificación (nombre, dirección, provincia, ciudad, etc.).
- Identificación del edificio (Referencia catastral).
- Datos del cliente (Nombre o razón social, dirección, localidad, ciudad, provincia, teléfono, email, etc.).
- Datos del Técnico certificador (Nombre, apellidos, NIF, dirección, ciudad, titulación que le acredita a firmar el certificado, según lo especificado en la normativa detallada en el Anexo VI: Técnico competente para certificar, etc.).

Al generar el informe final, todos estos datos servirán para darle un carácter profesional al mismo puesto que el cliente contará con un documento que identifica perfectamente, entre otras cosas, las características de la edificación, la calificación obtenida y la persona responsable de la misma.

Es un apartado bastante importante, puesto que de no rellenarlo completamente, y de manera correcta, el programa imposibilita la generación de cualquier tipo de informe que se le solicite, una vez llevada a cabo la laboriosa y ardua introducción de los cientos de datos que van a ser necesarios para su elaboración. La figura 4-1, es una captura de la pantalla relativa a esta parte del programa y da una idea de lo que se ha especificado anteriormente.

La imagen muestra una captura de pantalla del software CE3X, específicamente la pestaña 'Datos administrativos'. El formulario está dividido en tres secciones principales:

- Localización e identificación del edificio:**
 - Nombre del edificio: CUARTEL DE ALUMNOS ALMIRANTE FRANCISCO MORENO
 - Dirección: EXPLANADA DE LA ESCUELA NAVAL MILITAR
 - Provincia/Ciudad autónoma: Pontevedra
 - Localidad: Marín
 - Código Postal: 36920
 - Referencia Catastral: 4239048VG2943N000 ITZ
- Datos del cliente:**
 - Nombre o razón social: Escuela Naval Militar
 - Dirección: Plaza de España S/N
 - Provincia/Ciudad autónoma: Pontevedra
 - Localidad: Marín
 - Código Postal: 36920
 - Teléfono: XX
 - E-mail: XXXXXX@gmail.com
- Datos del técnico certificador:**
 - Nombre y Apellidos: JOSE JAVIER PIÑERO PAREDES
 - Razón social: XXXX
 - Dirección: AVDA REINA VICTORIA EUGENIA
 - Provincia/Ciudad autónoma: Murcia
 - Localidad: CARTAGENA
 - Código Postal: 30203
 - Teléfono: XX
 - E-mail: XXXXXX@gmail.com
 - Titulación habilitante según normativa vigente: 00000 11111 000000 110
 - NIF: 23303586
 - CIF: 00000000-X

Figura 4-1. Datos administrativos. Fuente: CE³X

4.1.2 Datos generales

En este apartado debe de elegirse la norma en vigencia del año en que se llevó a cabo el proyecto y se entiende por normativa vigente, el periodo de tiempo en el cual se encuadra el año en el que se emitió el visado para la obtención de la licencia de obra del edificio. El programa cuenta con una serie de librerías para facilitar la introducción de datos, por defecto, para el caso de que no se disponga de alguno de los datos requeridos o fuera complicada su obtención de cara a perfilar la correcta caracterización de cualquiera de las partes necesarias del estudio. Así pues, gracias a la introducción de la normativa vigente en esa época, se pueden obtener los datos aproximados por defecto

Hasta el año 1977 la construcción en España estaba regulada mediante normas del ministerio de vivienda, denominadas *Normas MV*. El 10 de junio de 1977 se aprueba el Real Decreto 1650/1977, sobre normativa de edificación, que describe como se deben organizar todo este tipo de normativas. A raíz de este Real Decreto, se desarrollan las *Normas Básicas de la Edificación* (NBE), de tipo prescriptivo, que son publicadas paulatinamente por separado en los años posteriores pero que no afectan al Cuartel Almirante Francisco Moreno, cuyo diseño data del año 1974; por tanto, en el apartado *normativa vigente*, se debe seleccionar el epígrafe “anterior”.

A continuación, debe introducirse, además del municipio donde se sitúa la edificación, la provincia a la que pertenece, puesto que el programa permite obtener su Zona Climática (ZC) dependiendo de la situación geográfica de la capital de la provincia y su altitud respecto al nivel del mar.

Esto es absolutamente necesario ya que es preciso conocer el perfil de uso del cuartel dependiendo de la densidad de fuentes internas y de su periodo de utilización. Hay que significar que no obtiene la misma carga de trabajo una edificación situada en Pontevedra, en régimen de invierno, que una situada en Santa Cruz de Tenerife.

Así pues, el cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno, es una edificación de dos plantas situada en la ENM, en Marín (Pontevedra). Los datos geográficos de esta localidad son:

- 042° 24' 27'' Norte
- 008° 42' 22'' Oeste
- Altitud 77 metros

Con estos datos y utilizando como referencia la tabla B-1 (Zonas climáticas de la Península Ibérica) del Apéndice B del DB-HE del CTE, se obtiene la Z.C. de la localidad en función de su capital de provincia y su altitud respecto a nivel del mar; por tanto, en base al ahorro de energía, situaremos al Cuartel Almirante Francisco Moreno en la Zona C1 tal, como muestra la figura 4-2, puesto que cada provincia dispone de su zona climática, en nuestro caso Pontevedra se encuentra localizada en la C, en concreto, en Marín; municipio donde se ubica el cuartel de alumnos al que le corresponde la Z.C. (C1) y su código INE (Instituto Nacional de Estadística) es el 36026, según queda recogido en el CTE. Las diferentes zonas obtienen transmisiones del calor por conducción distintas, dándose las mayores cifras en el sur de la península Ibérica y, las menores, en el centro y norte de la misma.

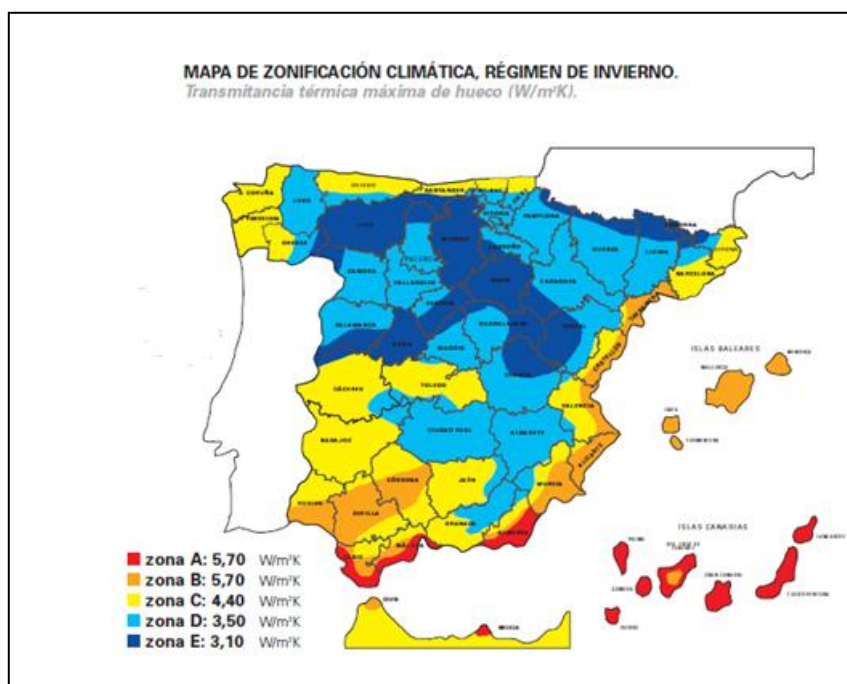


Figura 4-2 Mapa de Zonificación climática – Régimen de Invierno. Fuente CTE

En relación a lo anterior, debe decidirse si la edificación a estudiar es considerada con un perfil de uso bajo, medio o alto. En el caso del cuartel Almirante Francisco Moreno, se considera una edificación de *intensidad alta* (12 horas) ya que al ser una edificación residencial los aspirantes a oficiales pasan su día a día en el interior de dicho cuartel, exceptuando el periodo de la mañana y un par de horas de por la tarde en el que deben asistir a una serie de clases programadas.

De todas formas, siempre hay alguien en el cuartel puesto que no todos los alumnos comparten los mismos horarios de clases, además, hay que señalar que todos las instalaciones y equipos básicos (iluminación, calefacción, electricidad) se encuentran en funcionamiento permanente desde 06:45 horas hasta 22:45 horas (16 horas diarias) y que el pico de máxima demanda de energía se produce a partir del final de las actividades de por la tarde que corresponde con las 18:00 horas.

The screenshot shows the CE3X software interface. The title bar indicates the file path: 'CE3X - GT: C:\Users\Usuario\Desktop\CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA\EDIF. ALMIRANTE FRANCISCO MORENO\Certificación de Cuartel - BUENO.cex'. The menu bar includes 'Archivo', 'Librerías', 'Patrones de sombra', 'Resultados', 'Complementos', 'Ayuda', and 'Acerca de'. The toolbar contains various icons for file operations and calculations. The main window has tabs for 'Datos administrativos', 'Datos generales', 'Envoltorio térmica', and 'Instalaciones'. The 'Datos generales' tab is active, showing a form with the following fields:

- Datos generales:**
 - Normativa vigente: Anterior (dropdown)
 - Año construcción: 1974 (text box)
 - Tipo de edificio: Local (dropdown)
 - Perfil de uso: Intensidad Alta - 12h (dropdown)
 - Provincia/Ciudad autónoma: Pontevedra (dropdown)
 - Localidad: Marín (dropdown)
 - Zona climática: C1 (dropdown)
- Definición edificio:**
 - Superficie útil habitable: 4254,5488 m² (text box)
 - Altura libre de planta: 2,75 m (text box)
 - Número de plantas habitables: 2 (text box)
 - Consumo total diario de ACS: 35200 l/día (text box)
 - Masa de las particiones: Media (dropdown)
 - ☐ Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

At the bottom of the 'Definición edificio' section, there are two image placeholders: 'Imagen edificio' and 'Plano situación'.

Figura 4-3. Datos generales. Fuente: CE³X

Una vez introducidos los datos generales del edificio, hay que pasar a la siguiente fase y definir otro tipo de especificaciones tales como:

- La superficie habitable de todos los estudios de los alumnos, es decir, la correspondiente a las dos plantas habitables de las que dispone el cuartel alumnos y que resulta ser de 2043,56 m².
- La altura libre entre las plantas primera y segunda, que es de 2,75 m.

Por otra parte, hay que introducir el consumo total diario de agua caliente sanitaria (ACS). Para el cálculo del consumo máximo de ACS se debe tomar necesariamente como valor de referencia, la mayor demanda que pueda existir en el edificio.

Para ello, se supone el cuartel al 100% de su capacidad, es decir, 352 alumnos, y se considera que la totalidad de los ocupantes se duchan en el mismo periodo de tiempo.

Por tanto, se debe introducir el dato requerido que, en nuestro caso, considerando la capacidad máxima de 352 alumnos y un consumo de unos 100 litros diarios (correspondientes a una media diaria de dos duchas, un afeitado, lavado de dientes y dos tiradas de cisterna de váter), viene a ser de 35.200 litros/día como se verá más adelante.

Para el cálculo del pico de consumo de ACS se ha seguido la Guía técnica DTIE (Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación) elaborada por ATECYR. (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración) para el IDAE.

Cálculo de consumo diario, para residencias de estudiantes según número de camas:

Datos de partida	
Nº de camas	352
Consumo por cama (l/d)	100
Consumo en hora punta	19%
Nº de acumuladores	2
Duración del T hora punta (s)	3600
Tiempo de preparación (s)	3600
Factor forma del deposito	0,91
Temperatura de entrada ° C	10
Temperatura de salida	60
Volumen real acumulación	6000

Glosario
Vu= Volumen útil de acumulación
T= Duración del periodo de hora punta
tp = Tiempo de preparación
fm= factor de mezcla
Pu= Potencia útil
Pd=Perdidas por disponibilidad
Pr= Perdidas en red de distribución
V= Volumen teórico de acumulación

Calculo del máximo consumo diario:

$$n * C_{max} = 35200 \text{ Litros}$$

Cálculo consumo en hora punta:

$$Q_{max} \frac{19 * n}{3600} = 1.85 \frac{l}{s}$$

Cálculo potencia térmica útil:

$$P_u = \frac{4.19 * \Delta t * C_{max} * T}{T + tp} = 194,6 \text{ kW}$$

Perdidas por disponibilidad:

$$Pd = \frac{0.55 * V}{1000} = 3.3 \text{ kW}$$

Perdidas por red de distribución:

$$Pr = 0,1 * P = 19.46022 \text{ kW}$$

Potencia real necesaria:

$$P = Pu + Pd + Pr = 217,4 \text{ kW}$$

Resultados

Consumo diario(l)	35200
Caudal hora punta (l/s)	1,86
Volumen de acumulación (l)	6000
Potencia necesitada (kW)	217,4

Por último, e esta pantalla de datos generales se introduce como masa de las particiones, el valor *media* puesto que las plantas 1º y 2º objeto de estudio, están formadas por fábrica de *ladrillos huecos*.

4.1.3 Envolverte térmica

Este apartado, supone el cuerpo central del trabajo en realidad. Se debe comenzar definiendo las zonas en las que se ha realizado la partición interna de la edificación, que como se ha visto en el capítulo III, quedó dividida en: Zona 1, Zona 2 y Zona 3, como muestra la figura 4-4.

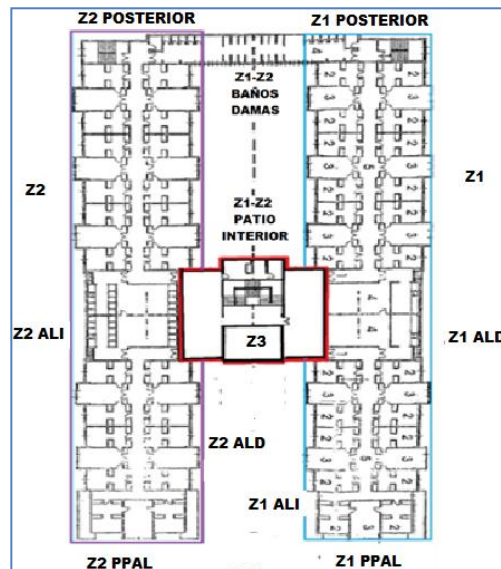


Figura 4-4. Distribución de fachadas

A cada una de estas zonas se la dota de unas características propias de identificación como son el nombre del espacio a estudiar y la superficie total que comprende. Cada una de las mismas cuelga de lo que el programa denomina *edificio objeto*, esto quiere decir que unas zonas no dependen de otras, sino que es el conjunto el que conforma el *edificio objeto* a estudiar como puede verse en la figura 4-5.

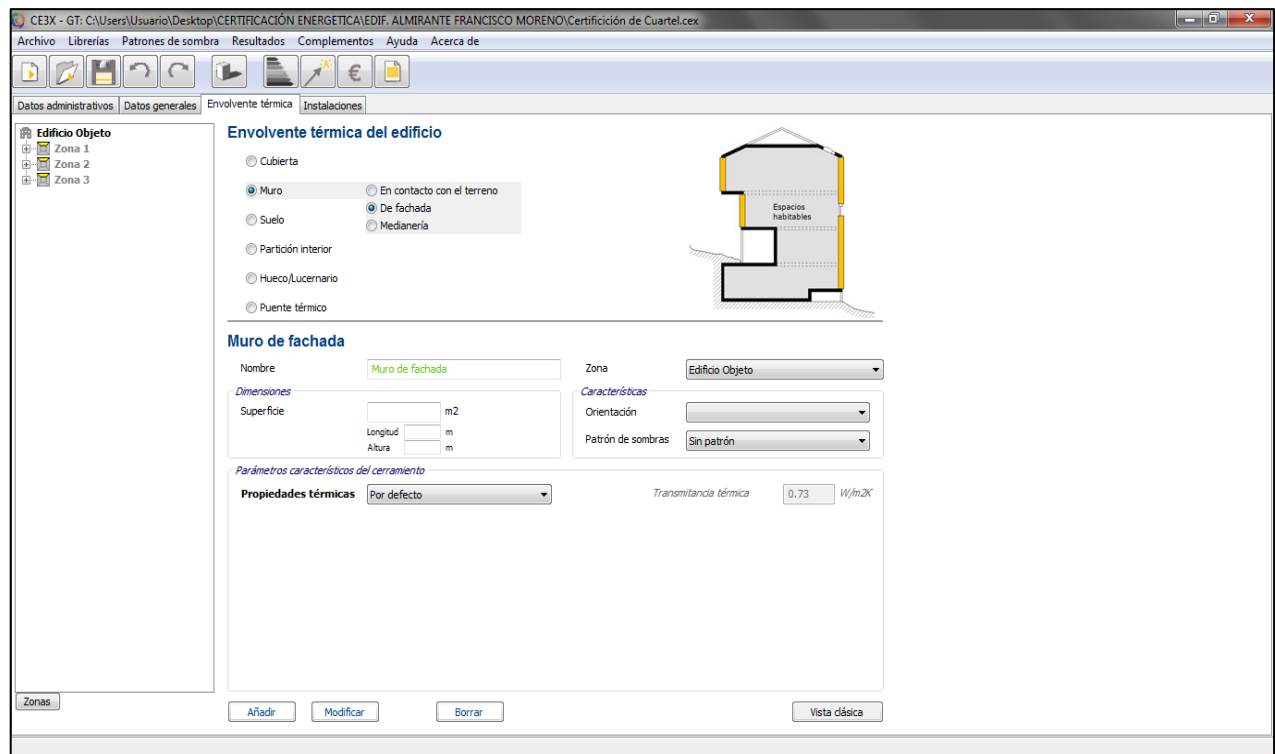


Figura 4-5. Envoltura térmica. Fuente: CE³X

Una vez tenemos definidas y acotadas las tres zonas del edificio para su estudio, se definen con más detalle cada una de ellas.

Se debe comenzar, como ya se ha apuntado, suponiendo que cada zona constituye un espacio cerrado independiente del resto y se deben definir así mismo cada una de las fachadas que forman parte de la misma.

Las fachadas son asignadas por el programa como *muros de fachada*. Cada una de ellas debe quedar identificada por el nombre que se le ha asignado, especificando la zona de la que depende y su orientación (*Por ejemplo: si se está realizando el estudio de la Fachada Z1- ALD, hay que referirse en el programa a la fachada ALD que cuelga de la Zona 1 y tiene una orientación NO*).

Una vez establecidas esas asignaciones básicas, hay que proceder a definir las dimensiones de cada una de las fachadas, introduciendo sus longitudes y sus alturas, en este último caso, teniendo en cuenta que debe corresponderse con la altura abarcada por las dos plantas del edificio, como se muestra en la figura 4-6.

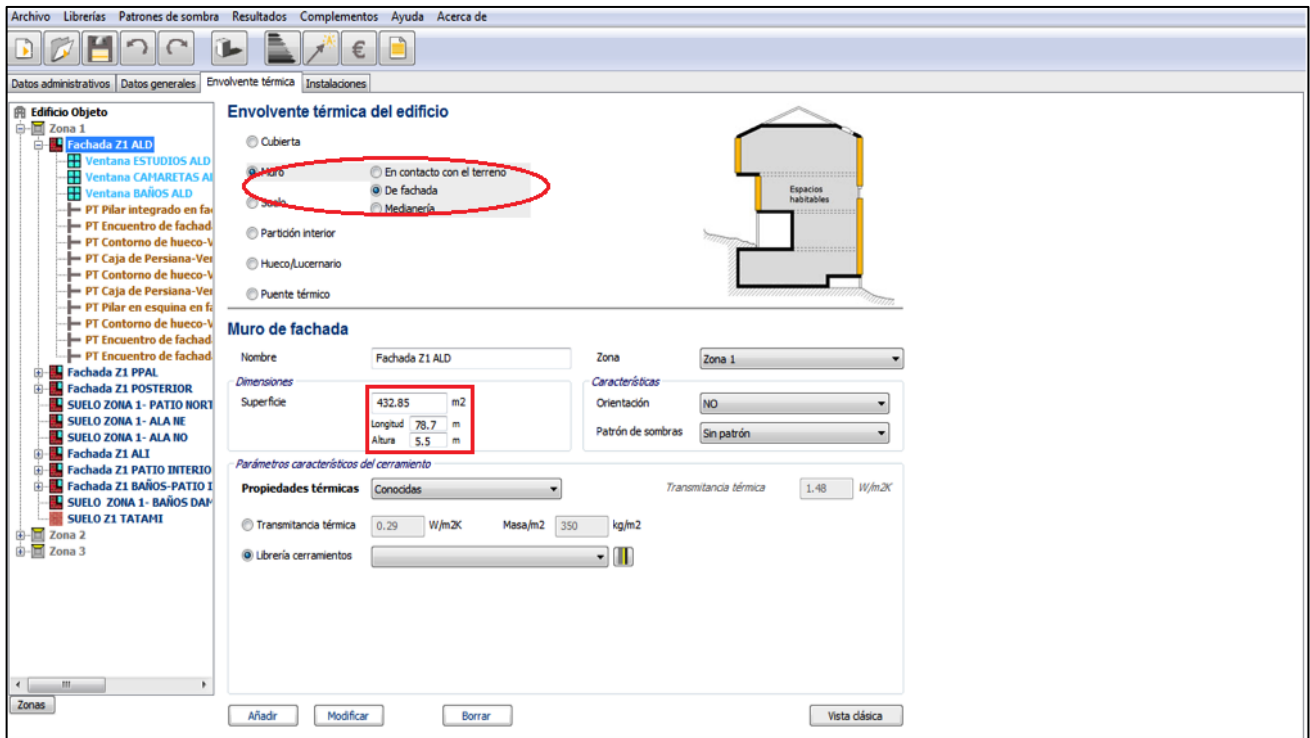


Figura 4-6. Ejemplo de fachada. Fuente: CE³X

Continuando con la introducción de los parámetros del cerramiento, el programa facilita el acceso a una *librería de cerramientos* para poder elegir uno que se adecue a las necesidades de la edificación estudiada, o da la opción al usuario de definir un cerramiento nuevo que añadir a su librería.

Este último caso es por el que se ha optado con idea de ajustarse a lo especificado en la memoria de construcción del cuartel de alumnos.

Así pues, se entra en la librería de cerramientos como muestra la figura 4-7 y se crea uno nuevo conformado por:

- Una fábrica de ladrillo tabique de LH sencillo.
- Cámara de aire.
- Fábrica de ladrillo de ½ pie de LP, pétreo de granito.
- Mortero de cemento, expuesto a las adversidades climáticas.

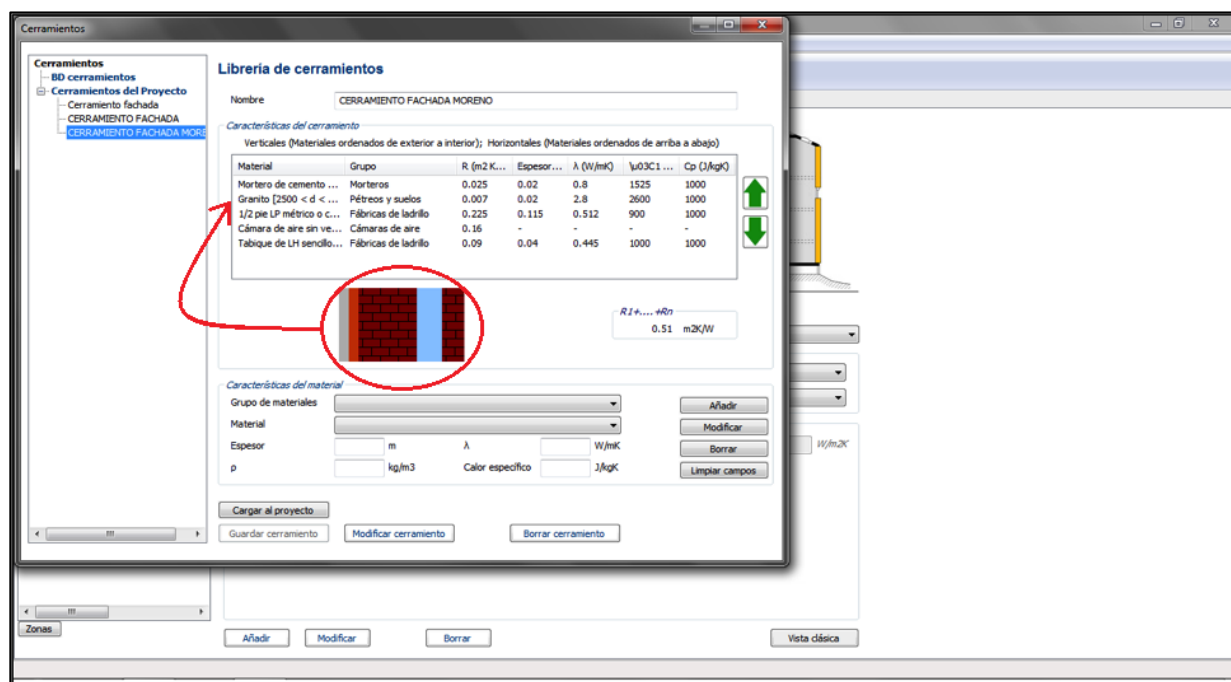


Figura 4-7. Librería de cerramiento. Fuente: CE³X

A la hora de especificar el diseño de las ventanas que forman parte de cada una de las fachadas, se debe entrar, dentro de lo que es la envolvente térmica del edificio, en el apartado que se denomina *huecos/lucernarios*. Significar que los huecos representan el elemento más débil de la envolvente desde el punto de vista térmico.

El procedimiento a seguir es similar al descrito hasta este momento. Se debe introducir el nombre de la ventana que se va crear (para que quede identificada perfectamente), así como la fachada a la que corresponde. La orientación no es necesaria puesto que vendrá determinada por la fachada a la que pertenece.

Las dimensiones que se solicitan para cada una de las ventanas son las equivalentes a su longitud y altitud; aunque se debe tener en cuenta también un factor llamado *multiplicador*, que hace referencia lógicamente al número de ventanas del mismo tipo que se encuentran en dicha fachada.

Hay que tener en cuenta que el marco representa entre el 20 y el 30 % de la superficie del hueco y sus principales propiedades desde el punto de vista del aislamiento térmico son la Absortividad del marco y la Transmitancia térmica, como se verá más adelante. Otro dato importante a considerar es la *permeabilidad* del hueco.

Con respecto a la permeabilidad al aire de los huecos, el CTE la define como “la propiedad de una ventana (o puerta) de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial”.

La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m³/h, en función de la diferencia de presiones. Es por lo tanto un parámetro que afecta al confort térmico de los espacios habitables y un parámetro muy importante en la definición y clasificación de las ventanas en el procedimiento de certificación energética.

Cuando se definen los huecos de la envolvente térmica del edificio, el programa CE³X nos da la opción de definir la estanqueidad del hueco mediante tres opciones seleccionables:

- Poco estanco, si la ventana es tipo corredera, o bien presenta rendijas con infiltraciones de aire.
- Estanco, si no se observan infiltraciones (burletes, cierre hermético muy común en ventanas de hoja batiente, etc.).

- Valor conocido, en el caso de ventanas en buen estado y que sepamos la clase de ventana.

Estas opciones llevan implícitas el valor de la permeabilidad mediante tres opciones:

- Estando ($50 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ a 100 Pa , por defecto).
- Valor conocido
- Poco estanco ($100 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ a 100 Pa , por defecto). Caso del Cuartel Almirante F. Moreno al ser ventanas tipo correderas con pequeñas infiltraciones de aire. (ver figura 4-8)

En relación a la absorptividad del marco, hay que especificar que la absorptividad es considerada como la fracción de la radiación solar incidente sobre una superficie que es absorbida por la misma. Depende fundamentalmente del color del marco y del material del mismo.

En términos energéticos, la absorptividad está ligada a la reemisión al interior del calor absorbido al incidir el sol sobre el marco.

En el caso del Cuartel, teniendo en cuenta que es un marco de color oro oscurecido, se opta por seleccionar el color amarillo oscuro dentro de las opciones y se obtiene por programa un valor para la absorptividad del marco de 0,7 como puede verse en la figura 4-8 que sigue a continuación.

Con respecto a la transmitancia térmica, puede definirse como la energía que atraviesa el marco o el vidrio de la ventana, en la unidad de tiempo, cuando entre la superficie exterior y la interior de la ventana existe una diferencia de temperatura de una unidad (K). Es pues un valor que depende básicamente del material con el que esté fabricado el marco. Los valores de transmitancia introducidos han sido calculados según la norma UNE EN 673:1998. *Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo.*

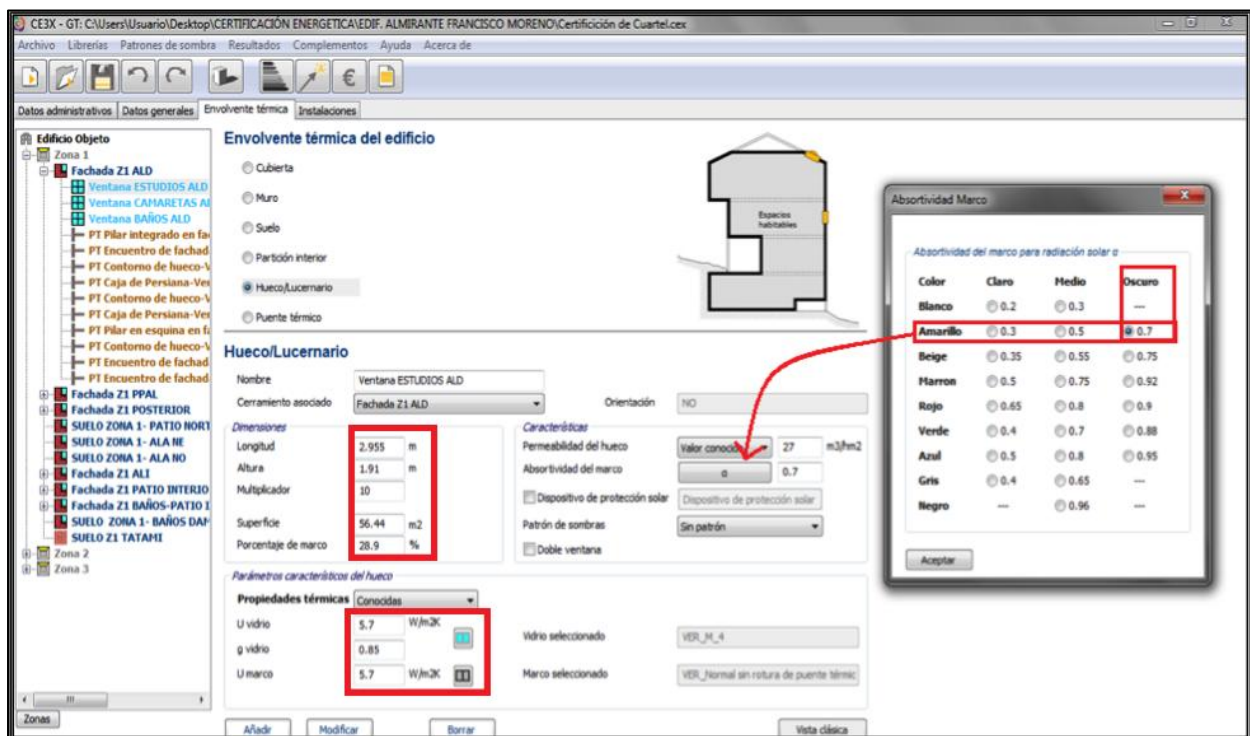


Figura 4-8. Permeabilidad y Absorptividad. Fuente: CE³X

El CTE en su Documento de Ahorro de Energía (DB HE) establece una fórmula para determinar la transmitancia térmica del hueco (U_h), considerando los valores de transmitancia del marco y del vidrio, y en función del porcentaje de participación de cada elemento:

$$U_h = (1 - FM) \times U_{h,v} + FM \times U_{h,m}$$

El marco suele suponer un porcentaje de participación (FM) entorno al 10-30%, mientras que la superficie del vidrio representa el 90-70% restante. Esto significa que la mayor cantidad de pérdidas y ganancias se producen en la U del vidrio ($U_{h,v}$), en comparación con la U del marco ($U_{h,m}$), siendo U el valor de transmitancia térmica del elemento.

Desde el punto de vista del aislamiento térmico, es importante conocer el coeficiente U de transmisión térmica (W/m^2K) del vidrio utilizado en la ventana y su factor solar:

- El coeficiente U, representa la transferencia térmica a través del vidrio, por conducción, convección y radiación; es decir, el flujo de calor que atraviesa $1 m^2$ de vidrio para una diferencia de temperatura de $1^\circ C$ (o de $1K$), entre la cara exterior e interior. Cuanto menor sea, más aislante será el vidrio.
- El factor solar g, consiste en la relación entre la energía total que entra en el interior del inmueble (suma de la que entra por transmisión directa, y la que se radia tras el calentamiento del vidrio por absorción) a través del vidrio, y la energía solar incidente en el mismo.

En relación a los vidrios de las ventanas, el programa también permite añadir las características de este tipo de componentes que no se encuentren disponibles en la librería que adjunta. En el caso del cuartel Almirante F. Moreno, los vidrios utilizados en todas las ventanas son del tipo *monolíticos en posición vertical* o lo que es lo mismo, se trata de vidrios sencillos de una única hoja.

Así pues, se ha de seleccionar el tipo “VER_M_4”, como muestra la figura 4-9, que viene definido en el Código Técnico de Edificación en el apartado 3.15.2 (*Acristalamientos incoloros*) y consiste, en líneas generales, en un tipo de vidrio sencillo de 4 mm de espesor. Para este tipo de vidrio, el programa adopta los valores: $U = 5,7 W/m^2K$ y $g = 0,83$.

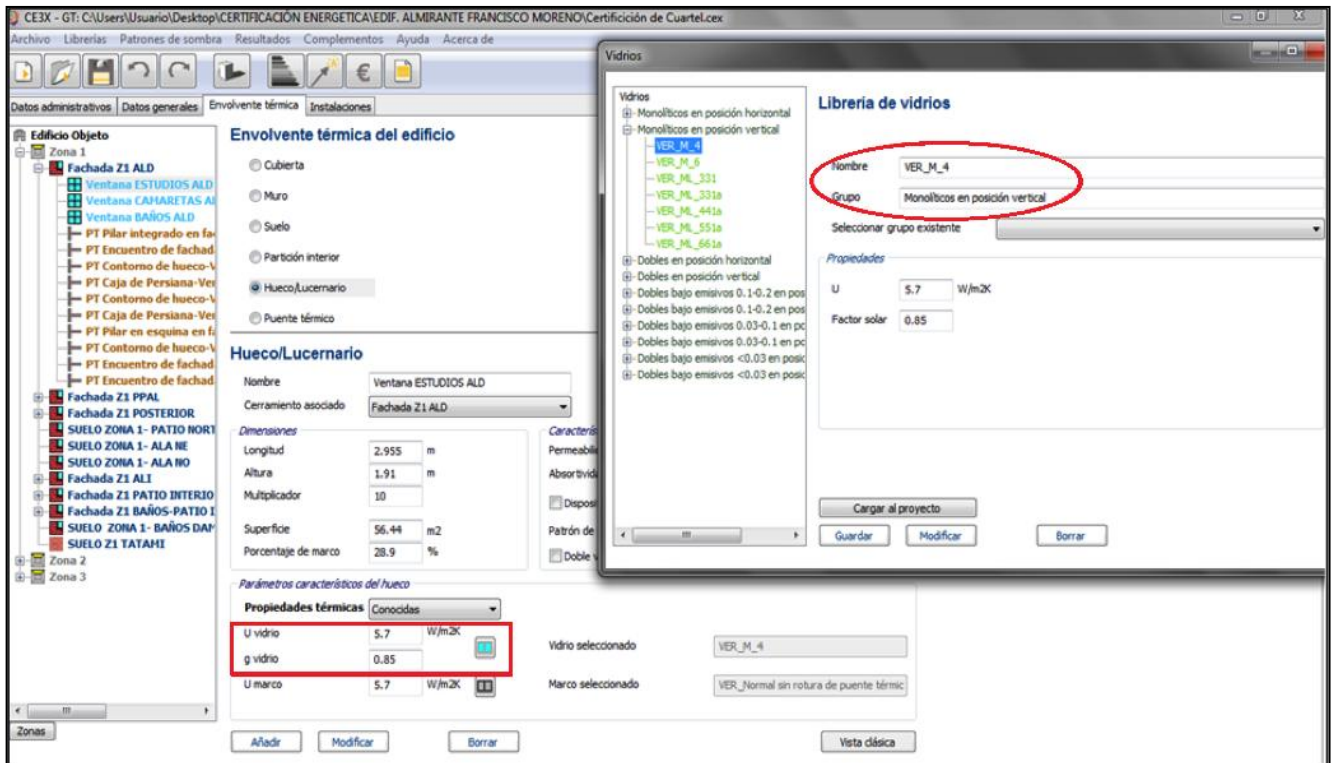


Figura 4-9. Librería de vidrios. Fuente: CE³X

En el caso de los marcos, desde el punto de vista del aislamiento térmico, las propiedades fundamentales a determinar son el coeficiente U de transmisión térmica ($\text{W/m}^2\text{K}$) y la absorptividad que ya se vio anteriormente y cuyo valor fue de 0,7.

Al igual que los vidrios, también se tiene la opción de editar un marco determinado con las características que se especifiquen pero, a la hora de seleccionar el marco que sustenta el vidrio de la ventana, es preciso entrar de nuevo en la librería (esta vez de marcos) y escoger el *marco metálico de posición vertical*.

Dentro de este tipo de marcos se selecciona el tipo “VER_Normal sin rotura de puente térmico”, ya que se corresponde con un marco sin ningún tipo de aislamiento. En este caso, el programa CE³X adopta el valor de $5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ para el coeficiente U, tal y como se refleja en la figura 4-10.

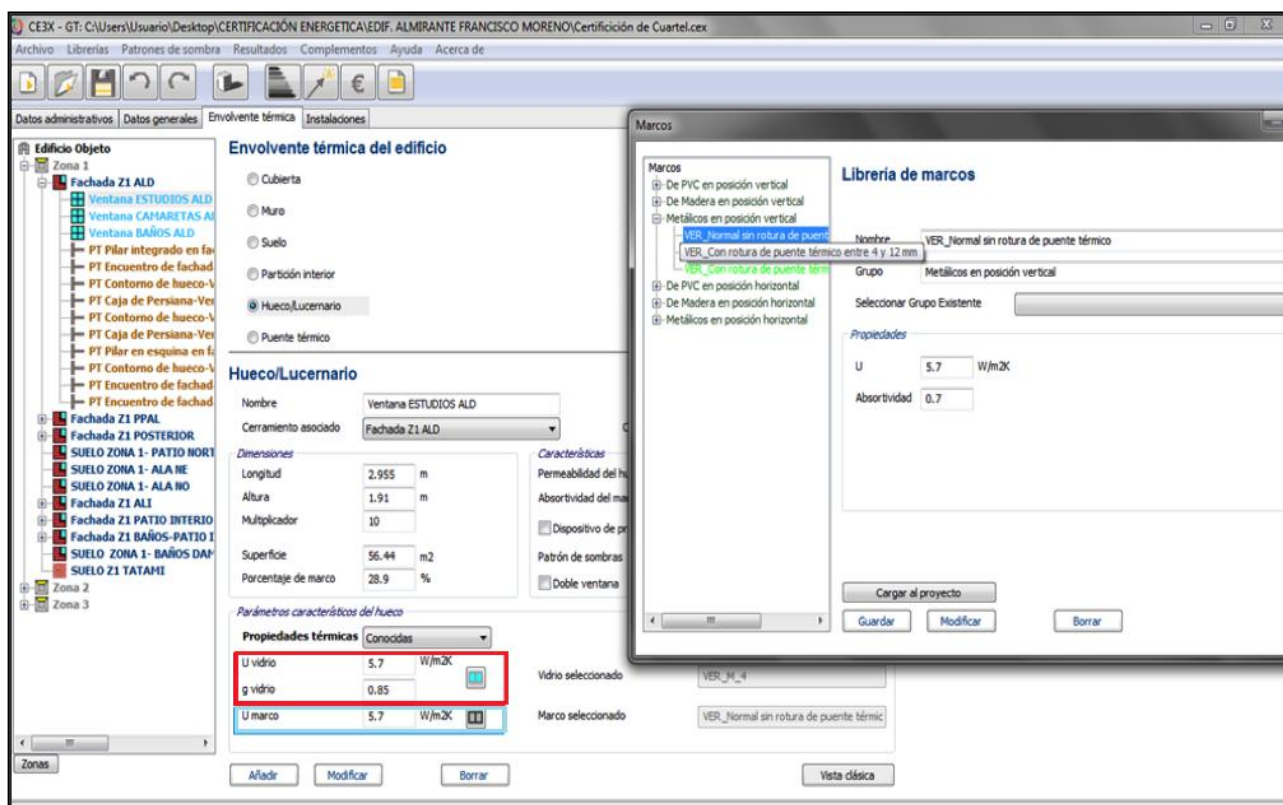


Figura 4-10. Librería de marcos. Fuente: CE³X

Los puentes térmicos dependen también de la fachada a la que pertenezcan, en cada fachada se encuentran por regla general los mismos puentes térmicos, aunque siempre hay excepciones y, éstas, se pueden crear en el apartado referente a *puente térmico* introduciendo los parámetros necesarios.

En *tipo de puente térmico* debe seleccionarse la clase de puente a la que sea preciso referirse (de encuentro de fachada con cubierta, de encuentro de fachada con forjado, de contorno de hueco, de cajera de persiana, pilar integrado en fachada, etc). Si existe alguna duda acerca del significado de cada uno de ellos, el programa permite entrar en la pestaña *por defecto*, y aparecerá el boceto de una edificación “tipo”, con todos y cada uno de los puentes térmicos con posibilidad de ser seleccionados y, por tanto, puede hacerse una elección más intuitiva y visual.

Así pues, el programa permite la opción de cargar directamente los puentes térmicos que él considera, pero a partir de la envolvente que ha ido configurando hasta ese momento. Al igual que en los casos anteriores, se dispone de la opción de generar el puente térmico por defecto o por valor estimado o conocido.

En el caso del cuartel *Almirante Francisco Moreno*, no queda otra opción que adoptar los valores de transmitancia térmica lineal por defecto, puesto que no se dispone de los planos específicos de la edificación ni de suficiente información acerca de cómo se resolvieron constructivamente los encuentros de pilares, fachadas, cubiertas, etc. Además, se debería revisar la longitud de los puentes térmicos para cada caso y sería prácticamente imposible a día de hoy. Así pues, al tratarse de una edificación del año 1977, es preciso la ayuda de unas tablas elaboradas por Efinovatic, que es la institución encargada de los cursos de formación por parte de los desarrolladores del programa CE³X. Como se aprecia en la tabla 4-1, para el cálculo de los cerramientos por defecto que intervienen en el valor de la transmitancia térmica lineal, se adoptan los valores del periodo anterior a 1981.

	Antes de 1981	A partir de 1981 (NBE CT-79 y CTE)	A partir de 2008 (CTE)
Pilar integrado en fachada	1,05	1,05	1,05
Pilar en esquina	0,78		0,54
Contorno de huecos	0,55		0,17
Caja de persiana	1,49		0,39
Fachada con forjado	1,58		1,31
Fachada con cubierta plana	0,49	1,04	0,82
Fachada con suelo en contacto con el aire	0,37	0,97	0,66
Fachada con solera		0,14	0,14

Tabla 4-1. Transmitancia Térmica Lineal (W/mK). Cerramientos por defecto. Fuente: Efinovatic

Por otro lado, hay que significar que en edificios poco aislados, como puede ser el caso del cuartel, el impacto de los puentes térmicos es relativamente pequeño en la envolvente térmica del edificio, pero no así en la implementación de futuras medidas de mejora de la misma, puesto que los puentes térmicos pueden incidir de forma notable en este caso.

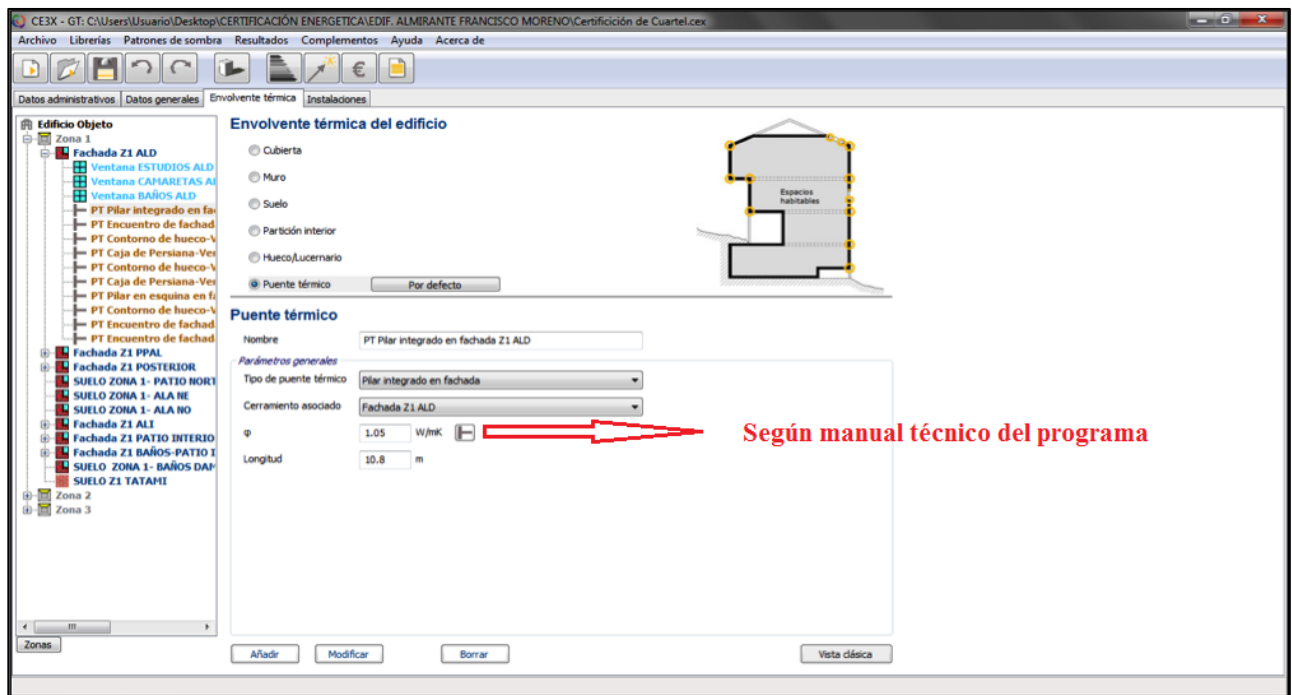


Figura 4-12. Punto térmico. Fuente: CE³X

Por otro lado, continuando con la introducción de datos, se parecía que la edificación cuenta con diferentes tipos de suelos, pero no debe confundirse esto con la separación existente entre la 1ª y 2ª planta a la que se denomina *partición interior*.

Además dentro de los suelos pueden seleccionarse dos tipos, dependiendo siempre del elemento con el que se encuentren en contacto, ya sea aire u otro elemento.

Para la creación de un tipo de suelo, debe tenerse muy en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior. Así pues, se selecciona suelo y el tipo que se desea en función de si está:

- En contacto con el terreno.
- En contacto con el aire exterior.

Se introduce el nombre del suelo que se pretende crear para que quede perfectamente identificado, la zona a la que se le va a asignar y la superficie que abarca. Las superficies de los suelos han sido calculadas en los planos de la edificación y con la ayuda del programa AUTOCAD.

Hay que significar que, en construcción, se denomina **forjado** al elemento estructural horizontal que soporta su propio peso y las sobrecargas de uso, tabiquería, dinámicas, etc. Dichas cargas se transmiten al terreno mediante otros elementos de la estructura, como vigas, pilares, muros y cimentación. Forma parte de la estructura horizontal de las diferentes plantas de un edificio, siendo capaz de solidarizar en el plano horizontal los diversos elementos estructurales, permitiendo no solo transmitir cargas verticales sino también horizontales. Ello le aporta bastante rigidez al conjunto en el plano horizontal.

Señalar que el cuartel presenta un forjado reticular; es decir, un forjado que está constituido por una cápsula de nervios de hormigón armado, de pequeña anchura y a corta distancia unos de otros, de tal forma que las cargas se transmiten en las cinco direcciones simultáneamente. Este tipo de forjado se parecía en la figura 4-13.

Por otra parte el entrevigado es a base de piezas cerámicas. Estos datos se introducen en el programa y el resto de cálculos relativos a las propiedades térmicas los obtiene por defecto tal y como muestra la figura 4-14.



Figura 4-13. Forjado reticular listo para hormigonar.

Fuente: CEFIRE. <http://www.lavirtu.com>

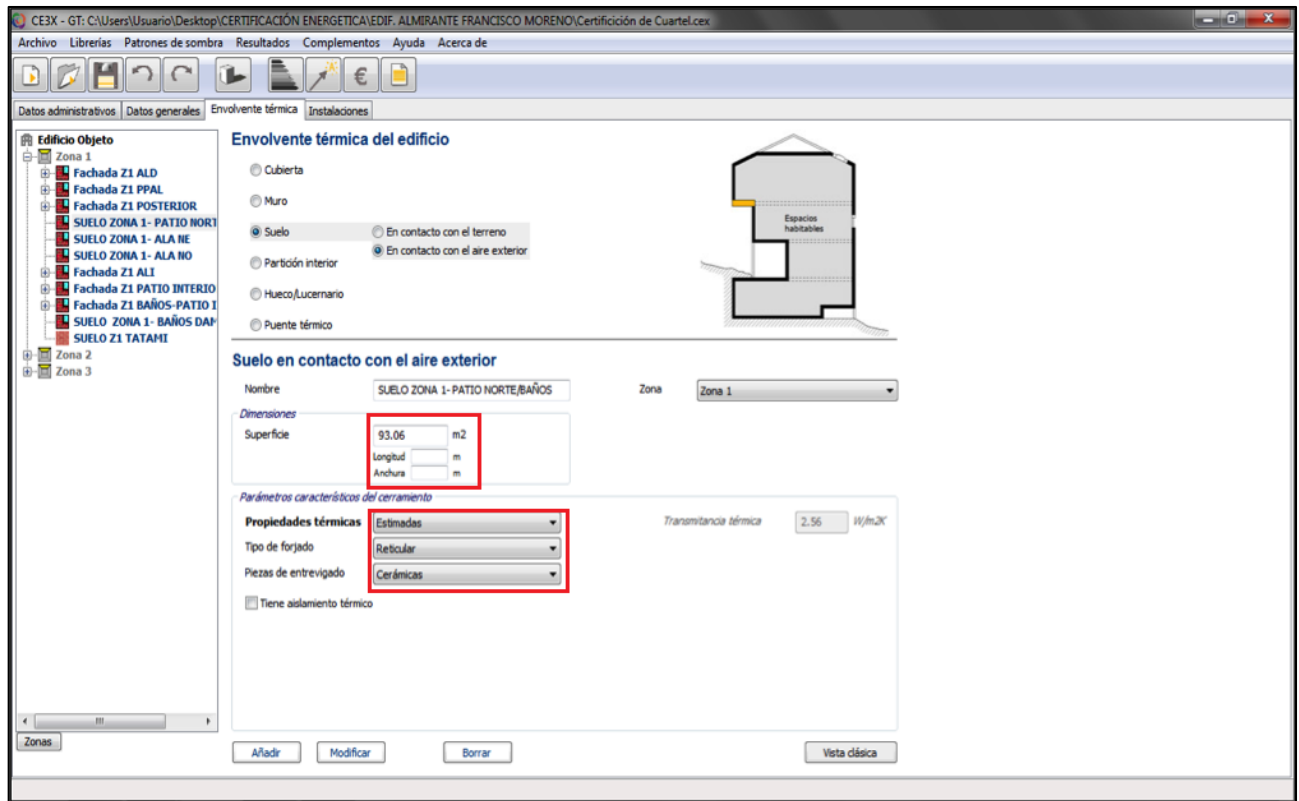


Figura 4-14. Suelo en contacto con el aire. Fuente: CE³X

A continuación, el programa solicita los datos de las Particiones Internas, que no son otra cosa que las comúnmente llamadas paredes o tabiques; es decir, las divisiones artesanales que permiten la separación de los distintos espacios internos de un edificio.

Hay que especificar que en el programa CE³X las particiones interiores son consideradas cerramientos que limitan un espacio habitable de uno que no es habitable y, por lo tanto, aunque forman parte de la envoltente del edificio hay que especificarlas.

El programa adopta que las particiones internas pueden ser consideradas de tres tipos, tal y como se aprecia en la figura 4-15:

- Vertical.
- Horizontal en contacto con espacio no habitable (NH) superior.
- Horizontal en contacto con espacio NH inferior.

Significar que en este apartado hay que especificar cada una de las particiones, especificando sus dimensiones y la zona a la que pertenece; a continuación, el programa introduce por defecto los valores térmicos teniendo en cuenta para ello principalmente la zona climática y la antigüedad del edificio.

Para la elección del suelo referente a la zona del gimnasio que nos encontramos en el Patio norte, debajo de la Zona 1, al tratarse de un espacio que podría considerarse no habitable (NH), pero que se encuentra cerrado y bien mantenido, pues en el mismo se realiza una actividad diaria, se ha decidido escoger una partición interior horizontal en contacto con espacio NH inferior.

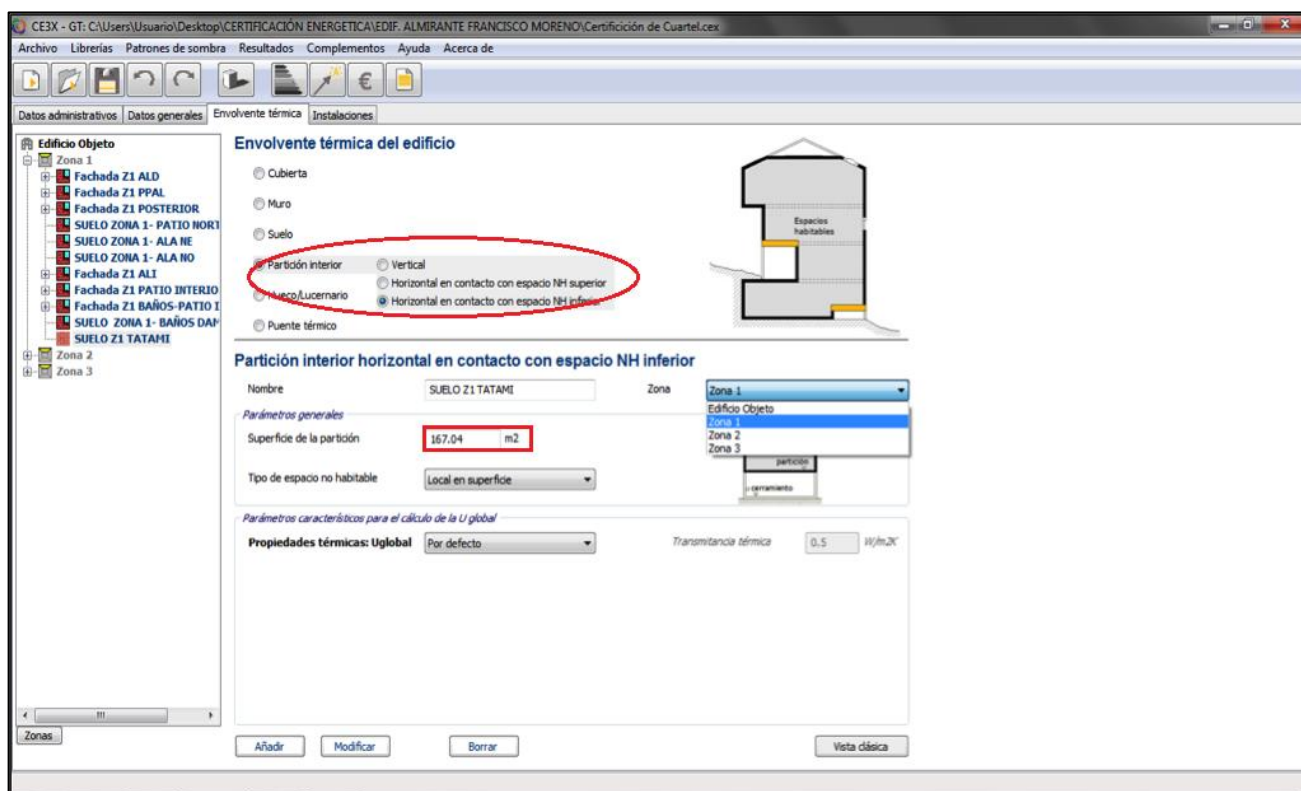


Figura 4-15. Partición interior. Fuente: CE³X

Banda cronológica	A (anterior a 1980)	B (1981-2007)					C (a partir de 2008)					
Zona climática		V	y	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
U (W/m²K)	2,00	2,00	1,40	1,20	1,20	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48		
m (kg/m²)	333	333					333					

Tabla 4-2. Partición interior horizontal en contacto con espacio no habitable inferior.

Fuente: Manual de fundamentos técnicos CE³X

La tabla 4-2 se encuentra recogida, y por tanto aprobada, en el manual técnico del programa CE³X y nos ayuda a la hora de introducir los datos pertinentes para la correcta caracterización del cuartel. La misma hace referencia a la transmitancia térmica de las particiones interiores que tiene que ver, en este caso, con los espacios no habitables en contacto con la parte inferior de la edificación.

4.1.4 Instalaciones

Las instalaciones, o lo que es lo mismo, los sistemas energéticos considerados en el programa CE³X, son los sistemas térmicos relativos a las demandas de agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y refrigeración para los edificios englobados en el sector residencial.

Respecto a la metodología en la definición de estas instalaciones térmicas el programa se centra principalmente en las características del sistema generador de calor y/o frío, incluyendo en éstos los equipos de generación de calor y/o frío y los sistemas de acumulación correspondientes.

La definición de las características puede ser realizada tres niveles diferentes de detalle. Las diferencias de cada uno de los niveles residirán principalmente en la información disponible de las

instalaciones o en el nivel de detalle que el técnico certificador considere oportuno para una aceptable definición del sistema energético correspondiente.

- En un primer nivel de definición se introducirán los datos de valores obtenidos, bien del estudio del comportamiento real de las instalaciones, bien de cálculos realizados a partir de información debidamente justificada.
- En un segundo y tercer nivel, se considerarán los casos donde la información disponible para la definición del sistema es escasa o prácticamente nula y será suplida por medio de estimaciones o por defecto.

La etapa inicial para certificar cualquier tipo de sistema térmico que forme parte de un edificio reside en la identificación de la demanda energética a la cual abastece dicho sistema. En el procedimiento de certificación energética de edificios existentes (CE³X), la definición de los diferentes sistemas se basa en las características, en función de la demanda térmica que suministre, de su sistema de producción. Es decir, un sistema de producción pertenecerá a una tipología u otra, dependiendo de la/s demanda/s energética/s a las que atienda.

Así pues, en este apartado es donde se pasan a definir todos los aspectos referentes al consumo energético de la edificación.

En el cuartel *Almirante Francisco Moreno*, dejando a un lado el sistema de iluminación que se verá más adelante, las dos principales fuentes de consumo energético o sistemas térmicos son:

- La calefacción general
- El Agua Caliente Sanitaria (ACS) a todos los baños.

A estas fuentes se les proporciona la demanda que necesitan a través de dos calderas idénticas, como explicábamos en apartados anteriores, que funcionan con gas natural. (Ver figura 4-16)

Hay que señalar que el cuartel cuenta con un sistema mixto de calefacción y producción de agua caliente; es decir, comparte los mismos equipos de producción de calor para cubrir las demandas de calefacción y las de producción de agua caliente sanitaria del edificio.

Figura 4-16. Instalaciones. Fuente: CE³X

El equipo mixto de caldera y ACS está compuesto por un generador del tipo caldera de baja temperatura y el combustible utilizado para su alimentación es gas natural. La demanda cubierta por el equipo tanto para calefacción como para ACS es abastecida por un equipo compuesto por dos calderas y dos quemadores.

El rendimiento medio estacional es el referido a la instalación y se selecciona de forma estimada según el tipo de instalación. Los datos a rellenar vienen proporcionados en su inmensa mayoría por la etiqueta de la caldera Roca BT 3500. Esta caldera cuenta con una potencia nominal de 580 W y una carga media real de 0,06. Dicha carga tiene en cuenta a las fracciones de entrada y salida de la instalación teniendo presente que se cuenta con 2 calderas, en vez de una, para proporcionar toda la demanda requerida. El rendimiento de combustión es del 91%, tal y como viene recogido en las especificaciones técnicas de la caldera. (Ver figura 4-17)

Finalmente se selecciona el estado del mantenimiento de la caldera que en nuestro caso será de: bien aislada y mantenida.

En el apartado de acumulación cabe reseñar que el equipo cuenta con dos depósitos de 3000 litros cada uno que almacenan el agua caliente y que es enviada a todas las dependencias del cuartel.

Todas las tuberías que conectan los diferentes equipos, como la propia caldera y los conectores, se encuentran aislados gracias a una espuma elastómera de 3 cm de espesor.

Figura 4-17. Equipo de caldera y ACS. Fuente: CE³X

La otra fuente a considerar dentro de este apartado de *instalaciones*, es la que conforma el Sistema de Iluminación del cuartel. En este caso hay que significar que este sistema supone un elevado consumo en la edificación debido a que permanece prácticamente en funcionamiento continuo desde las 06:45 horas de la mañana hasta las 22:45 horas de la noche; es decir, un número de horas bastante considerable. (18 horas).

Para definir cada una de las instalaciones del sistema de iluminación, es preciso acudir nuevamente a la división por zonas en las que ha quedado dividida la edificación. De esta forma, se le proporciona al programa la posibilidad de estudiar con detalle cada uno de los consumos parciales de las zonas.

Los datos de iluminación, por tanto, deben introducirse según afecten a cada una de las tres zonas. Por tanto, para definir sus especificaciones se debe identificar el nombre concreto que se desee fijar para cada parte de la iluminación del edificio y asignarle la zona a la que va a hacer referencia (Z1, Z2 o Z3). Al seleccionar la zona del edificio, el programa sitúa por defecto la superficie que abarca la zona seleccionada.

La potencia instalada se considerará formada por la suma de las potencias de todos y cada uno de los elementos que emiten luz o que consumen energía en dicha zona. Pueden contemplarse en el Anexo XVI: Iluminación: alumbrado y electricidad. (luminarias de techo, de pared, proyectores, detectores, etc.).

Para el valor de la iluminancia media horizontal, el programa CE³X adopta por defecto el valor de 500 lux puesto que es lo estipulado por el Código Técnico de Edificación para edificios residenciales. (Ver figura 4-18)

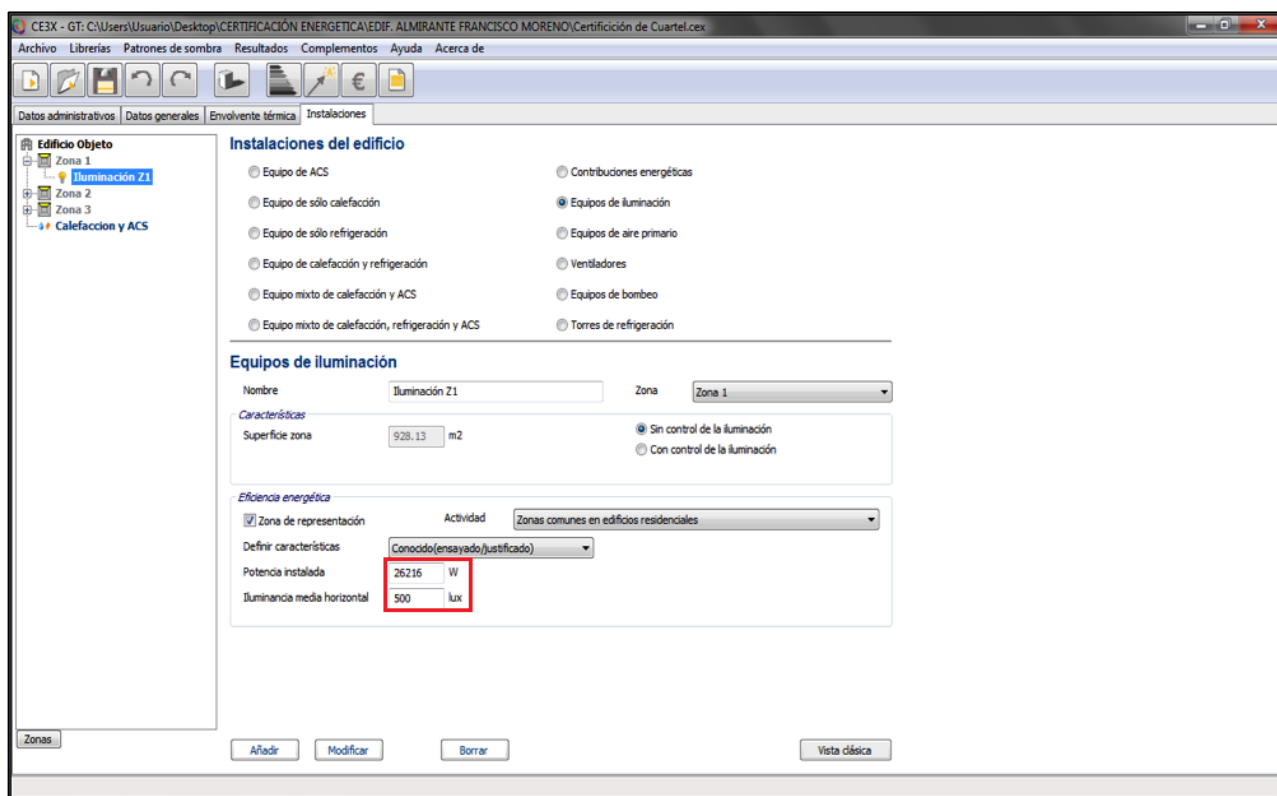


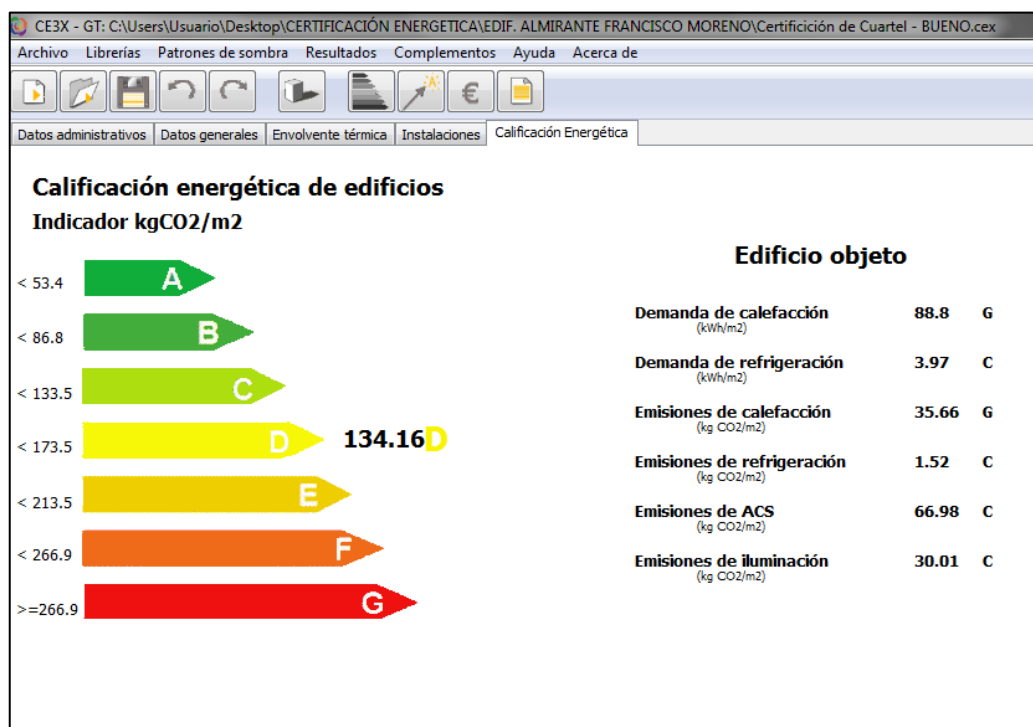
Figura 4-18. Iluminación. Fuente: CE³X

4.2 Calificación energética Cuartel Almirante Francisco Moreno

Una vez caracterizada toda la envolvente térmica del edificio cuartel y teniendo en cuenta cada una de las consideraciones definidas en los apartados anteriores, se va a proceder a la obtención de la certificación energética del edificio con el software del programa CE³X. Es decir, se compilarán los datos introducidos de cara a la obtención de la etiqueta que hace referencia al consumo energético del cuartel *Almirante Francisco Moreno*.

Por tanto, se avanza en el programa hasta situar el cursor sobre el icono que hace referencia a la calificación energética. Al pinchar sobre el mismo, comienza la compilación de los datos que se han ido estableciendo durante todo el proceso de introducción de las especificaciones técnicas del edificio. Tras unos segundos, el programa genera finalmente una primera pantalla que contiene una etiqueta en la que figura la calificación energética del edificio.

La escala de calificación comprende desde la letra “A”, que va insertada en una pequeña barra de color verde claro que corresponde a la mayor eficiencia energética, hasta la letra “G”, que figura insertada en una barra de la misma anchura, de mayor longitud y que corresponde a la menor eficiencia energética, según el indicador de emisiones globales de dióxido de carbono a la atmósfera expresado en KgCO₂/m², que se observa en la figura 4-19, como consecuencia del consumo energético de la edificación.


 Figura 4-19. Certificación. Fuente: CE³X

4.2.1 Calificación energética del edificio

La etiqueta energética que podemos ver impresa en la Figura 4-20 es la referente al indicador global de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, que hace referencia a la suma de los indicadores parciales conformados por los sistemas de calefacción, ACS, refrigeración e iluminación.

Para cada uno de los sistemas citados, el programa calcula un indicador parcial al que le asigna una letra concreta, pero el cómputo global de todas las instalaciones térmicas queda reflejado con un dígito que define el indicador global o principal.

La calificación asignada por el programa CE³X para el cuartel de alumnos *Almirante Francisco Moreno* se corresponde con la **letra D**, puesto que el número obtenido de 134,16 se encuentra comprendido entre los valores de 133,5 a 173,5 del indicador de emisiones globales de dióxido de carbono a la atmósfera, expresado en kgCO₂/m², como consecuencia del consumo energético de la edificación. Estos datos también son utilizados para interpretar cuánto “consume” cada uno de los sistemas parciales citados anteriormente y, por supuesto, establece la eficiencia energética final del edificio en emisiones de CO₂.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 53.4A 53.4-86.8B 86.8-133.5C 133.5-173.5D 173.5-213.5E 213.5-266.9F ≥ 266.9G	134.16 D	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		C	
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
		35.66		66.98	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		C		C	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
134.16		1.52		30.0	

 Figura 4-20. Etiqueta energética. Fuente: InformeCE³X

El resultado obtenido podemos interpretarlo de forma que, a mayor número de emisiones de CO₂ a la atmósfera, menor será la capacidad de la edificación de retener la energía requerida sin que ésta se escape por las diferentes zonas de la edificación (huecos/lucenarios, puentes térmicos, ventanas, etc.).

Para tratarse de una construcción de cierta antigüedad (año 1977) y aunque haya sufrido obras de mejora durante el año 2003, puede decirse que el Cuartel obtiene una calificación energética media (letra D) y, además, con la posibilidad de incrementar su eficiencia y calificación energética si se emprenden algunas obras de modificación.

4.2.2 Calificación parcial de la demanda

A continuación el programa calcula la *calificación parcial de la demanda* tanto para el sistema de calefacción como el de refrigeración, por su consumo de energía primaria.

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener unas buenas condiciones de confort en el interior del edificio. Cuanto más se acerque a la letra A, menos energía necesitará el edificio para su correcto funcionamiento y, por tanto, sería más eficiente energéticamente hablando.

Todos los resultados obtenidos hacen referencia a lo consumido por el edificio durante el periodo de un año y, esto, a su vez, tiene consecuencias económicas en función de la etiqueta que genere el programa. Se observa en la figura 4-21, que la demanda de calefacción es muy elevada puesto que se le asigna una letra G (88,8 kWh/m² año).

Una de las causas de esta calificación puede ser debida a la falta de un buen aislamiento en el cuartel; hay que tener en cuenta que al tratarse de una edificación relativamente antigua, en el año 1977 no se disponían de los excelentes materiales aislantes con los que se dispone el sector de la construcción en la actualidad.

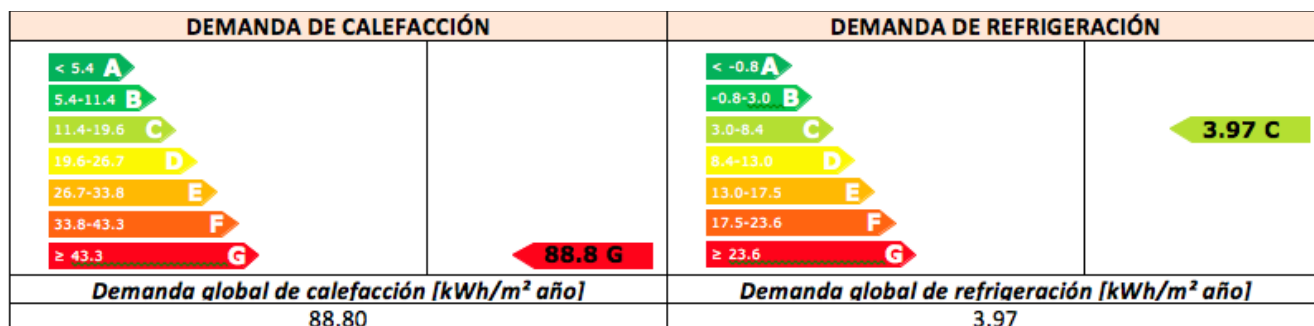


Figura 4-21. Calificación parcial. Fuente: Informe CE³X

Hay que tener muy en cuenta que a la hora de definir las instalaciones de las que consta el cuartel, no se introdujeron datos relativos al sistema de refrigeración, puesto que no dispone del mismo, pero aún así, como se observa en la figura 4-21 (apartado de la derecha), el informe genera un apartado de demanda de refrigeración.

Esto es debido a que este programa se basa en comparar el edificio objeto de la certificación, que en nuestro caso sería el cuartel *Almirante Francisco Moreno*, y una base de datos elaborada para cada una de las ciudades representativas de las zonas climáticas con un gran número de simulaciones. Es decir, el programa no trabaja realmente con el edificio cuartel y la base de datos es lo suficientemente amplia para cubrir cualquier caso del parque edificatorio español. Así pues, aunque no se hayan introducido datos relativos a equipos de aire acondicionado, el programa valora las emisiones de CO₂ de esa instalación, ya que este método de calificación (reconocido) tiene la obligación de disponer de

un equipo de refrigeración; por otro lado, también para que no se produzca la paradoja de que el edificio tenga una mayor calificación energética debido a que no disponga de dicha instalación.

Se podría dar el caso de que introduciendo los datos de la instalación existente, se produjeran peores resultados que diciéndole al programa que no existe.

En definitiva, en el caso del Cuartel, la calificación se corresponde con un valor de 3,97 kWh/m² año (que se asocia a la letra C) porque la demanda global de refrigeración del edificio, al estar situado en Galicia (Z.C. C1) no debe ser muy elevada.

4.2.3 Calificación parcial del consumo

A continuación el programa calcula el *consumo de energía primaria* y nos informa sobre la cantidad de energía consumida para el correcto funcionamiento del edificio. Tiene en cuenta la demanda del edificio con la eficiencia de la instalación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
< 216.2A 216.2-351.3B 351.3-540.4C 540.4-702.6D 702.6-864.7E 864.7-1080.9F ≥ 1080.9G	634.94 D	CALEFACCIÓN		ACS	
		5.18	G	1.11	D
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		176.55		331.60	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		0.26	A	0.65	C
		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
		Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		6.10	
634.94					

Figura 4-22. Calificación parcial. Fuente: CE³X

Así pues, al hora de interpretar estos resultados hay que entender que se deben a la relación entre la demanda del edificio (energía necesaria para que esté en funcionamiento con unas condiciones medias de confort) y la eficiencia de las instalaciones (energía consumida por las mismas para un correcto funcionamiento del edificio).

Este indicador es de gran importancia para el consumidor pues indica el gasto económico del edificio en su funcionamiento. Una edificación de similares características que el cuartel Almirante F. Moreno, que haya obtenido una etiqueta con la letra A, necesitará mucha menos energía que el cuartel almirante F. Moreno, cuya calificación ha correspondido a la letra **D**. (Ver figura 4-22)

El indicador global viene determinado por la suma aritmética de las energías primarias que necesita cada una de las instalaciones (ACS, calefacción, iluminación y refrigeración), para el correcto funcionamiento del edificio. En líneas generales, se puede hacer un cálculo aproximado de lo que supone el gasto energético anual del edificio cuartel. Para ello, se tendrá en cuenta que la factura de consumo de gas y electricidad se expresan en €/kWh (euros kilo watios hora) y que contratando una tarifa tipo de bajo consumo (calefacción y agua caliente) en *Gas Natural-Fenosa*, ofertan un precio de 0,055 €/kWh. No se tendrá en cuenta el impuesto de hidrocarburos ya que la edificación pertenece a un organismo del Estado.

Para conocer la cantidad de dinero que se invierte en energía en el cuartel, se debe multiplicar el precio del kWh de gas natural (0,055€/kWh), por la cantidad del consumo de energía que viene reseñada en la Figura 4-22 (176,55) y por los metros cuadrados útiles de la edificación (2.043,56 m²).

El consumo anual en gas natural para **calefacción** en el cuartel sería:

- $176,55 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2 = \mathbf{19.843,48 \text{ €/año}}$

De la misma forma, el consumo anual de gas natural en el cuartel para **ACS** sería:

- $331,6 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2 = \mathbf{37.270,45 \text{ €/año}}$

Debe añadirse el gasto fijo que supone contratar el gas natural y también el coste de alquiler del contador. Por tanto, como la compañía citada anteriormente cobra 0,144 €/día por contratar el gas y 0,042 €/día por el alquiler del contador; el gasto fijo anual por estos conceptos es:

- $(0,144 \text{ €/día} + 0,042 \text{ €/día}) \times 365 \text{ días/año} = \mathbf{67,89 \text{ €/año}}$

Además, para el cálculo del **gasto total** se añadirán los costes empleados en mantener y revisar cada año la caldera y la instalación de gas que se pueden estimar actualmente en unos **90 €/año**.

- $19.843,48 \text{ €/año} + 37.270,45 \text{ €/año} + 67,89 \text{ €/año} + 90 \text{ €/año} = \mathbf{57.271,82 \text{ €/año}}$

Por otro lado, en España, debe sumarse el 21% de **IVA** a los gastos derivados de la factura de gas:

- $(19.843,48 \text{ €/año} + 37.270,45 \text{ €/año} + 67,89 \text{ €/año} + 90 \text{ €/año}) \times 0,21 = \mathbf{12.027,08 \text{ €/año}}$

La suma de los consumos de gas, más los gastos fijos, de mantenimiento e IVA's supone:

- $(57.271,82 \text{ €/año} + 12.027,08 \text{ €/año}) = \mathbf{69.298,90 \text{ €/año (Gas natural)}}$

Para refrigerar el edificio, puesto que el programa genera un valor necesario, se tendrá en cuenta que el consumo anual en electricidad, suponiendo una tarifa de 0,13 €/kWh, para refrigeración sería:

- $6,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,13 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2 = \mathbf{1.620,54 \text{ €/año}}$

Si se añade el 21% de IVA al consumo de electricidad se tiene: $1.620,54 \text{ €/año} \times 0,21 = \mathbf{340 \text{ €/año}}$

Luego, se suman el consumo de electricidad y su IVA, se obtiene un gasto total de:

- $1.620,54 \text{ €/año} + 340 \text{ €/año} = \mathbf{1.960,54 \text{ €/año (refrigeración)}}$

Para calcular el consumo de **iluminación**, se tomarán como referencias los precios de una empresa del tipo Endesa, cuyas tarifa suele estar entorno a 0,15 €/kWh.

El precio de la potencia total contratada sería:

- $120,69 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,15 \text{ €/kWh} \times 2043,56 \text{ m}^2 = \mathbf{36.995,59 \text{ €/año}}$

Añadiendo el 21% de IVA al consumo anual de luz: $36.995,59 \text{ €/año} \times 0,21 = \mathbf{7.769,1 \text{ €/año}}$

Sumando el consumo de luz obtenemos: $36.995,59 \text{ €/año} + 7.769,1 \text{ €/año} = \mathbf{44.764,69 \text{ €/año (luz)}}$

Por tanto, el consumo final será la suma del gasto de gas natural, de electricidad y de luz:

- $69.298,90 \text{ €/año} + 1.960,54 \text{ €/año} + 44.764,69 \text{ €/año} = \mathbf{116.024,13 \text{ €/año gasto total}}$

4.3 Opciones de mejora energética del cuartel

Tras la obtención de la certificación energética y dado que la letra obtenida es una “D”, es de obligado cumplimiento contemplar una serie de medidas, a modo de mejoras, para lograr aumentar la eficiencia energética del edificio cuartel. Para ello, el programa CE³X tan solo permite un número máximo de tres. En este caso, las mejoras que se van a plantear son las siguientes:

1. Sustitución de ventanas y marcos e incorporación de espuma aislante a la caja de las persianas.
2. Anterior mejora más la incorporación de placas de poliuretano proyectado al equipo mixtos de caldera y ACS así como la renovación total de tubos fluorescentes por tubos LED.
3. Anterior mejora pero ésta vez cambiando la instalación de calefacción y ACS por una caldera de biomasa.

Al igual que los apartados anteriores, es indispensable este último paso del cálculo de mejoras en el cuartel, para que el programa pueda generar un informe final de certificación energética.

Con cada medida de mejora que se implementa, el programa generará una nueva calificación energética del edificio teniendo en cuenta para ello nuevos valores de demandas y consumos.

En el caso de un edificio, de características análogas a las del Cuartel *Almirante F. Moreno* y que sea certificado con la letra D, las mejoras que se planteen deben conseguir que el edificio aumente su eficiencia energética al menos en un nivel (o una letra) para poder optar a las subvenciones que ofrezca el IDAE dentro de su *Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios existentes del sector Residencial (uso vivienda y hotelero)*. Por tanto, al final de este apartado de mejoras, la edificación debería contar como mínimo con una calificación energética correspondiente a la letra C.

4.3.1 Mejora I

Esta mejora viene determinada por la renovación total de vidrios y marcos de ventanas, además de por la implantación de un recubrimiento de espuma BASOTECT para las cajas de las persianas.

Las ventanas de edificios antiguos, normalmente, no están muy bien aisladas y son una de las principales causas por las que la demanda de calefacción del edificio (o energía necesaria para que esté en funcionamiento con unas condiciones medias de confort) se pierda con el exterior hasta unos niveles, que suponen alrededor de un 40% de las pérdidas sufridas por los bloques de viviendas; a no ser que se implementen las medidas necesarias para contrarrestar este efecto y se lleve a cabo una renovación de las mismas.

Debido a las propiedades ambientales de la localidad de Marín y la situación del edificio cuartel, en una zona muy próxima a la ría de Pontevedra, las mejoras propuestas en este aspecto serían las siguientes:

- Sustitución de los cristales monolíticos (acristalamiento tradicional) por unos vidrios denominados bajo emisivos.
- Sustitución de todos los marcos de carpintería de aluminio por otros de unas características más aislantes.
- Implantación de una espuma de Basotect como recubrimiento de las cajas de persianas.

El vidrio bajo emisivo es aquel sobre el que se ha depositado una capa de óxido metálico muy fina gracias a la cual le proporciona una capacidad de aislamiento muy fuerte. El programa los denomina VER_DB3_4-6-4, tal y como refleja en la figura 4-23.

La permeabilidad vendría regulada por el Documento Básico HE en, concreto el H2 que es el referente al rendimiento de las instalaciones térmicas, en el que cita que para la ZC donde nos encontramos (C1), existe un límite de permeabilidad al aire de huecos de $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

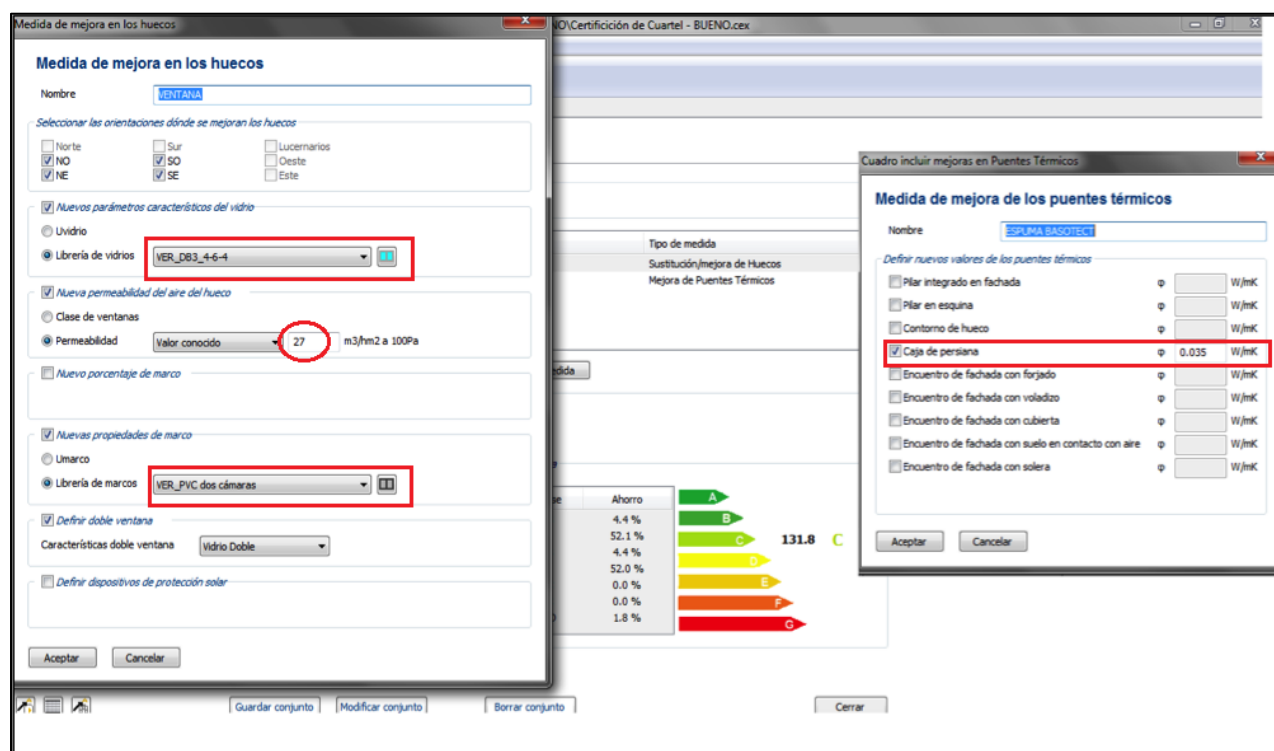


Figura 4-23. Medidas de mejora en huecos. Fuente: CE³X

A su vez, deben renovarse los marcos de las ventanas ya que, actualmente, existen materiales con unas excelentes características aislantes.

Así pues, se ha optado por cambiar el conjunto de todos los marcos del cuartel por una marquertería vertical de dos cámaras fabricada en material PVC.

La relación de la mejora vidrio-marco es, a priori, una de las más importantes a la hora de mejorar la envolvente térmica de la edificación, sin tener en cuenta el cambio de instalaciones.

Gracias a esta mejora, se puede obtener un ahorro de energía de hasta un 60%, aspecto que queda ilustrado claramente en la figura 4-24 que sigue a continuación.

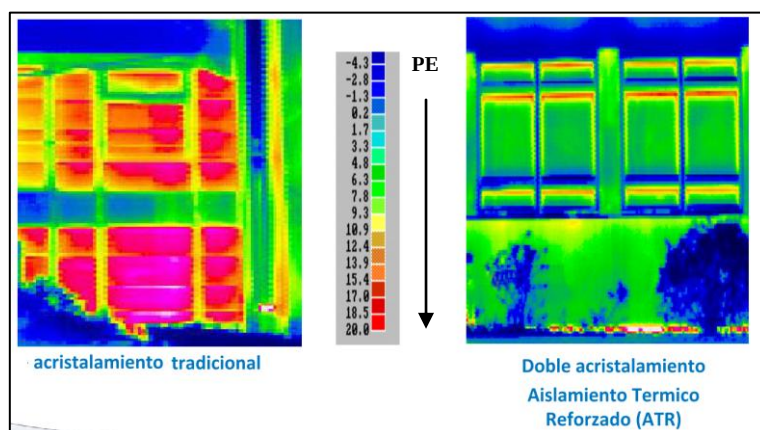


Figura 4-24. Pérdidas energéticas (PE) vidrios. Fuente: CITAV. Saint Gobain

Por tanto, atendiendo a lo especificado en la tabla 4-12, teniendo en cuenta que los marcos actuales son del tipo metálico con vidrio monolítico, con una muy elevada transmitancia térmica de valor $5,7 \text{ Wm}^2\text{k}$; y que suponen fuertes pérdidas de energía y ahorro económico nulo (situación 1 de la tabla), se propone la sustitución de estos, por marcos de PVC tipo CLIMALIT PHANITHERM (situación 21) que presentan una transmitancia térmica de valor $2,3 \text{ Wm}^2\text{k}$ y aseguran un ahorro energético próximo al 60%.

Situación	Posición de Eficiencia	Marco	Acristalamiento	Cámara (mm)	U_H	Pérdidas Energéticas Relativas (%)	Ahorro (%)
1	21	Metálica	Vidrio monolítico	-	5,7	100	0
2	20	Metálica RPT 1	Vidrio monolítico	-	5,2	91	9
3	19	Metálica RPT 2	Vidrio monolítico	-	5	88	12
4	18	Madera	Vidrio monolítico	-	4,7	82	18
5	17	Metálica	SGG CLIMALIT 4/6/4	6	4	70	30
6	16	Metálica	SGG CLIMALIT 4/12/4	12	3,7	65	35
7	15	Metálica RPT 1	SGG CLIMALIT 4/6/4	6	3,5	61	39
8	15	Metálica	SGG CLIMALIT PLANITHERM 4/6/4	6	3,5	61	39
9	14	Metálica RPT 2	SGG CLIMALIT 4/6/4	6	3,3	58	42
10	13	Metálica RPT 1	SGG CLIMALIT 4/12/4	12	3,2	56	44
11	12	Madera	SGG CLIMALIT 4/6/4	6	3,1	54	46
12	11	Metálica RPT 2	SGG CLIMALIT 4/12/4	12	3	53	47
13	11	Metálica RPT 1	SGG CLIMALIT PLANITHERM 4/6/4	6	3	53	47
14	10	Metálica	SGG CLIMALIT PLANISTAR 4/12/4	12	2,9	51	49
15	10	PVC	SGG CLIMALIT 4/6/4	6	2,9	51	49
16	9	Madera	SGG CLIMALIT 4/12/4	12	2,8	49	51
17	8	Metálica RPT 2	SGG CLIMALIT PLANITHERM 4/6/4	6	2,7	47	53
18	7	PVC	SGG CLIMALIT 4/12/4	12	2,6	46	54
19	6	Madera	SGG CLIMALIT PLANITHERM 4/6/4	6	2,5	44	56
20	5	Metálica RPT 1	SGG CLIMALIT PLANISTAR 4/12/4	12	2,4	42	58
21	4	PVC	SGG CLIMALIT PLANITHERM 4/6/4	6	2,3	40	60
22	3	Metálica RPT 2	SGG CLIMALIT PLANISTAR 4/12/4	12	2,2	39	61
23	2	Madera	SGG CLIMALIT PLANISTAR 4/12/4	12	1,9	33	67
24	1	PVC	SGG CLIMALIT PLANISTAR 4/12/4	12	1,7	30	70

Tabla 4-3. Especificaciones marcos- acristalamientos. Fuente: CITAV. Saint Gobain

Las cajas de las persianas son evidentemente una fuente directa de pérdida de energía del interior de la edificación; por tanto, se propone dotar a cada una de las cajas de un recubrimiento especial de espuma Basotect.

Esta espuma esta creada para evitar que se produzcan los llamados puentes térmicos y consiste en un recubrimiento total de la caja de persianas. Al final, mejorará la climatología ambiental en el interior del edificio, eliminará las corrientes y disminuirá la transmisión del sonido. Esta espuma tiene como máximo un índice de conductividad de $0,035 \text{ W/mK}$, lo que supone un gran avance en relación a la transmitancia térmica actual de las actuales cajas que datan del año 1977.

Esta mejora se propone decido a que no sería necesario cambiar todas las cajas de las persianas ni las ventanas, sino que al tratarse de un sistema flexible, puede adaptarse con facilidad a todo tipo de persianas enrollables. (ver figura 4-25)

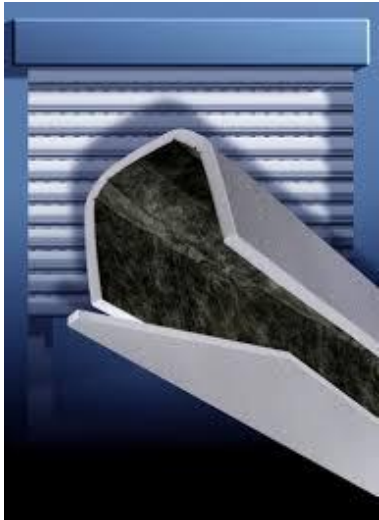


Figura 4-25. Recubrimiento espuma Basotect. Fuente: www.plasticsportal.net

Esta mejora I, al introducirla en el programa, supone una subida en la letra de la certificación energética de la edificación al conseguir alcanzar la letra C, como muestra la Figura 4-26.

La demanda de calefacción se mantiene en una letra G, aunque disminuye ligeramente a 84,90 kWh/m² año, cambio que si se puede apreciar en la refrigeración que pasa a ser de 1,90 kWh/m² año subiendo así hasta la letra B.

Esto tiene repercusión tanto energética como económicamente ya que a pesar del gasto por la renovación total de marcos y vidrios del cuartel, a la larga supondría un ahorro considerable.

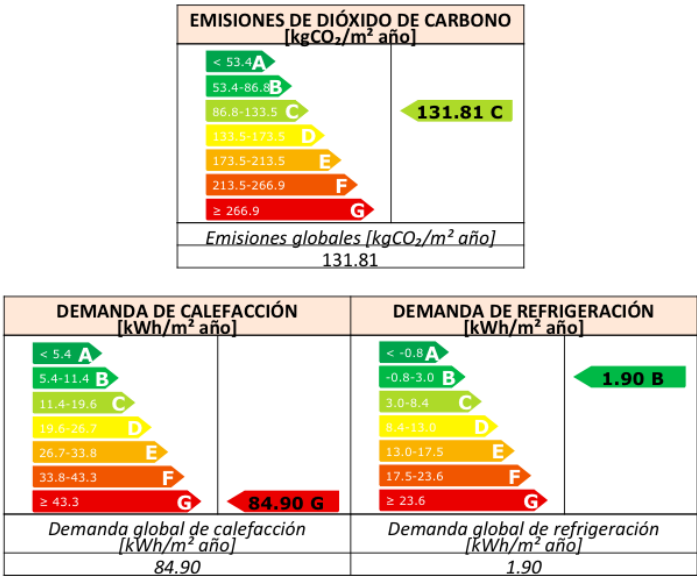


Figura 4-26. Etiqueta energética con mejoras I. Fuente: CE³X

Analizando la mejora I a nivel de impacto económico, en relación a cómo se encuentra en la actualidad, se puede observar algún cambio

Gracias al informe generado, en el Anexo XVII: Certificado de Eficiencia Energética, se puede realizar el estudio económico a partir de los datos especificados y, así mismo, compararlo con la situación inicial de la edificación ya que gracias a él resulta más fácil calcular la diferencia de energía primaria (kWh/m² año).

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES							
< 216.2A 216.2-351.3B 351.3-540.4C 540.4-702.6D 702.6-864.7E 864.7-1080.9F ≥ 1080.9G	634.94 D	CALEFACCIÓN		ACS						
		5.18	G	1.11	D					
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]						
		176.55		331.60						
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN						
		0.26	A	0.65	C					
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]						
634.94		6.10		120.69						
Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	84.90	G	1.90	B						
Diferencia con situación inicial	3.9 (4.4%)		2.1 (52.1%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	168.80	G	2.92	A	331.60	D	120.69	C	624.01	D
Diferencia con situación inicial	7.8 (4.4%)		3.2 (52.1%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		10.9 (1.7%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	34.09	G	0.73	B	66.98	C	30.01	C	131.81	C
Diferencia con situación inicial	1.6 (4.4%)		0.8 (52.0%)		-0.0 (-0.0%)		-0.0 (-0.0%)		2.3 (1.8%)	

Tabla 4-4. Comparación y medidas de ahorro I. Fuente: CE³X

Comenzando por el apartado de calefacción, en la tabla 4-4 se puede observar que gracias a la mejora introducida se pasa de una situación inicial en el que el consumo de energía primaria era de 176,55 kWh/m² año, a un consumo de 168,80 kWh/m² año, lo cual supone un ahorro de un 4,4% en este concepto.

A efectos económicos y a la vista de los cálculos efectuados en el apartado 4.2.3, el ahorro económico relacionado con la **calefacción** teniendo en cuenta esta mejora I, sería:

- $(176,55 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055\text{€/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,044 = 873,1 \text{ €/año}$
- $(176,55 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055\text{€/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) - 873,1 = 18.970,4 \text{ €/año}$

En relación al consumo de **ACS** nos mantenemos en los mismos niveles que en la situación inicial, ya que no se ha modificado nada relacionado con ello.

- $331,6 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055\text{€/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2 = 37.270,45 \text{ €/año}$

Debe añadirse el gasto fijo que supone contratar el gas natural y también el coste de alquiler del contador. Por tanto, como la compañía citada anteriormente cobra 0,144 €/día por contratar el gas y 0,042 €/día por el alquiler del contador; el gasto fijo anual por estos conceptos es:

- $(0,144 \text{ €/día} + 0,042 \text{ €/día}) \times 365 \text{ días/año} = 67,89 \text{ €/año}$

Además, para el cálculo del **gasto total** se añadirán los costes empleados en mantener y revisar cada año la caldera y la instalación de gas que se pueden estimar actualmente en unos **90 €/año**.

- $18.970,4 \text{ €/año} + 37.270,45 \text{ €/año} + 67,89 \text{ €/año} + 90 \text{ €/año} = \mathbf{56.398,74 \text{ €/año}}$

Por otro lado, en España, debe sumarse el 21% de **IVA** a los gastos derivados de la factura de gas:

- $56.398,74 \times 0,21 = \mathbf{11.843,73 \text{ €/año}}$

La suma de los consumos de gas, más los gastos fijos, de mantenimiento e IVA´s supone:

- $(56.398,74 \text{ €/año} + 11.843,73 \text{ €/año}) = \mathbf{68.242,5 \text{ €/año (Gas natural)}}$

La **refrigeración**, teniendo en cuenta que el cuartel de alumnos no dispone de ningún elemento de refrigeración, pero que supone parte del informe generado por el programa, se tendrá que tener en cuenta a la hora de efectuar los cálculos, ya que afecta de manera directa al ahorro energético global del cuartel.

En esta ocasión, se produciría una disminución de consumo de energía primaria de refrigeración en el caso de que se dispusiese de equipos que iría de $6,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$ a $2,92 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$, lo cual significa un ahorro de hasta 52,1%.

Para refrigerar el edificio cuartel, puesto que el programa genera un valor necesario, se tendrá en cuenta que el consumo anual en electricidad, suponiendo una tarifa de $0,13 \text{ €/kWh}$, para refrigeración sería:

- $(6,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,13 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,52 = \mathbf{844,3 \text{ €/año}}$
- $1.620,54 \text{ €/año} - 844,3 \text{ €/año} = \mathbf{776,24 \text{ €/año}}$

Si se añade al total el 21% de IVA al consumo de electricidad se tiene: $776,24 \text{ €/año} \times 0,21 = \mathbf{163 \text{ €/año}}$.

Luego, se suman el consumo de electricidad y su IVA, se obtiene un gasto total de:

- $776,24 \text{ €/año} + 163 \text{ €/año} = \mathbf{939,24 \text{ €/año (refrigeración)}}$

En la iluminación sucede lo mismo que en el consumo de ACS, al no introducir mejoras en este apartado, se mantienen los gastos iniciales.

Para calcular el consumo de **iluminación**, se tomarán como referencias los precios de una empresa del tipo Endesa, cuyas tarifa suele estar entorno a $0,15 \text{ €/kWh}$.

El precio de la potencia total contratada sería:

- $120,69 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,15 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2 = \mathbf{36.995,59 \text{ €/año}}$

Añadiendo el 21% de IVA al consumo anual de luz: $36.995,59 \text{ €/año} \times 0,21 = \mathbf{7.769,1 \text{ €/año}}$

Sumando esa cantidad al consumo de luz obtenemos:

- $36.995,59 \text{ €/año} + 7.769,1 \text{ €/año} = \mathbf{44.764,69 \text{ €/año (luz)}}$

Por tanto, el consumo final en relación con esta mejora I será la suma del gasto de gas natural, de electricidad y de luz:

- $68.242,5 \text{ €/año} + 939,24 \text{ €/año} + 44.764,69 \text{ €/año} = \boxed{113.946,4 \text{ €/año gasto total}}$

Con todas estas mejoras, se observa que hemos ido reduciendo la cantidad de emisiones de CO₂ a la atmósfera por año quedando reflejado en una continua mejora de la letra en la etiqueta energética.

La mejora I que tenía en cuenta la sustitución de todos los vidrios del cuartel por otros de tipo doble bajo emisivos y los marcos de las ventanas por unos de PVC debido al auge del material en estos últimos años así como el nuevo recubrimiento de las cajas de persianas con una espuma Basotect para mejorar el aislamiento, hace divisar un ahorro económico al año de **2077,7 €/año** netos realizando una inversión en estas mejoras de, los presupuestos de ventanas y marcos podemos encontrarlos en el Anexo XIX:

- Vidrios bajo emisivos: 14.627,42 €
- Marcos: 137.870,7 €
- Espuma Basotect: 24,3 €/caja de persiana x 220 cajas de persianas = 5.346 €
- **TOTAL INVERSIÓN MEJORA I: 157.844,12 €**

4.3.2 Mejora II

En este apartado se va a introducir una nueva mejora referida al aislamiento de la caldera y una renovación en cuanto a la iluminación al objeto de conseguir una mayor eficiencia de la edificación y, por tanto, poder conseguir una letra más eficiente.

Mejorar la instalación de la caldera que dota de la demanda necesaria a toda la edificación, es uno de los puntos más importantes a tener en cuenta a la hora de posibles mejoras o mantenimientos.

En la actualidad, teniendo en cuenta el presupuesto destinado a defensa por parte del ministerio, parece más factible mejorar las instalaciones existentes que optar por la compra de un nuevo equipo; siempre y cuando la compra no sea la única opción. Así pues, se descarta la adquisición de una nueva caldera por considerarlo prácticamente inviable y se opta por la mejora del aislamiento del equipo y de su mantenimiento.

El cambio consistirá en sustituir el actual recubrimiento de los acumuladores, de espuma de poliuretano, por placas de poliuretano proyectado, ya que éste último material cuenta con una mayor capacidad aislante, tanto térmica como acústica, y se puede utilizar a su vez como material impermeabilizante aspecto que, debido a la situación geográfica del cuartel, supondría una notable mejora.

Además de la instalación de caldera, también se puede mejorar el sistema de iluminación que, junto a la calefacción y el ACS, es otro de los puntos de mayor consumo de energía del edificio.

Medida de mejora en el equipo de iluminación

Nombre: Iluminación 2.2 Zona: Zona 2

Características: Superficie zona: 1925.555 m2

Eficiencia energética: ☒ Zona de representación Actividad: Zonas comunes en edificios residenciales

Definir características: Conocido(ensayado/justificado)

Potencia instalada: 5876 W

Iluminancia media horizontal: 500 lux

Medida de mejora en la instalación de calefacción y ACS

Nombre: Calefacción y ACS Zona: Edificio Objeto

Características: Tipo de generador: Caldera Baja Temperatura Tipo de combustible: Gas Natural

Rendimiento medio estacional: Rendimiento estacional: Estimado según instalación

Potencia nominal: 580 kW

Carga media real bomb: 0.06

Rendimiento de combustión: 91 %

Con Acumulación: ☒ Valor UA: Estimado Volumen de un depósito: 3000 l Tipo de aislamiento: Poluretano Proyectado Multiplicador: 2 Espesor: 0.03 m

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	100.1 G	88.8 G	-12.7 %
Demanda de refrigeración	0.9 B	4.0 C	76.6 %
Emissiones de calefacción	40.2 G	35.7 G	-12.7 %
Emissiones de refrigeración	0.4 B	1.5 C	76.3 %
Emissiones de ACS	66.4 C	67.0 C	0.9 %
Emissiones de iluminación	6.7 A	30.0 C	77.6 %
EMISIONES GLOBALES	113.7 C	134.2 D	15.3 %

Figura 4-27. Medidas de mejora II. Fuente: CE³X

El cuartel *Almirante Francisco Moreno* cuenta principalmente para su iluminación con tubos fluorescentes que son los encargados de proporcionar la luz necesaria para afrontar el día a día. La estrategia de cambio, en este caso, sería optar por sustituir estos tubos fluorescentes, por unos tubos LED de 13W, que representan una nueva tendencia hoy en día que está adquiriendo muy buenas prestaciones y unos excelentes resultados, energéticamente hablando.



Figura 4-28. Ventajas uso LED.

El uso de tubos LED mejora el desarrollo sostenible ya que no contienen mercurio ni gases contaminantes, no emiten rayos UV y proporcionan una baja emisión del calor ambiente. Pero

energéticamente hablando, se puede decir que su uso supone alcanzar un 90% de eficiencia energética ya que consume la cuarta parte que uno fluorescente. Cuenta además con luz direccionada, eficiencia lumínica alta y un encendido instantáneo sin parpadeo, vital a la hora de la diana para los alumnos de dicho cuartel. Los tubos LED cuentan con una estimación de más de 50.000 horas de vida, que son 15 años encendiendo la luz 10 horas diarias; y su composición es de materiales reciclables, lo que producen menos desechos gracias a su larga duración.

En la figura 4-29 se puede observar que estas mejoras en la caldera y en el sistema de iluminación, añadidas a las anteriores, proporcionan que la edificación se mantenga en la letra C y mejore.

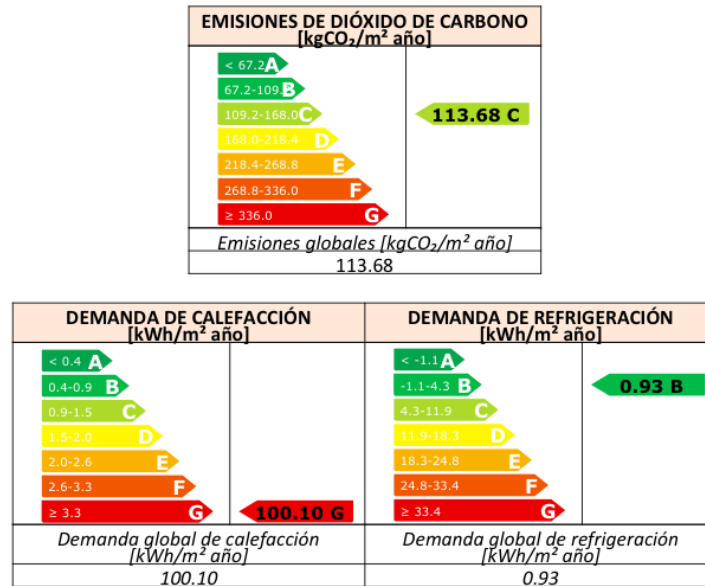


Figura 4- 29. Etiqueta energética con mejoras II. Fuente: CE³X

El nuevo valor de 113.68 kgCO₂/m² año, correspondiente a las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono del edificio, se corresponde con la letra C y supone una mejora con respecto a la letra D inicial del edificio.

A la vista está que cada vez se va obteniendo un resultado peor en la demanda de calefacción y uno mejor en la demanda de refrigeración, es decir la diferencia entre ambas va aumentando. Esto se debe a que la envolvente del cuartel hace que éste funcione a modo de “termo”, es difícil de calentar en invierno y también en verano, además, la sustitución de tubos fluorescentes por tubos LED provoca, de forma indirecta, que se produzca una disminución de energía calorífica ya que los tubos fluorescentes además de proporcionar luz también generaban calor. Se obtiene una mala calificación respecto a la demanda de calefacción, pero muy buena respecto a la de refrigeración.

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
< 216.2A 216.2-351.3B 351.3-540.4C 540.4-702.6D 702.6-864.7E 864.7-1080.9F ≥ 1080.9G	634.94 D	CALEFACCIÓN		ACS		
		5.18	G	1.11	D	
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]		
		176.55		331.60		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
		0.26	A	0.65	C	
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]		
634.94		6.10		120.69		

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	100.10	G	0.93	B						
Diferencia con situación inicial	-11.3 (-12.7%)		3.0 (76.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	199.02	G	1.43	A	328.72	D	27.05	A	556.22	C
Diferencia con situación inicial	-22.5 (-12.7%)		4.7 (76.5%)		2.9 (0.9%)		93.6 (77.6%)		78.7 (12.4%)	
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	40.20	G	0.36	B	66.39	C	6.73	A	113.68	C
Diferencia con situación inicial	-4.5 (-12.7%)		1.2 (76.3%)		0.6 (0.9%)		23.3 (77.6%)		20.5 (15.3%)	

Tabla 4-5. Comparación y medidas de ahorro II. Fuente: CE³X

Comentada la mejora II propuesta, se da paso al cálculo económico de la misma.

Comenzando con el apartado de calefacción y gracias a la tabla 4-5 se puede observar que se pasa de una situación inicial en el que el consumo de dicha energía primaria era de 176,55 kWh/m² año a un consumo, una vez introducidas las mejoras II de 199,02 kWh/m² año lo cual supone una pérdida de un 12,7% en esta materia por lo que comentábamos en el párrafo anterior.

A efectos económico y visto lo calculado en el apartado 4.2.3 el consumo económico relacionado con la **calefacción** teniendo en cuenta la mejora II sería:

- $(176,55 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055\text{€/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,127 = 2.520,1 \text{ €/año}$
- $(176,55 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055\text{€/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) + 2.520,1 = 22.363,58 \text{ €/año}$

En relación al consumo de **ACS**, nos encontramos con una mejora del 2,9% pasando así de un consumo de 331,6 kWh/m² año a 328,72 kWh/m² año.

- $(331,6 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,055\text{€/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,029 = 1.080,8 \text{ €/año}$
- $37.270,45 \text{ €/año} - 1.080,8 \text{ €/año} = 36.189,65 \text{ €/año}$

Debe añadirse el gasto fijo que supone contratar el gas natural y también el coste de alquiler del contador. Por tanto, como la compañía citada anteriormente cobra 0,144 €/día por contratar el gas y 0,042 €/día por el alquiler del contador; el gasto fijo anual por estos conceptos es:

- $(0,144 \text{ €/día} + 0,042 \text{ €/día}) \times 365 \text{ días/año} = 67,89 \text{ €/año}$

Además, para el cálculo del **gasto total** se añadirán los costes empleados en mantener y revisar cada año la caldera y la instalación de gas que se pueden estimar actualmente en unos **90 €/año**.

- $22.363,58 \text{ €/año} + 36.189,65 \text{ €/año} + 67,89 \text{ €/año} + 90 \text{ €/año} = 58.711,12 \text{ €/año}$

Por otro lado, en España, debe sumarse el 21% de **IVA** a los gastos derivados de la factura de gas:

- $58.711,12 \times 0,21 = 12.329,3 \text{ €/año}$

La suma de los consumos de gas, más los gastos fijos, de mantenimiento e IVA's supone:

- $(58.711,12 \text{ €/año} + 12.329,3 \text{ €/año}) = \boxed{71.040,42 \text{ €/año (Gas natural)}}$

La **refrigeración**, teniendo en cuenta que el cuartel no dispone de ningún elemento de refrigeración, supone parte del informe generado por el programa y lo tenemos en cuenta a la hora de nuestros cálculos ya que afecta de manera directa al ahorro energético del cuartel.

En esta ocasión, se produce una disminución de emisiones de refrigeración, si dispusiéramos de equipos, de $6,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$ a $1,43 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$ lo cual significa un ahorro de hasta 76,5%.

Para refrigerar el edificio, puesto que el programa genera un valor necesario, se tendrá en cuenta que el consumo anual en electricidad, suponiendo una tarifa de $0,13 \text{ €/kWh}$, para refrigeración sería:

Para refrigerar el edificio, puesto que el programa genera un valor necesario, se tendrá en cuenta que el consumo anual en electricidad, suponiendo una tarifa de $0,13 \text{ €/kWh}$, para refrigeración sería:

- $(6,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,13 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,765 = 1.239,7 \text{ €/año}$
- $1.620,54 \text{ €/año} - 1.239,7 \text{ €/año} = 380,8 \text{ €/año}$

Si se añade el 21% de IVA al consumo de electricidad se tiene: $380,8 \text{ €/año} \times 0,21 = 80 \text{ €/año}$

Luego, se suman el consumo de electricidad y su IVA, se obtiene un gasto total de:

$$380,8 \text{ €/año} + 80 \text{ €/año} = \boxed{460,8 \text{ €/año (refrigeración)}}$$

La iluminación supone una importante mejora ya que pasamos de los tubos fluorescentes a los tubos LED y se ve claramente reflejado en el informe generado ya que pasamos de unas emisiones de $120,69 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$ a $27,05 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$ lo cual nos supone un ahorro energético del 77,6%.

Para calcular el consumo de **iluminación**, se tomarán como referencias los precios de una empresa del tipo Endesa, cuyas tarifa suele estar entorno a $0,15 \text{ €/kWh}$.

El precio de la potencia total contratada sería:

- $(120,69 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,15 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,776 = 28.708,58 \text{ €/año}$
- $36.995,59 \text{ €/año} - 28.708,58 \text{ €/año} = 8.287 \text{ €/año}$

Añadiendo el 21% de IVA al consumo anual de luz: $8.287 \text{ €/año} \times 0,21 = 1.740,3 \text{ €/año}$

Sumando el consumo de luz obtenemos: $8.287 \text{ €/año} + 1.740,3 \text{ €/año} = \boxed{10.027,3 \text{ €/año (luz)}}$

Por tanto, el consumo final en relación con esta mejora II será la suma del gasto de gas natural, de electricidad y de luz:

- $71.040,42 \text{ €/año} + 460,8 \text{ €/año} + 10.027,3 \text{ €/año} = \boxed{81.528,5 \text{ €/año gasto total}}$

Con todas estas mejoras, se observa que hemos ido reduciendo la cantidad de emisiones de CO_2 a la atmósfera por año quedando reflejado en una continua mejora de la letra en la etiqueta energética.

La mejora II al tratarse de una revolución a nivel de instalaciones se puede observar un mayor ahorro energético y por lo tanto económico. La sustitución de la espuma de poliuretano aislante presente en la

caldera a día de hoy por placas de poliuretano proyectado y la sustitución a su vez de todos los tubos fluorescentes de luz por otros tubos basados en la tecnología LED nos hacen que obtengamos un ahorro económico de **34.495,8 €/año**. Al ser una mejora que tiene en cuenta las mejoras propuestas en el apartado I, debemos sumar el precio de dichas mejoras a las reseñadas en el apartado II, es decir:

- Inversión mejoras I: 157.844,12 €
- Placas de poliuretano proyectado: $21,63 \text{ €/m}^2 \times 6 \text{ m}^2$ (2 acumuladores) = 129,8 €
- Tubos LED: $11\text{€/tubo} \times 956 \text{ tubos}$ = 10.516 €
- **TOTAL INVERSIÓN MEJORA II: 168.489,9 €**

4.3.3 Mejora III

Esta es la última mejora que permite introducir el programa, por tanto, se intentará buscar una importante que logre situar a la edificación en la letra **A**. Por tanto, se opta por introducir un sistema de caldera por biomasa, recomendado por el programa que estamos utilizando.

El salto de esta mejora a la letra A se debe en definitiva a que la biomasa no emite CO₂ a la atmósfera, debido básicamente a que el proceso de generación de biomasa y su posterior utilización como combustible se considera un ciclo cerrado. Las plantas a lo largo de su ciclo de vida necesitan CO₂ y agua para realizar el proceso de fotosíntesis, una vez realizado el mismo son recolectadas, aquellas que sean válidas, para generar la biomasa y utilizadas como combustible. Una vez que la biomasa es quemada en la caldera para producir energía calorífica las emisiones de CO₂ a la atmósferas se consideran nulas debido a que no están generando más CO₂ del que ya existe en la atmósfera, ya que es un ciclo cerrado y ese CO₂ emitido será posteriormente absorbido por otras plantas reanudando de nuevo el proceso explicado.

Los equipos que funcionan a través de biomasa están ideados para aquellos lugares en que no pueden disponer de gas natural con facilidad, que no es el caso. En su funcionamiento juegan un papel fundamental los pellets. Los pellets son básicamente serrín prensado de madera, en su mayoría de pino, y, casualmente, nos encontramos en una zona (Galicia) donde abundan en gran cantidad. Su poder calorífico ronda los 5 kWh/kg, con una humedad de aproximadamente el 8-9%; y la densidad energética es de unos 650 kg/m³.

Las astillas de madera triturada son otra opción, a modo de combustible, para el funcionamiento de la caldera y suelen ser generalmente la entresca de los árboles que no valen para la industria de muebles por ser demasiados finos o no ser de buena calidad. Hay que tener en cuenta que la astilla debe cumplir con una calidad mínima, es decir, no podemos contentarnos solo con hojas y ramas finas ya que no disponen de la suficiente densidad energética. Además, se pueden obtener astillas a partir de los pellets, pero después de un pre tratamiento correcto para su formación.

La astilla tiene importantes sinergias con el sector forestal y rural, ya que contribuye a:

- Mantener limpios los bosques, reduciendo así el riesgo de incendios.
- Crear puestos de trabajo locales.
- Usar un combustible autóctono y barato, independiente de las fluctuaciones de los combustibles fósiles.

Para nuestros requerimientos hemos encontrado una caldera de biomasa que cumple con la potencia necesaria de 580 kW nominales, que estamos utilizando en la actualidad. Se trata de la Caldera de biomasa astillas de la empresa HERGOM ALTERNATIVE, modo forestal 50-580 kW, e iría situada en el pañol de calderas que dispone el cuartel en su parte de atrás, donde se encuentran las dos calderas de baja temperatura actualmente.



Figura 4-30 Caldera de biomasa. Fuente: www.repuestoscalefaccion.com

Como especificaciones técnicas destacar que es una caldera fabricada en acero de alta calidad con dos flujos de humos: uno directo en los tubos de humos y otro más tangencial a las paredes de la cámara de combustión. Gracias a su diseño se obtiene un gran rendimiento y una mejora en el ahorro energético (91% de rendimiento de combustión y 78% de rendimiento del agua). Cuenta además con un sistema de alimentación automático de astillas de madera. El modelo seleccionado sería el de Forestal 50 debido a la potencia útil de 580 kW y rondaría los 50.000 euros. (Ver figura 4-30)

El programa, tras la parametrización de los datos de la esta mejora, obtiene una nueva letra de eficiencia energética para el edificio, la última permitida y, en este caso corresponde con la letra **A** como se observa en la Figura 4-31. Hay que tener en cuenta que el programa asume las mejoras anteriores con la única salvedad del cambio de las calderas de baja temperatura por la de biomasa.

Hay que significar finalmente que existe una gran diferencia entre la certificación inicial del edificio con una letra **D**, y la conseguida a base de las citadas mejoras y, aunque supone un gasto económico a corto plazo, es obvio que a largo plazo se lograría un alto porcentaje de ahorro tanto energético como económico.

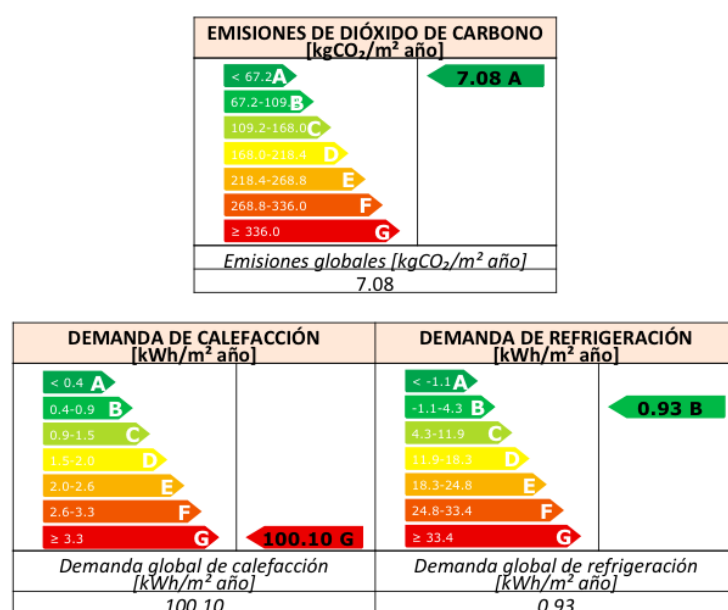


Figura 4-31. Etiqueta energética con mejoras III. Fuente: CE³X

Analizando el aspecto económico de esta mejora III, se debe destacar que se trata básicamente de la mejora II, que viene definida por el cambio de ventanas y marcos, caja de persianas y sustitución de todos los tubos fluorescentes del cuartel por unos tubos de luz tipo LED además de la incorporación de una caldera de biomasa como se acaba de ver.

Siguiendo la tónica de las mejoras anteriores, se va a realizar el estudio de contraste entre los datos obtenidos anteriormente, gracias al informe generado por el programa, y los que se obtienen con esta mejora. III.

INDICADOR GLOBAL				INDICADORES PARCIALES						
< 216 A 216.2-351 B 351.3-540.4 C 540.4-702.6 D 702.6-864.7 E 864.7-1080.9 F ≥ 1080.9 G <td rowspan="6">634.94 D</td> <td colspan="2">CALEFACCIÓN</td> <td colspan="2">ACS</td>	634.94 D	CALEFACCIÓN		ACS						
		5.18	G	1.11	D					
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]						
		176.55		331.60						
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN						
		0.26	A	0.65	C					
Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]						
634.94		6.10		120.69						
Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	100.10	G	0.93	B						
Diferencia con situación inicial	-11.3 (-12.7%)		3.0 (76.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	197.05	G	1.43	A	328.32	D	27.05	A	553.85	C
Diferencia con situación inicial	-20.5 (-11.6%)		4.7 (76.5%)		3.3 (1.0%)		93.6 (77.6%)		81.1 (12.8%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	0.00	A	0.36	B	0.00	A	6.73	A	7.08	A
Diferencia con situación inicial	35.7 (100.0%)		1.2 (76.3%)		67.0 (100.0%)		23.3 (77.6%)		127.1 (94.7%)	

Tabla 4-6. Comparación y medidas de ahorro mejoras III. Fuente CE³X.

Antes de comenzar el análisis económico de la mejora III, que se está estudiando, debe tenerse en cuenta que se debería hacer una inversión en sistemas de almacenamiento de la biomasa, ya que no sería factible ir cargando los sacos de gran cantidad de kg de biomasa de un lado para otro.

Para salvar este pequeño impedimento se ha pensado en la compra de un depósito de pellets, aunque también podría reconvertirse el tanque de combustible de las calderas actuales de gas natural, en un depósito de pellets en menos de 3 días, aunque en este caso dicho es suministrado directamente desde la calle.



Figura 4-32. Depósito de pellets. Fuente: www.atmos.cz

Por tanto, el gasto sería para adquirir un depósito de 1.500 litros de capacidad de tejido para depositar los pellets. El depósito TZ, según viene explicado por la empresa checa Atmos en su página web, consiste en un depósito construido con un tejido especial en cuya parte inferior se inclinan en un punto de toma donde se sitúa una sonda colectora del transportador neumático para facilitar el abastecimiento de la biomasa. El único requisito para la deposición de este depósito es que se disponga

de un suelo reforzado, es decir, no requiere de ninguna obra civil. Disponen a su vez de una variante abierta arriba para poder ser repostados o una variante cerrada arriba por si el llenado desea hacerse por soplado en su lateral, como se puede observar en la figura 4-33.

El llenado en la temporada de calefacción se puede calcular según la regla básica de que 1 kW de potencia necesaria de la fuente de calor, es igual a 358 kg pellets/año. El precio de mercado de un depósito de este tipo rondaría los 1.300 euros.

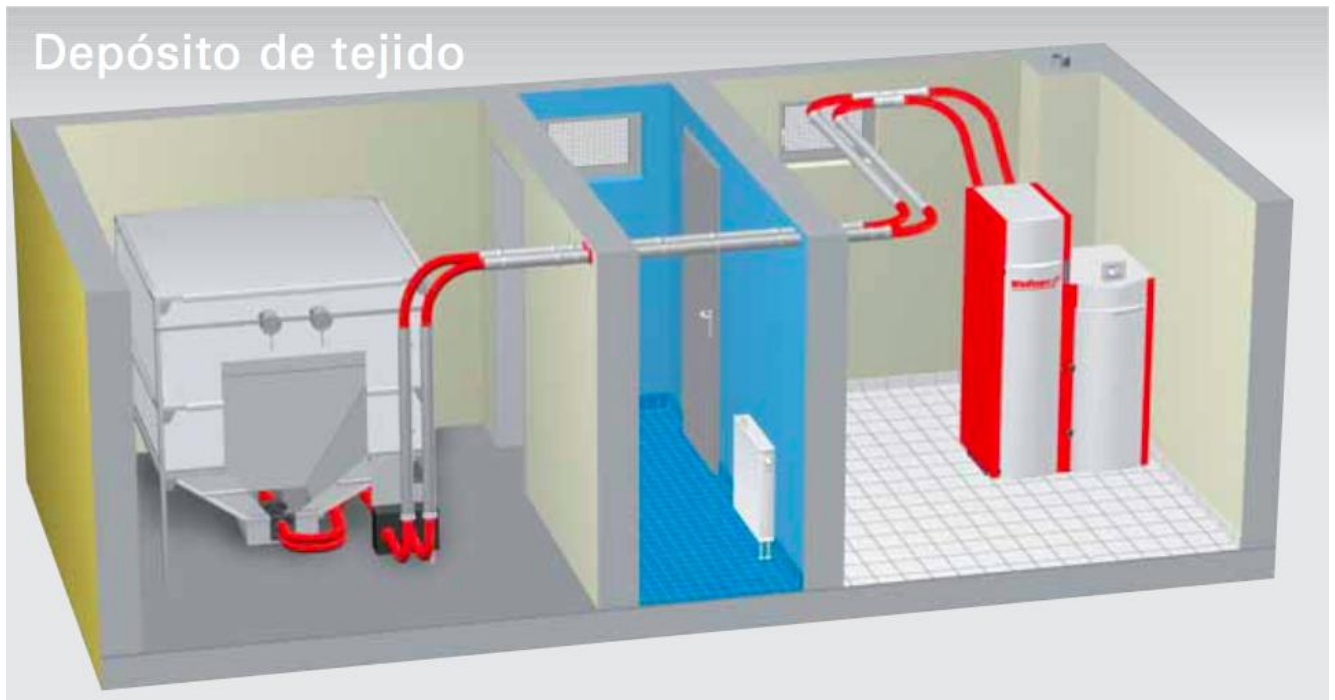


Figura 4-33. Sistema de abastecimiento de biomasa. Fuente: www.ecoesfera.net

Al variar el tipo de combustible debemos aplicar los nuevos costes y porcentajes establecidos para la biomasa en nuestro país. Es necesario conocer el combustible necesario para afinar en el estudio económico que en nuestro caso sería:

$Q_{comb} = CE / PCI$ donde debemos especificar el **consumo energético anual** (CE) y el poder calorífico del combustible (4,9 kWh/kg en el caso de pellets).

- $Q_{comb} = (197,05 \text{ kWh/m}^2 \text{ de calefacción} + 328,32 \text{ kWh/m}^2 \text{ de ACS}) / 4,9 \text{ kWh/kg} = 107,2 \text{ kg/m}^2 \text{ año.}$
- $107,2 \text{ kg/m}^2 \text{ año} \times 2.043,56 \text{ m}^2 = 219.069,6 \text{ kg/año de biomasa}$

El precio de mercado de **biomasa** se situaría en torno a 271 €/tn teniendo en cuenta algunos aspectos como el transporte, variación de precios de algunas compañías y algunos impuestos propios de las tarifas de contratación. En nuestro caso sería de:

- $219 \text{ tn/año} \times 271 \text{ €/tn} = 59.349 \text{ €/año}$

Añadimos el 10% de impuestos referente a la biomasa:

- $59.349 \text{ €/año} \times 0,1 = 5.934,9 \text{ €/año}$
- $59.349 \text{ €/año} + 5.934,9 \text{ €/año} = \boxed{65.283,5 \text{ €/año de biomasa.}}$

La **refrigeración**, en esta ocasión, se produce una disminución del consumo de energía primaria, si dispusiéramos de equipos, de 6,1 kWh/m² año a 1,43 kWh/m² año lo cual significa un ahorro de hasta 76,5%.

Para refrigerar el edificio, puesto que el programa genera un valor necesario, se tendrá en cuenta que el consumo anual en electricidad, suponiendo una tarifa de 0,13 €/kWh, para refrigeración sería:

- $(6,1 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,13 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,765 = \mathbf{1.239,7 \text{ €/año}}$
- $1.620,54 \text{ €/año} - 1.239,7 \text{ €/año} = \mathbf{380,8 \text{ €/año}}$

Si se añade el 21% de IVA al consumo de electricidad se tiene: $380,8 \text{ €/año} \times 0,21 = \mathbf{80 \text{ €/año}}$

Luego, se suman el consumo de electricidad y su IVA, se obtiene un gasto total de:

$$380,8 \text{ €/año} + 80 \text{ €/año} = \mathbf{460,8 \text{ €/año (refrigeración)}}$$

Haciendo referencia a la iluminación, seguimos contando con la mejora introducida en el apartado anterior ya que supone una importante mejora pues pasamos de los tubos fluorescentes a los tubos LED y se ve claramente reflejado en el informe generado ya que pasamos de un consumo de energía primaria de 120,69 kWh/m² año a 27,05 kWh/m² año lo cual nos supone un ahorro energético del 77,6%.

Para calcular el consumo de **iluminación**, se tomarán como referencias los precios de una empresa del tipo Endesa, cuyas tarifa suele estar entorno a 0,15 €/kWh.

El precio de la potencia total contratada sería:

- $(120,69 \text{ kWh/m}^2 \text{ año} \times 0,15 \text{ €/kWh} \times 2.043,56 \text{ m}^2) \times 0,776 = \mathbf{28.708,58 \text{ €/año}}$
- $36.995,59 \text{ €/año} - 28.708,58 \text{ €/año} = \mathbf{8.287 \text{ €/año}}$

Añadiendo el 21% de IVA al consumo anual de luz: $8.287 \text{ €/año} \times 0,21 = \mathbf{1.740,3 \text{ €/año}}$

Sumando el consumo de luz obtenemos: $8.287 \text{ €/año} + 1.740,3 \text{ €/año} = \mathbf{10.027,3 \text{ €/año (luz)}}$

Por tanto, el consumo final en relación con esta mejora III será la suma del gasto de biomasa, de electricidad y de luz:

- $65.283,5 \text{ €/año} + 460,8 \text{ €/año} + 10.027,3 \text{ €/año} = \mathbf{75.771,6 \text{ €/año gasto total}}$

Con todas estas mejoras, se observa que hemos ido reduciendo la cantidad de emisiones de CO₂ a la atmósfera por año quedando reflejado en una continua mejora de la letra en la etiqueta energética.

El gran salto de la mejora III obtenido es mediante la implantación de una caldera cuyo combustible es la biomasa y junto con las mejoras I y el cambio de toda la iluminación del cuartel a tubos LED, se obtiene un ahorro económico de **38.164,4 €/año**. La inversión económica que debemos realizar para gozar de estas medidas de ahorro serían las siguientes:

- Inversión mejoras I: 157.844,12 €
- Tubos LED: 10.516 €
- Caldera de biomasa: 50.000 €
- Depósito de pellets: 2.600 €
- **TOTAL INVERSIÓN MEJORA III: 220.960,1 €**

A continuación observamos el incremento en la disminución de las cuotas anuales que debemos pagar referidas a la edificación de estudio:

€/año	INICIAL	I	II	III
GAS NATURAL	69.298,8	68.242,5	71.040,4	-
REFRIGERACIÓN	1.960,56	939,2	460,8	460,8
ILUMINACIÓN	44.764,7	44.764,7	10.027,3	10.027,3
BIOMASA	-	-	-	65.283,5
TOTAL	116.024,1	113.946,4	81.528,5	75.771,6

Tabla 4-7. Resumen económico.

La **mejora I** la amortizaríamos en:

- $(116.024,1 \text{ €/año} - 113.946,4 \text{ €/año}) = 2.077,7 \text{ €/año}$ de ahorro total.
- $157.844 \text{ €} / 2.077,7 \text{ €/año} = \boxed{76 \text{ años}}$

La **mejora II** quedaría amortizada en:

Desglosando los años de amortización y conociendo los datos de la mejora I, si estudiamos el cambio de los tubos **LED** únicamente (teniendo en cuenta que la mejora es un conjunto de varios cambios o incorporaciones) podríamos decir que veríamos amortizado dicho cambio en:

- $44.764,69 \text{ €/año} - 10.027,3 \text{ €/año} = 34.737,39 \text{ €/año}$ de ahorro en iluminación
- $10.516 \text{ €} / 34.737,39 \text{ €/año} = 0,3 \text{ años} = \mathbf{3,6 \text{ meses}}$ quedaría amortizada mi inversión.

La incorporación de placas de poliuretano proyectado nunca va a ser amortizado de manera individual ya que como podemos observar en la tabla 4-5 aumenta nuestro consumo de energía primaria por aquello que ya vimos anteriormente.

Finalmente la amortización total de esta mejora II vendría definida por:

- $(116.024,1 \text{ €/año} - 81.528,5 \text{ €/año}) = 34.495,6 \text{ €/año}$
- $165.622 \text{ €} / 34.495,6 \text{ €/año} = \boxed{5 \text{ años}}$

La mejora III quedaría amortizada en:

Ya hemos ido desglosando poco a poco cada mejora introducida y estudiando si sería rentable o no, en esta ocasión vamos a estudiar la caldera de **biomasa** introducida como mejora III comparando el gasto que obteníamos con el gas natural y lo que se obtendría con la biomasa como combustible:

- $69.298 \text{ €/año} - 65.283 \text{ €/año} = 4.015 \text{ €/año}$ de ahorro.
- $50.000 \text{ €} / 4.015 \text{ €/año} = \mathbf{12,5 \text{ años}}$

Estudiando la **mejora III** en su totalidad obtendríamos una amortización en:

- $(116.024,1 \text{ €/año} - 75.771,6 \text{ €/año}) = 40.252,5 \text{ €/año}$
- $220.960,1 \text{ €} / 40.252,5 \text{ €/año} = \boxed{5,5 \text{ años}}$

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado se ha conseguido con éxito al obtener la calificación energética del cuartel *Almirante Moreno* de la Escuela Naval Militar, ubicada en Marín (Pontevedra), mediante el uso del programa informático denominado CE³X, dado que se trata de un edificio de cierta antigüedad cuya construcción data del año 1977.

El proceso de certificación energética del referido edificio ha permitido clasificarlo con la letra **D** dado su consumo energético anual. Recordemos que la escala de clasificación energética está basada en las emisiones de CO₂ a la atmósfera y son el resultado de la división entre las emisiones del edificio en cuestión y un edificio de similares características que se corresponde con unos valores medios de emisiones relativos al parque edificatorio existente y de características similares al edificio en cuestión.

Por otro lado, se considera que los objetivos secundarios que se pretendían al inicio también se han conseguido:

- Se ha dado una idea general de la evolución que ha experimentado la normativa de eficiencia energética en España, desde el año 2002, a partir de las directivas emanadas de la Unión Europea; así como, la forma en que se están aplicando estas normas en otros países vecinos de la Unión.
- Se ha visto que el estado de implantación de la normativa relativa a la certificación energética es aún muy incipiente en el parque edificatorio español, tanto en los edificios de reciente construcción como en los ya existentes; cosa que ha quedado reflejada en los porcentajes de certificación energética obtenidos por cada Comunidad Autónoma.
- Se ha mostrado de una forma general:
 - El proceso administrativo de certificación energética de un edificio existente.
 - La forma de obtener el certificado correspondiente.
 - El contenido del etiquetado que conduce a la citada certificación.
 - La forma en que debe ser registrado en la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Por último, el Trabajo en su conjunto puede ser útil para sensibilizar de la importancia que hoy en día tiene conseguir la certificación energética de las edificaciones existentes como paso previo para alcanzar, mediante las reformas oportunas, el ansiado ahorro económico y, con ello, contribuir de forma clara a salvaguardar el medio ambiente.

- Hay que tener en cuenta que el Cuartel *Almirante Francisco Moreno* asume un gasto anual por el funcionamiento del conjunto de sus instalaciones de unos 116.000€; por tanto, se podría considerar la posibilidad de acometer ciertas obras de reforma que se verían amortizadas en unos cuantos años.
- En este sentido, en el Cuartel ha quedado de manifiesto que las mejoras a emprender al objeto de mejorar la eficiencia energética de la edificación pasan en un primer momento por mejorar la envolvente térmica de la edificación de la siguiente manera:
 1. I- Sustitución de todas las ventanas, marcos y caja de las ventanas.
 2. II- La mejora anterior junto con la sustitución del aislamiento de los dos equipos mixtos de calefacción y ACS, además de la iluminación de tubos fluorescentes a tubos LED.
 3. III- Sustitución de la caldera de gas natural por una caldera de biomasa.

5.2 Líneas futuras

Los resultados obtenidos a lo largo de este Trabajo Fin de Grado, han servido para definir algunas de las futuras medidas de ahorro energético que podrían ser de aplicación al Cuartel *Almirante Moreno* y; con ellas, se lograría alcanzar un ahorro significativo de energía y también una mayor eficiencia energética.

Por otra parte, como futuras líneas de investigación para otros Trabajos Fin de Grado, sería interesante obtener las calificaciones energéticas del resto de edificios de la Escuela Naval Militar para poder hacer una valoración general de su parque y, de esta manera, llegado el momento, acometer las reformas seleccionadas de forma escalonada y optimizar los presupuestos asignados a base de un doble propósito fundamentado en el ahorro económico y energético.

Así como la implantación de nuevos sistemas que continúen reduciendo el gasto energético, y de este modo el gasto económico de cada edificación de la Escuela Naval, como por ejemplo el estudio de situar detectores de movimiento para un control de la iluminación en zonas que no necesariamente deban estar encendidas de una forma continuada (como ya dispone el edificio Isaac Peral en alguno de sus pasillos), o de dotar de regulador de temperatura a los radiadores de calefacción para evitar un consumo en exceso (como se dispone en las habitaciones del Cuartel de alumnos Marqués de la Victoria).

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] DIRECTIVA 107/97, de 2 de junio, que define los grandes rasgos de la política medioambiental del Ministerio.
- [2] CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 08-noviembre-2013)
- [3] DIRECTIVA 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [4] 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.
- [5] DIRECTIVA 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [6] REAL DECRETO 235/2013, del 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- [7] DIRECTIVA 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.
- [8] DIRECTIVA 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.
- [9] REAL DECRETO 1287/2010, de 15 de octubre, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa.
- [10] REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.
- [11] LEY 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.
- [12] MARTÍNEZ, F.J. y VELASCO GÓMEZ, E. (2006). "Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías energéticas". Editorial Paraninfo. Madrid (2006). pp.25-27.
- [13] DOCUMENTO. "Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética del sector de la edificación en España". Ed. Ministerio de Fomento. Madrid junio de 2014.

[14] OTRAS FUENTES CONSULTADAS:

- DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Publicado en BOE núm. 74, de 28 de Marzo de 2006. Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE 25/01/2008).
- DECRETO 42/2009, del 21 de enero, por el que se regula la Certificación Energética de los edificios de nueva construcción en la Comunidad Autónoma de Galicia (D.O.G del 5 de marzo de 2009).
- UNE EN 673:1998. Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo. AENOR 1988.
- INSTRUCCIÓN 56/2011, de 3 de agosto, sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa BOD núm 155, de 9 de agosto de 2011.
- LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación BOE núm. 266, de 6 noviembre 1999.
- «Web del Ministerio de Industria, energía y turismo» <http://www.minetur.gob.es>.
- «Web del Instituto energético de Galicia» <http://www.inega.es>.
- «Web de Xunta de Galicia» <http://www.sede.xunta.es>.
- «Web de la Xunta de Galicia» <http://www.rgee.xunta.es>.
- «Web de la empresa AEEplus, perteneciente a gruppE» <http://www.eficienciaenergetica.es>
- «Web de la empresa Becquerel Energía» <http://www.becquerel.es>.
- «Web del Departamento del Gobierno de Reino Unido» <https://www.gov.uk>.
- «Web del Departamento de Desarrollo Sostenible del Gobierno Francés» <http://www.developpement-durable.gouv.fr>.
- «Web de la empresa alemana zukunft-haus» <http://www.zukunft-haus.info/presse>.
- «Web de la empresa Ovacen» <http://www.ovacen.com>.
- «Web de la empresa Cefire» <http://www.lavirtu.com>.
- «Web de la empresa Efinovatic» <http://www.efinova.es>.
- MEMORIA DESCRIPTIVA del cuartel de alumnos Almirante Francisco Moreno.
- CUADERNO DE ELECTRICIDAD del cuartel de alumnos Almirante Francisco Moreno.
- MANUAL DE USUARIO CE3X.
- MANUAL FUNDAMENTOS TÉCNICOS DEL PROGRAMA CE3X.

ANEXO I: LISTADO DE ACRÓNIMOS

➤ ACS	AGUA CALIENTE SANITARIA
➤ ATECYR	ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN
➤ BOE	BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO
➤ BOD	BOLETÍN OFICIAL DE DEFENSA
➤ CA	COMUNIDAD AUTÓNOMA
➤ CASI	CENTRO ADIESTRAMIENTO DE SEGURIDAD INTERIOR
➤ CECU	CONFEDERACIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS
➤ CEE	CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
➤ CEEEX	CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES
➤ CFC	CLOROFLUOCARBONOS
➤ CTE	CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
➤ DPE	DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
➤ DTIE	DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN
➤ DOG	DIARIO OFICIAL DE GALICIA
➤ ENM	ESCUELA NAVAL MILITAR
➤ FAS	FUERZAS ARMADAS
➤ GT	GRAN TERCARIO (MÓDULO PROCEDIMIENTO VIVIENDA)
➤ IDAE	INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA
➤ INEGA	INSTITUTO ENERGÉTICO DE GALICIA
➤ INTECO	INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN
➤ IVA	IMPUESTO DEL VALOR AÑADIDO
➤ MINETUR	MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO
➤ ONU	ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS

- PNAEE PLAN DE NACIONAL DE ACCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
- PYMT PEQUEÑO Y MEDIANO TERCARIO (MÓDULO PROCEDIMIENTO VIVIENDA)
- RD REAL DECRETO
- RGEE REXISTRO GALEGO DE EFICIENCIA ENERXÉTICA
- RITE REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS
- RME RENDIMIENTO MEDIO ESTACIONAL
- TFG TRABAJO FIN DE GRADO
- UE UNIÓN EUROPEA

ANEXO II: DEFINICIONES

- Calificación de la eficiencia energética de un edificio o parte del mismo: expresión de la eficiencia energética de un edificio o parte del mismo que se determina de acuerdo con la metodología de cálculo establecida en el documento reconocido correspondiente al Procedimiento básico y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética.
- Certificación de eficiencia energética del edificio terminado o de parte del mismo: proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida por el proyecto de ejecución con la del edificio terminado o parte del mismo, y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética del edificio terminado.
- Certificación de eficiencia energética de edificio existente o de parte del mismo: proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida con los datos calculados o medidos del edificio existente o de parte del mismo, y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética del edificio existente.
- Certificado de eficiencia energética de edificio existente: documentación suscrita por el técnico competente que contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética de un edificio existente o parte del mismo.
- Edificio: una construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el ambiente interior; puede referirse a un edificio en su conjunto o a partes del mismo que hayan sido diseñadas o modificadas para ser utilizadas por separado.
- Eficiencia energética de un edificio: consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación.
- Elemento de un edificio: instalación técnica del edificio o elemento de la envolvente del edificio.
- Energía primaria: energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.
- Energía procedente de fuentes renovables: energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, Aero térmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás.
- Envolvente del edificio: elementos integrados que separan su interior del entorno exterior.
- Instalación técnica del edificio: equipos técnicos destinados a calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente sanitaria o iluminación de un edificio o de una unidad de éste, o a una combinación de estas funciones, así como las instalaciones de control y gestión.
- Técnico competente: técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, según lo establecido en la *Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación*,
- Parte de un edificio: unidad, planta, vivienda o apartamento en un edificio o locales destinados a uso independiente o de titularidad jurídica diferente, diseñados o modificados para su utilización independiente.

ANEXO III: PLANOS MARÍN-ESCUELA NAVAL

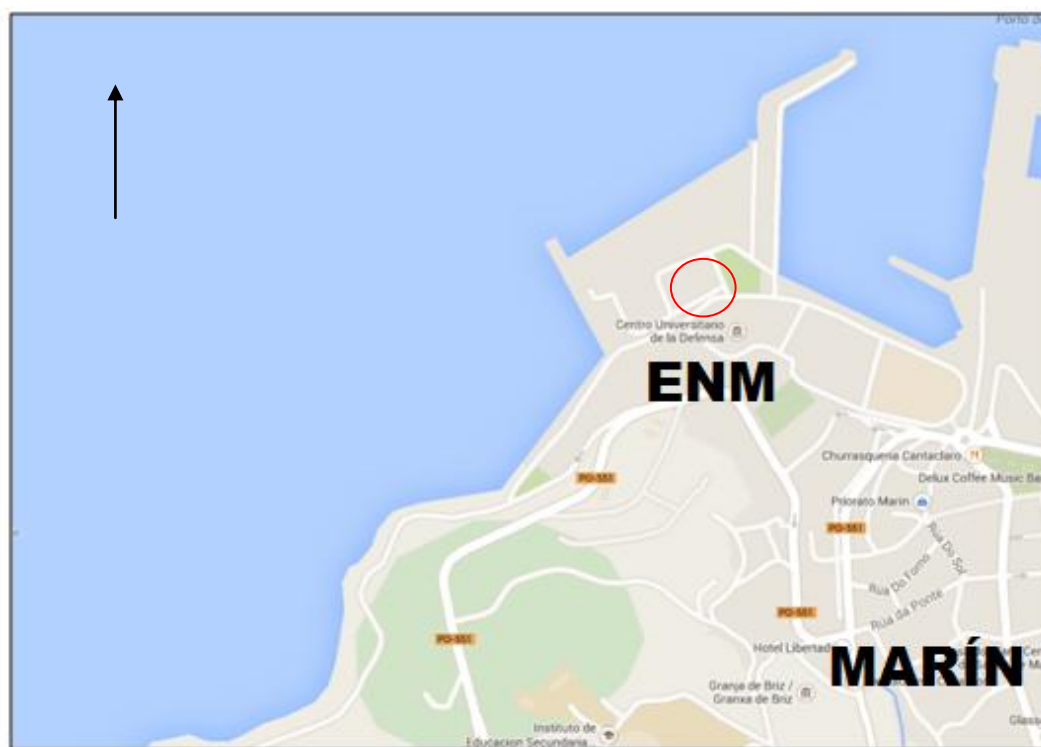


Figura AII1-1 Plano de Marín



Figura AII1-2 – Detalle de ubicación del cuartel Almirante F. Moreno

ANEXO IV: VISTAS ESCUELA NAVAL

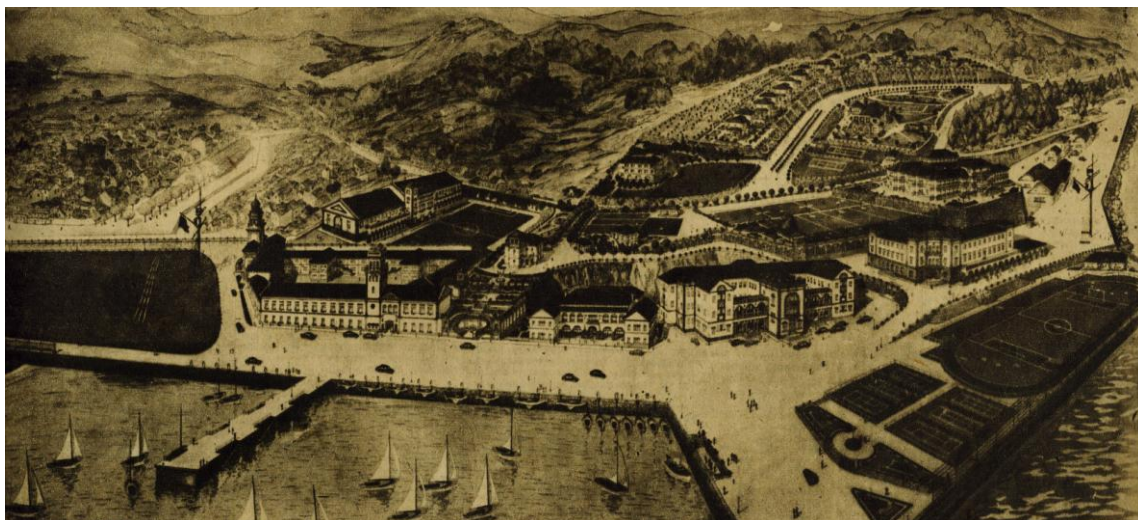
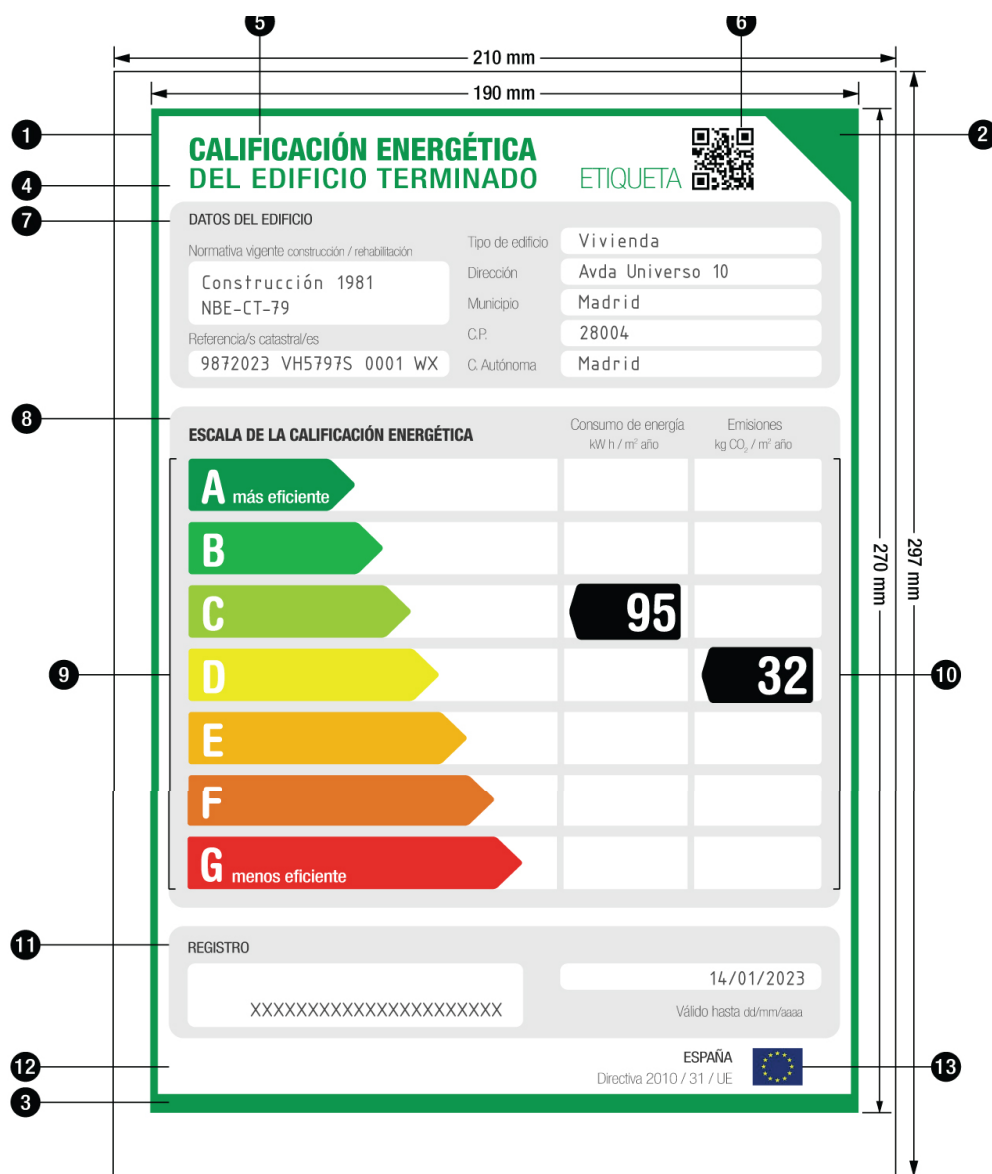


Figura AIV-1 Vista aérea Escuela Naval años 60.



Figura AIV-2 Vista aérea Escuela Naval año 2014

ANEXO V: ETIQUETA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA



FiguraAV-1 Etiqueta de Calificación Energética

Fuente: <http://www.minetur.gob.es/energia/>

2. Se tendrá en cuenta las siguientes precisiones:

- 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.
- El fondo será blanco
- 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 %.
- Serán válidas todas las lenguas oficiales del Estado Español.
- La etiqueta cumplirá todos los requisitos siguientes (los números se refieren a la figura anterior):

Requisitos de la Etiqueta:

1. Reborde de 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” 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 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 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 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 o 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 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.

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:

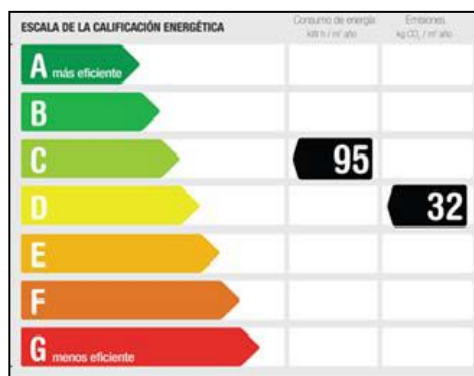


Figura AV-2 Caso particular: Etiqueta de calificación energética

Fuente: <http://www.minetur.gob.es/energia/>

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.

1. 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.

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 $1.50 \leq C2$

Tabla AV-1– Calificación de eficiencia energética de edificios destinados a viviendas

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:

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

$$C2 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_s} R'\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0,5$$

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.

- *Ir*: 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 (DB-HE) del CTE, aprobado mediante el RD 314/2006, excepto el relativo a aportación solar Fotovoltaica
- *R*: es el ratio entre el valor de *Ir* 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 DB-HE del CTE.
- *Is*: 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 *Is* 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 *Ir*, *R*, *Is*, *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.

2. 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.

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índices 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	$2 \leq C$

Tabla AV-2 Calificación de eficiencia energética de edificios destinados a otros usos

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 VI: TÉCNICO COMPETENTE PARA CERTIFICAR

Será considerado técnico competente, según establece el Real Decreto 235/2013, al técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, según lo establecido en la *Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación*, o para la suscripción de certificados de eficiencia energética, o que sin poseer las titulaciones académicas anteriores hayan acreditado la cualificación profesional necesaria para suscribir certificados de eficiencia energética según lo que se establezca mediante la orden prevista en la disposición adicional cuarta.

En relación con la Ley 38/1999, son técnicos competentes para suscribir el certificado de eficiencia energética en los edificios, además de los arquitectos, arquitectos técnicos ó aparejadores, las personas que, de acuerdo con lo establecido en las Resoluciones de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, dispongan de las siguientes titulaciones:

- Ingeniero Aeronáutico
- Ingeniero Agrónomo
- Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
- Ingeniero Industrial
- Ingeniero de Minas
- Ingeniero de Montes
- Ingeniero Naval y Oceánico
- Ingeniero de Telecomunicación
- Ingeniero Técnico Aeronáutico
- Ingeniero Técnico Agrícola
- Ingeniero Técnico Forestal
- Ingeniero Técnico Industrial
- Ingeniero Técnico de Minas
- Ingeniero Técnico Naval
- Ingeniero Técnico de Obras Públicas
- Ingeniero Técnico Telecomunicación
- Ingeniero Técnico Topógrafo

También se considera técnico competente al Ingeniero Químico, por estar homologada su titulación con la del Ingeniero Industrial Químico, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1954/1994.

Sin perjuicio de lo que se establezca en la Orden conjunta de los titulares de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y de Fomento, establecida en la disposición adicional cuarta del citado Real Decreto 235/2013.

ANEXO VII: TASAS DE INSCRIPCIÓN Y CÓDIGOS GALICIA

Desde el 01/01/2014 las tasas en materia de certificación energética de edificios serán gestionadas directamente por el Instituto Enerxético de Galicia, por lo que desde esa fecha, el pago se podrá realizar de dos formas:

- Telemática a través de la Oficina Virtual de la Consellería de Facenda (ver nuevos códigos).
- Presencial: descargando y cumplimentando aquí el impreso de tasas y haciendo el pago en una oficina bancaria de Novagalicia Banco.

CÓDIGOS APLICABLES

- Consellería de Economía e Industria.....08
- Servicio: Instituto Enerxético de Galicia.....07
- Código de la Tasa: (en función de cada caso)

PARA EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN (IN 413C)

- 31.50.01 CEE del proyecto para vivienda unifamiliar: 5 € + 0,08 € por m² de S. construida.
- 31.50.02 CEE del edificio terminado para vivienda unifamiliar 5 € + 0,08 € por m² de S. construida.
- 31.50.03 CEE del proyecto para edificios de viviendas: 5 € + 0,04 € por m² de S. construida.
- 31.50.04 CEE del edificio terminado para edificios de viviendas: 5 € + 0,04 € por m² de S. construida.
- 31.50.05 CEE del proyecto para edificios destinados a otros usos (no residenciales): 5 € + 0,05 € por m² de S. construida.
- 31.50.06 CEE del edificio terminado para edificios destinados a otros usos (no residenciales): 5 € + 0,05 € por m² de S. construida.

PARA EDIFICIOS EXISTENTES (IN 413D)

- 31.50.07 CEE del edificio existente para vivienda unifamiliar o vivienda individual en bloque(PISOS): 5 € + 0,08 € por m² de S. construida.
- 31.50.08 CEE del edificio existente para edificios de vivienda: 5 € + 0,04 € por m² de S. construida.
- 31.50.09 CEE del edificio existente para edificios/parte de edificio destinados a otros usos (non residenciales): 5 € + 0,05 € por m² de S. construida.

ANEXO VIII: PLANOS PLANTA Y ALZADO CUARTEL

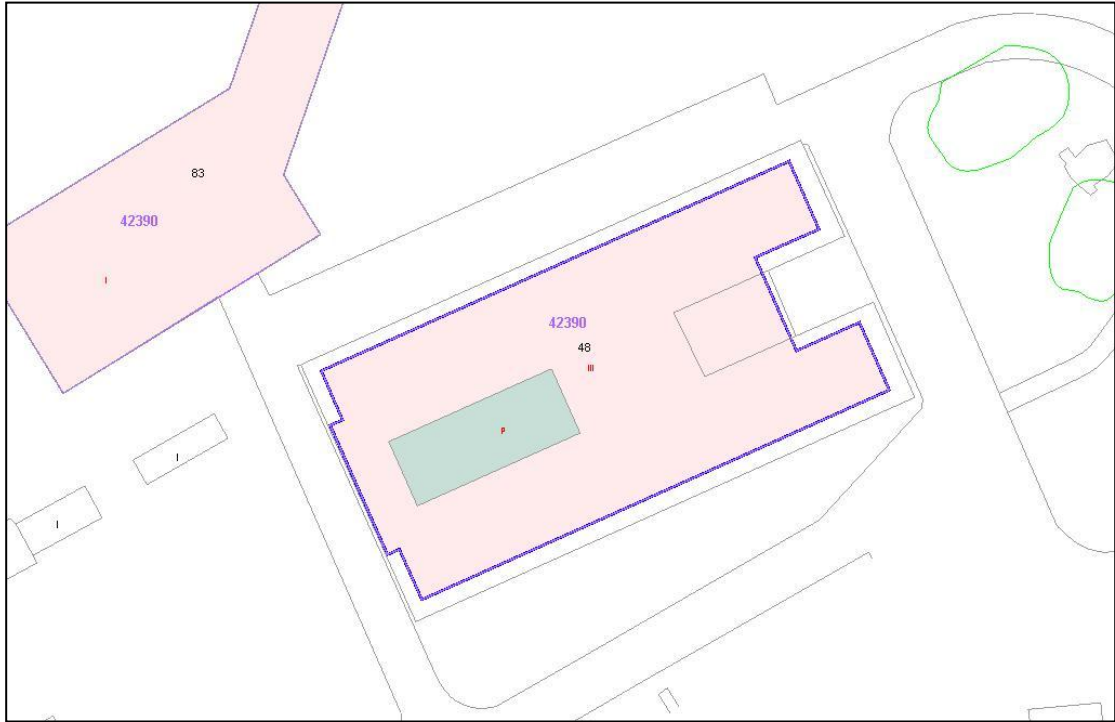


Figura AVIII-1 Planta Cuartel Almirante F. Moreno.

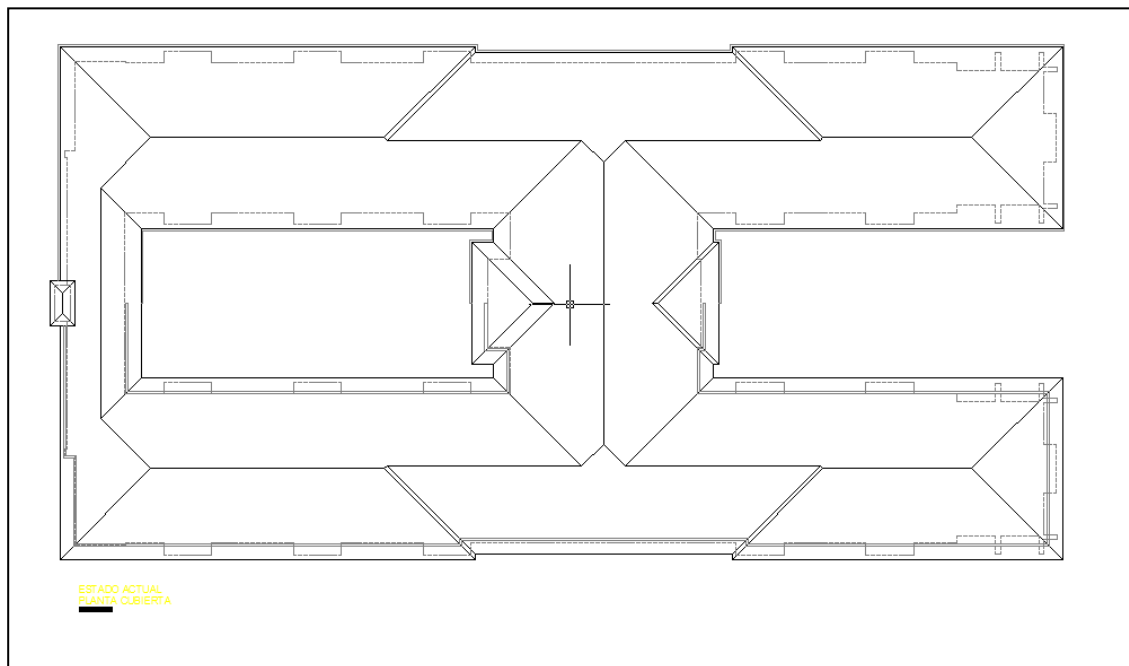


Figura AVIII-2. Detalle planta cuartel Almirante F. Moreno.

Escala 1:200



Figura AVIII-3. Sección transversal Este Cuartel.

Escala 1:200

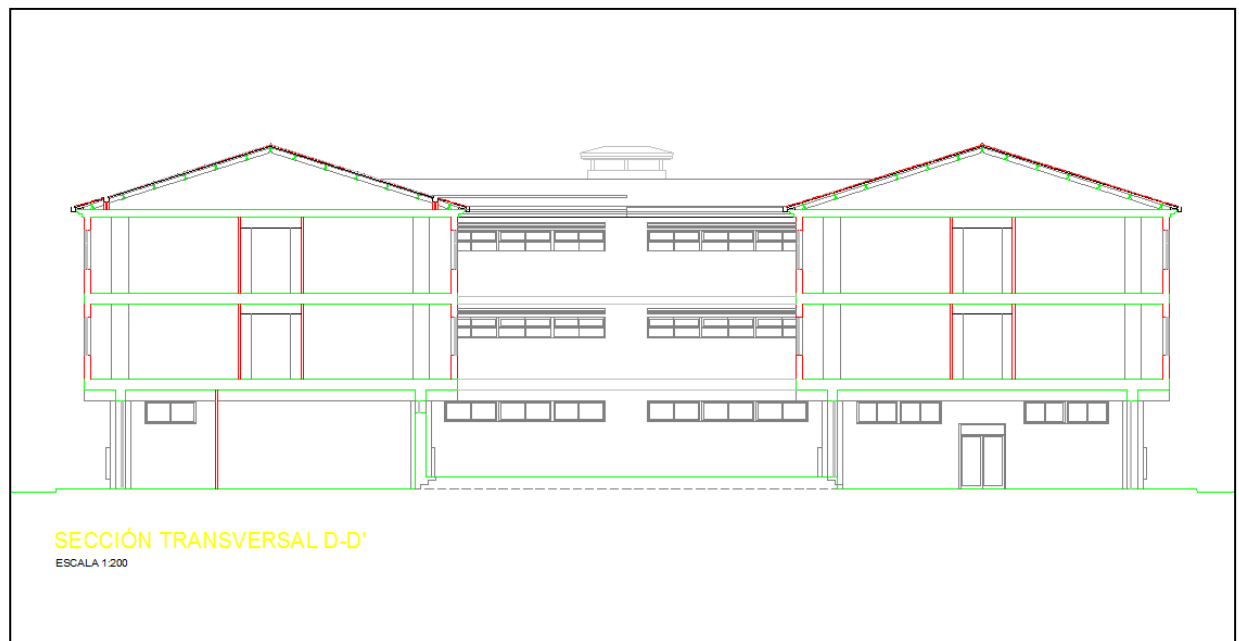


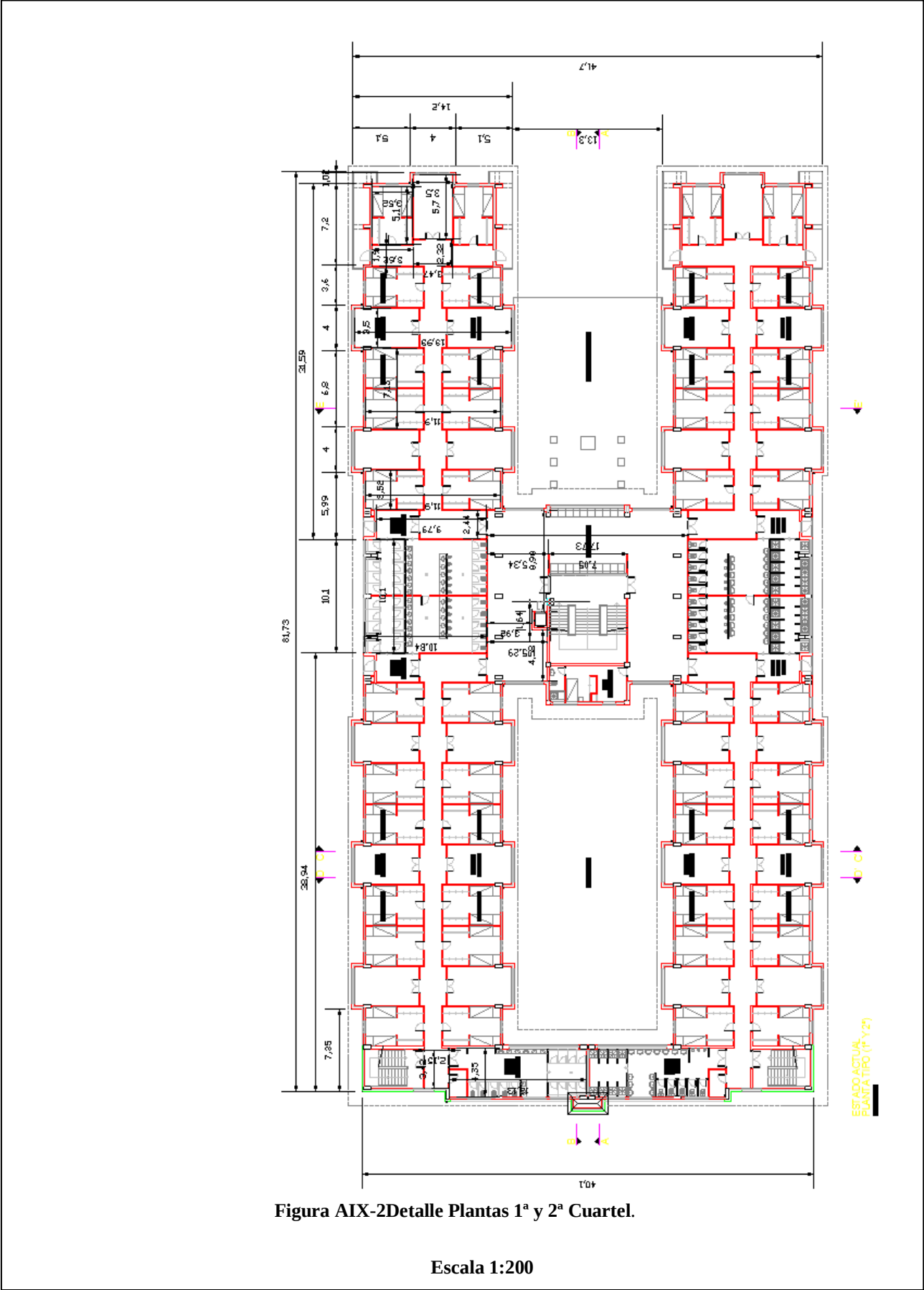
Figura AVIII-4. Sección transversal Oeste Cuartel.

Escala 1:200



Figura AVIII-5.Secciones longitudinales zonas Norte y Sur del Cuartel.

Escala 1:200



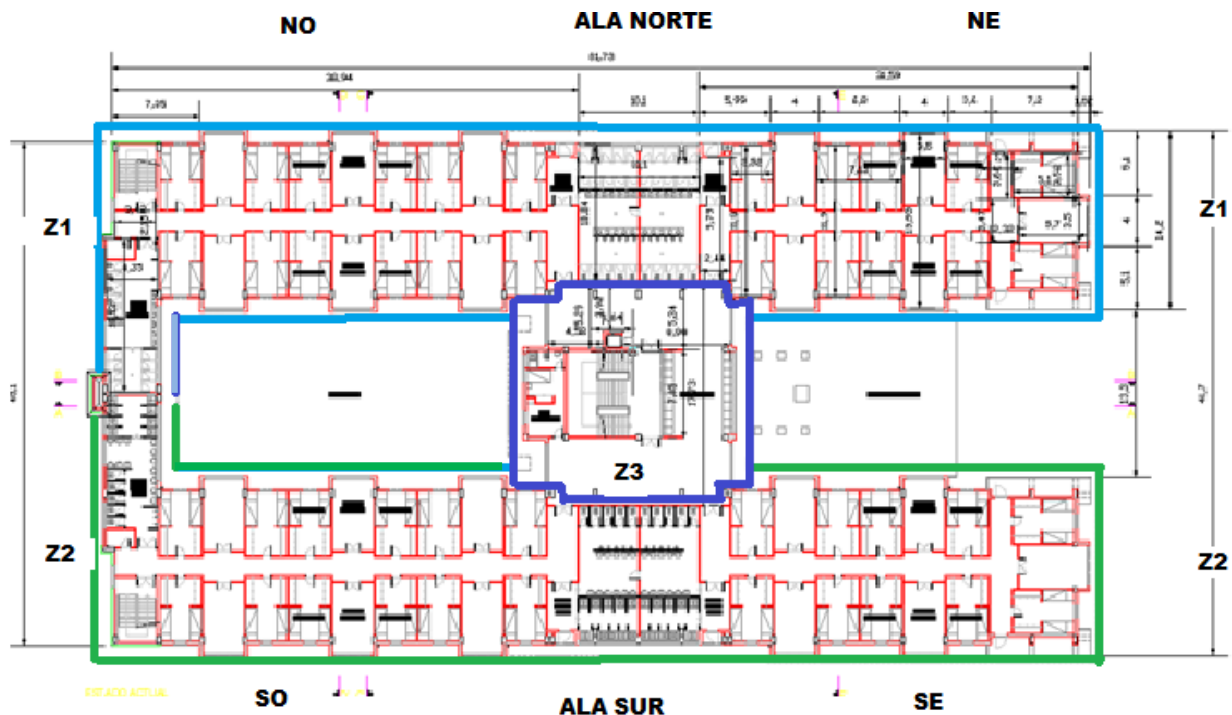


Figura AIX-3. Plano de Zonas de División 1, 2 y 3 del Cuartel.

Escala 1/200

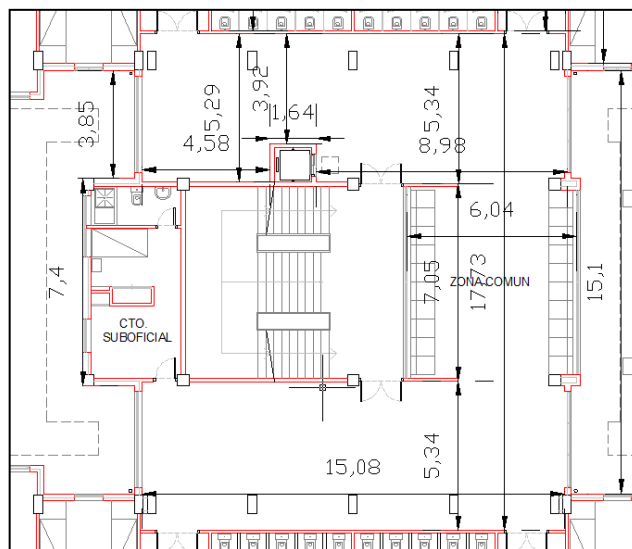


Figura AIX-4. Detalle Zona Z3.

Escala 1/200

ANEXO X: IMÁGENES FACHADAS PRINCIPALES



Figura AX-1. Fachada Principal



Figura AX-2 Fachada Z3



Figura AX-3 Fachada Z1 ALD



Figura AX-4 Fachada Z2 ALI

ANEXO XI: IMÁGENES FACHADAS SECUNDARIAS



Figura AXI-1 Fachada Z1 ALI



Figura AXI-2 Fachada Z1 Patio Interior



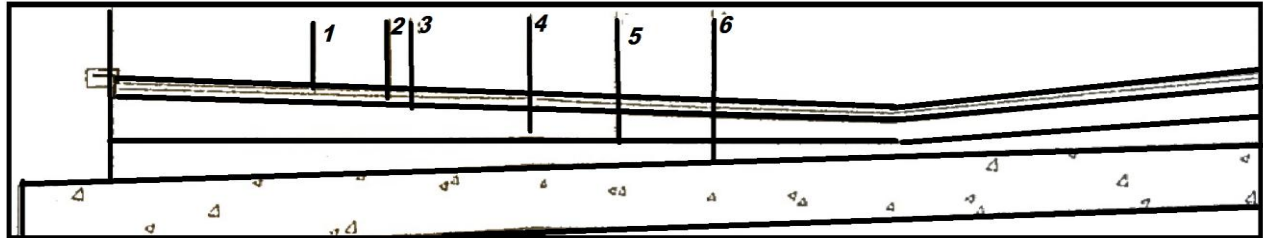
Figura AXI-3 Fachada Z2 ALD



Figura AXI-4 Fachada Posterior

ANEXO XII: DETALLES CUBIERTA Y ALEROS

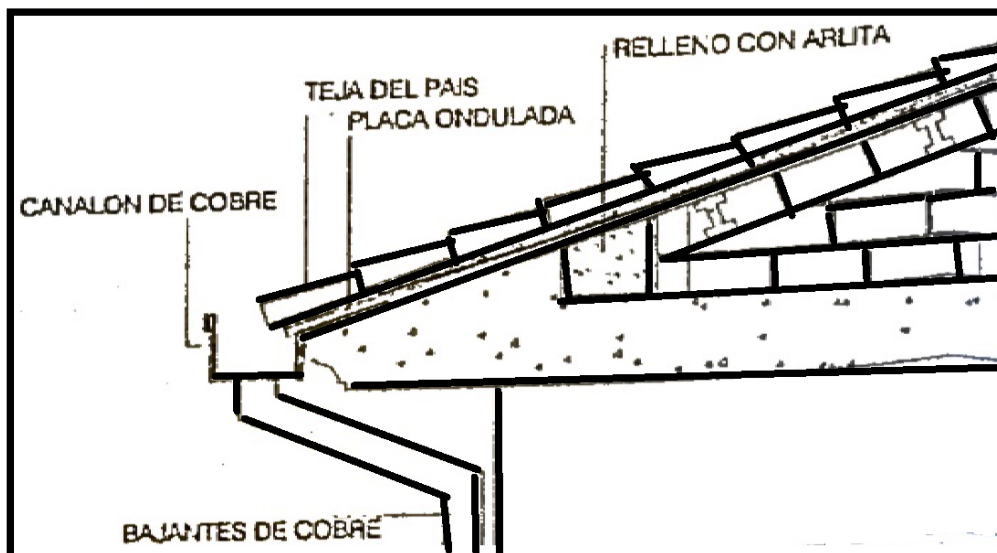
DETALLE CUBIERTA - TERRAZA



- 1.- Solano de Ferrogres
- 2.- mortero de nivelación
- 3.- laminado de resina de poliester elástico
- 4.- mortero de pendiente al 2.5%
- 5.- Acabado y pendiente anterior
- 6.- Forjado de 25 cm de canto

Figura AXII-1 Detalle de la cubierta

Escala 1/200



DETALLE DE ALERO

Figura AXII-2 Detalle del alero del edificio

Escala 1/200

ANEXO XIII: VENTANAS DORMITORIOS Y ESTUDIOS



Figura AXIII-1 Ventana de dormitorio

Figura AXIII-2 Detalle cajonera persiana



Figura AXIII-3 Ventana de estudios.

Figura AXIII-4 Ventana baños damas

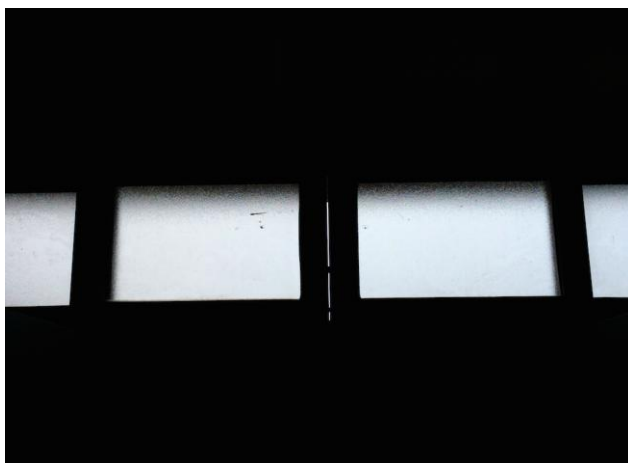


Figura AXIII-5 Ventana de aseos.



ANEXO XIV: VENTANAS HALL. PASILLOS Y PATIO



Figura AXIV-1 Ventana grande



Figura AXIV-2 Ventana Hall patio interior



Figura AXIV-3 Puerta Hall



Figura AXIV-4 Ventana Hall PPAL.

ANEXO XV: ESPECIFICACIONES DE LAS VENTANAS

SUPERFICIES SIN MARCO METÁLICO Z1								
FACHADA	SITUACIÓN	VENTANA	N TOTAL	LONGITUD	ALTURA	SUPERF	SUPERF VENTANAS	SUPERF TOTAL
ALD	ESTUDIO	ESTUDIO.1	30	0,885	0,315	0,28	8,36	40,41
		ESTUDIO.2	30	0,885	0,86	0,76	22,83	
		ESTUDIO.3	30	0,885	0,347	0,31	9,21	
	CAMARETA	CAMARETA.1	20	0,905	0,36	0,33	6,52	19,95
		CAMARETA.2	40	0,395	0,85	0,34	13,43	
	BAÑO CENTRAL	BAÑO	24	0,595	0,655	0,39	9,35	9,35
PPAL	ESTUDIO	ESTUDIO.1	6	0,885	0,315	0,28	1,67	8,08
		ESTUDIO.2	6	0,885	0,86	0,76	4,57	
		ESTUDIO.3	6	0,885	0,347	0,31	1,84	
	CAMARETA	CAMARETA.1	4	0,905	0,36	0,33	1,30	3,99
		CAMARETA.2	8	0,395	0,85	0,34	2,69	
POSTERIOR	GRANDE	GRANDE.1	1	0,745	0,985	0,73	0,73	1,47
		GRANDE.2	1	0,745	0,985	0,73	0,73	
	BAÑOS	BAÑOS	8	0,88	0,275	0,24	1,94	15,49
ALI	ESTUDIOS	ESTUDIO.1	12	0,855	0,315	0,27	3,23	15,62
		ESTUDIO.2	12	0,855	0,86	0,74	8,82	
		ESTUDIO.3	12	0,855	0,347	0,30	3,56	
	CAMARETA	CAMARETA.1	8	0,905	0,36	0,33	2,61	7,98
		CAMARETA.2	16	0,395	0,85	0,34	5,37	
PATIO INTERIOR	ESTUDIO	ESTUDIO.1	18	0,855	0,315	0,27	4,85	23,42
		ESTUDIO.2	18	0,855	0,86	0,74	13,24	
		ESTUDIO.3	18	0,855	0,347	0,30	5,34	
	CAMARETA	CAMARETA.1	12	0,905	0,36	0,33	3,91	11,97
		CAMARETA.2	24	0,395	0,85	0,34	8,06	
BAÑOS P.I.	BAÑOS	BAÑOS	12	0,88	0,275	0,24	2,90	2,90

Tabla AXV-1 Especificaciones de las ventanas sin marco metálico Z1

SUPERFICIES CON MARCO METÁLICO Z1								
FACHADA	SITUACIÓN	VENTANA	N TOTAL	LONGITUD	ALTURA	SUPERF	SUPERF VENTANAS	SUPERF TOTAL
ALD	ESTUDIO	ESTUDIO.1	30	0,985	0,415	0,41	12,26	52,01
		ESTUDIO.2	30	0,985	0,965	0,95	28,52	
		ESTUDIO.3	30	0,985	0,38	0,37	11,23	
	CAMARETA	CAMARETA.1	20	0,94	0,39	0,37	7,33	26,43
		CAMARETA.2	40	0,5	0,955	0,48	19,10	
	BAÑO CENTRAL	BAÑO	24	0,695	0,755	0,52	12,59	12,59
PPAL	ESTUDIOS	ESTUDIO.1	6	0,985	0,415	0,41	2,45	10,40
		ESTUDIO.2	6	0,985	0,965	0,95	5,70	
		ESTUDIO.3	6	0,985	0,38	0,37	2,25	
	CAMARETA	CAMARETA.1	4	0,94	0,39	0,37	1,47	5,29
		CAMARETA.2	8	0,5	0,955	0,48	3,82	
POSTERIOR	GRANDE	GRANDE.1	1	0,815	1,055	0,86	0,86	1,72
		GRANDE.2	1	0,815	1,055	0,86	0,86	
	BAÑOS	BAÑOS	8	0,95	0,345	0,33	2,62	20,98
ALI	ESTUDIOS	ESTUDIO.1	12	0,985	0,415	0,41	4,91	20,80
		ESTUDIO.2	12	0,985	0,965	0,95	11,41	
		ESTUDIO.3	12	0,985	0,38	0,37	4,49	
	CAMARETA	CAMARETA.1	8	0,94	0,39	0,37	2,93	10,57
		CAMARETA.2	16	0,5	0,955	0,48	7,64	
PATIO INTERIOR	ESTUDIO	ESTUDIO.1	18	0,985	0,415	0,41	7,36	31,20
		ESTUDIO.2	18	0,985	0,965	0,95	17,11	
		ESTUDIO.3	18	0,985	0,38	0,37	6,74	
	CAMARETA	CAMARETA.1	12	0,94	0,39	0,37	4,40	15,86
		CAMARETA.2	24	0,5	0,955	0,48	11,46	
BAÑOS P.I.	BAÑOS	BAÑOS	12	0,95	0,345	0,33	3,93	3,93

Tabla AXV-2Especificaciones de las ventanas con marco metálico Z1

SUPERFICIES SIN MARCO METÁLICO Z2								
FACHADA	SITUACIÓN	VENTANA	N TOTAL	LONGITUD	ALTURA	SUPERF	SUPERF VENTANAS	SUPERF TOTAL
ALD	ESTUDIO	ESTUDIO.1	30	0,885	0,315	0,28	8,36	40,41
		ESTUDIO.2	30	0,885	0,86	0,76	22,83	
		ESTUDIO.3	30	0,885	0,347	0,31	9,21	
	CAMARETA	CAMARETA.1	20	0,905	0,36	0,33	6,52	19,95
		CAMARETA.2	40	0,395	0,85	0,34	13,43	
	BAÑO CENTRAL	BAÑO	24	0,595	0,655	0,39	9,35	9,35
PPAL	ESTUDIO	ESTUDIO.1	6	0,885	0,315	0,28	1,67	8,08
		ESTUDIO.2	6	0,885	0,86	0,76	4,57	
		ESTUDIO.3	6	0,885	0,347	0,31	1,84	
	CAMARETA	CAMARETA.1	4	0,905	0,36	0,33	1,30	3,99

		CAMARETA.2	8	0,395	0,85	0,34	2,69	
POSTERIOR	GRANDE	GRANDE.1	1	0,745	0,985	0,73	0,73	1,47
		GRANDE.2	1	0,745	0,985	0,73	0,73	
	BAÑOS	BAÑOS	8	0,88	0,275	0,24	1,94	15,49
ALI	ESTUDIOS	ESTUDIO.1	12	0,855	0,315	0,27	3,23	15,62
		ESTUDIO.2	12	0,855	0,86	0,74	8,82	
		ESTUDIO.3	12	0,855	0,347	0,30	3,56	
	CAMARETA	CAMARETA.1	8	0,905	0,36	0,33	2,61	7,98
		CAMARETA.2	16	0,395	0,85	0,34	5,37	
PATIO INTERIOR	ESTUDIO	ESTUDIO.1	18	0,855	0,315	0,27	4,85	23,42
		ESTUDIO.2	18	0,855	0,86	0,74	13,24	
		ESTUDIO.3	18	0,855	0,347	0,30	5,34	
	CAMARETA	CAMARETA.1	12	0,905	0,36	0,33	3,91	11,97
		CAMARETA.2	24	0,395	0,85	0,34	8,06	
BAÑOS P.I.	BAÑOS	BAÑOS	12	0,88	0,275	0,24	2,90	2,90

Tabla AXV-3Especificaciones de las ventanas sin marco metálico Z2

SUPERFICIES CON MARCO METÁLICO								
FACHADA	SITUACIÓN	VENTANA	N TOTAL	LONGITUD	ALTURA	SUPERF	SUPERF VENTANAS	SUPERF TOTAL
ALD	ESTUDIO	ESTUDIO.1	30	0,985	0,415	0,41	12,26	52,01
		ESTUDIO.2	30	0,985	0,965	0,95	28,52	
		ESTUDIO.3	30	0,985	0,38	0,37	11,23	
	CAMARETA	CAMARETA.1	20	0,94	0,39	0,37	7,33	26,43
		CAMARETA.2	40	0,5	0,955	0,48	19,10	
	BAÑO CENTRAL	BAÑO	24	0,695	0,755	0,52	12,59	12,59
PPAL	ESTUDIOS	ESTUDIO.1	6	0,985	0,415	0,41	2,45	10,40
		ESTUDIO.2	6	0,985	0,965	0,95	5,70	
		ESTUDIO.3	6	0,985	0,38	0,37	2,25	
	CAMARETA	CAMARETA.1	4	0,94	0,39	0,37	1,47	5,29
		CAMARETA.2	8	0,5	0,955	0,48	3,82	
POSTERIOR	GRANDE	GRANDE.1	1	0,815	1,055	0,86	0,86	1,72
		GRANDE.2	1	0,815	1,055	0,86	0,86	
	BAÑOS	BAÑOS	8	0,95	0,345	0,33	2,62	20,98
ALI	ESTUDIOS	ESTUDIO.1	12	0,985	0,415	0,41	4,91	20,80
		ESTUDIO.2	12	0,985	0,965	0,95	11,41	
		ESTUDIO.3	12	0,985	0,38	0,37	4,49	
	CAMARETA	CAMARETA.1	8	0,94	0,39	0,37	2,93	10,57
		CAMARETA.2	16	0,5	0,955	0,48	7,64	
PATIO INTERIOR	ESTUDIO	ESTUDIO.1	18	0,985	0,415	0,41	7,36	31,20
		ESTUDIO.2	18	0,985	0,965	0,95	17,11	
		ESTUDIO.3	18	0,985	0,38	0,37	6,74	
	CAMARETA	CAMARETA.1	12	0,94	0,39	0,37	4,40	15,86

		CAMARETA.2	24	0,5	0,955	0,48	11,46	
BAÑOS P.I.	BAÑOS	BAÑOS	12	0,95	0,345	0,33	3,93	3,93

Tabla AXV-4Especificaciones de las ventanas con marco metálico Z2

SUPERFICIES SIN MARCO METÁLICO								
FACHADA	SITUACIÓN	VENTANA	N TOTAL	LONGITUD	ALTURA	SUPERF	SUPERF VENTANAS	SUPERF TOTAL
PPAL	HALL PUERTA	HALL PUERTA.1	6	0,88	0,71	0,62	3,75	11,30
		HALL PUERTA.2	6	0,88	1,43	1,26	7,55	
	HALL VENTANA	HALL.1	6	0,855	0,315	0,27	1,62	7,81
		HALL.2	6	0,855	0,86	0,74	4,41	
		HALL.3	6	0,855	0,347	0,30	1,78	
PATIO INTERIOR	HALL	HALL.1	6	0,855	0,315	0,27	1,62	7,81
		HALL.2	6	0,855	0,86	0,74	4,41	
		HALL.3	6	0,855	0,347	0,30	1,78	

Tabla AXV-5Especificaciones de las ventanas sin marco metálico Z3

SUPERFICIES CON MARCO METÁLICO								
FACHADA	SITUACIÓN	VENTANA	N TOTAL	LONGITUD	ALTURA	SUPERF	SUPERF VENTANAS	SUPERF TOTAL
PPAL	HALL	HALL.1	6	1	0,722	0,72	4,33	12,98
		HALL.2	6	1	1,442	1,44	8,65	
	HALL VENTANA	HALL VENTANA.1	6	0,985	0,415	0,41	2,45	10,40
		HALL VENTANA.2	6	0,985	0,965	0,95	5,70	
		HALL VENTANA.3	6	0,985	0,38	0,37	2,25	
PATIO INTERIOR	HALL	HALL.1	6	0,985	0,415	0,41	2,45	10,40
		HALL.2	6	0,985	0,965	0,95	5,70	
		HALL.3	6	0,985	0,38	0,37	2,25	

Tabla AXV-6Especificaciones de las ventanas con marco metálico Z3

ANEXO XVI: ILUMINACIÓN: ALUMBRADO Y ELECTRICIDAD

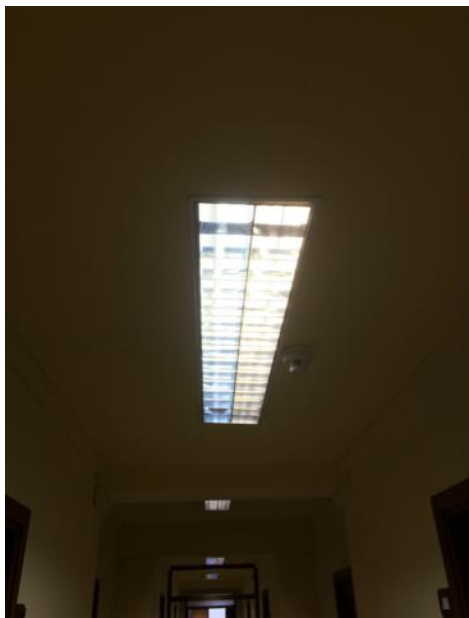


Figura AXVI-1 Iluminación pasillos



Figura AXVI-2 Iluminación estudios



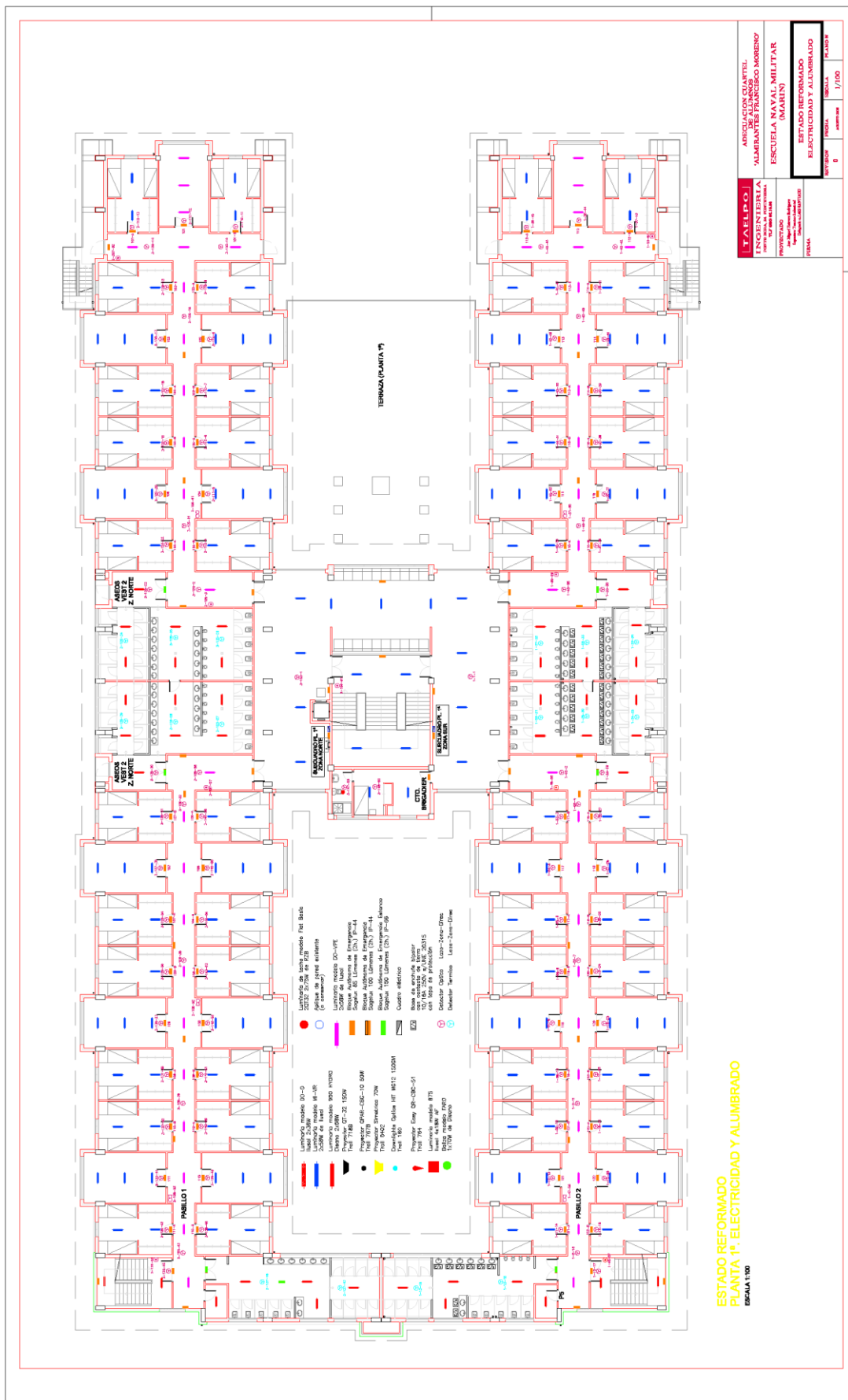
Figura AXVI-3 Iluminación baños



Figura AXVI-4 Iluminación camaretas

Figura AXVI-5 Alumbrado y electricidad planta baja

Figura AXVI-6 Alumbrado y electricidad planta 1ª



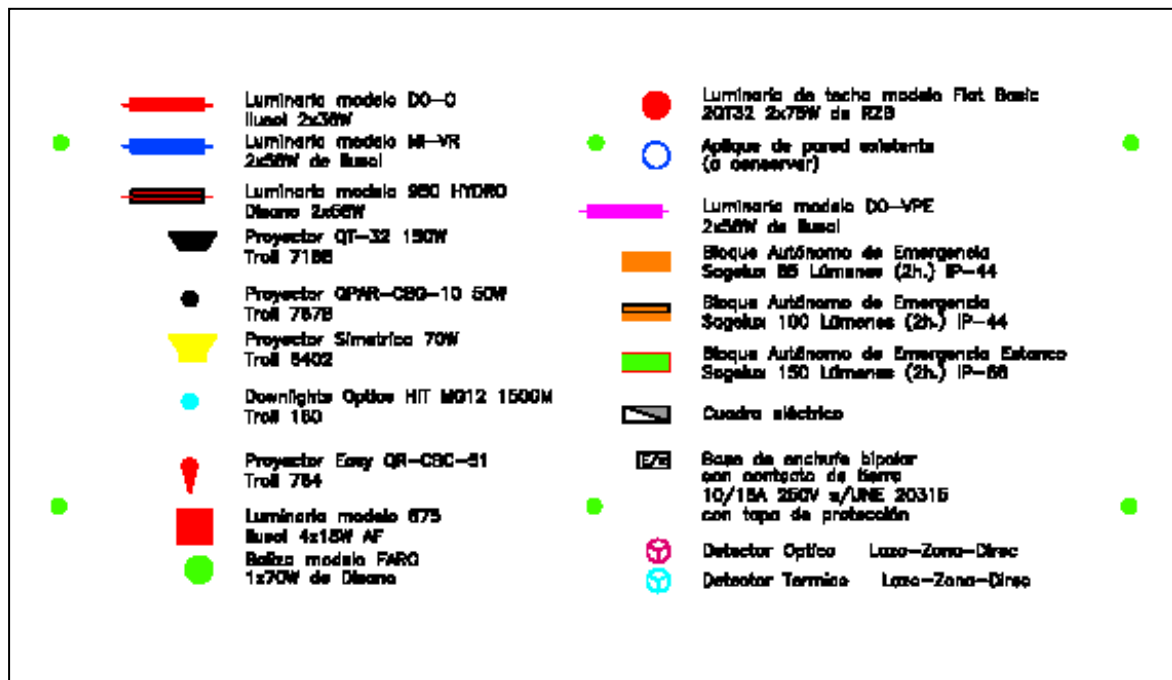


Figura AXVI- 7. Leyendas de las figuras AXVI- 5 y 6 de Alumbrado y electricidad

ANEXO XVII: CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	CUARTEL DE ALUMNOS ALMIRANTE FRANCISCO MORENO		
Dirección	EXPLANADA DE LA ESCUELA NAVAL MILITAR		
Municipio	Marín	Código Postal	36920
Provincia	Pontevedra	Comunidad Autónoma	Galicia
Zona climática	C1	Año construcción	1974
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	4239048NG2943N0001TZ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Vivienda ☐ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☒ Terciario ☐ Edificio completo ☒ Local
---	---

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	JOSE JAVIER PIÑEIRO PAREDES	NIF	23303586-D
Razón social	XXXX	CIF	00000000-X
Domicilio	AVDA REINA VICTORIA EUGENIA		
Municipio	CARTAGENA	Código Postal	30203
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail	XXXXXX@gmail.com		
Titulación habilitante según normativa vigente	00000 11111 000000 11 0		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE³X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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

Fecha: 17/02/2015

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

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

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

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

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

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	4254.5488
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
CUBIERTA	Cubierta	2127.2744	4.05	Conocido
Fachada Z1 ALD	Fachada	432.85	1.63	Conocido
Fachada Z2 ALI	Fachada	432.85	1.63	Conocido
Fachada Z1 PPAL	Fachada	63.8	1.63	Conocido
Fachada Z1 POSTERIOR	Fachada	101.2	1.63	Conocido
Fachada Z2 PPAL	Fachada	63.8	1.63	Conocido
Fachada Z2 POSTERIOR	Fachada	101.2	1.63	Conocido
Fachada Z3 PPAL	Fachada	99.0	1.63	Conocido
Fachada Z1 ALI	Fachada	158.4	1.63	Conocido
Fachada Z1 PATIO INTERIOR	Fachada	178.2	1.63	Conocido
Fachada Z2 ALD	Fachada	158.4	1.63	Conocido
Fachada Z2 PATIO INTERIOR	Fachada	178.2	1.63	Conocido
Fachada Z1 BAÑOS-PATIO INTERIOR	Fachada	56.65	1.63	Conocido
Fachada Z2 BAÑOS-PATIO INTERIOR	Fachada	56.65	1.63	Conocido
Fachada Z3 PATIO INTERIOR	Fachada	99.0	1.63	Conocido
SUELO Z2- ALA SE PLANTA 1	Partición Interior	367.681	2.00	Conocido
SUELO Z2 BAÑOS PLANTA 1	Partición Interior	109.484	2.00	Conocido
SUELO Z2 BAÑOS DAMAS PLANTA 1	Partición Interior	52.7655	2.00	Conocido
SUELO Z1 TATAMI	Partición Interior	271.25	2.00	Conocido
SUELO HALL Z3 PLANTA 1	Partición Interior	201.7194	2.00	Conocido
SUELO Z2- ALA SO PLANTA 1	Partición Interior	432.847	2.00	Conocido
SUELO ZONA 1- ALA NE	Suelo	367.681	2.56	Estimado
SUELO ZONA 1- ALA NO	Suelo	161.597	2.56	Estimado
SUELO ZONA 1- BAÑOS DAMAS	Suelo	52.7655	2.56	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
SUELO ZONA 1- BAÑOS	Suelo	109.484	2.56	Estimado

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Ventana ESTUDIOS ALD	Hueco	52.01	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana Grande POSTERIOR-ZONA 1	Hueco	1.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana BAÑOS POSTERIOR-ZONA 1	Hueco	2.62	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventanas HALL-PPAL ZONA 3	Hueco	22.58	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS ALD	Hueco	27.97	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana BAÑOS ALD	Hueco	12.59	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS PPAL-ZONA1	Hueco	11.29	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS PPAL-ZONA1	Hueco	5.59	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS ALI-ZONA1	Hueco	11.19	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS ALI-ZONA1	Hueco	22.58	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS Z1- PATIO INTERIOR	Hueco	33.86	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS Z1-PATIO INTERIOR	Hueco	16.78	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana BAÑOS PATIO INTERIOR-ZONA 1	Hueco	3.93	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS ALI	Hueco	28.22	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS ALI	Hueco	13.99	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana BAÑOS ALI	Hueco	6.3	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS PPAL-ZONA2	Hueco	11.29	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS PPAL-ZONA2	Hueco	5.59	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana Grande POSTERIOR-ZONA 2	Hueco	1.72	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana Aseos POSTERIOR-ZONA 2	Hueco	2.62	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS ALI-ZONA2	Hueco	11.19	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS ALI-ZONA2	Hueco	22.58	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana ESTUDIOS Z2- PATIO INTERIOR	Hueco	33.86	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana CAMARETAS Z2-PATIO INTERIOR	Hueco	16.78	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventana Aseos PATIO INTERIOR-ZONA 2	Hueco	3.93	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventanas HALL-PATIO INTERIOR ZONA 3	Hueco	22.58	5.70	0.85	Conocido	Conocido
Ventanas HALL GRANDES-PPAL ZONA 3	Hueco	27.6	5.70	0.85	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefaccion y ACS-1	Caldera Baja Temperatura	580	50.80	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

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

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefaccion y ACS-1	Caldera Baja Temperatura	580	50.80	Gas Natural	Estimado

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Zona 2	13.61	5.65	500.00	Conocido
Zona 1	13.61	5.65	500.00	Conocido
Zona 3	7.48	1.50	500.00	Conocido

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

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	4254.5488	Intensidad Alta - 12h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Intensidad Alta - 12h
----------------	----	-----	-----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES	
< 53.4A 53.4-86.8B 86.8-133.5C 133.5-173.5D 173.5-213.5E 213.5-266.9F ≥ 266.9G	134.16D	CALEFACCIÓN	ACS
		G	C
		Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]
		35.66	66.98
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN
		C	C
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]		Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]
134.16		1.52	30.0

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

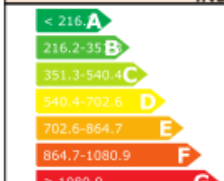
2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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

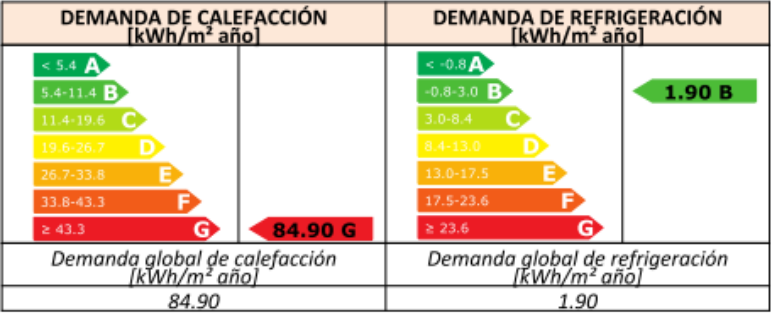
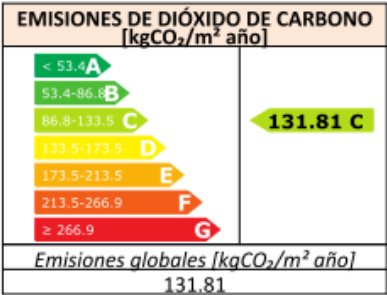
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 5.4 A 5.4-11.4 B 11.4-19.6 C 19.6-26.7 D 26.7-33.8 E 33.8-43.3 F ≥ 43.3 G	88.8 G	< -0.8 A -0.8-3.0 B 3.0-8.4 C 8.4-13.0 D 13.0-17.5 E 17.5-23.6 F ≥ 23.6 G	3.97 C
Demanda global de calefacción [kWh/m² año]		Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]	
88.80		3.97	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
 <					

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

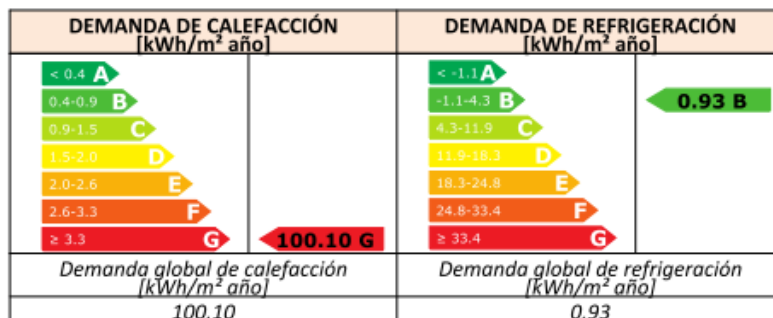
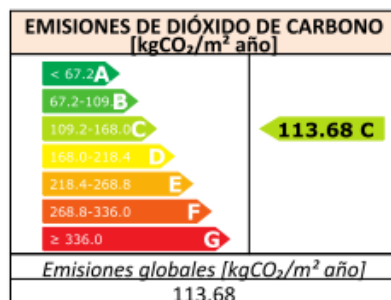


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	84.90	G	1.90	B						
Diferencia con situación inicial	3.9 (4.4%)		2.1 (52.1%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	168.80	G	2.92	A	331.60	D	120.69	C	624.01	D
Diferencia con situación inicial	7.8 (4.4%)		3.2 (52.1%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		10.9 (1.7%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	34.09	G	0.73	B	66.98	C	30.01	C	131.81	C
Diferencia con situación inicial	1.6 (4.4%)		0.8 (52.0%)		-0.0 (-0.0%)		-0.0 (-0.0%)		2.3 (1.8%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora: MEJORA I Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto: - VENTANA - ESPUMA BASOTECT



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	100.10	G	0.93	B						
Diferencia con situación inicial	-11.3 (-12.7%)		3.0 (76.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	199.02	G	1.43	A	328.72	D	27.05	A	556.22	C
Diferencia con situación inicial	-22.5 (-12.7%)		4.7 (76.5%)		2.9 (0.9%)		93.6 (77.6%)		78.7 (12.4%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	40.20	G	0.36	B	66.39	C	6.73	A	113.68	C
Diferencia con situación inicial	-4.5 (-12.7%)		1.2 (76.3%)		0.6 (0.9%)		23.3 (77.6%)		20.5 (15.3%)	

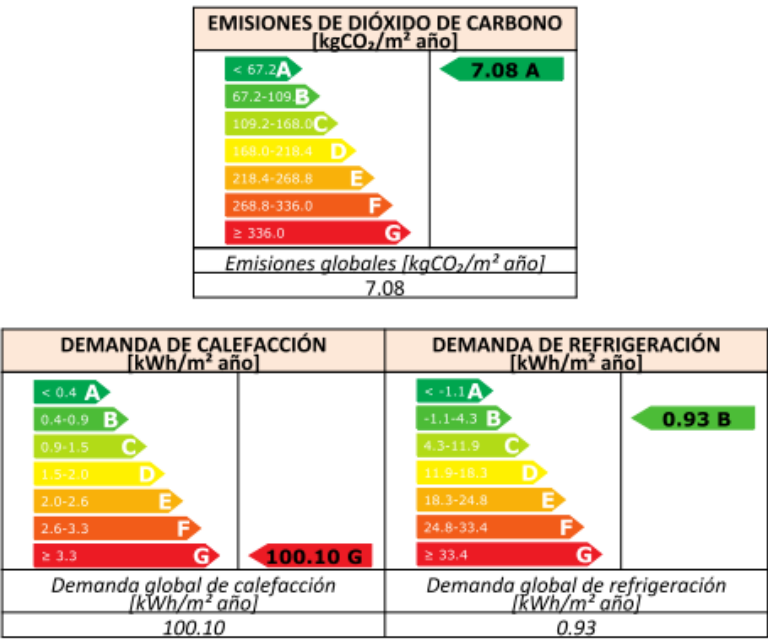
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Conjunto de medidas de mejora: MEJORA II

Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:

- VENTANA
- ESPUMA BASOTECT
- Mejora de las instalaciones



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
Demanda [kWh/m² año]	100.10	G	0.93	B						
Diferencia con situación inicial	-11.3 (-12.7%)		3.0 (76.6%)							
Energía primaria [kWh/m² año]	197.05	G	1.43	A	328.32	D	27.05	A	553.85	C
Diferencia con situación inicial	-20.5 (-11.6%)		4.7 (76.5%)		3.3 (1.0%)		93.6 (77.6%)		81.1 (12.8%)	
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	0.00	A	0.36	B	0.00	A	6.73	A	7.08	A
Diferencia con situación inicial	35.7 (100.0%)		1.2 (76.3%)		67.0 (100.0%)		23.3 (77.6%)		127.1 (94.7%)	

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

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
Conjunto de medidas de mejora: MEJORA III Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto: - VENTANA - ESPUMA BASOTECT - Mejora de las instalaciones

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

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

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Para la realización de esta calificación energética se cuenta con el conocimiento del propio edificio y de sus instalaciones, así como de los proyectos de obra civil y de instalaciones, bajo la Normativa vigente atendiendo al año de construcción.

Se ha comprobado todas y cada una de las instalaciones existentes, así como el contorno del edificio estudiando una correcta envolvente.

Por la característica propia de este edificio de distinta tipología constructiva en cuanto a distribución en plantas, ha sido necesario crear desde el edificio objeto, tres zonas diferenciadas para estudiar mejor su envolvente y huecos. Todo ello es debido a la gran diferencia existente en extensión de superficie por planta, siendo por ello necesario la separación de zonas, estableciendo bloques edificatorios independientes y todo ello dentro del edificio objeto interrelacionado entre si, con la finalidad de realizar un estudio de envolventes exhaustivo y real del edificio.

Se han propuesto tres conjuntos de medida de mejora donde puede llegar a tener un ahorro energético considerable siendo las siguientes:

- Mejora I, Se actúa sobre las sustitución de ventanas, marcos e implantación de un sistema aislante en las cajas de las persianas.
- Mejora II, Se actúa sobre las sustitución de ventanas, marcos e implantación de un sistema aislante en las cajas de las persiana, la sustitución de los tubos fluorescentes por tubos LED y además se propone la colocación de poliuretano proyectado en el equipo mixto de calefacción y ACS.
- Mejora III, Se actúa sobre las sustitución de ventanas, marcos e implantación de un sistema aislante en las cajas de las persiana, la sustitución de los tubos fluorescentes por tubos LED y además se propone la implantación de una caldera de biomasa.

Dentro de las mejoras descritas anteriormente, diferenciamos las actuaciones a realizar para tener un mejor rendimiento energético, siendo las siguientes medidas:

- Respecto a las Ventanas, sería la sustitución de las mismas por una mas eficientes, modificando todos los marcos metálicos de las ventanas por PVC, además de la sustitución de vidrios por otros bajos emisivos, con permeabilidad de 4+6+4, y además el material aislante en las cajas de las persianas.
- Respecto de la mejora en el equipo mixto de calefacción y ACS se recubrirá ambos depósitos acumuladores por placas de poliuretano proyectado, así como los distintos conductos que los relacionen con la caldera.
- Respecto de la mejora en la iluminación, se cambiarán todos los tubos fluorescentes por otros de tecnología LED. esta mejora supondrá un gran ahorro energético y económico a la edificación.
- Respecto de la caldera de biomasa, nos encontramos en una época donde este tipo de instalación va teniendo cada vez más relevancia en nuestro entorno por eso se opta en este caso. Gracias a la caldera de biomasa notaremos una desminución en el consumo de energía primaria y supondrá un gran ahorro energético y económico.

Los datos recogidos en la parte de medidas de mejora, han sido obtenidos de catálogos, internet, etc. Son datos que pueden ser diferentes a los expuestos en este certificado.

El certificado de eficiencia energética dará información exclusivamente sobre la eficiencia energética del Edificio en su conjunto, teniendo en cuenta que la calificación obtenida podría verse alterada en el supuesto que se modifiquen datos a los contemplados en el momento de la visita del técnico certificador.

DOCUMENTACION ADJUNTA

-Anexo de planos donde se han marcado las zonas de estudio de envolventes.

ANEXO XVIII: PRESUPUESTOS

Presupuesto de ventanas dobles con vidrios del tipo bajo emisivo. www.c24h.es

132	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	105 x 206.5	91,19 €	12.037,10 €
176	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	102.1 x 9.5	5,22 €	919,14 €
48	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	6.5 x 5.9	0,40 €	19,28 €
40	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	2.7 x 8.8	0,40 €	16,07 €
2	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	109.7 x 7.5	5,62 €	11,25 €
6	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	201.4 x 107.6	88,38 €	530,27 €
12	ventanas, cuadrada o rectangular, doble acristalamiento, camara 4+6+4 transparentes	105.2 x 205.7	91,19 €	1.094,29 €

Presupuesto marcos de PVC. www.ventanaspvcmallorca.es

	TIPO	UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD CON IVA	PRECIO TOTAL
	R-L + R-P 800x750mm	1	189 €	189 €
	R-L + R-P 2800x1760mm	132	578.52 €	76364.64 €
	R-L + R-P 940x1350mm	176	249.21 €	43860.96 €
	R-L + R-P 820x2110mm	2	290.72 €	581.44 €
	R-L + R-P 950x400mm	40	169.2 €	6768 €
	R-L + R-P 2000x2180mm	6	527.4 €	3164.4 €
	R-L + R-P 2800x1760mm	12	578.52 €	6942.24 €

Precio total: 137870.68€

Rr