

Informe: 30.1245.0

Rehabilitación de viviendas en el barrio de Bidebieta
(Donostia)

Fase 4-Informe 4.1 Resumen ejecutivo

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Informe: Fase 4-Informe 4.1 Resumen ejecutivo
Código: 30.1245.0

Cliente: Departamento de Medio ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian
Persona de contacto: Victoria Iglesias
Domicilio Social: Duque De Mandas, Ps 66 (C.P. 20012)
San Sebastian
Fecha de envío: 15 de Noviembre de 2010

Realizado por: Técnico **Francisco Serna**
Firma: **Fecha:** 15 de Noviembre de 2010

Revisado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**
Firma **Fecha:** 15 de Noviembre de 2010

Aprobado por: Director de Departamento **Florencio Manteca**
Firma **Fecha:** 15 de Noviembre de 2010

ÍNDICE	PÁGINA
RESUMEN EJECUTIVO	6
1.- INTRODUCCION.....	6
2.- OBJETO Y ALCANCE	7
3.- METODOLOGÍA	8
3.1.- ANALISIS PREVIOS. ESTADO ACTUAL.....	8
3.1.1.- Estado constructivo actual. Termografías	8
3.1.2.- Situación espacial. Accesibilidad solar	15
3.1.3.- Estudio de sombreadamiento y radiación.....	15
3.1.4.- Estado actual de los sistemas de climatización	20
3.1.5.- Análisis de los consumos energéticos actuales.	26
3.1.6.- La certificación energética.....	30
3.1.7.- Conclusiones de los análisis previos realizados.....	33
POTENCIAL DE AHORRO DE LA REHABILITACIÓN. ANALISIS	34
3.1.8.- Ahorros teóricos. Simulación	34
3.1.9.- Influencia en la certificación energética.....	38
3.1.10.- Ahorros económicos	40
3.1.11.- Conclusiones sobre el potencial de la rehabilitación.....	44
4.- CONCLUSIONES FINALES DEL ESTUDIO	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Vista de pájaro del barrio de Bidebieta	6
Figura 2.- Situación de los bloque objeto de estudio	7
Figura 3.- Izquierda: fachada oeste portal 7. Derecha: fachadas oeste portal 5.....	9
Figura 4.- Portal 26. Izquierda: fachada oeste. Derecha: fachadas norte opaca.....	10
Figura 5.- Cerramientos exteriores. Detalles en las esquinas entrantes.....	11
Figura 6.- Cerramientos exteriores. Detalles perfiles muro cortina	11
Figura 7.- Cerramientos exteriores. Detalles ventanas aluminio	12
Figura 8.- Cerramientos exteriores en las cocinas en las torres (fachada norte)	12
Figura 9.- Cerramientos exteriores. Detalles ventanas aluminio.....	12
Figura 10.- Imágenes del modelo realizado de los edificios estudiados y su entorno	15
Figura 11.- Barrido de sombras cada 30 minutos - 21 de Diciembre (Ecotect v5.60).....	16
Figura 12.- Radiación acumulada. izq.: Invierno. Dcha: Verano (Paseo de los Olmos 7)	17
Figura 13.- Radiación acumulada. izq.: Invierno. Dcha: Verano (Paseo de los Olmos 5)	17
Figura 14.- Radiación acumulada. izq.: Invierno. Dcha: Verano (Paseo de los Olmos 26) ..	18
Figura 15.- Equipos de generador de calor del sistema de distrito.....	20
Figura 16.- Sistema de distribución de circuitos principales.....	21
Figura 17.- Convector	22
Figura 18.- Demandas de calefacción en condiciones reales (Paseo de los olmos 7).....	27
Figura 19.- Demandas de calefacción en condiciones reales (Paseo de los olmos 5).....	27
Figura 20.- Demandas de calefacción en condiciones reales (Paseo de los olmos 26)	27
Figura 21.- Resultados de la calificación energética del edificio. (Paseo de los Olmos 7)	31
Figura 22.- Resultados de la calificación energética del edificio. (Paseo de los Olmos 5)	31
Figura 23.- Resultados de la calificación energética del edificio. (Paseo de los Olmos 26) ..	32
Figura 24.- Demandas de calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 7)	35
Figura 25.- Porcentaje de ahorro en calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 7)...	35

Figura 26.- Demandas de calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 5).....	36
Figura 27.- Porcentaje de ahorro en calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 5)...	36
Figura 28.- Demandas de calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 26)	36
Figura 29.- Porcentaje de ahorro en calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 26) .	37
Figura 30.- Porcentaje de ahorro según medidas. (Paseo de los Olmos 7, 5 y 26)	37
Figura 31.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 7).....	38
Figura 32.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 5).....	38
Figura 33.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 26)	38
Figura 34.- Plazo de amortización de las diferentes medidas de ahorro.....	42
Figura 35.- Valor actual neto (VAN) de las diferentes medidas de ahorro	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Consignas reales del sistema de calefacción	26
Tabla 2.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora	40
Tabla 3.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. ENERGY PLUS	41
Tabla 4.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. ENERGY PLUS	41
Tabla 5.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. ENERGY PLUS...	41

RESUMEN EJECUTIVO

1.- INTRODUCCION

Desde el Departamento de Medio Ambiente del Ayuntamiento de San Sebastian, se plantea la posibilidad de realizar un estudio sobre las condiciones actuales del barrio en aspectos energéticos, con el objetivo futuro de una rehabilitación energética del barrio.

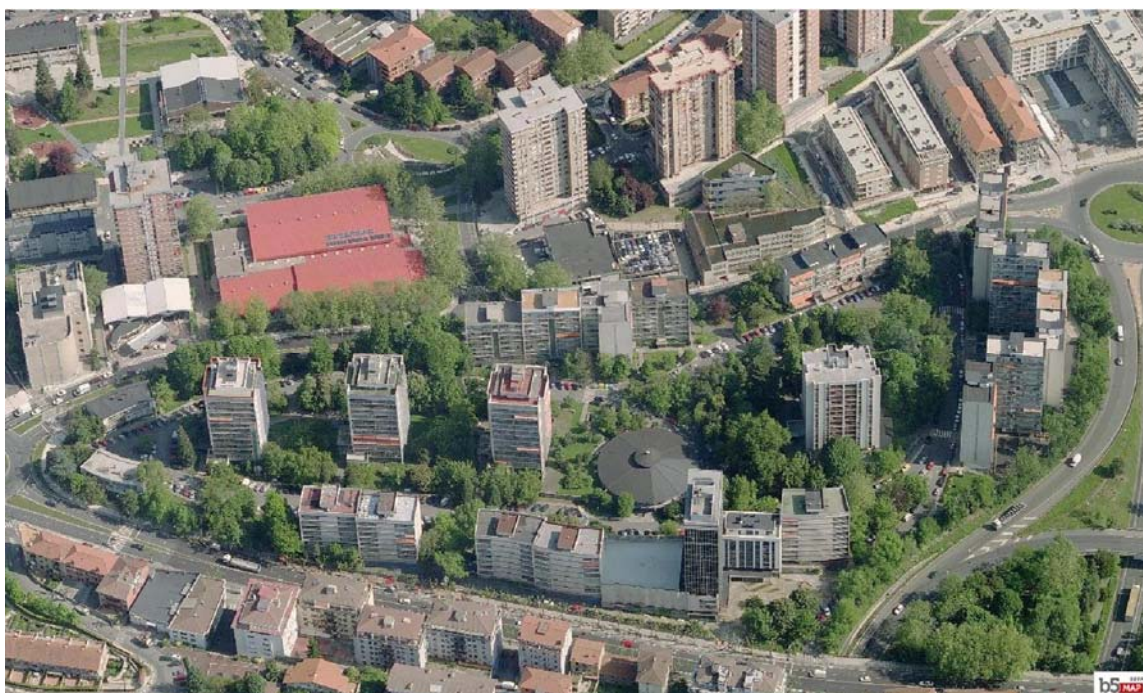


Figura 1.- Vista de pájaro del barrio de Bidebieta

Fuente: www.gipuzkoa.net

En este marco, el Departamento de Arquitectura Bioclimática de Cener, propone la realización de un estudio basado en dos fases, una fase previa de diagnóstico energético de la situación actual del barrio, y una posterior fase de evaluación del potencial de ahorro que poseen las viviendas de Bidebieta, mediante una rehabilitación energética.

2.- OBJETO Y ALCANCE

Se propone un estudio del barrio en dos fases diferenciadas, una fase de diagnóstico energético, donde se evaluará el estado actual de ciertos edificios de Bidebieta, donde se realizará una campaña de termografía infrarroja, un análisis de accesibilidad solar mediante simulación, un estudio del estado actual de los edificios y de los sistemas de climatización, una evaluación energética, también mediante simulación y una comparativa de los edificios en su estado actual frente a la certificación energética de edificios existentes, de futura aprobación.

La segunda fase, contemplará una evaluación del potencial de ahorro asociado al proceso de rehabilitación con criterios energéticos, y un sencillo análisis de la viabilidad económica de esta actuación.

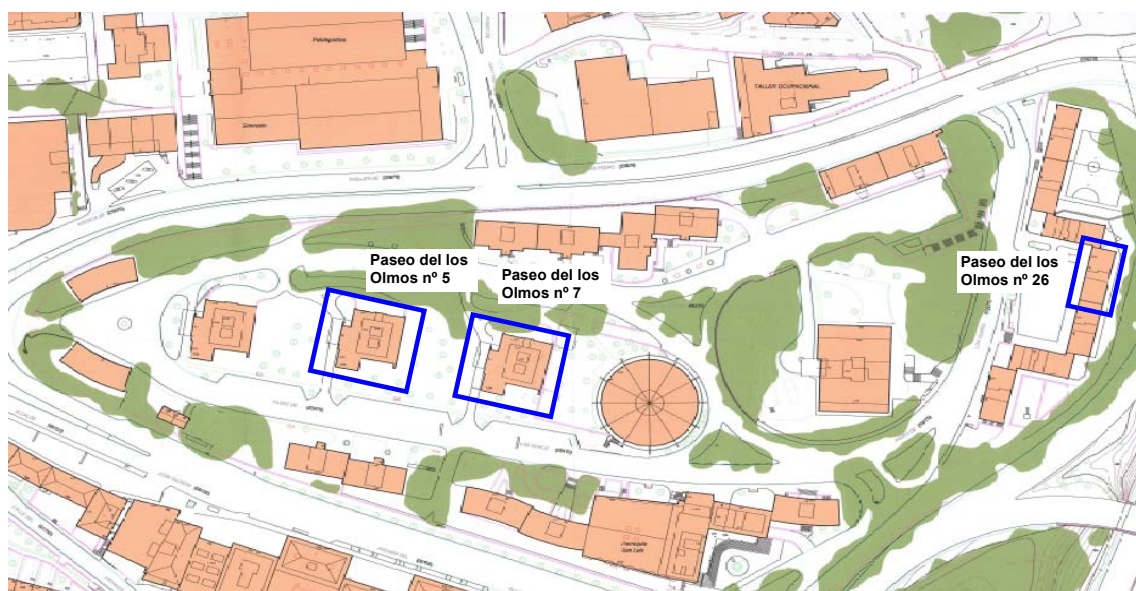


Figura 2.- Situación de los bloque objeto de estudio

Fuente: CENER

Estas dos fases se circunscriben a tres edificios representativos del barrio y cuyos usuarios han mostrado interés, y que son las torres centradas y aisladas correspondientes a los portales 5 y 7 del Paseo de los Olmos, y el bloque adosado correspondiente al portal 26 de la misma calle.

3.- METODOLOGÍA

3.1.- ANALISIS PREVIOS. ESTADO ACTUAL

3.1.1.- Estado constructivo actual. Termografías

3.1.1.1.- Descripción del planeamiento

La creación del barrio de Bidebieta, situado al Este del término municipal de San Sebastian, corresponde al desarrollo perteneciente al plan de 1962 que daba respuesta a la demanda de vivienda derivada del incremento de población que se produjo hasta la década de los setenta. En este contexto y en estos años 70 se desarrolla la edificación en polígonos o edificios aislados de 16 plantas que conforman esta parte del barrio, y que son objeto de estudio.

La urbanización de Bidebieta, próxima a la carretera N-I, se construyó en los terrenos pertenecientes a un palacete. Las viviendas que la componen se encontraban dotadas de mejor calidad y accesibilidad, que el resto de las construidas en dicha época en su entorno, ya que su ocupación se dirigía a la clase media-alta.

3.1.1.2.- Descripción y estado actual de los edificios

El barrio de Bidebieta está compuesto de bloques de viviendas aislados (como es el caso de las tres torres ubicadas en el paseo de los olmos 5, 7 y 9) y bloques de viviendas agrupados formando diferentes formas geométricas (como por ejemplo los números 20,22,24,26,28,30 y 32 del paseo de los olmos que formarían una Ω girada). La configuración del barrio no sigue ningún patrón ni malla. La ubicación de los bloques resulta aleatoria dando respuesta a la configuración de los viales circundantes.

Los edificios torre corresponden a edificaciones aisladas de baja+11, de planta cuadrada, con las cuatro orientaciones expuestas, y girada levemente (15°) respecto a la dirección N-S, y comprenden 22 viviendas de 160 m² aproximadamente en la torre del portal 7 y 185 m² aproximadamente en la torre del portal 5, teniendo la mitad de las viviendas orientación Este y la otra mitad orientación Oeste, compartiendo todas ellas las orientaciones Norte Y Sur.

La envolvente exterior en ambos casos es similar, compuesta por un muro compuesto por dos hojas de fábrica de ladrillo hueco separados por una cámara de aire sin ventilar, y revestido por el exterior mediante aplacado de mármol, sujetado mediante mortero. El edificio carece totalmente de aislamiento, ni en cámara, ni en la protección de los puentes térmicos (frentes de forjado, carpinterías, pilares...). El porcentaje de acristalamiento es muy alto (> 60%), sobre todo en las fachadas Sur, Este y Oeste. Las carpinterías originales del edificio son de aluminio sin rotura de puente térmico, con vidrios dobles 4/6/4, que en su mayoría presentan grandes deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones. (Hay

vecinos que han renovado las carpinterías). La única diferencia exterior entre las torres 7 y 5, radica en la presencia, en la torre 5, de un muro cortina en las fachadas este y oeste, constituido en su mayor parte por un acristalamiento transparente con carpintería de aluminio sin rotura de puentes térmico. En el resto el muro cortina (que corresponde al frente de forjado) esta constituido por un vidrio coloreado al que se le ha trasdosado un panel de DM, comunicando directamente con el falso techo de la vivienda en su parte inferior, y con el rodapié del suelo de la vivienda de encima, en la parte superior. Este muro cortina cierra exteriormente el espacio que en el bloque 7 correspondían a terrazas exteriores.



Figura 3.- Izquierda: fachada oeste portal 7. Derecha: fachadas oeste portal 5

Fuente: CENER

El estado de conservación de estos edificios, en general, es bueno, aunque algunas cubiertas presentan filtraciones, y en las fachadas existen desperfectos que también producen filtraciones, que provocan humedades en algunas viviendas. Hay también ventanales de pavés, en las fachadas norte, que comunican con zonas comunes que se encuentran en mal estado. El muro cortina está algo deteriorado, presentando grandes deficiencias de estanqueidad, provocando enormes pérdidas térmicas por infiltraciones.

En cuanto al portal 26, el edificio corresponde a un bloque de baja+11 de planta rectangular, adosada a otros dos, con dos orientaciones principales expuestas, este y oeste, y una orientación semi-expuesta al norte, a diferencia de las otras dos torres evaluadas que eran totalmente aisladas. Este bloque esta girado levemente (15°) respecto a la dirección N-S. Este edificio comprende 22 viviendas de 90 m² aproximadamente, teniendo todas las viviendas doble orientación este-oeste.

La envolvente exterior está compuesta por un muro compuesto por dos hojas de fábrica de ladrillo hueco separados por una cámara de aire sin ventilar, y revestido por el exterior mediante aplacado de mármol sujetado mediante mortero, en su fachada norte, siendo esta completamente opaca, siendo su acabado en mortero hidrófugo pintado en las fachadas este y oeste. La fachada sur esta en contacto con el edificio colindante. El edificio, al igual que todos los edificios del barrio, carece totalmente de aislamiento. El porcentaje de acristalamiento es también alto en las fachada expuestas, > 40% en la fachada este y algo menor en la fachada oeste. Las carpinterías originales son de las mismas características que en las torres, de aluminio sin rotura de puente térmico, con vidrios dobles 4/6/4, que en su mayoría presentan grandes deficiencias de estanqueidad.



Figura 4.- Portal 26. Izquierda: fachada oeste. Derecha: fachadas norte opaca

Fuente: CENER

El estado de conservación del edificio en general, es también bueno, presentando las mismas patologías que en los otros edificios.

3.1.1.3.- Estudio termográfico

El análisis termográfico es un procedimiento muy útil para identificar patologías constructivas en los edificios, relacionadas con las pérdidas térmicas. El método de funcionamiento en el que se basa la termografía infrarroja, consiste en la captación de la radiación energética que emite la superficie de un cuerpo por estar a una temperatura y obtener de él una expresión gráfica y cromática de dicha variable a lo largo de toda la superficie analizada. Este procedimiento está basado en un fenómeno físico por el que un cuerpo por estar a una determinada temperatura,

emite energía en forma de radiación electromagnética.

El equipo utilizado para conseguir esta información se realiza mediante una cámara termográfica. La cámara convierte la radiación infrarroja, invisible al ojo humano, en una imagen visible, es decir, la cámara mide la radiación infrarroja que es irradiada desde el cuerpo que está siendo observado, y convierte estos valores en una imagen del cuerpo en la que se muestra su temperatura de manera que sea fácilmente entendible para el usuario.

En el caso de Bidebieta, se ha realizado una campaña de termografía infrarroja en los edificios correspondientes a los portales 5, 7 y 26 de paseo de los Olmos, con el objeto de realizar un diagnóstico cualitativo e las deficiencias térmicas de los mismos.

Los resultados de este análisis, muestran las patologías típicas de los edificios de la época, sin ningún tipo de normativa regulatoria en temas de eficiencia energética, carentes de aislamiento, y con carpinterías de aluminio con bastantes años de antigüedad.

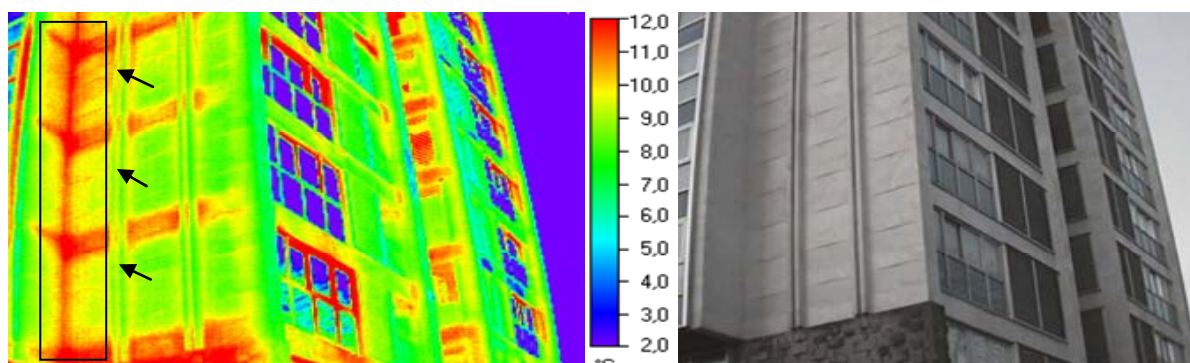


Figura 5.- Cerramientos exteriores. Detalles en las esquinas entrantes

Fuente: CENER

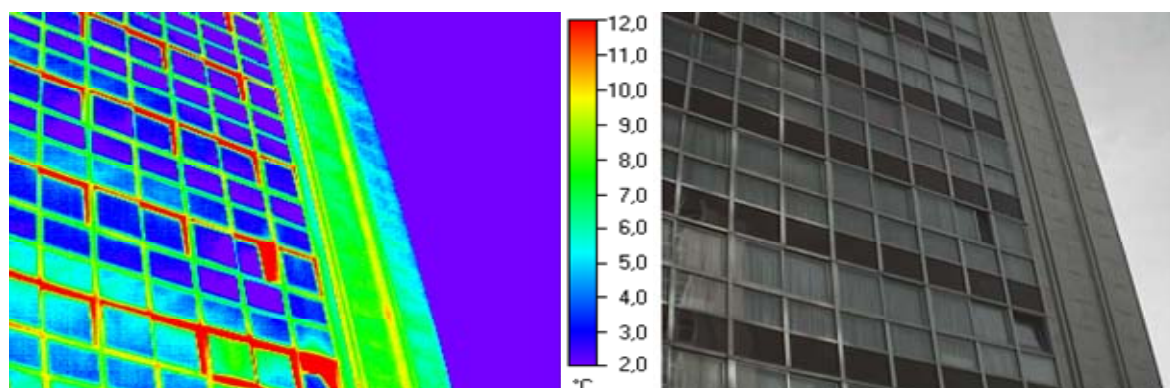


Figura 6.- Cerramientos exteriores. Detalles perfiles muro cortina

Fuente: CENER

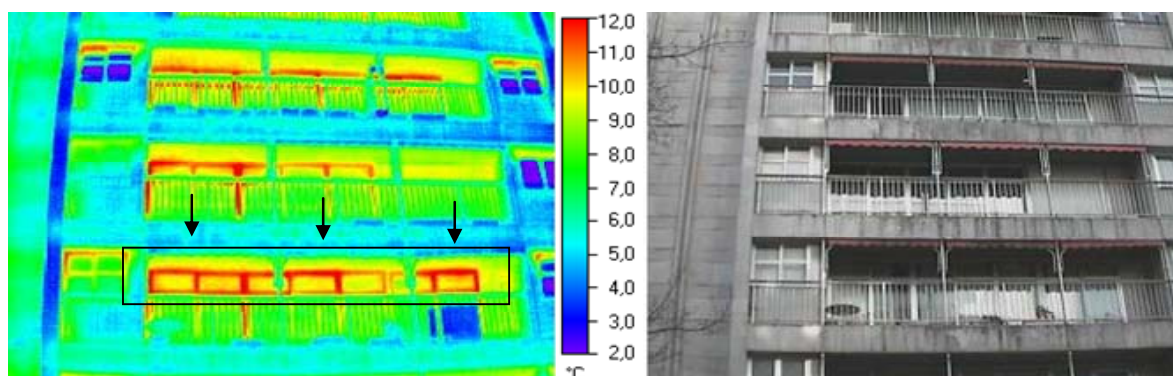


Figura 7.- Cerramientos exteriores. Detalles ventanas aluminio

Fuente: CENER

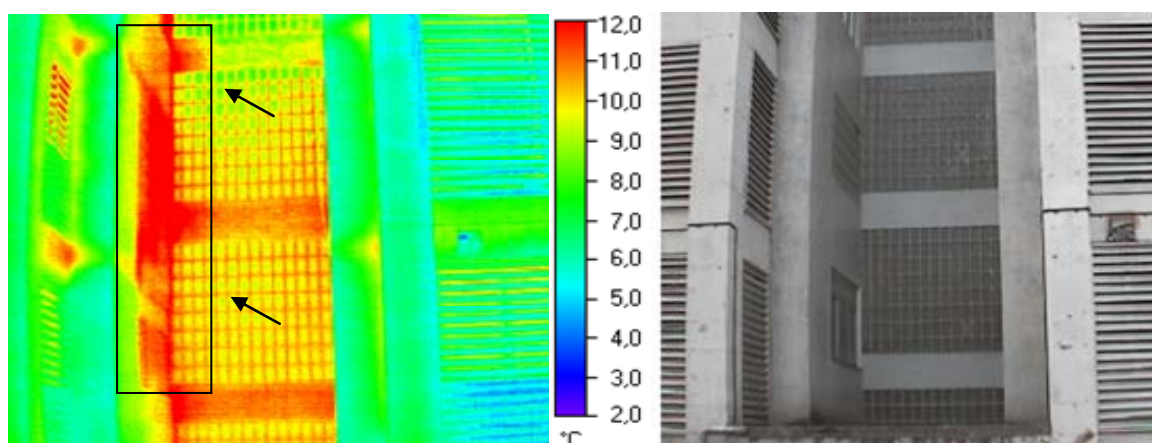


Figura 8.- Cerramientos exteriores en las cocinas en las torres (fachada norte)

Fuente: CENER

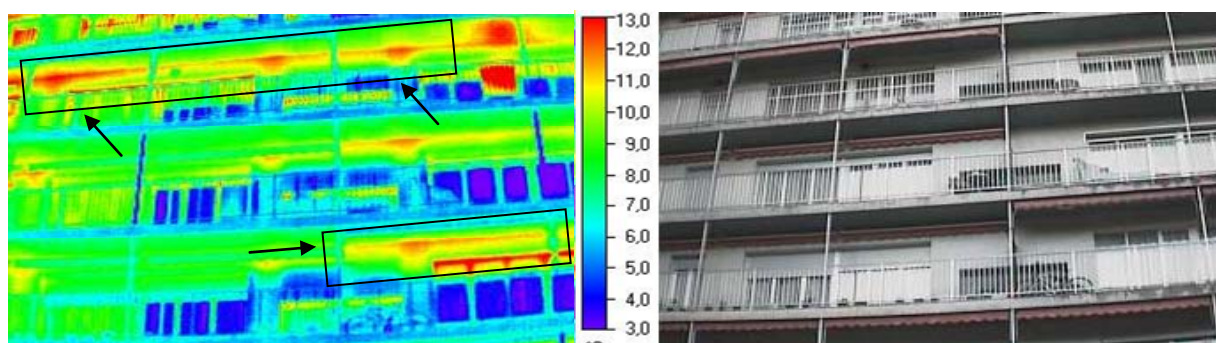


Figura 9.- Cerramientos exteriores. Detalles ventanas aluminio

Fuente: CENER

Así, se han observado importantes pérdidas térmicas en las esquinas de los encuentros verticales de las fachadas opacas, principalmente en los edificios torres. También se aprecian claramente, pérdidas en los cantos de los forjados de ambas tipologías de edificios, siendo éstas

mas importantes en aquellas fachadas donde no existen balcones (el canto de forjado esta en contacto directo con zona calefactada). Las pérdidas por las carpinterías de aluminio son generalizadas en todas las tipologías de edificios, tanto en las ventanas, como en las puertas balconeras, como en los perfiles que conforman el muro cortina.

Es destacable, también las pérdidas a través de los cerramientos de la cocinas en los edificios torres, situados en la cara norte. Los cerramientos de esta parte de la vivienda están compuestos originariamente por un cerramiento de una sola hoja sin cámara de aire, con unos huecos semitransparentes de paves, lo que se traduce en un cerramiento paupérrimo con unas pérdidas significativas.

En función de las patologías detectadas, se pueden establecer una serie de medidas para resolución de las mismas, no siendo siempre soluciones de fácil ejecución, dependiendo su coste y su puesta en obra de las características constructivas del edificio, del estado del mismo, de su situación y de las características de las tipologías.

En este caso, las pérdidas térmicas en los marcos de las carpinterías practicables son fácilmente solucionables con la sustitución de las carpinterías originales, solución ésta de muy fácil ejecución pero de un coste importante. Aun así, es una medida altamente recomendable por su alta incidencia en el confort térmico de la vivienda, ya que aparte del obvio ahorro por disminución de perdidas energéticas a través de los huecos, eliminan las corrientes de aire existentes por las juntas de las carpinterías antiguas, y reducen la influencia de la temperatura radiante de los vidrios.

En el caso de los encuentros de los cerramientos verticales, la solución no es costosa económicamente, y pasaría por la incorporación de aislamiento térmico desde el interior de las viviendas, sustituyendo la hoja interior y la cámara de aire actual, por una solución de aislamiento y trasdosado por el interior (bien con fábrica de ladrillo, bien con obra seca). Similar solución sería adecuada en los cerramientos de las cocinas, aunque en este caso, se perdería superficie útil de la vivienda (recordar que en este caso no existe cámara de aire), con los prejuicios que este tipo de soluciones conlleva.

El caso mas complicado, estriba en la solución de las pérdidas de los cantos de los forjados, ya que en esta situación, sólo se puede solventar el problema aislando este elemento por el exterior. En este caso, habría que o bien levantar el aplacado que cubre los cantos, aislarlos, volver a cubrir el aplacado y solucionar el detalle constructivo generado, o bien aislar toda la fachada por el exterior, creando una nueva piel. Puesto que el estado de conservación de la fachada, de alto valor patrimonial y estético (aplacado de mármol) es buena, unido a la gran altura de las edificaciones en cuestión, que hacen que sea necesario la utilización de unos elementos de andamiaje complejos y costosos, esta solución parece desaconsejada.

En cuanto a los muros cortina, la solución es compleja y habría que analizar concienzudamente

la situación para obtener la mejor solución y verificar su idoneidad (cambiar solo las partes del muro cortina que dan a las viviendas, sustituir toda la fachada por otro muro cortina o por un cerramiento mas convencional...). En este caso sería necesario realizar un proyecto de ejecución detallado por una empresa especializada en aspectos de rehabilitación.

3.1.2.- Situación espacial. Accesibilidad solar

El análisis de las condiciones climatológicas que afectan a los edificios, es un factor clave para una evaluación energética de los mismos, y más incluso si tratamos aspectos de rehabilitación como el proyecto que nos concierne. Estos análisis, ayudan a entender los resultados que se obtienen en la fase de diagnóstico y simultáneamente ayudarán a tomar decisiones sobre las medidas de mejora a adoptar. Un aspecto dentro de este tipo de análisis climáticos, es la accesibilidad solar, aspecto fundamental a la hora de esbozar un planeamiento urbano, y no menos importantes en actuaciones de rehabilitación, donde decisiones o soluciones afectadas por la radiación solar pueden corregir o deteriorar los proyectos originales.

Desde un punto de vista cuantitativo, Bidebieta presenta una radiación solar es relativamente baja. La abundante nubosidad se refleja en los bajos valores promedio de radiación directa incidente. El CTE sitúa a San Sebastián en la zona de radiación solar más baja de España (zona I), con valores de Radiación Solar Global media diaria sobre superficie horizontal inferior a 3.8 Kwh./m². A pesar de ello, es importante realizar un análisis mas profundo sobre la incidencia de dicha radiación sobre el barrio.

3.1.3.- Estudio de sombreadamiento y radiación

Como se ha comentado con anterioridad, Bidebieta se construye sobre una "isla" que formaban los terrenos de un palacete. Esta "isla" presenta una forma más o menos elipsoidal con el eje mayor dispuesto en una orientación este- oeste, disponiéndose los edificios en bloque adosados en lo que es el contorno de la parcela, y las torres altas aisladas en el centro de esta (salvo alguna excepción). Se ha determinado el estudio pormenorizado de tres de los bloques que conforman el barrio. Dos de ellos serán los edificios torre correspondientes al paseo de los olmos 5 y 7 situados en el centro de la urbanización. El tercero de los edificios será el correspondiente al paseo de los olmos 26 situado en el borde este de la parcela.

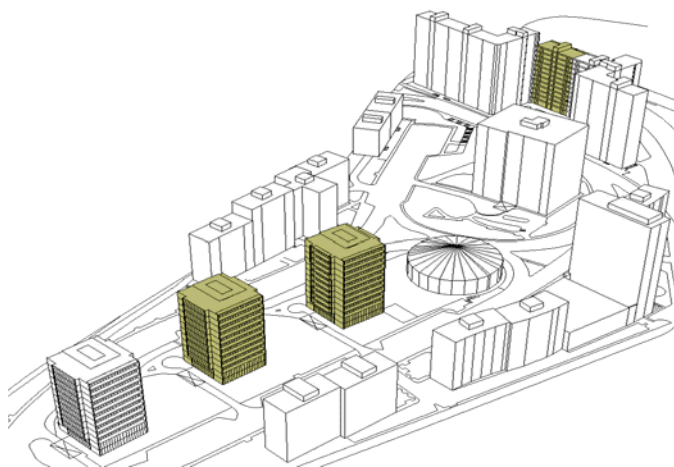
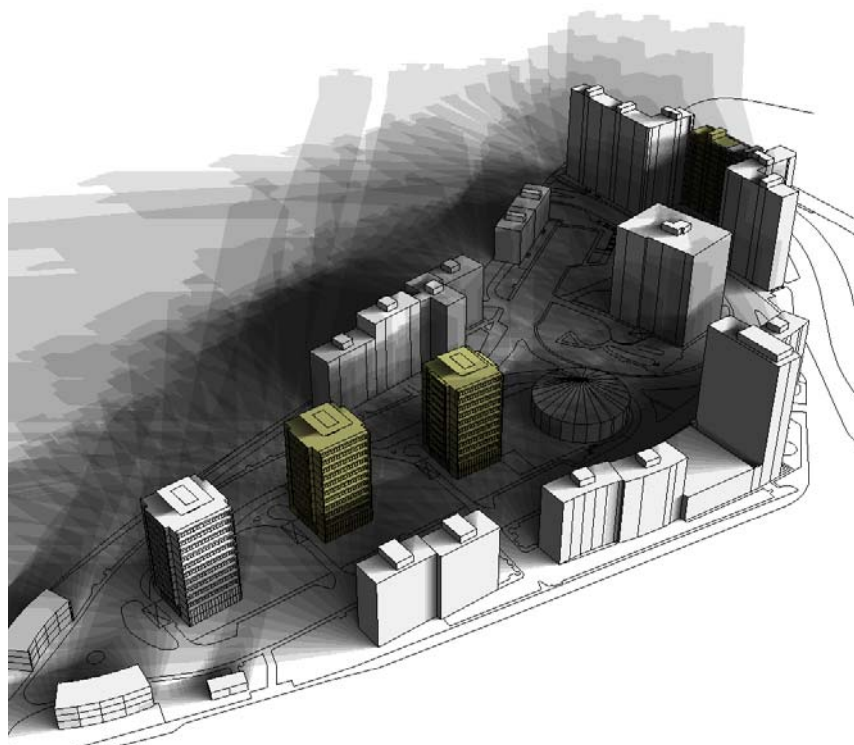


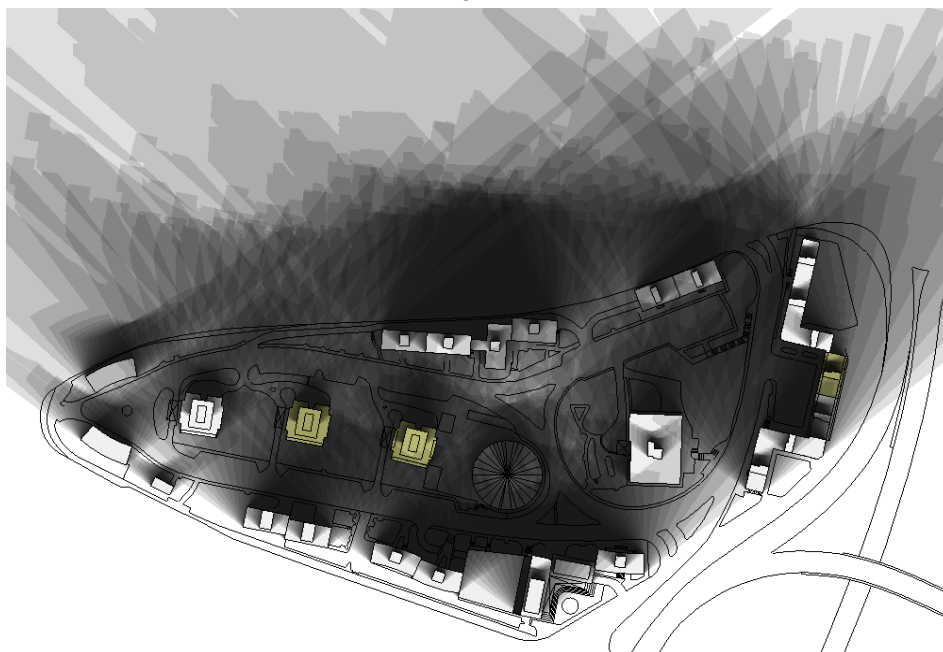
Figura 10.- Imágenes del modelo realizado de los edificios estudiados y su entorno

Fuente: www.Cener

Se ha modelado el conjunto del barrio de Bidebieta, tras determinar que el entorno más alejado no influye sobre la zona de estudio. (Este estudio ha sido realizado mediante el programa de simulación Ecotect v5.60).



Perspectiva



Planta

Figura 11.- Barrido de sombras cada 30 minutos - 21 de Diciembre (Ecotect v5.60)

Fuente: CENER

Se han realizado simulaciones para diferentes momentos, analizándose siempre las situaciones en los momentos de radiación extremos, coincidiendo estos con los solsticios de primavera e invierno, que es cuando el sol alcanza la posición más alta y más baja respectivamente sobre el horizonte. Se han analizado dos tipologías diferentes de resultados, el barrido de sombras y la radiación acumulada sobre las diferentes superficies. Estos dos análisis se han realizado tanto a nivel de barrio como a nivel de edificios, restringiéndose en este caso a los tres edificios objeto de estudio.

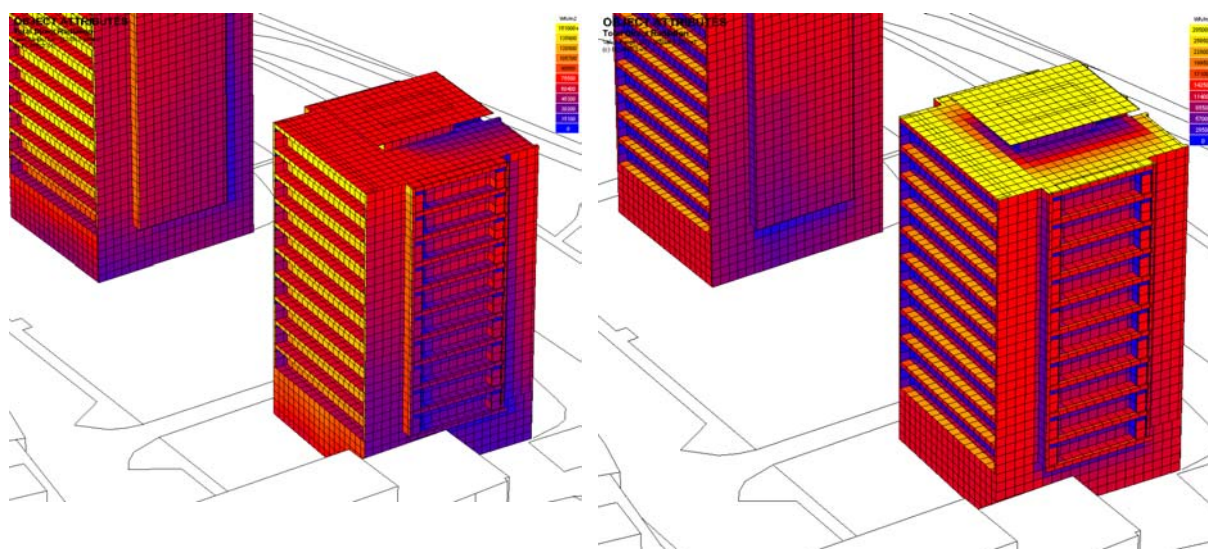


Figura 12.- Radiación acumulada. izq.: Invierno. Dcha: Verano (Paseo de los Olmos 7)

Fuente: CENER

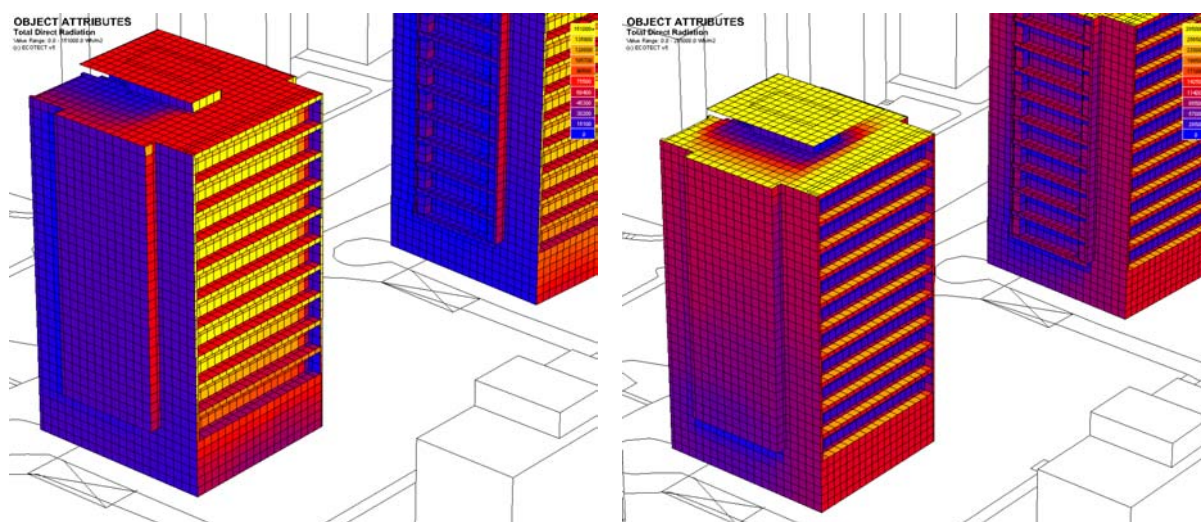


Figura 13.- Radiación acumulada. izq.: Invierno. Dcha: Verano (Paseo de los Olmos 5)

Fuente: CENER

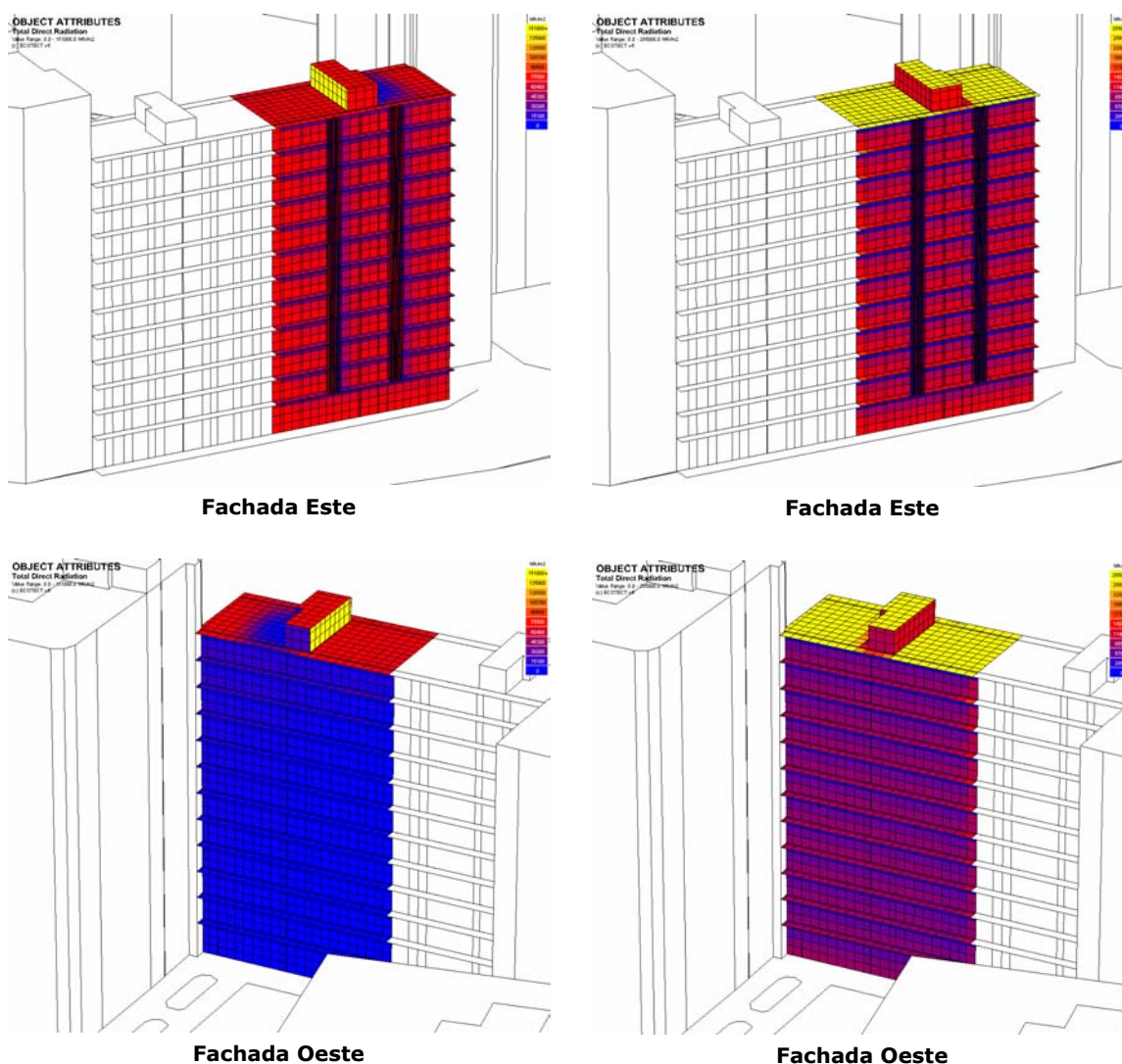


Figura 14.- Radiación acumulada. izq.: Invierno. Dcha: Verano (Paseo de los Olmos 26)

Fuente: CENER

Del resultado de este análisis se desprende, que en general el barrio está concebido de un modo muy favorable desde un punto de situación espacial y su relación con el sol, disponiéndose de un modo que capta una gran parte de la radiación solar disponible. Obviamente existen edificios mas favorecidos por esta circunstancia como son las torres centrales y los bloques con disposición este-oeste, frente a los edificios en bloque con disposición norte-sur (como el bloque del portal 26, aquí analizado).

En cuanto a la arquitectura, el diseño también participa de esta buena concepción. Concretamente, los edificios de las torres correspondientes a los nº 5 y 7 del Paseo de los Olmos, se comportan de un modo muy similar desde un punto de vista de accesibilidad solar, presentando ambos un diseño muy coherente desde un punto de vista de aprovechamiento energético de las condiciones climáticas de la zona, con grandes ventanales en las orientaciones

favorables para la captación solar, con elementos de sombreado para evitar el sobrecalentamiento en periodos estivales. Por otro lado el bloque correspondiente al portal 26 del Paseo de los Olmos, presenta una orientación menos favorable, y una accesibilidad solar mucho menor, de ahí un diseño con menos superficie acristalada.

3.1.4.- Estado actual de los sistemas de climatización

3.1.4.1.- Descripción del sistema

El barrio de Bidebieta presenta un sistema de calefacción de distrito. Este sistema satisface la demanda de calefacción de cada una de las 500 viviendas que pertenecen a la antigua urbanización. Se trata de un sistema "todo agua", tanto en el lazo primario como en el secundario. Este sistema de calefacción de distrito o district heating, se compone fundamentalmente de tres subsistemas:

- Sistema generador
- Sistema de distribución
- Sistema de unidades terminales o emisores

El sistema generador consiste en un conjunto de generadores de calor compuesto por tres calderas denominadas "de baja temperatura". Dos de estas calderas tienen una potencia nominal de 1.750 Kw. y son empleadas para satisfacer la demanda de calefacción a los edificios pertenecientes a dicho sistema de distrito. La tercera caldera, de potencia 750 Kw., es requerida para suplir la demanda de agua caliente sanitaria de los edificios. El combustible empleado para la generación del calor solicitado por la instalación es gas natural.

El sistema generador se encuentra ubicado en la central térmica, juntamente con los equipos de bombeo y elementos hidráulicos y de regulación y control del sistema de distribución. La regulación de la temperatura de impulsión del sistema de calefacción varía en función de la temperatura exterior, aumentando la eficiencia global del sistema.



Figura 15.- Equipos de generador de calor del sistema de distrito
Fuente: CENER

La producción de agua caliente sanitaria es instantánea, por lo que no existen sistemas de acumulación, minimizándose de esta manera el riesgo de problemas higiénico-sanitarios producidos por la legionela.

El sistema de distribución de calor al distrito se realiza por circuitos hidráulicos, utilizando como fluido caloportador agua. Los circuitos principales se distribuyen enterrados y se encuentran en buen estado, puesto que fueron sustituidos en el año 2008. La configuración de los circuitos principales a través de los edificios discurre según muestra la Figura 16.-.

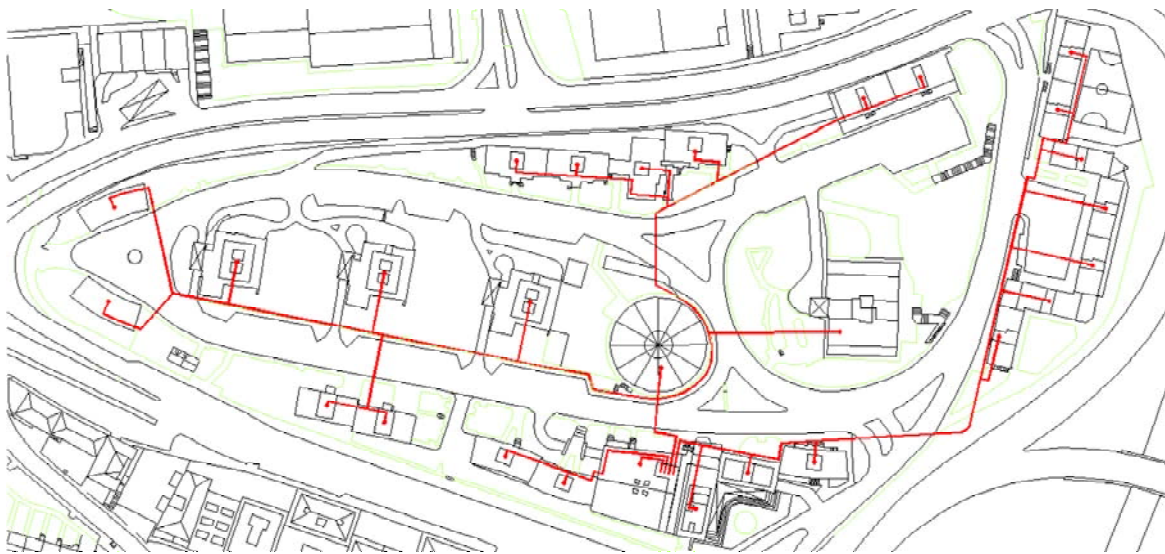


Figura 16.- Sistema de distribución de circuitos principales

Fuente: CENER

Los circuitos principales se dividen en dos subcircuitos independientes (este y oeste), que suministran agua caliente para calefacción a dos zonas de la urbanización con más o menos el mismo número de viviendas. Cada uno de los subcircuitos está formado por un colector general de ida y otro de retorno, cuyas temperaturas de impulsión y retorno varían en función de las condiciones climáticas exteriores, como ya se ha mencionado.

De cada uno de los colectores salen varios ramales a los distintos edificios, que a su vez forman los colectores secundarios de ida y retorno del sistema de calefacción con los que se suministra calor a uno o varios bloques según diseño. Estos colectores secundarios se encuentran en los sótanos de las fincas receptoras de suministro térmico. De cada colector secundario parte la distribución de calor a las unidades terminales (convectores) de las viviendas (Figura 17.-). La distribución de la energía calorífica se realiza por montantes. Cada montante, de ida y retorno, transfieren el agua caliente a uno o dos convectores por vivienda (según el caso) situados en la vertical del montante correspondiente y en todas las alturas del edificio, desde la planta primera

a la última. Esto hace que todas las viviendas compartan entre sí varios montantes diferentes según el número de estancias.



Figura 17.- Convector

Fuente: MINIB

El tamaño de los convectores varía, en función de las necesidades energéticas de cada vivienda, siendo de mayores dimensiones los de las plantas más altas, debido a que los convectores pertenecientes a un mismo montante están conectados en serie. Estos convectores carecen de válvulas termostáticas, por lo que funcionan según el horario general del sistema de distrito.

El sistema de calefacción funciona las 24 horas del día desde el 1 de Octubre hasta el 31 de mayo intermitentemente, asegurando una temperatura interna entre 20 y 22º con una temperatura exterior mínima de 0ºC. Por debajo de esta temperatura exterior no se aseguran esas condiciones de confort.

Desde el punto de vista del ACS, la instalación cuenta con un sistema de distribución también centralizado, pero de producción instantánea sin acumulación, a través del sistema de generación de calor y un intercambiador de calor para producir el ACS. El sistema cuenta con una recirculación general para reducir el tiempo de espera en cualquier punto de la instalación cuando se solicite la necesidad de ACS.

3.1.4.2.- Estado y rendimiento de la instalación

La instalación de generación de calefacción y ACS se renovó el año 2009. Se sustituyeron las antiguas calderas convencionales que trabajan inicialmente con fuel-oil por las actuales calderas de baja temperatura y alta eficiencia. Los colectores generales de distribución están renovados en su mayoría, siendo los actuales de acero inoxidable y aislados con coquilla de neopreno.

El sistema de generación presenta una situación óptima desde el punto de vista energético, con un mantenimiento preventivo adecuado (en los históricos de mantenimiento se recogen rendimientos instantáneos situados entre el 95% y 98% sobre el Poder Calorífico Inferior del combustible, obtenidos en las inspecciones de eficiencia energética)

Las pérdidas por distribución en los colectores generales, se asumen como bajas, debido a la renovación de los mismos, aunque no se dispone de datos que lo corroboren.

3.1.4.3.- Titularidad de la instalación. Tarificación

El barrio de Bidebieta, posee un particular sistema de climatización, desde el punto de vista de la titularidad. La instalación general de calefacción y ACS, hasta el límite de las fincas urbanas (Sala de calderas y circuitos de distribución generales), es propiedad de una empresa privada, que la explota y la mantiene, suministrando a los vecinos la energía necesaria para mantener las condiciones de confort y servicio, descritas anteriormente. En otras palabras, la empresa funciona como una ESE (Empresa de Servicios Energéticos). Esta empresa privada sufraga los gastos del combustible (gas natural), los de mantenimiento y los de personal, a cambio de una retribución económica recibida por la venta de energía a los vecinos. Esta retribución económica se establece del siguiente modo:

- Calefacción: La ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una fórmula matemática que está en función de la superficie de la vivienda. Esta fórmula matemática depende del precio del gas natural, el precio de los materiales industriales, y unos factores correctores que incluyen un índice de actualización en función del nivel adquisitivo y el beneficio industrial de la empresa. Cabe destacar que **esta fórmula no se ve afectada por ningún factor dependiente del consumo energético de las viviendas** o bloques, por lo que se paga independientemente de lo que se consuma.
- ACS: La contabilización del consumo de ACS, se realiza mediante un contador volumétrico, y se factura por metro cúbico de agua caliente consumida por los usuarios de cada una de las viviendas.

3.1.4.4.- Barreras encontradas

La singularidad de este sistema de producción energética centralizada (junto con la particularidad del sistema de tarificación), ha desembocado actualmente en una serie de problemas de difícil solución:

- Un incorrecto dimensionamiento de las unidades terminales, puede producir diferentes rangos de confort en las viviendas según su orientación, ocupación o altura, induciendo a la apertura de ventanas por exceso de calor en algunas viviendas (normalmente las mas bajas, o aquellas que han sido reformadas), o a la instalación de ciertos elementos de apoyo en aquellas viviendas mas frías.
- La ausencia de gestión individual de la energía, no sólo por vivienda sino también por bloque provoca que una hipotética parte del barrio, con inquietudes de ahorro energético, sea incapaz de adoptar medidas de gestión encaminadas a la reducción del consumo (disminuir o programar la temperatura de consigna de las viviendas en

función de necesidades, horarios, usos..., apagar la calefacción durante ciertos periodos de tiempo en las que no es necesaria...), ya que técnicamente no es posible con la instalación actual.

- La ausencia de todo tipo de medidor de energía consumida imposibilita, cualquier labor de asignación de consumo de energía discriminado así como cualquier análisis de eficiencia energética.
- El obsoleto sistema de tarificación establecido, en el que los consumos energéticos no influyen desincentiva totalmente la adopción, por parte de los usuarios, de medidas de rehabilitación en la envolvente (muy pobre en términos de estándares de eficiencia energética), que puedan contribuir a mejorar los niveles de confort, y a disminuir la factura de energía.

3.1.4.5.- Solución propuesta

La situación actual de la comunidad de Bidebieta es muy compleja, donde los usuarios están muy descontentos debido por un lado a un coste excesivo en el recibo de la calefacción y por otro a la falta de confort de sus viviendas, se añade a su vez, el descontento, por parte de la ESE, que asegura, que con lo aportado por los vecinos, apenas cubre los gastos del combustible. Esto es debido fundamentalmente a que el deficiente estado de la envolvente de los edificios (desde el punto de vista térmico), provoca unas pérdidas energéticas muy cuantiosas, que afectan económicamente a ambas partes.

A la vista de esta situación y conociendo la situación técnica y económica del actual del sistema de calefacción, se propone una serie de medidas, que repercutirán indiscutiblemente en un ahorro energético importante y que puede contribuir a mejorar el grado de satisfacción de ambas partes.

En primer lugar es indispensable conocer los consumos producidos en "unidades edificatorias" más pequeñas que las actuales (actualmente sólo se conoce el consumo de todo el barrio). Dado el diseño de la instalación (montantes independientes que afectan a muchas viviendas), el conocimiento del consumo por vivienda pasaría, o bien por la instalación de contadores energéticos de cada uno de los convectores, o bien en la independización del sistema de calefacción por vivienda mediante la interconexión de los convectores de la misma. Ambas soluciones, técnicamente posibles, son económicamente significativas, por lo que se propone la utilización del bloque como unidad mínima de consumo. (Utilizar un bloque como unidad mínima de consumo no es erróneo, ya que las rehabilitaciones energéticas suelen hacerse de un modo integral en todo el edificio, luego los ahorros conseguidos también afectan a todo el bloque).

Para conocer los consumos de los bloques, es necesaria la instalación de contadores de calorías o preferiblemente una instalación centralizada de energía **en cada una de las nuevas unidades edificatorias**, ya que si se pusieran sólo en algunas, el error al asignar la nueva

tarificación por consumos podría ser importante. Este sistema proporcionaría una gestión independiente de la calefacción del bloque, pudiendo regular la temperatura de impulsión de cada edificio en función las condiciones climáticas exteriores y del nivel de demanda solicitada por dicho edificio. De esta forma, los edificios serían abastecidos por un sistema de calor centralizado, como sucede actualmente, pero presentarían una relación directa entre su demanda y su consumo asociado, independientemente del resto de edificios, además la instalación, de un sistema centralizado de este tipo, supone un ahorro energético, por sí solo.

Es obvio remarcar, que la instalación de este sistema de regulación y control tiene, forzosamente que venir precedido **de un nuevo sistema de tarificación basado en el consumo energético**. De esta forma se contará con las herramientas necesarias para poder evaluar, desde el punto de vista de viabilidad económica, cualquier actuación en lo que se refiere a rehabilitación energética.

3.1.4.6.- Monitorización

El modo más realista de analizar los consumos de los edificios, es mediante la monitorización de esos datos. En este caso, y dado la problemática existente, no sólo es aconsejable sino casi obligatorio, ya que la monitorización de los datos de consumo serviría como punto de partida para la facturación real de cada uno de los bloques individualizadamente.

Hoy en día existen contadores de calorías que disponen de una tarjeta de radio que envía la señal de los consumos a una centralita donde mediante un software se recogen los datos de los edificios de una zona. Este sistema simplifica enormemente las labores de emisión de las facturas derivadas de los consumos de calefacción a los vecinos.

Estos sistemas están ya muy extendidos, y son muy utilizados por compañías de mantenimiento de instalaciones de calefacción. Además el escaso sobre coste respecto a los sistemas tradicionales, es rápidamente amortizado al evitar al mantenedor realizar "in situ" las lecturas de los contadores.

3.1.5.- Análisis de los consumos energéticos actuales.

3.1.5.1.- Simulaciones

La evaluación energética de los edificios mediante programas de simulación, es una solución eficaz y poco intrusiva para analizar el comportamiento energético de los edificios, sin tener que recurrir a sofisticados y/o costosos métodos de monitorización. Esta demostrado que la fiabilidad de estos software de evaluación es realmente alta, siempre que los parámetros de entrada del mismo se ajusten a la realidad lo más posible.

Los resultados obtenidos de este tipo de análisis, ayudan a entender el comportamiento térmico real de los edificios, y las pautas de actuación mas eficientes que pueden llevarse a cabo dentro de la rehabilitación energética, ayudando a tomar decisiones sobre las medidas de mejora a adoptar.

Con el objeto de poder establecer los márgenes de reducción en el consumo energético (y por consiguiente económico) de calefacción, bien a través de la mejora de la envolvente, bien a través de la mejora de las instalaciones de calefacción, se han realizado diversas simulaciones mediante software de cálculos térmicos dinámicos Energy PLUS. **EnergyPlus™** es un programa de simulación térmica y energética de edificios desarrollado por **DOE** (Department of Energy, Estados Unidos) con el que, entre otras utilidades, se pueden hacer estudios de demanda y consumo energético.

Como se ha comentado con anterioridad la fiabilidad en los resultados de este tipo de análisis, esta directamente relacionada con la utilización de parámetros (características del edificio, condiciones de uso, condicionantes climáticos...) lo mas parecido a la realidad posible. Siguiendo esta línea y para poder establecer los márgenes de ahorro mas realistas posibles, se han utilizado las condiciones de uso reales del edificio en estos momentos.

Estas condiciones de uso, son las siguientes:

CALEFACCIÓN			
DIAS	MESES	HORARIO	TEMPERATURA
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	00:00 - 7:00	20°
TODOS LOS DIAS	OCTUBRE-MAYO	8:00 - 23:00	20°

Tabla 1.- Consignas reales del sistema de calefacción

Fuente: CENER

Con las condiciones de uso, del cuadro anterior, y utilizando un modelo para cada uno de los edificios objeto de estudio, con sus correspondientes geometrías, orientaciones y cerramientos, se ha procedido a realizar las simulaciones dinámicas obteniéndose los siguientes resultados:

DEMADAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	70014.40
FEBRERO	56302.16
MARZO	51602.24
ABRIL	41663.65
MAYO	17903.03
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	12337.70
NOVIEMBRE	41478.93
DICIEMBRE	66030.91
TOTAL	357333.03

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
113.0

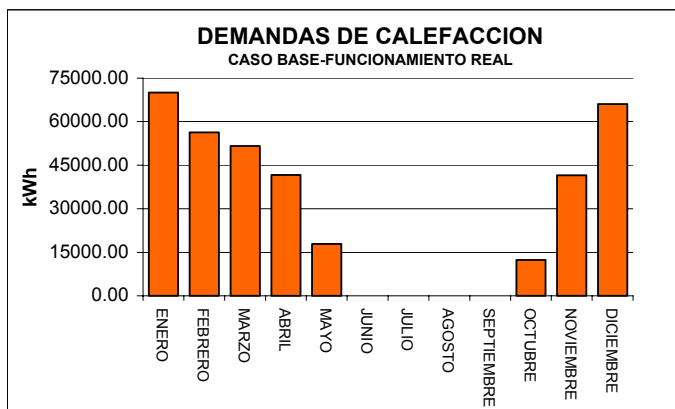


Figura 18.- Demandas de calefacción en condiciones reales (Paseo de los olmos 7)

Fuente: CENER

DEMADAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	64388.86
FEBRERO	50781.19
MARZO	44590.46
ABRIL	35025.98
MAYO	12646.35
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	10075.74
NOVIEMBRE	36997.48
DICIEMBRE	60757.50
TOTAL	315263.57

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
92,2

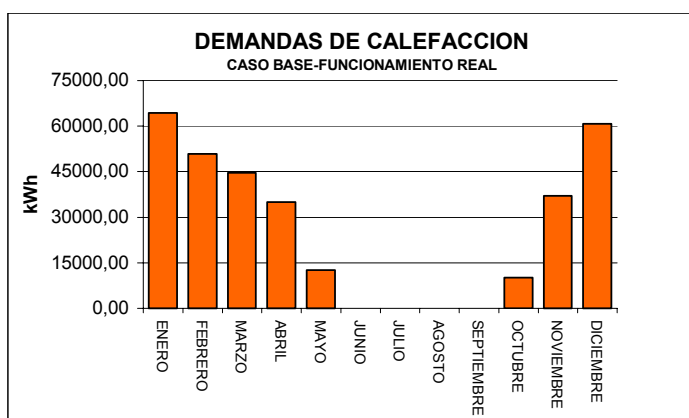


Figura 19.- Demandas de calefacción en condiciones reales (Paseo de los olmos 5)

Fuente: CENER

DEMADAS DE CALEFACCION (kWh)	
ENERO	38085.69
FEBRERO	30180.54
MARZO	25655.43
ABRIL	19679.74
MAYO	7488.38
JUNIO	0.00
JULIO	0.00
AGOSTO	0.00
SEPTIEMBRE	0.00
OCTUBRE	6524.21
NOVIEMBRE	23564.51
DICIEMBRE	36219.27
TOTAL	187397.78

DEMANDA DE CALEFACCION (kWh/m ²)
107.9

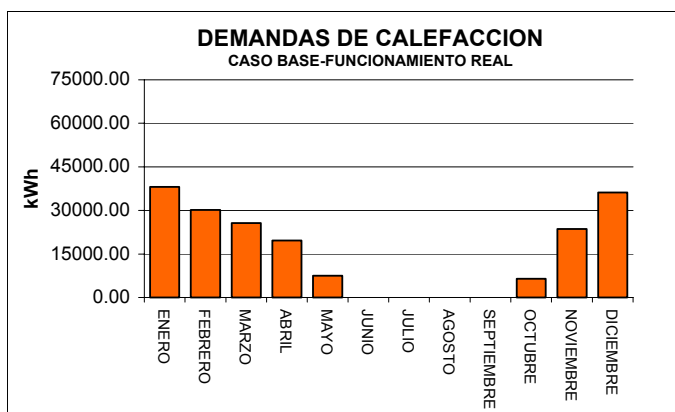


Figura 20.- Demandas de calefacción en condiciones reales (Paseo de los olmos 26)

Fuente: CENER

En general, se observa gran similitud en los resultados de las simulaciones, esperable por otra parte ya que aunque sus tipologías difieran en parte (sobre todo las torres con el bloque), comparten características constructivas básicas y condiciones de usos.

Analizando los resultados más en profundidad, se aporta que la causa del mejor comportamiento de la torre 5 respecto a la torre 7, aparentemente muy similares, estriba en dos factores fundamentales:

- La solución del muro cortina propuesto en la torre 5, en la zona de protección de los cantos de los forjados (hay que tener en cuenta que las pérdidas por los puentes térmicos como, cantos de forjado, pilares, cajas de persianas...son importantes) se comporta bastante mejor que en el caso de la torre 7, en la que éstos no están térmicamente protegidos.
- La ausencia de protecciones solares en las fachadas este y oeste (aleros de las terrazas), que si disponían en la torre 7, permiten ganancias solares superiores que hacen disminuir las demandas de calefacción. Debido a este factor, es posible por el contrario, que esta torre sufra problemas de sobrecalentamiento en algunos días de verano.

En cuanto al bloque del portal 26, los beneficios energéticos derivados de su situación entre edificios colindantes y por consiguiente su menor exposición, frente al aislamiento de las torres, se ven menguados por su menor exposición solar, de ahí que sus demandas energéticas sean algo superiores de lo esperado.

3.1.5.2.- Datos de facturas

Como se ha comentado anteriormente, la facturación de la calefacción se realiza a través de una Empresa de Servicios Energéticos (propietaria de la central térmica). Esta ESE factura a los vecinos una cantidad fija al mes de acuerdo a una formula matemática que está en función de la superficie de la vivienda, entre otras variables, pero no depende del consumo energético de las viviendas o bloques, por lo que **se paga independientemente de lo que se consuma**. Este sistema de pago, no satisface a los vecinos, que además de pagar mucho, con respecto a otras comunidades similares, no están incentivados a acometer reformas en sus inmuebles encaminadas al ahorro energético, ya que este ahorro no se vería reflejado en sus facturas.

Con los datos de facturación de consumos correspondientes a la torre 7 en el año 2009, (como este dato depende de la superficie de las viviendas, y no del consumo, el ratio kWh/m², será el mismo para todos los bloques adscritos a esa calefacción de distrito), se ha calculado (estimando unos porcentajes razonables en diferentes conceptos tales como consumo de gas, consumo eléctrico, mantenimiento, beneficio industrial de la empresa...), el consumo real de gas por vivienda para el año 2009, estimándose en **129.05 kWh/m²**

Si comparamos, los consumos estimados reales con las demandas teóricas obtenidas de las simulaciones (en este caso las demandas y los consumos pueden compararse, ya que nos referimos a consumos por vivienda y no a consumos en la central de generación), se observa que, la diferencia entre los valores estimados reales y los valores teóricos simulados supone entre un 14% (en la torre 7) y un 40% (en la torre 5). Es muy importante recalcar que este valor de **129.05 kWh/m² no es el valor real del consumo**, sino la estimación del consumo que se les está facturando a los vecinos de estos bloque, y que en este caso parece superior al que realmente consumen.

Por otro lado, y como se desprende de los valores expuestos en el punto anterior, los valores estimados reales, **129.05 kWh/m²**, y los valores teóricos simulados, (entre **92.2 kWh/m² y 113.0/m²**) están dentro del mismo rango. No se debe, interpretar estos datos de modo literal, ya que en ambos casos son estimaciones a partir de unos supuestos dados, aunque sí sirve para comprobar que son valores efectivamente, dentro del mismo rango, lo que garantizan la fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.1.6.- La certificación energética

El borrador del RD por el que próximamente se aprobará el Procedimiento Básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios Existentes establecerá la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética en el cual se deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Esta disposición, en su versión de borrador, constituye un cambio y un paso importante a la hora de establecer y concebir nuevas medidas de ahorro ya que dicho documento contendrá un listado con unas medidas aplicadas a dicho edificio que permitan, que la calificación energética obtenida mejore como mínimo un nivel en la escala de calificación energética, si la calificación de partida fuera la B, o dos niveles, si la calificación de partida fuera C, D, E, F ó G.

En este contexto, se ha procedido a establecer que calificación energética obtendrían los edificios objeto de estudio, mediante la versión beta del programa simplificado de certificación energética CE³X. La aplicación CE³X es la implementación informática de la opción simplificada de Certificación Energética de Edificios Existentes, según RD por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, y que actualmente está desarrollando CENER, junto con MIYABI.

La introducción de un edificio en el programa CE³X para la obtención del valor de certificación requiere el conocimiento de las características constructivas de la envolvente del edificio (composición de cerramientos, huecos, cubiertas, suelos, resolución de puentes térmicos,...), normativa de aplicación en el momento de construcción (zona climática,...) y características de las instalaciones (suministro de ACS, calefacción y/o refrigeración). Para la introducción de dicho datos existen tres niveles de acercamiento a la realidad; los *valores por defecto*, *valores estimados* o *valores conocidos (ensayados/justificados)*. Cada uno de ellos establece un nivel más de precisión al valor de calificación del edificio.

- Los *valores por defecto* se utilizan en aquellos casos en los que no se posee ningún tipo de información sobre las características constructivas o/y de instalaciones del edificio. Dichos valores son conservadores y reflejan el valor más alejado de la realidad.
- Los *valores estimados* se utilizan en aquellos casos en los que, conociendo alguna característica constructiva del cerramiento e instalación, no se tiene certeza de sus características. Es un claro ejemplo de valor estimado el de los vidrios, que pudiéndose determinar si son simples, dobles o triples no se posee conocimiento sobre sus características, o el de los cerramientos de doble hoja, que conociéndose dicha característica no se puede determinar las características de cada una de las hojas que lo

componen.

- Finalmente el valor que ofrece mayor precisión es aquel conocido. Los *valores conocidos* (*ensayados/justificados*) son aquellos obtenidos de una prueba veraz, pudiendo ser ésta una medición con la herramienta correspondiente, una cata, un proyecto visado,... que nos asegure que los datos que vamos a utilizar son los adecuados.

De los edificios del barrio de Bidebieta no se poseen *valores conocidos* que nos permitan la mayor aproximación a la realidad, sin embargo se poseen datos, procedentes de la observación del mismo, que nos permiten obtener su calificación energética mediante *valores estimados*. Con este planteamiento, se ha procedido a calificar los edificios, obteniéndose los siguientes resultados:

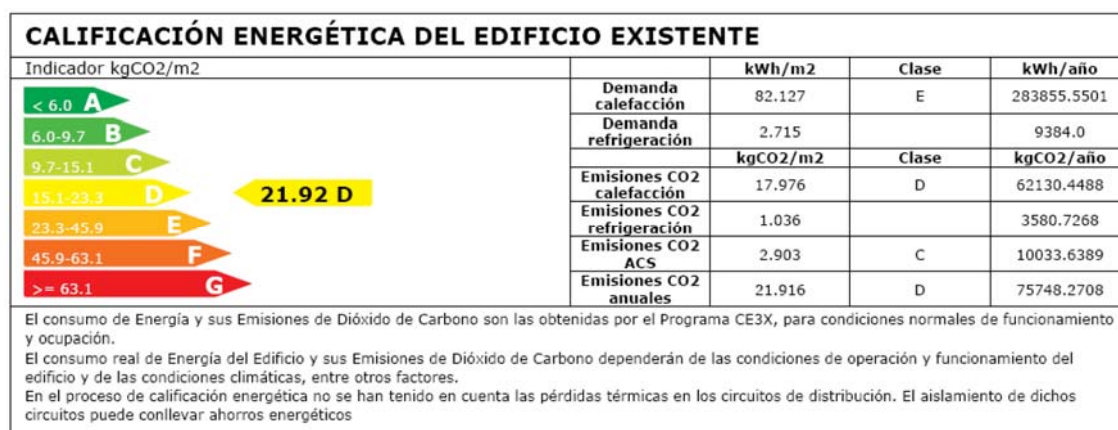


Figura 21.- Resultados de la calificación energética del edificio. (Paseo de los Olmos 7)

Fuente: CE3X v.07.2

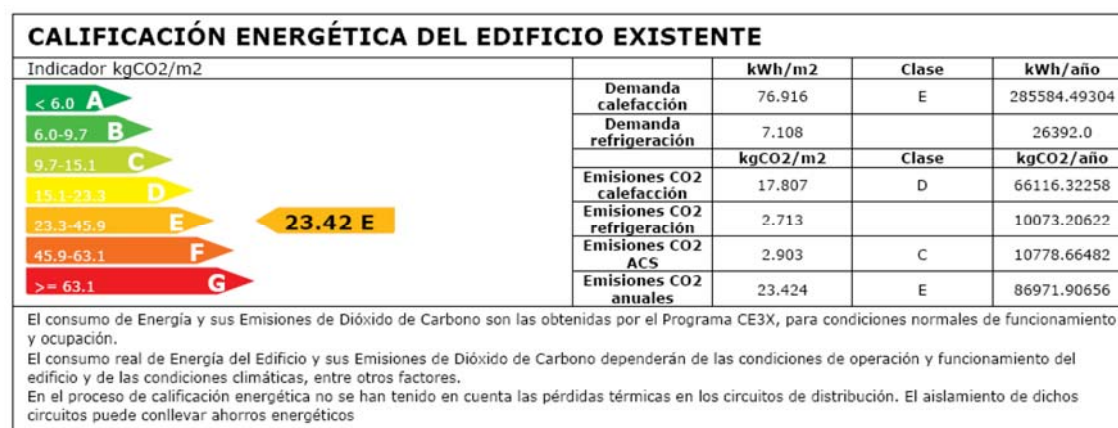


Figura 22.- Resultados de la calificación energética del edificio. (Paseo de los Olmos 5)

Fuente: CE3X v.07.2

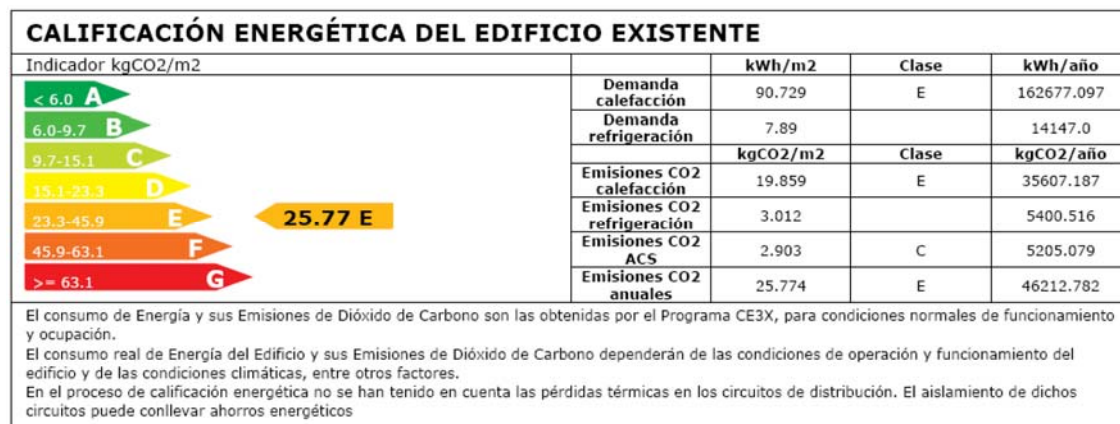


Figura 23.- Resultados de la calificación energética del edificio. (Paseo de los Olmos 26)

Fuente: CE3X v.07.2

De las calificaciones anteriores puede observarse, que los edificios analizados poseen una alta calificación (entre 21 y 26 Kg. de CO₂ por m²), equivalente en muchos casos, a edificios actuales en los que se cumple estrictamente el CTE, a pesar de su año de construcción, en el cual no había normativas que impusiesen unas exigencias térmicas a la edificación. Esto muestra el acertado concepto energético propuesto en el diseño de los edificios de este barrio, sobre todo en las torres, con una orientación sur con grandes aperturas, y unas protecciones solares a este y oeste muy bien estudiadas.

Hay que destacar también, que esta buena calificación esta influida positivamente por el buen estado y alta eficiencia de las instalaciones comunes a los tres edificios, y a todo el barrio.

Pese a ello,

3.1.7.- Conclusiones de los análisis previos realizados

Tras esta fase de análisis previos en la que se ha estudiado la situación actual de los edificios, bajo un enfoque primordialmente energético, se ha constatado en primer lugar, la buena disposición geométrica, que presentan la mayoría de los bloques, unido a un buen concepto arquitectónico de los mismos, en el que prima la búsqueda permanente de la luz solar con grandes acristalamientos en fachadas sur, con cuidado planteamiento de sombreadamiento en zonas donde pudieran existir situaciones de sobrecalentamiento durante periodos estivales. Estos factores hacen que estos edificios demanden menos energía en calefacción que otros

En segundo lugar, y debido a la falta de regulación en aspectos de eficiencia energética durante la época en la que fueron concebidos, y a pesar de su buen diseño urbanístico y arquitectónico, estos edificios están aún lejos de los estándares de consumo de las viviendas del siglo XXI, en las que las condiciones de confort y la minimización de la demanda energética debería de ser su leit-motiv. A pesar del buen estado de conservación de los edificios del barrio de Bidebieta, las deficiencias térmicas encontradas en ellos, fundamentadas en la falta de aislamiento, la alta permeabilidad de las carpinterías y la mala resolución de los puentes térmicos, hacen que el consumo energético sea elevado.

Por último, y a pesar del eficiente sistema de generación de calor existente en el barrio, renovado recientemente y con un eficaz sistema de mantenimiento, la falta de un sistema de control, contaje y facturación de la energía en función del consumo de la misma, de un modo individualizado, provoca que cualquier actuación individual o colectiva encaminada a la mejora del confort y a la reducción de los consumos energéticos de las viviendas no se vea reflejada en la disminución de su factura energética, lo que conlleva a una desincentivación general frente a actuaciones que, en esta línea, los usuarios pudieran llevar a cabo.

POTENCIAL DE AHORRO DE LA REHABILITACIÓN. ANALISIS

3.1.8.- Ahorros teóricos. Simulación

La situación actual de la comunidad de Bidebieta es muy compleja, donde además de que los usuarios están muy descontentos debido por un lado a un coste excesivo en el recibo de la calefacción y por otro a la falta de confort de sus viviendas, se añade a su vez, el descontento, por parte de la ESE, que asegura, que con lo aportado por los vecinos, apenas cubre los gastos del combustible. Esto es debido fundamentalmente a que el deficiente estado de la envolvente de los edificios (desde el punto de vista térmico), provoca unas pérdidas energéticas cuantiosas, que además de afectar económicamente a ambas partes, provoca unas condiciones de confort insuficientes. Estas circunstancias permiten vislumbrar una gran capacidad de ahorro siempre que se implanten medidas que mitiguen las pérdidas energéticas que se presuponen.

Con el objetivo de cuantificar estos posibles ahorros obtenidos de una posible rehabilitación energética, se ha procedido a analizar, desde un punto de vista teórico (mediante simulaciones del modelo), la influencia que tendría la aplicación de medidas de ahorro en el ámbito de la envolvente térmica, a partir del caso base y condiciones reales de uso (hay que tener en cuenta que, como se ha comentado en puntos anteriores, para que la eficacia de las medidas de ahorro en la envolvente térmica pueda verse reflejada en la factura del usuario, es necesario instalar previamente un sistema de contabilización de consumos por portales por un lado, y de cambio en el procedimiento de facturación de la energía, vigente en la actualidad).

El procedimiento utilizado para establecer los ahorros, ha consistido en, a partir de los modelos de los edificios base (de cada portal), se han ido modificando los diferentes parámetros que se ven alterados, con la incorporación de la medida de mejora correspondiente.

Para la realización de las simulaciones se han planteado 4 paquetes de medidas generales (no se entra en este estudio a pormenorizar el modo de ejecutar dichas medidas de ahorro, ya que debe ser un equipo experto en proyectos de rehabilitación, el que realice estas labores), que lo que suponen es la posible solución a las patologías detectadas en apartados anteriores.

Se han planteado 4 soluciones posibles, y se ha analizado la influencia de cada una de ellas, por separado y conjuntamente, en los tres edificios que comprende este estudio. Dichas soluciones son las siguientes:

- Medida 1. Mejora de la transmitancia térmica de los cerramientos exteriores, mediante la incorporación de un aislamiento genérico ($\lambda=0.04$ W/m K), en las cámaras de aire de dichos cerramientos con un espesor de 10cm.
- Medida 2. Mejora de la transmitancia térmica de la cubierta, mediante la incorporación de una manta de aislamiento genérico ($\lambda=0.04$ W/m K) de 15 cm de espesor.

- Medida 3. Mejora de la transmitancia y de la estanqueidad de las ventanas, mediante la sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U = 3.2 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles 4/12/4 de $U = 3.0 \text{ W/m}^2$
- Medida 4. Mejora de la transmitancia y de la estanqueidad de las ventanas, mediante la sustitución de las carpinterías exteriores, por unas nuevas con una permeabilidad de al menos clase 2, de Aluminio con $U = 1.8 \text{ W/m}^2$ con vidrios dobles bajo emisivos 4/14/4 de $U = 1.8 \text{ W/m}^2$

Se ha procedido a la simulación de las medidas aisladas y de una combinación coherente de medidas desde un punto de vista de constructivo.

DEMANDA DE CALEFACCION	
MEDIDA 1	99.5
MEDIDA 2	107.9
MEDIDA 3	74.6
MEDIDA 4	67.7
MEDIDA 2+4	62.1
MEDIDA 1+2+4	47.5

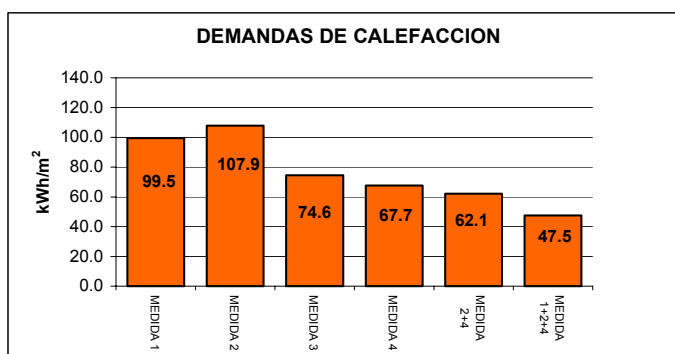


Figura 24.- Demandas de calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 7)

Fuente: CENER

ENERGÍA AHORRADA SEGÚN MEDIDAS	
	%
MEDIDA 1	11.9%
MEDIDA 2	4.5%
MEDIDA 3	34.0%
MEDIDA 4	40.1%
MEDIDA 2+4	45.0%
MEDIDA 1+2+4	58.0%

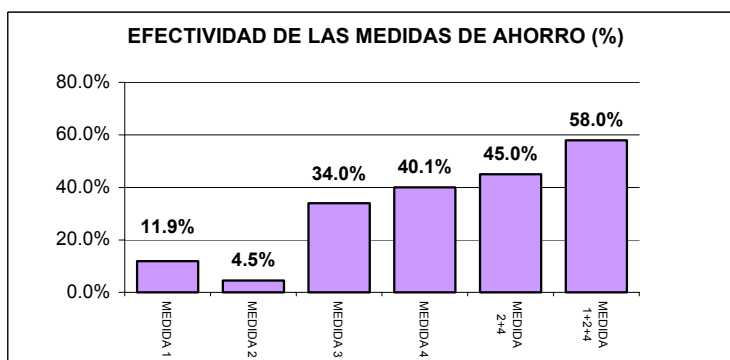


Figura 25.- Porcentaje de ahorro en calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 7)

Fuente: CENER

DEMANDA DE CALEFACCION	
MEDIDA 1	82,3
MEDIDA 2	87,3
MEDIDA 3	59,2
MEDIDA 4	54,6
MEDIDA 2+4	49,1
MEDIDA 1+2+4	38,9

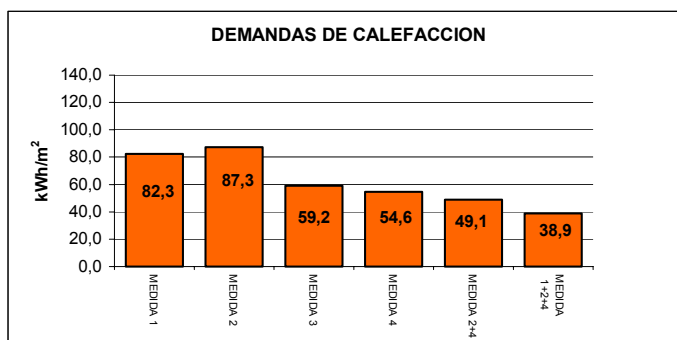


Figura 26.- Demandas de calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 5)

Fuente: CENER

ENERGÍA AHORRADA SEGÚN MEDIDAS	
	%
MEDIDA 1	10,7%
MEDIDA 2	5,3%
MEDIDA 3	35,8%
MEDIDA 4	40,8%
MEDIDA 2+4	46,7%
MEDIDA 1+2+4	57,8%

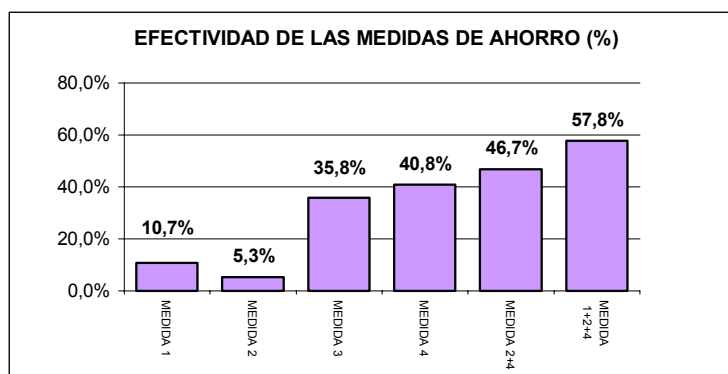


Figura 27.- Porcentaje de ahorro en calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 5)

Fuente: CENER

DEMANDA DE CALEFACCION	
MEDIDA 1	80.4
MEDIDA 2	103.0
MEDIDA 3	72.7
MEDIDA 4	68.6
MEDIDA 2+4	63.1
MEDIDA 1+2+4	38.2

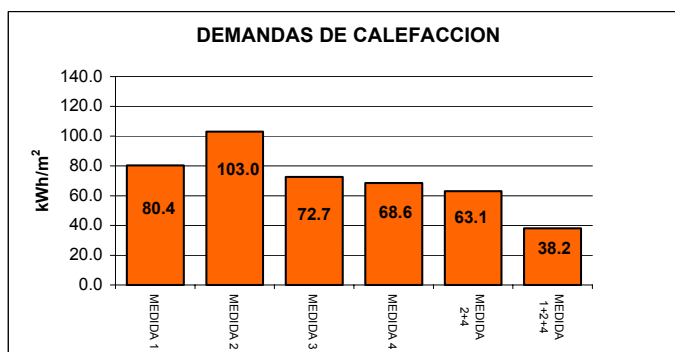


Figura 28.- Demandas de calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 26)

Fuente: CENER

ENERGÍA AHORRADA SEGÚN MEDIDAS	
	%
MEDIDA 1	25.5%
MEDIDA 2	4.5%
MEDIDA 3	32.6%
MEDIDA 4	36.4%
MEDIDA 2+4	41.5%
MEDIDA 1+2+4	64.6%

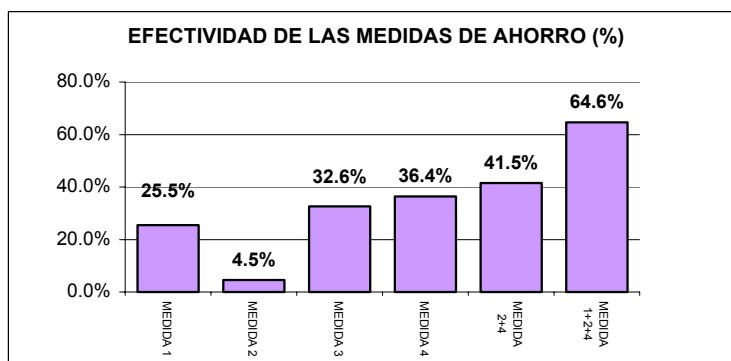


Figura 29.- Porcentaje de ahorro en calefacción según medidas. (Paseo de los Olmos 26)

Fuente: CENER

Los resultados obtenidos muestran un margen de ahorro considerable, sobre todo en la aplicación de las medidas relacionadas con la renovación de las carpinterías. Estas medidas que dependen de la "calidad energética" de las mismas, son mucho más eficientes que el resto, ya que inciden directamente sobre los dos factores claves de las pérdidas térmicas en un edificio, las infiltraciones, y las pérdidas por transmisión en cerramientos transparentes. Esta circunstancia se ve acentuada en las torres respecto al bloque adosado, ya que la superficie vidriada en ellas, y por tanto las infiltraciones y las pérdidas por ésta es mayor.

En el caso de las medidas relacionadas con la mejora de la transmitancia de los cerramientos exteriores, el fenómeno es el contrario. En las torres la superficie relativa de cerramiento exterior opaco respecto de toda la superficie exterior, es baja en relación con el bloque adosado, lo que conlleva una menor efectividad de las medidas relacionadas con estos elementos, por lo que su relevancia es menor.

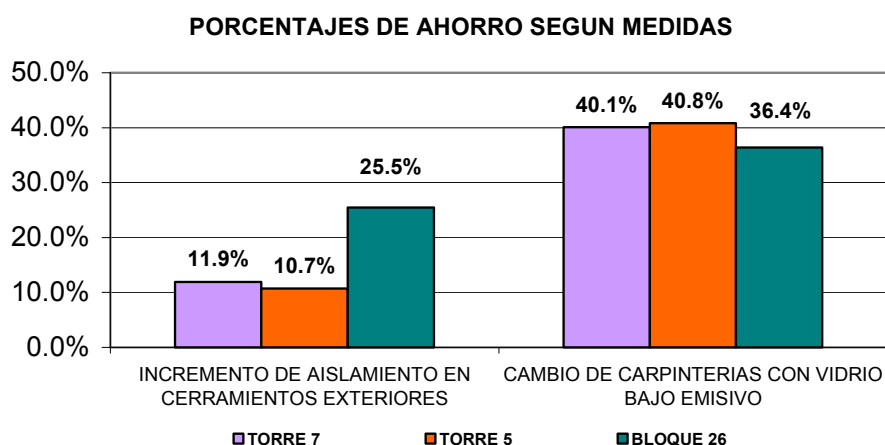


Figura 30.- Porcentaje de ahorro según medidas. (Paseo de los Olmos 7, 5 y 26)

Fuente: CENER

Por otro lado, la mejora de la transmitancia térmica en la cubierta con la incorporación de aislamiento, aun siendo una medida que porcentualmente ahorra poco, es significativamente rentable, debido a su relativo bajo coste, mas aún si cabe, si se aprovecha esta actuación para solucionar problemas de impermeabilidad, existentes en algunos de los edificios.

En general, a aplicación de todas las medidas propuestas, inducen en los diferentes bloques, ahorros estimados del orden del 60%, lo que, en el supuesto de la individualización de consumos, repercutiría directamente sobre la factura de calefacción. Es muy importante recalcar, que en el caso del bloque, a diferencia de los anteriores, el coste de la rehabilitación sería mucho menos costosa, ya que tanto el cambio de carpinterías como la solución del aislamiento de las fachadas este y oeste por el exterior, se puede realizar con mucha facilidad, sin necesidad de la colocación de andamios, lo que abarata mucho la rehabilitación.

3.1.9.- Influencia en la certificación energética

Estas medidas de ahorro propuestas, inciden positivamente en la mejora de la teórica calificación energética. A continuación pueden verse dichas mejoras en cada uno de los casos estudiados.

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	82.1 E	2.7	18.0 D	1.0	2.9 C	21.9 D	-
Conj 1, aislamiento de muros y cubierta	66.4 E	4.1	14.5 D	1.6	2.9 C	19.0 D	13.2%
Conj 2, aislamiento de TODOS los cer...	66.4 E	4.1	14.5 D	1.6	2.9 C	19.0 D	13.3%
Conj 3, mejora de huecos	65.8 E	2.1	14.4 D	0.8	2.9 C	18.1 D	17.4%
Conj 4, conjunto1 + conjunto3	47.4 D	3.1	10.4 C	1.2	2.9 C	14.5 C	34.0%
Conj 5, conjunto2 + conjunto3	47.3 D	3.1	10.4 C	1.2	2.9 C	14.4 C	34.1%

Figura 31.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 7)

Fuente: CE3X v.07.2

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	76.9 E	7.2	17.8 D	2.7	2.9 C	23.4 E	-
Conj 1, aislamiento muros y cubierta	64.1 E	8.5	14.8 D	3.2	2.9 C	21.0 D	10.4%
Conj 2, aislamiento de TODOS los cer...	63.8 E	8.5	14.8 D	3.3	2.9 C	20.9 D	10.7%
Conj 3, mejora de huecos	59.4 D	4.0	13.7 D	1.5	2.9 C	18.2 D	22.5%
Conj 4, conjunto1 y conjunto3	43.7 D	5.5	10.1 C	2.1	2.9 C	15.1 C	35.5%
Conj 5, conjunto2 y conjunto3	43.3 D	5.5	10.0 C	2.1	2.9 C	15.1 C	35.8%

Figura 32.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 5)

Fuente: CE3X v.07.2

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Globales	Ahorro
CASO BASE	90.7 E	7.9	19.9 E	3.0	2.9 C	25.8 E	-
conj 1, aislamiento muros y cubierta	70.0 E	10.2	15.3 D	3.9	2.9 C	22.1 D	14.2%
conj 2, mejora de huecos	77.3 E	2.8	16.9 D	1.1	2.9 C	20.9 D	18.9%
conj 3, aislamiento muros, cub y mejo...	54.8 D	5.6	12.0 D	2.1	2.9 C	17.0 D	33.9%

Figura 33.- Resultados de eficiencia energética obtenidos con los diferentes conjuntos de medidas de mejora de eficiencia energética (edificio paseo de los Olmos 26)

Fuente: CE3X v.07.2

La mejora cuantitativa en los tres casos es similar, aunque, debido a los límites de las escalas de calificación, en el caso de paseo de los Olmos 7 y 26 la mejora cualitativa equivale a una letra mientras que el Paseo de los Olmos 5 la mejora equivaldría a un salto de dos letras.

Hay que recordar dos aspectos fundamentales en el tema de la certificación energética en edificios existentes, uno es que este procedimiento está en fase de borrador, por lo que los datos presentados son solo estimaciones de lo que podría suceder en este campo, y dos, que el procedimiento de certificación energética de edificios existentes, no es un procedimiento de evaluación energética sino un método de calificación basado en emisiones de CO₂ que utiliza unos parámetros normativos fijados, algunos de los cuales no pueden ser modificados, por lo que, lógicamente, las diferencias con los procedimientos de evaluación energética de edificios pueden ser significativas.

3.1.10.- Ahorros económicos

El ahorro económico obtenido al aplicar ciertas medidas de ahorro se extrae de la cuantificación del combustible ahorrado al disminuir los consumos de calefacción cuando se dichas medidas, a lo largo del tiempo.

Dado que los datos de facturación de calefacción actuales a los vecinos, distan mucho de ser los que realmente se consumen (basta recordar que se paga en función de la superficie de la vivienda y no por los consumos reales, y que cada edificio tiene un comportamiento energético diferente), se ha optado por realizar estos cálculos económicos a partir de los ahorros energéticos de cada paquete de medidas, calculados en el apartado anterior mediante simulaciones energéticas, cuantificándolos económicamente y comparándolos posteriormente con los costes estimados de ejecución de las respectivas medidas de mejora.

En primer lugar se han estimado unos costes medios de la ejecución de cada una de las medidas de mejora y las mediciones correspondientes a cada medida en cada uno de los edificios considerados (Destacar que los datos considerados para los costes unitarios son datos orientativos. No se puede facilitar datos precisos debido a que dichos valores son variables en función infinidad de factores como por ejemplo la situación del mercado, la empresa que realiza la obra, los materiales seleccionados para la obra, la localidad...)

Medida	Vida útil	Coste unitario	Paseo de los Olmos 7	Paseo de los Olmos 5	Paseo de los Olmos 26
Aislamiento de cubierta	25	35 €/m ²	315 m ²	340 m ²	165 m ²
Aislamiento de muros de fachada	25	11,35 €/m ²	1355 m ²	1075 m ²	1.095 m ²
Mejora de vidrios, marcos y permeabilidad	25	480 €/m ²	1205 m ²	1345 m ²	510 m ²
Mejora de vidrios bajo emisivos, marcos y permeabilidad	25	500 €/m ²	1205 m ²	1345 m ²	510 m ²

Tabla 2.- Valores considerados para el análisis económico de las medidas de mejora

Fuente: Base de datos de precios de la construcción

Se ha utilizado el precio asociado al gas natural, que corresponde al precio de este combustible en su tarifa último recurso, para consumos de mas de 150MWh en el 2009 (0,0417 €/kWh) que es el único combustible utilizado para el suministro de calefacción y ACS del edificio así como un rendimiento medio estacional del 97%, tal como mostraban las pruebas de combustión realizadas a las calderas.

El incremento anual del precio de la energía y el tipo de interés o coste de oportunidad, se han estimado en el 5% y 3% respectivamente. Se han utilizado las magnitudes económicas típicas en cálculos económicos (periodo de amortización simple y Valor Actual Neto).

Paseo de los Olmos 7	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortización simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
MEDIDA 1 Aislamiento de muros exteriores	116.5	102.6	11.9%	3.8	55,375 €
MEDIDA 2 Aislamiento de cubierta	116.5	111.3	4.5%	7.1	15,731 €
MEDIDA 3 Mejora de los huecos (vidrios estandar)	116.5	76.9	34.0%	49.5	-376,246 €
MEDIDA 4 Mejora de los huecos (vidrios bajo emisivos)	116.5	69.8	40.1%	43.7	-364,078 €
MEDIDA 1 + 2 Aislamiento de muros exteriores y cubierta	116.5	97.4	16.4%	4.7	71,105 €
MEDIDA 1+2+4	116.5	48.9	58.0%	31.5	-284,054 €

Tabla 3.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 7. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

Paseo de los Olmos 5	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortización simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
MEDIDA 1 Aislamiento de muros exteriores	95.1	84.9	10.7%	3.8	39,731 €
MEDIDA 2 Aislamiento de cubierta	95.1	90.1	5.3%	7.4	13,824 €
MEDIDA 3 Mejora de los huecos (vidrios estandar)	95.1	61.1	35.8%	59.8	-471,844 €
MEDIDA 4 Mejora de los huecos (vidrios bajo emisivos)	95.1	56.3	40.8%	54.6	-474,476 €
MEDIDA 1 + 2 Aislamiento de muros exteriores y cubierta	95.1	79.9	16.0%	5.0	53,555 €
MEDIDA 1+2+4	95.1	40.1	57.8%	40.0	-416,067 €

Tabla 4.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 5. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

Paseo de los Olmos 26	AHORROS CALEFACCION (kWh/m ²)			Plazo de amortización simple (años)	VAN (€)
	Consumo inicial (kWh/m ²)	Consumo final (kWh/m ²)	ENERGY PLUS		
MEDIDA 1 Aislamiento de muros exteriores	111.2	82.8	25.5%	2.9	62,652 €
MEDIDA 2 Aislamiento de cubierta	111.2	106.2	4.5%	7.5	7,475 €
MEDIDA 3 Mejora de los huecos (vidrios estandar)	111.2	74.9	32.6%	44.1	-148,814 €
MEDIDA 4 Mejora de los huecos (vidrios bajo emisivos)	111.2	70.7	36.4%	41.1	-147,826 €
MEDIDA 1 + 2 Aislamiento de muros exteriores y cubierta	111.2	77.8	30.0%	3.6	70,127 €
MEDIDA 1+2+4	111.2	39.4	64.6%	24.8	-82,999 €

Tabla 5.- Resultados económicos según medidas. Paseo de los Olmos 26. ENERGY PLUS

Fuente: CENER

Plazo de amortización (años) de las diferentes medidas de ahorro

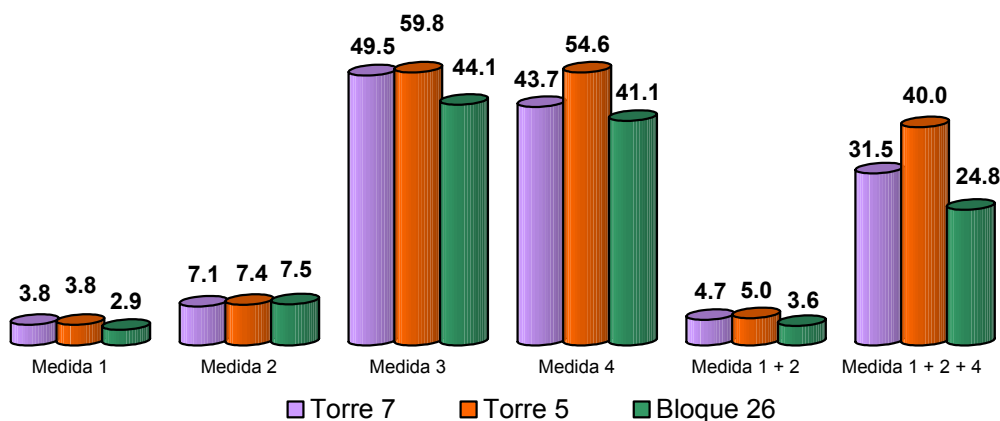


Figura 34.- Plazo de amortización de las diferentes medidas de ahorro

Fuente: CENER

Valor actual neto (€) de las diferentes medidas de ahorro

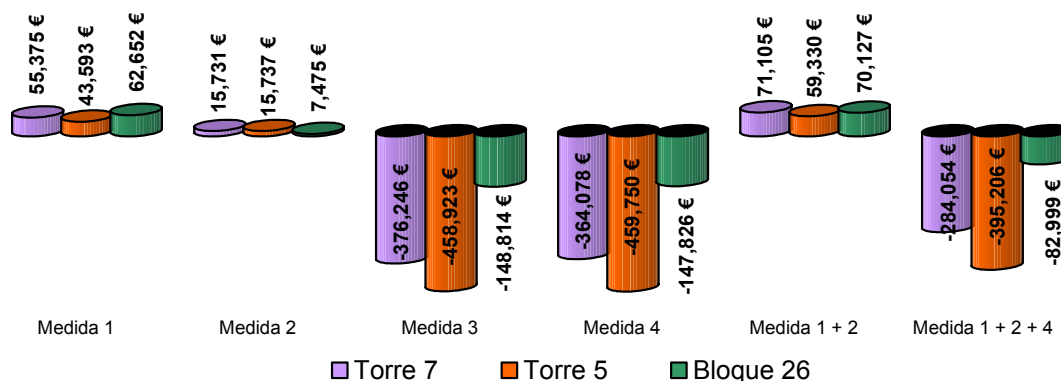


Figura 35.- Valor actual neto (VAN) de las diferentes medidas de ahorro

Fuente: CENER

De los resultados obtenidos, se observa que en los tres casos, mientras que los plazos de amortización de las medidas relacionadas con la incorporación de aislamiento son razonables, las que se refieren a sustitución de huecos resultan claramente desincentivadoras, asimismo los valores del VAN de las diferentes medidas, muestran valores positivos en las medidas de aislamiento térmico y valores negativos si las medidas incorporan renovación de huecos, mostrando la diferente rentabilidad de ambos tipos de medidas. Esto es debido, a que la superficie acristalada en estas viviendas es muy elevada, y que con el coste supuesto en el estudio, la inversión resultante es excesiva, incapaz de recuperarse solamente teniendo en

cuenta el ahorro energético producido.

En general, y salvo casos muy particulares, estos resultados son habituales en materia de rehabilitación energética de edificios, sobre todo en edificios de estas tipologías, con mucha superficie vidriada, donde el coste de la sustitución de las carpinterías no puede plantearse solamente desde un punto de vista meramente económico.

No obstante, para un cálculo más ajustado de los parámetros económicos de una rehabilitación energética, deberán utilizarse valores reales de puesta en obra de las medidas de ahorro, con proyectos de ejecución de obra realizados por empresas especializadas en el sector, y realizando un análisis energético profundo en cada caso concreto.

3.1.11.- Conclusiones sobre el potencial de la rehabilitación

Desde un punto de vista estrictamente energético, las medidas de ahorro basadas en la mejora de la transmitancia térmica de los cerramientos opacos conllevan una menor efectividad que aquellas relacionadas con la renovación de las carpinterías, debido principalmente a dos factores, uno, que la renovación de las carpinterías inciden directamente sobre los dos factores claves de las pérdidas térmicas en un edificio, las infiltraciones, y las pérdidas por transmisión en cerramientos transparentes, dos, que la cantidad de superficie vidriada es muy relevante respecto a la superficie opaca de cerramiento exterior. Este efecto se ve acentuado en los edificios torre, donde la superficie de ventanas es sustancialmente superior que en los bloques.

Desde un punto de vista estrictamente económico, el efecto se invierte, siendo las medidas relacionadas con la incorporación de aislamiento, son las que resultan más atractivas, mientras que los resultados obtenidos en la renovación de las ventanas aparecen claramente desincentivadoras, debiendo recurrir a razones extraeconómicas para la justificación de la rehabilitación (mejora en las condiciones de confort, soluciones a posibles situación de humedades, revalorización significativa de la vivienda...)

Como conclusión, y tras esta segunda fase de análisis sobre la cuantificación de los ahorros en los edificios de bidebieta estudiados, se ha confirmado el gran potencial de ahorro que presentan estos edificios, superiores en algún caso al 60%, lo que supondría un sustancial ahorro tanto económico como energético. Aún así el proceso de la rehabilitación energética es complicado, ya que el importante coste que es necesario afrontar para la realización de este tipo de actuaciones junto con las diferentes prioridades de los usuarios, hacen que muchas veces estos planteamientos se queden en meros estudios teóricos. Además en este caso, el proceso de rehabilitación energética, pasa ineludiblemente por el cambio de sistema de tarificación y contaje de energía, tal que los ahorros producidos se vean reflejados económicamente en su factura energética.

4.- CONCLUSIONES FINALES DEL ESTUDIO

Tras la ejecución de este trabajo, en el que se ha realizado un diagnóstico energético completo de unos edificios de viviendas en el barrio de Bidebieta en Donostia (con el objeto de una futura rehabilitación), y una posterior evaluación de su potencial de ahorro, se ha llegado a una serie de conclusiones, que facilitarán el entendimiento del funcionamiento energético de este barrio y las peculiaridades que presenta frente a una rehabilitación energética.

En primer lugar incidir en la buena disposición geométrica, que presentan la mayoría de los bloques, unido a un buen concepto arquitectónico de los mismos, en el que prima la búsqueda permanente de la accesibilidad solar con grandes acristalamientos en fachadas sur, con un cuidado planteamiento de elementos de sombreado que hacen que estos edificios demanden menos energía en calefacción que otros edificios similares en la misma zona y de la misma época.

En segundo lugar, remarcar que debido a la falta de regulación en aspectos de eficiencia energética durante la época en la que fueron concebidos, y a pesar de su buen diseño urbanístico y arquitectónico, estos edificios están aún lejos de los estándares de consumo de las viviendas que se construyen con las últimas normativas regulatorias edificatorias, que manan de Europa y que siguen líneas maestras de reducción de la demanda energética y reducción de gases de efecto invernadero. Esto hace que el potencial de ahorro energético en estos edificios sea muy importante (superior al 60% en algunos casos). Aún así, el coste asociado a la rehabilitación energética es, por regla general, bastante elevado, y difícilmente de rentabilizar económicamente, si sólo incluimos en un estudio de viabilidad, los ahorros derivados de la disminución del consumo de combustible. Otros factores como el incremento del grado de confort o la evidente revalorización de la vivienda rehabilitada, deberían tenerse en cuenta a la hora de encontrar razones a favor de la rehabilitación.

En tercer lugar, señalar que el peculiar sistema de calefacción consistente en un sistema de generación de agua caliente para calefacción y ACS centralizado para todo el barrio (calefacción de distrito), propiedad de una empresa de servicios energéticos, que explota este servicio a los vecinos, y que les factura en función de la superficie del inmueble, y no de los consumos reales que realizan, no favorecen en ningún modo, la adopción de medidas de ahorro energético, que sólo beneficiarían a la empresa de servicios energéticos y no a los usuarios. Por ello, y a pesar del eficiente sistema de generación de calor existente en el barrio, renovado recientemente y con un eficaz sistema de mantenimiento, la falta de un sistema de control, contaje y facturación de la energía en función del consumo de la misma, de un modo individualizado, provoca que cualquier actuación individual o colectiva encaminada a la mejora del confort y a la reducción de los consumos energéticos de las viviendas no se vea reflejada en la disminución de su factura energética, lo que conlleva a una desincentivación general frente a actuaciones que, en esta línea, los usuarios pudieran llevar a cabo. Por ello, cualquier actuación por parte de los

usuarios, encaminada a la rehabilitación energética, pasa ineludiblemente por un cambio en el sistema de control, tarificación y contaje de energía, mediante la instalación de un sistema de regulación y monitorización adecuado e individualizado (por lo menos a escala de edificio), tal que los ahorros producidos se vean reflejados económicamente en su factura energética.

La conclusión mas importante en relación a la rehabilitación energética que se deriva de los casos prácticos estudiados, es que en el caso de una rehabilitación ya prevista, **la incorporación de criterios energéticos** a dicha rehabilitación **se amortiza de manera casi inmediata** a partir de los ahorros conseguidos, por ello es fundamental que los técnicos e instituciones promuevan e incentiven los aspectos energéticos en la rehabilitación de viviendas.

La rehabilitación energética supone una mejora en la calidad de las viviendas desde un punto de vista energético y de confort, además de conseguir una mejora en la futura calificación energética. Estas razones redundan directamente a **una revalorización de la vivienda** que puede suponer, en muchos casos una recuperación directa de la inversión.

Por último, señalar que la rehabilitación energética es **la única inversión** que se puede realizar en una vivienda que se puede recuperar, en un determinado plazo de tiempo, mediante el ahorro de energía.