

EN BUSCA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA. UNA APLICACIÓN PRÁCTICA EN LA ESCUELA NAVAL MILITAR

José Javier PIÑEIRO PAREDES



Introducción



L fomento de la eficiencia energética constituye una parte muy importante del conjunto de medidas que las naciones debían adoptar para dar cumplimiento a los compromisos establecidos en el Protocolo de Kioto (1), actualmente renovado tras el Acuerdo de París. Tanto la tecnología disponible como unos hábitos cada vez más responsables hacen posible un menor consumo de energía que incide en el incremento de la competitividad de las empresas, reduce los gastos de las familias y mejora la calidad de la vida en general.

La gestión de la demanda de energía es, hoy en día, un instrumento fundamental que permite, en particular a la Unión Europea, ejercer una influencia en el mercado mundial de la energía y en la seguridad de su abastecimiento a medio plazo. Así, en sus conclusiones del 30 de mayo y del 5 de diciembre de 2000, el Consejo de la Unión Europea dio su apoyo a un *Plan de Acción para mejorar la Eficacia Energética* y pidió que se tomaran

(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), tenía como objetivo que los países industrializados y las economías en transición redujeran sus emisiones contaminantes por debajo del volumen de 1990, un 5,1 por 100. En el caso de la UE, el objetivo conjunto era la reducción de un 8 por 100 para el período 2008-2012 con respecto a las emisiones de 1990.

medidas específicas para el sector de la construcción de edificios, puesto que durante los años 90

el conjunto de las edificaciones absorbía más del 40 por 100 del consumo final de energía en la Unión y era en aquel momento un sector en fase de relativa expansión, que hoy en día está en un período de recuperación. Aunque no se alcance el ritmo de construcción anterior a la crisis económica, el parque de viviendas seguirá aumentando el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera en los próximos años.

El Ministerio de Defensa, mediante la Directiva núm. 107/97, de 2 de junio, puso de manifiesto la importancia de las cuestiones medioambientales en el seno de las Fuerzas Armadas (FF. AA.). 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.

Como ejemplo de las actuaciones que se podrían llevar a cabo en las infraestructuras del Ministerio de Defensa, el presente artículo se centra en el estudio de un edificio de las FF. AA., el Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno, de la Escuela Naval Militar, que debe obtener su calificación energética para conocer su consumo de energía primaria y también la cantidad de emisiones de CO₂ que produce, con el fin de poder llevar a cabo en futuras reformas las medidas convenientes para mejorar su eficiencia.

La necesidad de la eficiencia energética

La necesidad de racionalizar la obtención de unos recursos naturales escasos y de aplicar estrategias de desarrollo sostenible obligan a que en todos los ámbitos de la actividad humana se busque la eficiencia, entendida como la consecución de mejores resultados pero utilizando menos recursos, lo que evita la sobreexplotación e implica unos menores costes de producción.

La *eficiencia energética* consiste, pues, en la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios, sin disminuir la calidad de vida, asegurando el abastecimiento, protegiendo el medio ambiente y fomentando la sostenibilidad.

Ser eficiente energéticamente no consiste únicamente en poseer las últimas tecnologías, sino en saber emplear y administrar los recursos disponibles de un modo eficaz, lo que requiere desarrollar ciertos procesos de gestión de la energía.

El consumo energético es un aspecto que está directamente relacionado con la situación económica global y, por tanto, con sus consabidos ciclos, por lo que es necesaria una aproximación general, con el diseño de unas políticas comunes que apuesten fuerte por la eficiencia. 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, que sin duda habrá tenido su efecto en la emisión de gases de efecto invernadero.

La eficiencia energética de los edificios

El proceso de certificación energética de un edificio depende de su consumo energético anual. La escala de calificación energética está basada en las emisiones de CO₂ a la atmósfera y en el consumo de las energías primarias, tales como la calefacción, refrigeración, luz y agua caliente sanitaria (ACS).

La calificación energética de una construcción se plasma en el Certificado de Eficiencia Energética, que se puede realizar de su totalidad o de una parte de ella, cuya validez en nuestro país es de diez años y que contiene información sobre las características de la construcción en este aspecto. Dicho certificado está conformado por los siguientes indicadores:

Consumo de energía primaria no renovable

Expresado en kW/m² año, mide, en términos globales e indicadores más específicos, la cantidad de energía que debemos emplear para alcanzar el estado de confort deseado en una edificación. Los indicadores parciales de energía primaria son agua caliente sanitaria, refrigeración, calefacción e iluminación, que nos proporcionan una visión más detallada del consumo de la construcción.



Etiqueta de certificación energética.
(Fuente: TFG certificación energética del Cuartel Almirante Moreno en la ENM).

Emissiones de CO₂

Expresadas en kg CO₂/m² año, se refieren a la cantidad de energía que pierde una edificación, ya sea por intercambio de energía con otra construcción o directamente con el entorno. Dichas pérdidas pueden ser debidas a la arquitectura del edificio o a filtraciones causadas por su envolvente térmica, en la que se encuadra una inadecuada gestión de los puentes térmicos (partes de la envolvente del edificio donde se producen claras variaciones en la construcción, como cambios en el espesor, materiales utilizados, etc., y donde el calor se transmite con mayor facilidad).

El valor de dichos indicadores se refleja en la etiqueta de eficiencia energética, que clasifica los edificios dentro de una escala de siete letras, desde la G (edificio menos eficiente) a la A (edificio más eficiente).

La eficiencia energética en las FF. AA.

Ya se ha comentado que en el seno de las FF. AA. es manifiesta la importancia que, a día de hoy, se otorga a los asuntos medioambientales. Así, el Real Decreto 1287/2010, de 15 de octubre, al desarrollar la estructura orgánica básica del Ministerio de Defensa, creó la Subdirección General de Sostenibilidad Ambiental y Eficiencia Energética, en el seno 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 su plan de ahorro y eficiencia energética. Para ello, tiene en cuenta las disposiciones establecidas, en materia de ahorro energético, en el Código Técnico de la Edificación (CTE) para el proyecto, construcción, mantenimiento y conservación de los edificios.

Una aplicación práctica: el Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno

La Escuela Naval Militar, en Marín (Pontevedra), se fundó en el año 1943 y se ubicó en las antiguas instalaciones de la Escuela de Artillería y Tiro Naval, fundada por el capitán de corbeta don Jaime Janer. El Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno, uno de los edificios que alberga a un número significativo de los caballeros y damas alumnos, fue inaugurado oficialmente el día 22 de marzo de 1977, tras una ceremonia que presidió el entonces ministro de Marina, almirante Pita da Veiga.

Está situado en las inmediaciones de la gran explanada de la Escuela Naval, en unos terrenos que fueron ganados al mar mediante relleno. En la decisión sobre dónde situar el cuartel primó el procurar interferir lo menos



Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno. (Foto del autor).

posible en la perspectiva de entrada a la Escuela Naval Militar, con el gran mástil que destaca sobre la ría de Pontevedra.

Es una edificación que presenta unas líneas sencillas, que no desentonan en absoluto con el resto de construcciones aledañas de la ENM. El edificio, situado en un solar de unos 3.168,82 m², se compone de una planta baja y dos superiores, en las que se sitúan los dormitorios, los estudios y los baños de los alumnos de la Escuela Naval Militar. Presenta una clara simetría en forma de «H», pero cerrada por su fachada oeste, 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, la mayoría de ellos con capacidad para cuatro camas, y tres amplios aseos. En total, cada uno de los cuatro módulos puede albergar a 88 alumnos. Así pues, el cuartel podría dar cabida a 352 alumnos.

Debemos reseñar que este cuartel, al ser una edificación encuadrada en el ámbito de la Defensa y apoyado por el Real Decreto 235/2013, queda exento de obtener un Certificado de Eficiencia Energética (CEE).



Fachada principal del Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno. (Foto del autor).

De todas formas, se decidió realizar un Trabajo de Fin de Grado que estudiase la obtención de la calificación energética de dicho edificio y determinase sus opciones de mejora. Se pretendía con ello concienciar, con hechos contrastados, sobre la creciente importancia que va adquiriendo en nuestro entorno el ahorro energético, tanto por lo que afecta al medio ambiente como al ahorro económico. Para ello se utilizó el programa informático denominado CE³X, cuyo *software* es reconocido oficialmente por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) y es el recomendado por esta institución para la obtención del certificado de eficiencia energética de edificios (o parte de ellos) ya construidos o de relativa antigüedad, como es el caso del cuartel estudiado, cuya construcción data del año 1977.

Debido a las condiciones arquitectónicas del edificio y para llevar a cabo correctamente su calificación energética, en este estudio ha sido preciso dividirlo en tres zonas:

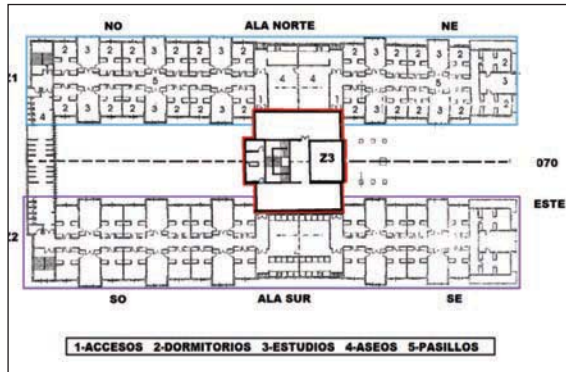
- Zona 1: alas NE y NO del cuartel.
- Zona 2: alas SE y SO del cuartel.
- Zona 3: área comprendida entre las zonas 1 y 2, usada a modo de *hall*.

Cada una de ellas comprende una sección independiente, a efectos del estudio, y hace referencia al conjunto de plantas habitables de las que está compuesto el cuartel. Esta división se realiza para facilitar la introducción de los datos referentes a la arquitectura de la construcción en el *software* CE³X.

Es absolutamente necesario definir la zona climática (ZC) donde se localiza la edificación, ya que conociendo además el perfil de uso del cuartel, su densidad de fuentes internas y período de utilización, se puede señalar que no obtiene la misma carga de trabajo una edificación situada en Pontevedra, en régimen de invierno, que, por ejemplo, una situada en Santa Cruz de Tenerife. En Pontevedra deberá consumir una mayor energía primaria para alcanzar la

situación de confort deseada, dadas las condiciones climáticas de la zona.

Un mayor número de emisiones de CO₂ a la atmósfera indica que la edificación tiene una menor capacidad de retención de la energía utilizada, debido a que esta se escapa por sus diferentes elementos (huecos-lucernarios, puentes térmicos, ventanas, etcétera). Todos los resultados obtenidos hacen referencia



División en zonas. (Diseño del autor).

a lo consumido por el edificio durante el período de un año, lo que a su vez tiene consecuencias económicas en función de la etiqueta que genere el programa.

La calificación asignada por el programa CE³X para el Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno se corresponde con la letra D, puesto que el resultado obtenido de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, como consecuencia del consumo energético de la edificación, fue de 134,16 kg CO₂/m².

En el siguiente cuadro se expresan las cantidades obtenidas para cada uno de los indicadores parciales del edificio y el indicador global, que viene determinado por la suma aritmética de las energías primarias (ACS, calefacción, iluminación y refrigeración).

| INDICADOR GLOBAL | | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|-----------------|---|--|---|--|
| | 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 | |
| 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 | |

Resultados de la calificación energética. (Fuente: TFG certificación energética del Cuartel Almirante Moreno en la ENM).

El gasto medio anual del Cuartel, en energía, es de 116.024,13 euros, considerando los consumos de gas natural, electricidad, elementos de iluminación y ACS. No se ha tenido en cuenta el impuesto de hidrocarburos, ya que la edificación pertenece a un organismo del Estado.

¿Cómo mejorar la eficiencia energética del Cuartel?

Tras la obtención de la certificación energética y dado que la calificación resultante es D, es evidente que se puede contemplar una serie de medidas que podrían mejorar la eficiencia energética. Para lograrlo, hay que considerar la relación entre la demanda actual de energía del edificio (la necesaria para que esté en funcionamiento con unas condiciones normales de confort) y el consumo energético mínimo para un óptimo funcionamiento del mismo, si se realizan las adecuadas modificaciones estructurales. Para ello, el programa CE³X solamente permite un número máximo de tres mejoras.

En este estudio se plantearon las siguientes:

- Sustitución de ventanas y marcos e incorporación de espuma aislante en las cajas de las persianas.
- La anterior mejora se complementa con la incorporación de placas de poliuretano, proyectadas al equipo mixto de caldera y ACS, así como la renovación total de tubos fluorescentes por tubos LED.
- A las dos anteriores se une la sustitución de la instalación de calefacción y ACS por un sistema basado en una caldera de biomasa.

A grandes rasgos, con la opción número 1 lograríamos alcanzar una mejora energética que nos situaría en la letra C (131,81 kg CO₂/m²/año), y que supondría un ahorro económico anual de 2.077,7 euros. Teniendo en cuenta que el coste de esta mejora sería de 157.844,12 euros, quedaría amortizada en aproximadamente 76 años.

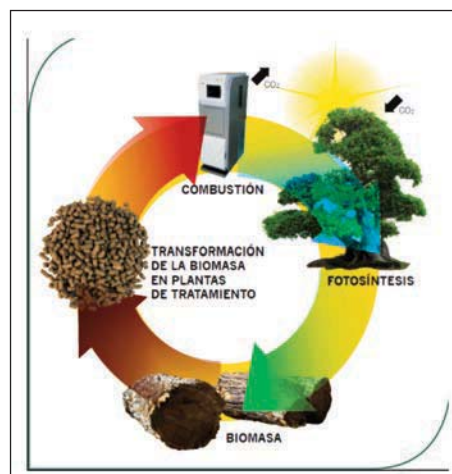
La opción número 2 situaría al Cuartel algo mejor en eficiencia, aunque todavía en la letra C (113,68 kg CO₂/m²/año). Sin embargo, permitiría un ahorro anual mucho más elevado, de 34.495,6 euros. Dado que su coste sería de 168.489,9, quedaría amortizada en cinco años y medio.

Para finalizar, la opción número 3 permitiría que el edificio alcanzase una gran eficiencia, que alcanzaría la letra A (7,08 kg CO₂/m²/año), con un ahorro anual mayor que el anterior, de 40.252,5 euros. Teniendo en cuenta que deberíamos desembolsar 220.960,1 euros, la veríamos amortizada en apenas cinco años. Permitiría el mayor ahorro y la amortización en un plazo más corto, lo que al final resulta en una relación eficacia-coste muy superior.

La calificación A se consigue gracias al denominado «ciclo cerrado» que cumple la biomasa. Las plantas, a lo largo de su ciclo de vida, necesitan captar CO₂ y energía lumínica procedente del ambiente para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis; de esta forma podrán realizar la conversión de materia inorgánica a orgánica, que es rica energéticamente hablando. Una vez finalizado este proceso, están listas para ser recolectadas y tratadas para su futura conversión en *pellets* (tipo de carburante granulado a base de madera), que dará la energía necesario a las calderas de biomasa. Realizado el proceso de

combustión de los *pellets*, emitirán a la atmósfera CO_2 , pero debemos tener en cuenta que no se está realizando ninguna aportación extra de este gas de efecto invernadero (GEI), sino que este CO_2 emitido es el que anteriormente había sido absorbido por las plantas para llevar a cabo la fotosíntesis.

En el funcionamiento de este tipo de calderas juega un papel fundamental el *pellets*, que es básicamente serrín prensado de madera, en su mayoría de pino. Casualmente nos encontramos en una región, Galicia, donde abundan en gran cantidad.



Ciclo cerrado de la biomasa.

(Fuente: TFG certificación energética del Cuartel Almirante Moreno en la ENM).

Conclusión

El proceso de certificación energética del Cuartel de Alumnos Almirante Francisco Moreno le ha otorgado una clasificación D debido a su actual consumo energético anual. Sin embargo, la realización de las modificaciones reseñadas permitiría mejorar su nivel de eficiencia energética y subir a una clasificación C o incluso alcanzar la deseada A. Dichas modificaciones precisan de una inversión monetaria que quizá sea difícil en las circunstancias actuales, en las que unos presupuestos muy ajustados exigen una priorización exhaustiva. Sin embargo, el esfuerzo daría sus frutos en muy pocos años y generaría un ahorro significativo.

El ejemplo de este edificio es extrapolable a otros muchos del parque del Ministerio de Defensa que necesitan actualización, por lo que puede servir de ejemplo para las nuevas construcciones, en las que se debe considerar la eficiencia energética desde que se proyectan. La magnitud del ahorro, además de ser considerable caso por caso, permitiría obtener beneficios adicionales si se aplican economías de escala.

Aunque a corto plazo pueda parecer costoso, debemos seguir el camino de la eficiencia energética, que al final supone invertir en la protección del medio ambiente y conseguir, en el medio plazo, un sustancial ahorro económico, que permitiría emplear los recursos, siempre escasos, en otras partidas muy necesarias para la Defensa.

Nota: La totalidad de la bibliografía consultada procede del Trabajo de Fin de Grado *Certificación energética del Cuartel Almirante Moreno en la ENM*.