

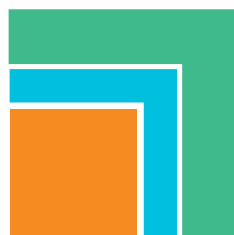


PROGRAMA DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO
DEL HÁBITAT URBANO

Presentación de resultados
del Programa de Diagnóstico Energético
del Hábitat Urbano



**Un futuro en
la Rehabilitación**



FUNDACIÓN
la casa
que ahorra

Presentación de resultados del Programa
de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano



Un futuro en la Rehabilitación

2ª EDICIÓN

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento en primer lugar a la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) por su colaboración con el Programa de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano; de forma especial a su Presidente Iñigo de la Serna que, allá por la primavera de 2010, tuvo a bien recibirnos y escuchar el proyecto de la Fundación y apoyarlo de forma decidida. También en la FEMP nuestro agradecimiento a Gema Rodríguez y Marta Rodríguez-Gironés que, además de participar de forma activa en la organización y lanzamiento del Programa constituyeron, junto con dos representantes de la Fundación, la Comisión de Valoración y Seguimiento del mismo.

Nuestro reconocimiento para los 31 ayuntamientos que, en junio de 2011, presentaron sus proyectos a esta Comisión de Valoración del PDEHU.

Nuestra gratitud a los cinco municipios seleccionados: Arahal, Granollers, Madrid, Santander y Segovia, por su apuesta decidida por la mejora de la sostenibilidad de sus edificios y barrios, por haber encontrado interesante el Programa y por todas las facilidades ofrecidas para el desarrollo del mismo.

Celebramos también la oportunidad de haber colaborado en este Programa con el Centro Nacional de Energías Renovables (Cener), cuyos técnicos se han ocupado de la realización práctica de los estudios en cada localidad y de los informes de resultados de los mismos.

Y no sería justo cerrar este capítulo sin una mención especial a los vecinos de la Barriada de la Paz y Residencial Feria II en Arahal, los barrios de Can Bassa y Congost en Granollers, Ciudad de los Ángeles en Madrid, San Francisco en Santander y San José en Segovia. Confiamos en que los resultados del Programa compensen sobradamente las molestias que hayamos podido ocasionarles.

MADRID, NOVIEMBRE DE 2012



Presentación



El 80% de los edificios de nuestro país fueron construidos hace más de 30 años, antes de las primeras Normas Básicas de la Edificación, sin tener en cuenta los criterios de eficiencia energética que conocemos hoy en día. Como consecuencia, cerca de un tercio de la energía que se consume en España se emplea en sus edificios y, de esta cantidad, entre un 50 y un 70% tiene que dedicarse a calefacción y refrigeración.

Desde hace varios años Europa está apostando, en sus políticas energéticas, por una nueva cultura de la edificación. La Directiva 2012/27/UE, relativa a eficiencia energética de edificios, refuerza el compromiso que los países miembros adquirieron en la anterior de 2010 y que se concretaba en la obligatoriedad de construir edificios de energía casi nula a partir de 31 de diciembre de 2020 (2018 para edificios públicos). En esta nueva Directiva de 25 de octubre de 2012, como decimos, este compromiso se renueva e intensifica a través del impulso de medidas concretas para promover la rehabilitación energética del ineficiente parque de edificios existentes. Y es que nadie duda hoy que rehabilitar los millones de edificios existentes constituye sin duda la mayor oportunidad de ahorro energético y económico, de creación de empleo y de reducción del impacto medioambiental a nuestro alcance.

En la Fundación La Casa que Ahorra pensamos que la concienciación e información ciudadanas son, probablemente, el primer paso y más necesario para dinamizar la rehabilitación energética de viviendas y edificios. Y es que, con seguridad, una de las dificultades más importantes con las que nos encontramos al abordar esta problemática radica en que las pérdidas de energía que sufren nuestros edificios a través de sus cerramientos carentes de aislamiento adecuado son invisibles.

El Programa de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano, que hemos desarrollado junto con la Federación Española de Municipios y Provincias y cuyos resultados presentamos en esta publicación, busca ante todo y precisamente, hacer visible este problema a los ojos de los ciudadanos, convencidos como estamos de que esta sensibilización es un paso absolutamente necesario para apostar, también en nuestro país, por una nueva cultura de la edificación.



Francisco Javier Fernández Campal
PRESIDENTE DE LA FUNDACIÓN LA CASA QUE AHORRA

Presentación



Es un honor para mí, como Presidente de la Federación Española de Municipios y Provincias, presentar los resultados del Programa de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano promovido por la Fundación La Casa Que Ahorra y la Federación.

Esta iniciativa, fruto del Convenio Marco de Colaboración entre la Fundación y la FEMP, firmado en marzo de 2011, tiene como objetivo sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de la eficiencia energética en la edificación y los beneficios que puede aportar desde el punto de vista de ahorro económico y energético.

Con la participación en el Programa de Diagnóstico Energético, los cinco Municipios seleccionados para realizarlo -Arahal (Sevilla), Granollers (Barcelona), Madrid, Santander y Segovia-, han demostrado su implicación en la mejora de la eficiencia energética de sus edificios y su contribución a promover un importante ahorro entre sus ciudadanos.

La concienciación y sensibilización de la ciudadanía para el fomento del ahorro y la eficiencia energética, la producción de energía procedente de fuentes renovables en instalaciones municipales o viviendas son solo ejemplos en los que las Entidades Locales y la ciudadanía podemos avanzar hacia la sostenibilidad energética.

Para garantizar el éxito de todas las medidas que adopte el Municipio es importante la colaboración de las vecinas y vecinos de nuestras ciudades y pueblos. Sin su participación, la mayor parte de ellas estarán condenadas al fracaso.

Estoy convencido de que la transmisión de conocimiento facilita la gestión local, desde un punto de vista interno, desarrolla una conciencia ambiental a través de la implicación de los vecinos y modifica, en escenarios futuros, los hábitos de comportamiento y consumo para lograr una ciudad más sostenible medioambientalmente.

Los resultados de estos estudios de eficiencia energética, que ahora se hacen públicos, proporcionan a los ciudadanos del municipio información sobre la importancia que pueden llegar a tener las pérdidas energéticas en las viviendas y las medidas para reducirlas de forma significativa.

Desde la FEMP seguimos trabajando en el fomento de medidas y actuaciones de mejora de la eficiencia energética en los Municipios españoles proporcionándoles información y herramientas de utilidad que redunden en un desarrollo más sostenible de nuestras ciudades.



Íñigo de la Serna
PRESIDENTE DE LA FEMP

1	Introducción al PDEHU	10
2	Casos prácticos	18
	a/ Arahá	20
	b/ Granollers	40
	c/ Madrid	66
	d/ Santander	88
	e/ Segovia	112
3	Conclusiones	134

1.- Introducción al PDEHU

El Programa de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano surge del convenio suscrito, el 31 de marzo de 2011 entre la Fundación La Casa que Ahorra y la Federación Española de Municipios y Provincias. Su objetivo, informar y concienciar a los ciudadanos sobre el problema energético y medioambiental derivado de la ineficiencia de nuestro parque de viviendas y sobre las medidas más efectivas para transformar ese problema en una gran oportunidad económica, energética, medioambiental y de creación de empleo.

Con este fin invitamos, en mayo del pasado año, a los municipios adheridos a la Federación, para que propusieran edificios o conjuntos de edificios en los que realizar una serie de diagnósticos energéticos. Las solicitudes recibidas, más de 30, fueron evaluadas durante el pasado verano 2011 por una Comisión de Seguimiento del Programa constituida por dos representantes de la Fundación y otros dos de la FEMP, que evaluaron cada propuesta atendiendo a los siguientes criterios de valoración:

- Compromiso demostrado del municipio con la mejora de la eficiencia energética y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Viabilidad del proyecto propuesto e interés técnico del mismo, tanto desde el punto de vista del conocimiento que se podría generar en su desarrollo, como de su posibilidad de réplica en localidades próximas o al menos pertenecientes a la misma zona climática y parecidas, también, tipologías de vivienda.
- Compromiso del municipio con la difusión de los resultados del estudio.

Esta Comisión de Valoración del PDEHU resolvió, en Septiembre de 2011, proponer la realización de los diagnósticos en los municipios de

- **Arahal:** Barriada de la Paz
- **Granollers:** Barrios de Congost y Can Bassa
- **Madrid:** Barrio de Ciudad de los Ángeles
- **Santander:** Barrio de San Francisco
- **Segovia:** Barrio de San José

**Informar y
concienciar a
los ciudadanos
sobre el problema
energético y
medioambiental**

El siguiente paso consistió en la formalización de Convenios específicos entre la Fundación LCQA y cada uno de los municipios seleccionados. Y, así mismo, se articuló a través de un Convenio de Colaboración la participación en las actuaciones del PDEHU del Centro Nacional de Energías Renovables, Cener, como colaborador técnico de solvencia reconocida internacionalmente. En los técnicos de Cener ha recaído la responsabilidad de llevar a cabo las auditorías energéticas que requería el Programa.

Los trabajos de campo se llevaron a cabo entre los meses de enero y marzo de 2012 y consistieron fundamentalmente en toma y análisis de imágenes termográficas, simulaciones por ordenador del comportamiento energético de los edificios, encuestas de consumo a los vecinos y análisis de la documentación y planos disponibles y elaboración de otros nuevos en casos de ausencia de los originales.

La publicación que aquí presentamos recoge los cinco estudios, mostrando en cada caso los resultados más relevantes que Cener obtiene en relación con la problemática energética de los edificios estudiados, las posibilidades que ofrecen a la reducción de demanda de energía de calefacción y refrigeración y algunas de las medidas más interesantes para conseguirla.

Herramientas de diagnóstico: termografía infrarroja y simulación energética

LA TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La cámara termográfica convierte la radiación infrarroja, invisible al ojo humano, en una imagen visible, es decir, la cámara capta la radiación infrarroja que es irradiada desde el cuerpo que está siendo observado, mide dicha radiación 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.

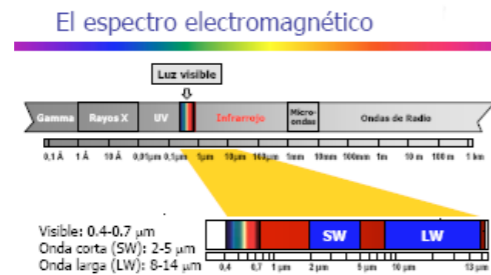
La termografía infrarroja se define como la ciencia de adquisición y análisis de la información térmica obtenida mediante los dispositivos de adquisición de imágenes térmicas a distancia. Es decir, que mediante el empleo de una cámara termográfica, se consigue captar la radiación energética que emite la superficie de un cuerpo por estar a una temperatura y obtener una expresión gráfica y cromática de dicha variable a lo largo de toda la superficie analizada.

Existen tres razones por las cuales la termografía infrarroja es especialmente útil:

- **Sin contacto.** La medición se realiza de forma remota, con lo que aparte de mantener al usuario fuera de peligro, se tiene la gran ventaja de que la termografía no es intrusiva, es decir, no afecta de ninguna manera al cuerpo en la medición.
- **Es bidimensional.** Se puede realizar la comparación entre áreas del mismo cuerpo, ya que es posible medir la temperatura en dos puntos dentro de la misma imagen y compararlas.
- **Se realiza en tiempo real.** La toma de imágenes en tiempo real permite realizar una visualización muy rápida de procesos estacionarios, lo que supone una ventaja frente a las medidas de contacto directo, ya que éstas siempre implican la presencia de una constante de tiempo que implica un cierto retraso temporal en la medida. De esta manera, la característica de tiempo real de la termografía infrarroja permite capturar rápidas variaciones del campo térmico.

El fundamento físico de este proceso de medición de temperaturas a distancia tiene su origen en el hecho de que un cuerpo por estar a una determinada temperatura mayor que 0 K, emite energía en forma de radiación electromagnética. En la siguiente figura, se muestra el espectro electromagnético para las distintas longitudes de onda.

La toma de imágenes en tiempo real permite realizar una visualización muy rápida de procesos estacionarios



El espectro electromagnético. Fuente.- Infrared Training Centre (ITC)

La figura anterior muestra la clasificación de los tipos de radiación electromagnética según la longitud de onda. Así, se denomina luz visible a la región del espectro electromagnético que el ojo es capaz de percibir. A pesar de que no existen unos límites exactos, un ojo humano típico es capaz de percibir longitudes de onda de 0,4 μm (color violeta) a 0,7 μm (color rojo). Sin embargo, el espectro del infrarrojo de onda larga, que es el de aplicación en el caso general de cámaras termográficas, va de 8 a 14 μm . La cámara va a captar la radiación infrarroja que le llega a la lente en dicho rango de longitudes de onda, y que como se ha explicado, el ojo humano no puede percibir.

La radiación térmica es la radiación que tiene la capacidad de transmitir calor por emisión y absorción. No obstante, no sólo la radiación infrarroja tiene la capacidad de transmitir energía térmica, ya que ésta se extiende desde el espectro del ultravioleta y continúa hasta los rangos visibles e infrarrojo. Entonces, la cámara capta la radiación que le llega en el espectro del infrarrojo, e introduciendo la emisividad de la superficie del material, es capaz de mostrar la temperatura de la superficie del objeto.

Nótese que en todo momento se habla de la temperatura de la superficie del material. La cámara termográfica que se va a emplear no captaría la temperatura del aire, aunque sí es cierto que el resultado de la medida puede verse influenciado por la cantidad de aire que haya entre el objeto y la cámara, aunque dicho valor es corregido por la propia cámara.

A la hora de realizar el ensayo termográfico de la envolvente del edificio, es preciso que se den una serie de requisitos para poder llevar a cabo el ensayo. Entre los más destacados, se deben citar los siguientes:

Condiciones climatológicas

Debe descartarse la toma de termografías en días lluviosos o ventosos. Esto se debe a que en días lluviosos la cantidad de agua presente en el ambiente desvirtúa el valor de la medida. En días ventosos, debido a la acción del viento, el edificio cede más calor al exterior, ya que el coeficiente de transferencia convectivo aumenta, y la medición no refleja el comportamiento normal del edificio.

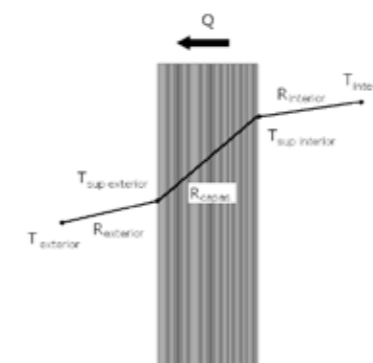
Además, no deben tomarse termografías en las fachadas sobre las que incida la radiación solar directa, ya que el edificio capta parte de dicha radiación, y la superficie del muro aumenta su temperatura por acción del sol. Es por ello que el momento más adecuado para la toma de termografías sea a primeras horas de la mañana. Asimismo, es en estas horas del día cuando normalmente se registran las temperaturas exteriores más bajas, lo que favorece que el gradiente térmico entre el interior y el exterior del edificio sea mayor.

Condiciones interiores

Se procurará que la temperatura en el interior de la vivienda se mantenga en unos valores similares a los de uso normal. Para ello, se recomienda tener la calefacción encendida unas horas antes del comienzo de la toma de las termografías, para asegurar que en el momento de la realización de las termografías, la temperatura en el interior del edificio es la adecuada.

Debido al gradiente de temperaturas existente entre el interior y el exterior de la vivienda, habrá un flujo de calor del lugar que está a mayor temperatura, el interior de la vivienda, hacia donde la temperatura es inferior, el exterior.

La magnitud de este flujo de calor va a depender de la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, y de las resistencias térmicas que se encuentre el flujo a su paso al exterior. En primer lugar, habrá una resistencia superficial interior en la que intervienen fenómenos convectivos y radiativos, R_{interior} en la siguiente figura, luego una resistencia debida a la conducción del calor a través de las distintas capas de materiales que componen el cerramiento, R_{capas} y por último una resistencia superficial exterior, R_{exterior} en la que de nuevo va a intervenir la transferencia de calor por convección y por radiación.



Conceptos de transferencia de calor. Fuente.- CENER

Realizando la analogía eléctrica, si se suman las tres resistencias a las transferencia de calor, se obtiene el valor de la resistencia térmica total R_t de un componente constructivo (m^2K/W). La transmitancia térmica U (W/m^2K) se define como el inverso de la resistencia total, es decir;

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Puede comprobarse, que a mayor resistencia térmica del cerramiento, el denominador aumenta, y por tanto, el valor del coeficiente de transferencia térmica disminuye.

Este coeficiente de transferencia térmica caracteriza la capacidad del cerramiento para aislar térmicamente una vivienda, ya que el flujo de calor por unidad superficial al exterior queda definido de la siguiente manera:

$$q = U \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

U : Coeficiente de transferencia térmica (W/m^2K)

T_{interior} : Temperatura en el interior de la vivienda (K)

T_{exterior} : Temperatura exterior (K)

Según la anterior ecuación, se comprueba que a mayor diferencia de temperaturas, el flujo de calor es mayor. Asimismo, cuanto menor es el valor de transmitancia térmica, menor será el flujo de calor, y mayores las propiedades aislantes de un cerramiento.

LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA

La simulación dinámica de edificios consiste en estimar con cierta frecuencia temporal (normalmente cada hora) la potencia necesaria para proporcionar ciertos servicios (por ejemplo calefacción y/o refrigeración) bajo las condiciones climáticas de la localidad donde se ubica.

El objetivo es conocer durante un tiempo dado una determinada característica energética (temperatura, demanda térmica) que permita la evaluación de distintas medidas de mejora que en última instancia redunden en un ahorro energético del edificio y en consecuencia en las emisiones de CO_2 que éste vierte a la atmósfera.

Sin embargo, debe tenerse presente que la optimización tiene ciertas restricciones que influyen en el objetivo. Está claro que si el edificio no tiene calefacción y/o refrigeración no emitirá CO_2 , pero sus ocupantes se mostrarán disconformes con las condiciones interiores. Así, dado que las restricciones influyen sobre el objetivo, éstas son fijadas por la administración en la mayor parte de los casos: ocupación, temperaturas de consigna, ventilación nocturna, etc.

El software de simulación dinámica empleado para el cálculo ha sido EnergyPlus v7.0,

desarrollado por el Departamento de Energía de los EEUU, de capacidades contrastadas en el sector para la realización de análisis térmicos de edificios.

El modelo computacional que se ha programado incorpora los calendarios operacionales impuestos por la metodología para la Certificación Energética de edificios (cargas internas, ocupación, consignas de T^a ...) para establecer así unos valores estandarizados en el uso de los mismos. **Las consignas de confort** tomadas para calendario de calefacción y refrigeración han sido de **20°C y 25°C** respectivamente, mientras que las **temperaturas económicas** se han fijado en **17°C para invierno y 27°C para verano**.

En base al uso de estas técnicas como herramientas de diagnóstico, la Fundación La Casa Que Ahorra lanzó el PDEHU con el fin de dar la oportunidad a cualquier localidad de la geografía de conocer de primera mano que está sucediendo en sus edificios y de qué modo se pueden encaminar los proyectos de rehabilitación.

La simulación dinámica de edificios consiste en estimar la potencia necesaria para proporcionar ciertos servicios

2.- Casos Prácticos

2a Arahá:
6 de febrero de 2012

2b Granollers:
2 de febrero de 2012

2c Madrid:
29 de febrero de 2012

2d Santander:
7 de marzo de 2012

2e Segovia:
20 de febrero de 2012

Cada capítulo de la presente sección recoge los resultados de los estudios realizados por el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) entre enero y marzo de 2012 en cada uno de los cinco municipios seleccionados.

Arahal

Prólogo Alcalde de Arahal



Arahal es un municipio de la campiña sevillana de casi 20.000 habitantes, situado en el sureste de la provincia de Sevilla. Su término municipal es el mayor productor mundial de aceituna de mesa, principal fuente de riqueza para agricultores y jornaleros durante siglos. Se colige que sus mujeres y hombres han tenido a lo largo de su historia una estrecha relación con el trabajo en el campo y en particular con las labores del cultivo de este producto, transformando paulatinamente el original bosque mediterráneo autóctono en grandes extensiones de olivar ligado al cultivo de la aceituna manzanilla y gordal. Pero no sólo se operó una modificación en el medio rural sino también en el casco urbano: los vecinos fueron adecuando sus viviendas a los aperos y demás herramientas de trabajo, dando paso a una tipología urbanística peculiar, sencilla y austera, respondiendo al carácter de sus moradores. Hoy, en Arahal, en su conjunto histórico artístico declarado como tal en 1979, aún se conservan muestras de ello, pruebas inequívocas del caserío andaluz de principios de siglo XX.

Las viviendas de Arahal tradicionalmente se han construido a lo largo de su historia atendiendo a las altas temperaturas estivales, tratando de mitigarlo. Así, todo el sistema de construcción (materiales, orientación del inmueble, ventilación...) se ha enfocado a favorecer el intercambio de energía con el exterior del edificio para facilitar la ventilación y la entrada en el hogar de las brisas, y atemperar el calor. Sin embargo, el frío invernal no fue objeto de atención, hasta tal punto que los sistemas de calefacción en invierno han sido poco frecuentes ni formaban parte de los proyectos de ejecución de obras. Ante el rigor del invierno se imponía el uso casero del brasero en torno a una mesa camilla que en absoluto alcanzaba a caldear la habitación.

Con el paso del tiempo, la sensibilidad ciudadana muestra un cambio de tendencia: la proliferación de los sistemas de climatización de las viviendas, el aumento de los costes de consumo eléctrico y el auge de la sensibilización

ambiental provoca en el vecino la búsqueda de un óptimo aislamiento energético de su vivienda para conseguir la mayor eficiencia posible.

En este sentido, este estudio nos resulta importante ya que nos indica el camino a seguir para responder a estos nuevos retos que nos plantean los arahalenses. Es el motivo por el cual nos sentimos satisfechos de participar en él junto con ciudades tan importantes como Madrid, Santander, Segovia y Granollers. A buen seguro que nuestra localidad, Arahal, por su ubicación geográfica plantea objetivos diferentes a cumplir con respecto a las demás. Pero el estudio de unas y otras demuestra que el futuro nos marca muchas prioridades y sin duda la de mejorar la eficiencia energética de nuestros edificios es una de ellas.

Miguel Ángel Márquez González
ALCALDE DE ARAHAL (SEVILLA)

Municipio: Arahal (Sevilla)

Fecha actuación: 6 de Febrero de 2012

Condiciones climatológicas: 3,5°C / 71% HR / despejado

El estudio se realizó en un bloque de 16 viviendas en la Barriada de la Paz, en el cual se ha llevado a cabo un análisis energético, y cuyos datos obtenidos han sido comparados cualitativamente con un bloque de viviendas del Residencial La Feria II.



Barriada de La Paz. Arahal. Fuente.- Google Maps

Esta promoción consta de 9 torres de viviendas, de planta en cruz y con patio central. Cada torre consta de planta baja más 3 alturas y 4 viviendas por planta, cada una de las cuales posee una orientación, NE, NO, SO y SE.

Se trata de un edificio antiguo (empezaron a construirse en el año 1965) y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética. Posee un porcentaje reducido de ventanas y puertas exteriores y se encuentra rodeado de bloques de vivienda de similar tipología. Estas viviendas no poseen sistema de calefacción centralizado. Los vecinos climatizan sus viviendas con pequeñas estufas y con bombas de calor que son utilizadas predominantemente para refrigeración.



VISTA GENERAL



FACHADA PRINCIPAL



FACHADA PRINCIPAL



FACHADA SECUNDARIA

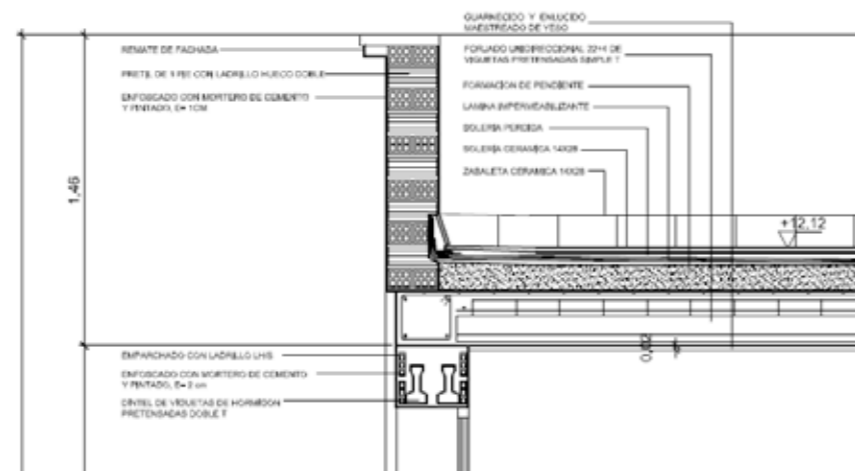


FACHADA CIEGA

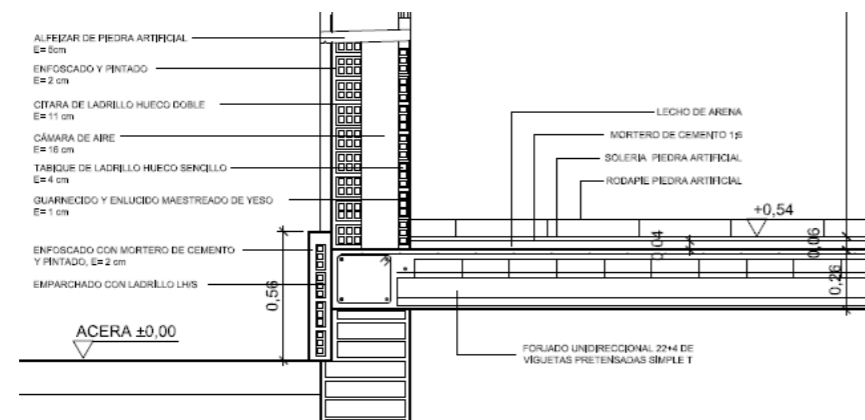
Barriada de la Paz. Arahal. Fachadas principales del bloque de viviendas. Fuente.- CENER

Se trata de un edificio antiguo y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética





Detalle constructivo de cubierta. Fuente.- La Fundación la Casa que Ahorra



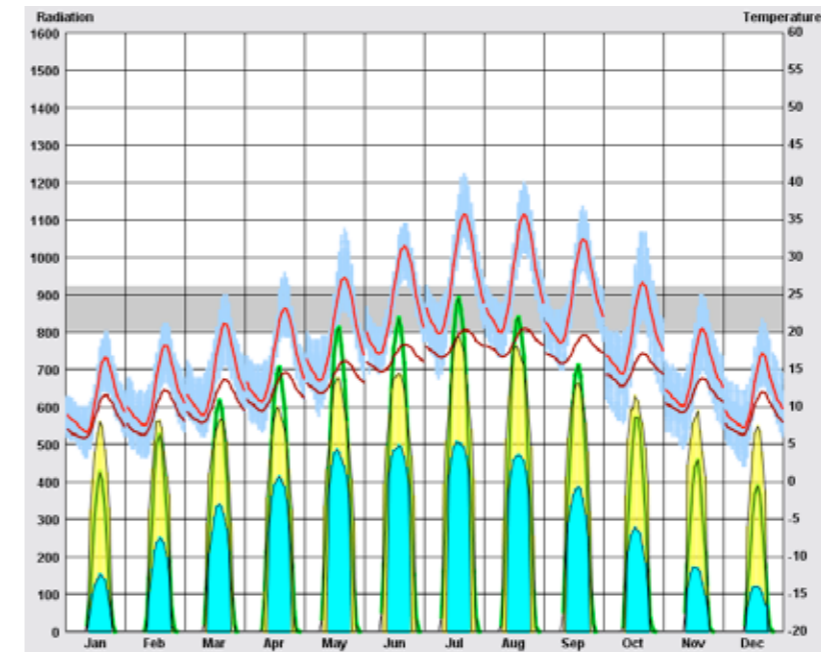
Detalle constructivo de fachada y solado. Fuente.- Fundación la Casa que Ahorra



Planta tipo. Fuente.- Fundación la Casa que Ahorra

Aunque el edificio objeto de estudio está ubicado en Arahal, debido a su proximidad se ha tomado como referencia climática Sevilla (37,42°Norte, 5,9°Oeste) y una altitud de 31m sobre el nivel del mar.

Se han empleado como datos climáticos en los diversos análisis los provenientes del año meteorológico tipo para dicha localidad. A modo de resumen, se muestra en la figura siguiente una gráfica con algunos de los datos más interesantes a la hora de realizar el estudio: temperaturas y radiación solar recibida.



TEMPERATURE: (degrees C)
 — DRY BULB MEAN
 — WET BULB MEAN
 — DRY BULB (hourly)
 — COMFORT ZONE

RADIATION: (Wh/sq.mt.hour)
 — GLOBAL HORIZ
 — DIRECT NORMAL
 — DIFFUSE

Evolución mensual de temperaturas de bulbo seco y húmedo y de la irradiación solar total, directa y difusa. Fuente.- Fichero SWEAC (Spanish Weather for Energy Calculations) de la base de datos de EnergyPlus

Los datos climatológicos mostrados en las gráficas anteriores son coherentes con la clasificación que hace el CTE (Código Técnico de la Edificación) de la localidad de Sevilla, perteneciendo a la zona climática B4. Esto se traduce en un invierno suave y un verano muy severo, indicando la dirección de las medidas de mejora a plantear que irán encaminadas a reducir principalmente la demanda de refrigeración.

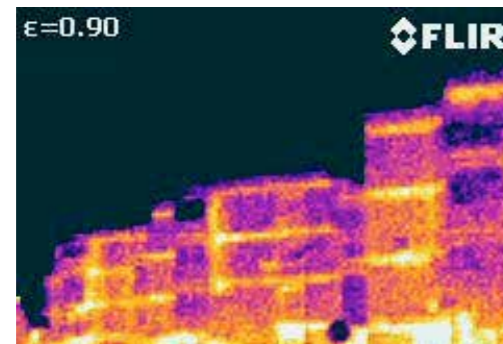
Se quiere hacer constar por último, la importancia que posee la climatología de la localidad a la hora de hacer un buen diagnóstico de la situación actual de la edificación, ya que únicamente contemplando todos los factores se alcanzarán soluciones óptimas desde el punto de vista eficiencia-coste.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

Cerramientos Exteriores

El primero de los aspectos a evaluar será el estado general de los cerramientos exteriores, para valorar la existencia de fallos en la envolvente térmica del edificio, que puedan significar puentes térmicos de consideración a través de los cuales el calor fluye al exterior, aumentando las demandas de calefacción del edificio.

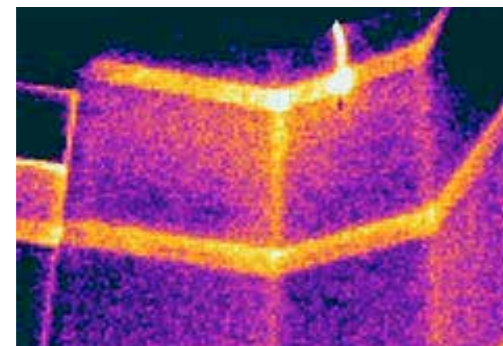
Puede apreciarse de las termografías expuestas, que existe una gran diferencia cromática entre los cerramientos opacos (en colores más fríos) y ventanales (en colores más cálidos). Estas diferencias de colores, se traducen en temperaturas superficiales que indican en la mayoría de los casos por donde se está perdiendo más calor. Como en la mayoría de las viviendas, los puntos térmicos mas débiles son las ventanas y las puertas exteriores, por su mayor valor de transmitancia.



Barriada de la Paz. Arahal. Termografía vista general. Fuente.- CENER



En las siguientes imágenes pueden apreciarse claramente además, las franjas horizontales de los frentes de los forjados dando a conocer el peor comportamiento térmico de este punto en comparación con el propio muro de la fachada, provocando pérdidas de calor considerables. También se observan pérdidas térmicas en lugares localizados donde se han realizado pasamuros para la instalación de cables, antenas, tubos de aire acondicionado, etc.

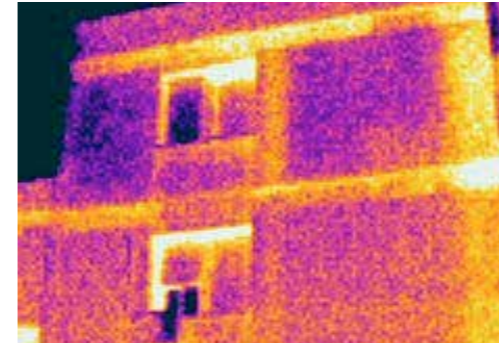


Barriada de la Paz. Arahal. Termografía fachada ciega. Fuente.- CENER



Las pérdidas de calor por las carpinterías son muy llamativas, como puede verse en las imágenes siguientes, ya que gran parte de los vecinos sustituyeron las antiguas de madera con vidrio simple por carpinterías metálicas. La mayoría de las sustituidas son de calidad estándar o son

ya antiguas, habiendo perdido estanqueidad y produciendo pérdidas por infiltraciones, más acusadas en las uniones de la carpintería con su hueco.

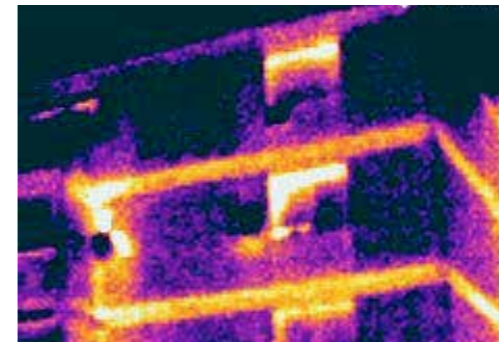


Barriada de la Paz. Arahal. Termografía fachada. Fuente.- CENER



Como en la mayoría de las viviendas, los puntos térmicos mas débiles son las ventanas y las puertas exteriores

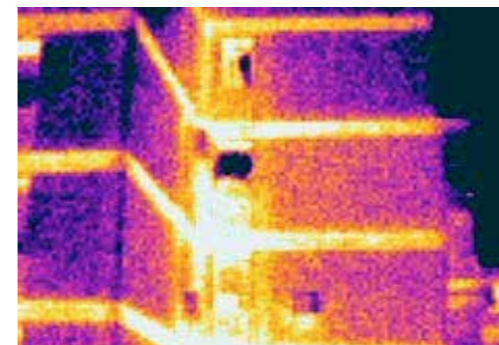
Otro de los sitios donde se percibe una gran pérdida energética es en los balcones y más concretamente en su unión con el cerramiento exterior, ya que al igual que en las ventanas, las infiltraciones son las causantes de las mayores pérdidas energéticas. Hay que tener en cuenta que los balcones de estos edificios eran originariamente abiertos, habiéndose cerrado por los usuarios en la mayoría de los casos. La mala ejecución en esta obra de cerrado de los balcones sea probablemente la causa de estas ineficiencias energéticas.



Barriada de la Paz. Arahal. Termografía fachada principal. Fuente.- CENER



También es muy destacable las pérdidas cuantiosas en la fachada correspondiente a las estancias, en cuyas ventanas reducidas existe un antepecho (ver figura siguiente), donde seguramente la transmitancia del cerramiento sea mayor.



Barriada de la Paz. Arahal. Termografía fachada. Fuente.- CENER



RESULTADOS SIMULACIÓN ENERGÉTICA

El modelo geométrico del edificio objeto de estudio se ha realizado en base a información documental disponible, intentando reproducir en la medida de lo posible la geometría real, zonificando cada planta según los usos y orientaciones de las diferentes zonas (vivienda y circulaciones). Igualmente se han considerado como obstáculos remotos todos aquellos edificios circundantes susceptibles de generar sombras significativas sobre el edificio objeto, tal y como se muestra en la figura.



Modelo geométrico fachada sur. Fuente.- CENER

Para cuantificar el potencial de ahorro energético derivado de la implantación de distintas medidas de mejora de la envolvente térmica del edificio, el primer paso ha sido cuantificar el punto de referencia o caso base, mediante la introducción al modelo computacional de todos los elementos descritos en los apartados anteriores: geometría, orientación, detalles constructivos, cargas internas (ocupación, iluminación y equipos) y temperaturas de consigna según el perfil de uso del edificio.

La siguiente tabla resume los resultados más significativos de la simulación: las demandas totales y por unidad de superficie de vivienda.

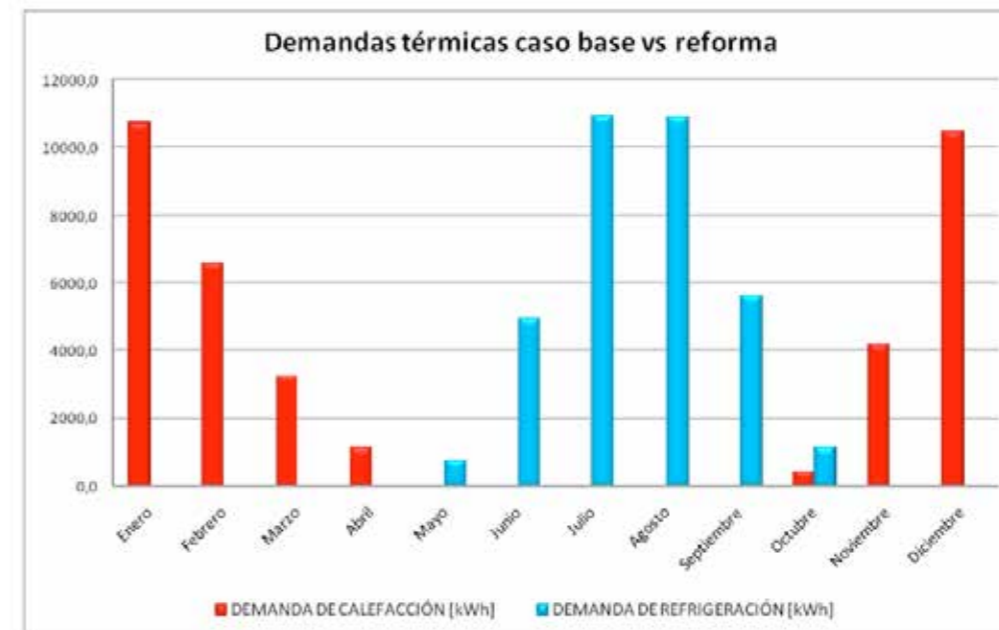
	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	37.092,9	42,7
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	34.379,8	39,5

Aunque debido a la zona climática (B4) de inviernos suaves y veranos severos, cabía esperar un predominio en el peso sobre la demanda de la refrigeración, la pobreza térmica de la envolvente debido a la antigüedad del edificio implican que inicialmente la demanda de calefacción suponga el mismo peso que la refrigeración.

Estos valores, aunque muy elevados para la localidad en el marco normativo actual (CTE), son coherentes con el año de construcción del edificio y la deficiencia de su envolvente térmica.

Respecto a este punto se referenciarán entonces los ahorros energéticos de las distintas medidas de mejora propuestas en el apartado siguiente.

Para ilustrar en mayor medida el caso de referencia se muestra a continuación una gráfica de las demandas mensuales, donde se puede observar el peso que adquieren las demandas a lo largo de los diferentes meses.



Demandas térmicas mensuales. Fuente.- CENER

Como se aprecia, los meses de diciembre y enero suponen el mayor peso en la demanda de calefacción, alcanzando casi un 57% del total. Es en esos meses cuando el usuario deberá tener un mayor cuidado en sus hábitos de consumo, debiendo asegurar la ventilación estricta por motivos de salubridad (nunca más) y no elevar la temperatura de su vivienda por encima de los 20-21°C recomendados para confort, ya que el incumplimiento de cualquiera de estas premisas incidiría en estos meses sobre un incremento más importante de la demanda de calefacción. En el caso de la demanda de frío, los meses de julio y agosto son los críticos, suponiendo casi un 63% de la demanda de frío anual. Durante los que se deberá cuidar emplear protecciones solares para bloquear la entrada de la radiación solar a la par que realice una generosa ventilación de la vivienda, sobre todo durante las horas nocturnas durante las cuales las temperaturas descienden significativamente y permiten reducir el calor acumulado durante el día. De nuevo, si no se siguen estos principios básicos, esta demanda podría alcanzar valores superiores.

Hay que destacar que las demandas calculadas corresponden con los calendarios y temperaturas de consigna tomadas como referencia.

MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS

Sistema de Aislamiento por el Exterior (SATE)

La primera medida de mejora contemplada consiste en un sistema de aislamiento por el exterior (SATE) compuesto por un panel de lana mineral y un acabado exterior de mortero, idóneo para la rehabilitación de edificios existentes. Se realizará el cálculo de ahorro energético para dos casos 40mm y 60mm (más exigente), con una conductividad de 0,036W/mK. Así, se permitirá la comparativa entre ambas posibilidades.

Los resultados obtenidos del cálculo de la demanda con la aplicación de esta medida al edificio se muestran en la siguiente tabla:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:				DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:			
	CASO BASE	FACHADA 40mm.	FACHADA 60mm.		CASO BASE	FACHADA 40mm.	FACHADA 60mm.
Enero	10741,2	6926,4	6257,0	Enero	0,0	0,0	0,0
Febrero	6639,6	4007,2	3571,1	Febrero	0,0	0,0	0,0
Marzo	3311,6	1611,8	1375,7	Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	1157,1	381,8	297,3	Abril	0,0	0,0	0,0
Mayo	39,3	2,1	0,7	Mayo	805,8	852,1	841,4
Junio	0,0	0,0	0,0	Junio	4971,1	4838,7	4731,6
Julio	0,0	0,0	0,0	Julio	10919,2	9879,1	9569,2
Agosto	0,0	0,0	0,0	Agosto	10903,3	9907,1	9605,2
Septiembre	0,0	0,0	0,0	Septiembre	5613,9	5465,7	5357,6
Octubre	478,7	189,6	150,3	Octubre	1166,5	1232,6	1225,0
Noviembre	4221,0	2326,1	2034,0	Noviembre	0,0	0,0	0,0
Diciembre	10504,4	6841,2	6178,3	Diciembre	0,0	0,0	0,0
TOTAL	37092,9	22286,2	19864,2	TOTAL	34379,8	32175,3	31330,0
[KWh/m²]	42,7	25,6	22,9	[KWh/m²]	39,5	37,0	36,0
% MEJORA	-	39,92%	46,45%	% MEJORA	-	6,41%	8,87%

Como puede observarse en la tabla anterior, la aplicación de la medida implica la disminución de la demanda tanto en calefacción como en refrigeración, aunque es en calefacción donde aporta los resultados más llamativos; una mejora porcentual entre el 40 y el 46% de reducción de la demanda.

Los cálculos realizados con dos espesores de aislamiento (40mm y 60mm) revelan una ligera mejora en la aplicación del mayor espesor, aunque insignificante en el caso de demanda de refrigeración.

Aislamiento de cubierta

La antigüedad del edificio implica la ausencia de cualquier tipo de aislamiento, luego la cubierta también es un punto de importantes pérdidas térmicas y por tanto de obligado tratamiento a través de la medida de mejora pertinente. En este caso, se puede proponer el aislamiento por el exterior de la cubierta plana.

La solución propuesta se basa en un sistema de aislamiento e impermeabilización de cubiertas planas no transitables, formado por:

- Paneles de lana mineral.
- Lámina impermeabilizante autoprottegida, que garantiza la estanqueidad de la cubierta, sin importar las condiciones atmosféricas, por extremas que sean.

La medida presenta importantes ventajas frente a la situación actual, como son las siguientes:

- Aislamiento térmico continuo de la parte superior de la envolvente del edificio, asegurando el cumplimiento del apartado de ahorro de energía (HE1) del CTE (Código Técnico de la Edificación).
- Proporciona confort acústico en el interior del edificio, al tratarse la lana mineral de un material fonoabsorbente que contribuye al aislamiento del ruido aéreo y absorbe el ruido de impacto producido, por ejemplo, por las gotas de lluvia.

El espesor de aislamiento contemplado para el cálculo del ahorro ha sido de 60mm y 100mm, con una conductividad térmica de 0,036W/mK.

Igualmente al apartado anterior los ahorros energéticos en términos de demanda derivados de la implantación de la medida de aislamiento térmico en cubierta se muestran en la siguiente tabla:

El espesor de aislamiento contemplado para el cálculo del ahorro ha sido 60mm. y 100mm. con una conductividad térmica de 0,036 W/mK

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:				DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:			
	CASO BASE	CUBIERTA 60mm.	CUBIERTA 100mm.		CASO BASE	CUBIERTA 60mm.	CUBIERTA 100mm.
Enero	10741,2	9656,2	9514,0	Enero	0,0	0,0	0,0
Febrero	6639,6	5926,5	5826,8	Febrero	0,0	0,0	0,0
Marzo	3311,6	2879,3	2822,7	Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	1157,1	965,9	942,6	Abril	0,0	0,0	0,0
Mayo	39,3	24,6	23,3	Mayo	805,8	820,4	822,9
Junio	0,0	0,0	0,0	Junio	4971,1	4924,4	4915,5
Julio	0,0	0,0	0,0	Julio	10919,2	10693,5	10658,5
Agosto	0,0	0,0	0,0	Agosto	10903,3	10738,2	10710,4
Septiembre	0,0	0,0	0,0	Septiembre	5613,9	5705,0	5715,3
Octubre	478,7	394,8	385,3	Octubre	1166,5	1234,4	1244,0
Noviembre	4221,0	3634,8	3561,7	Noviembre	0,0	0,0	0,0
Diciembre	10504,4	9443,7	9297,0	Diciembre	0,0	0,0	0,0
TOTAL	37092,9	32925,9	32373,4	TOTAL	34379,8	34116,0	34066,8
[KWh/m²]	42,7	37,9	37,2	[KWh/m²]	39,5	39,2	39,2
% MEJORA	-	11,23%	12,72%	% MEJORA	-	0,77%	0,91%

Como se observa en la tabla, el aislamiento de la cubierta tiene una incidencia reducida en ambas demandas, insignificante en el caso concreto de refrigeración.

Como puede observarse se han empleado dos espesores, uno adecuado para la exigencia normativa de la localidad (60mm) y otro mucho más exigente (100mm) para compararlos. Como conclusión se puede decir que merece la pena optar por el valor exigente, ya que mejoran ambos términos, calefacción y refrigeración.

Sustitución de huecos

La medida contempla la sustitución de los huecos actuales (vidrio simple + carpintería aluminio SRPT). Esta medida permite la selección de un vidrio que a la par que confiera propiedades más aislantes, evitando pérdidas en calefacción, permita el control solar, reduciendo las ganancias térmicas en verano y reduciendo así la demanda de refrigeración.

Las demandas térmicas calculadas para la medida propuesta se muestran a continuación:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	SUSTITUCIÓN VENTANAS		CASO BASE	SUSTITUCIÓN VENTANAS
Enero	10741,2	9737,8	Enero	0,0	0,0
Febrero	6639,6	6048,7	Febrero	0,0	0,0
Marzo	3311,6	2987,7	Marzo	0,0	0,0
Abril	1157,1	965,9	Abril	0,0	0,0
Mayo	39,3	23,6	Mayo	805,8	514,7
Junio	0,0	0,0	Junio	4971,1	3999,3
Julio	0,0	0,0	Julio	10919,2	9313,2
Agosto	0,0	0,0	Agosto	10903,3	9321,1
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	5613,9	4621,1
Octubre	478,7	409,5	Octubre	1166,5	867,7
Noviembre	4221,0	3805,1	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	10504,4	9504,0	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	37092,9	33482,2	TOTAL	34379,8	28637,1
[KWh/m²]	42,7	38,5	[KWh/m²]	39,5	32,9
% MEJORA	-	9,73%	% MEJORA	-	16,70%

Como se deduce de la tabla anterior, la medida tiene un impacto moderado sobre la demanda de calefacción (reducción del 9,73%) pero mucho más interesante sobre la demanda de refrigeración (16,7%), debido a que el vidrio seleccionado actúa como dispositivo de control solar, reduciendo la ganancia solar térmica, al mismo tiempo que permite mantener la iluminación natural de la vivienda.

Protecciones solares

Una medida eficaz a la hora de controlar la demanda de refrigeración es el bloqueo de la entrada de la radiación solar a través de los huecos (cerramientos transparentes) con el fin de reducir ganancias térmicas innecesarias.

La medida propuesta contempla el empleo de un dispositivo de bloqueo de la radiación solar en los huecos por el exterior, es decir, puede tratarse de una persiana, un toldo o un dispositivo similar, empleado con criterio inteligente en este sentido.

En este caso los cálculos han sido realizados empleando el dispositivo siempre que la temperatura de la vivienda excediera los 23°C y con esta lógica de control se han obtenido los siguientes resultados:

Una medida eficaz a la hora de controlar la demanda de refrigeración es el bloqueo de la entrada de la radiación solar



DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	TOLDOS		CASO BASE	TOLDOS
Enero	10741,2	10741,2	Enero	0,0	0,0
Febrero	6639,6	6641,2	Febrero	0,0	0,0
Marzo	3311,6	3373,8	Marzo	0,0	0,0
Abril	1157,1	1293,5	Abril	0,0	0,0
Mayo	39,3	57,1	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	2667,5	1661,5
Julio	0,0	0,0	Julio	9858,6	7336,5
Agosto	0,0	0,0	Agosto	9362,3	6674,1
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	3604,0	1993,0
Octubre	478,7	515,3	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	4221,0	4238,6	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	10504,4	10504,4	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	37092,9	37365,2	TOTAL	25492,4	17665,1
[KWh/m ²]	42,7	43,0	[KWh/m ²]	29,6	20,5
% MEJORA	-	-0,73%	% MEJORA	-	30,70%

Como se observa en la tabla anterior la media no afecta a la demanda de calefacción pero su efecto sobre la reducción de la demanda de frío es muy eficaz, reduciéndola en más de un 30%.

Conjunto de medidas propuestas

La siguiente medida contempla realmente la integración de un grupo de medidas formado por el aislamiento de fachada por el exterior (SATE) de 60mm, el aislamiento de cubierta (60mm), la sustitución de ventanas y la gestión inteligente de las protecciones solares, tal y como se describe en los apartados anteriores.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	CONJUNTO		CASO BASE	CONJUNTO
Enero	10741,2	3994,2	Enero	0,0	0,0
Febrero	6639,6	2154,8	Febrero	0,0	0,0
Marzo	3311,6	734,0	Marzo	0,0	0,0
Abril	1157,1	168,2	Abril	0,0	0,0
Mayo	39,3	0,5	Mayo	805,8	28,8
Junio	0,0	0,0	Junio	4971,1	1296,1
Julio	0,0	0,0	Julio	10919,2	4263,2
Agosto	0,0	0,0	Agosto	10903,3	4370,6
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	5613,9	1926,5
Octubre	478,7	79,6	Octubre	1166,5	193,6
Noviembre	4221,0	1044,4	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	10504,4	3956,7	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	37092,9	12132,4	TOTAL	34379,8	12078,8
[KWh/m ²]	42,7	14,0	[KWh/m ²]	39,5	13,9
% MEJORA	-	67,29%	% MEJORA	-	64,87%

La tabla anterior muestra el ahorro en demanda, calculado para una aplicación conjunta de medidas.

Se puede observar que el ratio de demanda anual por m² de superficie pasaría de 42,7 a 14kWh/m² en calefacción y de 39,5 a 13,9kWh/m² en refrigeración. Suponiendo estos descensos (**67,3% y 64,9% respectivamente**) el potencial de ahorro del edificio mediante mejoras de la envolvente.

Para tener una visión económica de lo que supone este ahorro potencial, se realizarán las siguientes suposiciones:

- Las viviendas se encuentran calefactadas y refrigeradas por un único sistema de bomba de calor reversible.
- El rendimiento medio estacional del equipo en calefacción es de 230%.
- El rendimiento medio estacional del equipo en refrigeración es de 200%.
- El precio del kWh (incluidos impuestos) es de 0,1765€/kWh.

Con estas premisas de partida los datos de las tablas anteriores se traducen en términos económicos:

Demanda	Consumo caso base	Ahorro respecto a caso base
Calefacción	2.846,6€	1.915,4€
Refrigeración	3.034,0€	1.968,1€
TOTAL	5.880,5€	3.883,5€

Se puede observar que el ratio de demanda anual por m² de superficie pasaría de 42,7 a 14kWh/m² en calefacción

CONCLUSIONES

Análisis Termográfico

En cuanto a los edificios del Barrio de La Paz, las mayores pérdidas de energía se concentran en las carpinterías y vidrios en los balcones y en ventanas, siendo la causa de estas pérdidas, en la mayoría de las veces, derivada de la mala ejecución del cerrado de los balcones. En estos casos debería asegurarse una buena ejecución que confirme la estanqueidad de estas soluciones.

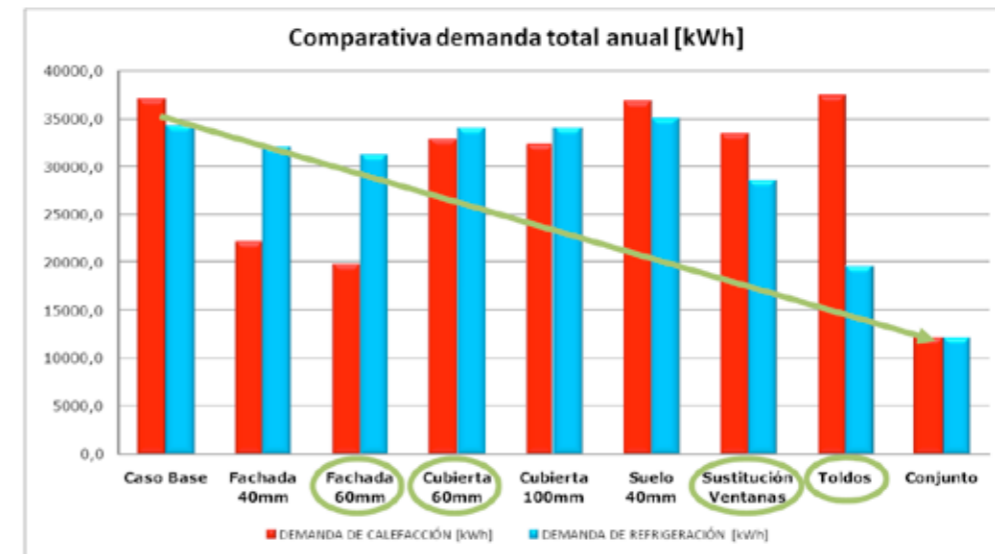
También se manifiestan puentes térmicos importantes en los cantos de los forjados, y en el encuentro de paramentos verticales. Por estos puntos se producen considerables pérdidas de energía.

En general, se puede decir que los edificios analizados en el barrio de La Paz presentan una calidad energética deficiente, derivada de la ausencia de aislamiento térmico en fachadas, y de unas carpinterías de una calidad muy mejorable, así como una calidad constructiva que denota en general y como la mayoría de los edificios de su época poca sensibilidad en los aspectos de eficiencia energética.

Las medidas que tendrían mayor impacto en el ahorro energético de estas viviendas serían la incorporación de aislamiento térmico en las fachadas, y la sustitución de vidrios y carpinterías, aunque debido al clima de Arahal, probablemente estas operaciones no tendrían una justificación desde el punto de vista estrictamente económico, pero sin duda sí desde el punto de vista del confort y de incremento de la calidad.

Simulación Energética

De los cálculos realizados se deduce que el potencial de ahorro es interesante debido a la antigüedad del edificio y su estado actual (carece de reforma integral importante). Sin embargo, el clima suave en invierno de la localidad, implica que la amortización de la instalación de las medidas redunde en periodos de retorno más elevados que en climas severos. No obstante, la mejora del confort de los usuarios, unido a la revalorización del inmueble o la renovación de la estética urbana con todos los valores sociales positivos ligados a ella, son un valor añadido más al del ahorro energético, que hacen de la rehabilitación en este caso una propuesta recomendable.



Comparativa demanda anual. Fuente.- CENER

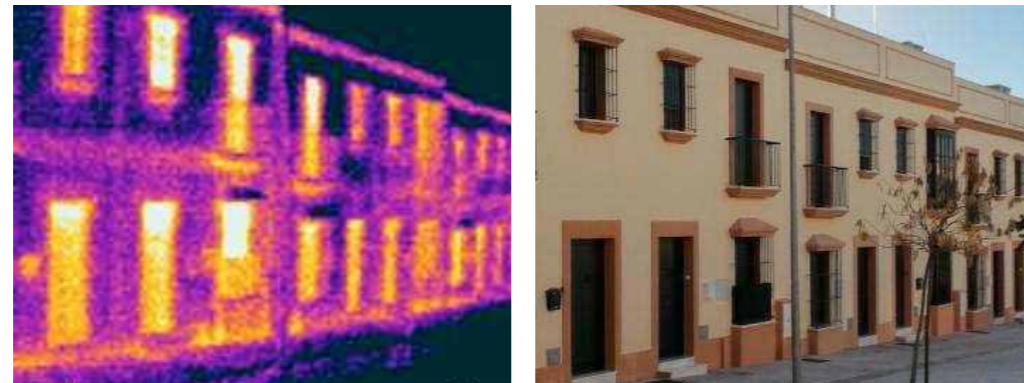
Los edificios analizados en el Barrio de La Paz presentan una calidad energética deficiente

Tal y como se muestra en la figura anterior, la aplicación combinada del conjunto de medidas propuestas supone el mayor ahorro, alcanzando una **reducción de la demanda** de en torno al **67% en calefacción y un 65% en refrigeración**. En términos económicos, según las estimaciones realizadas en el cálculo, estos valores se podrían traducir en un **ahorro de hasta 3.883,5€ anuales** (1.915,4€ en calefacción y 1.968,1€ en refrigeración).

Entre los espesores de aislamiento propuestos, únicamente comentar que aunque existe una mejora del mayor respecto al menor (tanto en fachadas como en cubiertas), ésta no es excesivamente alta, luego podría optarse por realizar la reforma con el menor espesor si surgieran problemas arquitectónicos o el coste se elevara significativamente.

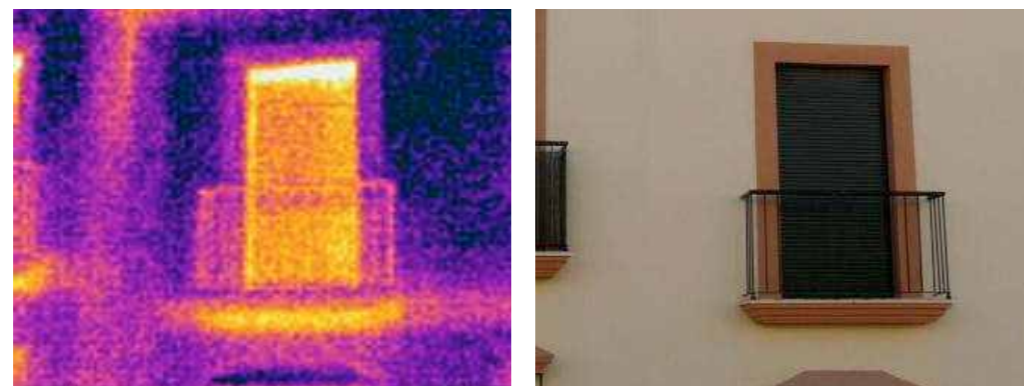
COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO

En las termografías que se muestran a continuación, se puede apreciar débilmente la zona donde se encuentran los forjados, y los muros medianeros, como franjas horizontales y verticales de colores más cálidos, por donde se pierde parte del calor de la vivienda. En general no existen pérdidas significativas en estos elementos comparándolos con el resto del cerramiento opaco.



Termografía .Viviendas unifamiliares en Arahal (Sevilla). Obra nueva. Vista general. Fuente.- CENER

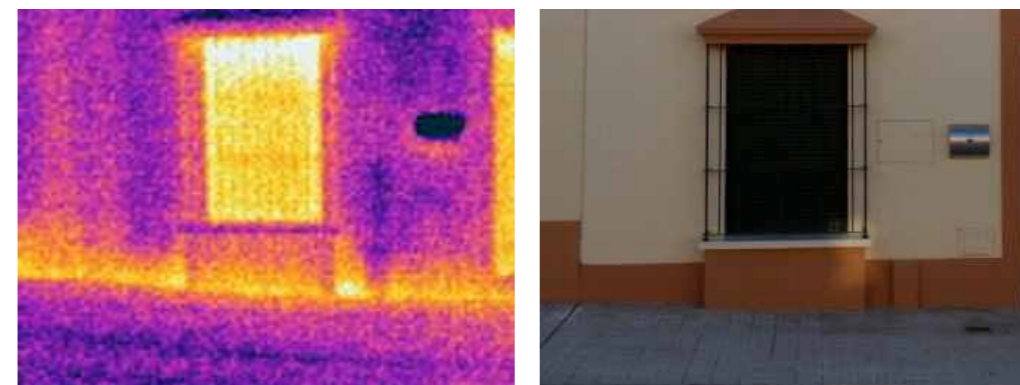
Sin embargo si es destacable, las pérdidas que se localizan a través de la cornisa de coronación de la planta superior, que no es más que la prolongación del forjado de cubierta de última planta, fabricado en hormigón armado y pintado únicamente. Este punto constituye, un claro puente térmico, que debería evitarse en su diseño. Asimismo sucede con el alfeizar del balconcillo. En este caso pertenece al forjado de planta primera constituyendo un contacto directo (sin rotura del puente térmico) desde el interior de la vivienda al exterior. También sucede lo mismo en los alfeizares y en el remate superior de las ventanas, aunque en menor medida, ya que aún siendo piezas añadidas al cerramiento (no pertenecen al forjado), no existe una discontinuidad de carácter aislante, entre el exterior y el interior de la vivienda a través de estas piezas.



Termografía .Viviendas unifamiliares en Arahal (Sevilla). Obra nueva. Detalle fachada. Fuente.- CENER

Por otra parte, se puede comprobar que las ventanas siguen siendo los puntos más débiles, desde un punto de vista térmico del edificio. (Ver imagen anterior y posterior).

A pesar de poseer todas las ventanas vidrios dobles, existe (a pesar de las persianas) una clara pérdida de calor en todas ellas, y principalmente en los encuentros de la carpintería con su hueco. Esto puede deberse o bien a una mala ejecución en la colocación de las carpinterías, que posibilitan flujos de aire a través de grietas o bien que la calidad de las mismas no es lo suficientemente buena para las condiciones del ensayo (día bastante frío para la zona donde se ha realizado) o bien una elevada temperatura de la vivienda que unido a la ya citada temperatura exterior baja, produce un flujo de calor interior-exterior considerable.



Termografía .Viviendas unifamiliares en Arahal (Sevilla). Obra nueva. Detalle fachada. Fuente.- CENER

También son reseñables, las pérdidas significativas en el encuentro entre los cerramientos verticales y el pavimento exterior, como puede observarse en la imagen anterior. Esto es debido a que la estructura de hormigón formada por el forjado de planta baja más el muro del garaje está en contacto directo con el terreno y con el exterior sin ningún tipo de discontinuidad aislante, y que al igual que los alfeizares, constituyen un claro puente térmico.

Al respecto de los edificios de Residencial La Feria II, cabe decir que a pesar de que las temperaturas exteriores en invierno no son excesivamente bajas en ese clima, no deberían descuidarse los detalles constructivos que favorecen las pérdidas térmicas sobre todo a través de los puentes térmicos citados en el informe. Por ello en los edificios nuevos, donde en muchos de ellos no se instalan sistemas de calefacción y a pesar de cumplir la normativa vigente, deberían reducirse al mínimo las pérdidas energéticas, mejorando la calidad de las ventanas (sobre todo las orientadas al norte) y eliminando puentes térmicos derivados del mal diseño o la mala ejecución.

Granollers

Prólogo Alcalde Granollers



Agradecemos a la Federación Española de Municipios y Provincias, FEMP, y la Fundación la Casa que Ahorra la oportunidad de sensibilizar socialmente sobre lo significativas, económica y energéticamente, que pueden llegar a ser las medidas de eficiencia energética en la edificación. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en Granollers implica trabajar en el casi 18% que provienen del sector doméstico, la mitad de las cuales se originan en la climatización de las viviendas. Un edificio bien aislado consume menos energía ya que conserva mejor la temperatura en su interior y pequeñas mejoras en su aislamiento térmico (cubierta, muros, ventanas, cajetines de persianas...) pueden conllevar ahorros energéticos y económicos de hasta el 30% en calefacción y aire acondicionado.

Un centenar de vecinos ha podido saber con este estudio, el estado de sus viviendas en cuanto a eficiencia energética, características de la envolvente de sus edificios así como las deficiencias del mismo.

Las viviendas de barrios de Can Bassa y Congost de principios de los 70 (cuando ni los presupuestos, ni los proyectos, ni la normativa promovían demasiada inversión en eficiencia energética) y la de otro bloque de más nueva construcción en la zona centro (anterior a la entrada en vigor del Código Técnico de Edificación CTE), y las simulaciones de mejoras en los edificios concluyen que hay potenciales significativos de ahorro. Las viviendas de Congost, por ejemplo, presentan circunstancias favorables de cara a la rehabilitación energética, con potenciales de ahorro superiores al 40%. Además del ahorro económico, que permite recuperar la inversión, hay factores que la rehabilitación energética potencia como el confort, la mejora del barrio, la revalorización de las viviendas, etc

Los resultados de este estudio se presentaron a los vecinos en junio, entre los actos de la semana europea de la energía sostenible y pueden consultarse en el bloc del Plan de acción para la energía sostenible de

Granollers (<http://granollers.cat/blogs/paes/>).

A través de la colaboración con dicho programa, los participantes van a poder conocer las características energéticas de su edificio y las deficiencias estructurales de cara a próximas rehabilitaciones así como a la realización del etiquetado energético.

Este camino que tendrán más avanzado con respecto al resto de los edificios no partícipes del estudio, les va a permitir tener la capacidad de gestionar de una manera eficiente la energía consumida, de modo que el ahorro que implica la aplicación de las recomendaciones obtenidas a raíz del estudio puede ser real en un corto periodo de tiempo.

Josep Mayoral i Antigas
ALCALDE DE GRANOLLERS

Municipio: Granollers (Barcelona)

Fecha actuación: 2 de Febrero de 2012

Condiciones climatológicas: -0,5°C / 82% HR / precipitaciones en forma de nieve

En la campaña desarrollada en el municipio de Granollers, se realizaron ensayos en tres bloques de viviendas que pertenecen a promociones diferentes tanto en barrio, como en antigüedad. Dos de ellas se realizan sobre inmuebles antiguos, anteriores a cualquier normativa de edificación en la que se exigieran valores mínimos de transmitancias en cerramientos, y otra promoción de viviendas de los últimos años.

El primer edificio objeto de estudio termográfico, pertenece a la promoción de 494 VPO, que empezaron a construirse en el año 1972, en las inmediaciones del camino de CAN BASSA de Palou, en el municipio de Granollers.



Bloque 1 de viviendas Can Bassa. Fuente.- Google Maps

El edificio tiene forma rectangular alargada, con una orientación Norte-Sur, donde los cerramientos correspondientes a dichas orientaciones son ciegos. Consta de planta baja más cuatro alturas donde todas las viviendas presentan dos orientaciones. Se trata de un edificio antiguo y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética. Posee un porcentaje habitual de ventanas y puertas exteriores, y se encuentra rodeado de bloques de vivienda de similar tipología. Son viviendas de 3 dormitorios y un tamaño medio de 60m² útiles.

El cerramiento exterior es de 15cm de espesor de ladrillo cara vista, careciendo totalmente de aislamiento ni de cámara de aire. Se ha observado una gran heterogeneidad de despiece en las ventanas, lo que muestra que la mayoría de los vecinos, han cambiado las carpinterías originales (originariamente eran de madera con vidrio sencillo), por otras de aluminio (en su mayoría correderas) con vidrios dobles.

Inicialmente, estas viviendas carecían de calefacción. En estos momentos, se aprecia que existe preinstalación de gas, pero muy pocos usuarios están conectados a ella, por lo que se deduce que en la actualidad los sistemas de calefacción son individuales, la mayoría eléctricos (radiadores o bombas de calor).



FACHADA ESTE



FACHADA OESTE



FACHADA SUR



FACHADA NORTE

Fachadas principales del bloque de viviendas. Fuente.- CENER

El cerramiento exterior es de 15cm. de espesor de ladrillo cara vista, careciendo totalmente de aislamiento ni de cámara de aire

El segundo edificio objeto de estudio termográfico pertenece a la promoción viviendas de protección oficial, que empezaron a construirse en el año 1965 en el barrio del Congost, en el municipio de Granollers.



Bloque 2 Barrio Congost. Fuente.- Google Maps

El edificio tiene forma rectangular alargada, con una orientación casi Norte-Sur. Consta de 3 bloques adosados independientes, correspondientes a cada portal y cuenta con planta casi cuadrada, y una altura de baja más cinco, donde solo las viviendas de los portales testeros, presentan 2 orientaciones. Además poseen dos patios centrales por portal, que favorece la ventilación cruzada en épocas estivales. Se trata de un edificio antiguo y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética. Está situado frente a una gran plaza central, sin obstáculos remotos favoreciendo la radiación directa sobre todo la fachada SE, no así la fachada NO que posee una arboleda muy frondosa, de hoja caduca, que obstruye la radiación solar directa en verano (por lo menos a las primeras plantas). Son viviendas de 3 dormitorios y un tamaño medio de 60m² útiles.

El cerramiento exterior es de 30cm de espesor de ladrillo macizo y de gero de 15cm en medianeras y muros de carga, careciendo totalmente de aislamiento ni de cámara de aire.

Se ha observado una gran heterogeneidad de despiece en las ventanas, lo que muestra que la mayoría de los vecinos, han cambiado las carpinterías originales (originariamente eran de madera con vidrio sencillo), por otras de aluminio con vidrios dobles.

En este bloque no existe calefacción centralizada, por lo que cada vecino ha optado por la solución que ha considerado más conveniente. Así existe una gran heterogeneidad en sistemas y en usos.



FACHADA ESTE

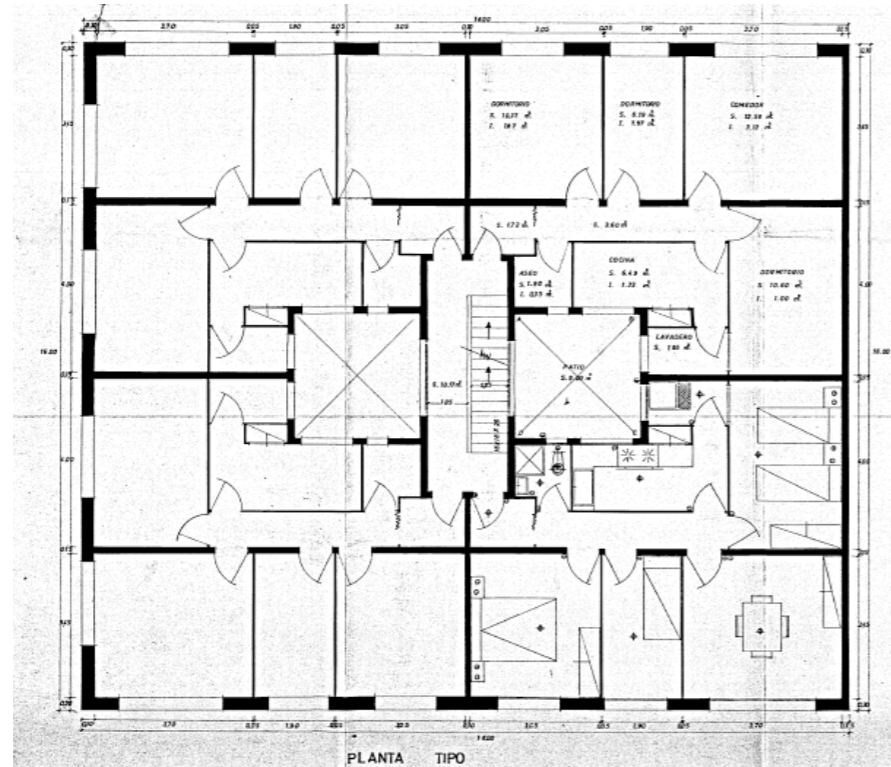
Fachadas principales del Bloque 2. Fuente.- CENER



FACHADA SUROESTE

El cerramiento exterior es de 30cm. de espesor de ladrillo macizo y de gero de 15cm. en medianeras y muros de carga

Los detalles constructivos de más relevancia considerados en el análisis son los siguientes:

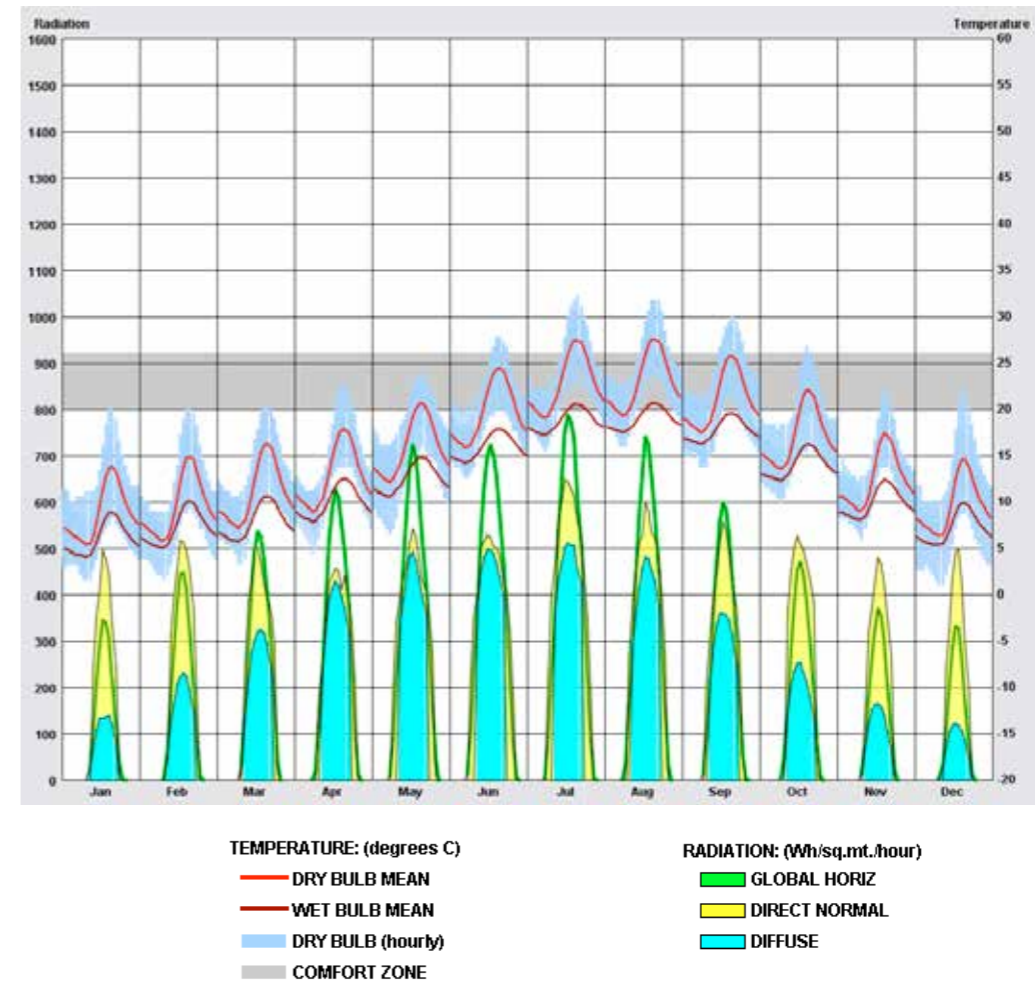


Bloque 2. Planta tipo. Fuente.- CENER

Aunque el edificio objeto de estudio está ubicado en Granollers, debido a su proximidad se ha tomado como referencia climática Barcelona 41,28°Norte, 2,07°Este y una altitud de 6m sobre el nivel del mar.

Se han empleado como datos climáticos en los diversos análisis los provenientes del año meteorológico tipo para dicha localidad.

A modo de resumen, se muestra en la figura siguiente una gráfica con algunos de los datos más interesantes a la hora de realizar el estudio: temperaturas y radiación solar recibida.



Evolución mensual de temperaturas de bulbo seco y húmedo y de la irradiación solar total, directa y difusa. Fuente.- Fichero SWECC (Spanish Weather for Energy Calculations) de la base de datos de EnergyPlus

Los datos climatológicos mostrados en las gráficas del Anexo II son coherentes con la clasificación que hace el CTE (Código Técnico de las Edificación) de la localidad de Granollers, perteneciendo a la zona climática C2.

Esto se traduce en un invierno moderado y un verano suave, indicando la dirección de las medidas de mejora a plantear, que irán encaminadas principalmente a reducir la demanda térmica de calefacción, previsiblemente más crítica que la demanda de refrigeración.

Se quiere hacer constar por último, la importancia que posee la climatología de la localidad a la hora de hacer un buen diagnóstico de la situación actual de la edificación, ya que únicamente contemplando todos los factores se alcanzarán soluciones óptimas desde el punto de vista eficiencia-coste.

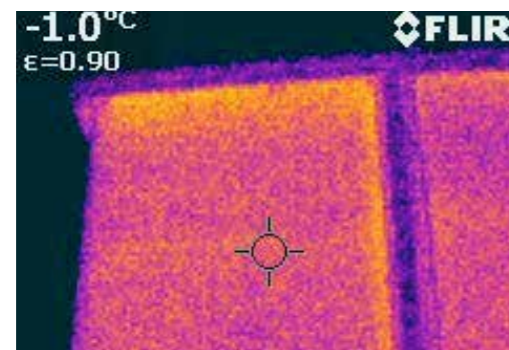


RESULTADOS DEL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO BLOQUE 1

Cerramientos exteriores

El primero de los aspectos a evaluar será el estado general de los cerramientos exteriores, para valorar la existencia de fallos en la envolvente térmica del edificio, que puedan significar puentes térmicos de consideración a través de los cuales el calor fluye al exterior, aumentando las demandas de calefacción del edificio.

Puede apreciarse de las termografías expuestas, la uniformidad "térmica" en el cerramiento exterior; apenas se distinguen zonificaciones térmicas en los cerramientos opacos tales como cantos de forjado o vigas exteriores. Como puede verse en la imagen siguiente de la fachada ciega, se distinguen vagamente zonas con temperaturas algo más elevadas en los encuentros entre el cerramiento y otros elementos como la cubierta o con los muros de carga. No obstante, no se aprecia puntos de fuga de calor en el muro debidos a defectos en las fachadas.



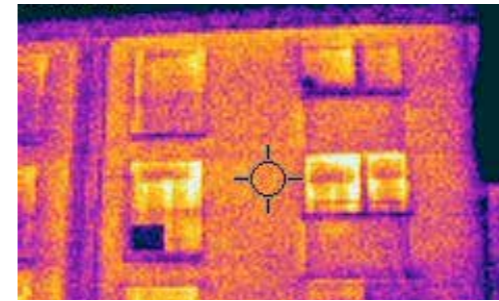
Bloque 1 Can Bassa. Testero ciego. Fuente.- CENER



En las siguientes imágenes pueden apreciarse las mismas circunstancias. Puede apreciarse además que las pérdidas térmicas más acusadas se producen en las partes acristaladas del edificio como muestra de su mayor conductividad. Por otra parte, y en algunos casos, no se aprecian grandes diferencias entre la zona de marco y la zona vidriada del hueco, lo que nos indica calidades del marco "mediocres", (ventanas metálicas algunas con bastantes años, correderas y sin rotura de puente térmico), mientras que en otros estas diferencias son más reseñables (ventanas de PVC de mejor calidad térmica).



Bloque 1 Can Bassa. Fachada oeste. Fuente.- CENER



Bloque 1 Can Bassa. Fachada Este. Fuente.- CENER



En la siguiente termografía cabe destacar, las pérdidas térmicas tan significativas en el encuentro vertical entre el muro que separa la zona de los tendederos y el cerramiento que delimita la caja de escaleras. Este fenómeno es repetitivo en todo el edificio en esta localización, y es debido a la debilidad térmica de este encuentro, acrecentado con la probable cubrición del antiguo tendedero exterior con carpintería metálica, sin haber protegido previamente esa esquinera, que antaño pertenecía a un cerramiento exterior.



Bloque 1 Can Bassa. Fachada Oeste. Pérdidas en encuentro vertical. Fuente.- CENER



Pérdidas térmicas significativas en el encuentro vertical entre el muro que separa los tendederos y el cerramiento que delimita la caja de escalera

También merece la pena reseñar, algunas diferencias de temperaturas en cerramientos opacos entre diferentes viviendas (ver termografía siguiente), señal inequívoca de ligeras diferencias en las temperaturas interiores de las viviendas. Con cerramientos tan pobres desde un punto de vista de eficiencia energética, estas diferencias de temperaturas son más palpables.



Bloque 1 Can Bassa. Fachada Este. Fuente.- CENER

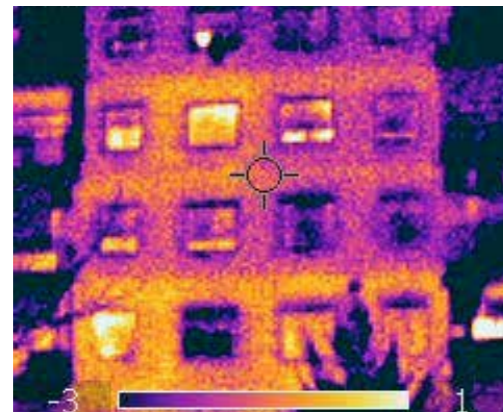


RESULTADOS DEL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO BLOQUE 2

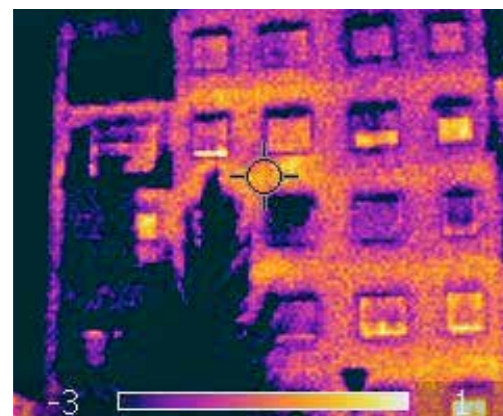
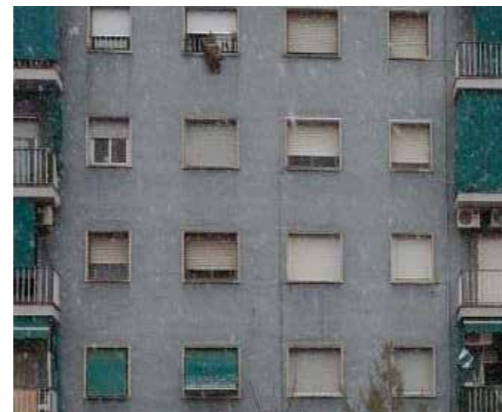
Cerramientos exteriores

La situación de los edificios del Congost, desde un punto de vista de su envolvente térmica, es similar al de los edificios del barrio de Can Bassa. Son edificios antiguos, anteriores a la primera normativa española de edificación que fijara mínimos en aspectos térmicos de los cerramientos (NBE-CT-79), con cerramientos sin cámara de aire ni aislamiento y carpinterías de madera con vidrios simples en origen.

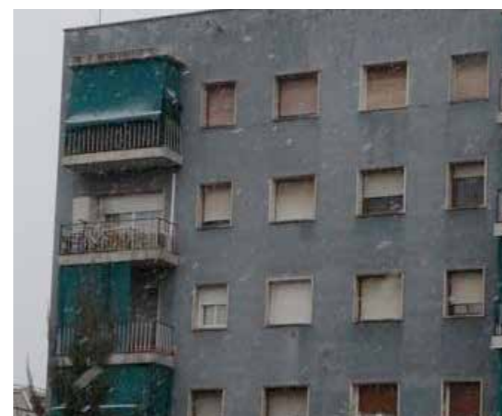
Igualmente que en el caso anterior, puede apreciarse en las termografías expuestas, que apenas se distinguen zonificaciones térmicas en los cerramientos opacos tales como cantos de forjado, vigas exteriores o muros de carga. Lo más que puede apreciarse son algunas diferencias de temperaturas en cerramientos opacos entre diferentes viviendas, más claramente que en el caso anterior (ver termografía siguiente), señal inequívoca de diferencias en las temperaturas interiores de las viviendas, que con cerramientos de mala calidad se aprecian con más claridad.



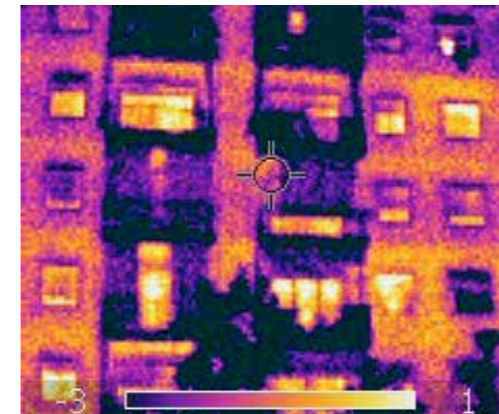
Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Fuente.- CENER



Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Fuente.- CENER



En estas viviendas, en las que no existen sistemas comunitarios de calor, los sistemas de calefacción individuales son bastante heterogéneos, al igual que su uso (dependiendo de la ocupación, edad de los inquilinos e incluso de los recursos económicos de las familias), pudiéndose producir grandes diferencias de temperatura interior de las viviendas. En las siguientes imágenes pueden apreciarse zonas oscuras en la parte de los balcones. Estas corresponden a los toldos, y su color no debe llevarnos a engaño (más oscuro no es siempre equivalente a menos pérdidas y viceversa, sino a una temperatura más baja, y en este caso al estar en el exterior y no estar en contacto con ningún elemento interior, están obviamente a una temperatura más baja).

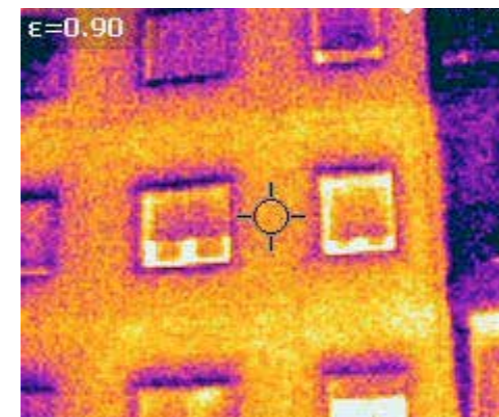


Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Fuente.- CENER



Puede apreciarse el efecto ligeramente aislante que producen las persianas

En las siguientes imágenes, puede apreciarse además que las pérdidas térmicas más acusadas se producen en las partes acristaladas del edificio como muestra de su mayor conductividad. Además puede apreciarse el efecto ligeramente aislante que producen las persianas, sobre todo las que están en buen estado y permiten cierta "impermeabilidad al aire". También puede observarse pérdidas de calor (zonas claras) en carpinterías y persianas donde existen infiltraciones (encuentros entre la carpintería de la ventana y su hueco).

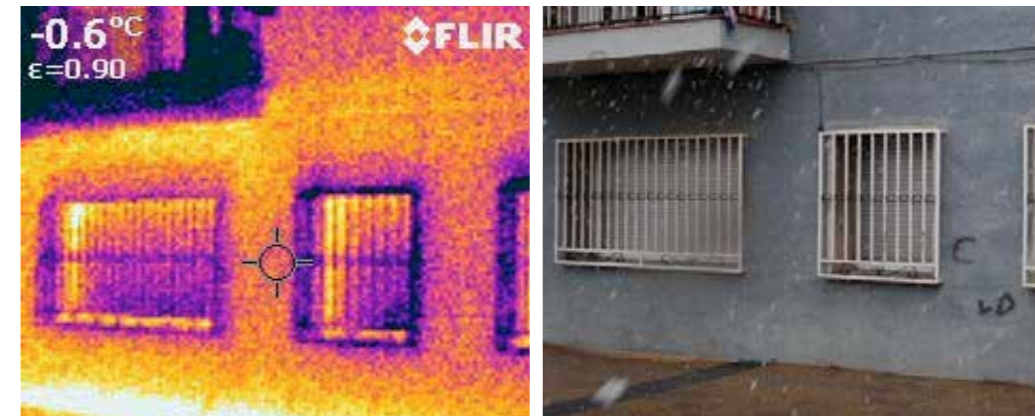


Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Pérdidas en carpinterías. Fuente.- CENER





Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Fuente.- CENER



Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Pérdidas encuentro con suelo. Fuente.- CENER

Se aprecia también (tanto en la imagen anterior como en la siguiente), que aparecen zonas más calientes en algunas viviendas bajo la ventana. Es muy probable que este fenómeno indique la existencia de radiadores conectados en esos lugares.



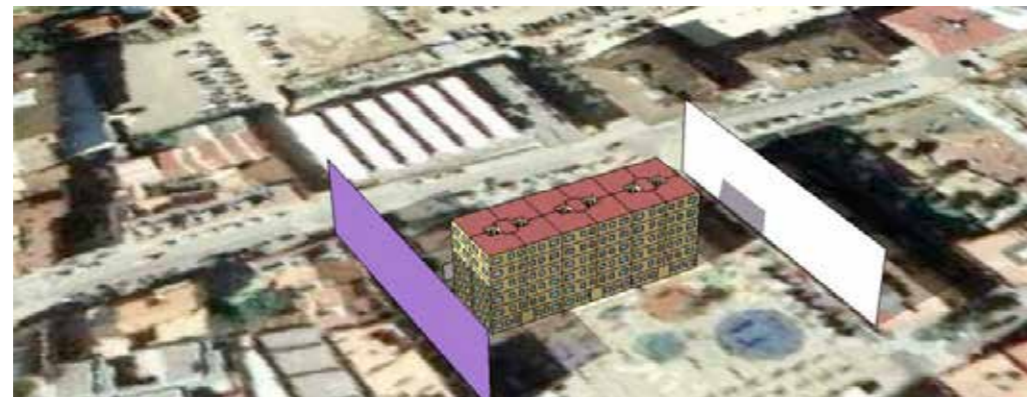
Bloque 2 barrio Congost. Fachadas. Fuente.- CENER

Por último, se aprecian unas pérdidas significativas de calor en el encuentro entre el cerramiento vertical de planta baja y el suelo. Esta circunstancia se debe a la ausencia del aislamiento perimetral en el cerramiento en contacto con el terreno. Ver figura siguiente.

RESULTADOS SIMULACIÓN ENERGÉTICA BLOQUE 2

El modelo geométrico del edificio objeto de estudio se ha realizado en base a información documental disponible, intentando reproducir en la medida de lo posible la geometría real, zonificando cada planta según los usos y orientaciones de las diferentes zonas (vivienda y circulaciones).

Igualmente se han considerado como obstáculos remotos todos aquellos edificios circundantes susceptibles de generar sombras significativas sobre el edificio objeto tal y como se muestra en las siguientes figuras, así como otros elementos significativos como el arbolado existente en la fachada noroeste.



Modelo geométrico fachada Este. Fuente.- CENER

Para cuantificar el potencial de ahorro energético derivado de la implantación de distintas medidas de mejora de la envolvente térmica del edificio, el primer paso ha sido cuantificar el punto de referencia o caso base, mediante la introducción al modelo computacional de todos los elementos descritos en los apartados anteriores: geometría, orientación, detalles constructivos, cargas internas (ocupación, iluminación y equipos) y temperaturas de consigna según el perfil de uso del edificio.

La siguiente tabla resume los resultados más significativos de la simulación: las demandas totales y por unidad de superficie de vivienda.

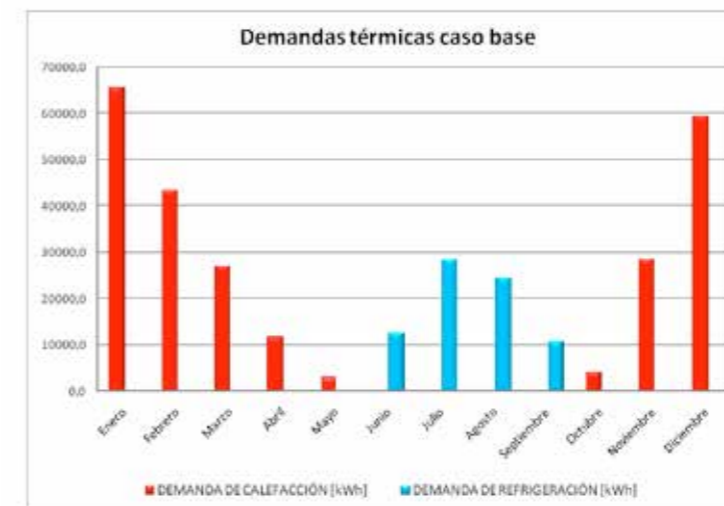
	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	242.325,7	60,1
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	76.259,5	18,9

Como cabía esperar, debido a la zona climática (C2) y a las características del edificio, la demanda de calefacción presenta un mayor peso frente a la de refrigeración. Estos valores,

aunque muy elevados para la localidad en el marco normativo actual (CTE), son coherentes con el año de construcción del edificio y la deficiencia de su envolvente térmica.

Respecto a este punto se referenciarán entonces los ahorros energéticos de las distintas medidas de mejora propuestas en el apartado siguiente.

Para ilustrar en mayor medida el caso de referencia se muestra a continuación una gráfica de las demandas mensuales, donde se puede observar el peso que adquieren las demandas a lo largo de los diferentes meses.



Demandas térmicas mensuales. Fuente.- CENER

Los meses de diciembre y enero suponen el mayor peso de la demanda de calefacción

Como se aprecia los meses de diciembre y enero suponen el mayor peso en la demanda de calefacción, suponiendo un 51%. Es en esos meses cuando el usuario deberá tener un mayor cuidado en sus hábitos de consumo, debiendo asegurar la ventilación estricta por motivos de salubridad (nunca más) y no elevar la temperatura de su vivienda por encima de los 20-21°C recomendados para confort, ya que el incumplimiento de cualquiera de estas premisas incidiría en estos meses sobre un incremento más importante de la demanda de calefacción.

En el caso de la demanda de frío los meses de julio y agosto son los críticos, durante los que se deberá cuidar emplear protecciones solares para bloquear la entrada de la radiación solar a la par que realice una generosa ventilación de la vivienda, sobre todo durante las horas nocturnas durante las cuales las temperaturas descienden significativamente y permiten reducir el calor acumulado durante el día. De nuevo, si no se siguen estos principios básicos, esta demanda podría alcanzar valores superiores.

Hay que destacar que las demandas calculadas corresponden con los calendarios y temperaturas de consigna tomadas como referencia ilustrándose a continuación mediante las temperaturas en las viviendas de la planta tipo del edificio (planta intermedia) de forma horaria, durante los 10 primeros días de los meses más representativos según las demandas (diciembre y julio).

MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS

Sistema de Aislamiento por el Exterior (SATE)

La primera medida de mejora contemplada consiste en un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) compuesto por un panel de lana mineral y un acabado exterior de mortero, idóneo para la rehabilitación de edificios existentes.

La medida propuesta presenta importantes ventajas tales como:

- Aislamiento térmico continuo de la fachada.
- Gran mejora del confort acústico.
- Resistencia a la intemperie: Durabilidad del sistema.
- Garantiza la transpiración de la fachada (permeabilidad al vapor de agua).

En base a la zona climática, se realizará el cálculo de ahorro energético para dos casos 40mm y 80mm (más exigente), con una conductividad de 0,036W/mK. Así, se permitirá la comparativa entre ambas posibilidades.

Los resultados obtenidos del cálculo de la demanda con la aplicación de esta medida al edificio se muestran en la siguiente tabla:

	DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:			
	CASO BASE	40mm.	80mm.	CASO BASE	40mm.	80mm.	
Enero	65383,0	47568,1	44595,3	Enero	0,0	0,0	0,0
Febrero	43347,2	30298,6	28203,8	Febrero	0,0	0,0	0,0
Marzo	27054,7	17996,4	16812,5	Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	11708,5	7376,0	6940,0	Abril	0,0	0,0	0,0
Mayo	2981,8	1835,5	1789,1	Mayo	0,0	0,0	0,3
Junio	0,0	0,0	0,0	Junio	12632,8	12430,7	12531,4
Julio	0,0	0,0	0,0	Julio	28354,1	26845,7	26681,1
Agosto	0,0	0,0	0,0	Agosto	24499,6	23331,9	23162,9
Septiembre	0,0	0,0	0,0	Septiembre	10773,0	10510,7	10532,4
Octubre	4186,7	4001,5	3707,2	Octubre	0,0	0,0	0,0
Noviembre	28456,8	27140,9	25528,3	Noviembre	0,0	0,0	0,0
Diciembre	59207,1	56551,5	53683,2	Diciembre	0,0	0,0	0,0
TOTAL	242325,7	192768,5	181259,4	TOTAL	76259,5	73118,9	72908,2
[KWh/m²]	60,1	47,8	45,0	[KWh/m²]	18,9	18,1	18,1
% MEJORA	-	20,45%	25,20%	% MEJORA	-	4,12%	4,39%

Como puede observarse en la tabla anterior, la aplicación de la medida implica la disminución de la demanda tanto en calefacción como en refrigeración, aunque es en calefacción donde aporta los resultados más llamativos; una mejora porcentual entre el 20 y el 25% de reducción de la demanda.

Los cálculos realizados con dos espesores de aislamiento (40mm y 80mm) revelan una ligera mejora en la aplicación del mayor espesor, aunque insignificante en el caso de demanda de refrigeración.

Aislamiento de cubierta

La antigüedad del edificio implica la ausencia de cualquier tipo de aislamiento, luego la cubierta también es un punto de importantes pérdidas térmicas y por tanto de obligado tratamiento a través de la medida de mejora pertinente.

En este caso, aprovechando la rehabilitación de la cubierta debido al mal estado de la misma, se puede proponer el aislamiento por el exterior de la cubierta plana. La solución propuesta se basa en un sistema de aislamiento e impermeabilización de cubiertas planas no transitables, formado por:

- Paneles de lana mineral.
- Lámina impermeabilizante autoprottegida, que garantiza la estanqueidad de la cubierta, sin importar las condiciones atmosféricas, por extremas que sean.

La medida presenta importantes ventajas frente a la situación actual, como son las siguientes:

- Aislamiento térmico continuo de la parte superior de la envolvente del edificio, asegurando el cumplimiento del apartado de ahorro de energía (HE1) del CTE (Código Técnico de la Edificación).
- Proporciona confort acústico en el interior del edificio, al tratarse la lana mineral de un material fonoabsorbente que contribuye al aislamiento del ruido aéreo y absorbe el ruido de impacto producido, por ejemplo, por las gotas de lluvia.

El espesor de aislamiento contemplado para el cálculo del ahorro ha sido de 60mm y 100mm, con una conductividad térmica de 0,036W/mK.

El aislamiento de cubierta proporciona confort acústico en el interior del edificio así como aislamiento térmico

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:				DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:			
	CASO BASE	40mm.	80mm.		CASO BASE	40mm.	80mm.
Enero	65383,0	55635,6	54953,9	Enero	0,0	0,0	0,0
Febrero	43347,2	36589,3	36141,6	Febrero	0,0	0,0	0,0
Marzo	27054,7	22250,6	21997,1	Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	11708,5	9218,9	9144,3	Abril	0,0	0,0	0,0
Mayo	2981,8	2249,0	2236,6	Mayo	0,0	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	Junio	12632,8	10418,4	10285,8
Julio	0,0	0,0	0,0	Julio	28354,1	24862,0	24625,6
Agosto	0,0	0,0	0,0	Agosto	24499,6	21940,8	21773,3
Septiembre	0,0	0,0	0,0	Septiembre	10773,0	9787,4	9747,0
Octubre	4186,7	3973,2	3901,2	Octubre	0,0	0,0	0,0
Noviembre	28456,8	27194,4	26803,2	Noviembre	0,0	0,0	0,0
Diciembre	59207,1	56896,3	56222,5	Diciembre	0,0	0,0	0,0
TOTAL	242325,7	214007,4	211400,4	TOTAL	76259,5	67008,6	66431,7
[KWh/m²]	60,1	53,1	52,4	[KWh/m²]	18,9	16,6	16,5
% MEJORA	-	11,69%	12,76%	% MEJORA	-	12,13%	12,89%

Como se observa en la tabla, el aislamiento de la cubierta tiene una incidencia algo superior que el aislamiento en fachada sobre la demanda de refrigeración, alcanzando una reducción de hasta el 12,89% sobre la demanda global, muy similar a la incidencia sobre calefacción en término porcentual.

Sin embargo, aunque estos valores se muestran en términos globales para permitir la comparativa de todas las medidas, ésta en concreto presentará una incidencia mucho más elevada en las viviendas de la última planta, mejorando las condiciones de confort y reduciendo el consumo de las mismas de forma sustancial. No será así, en las plantas inferiores donde su influencia será nula.

Como puede observarse la diferencia en la repercusión entre los dos espesores de aislamiento sugeridos (60mm y 100mm) es mínima, luego la decisión debiera tomarse contemplando el coste de ambas.

Doblado de ventanas

La medida contempla el doblado de los huecos, es decir, la adición de una hoja o carpintería exterior a los huecos ya existentes. Esta medida contempla por un lado el componente estético, permitiendo la unificación de la fachada conservando las carpinterías actuales, a la par que aporta una mejora energética al ofrecer una mayor resistencia térmica, evitando una fracción de las pérdidas actuales a través de huecos y reduciendo las infiltraciones a través de los contornos de hueco, al favorecer esta segunda piel la estanqueidad de los mismos. Dado que

la mayor parte de los propietarios han realizado mejoras puntuales en esta materia el caso base ha contemplado ya un caso favorable, consistente en carpintería con rotura del puente térmico y vidrio doble claro con cámara de 13mm.

Las demandas térmicas calculadas para la medida propuesta se muestran a continuación:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	DOBLADO HUECOS		CASO BASE	DOBLADO HUECOS
Enero	65383,0	61231,6	Enero	0,0	0,0
Febrero	43347,2	40581,1	Febrero	0,0	0,0
Marzo	27054,7	25166,3	Marzo	0,0	0,0
Abril	11708,5	10766,1	Abril	0,0	0,0
Mayo	2981,8	2704,5	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	12632,8	11817,2
Julio	0,0	0,0	Julio	28354,1	27007,1
Agosto	0,0	0,0	Agosto	24499,6	23407,4
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	10773,0	10209,2
Octubre	4186,7	3781,7	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	28456,8	26460,3	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	59207,1	55379,0	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	242325,7	226070,6	TOTAL	76259,5	72440,9
[KWh/m²]	60,1	56,1	[KWh/m²]	18,9	18,0
% MEJORA	-	6,71%	% MEJORA	-	5,01%

Como se deduce de la tabla anterior, la medida tiene un impacto moderado sobre ambas demandas (calefacción y refrigeración). No obstante, hay que considerar que se ha partido de un caso optimista del caso base, cierto en la mayoría de los propietarios pero no en todos.

Así, en el caso de las viviendas con unos acristalamientos de peor calidad a la contemplada en el caso base, el ahorro esperado será mayor y la mejora en el confort muy significativa.

Conjunto de medidas propuestas

La siguiente medida contempla realmente la integración de un grupo de medidas formado por el aislamiento de fachada por el exterior (SATE) de 80mm, el aislamiento de cubierta (100mm) y el doblado de huecos, tal y como se explica en los apartados anteriores.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	TODAS		CASO BASE	TODAS
Enero	65383,0	38271,0	Enero	0,0	0,0
Febrero	43347,2	25084,4	Febrero	0,0	0,0
Marzo	27054,7	15779,0	Marzo	0,0	0,0
Abril	11708,5	7047,0	Abril	0,0	0,0
Mayo	2981,8	1991,8	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	12632,8	8302,7
Julio	0,0	0,0	Julio	28354,1	20026,6
Agosto	0,0	0,0	Agosto	24499,6	18237,2
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	10773,0	8516,3
Octubre	4186,7	1691,7	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	28456,8	13871,9	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	59207,1	33748,2	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	242325,7	137485,1	TOTAL	76259,5	55082,8
[KWh/m ²]	60,1	34,1	[KWh/m ²]	18,9	13,7
% MEJORA	-	43,26%	% MEJORA	-	27,77%

La tabla anterior muestra el ahorro en demanda, calculado para una aplicación conjunta de medidas, tomando el conjunto de aquellas que aportaban un mayor ahorro.

Se puede observar que el ratio de demanda anual por m² de superficie pasaría de 60,1 a 34,1kWh/m² en calefacción y de 18,9 a 13,7kWh/m² en refrigeración. Suponiendo estos descensos (**43,26% y 27,77% respectivamente**) el potencial de ahorro del edificio mediante mejoras de la envolvente.

Para tener una visión económica de lo que supone este ahorro potencial, se realizarán las siguientes suposiciones:

- La calefacción se genera mediante caldera de gas natural individual.
- El rendimiento medio estacional de la caldera es 0,8.
- El precio del kWh de gas natural (incluidos impuestos) referenciado al PCI es de 0,062€.
- La refrigeración se genera mediante un equipo de aire acondicionado individual.
- El rendimiento medio estacional del equipo de frío es de 250%.
- El precio del kWh (incluidos impuestos) es de 0,17€.

Con estas premisas de partida los datos de las tablas anteriores se traducen en términos económicos:

Demanda	Consumo caso base	Ahorro respecto a caso base
Calefacción	18.780,2€	8.125,1€
Refrigeración	5.185,6€	1.440,0€
TOTAL	23.965,89€	9.565,1€

CONCLUSIONES

Análisis Termográfico

Los análisis termográficos son estudios complejos en los que influyen multitud de variables, tal y como se ha descrito al inicio del documento. Es por ello que su interpretación es asimismo compleja y debe hacerse por personal cualificado. La información aportada por estos estudios es limitada, pues existen factores desconocidos que pueden tergiversar los resultados. Así, el edificio antiguo analizado en este informe, presenta pocas discontinuidades térmicas para lo que cabría esperarse, ésto no significa que el edificio tenga limitadas las pérdidas energéticas, sino que lo hace de manera uniforme por todo su cerramiento opaco.

La principal conclusión que puede extraerse de este informe es que la calidad energética del edificio analizado es muy pobre como casi todos los construidos en esa época y las pérdidas de energía que se producen a través de sus cerramientos, tanto opacos como transparentes es muy grande. El potencial de ahorro de energía en estos edificios es muy grande, para lo cual sería necesaria una rehabilitación energética basada en una solución integral que renueve la envolvente por el exterior incluido nuevas carpinterías.

El potencial de ahorro de energía en estos edificios es muy grande, para lo cual sería necesaria una rehabilitación energética basada en una solución integral que renueve la envolvente por el exterior incluido nuevas carpinterías.

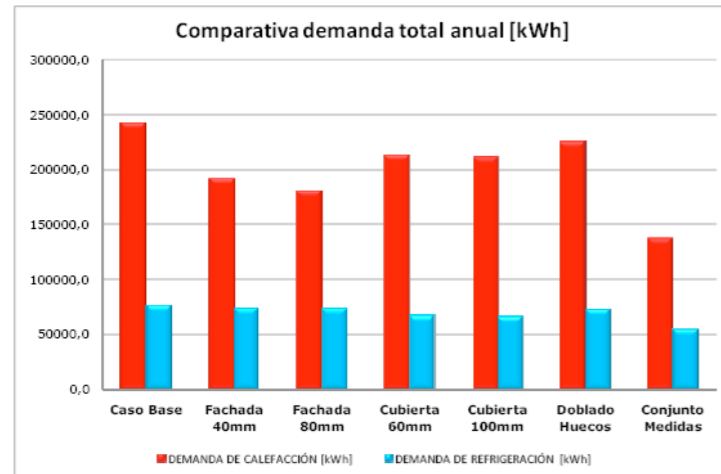
Simulación Energética

De los cálculos realizados se deduce que el potencial de ahorro es bastante interesante debido a la antigüedad del edificio y su estado actual (carece de reforma integral importante).

No obstante, el clima suave, tanto en invierno como en verano, de la localidad, implica obviamente que la amortización de la instalación de las medidas redunde en periodos de retorno más elevados que en climas severos.

A pesar de ello, la mejora del confort de los usuarios, unido a la revalorización del inmueble o la renovación de la estética urbana con todos los valores sociales positivos ligados a ella, son

un valor añadido más al del ahorro energético, que hacen de la rehabilitación en este caso una propuesta recomendable.



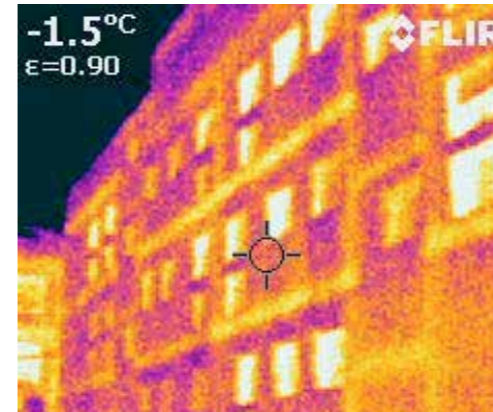
Comparativa demanda anual. Fuente.- CENER

Tal como se muestra en la figura anterior, la aplicación combinada del conjunto de medidas propuestas supone el mayor ahorro, alcanzando una **reducción de la demanda de en torno al 43% en calefacción y un 28% en refrigeración**. En términos económicos, según las estimaciones realizadas en el cálculo, estos valores se podrían traducir en un ahorro de hasta **9.500€ anuales** (8.100€ en calefacción y 1.400€ en refrigeración).

Entre los espesores de aislamiento propuestos, únicamente comentar que aunque existe una mejora del mayor respecto al menor (tanto en fachadas como en cubiertas), ésta no es excesivamente alta, luego podría optarse por realizar la reforma con el menor espesor si surgieran problemas arquitectónicos o el coste se elevara significativamente.

COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO

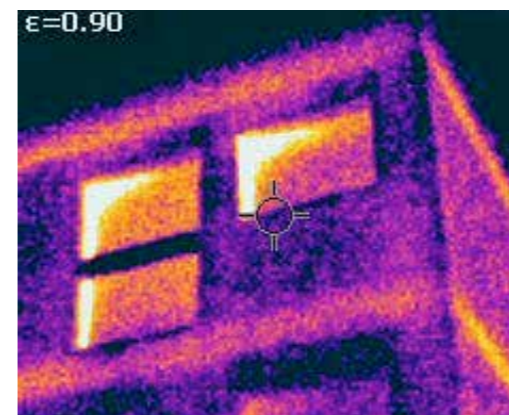
En las termografías que se muestran a continuación, se puede ver claramente la zona donde se encuentran los forjados, como franjas horizontales de colores más cálidos, por donde se pierde parte del calor de la vivienda. Aunque a simple vista pueda parecer que estas viviendas tiene más pérdidas y están peor construidas que las de los barrios antiguos, en análisis más sosegado, lo que nos indican estas imágenes es que la transmisividad es mucho mejor (más baja) en los cerramientos que en los frentes de los forjados, algo que no pasaba en los edificios antiguos que la transmisividad era similar (e igual de mediocre) en ambas circunstancias.



Edificio zona centro. Fachada Oeste. Fuente.- CENER

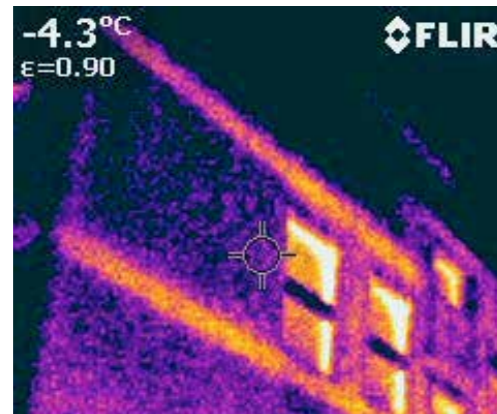
Además es bastante probable que en estas viviendas, la temperatura interior sea bastante superior que las viviendas antiguas (todas las viviendas tienen sistema de calefacción mediante bomba de calor, el nivel adquisitivo es superior...) con el consiguiente mayor flujo de energía hacia el exterior (sobre todo en días con temperaturas exteriores tan frías).

En las siguientes termografías, se vuelve a apreciar la diferenciación térmica de los forjados. Por otra parte, se puede comprobar que las ventanas siguen siendo los puntos más débiles, desde un punto de vista térmico del edificio.

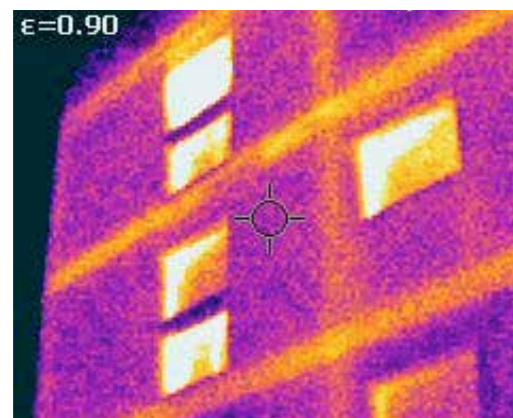


Edificio zona centro. Pérdidas en canto de forjados y carpinterías. Fuente.- CENER

Las medidas propuestas han supuesto un descenso de un 43,26% en la demanda de calefacción



Edificio zona centro. Pérdidas en canto de forjados y carpinterías. Fuente.- CENER



Edificio zona centro. Pérdidas en canto de forjados y carpinterías. Fuente.- CENER

A pesar de poseer todas las ventanas vidrios dobles, existe (a pesar de las persianas) una clara pérdida de calor en todas ellas, y principalmente en los encuentros de la carpintería con su hueco. Esto puede deberse en parte a una posible mala ejecución en la colocación de las carpinterías, que posibilitan flujos de aire a través de grietas, y en gran parte a la considerable diferencia en los valores de transmitancia entre el cerramiento opaco y los vidrios y los marcos, sobre todo en viviendas más modernas. Esto unido a una elevada temperatura de la vivienda, junto con la ya citada temperatura exterior baja, produce un flujo de calor interior-externo muy importante.

Los edificios nuevos presentan deficiencias que pueden ser subsanables. Los puentes térmicos en general y los frentes de forjado, pilares exteriores y los existentes en las carpinterías en particular, representan el talón de Aquiles de la construcción tradicional en España (desde un punto de vista de eficiencia energética), y debería ponerse más énfasis en su protección y su ejecución, ya que las pérdidas energéticas por ellos representan cantidades más importantes de los que se presupone.

Madrid

Prólogo Consejero Delegado de
la EMVS de Madrid

En el Ayuntamiento de Madrid llevamos ya diez años impulsando un profundo proceso de revitalización urbana que se extiende no sólo al casco histórico, sino al conjunto de la ciudad, y dentro de ella, a sus barrios y colonias, la mayoría del siglo pasado, que demandan nuevas soluciones, y cuya transformación constituye una oportunidad para incrementar la calidad de vida de sus residentes.

Estamos convencidos de los efectos sociales y económicos asociados a la rehabilitación: contribuye a mejorar la habitabilidad, la accesibilidad y la sostenibilidad del patrimonio edificado, incrementando la calidad de vida de los ciudadanos. Y además, fundamental en este momento, es un motor de empleo primordial.

Las administraciones debemos tomar la iniciativa e implantar criterios de calidad y sostenibilidad para que posteriormente se trasladen al conjunto de la sociedad. Precisamente en el compromiso del Gobierno de la ciudad con la innovación y



la sostenibilidad aplicadas a la arquitectura y el urbanismo, se enmarca el estudio que recoge este libro y que se suma al resto de programas y proyectos, algunos internacionales, en los que participa el Ayuntamiento de Madrid.

En esta línea, el Ayuntamiento puso en marcha en 2009 un programa de subvenciones municipales a la Rehabilitación Sostenible, con la que se cumple el compromiso de promover una ciudad más eficiente introduciendo elementos innovadores en los barrios más consolidados. Un buen ejemplo de cómo la colaboración público-privada puede cambiar el paisaje urbano de una zona degradada, convirtiéndola en un espacio de calidad, y donde los vecinos han ganado calidad de vida, con la mejora del espacio público y de sus viviendas.

Este programa de ayudas se suma a otras tres líneas de ayudas públicas a la rehabilitación, que arrojan cifras muy positivas y que avalan el tándem “rehabilitación-sostenibilidad”

como elemento estratégico para recuperar la senda de la reactivación económica y la generación de empleo en Madrid y en España.

Fermín Oslé Uranga
CONSEJERO DELEGADO DE LA EMPRESA
MUNICIPAL DE VIVIENDA Y SUELO (EMVS)
AYUNTAMIENTO DE MADRID

Municipio: Madrid

Fecha actuación: 29 de Febrero de 2012

Condiciones climatológicas: 5°C / 72% HR / viento en calma

El estudio se realizó en un bloque de 16 viviendas en el Barrio de los Ángeles, en el cual se ha llevado a cabo un análisis termográfico y un análisis energético. Dicho edificio data del año 1962.



Bloque de viviendas en Madrid. Fuente.- Google Maps

El edificio tiene forma rectangular alargada, y consta de planta baja más siete alturas. Los primeros usuarios entraron en el edificio en el año 1962, hace ya 50 años, por lo que se trata de un edificio antiguo y que durante estos años no se ha llevado a cabo ninguna rehabilitación energética a nivel de edificio. Tan sólo las medidas que hayan podido ejecutar los vecinos de manera individual. El porcentaje de cerramientos transparentes no es muy elevado. Sobre estos cerramientos, se aprecia que algunos han optado por colocar doble ventana, otros cambiaron ventanas colocando unas más aislantes térmicamente. En lo que coinciden 15 de las 16 viviendas del bloque han cerrado la terraza que tiene una de las habitaciones.

Mediante inspección visual se aprecia que el edificio presenta varias grietas, una de las cuales es visible desde la cara Norte y está situada en la medianera con el edificio anexo y comienza en las plantas bajas llegando hasta la parte superior del edificio.

El sistema de calefacción de las viviendas es individual y tiene principalmente como unidad terminal radiadores. Para la generación de calor, la mayoría de los vecinos emplean calderas de gas y algún otro tiene calefacción eléctrica.



FACHADA NORTE



FACHADA ESTE



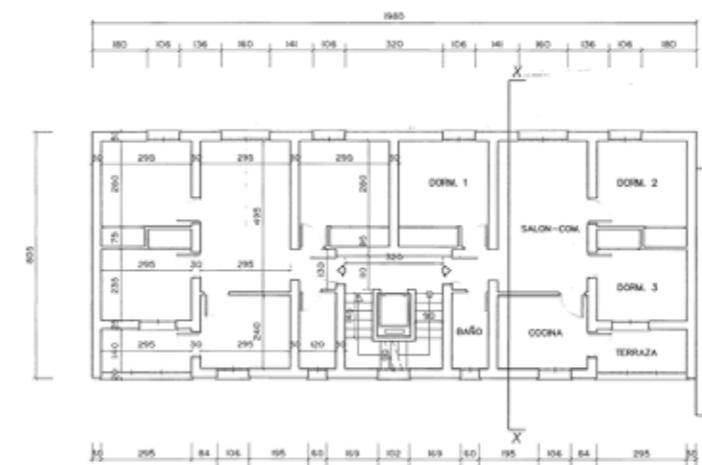
FACHADA SUR

Fachadas principales del bloque de viviendas. Fuente.- CENER

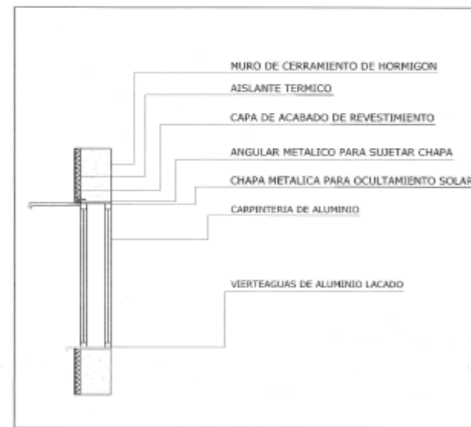
A día de hoy existe ya un proyecto de rehabilitación redactado y visado con fecha 27/06/2011, el cual incorpora ya medidas que aparte de mejorar el estado y estética exterior del edificio, mejorarían la eficiencia energética del mismo.

El proyecto contempla entre otras medidas, la mejora de la envolvente mediante la adición de 4cm de aislamiento térmico y el doblado de huecos para la unificación estética de la fachada.

El proyecto de rehabilitación consultado permite recopilar los siguientes detalles, de gran utilidad para el análisis y simulación energética del edificio.



Planta tipo. Fuente.- EMVS de Madrid



Planta tipo. Fuente.- EMVS de Madrid



Planta tipo. Fuente.- EMVS de Madrid

Las alusiones constructivas contenidas en el proyecto de rehabilitación, más significativas a la hora de evaluar el comportamiento energético del edificio son las siguientes:

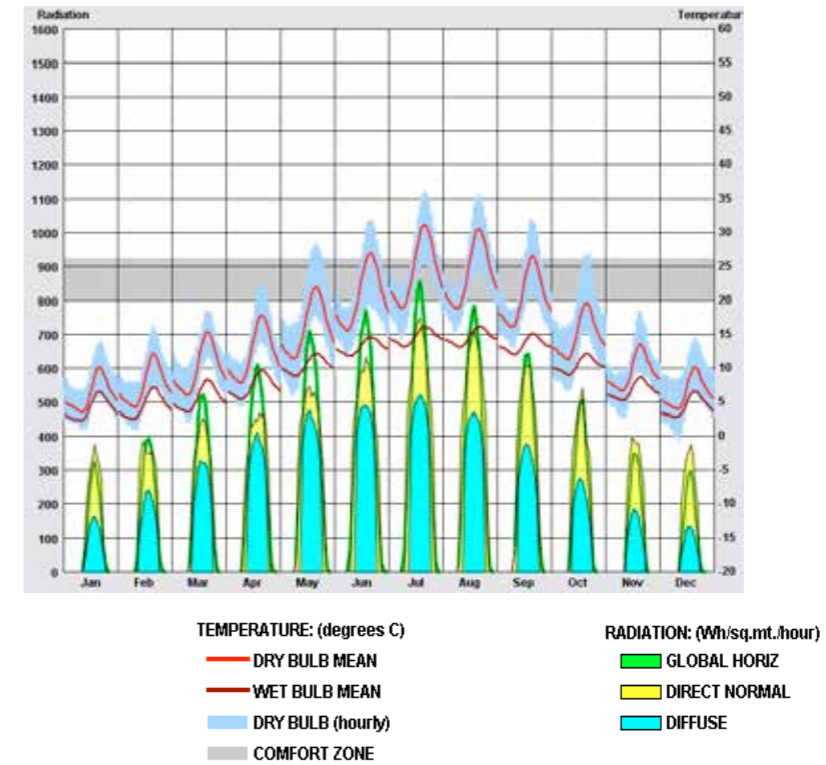
- La estructura es a base de muros de carga de hormigón en masa, perpendiculares a la fachada principal y forjados de vigueta de hormigón y bovedilla cerámica.
- Los cerramientos son de hormigón en masa enfoscado y revestido mediante aplicación de pintura especial para fachadas.
- La carpintería exterior existente es de aluminio de distintos tipos, ya que cada vecino ha modificado a su gusto, respetando los huecos originales.
- Cubierta plana con carácter de transitable.

Por la localización del edificio estudiado, se ha tomado como zona climática de referencia a

la localidad de Madrid (40,41°Norte, 3,68°Oeste) y una altitud de 582m sobre el nivel del mar.

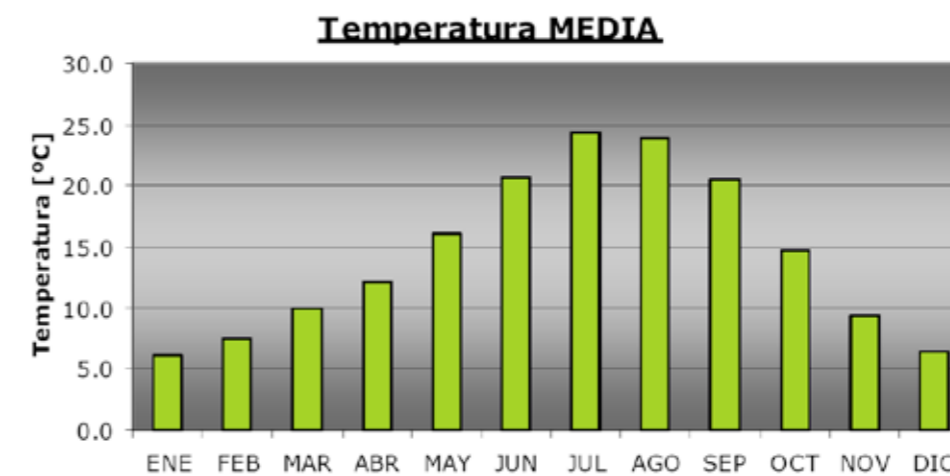
Se han empleado como datos climáticos en los diversos análisis los provenientes del año meteorológico tipo para dicha localidad.

A modo de resumen, se muestra en la figura siguiente una gráfica con algunos de los datos más interesantes a la hora de realizar el estudio: temperaturas y radiación solar recibida.



Evolución mensual de temperaturas de bulbo seco y húmedo y de la irradiación solar total, directa y difusa. Fuente.- Fichero SWEC (Spanish Weather for Energy Calculations) de la base de datos de EnergyPlus

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, CTE, la zona climática de Madrid es la D3.



Temperaturas medias mensuales en Madrid. Fuente.- Energy Plus Weather Data

En la figura anterior, se aprecia que si bien la temperatura media anual es de 14,36°C, los inviernos son moderadamente fríos (zona D), con una temperatura media de Enero y Diciembre entre 6 y 7°C, con mínimas entorno a los 0°C, mientras que los veranos son cálidos (zona 3), con los meses de Junio a Septiembre con temperaturas promedio superiores a 20°C.

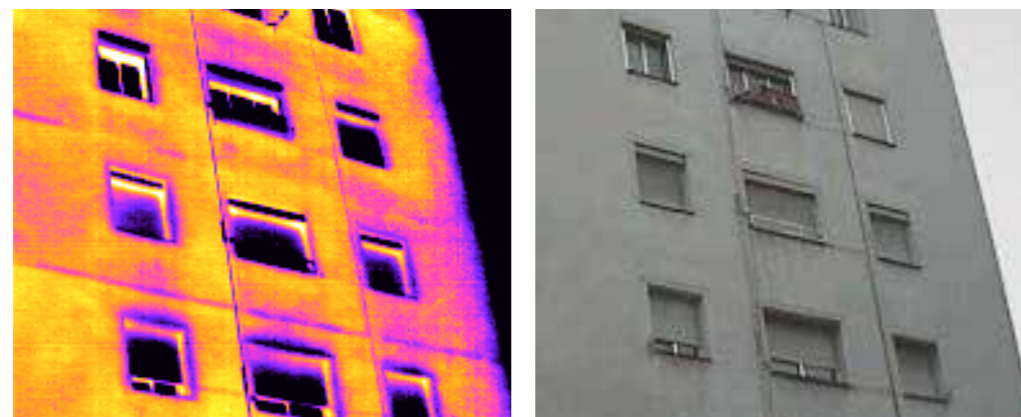
Evaluando los grados-día calefacción en base 15°C para Madrid en un año meteorológico tipo, se tiene un valor de 1275 grados-día. Este valor no es del todo elevado, si se compara con otras localidades españolas en las que las necesidades de calefacción son mayores. No obstante, indica que el sistema de calefacción es necesario y que para proporcionar un confort interior estará en funcionamiento durante la temporada de invierno, y los meses próximos a ella. En estas situaciones, las necesidades de calefacción pueden reducirse disminuyendo la demanda a través de una envolvente térmica que esté bien aislada, y con un sistema de calefacción eficiente.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

Cerramientos exteriores

El cerramiento exterior de los edificios está realizado con hormigón. Es por tanto un muro con gran inercia térmica pero que apenas presenta resistencia al paso de calor al exterior. Es por esta razón que los vecinos detectan graves problemas de humedad en las viviendas, especialmente en los baños y en las habitaciones con más superficie exterior.

Al evaluar la imagen siguiente, al no haber aislamiento en la fachada, no se aprecian puntos que sean especialmente más calientes que el resto. No obstante, la temperatura en la fachada es elevada respecto a la temperatura ambiente, debido a dicha falta de aislamiento.

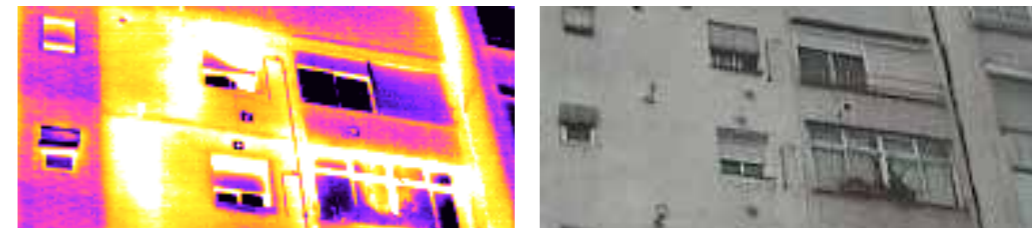


Barrio de los Ángeles. Madrid. Cerramiento exterior en fachada Sur. Fuente.- CENER

Las estancias que dan a la fachada Norte son una habitación con terraza que la mayoría de los vecinos han cerrado, la cocina al lado suya y el cuarto de baño.

Cabe destacar que los cuartos húmedos son los que están en orientación Norte. Esta puede ser una de las causas de los problemas de condensación sufridos por los vecinos principalmente en el baño. Al tener más humedad, estar peor aislados, orientación Norte y no recibir radiación solar, el riesgo de que aparezcan condensaciones aumenta considerablemente sobre todo en el cuarto de baño.

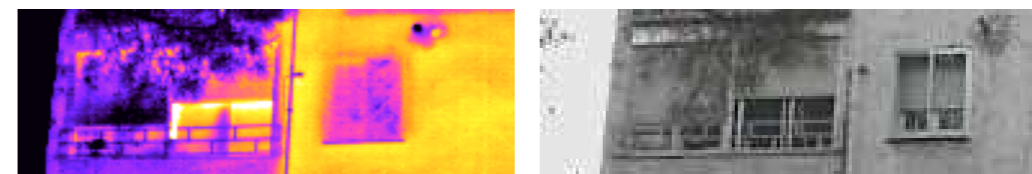
En la termografía inferior, se aprecia, en el lado izquierdo de la imagen visible, una ventana pequeña que se corresponde con el baño. Puede apreciarse que la temperatura exterior en la pared es inferior a la del resto de la vivienda, que en este caso tiene la calefacción encendida. Al comentar con los vecinos dicha incidencia, ellos son conscientes de que la temperatura en el baño es menor. Algún vecino manifiesta que dispone de un calentador eléctrico adicional ya que con el radiador no se llega a alcanzar una temperatura adecuada. Además, en el cuarto de baño, a los problemas de humedad se une el hecho de que limita por un lado con la cocina y por el otro con la escalera del edificio que no está calefactada, con lo cual la temperatura en el baño es inferior.



Barrio de los Ángeles. Madrid. Cerramiento exterior en fachada Sur. Fuente.- CENER

Observando dicha termografía, se comprueba que la temperatura en la cocina es superior. Se aprecia que el conducto de evacuación de gases está a una temperatura superior, lo que indica que la caldera ha estado en funcionamiento.

Al observar con detenimiento la siguiente termografía se observa que en este caso, la temperatura en el muro de la terraza es inferior. Esta terraza es más fría que la anterior ya que ésta se encuentra entre la cocina y el exterior, en cambio la anterior está situada entre la cocina y la medianera del bloque de viviendas anexo.



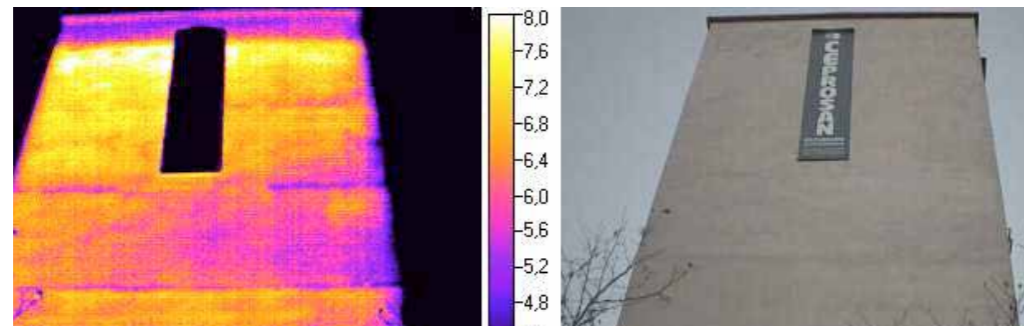
Barrio de los Ángeles. Madrid. Cerramiento exterior en fachada Norte. Extremo Este. Fuente.- CENER

Forjados

Normalmente, los cantos de los forjados suponen un puente térmico importante, ya que el coeficiente de transferencia de calor de la fachada es menor (mejor comportamiento aislante) que el coeficiente de transferencia de los forjados, ya que no solía prestarse atención a los mismos y no se aislaban. En este caso, lo sucedido es que al bajo salto térmico entre el interior

Al no haber aislamiento en la fachada, no se aprecian puntos que sean especialmente más calientes que el resto

y el exterior se une el hecho de que el cerramiento exterior tiene un elevado coeficiente de transferencia térmica. Es por ello que al observar la figura siguiente no se aprecia un canto de forjado muy marcado, lo que no implica que las pérdidas térmicas a través del mismo no haya que tratar de minimizarlas.

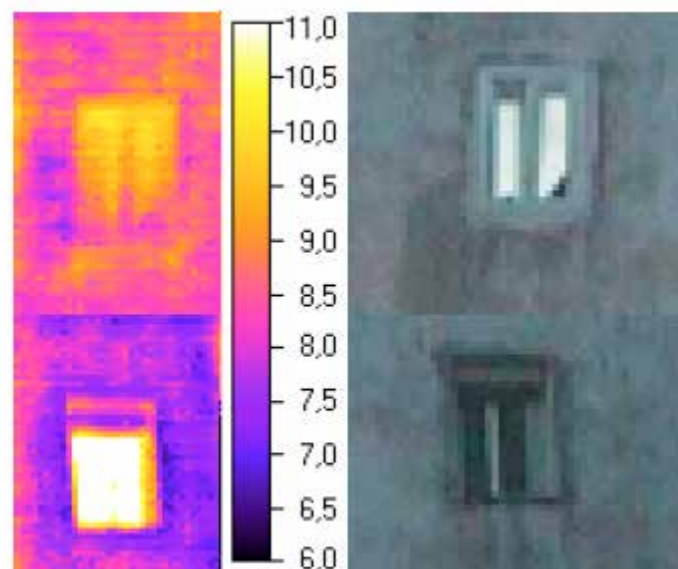


Barrio de los Ángeles. Madrid. Cerramiento exterior en fachada Sur. Fuente.- CENER

Carpintería Exterior

Como se ha comentado anteriormente, la superficie exterior de cerramientos transparentes no representa una parte porcentual importante. Además, su influencia es menor cuando el propio cerramiento opaco tiene unas bajas prestaciones térmicas. Sin embargo, las pérdidas térmicas siguen siendo importantes si el vidrio es simple y los marcos de las ventanas tienen unas prestaciones térmicas deficientes.

En la mayoría de los casos, realizar un análisis termográfico de los vidrios es complicado, puesto que los vidrios suelen ser menos aislantes que el cerramiento opaco excepto en casos muy concretos. En cambio, debido a la reflectancia de los mismos en el espectro del infrarrojo, pueden dar lugar a errores, apareciendo a temperaturas muy bajas. Por ello, es preciso seleccionar adecuadamente los cerramientos a analizar.



Barrio de los Ángeles. Madrid. Pérdidas en las carpinterías exteriores. Fachada Norte. Fuente.- CENER

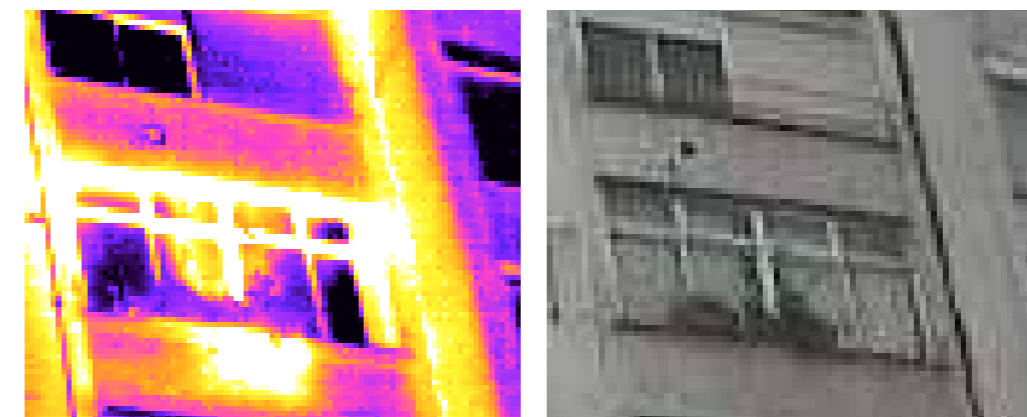
Así, para las ventanas de los baños seleccionadas, se observa que el salto térmico para la ventana inferior de la figura anterior (que es un vidrio simple) es superior al salto térmico de la ventana superior que se corresponde con un vidrio doble.

En el caso de los marcos de los vidrios no tienen rotura de puente térmico, por lo que en el proyecto de reforma se ha presupuestado un marco que sí que lo incluye.

Las ventanas aparte de tener un mayor coeficiente de transferencia térmica, lo que implica mayor pérdida de calor en caso de ser deficientes, suelen ser un punto por el cual el aire se infiltra en el interior de las viviendas. Por ello, la renovación de las ventanas reduce ambos efectos.

Sistema de Calefacción

Las viviendas se encuentran calefactadas por radiadores. En la mayoría de los casos, los radiadores emplean agua calentada por una caldera individual. En otros casos los vecinos disponen de radiadores eléctricos.



Barrio de los Ángeles. Madrid. Espacio de terraza cerrada y calefactada. Fuente.- CENER

En la imagen anterior, puede observarse cómo en una de las terrazas que los vecinos han cerrado, probablemente haya un radiador encendido. En este caso, parte del calor que se iba a destinar para calefactar la estancia se ha empleado en calentar el hormigón, y se pierde a la calle. Con un correcto aislamiento térmico se reducirían las pérdidas térmicas.

No se aprecia un canto de forjado muy marcado, lo que no implica que las pérdidas térmicas a través del mismo no haya que tratar de minimizarlas

RESULTADOS SIMULACIÓN ENERGÉTICA

El modelo geométrico del edificio objeto de estudio se ha realizado en base a información documental disponible, intentando reproducir en la medida de lo posible la geometría real, zonificando cada planta según los usos y orientaciones de las diferentes zonas (vivienda y circulaciones).

Igualmente se han considerado como obstáculos remotos todos aquellos edificios circundantes susceptibles de generar sombras significativas sobre el edificio objeto, tal y como se muestra en las siguientes figuras, así como otros elementos significativos como el arbolado existente en la fachada noroeste.



Modelo geométrico fachada Norte. Fuente.- CENER

Para cuantificar el potencial de ahorro energético derivado de la implantación de distintas medidas de mejora de la envolvente térmica del edificio, el primer paso ha sido cuantificar el punto de referencia o caso base, mediante la introducción al modelo computacional de todos los elementos descritos en los apartados anteriores: geometría, orientación, detalles constructivos, cargas internas (ocupación, iluminación y equipos) y temperaturas de consigna según el perfil de uso del edificio.

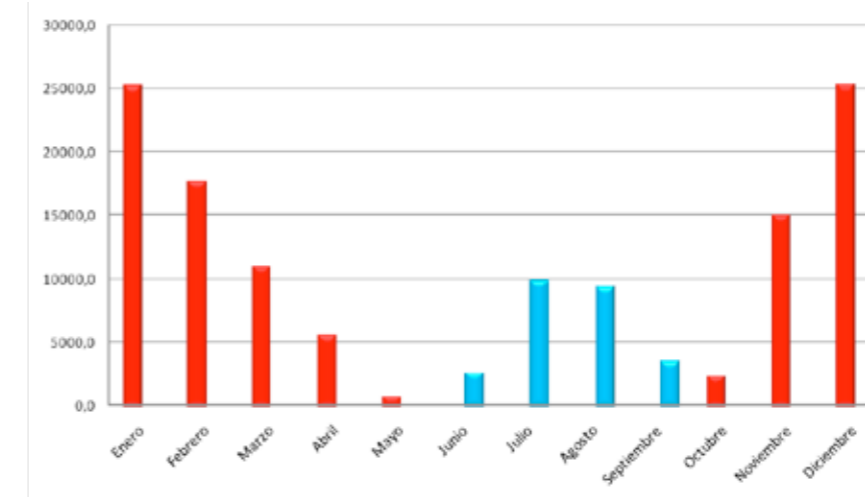
La siguiente tabla resume los resultados más significativos de la simulación: las demandas totales y por unidad de superficie de vivienda.

	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	103.056,7	119,8
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	25.492,4	29,6

Aunque debido a la zona climática (D3) cabía esperar un peso similar en calefacción y refrigeración, la baja calidad de la envolvente térmica del edificio implica un peso de la demanda de calefacción muy superior frente a la de refrigeración. Estos valores, aunque muy elevados para la localidad en el marco normativo actual (CTE), son coherentes con el año de construcción del edificio y las características constructivas del mismo, así se deberán proponer medidas de rehabilitación.

Respecto a este punto se referenciarán entonces los ahorros energéticos de las distintas medidas de mejora propuestas en el apartado siguiente.

Para ilustrar en mayor medida el caso de referencia se muestra a continuación una gráfica de las demandas mensuales, donde se puede observar el peso que adquieren las demandas a lo largo de los diferentes meses.



Demandas térmicas mensuales. Fuente.- CENER

Como se aprecia, los meses de diciembre y enero suponen el mayor peso en la demanda de calefacción, suponiendo un 49% del total. Es en esos meses cuando el usuario deberá tener un mayor cuidado en sus hábitos de consumo, debiendo asegurar la ventilación estricta por motivos de salubridad (nunca más) y no elevar la temperatura de su vivienda por encima de los 20-21°C recomendados para confort, ya que el incumplimiento de cualquiera de estas premisas incidiría en estos meses sobre un incremento más importante de la demanda de calefacción.

En el caso de la demanda de frío, los meses de julio y agosto son los críticos, suponiendo el 75% del total de la demanda de frío. Así, durante los mismos se deberá cuidar especialmente el empleo de protecciones solares para bloquear la entrada de la radiación solar a la par que se realice una generosa ventilación de la vivienda, sobre todo en las horas nocturnas durante las cuales las temperaturas descienden significativamente y permiten reducir el calor acumulado durante el día. De nuevo, si no se siguen estos principios básicos, esta demanda podría alcanzar valores superiores.

Hay que destacar que las demandas calculadas corresponden con los calendarios y temperaturas de consigna tomadas como referencia.

De los datos extraídos del modelo en estas condiciones, se puede hacer la estimación del consumo de calefacción que generaría de forma media una vivienda bajo ciertas suposiciones:

- La calefacción se genera mediante caldera de gas natural individual.
- El rendimiento medio estacional de la caldera es 0,8.
- El precio del kWh de gas natural (incluidos impuestos) referenciado al PCs es de 0,05664€.

CONSUMO MEDIO POR VIVIENDA		
	[KWh]	[€]
Enero	2155,3	125,0
Febrero	1510,1	87,6
Marzo	944,5	54,8
Abril	480,5	27,9
Mayo	72,6	4,2
Junio	0,0	0,0
Julio	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0
Septiembre	0,0	0,0
Octubre	202,4	11,7
Noviembre	1287,2	74,7
Diciembre	2168,5	125,8
TOTAL	8821,1	511,6

La tabla anterior representa el perfil de consumo asociado a calefacción que generaría una vivienda del edificio objeto de estudio de forma media. Concretamente, si tomamos los valores asociados a noviembre y diciembre, cuya suma supone 3.455,7kWh de gas y un coste económico asociado de 204,4€ y los comparamos con la media de las facturas tomadas (3.364,5kWh y 193,68€) se encuentra que el modelo se está ajustando a la realidad con tan solo un 3% de error, un valor muy razonable para estos cálculos.

Con todo ello, el cálculo estimado del ahorro derivado de la implantación de las medidas de mejora se aproximará mucho a la realidad.

MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS

Sistema de Aislamiento por el Exterior (SATE)

La primera medida de mejora contemplada consiste en un sistema de aislamiento por el exterior (SATE) compuesto por un panel de lana mineral y un acabado exterior de mortero, idóneo para la rehabilitación de edificios existentes. Se realizará el cálculo de ahorro energético para dos casos 40mm (proyecto de rehabilitación existente) y 60mm (más exigente), con una conductividad de 0,036W/mK. Así, se permitirá la comparativa entre ambas posibilidades.

Los resultados obtenidos del cálculo de la demanda con la aplicación de esta medida al edificio se muestran en la siguiente tabla:

	DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	FACHADA 40mm.	FACHADA 60mm.	CASO BASE	FACHADA 40mm.	FACHADA 60mm.
Enero	25180,3	14207,5	12902,3	0,0	0,0	0,0
Febrero	17643,1	10068,2	9033,7	0,0	0,0	0,0
Marzo	11034,2	6172,3	5356,9	0,0	0,0	0,0
Abril	5613,1	2959,1	2491,9	0,0	0,0	0,0
Mayo	848,4	493,1	371,3	0,0	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	2667,5	1292,7	1342,7
Julio	0,0	0,0	0,0	9858,6	5871,5	5840,3
Agosto	0,0	0,0	0,0	9362,3	5521,4	5521,0
Septiembre	0,0	0,0	0,0	3604,0	1828,9	1894,1
Octubre	2364,7	774,9	581,2	0,0	0,0	0,0
Noviembre	15038,8	8143,0	7187,4	0,0	0,0	0,0
Diciembre	25334,1	14132,3	12866,4	0,0	0,0	0,0
TOTAL	103056,7	56950,3	50791,2	25492,4	14514,4	14598,2
[KWh/m²]	119,8	66,2	59,1	29,6	16,9	17,0
% MEJORA	-	44,74%	50,72%	-	43,06%	42,74%

Como puede observarse en la tabla anterior, la aplicación de la medida implica una disminución importante de la demanda, tanto en calefacción como en refrigeración, debido a la elevada conductividad del cerramiento actual (hormigón en masa).

Los cálculos realizados con dos espesores de aislamiento (40mm y 60mm) revelan una mejora interesante del caso de mayor espesor respecto al menor para demanda de calefacción, sin embargo en este punto comienza a disminuir el efecto positivo sobre la demanda de refrigeración, luego si las características constructivas lo permiten se recomienda la instalación de este espesor, alcanzando un ahorro del 50,72% y 42,74% sobre la demanda de calefacción y refrigeración respectivamente.

La instalación de 60mm. de aislamiento supone un ahorro de 50,72% en calefacción

Aislamiento de cubierta

La antigüedad del edificio implica la ausencia de cualquier tipo de aislamiento, luego la cubierta también es un punto de importantes pérdidas térmicas y por tanto de obligado tratamiento a través de la medida de mejora pertinente.

En este caso, aprovechando la rehabilitación de la cubierta debido al mal estado de la misma, se puede proponer el aislamiento por el exterior de la cubierta plana. La solución propuesta se basa en un sistema de aislamiento e impermeabilización de cubiertas planas no transitables, formado por:

- Paneles de lana mineral.
- Lámina impermeabilizante autoprotegida, que garantiza la estanqueidad de la cubierta, sin importar las condiciones atmosféricas, por extremas que sean.

La medida presenta importantes ventajas frente a la situación actual, como son las siguientes:

- Aislamiento térmico continuo de la parte superior de la envolvente del edificio, asegurando el cumplimiento del apartado de ahorro de energía (HE1) del CTE (Código Técnico de la Edificación).
- Proporciona confort acústico en el interior del edificio, al tratarse la lana mineral de un material fonoabsorbente que contribuye al aislamiento del ruido aéreo y absorbe el ruido de impacto producido, por ejemplo, por las gotas de lluvia.

El espesor de aislamiento contemplado para el cálculo del ahorro ha sido de 60mm y 100mm, con una conductividad térmica de 0,036W/mK.

Igualmente al apartado anterior los ahorros energéticos en términos de demanda derivados de la implantación de la medida de aislamiento térmico en cubierta se muestran en la siguiente tabla:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:				DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:			
	CASO BASE	CUBIERTA 60mm.	CUBIERTA 100mm.		CASO BASE	CUBIERTA 60mm.	CUBIERTA 100mm.
Enero	25180,3	24620,2	24498,5	Enero	0,0	0,0	0,0
Febrero	17643,1	17287,1	17191,7	Febrero	0,0	0,0	0,0
Marzo	11034,2	10873,1	10795,7	Marzo	0,0	0,0	0,0
Abril	5613,1	5579,1	5528,0	Abril	0,0	0,0	0,0
Mayo	848,4	857,3	842,7	Mayo	0,0	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	Junio	2667,5	2279,2	2279,4
Julio	0,0	0,0	0,0	Julio	9858,6	9207,4	9203,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	Agosto	9362,3	8817,5	8819,6
Septiembre	0,0	0,0	0,0	Septiembre	3604,0	3372,1	3380,5
Octubre	2364,7	2289,4	2256,0	Octubre	0,0	0,0	0,0
Noviembre	15038,8	14680,5	14590,8	Noviembre	0,0	0,0	0,0
Diciembre	25334,1	24748,1	24625,8	Diciembre	0,0	0,0	0,0
TOTAL	103056,7	100934,9	100329,2	TOTAL	25492,4	23676,2	23682,5
[KWh/m²]	119,8	117,4	116,7	[KWh/m²]	29,6	27,5	27,5
% MEJORA	-	2,06%	2,65%	% MEJORA	-	7,12%	7,10%

Como puede observarse, el efecto (repercusión sobre m² total) del aislamiento de la cubierta sobre la demanda de calefacción es muy inferior que en el caso de fachadas porque la superficie es menor, sin embargo su repercusión por m² de vivienda ático será muy superior, afectando muy notablemente tanto al consumo como al confort que experimentan los propietarios.

La repercusión de esta medida es significativa sobre la demanda de refrigeración, representando una disminución del 7% sobre el total y mejorando a ciencia cierta de forma notable el confort que experimenten los usuarios de la última planta durante la época estival.

Como puede observarse la diferencia en la repercusión entre los dos espesores de aislamiento sugeridos (60mm y 100mm) es mínima, luego la decisión debiera tomarse contemplando el coste de ambas.

Doblado de ventanas

La medida contempla el doblado de los huecos, es decir, la adición de una hoja o carpintería exterior a los huecos ya existentes. Esta medida contempla por un lado el componente estético, permitiendo la unificación de la fachada conservando las carpinterías actuales, a la par que aporta una mejora energética al ofrecer una mayor resistencia térmica, evitando una fracción de las pérdidas actuales a través de huecos y reduciendo las infiltraciones a través de los contornos de hueco, al favorecer esta segunda piel la estanqueidad de los mismos.

Dado que la mayor parte de los propietarios han realizado mejoras puntuales en esta materia, el caso base ha contemplado ya un caso favorable, consistente en vidrio doble claro con cámara de 13mm.

Las demandas térmicas calculadas para la medida propuesta se muestran a continuación:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	DOBLADO HUECOS		CASO BASE	DOBLADO HUECOS
Enero	25180,3	23781,1	Enero	0,0	0,0
Febrero	17643,1	16619,8	Febrero	0,0	0,0
Marzo	11034,2	10320,6	Marzo	0,0	0,0
Abril	5613,1	5181,3	Abril	0,0	0,0
Mayo	848,4	732,7	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	2667,5	2525,9
Julio	0,0	0,0	Julio	9858,6	9435,9
Agosto	0,0	0,0	Agosto	9362,3	8940,6
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	3604,0	3410,9
Octubre	2364,7	2141,3	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	15038,8	14145,0	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	25334,1	23935,6	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	103056,7	96857,5	TOTAL	25492,4	24313,3
[KWh/m ²]	119,8	112,6	[KWh/m ²]	29,6	28,3
% MEJORA	-	6,02%	% MEJORA	-	4,63%

Como se deduce de la tabla anterior, la medida tiene un impacto moderado sobre ambas demandas (calefacción y refrigeración). No obstante, hay que considerar que se ha partido de un caso optimista del caso base, cierto en la mayoría de los propietarios pero no en todos.

Así, en el caso de las viviendas con unos acristalamientos de peor calidad a la contemplada en el caso base, el ahorro esperado será mayor y la mejora en el confort muy significativa.

Elementos de sombreado exterior

Una medida eficaz a la hora de controlar la demanda de refrigeración es el bloqueo de la entrada de la radiación solar a través de los huecos (cerramientos trasparentes) con el fin de reducir ganancias térmicas innecesarias.

La medida propuesta contempla el empleo de un dispositivo de bloqueo de la radiación solar en los huecos por el exterior, es decir, puede tratarse de una persiana, un toldo o un dispositivo similar, empleado con criterio inteligente en este sentido.

En este caso los cálculos han sido realizados empleando el dispositivo siempre que la temperatura de la vivienda excediera los 23°C y con esta lógica de control se han obtenido los siguientes resultados.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	TOLDOS		CASO BASE	TOLDOS
Enero	25180,3	25180,3	Enero	0,0	0,0
Febrero	17643,1	17643,1	Febrero	0,0	0,0
Marzo	11034,2	11041,1	Marzo	0,0	0,0
Abril	5613,1	5648,6	Abril	0,0	0,0
Mayo	848,4	898,2	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	2667,5	1661,5
Julio	0,0	0,0	Julio	9858,6	7336,5
Agosto	0,0	0,0	Agosto	9362,3	6674,1
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	3604,0	1993,0
Octubre	2364,7	2488,2	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	15038,8	15039,5	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	25334,1	25334,1	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	103056,7	103273,1	TOTAL	25492,4	17665,1
[KWh/m ²]	119,8	120,1	[KWh/m ²]	29,6	20,5
% MEJORA	-	-0,21%	% MEJORA	-	30,70%

El doblado de ventanas aporta un componente estético, evita pérdidas y reduce las infiltraciones

Como se observa en la tabla anterior, la medida no afecta a la demanda de calefacción pero su efecto sobre la reducción de la demanda de frío es muy eficaz, reduciéndola en más de un 30%.

Conjunto de medidas propuestas

La siguiente medida contempla realmente la integración de un grupo de medidas formado por el aislamiento de fachada por el exterior (SATE) de 60mm, el aislamiento de cubierta (100mm), el doblado de huecos y el control inteligente de elementos de sombra exteriores, tal y como se explica en los apartados anteriores.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	SUSTITUCIÓN VENTANAS		CASO BASE	SUSTITUCIÓN VENTANAS
Enero	25180,3	10672,0	Enero	0,0	0,0
Febrero	17643,1	7425,9	Febrero	0,0	0,0
Marzo	11034,2	4401,0	Marzo	0,0	0,0
Abril	5613,1	2029,9	Abril	0,0	0,0
Mayo	848,4	308,8	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	2667,5	74,7
Julio	0,0	0,0	Julio	9858,6	2276,6
Agosto	0,0	0,0	Agosto	9362,3	1904,8
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	3604,0	237,8
Octubre	2364,7	451,1	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	15038,8	5731,0	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	25334,1	10583,2	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	103056,7	41602,9	TOTAL	25492,4	4494,0
[KWh/m ²]	119,8	48,4	[KWh/m ²]	29,6	5,2
% MEJORA	-	59,63%	% MEJORA	-	82,37%

La tabla anterior muestra el ahorro en demanda calculado para una aplicación conjunta de medidas, tomando el conjunto de aquellas que aportaban un mayor ahorro.

Se puede observar que el ratio de demanda anual por m² de superficie pasaría de 119,8 a 48,4kWh/m² en calefacción y de 29,6 a 5,2kWh/m² en refrigeración. Suponiendo estos descensos (**59,63% y 82,37%, respectivamente**) el potencial de ahorro del edificio mediante mejoras de la envolvente.

Para tener una visión económica de lo que supone este ahorro potencial, se realizarán las siguientes suposiciones:

- La calefacción se genera mediante caldera de gas natural individual.
- El rendimiento medio estacional de la caldera es 0,8.
- El precio del kWh de gas natural (incluidos impuestos) referenciado al PCI es de 0,062€.

- La refrigeración se genera mediante un equipo de aire acondicionado individual.
- El rendimiento medio estacional del equipo de frío es de 250%.
- El precio del kWh (incluidos impuestos) es de 0,17€.

Con estas premisas de partida los datos de las tablas anteriores se traducen en términos económicos:

	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	7.986,9€	4.762,7€
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	1.733,5€	1.427,9€
TOTAL	9.720,4€	6.190,6€

CONCLUSIONES

Análisis Termográfico

Se ha realizado el análisis termográfico de un bloque de viviendas de principios de los años 60 en la ciudad de Los Ángeles, en Madrid. El objeto del análisis es la evaluación del comportamiento térmico de la envolvente del edificio.

Del análisis de los resultados de la campaña termográfica se puede concluir que la calidad de la envolvente del edificio, desde el punto de vista térmico y sin entrar en otras consideraciones, es muy deficitaria. La ausencia de aislamiento en los cerramientos opacos conlleva unas pérdidas de energía muy relevantes en épocas de calefacción. Las carpinterías y los vidrios originales eran también de una calidad muy pobre, por lo que numerosos vecinos han procedido a su sustitución. En aquellos huecos que no se han hecho mejoras los puentes térmicos también son muy importantes.

Por otra parte, el mal comportamiento aislante del cerramiento es posiblemente el principal causante de un importante problema de humedades por condensación del que informaron algunos vecinos.

En este edificio, y podría generalizarse a todos los de su tipología, edad y zona climática, es altamente recomendable, desde un punto de vista económico y también por cuestiones de confort, la ejecución de una rehabilitación energética de su envolvente, incorporando aislamiento térmico y sustituyendo las carpinterías existentes por unas con rotura de puente térmico e incorporando vidrios dobles.

Se recomienda aprovechar la ejecución de las obras estructurales para acometer las obras de reforma en la fachada, incorporando algún SATE, y cerramientos exteriores eficientes.

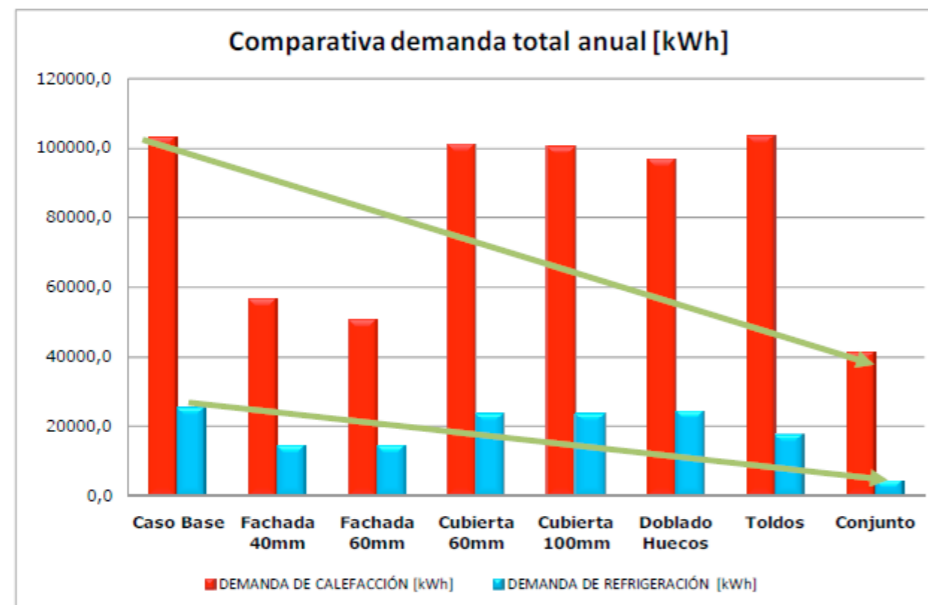
La calidad del envolvente del edificio, desde el punto de vista térmico, es muy deficitaria

Simulación Energética

De los cálculos realizados se deduce que el potencial de ahorro es bastante interesante debido a la antigüedad del edificio y su estado actual (carece de reforma integral importante).

Además, el clima severo de la localidad, sobre todo en invierno, implica que la amortización de la instalación de las medidas redunde en periodos de retorno más bajos que en climas suaves.

Por otro lado la mejora del confort de los usuarios, unido a la revalorización del inmueble o la renovación de la estética urbana con todos los valores sociales positivos ligados a ella, son un valor añadido más al del ahorro energético, que hacen de la rehabilitación en este caso una propuesta recomendable.



Comparativa demanda anual. Fuente.- CENER

Tal como se muestra en la figura anterior, la aplicación combinada del conjunto de medidas propuestas supone el mayor ahorro, alcanzando una **reducción de la demanda de en torno al 60% en calefacción y un 82% en refrigeración**. En términos económicos, según las estimaciones realizadas en el cálculo, estos valores se podrían traducir en un **ahorro de hasta 6.190€ anuales** (4.763€ en calefacción y 1.427€ en refrigeración).

Entre los espesores de aislamiento propuestos, únicamente comentar que aunque existe una mejora del mayor respecto al menor (tanto en fachadas como en cubiertas), ésta no es excesivamente alta, luego podría optarse por realizar la reforma con el menor espesor si surgieran problemas arquitectónicos o el coste se elevara significativamente.

COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO

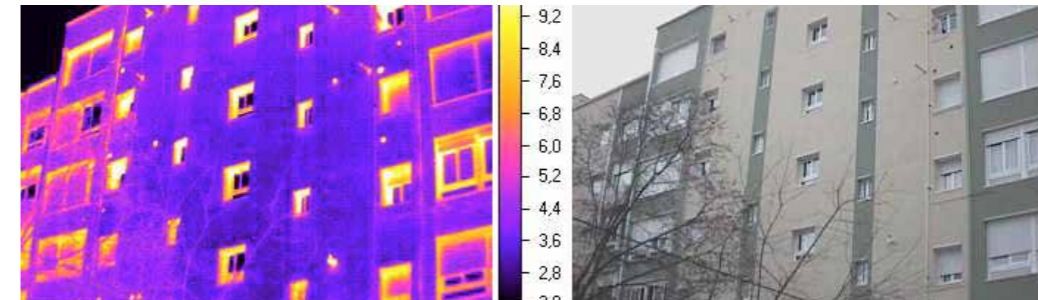
A fin de comparar los beneficios de un correcto aislamiento de la envolvente térmica, se tomaron unas termografías de un edificio rehabilitado.

El edificio analizado fue un edificio que se encuentra próximo al anterior y que era de la misma tipología, y construido en la misma época:

El edificio rehabilitado es idéntico al anterior, con planta baja más 7 alturas misma distribución y muros exteriores de hormigón.

Al rehabilitarlo se ha optado, entre otras medidas, en la colocación de un SATE, sistema de aislamiento térmico exterior. Además se renovaron los cerramientos transparentes, apostando por marcos en las ventanas con rotura de puente térmico. La solución es un edificio mejor aislado, y que para un idéntico nivel de confort, demandará menos energía, con el consiguiente ahorro económico que implica.

Al analizar la envolvente térmica del edificio rehabilitado, se observa una uniformidad en la temperatura exterior, como consecuencia de un correcto aislamiento. No se aprecian ni las diferencias de temperaturas con las terrazas, ni con el baño, como sucedía anteriormente.



Envolvente del edificio rehabilitado. Fuente.- CENER

Estas medidas pueden producir un ahorro de hasta **6.190€ anuales**

Santander

Prólogo Alcalde Santander

Convencidos, como estamos, de los enormes beneficios que el concepto ecocity supone para las administraciones, para las empresas y para los ciudadanos nos enfrentamos al desafío de convertir nuestras ciudades en espacios más saludables y sostenibles a través de nuevos modelos de gestión urbana.

Alcanzar la sostenibilidad, la armonía entre lo tecnológico, lo ambiental y lo social es uno de los retos a los que se enfrentan las ciudades del futuro. Aquellas que no quieren quedarse atrás, que trabajan por aumentar y mejorar los servicios que se prestan a los ciudadanos manifestando un rotundo y necesario respeto hacia su entorno.

Desde hace años, el Ayuntamiento de Santander ha venido trabajando en esa línea, de forma transversal en todas las áreas de gobierno. El convenio establecido junto a la Casa que Ahorra y la FEMP para la participación de la ciudad en su Programa de Diagnóstico Energético del Hábitat Urbano es un buen ejemplo.

Santander ha unido su nombre al de la innovación en el desarrollo de numerosos proyectos que, sobre una base tecnológica, buscan aumentar la calidad de vida de los ciudadanos en el ámbito social, en el económico y en el ambiental.

Todos los proyectos en los que se encuentra inmersa la ciudad parten, como

en el caso del PDEHU, de la obtención de la información necesaria para poder intervenir sobre nuestra realidad con el fin de mejorarla.

Para Santander, ser una de las cinco ciudades españolas elegidas para participar en este proyecto representa, además de un privilegio, la oportunidad de continuar trabajando para reforzar nuestra estrategia de mejora en la eficiencia energética de las viviendas y de la ciudad.

Una estrategia en la que ya se trabaja desde hace tiempo en todas las promociones nuevas que se construyen desde la Sociedad municipal de Vivienda y Suelo del Ayuntamiento de Santander y que tendrá su impulso definitivo con la reciente aprobación del Plan General de Ordenación Urbana.

Precisamente uno de los primeros proyectos enmarcados dentro del nuevo planeamiento urbano de la ciudad es la construcción de 111 Viviendas Sociales en lo que será el primer edificio de viviendas de Cantabria que contará con la máxima certificación energética. Un edificio adaptado a las nuevas necesidades y realidades energéticas que servirá de modelo a seguir para futuras promociones.

Un futuro mejor que trabajamos desde el presente diversificando y aplicando medidas innovadoras en busca de la sostenibilidad en todos los ámbitos.

De esta forma, pensamos que las grandes líneas sostenibles dentro de la política local de Santander: movilidad, planificación urbana, eficiencia energética, gestión de residuos, gestión del agua y biodiversidad, deben avanzar de la mano de la innovación. Así lo hemos entendido y lo estamos desarrollando en la capital cántabra con el objetivo de mejorar la eficiencia de nuestros servicios públicos, racionalizando el gasto y ahorrando costes.

Desde la recogida de residuos, con la implantación de sistemas tecnológicos de última generación con los que hacer más eficiente el servicio, o la gestión de recursos como el agua y la luz a través de proyectos de innovación pioneros a nivel europeo. Iniciativas que, por ejemplo, nos están permitiendo implantar en la ciudad sistemas de riego inteligentes y sensores de intensidad lumínica adaptados plenamente a los usos y necesidades de la ciudad y los ciudadanos.

Iniciativas que se adaptan a los nuevos tiempos y necesidades sociales, que marcan la senda para conseguir esa armonía entre lo social, lo tecnológico y lo ambiental que debe regir el futuro de las ciudades que se planifican ahora para disfrutarlas hoy, mañana y siempre.

Íñigo de la Serna Hernáiz
ALCALDE DE SANTANDER



Municipio: Santander

Fecha actuación: 7 de Marzo de 2012

Condiciones climatológicas: 8,5°C / 75% HR / sin precipitaciones

Los edificios objeto de estudio se encuentran en el denominado barrio de San Francisco, en la ciudad de Santander. Se trata de edificios de bloque de los años 60-70 en los que no existe ningún tipo de aislamiento térmico, fruto de la inexistencia entonces de normativa edificatoria en aspectos de eficiencia energética. En concreto, se han analizado 2 bloques de viviendas situados en el barrio, uno correspondiente a los portales 35, 36, 37 y 38 y el otro que acoge a los portales 6, 7, 8 y 9. Estos edificios son similares, pero el cerramiento exterior cambia significativamente, como podrá verse más adelante.



Como puede verse en la fotografía aérea, este barrio está compuesto de bloques de viviendas de diferentes alturas, de muy diferentes tipologías y plantas, y diferentes orientaciones aunque la predominante es la Este-Oeste. Estos edificios no poseen ningún tipo de aislante térmico en sus cerramientos (ni siquiera cámara de aire), y no han sufrido ninguna rehabilitación energética salvo los cambios de carpinterías que han realizado muchos usuarios por su propia voluntad.

Estos edificios no disponen de calefacción centralizada, por lo que cada usuario calefacta su vivienda con el sistema que considera apropiado. Sí existe preinstalación de gas centralizada por el exterior, al que algunos vecinos se han conectado para la producción de ACS y/o calefacción. Los edificios analizados tienen forma rectangular alargada, y constan de planta baja más seis alturas, presentan un porcentaje no muy elevado de ventanas y puertas exteriores y se encuentran rodeados de bloques de vivienda de similar tipología.

El bloque tipo I corresponde a la tipología más antigua y presenta un cerramiento exterior de una hoja de ladrillo perforado de 2 pies de espesor.



Barrio de San Francisco. Santander. Tipología de edificio. Fuente.- CENER

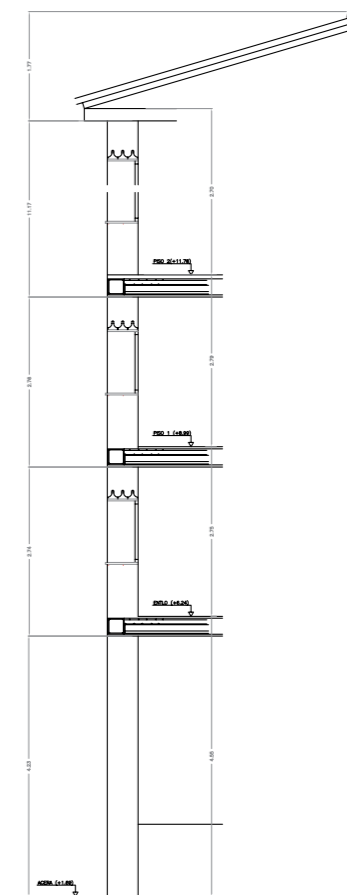


FACHADA PRINCIPAL



FACHADA TRASERA

Barrio de San Francisco. Santander. Fachadas. Fuente.- CENER



Barrio de San Francisco. Santander. Tipología de edificio I.
Portales 36, 37 y 38

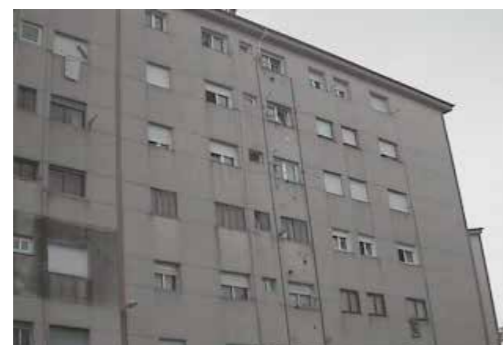
El bloque tipo II corresponde a una tipología algo más moderna y presenta un cerramiento exterior de 2 hojas de ladrillo hueco con cámara de aire.



Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología I. Vista general. Fuente.- CENER

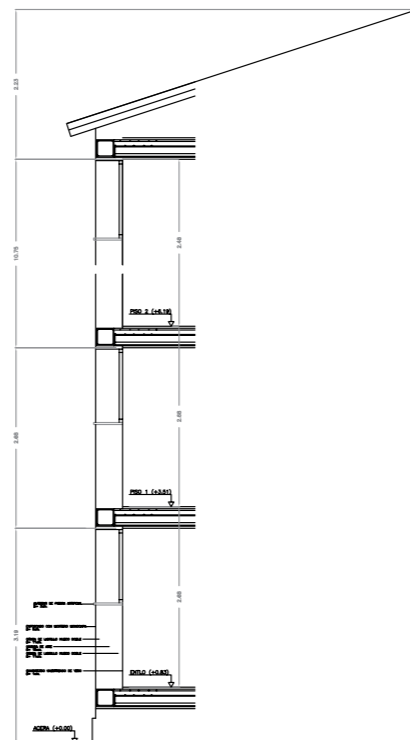


FACHADA PRINCIPAL



FACHADA TRASERA

Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología I. Vista general.
Fuente.- CENER



Barrio de San Francisco. Santander. Tipología de edificio I.
Portales 36, 37 y 38

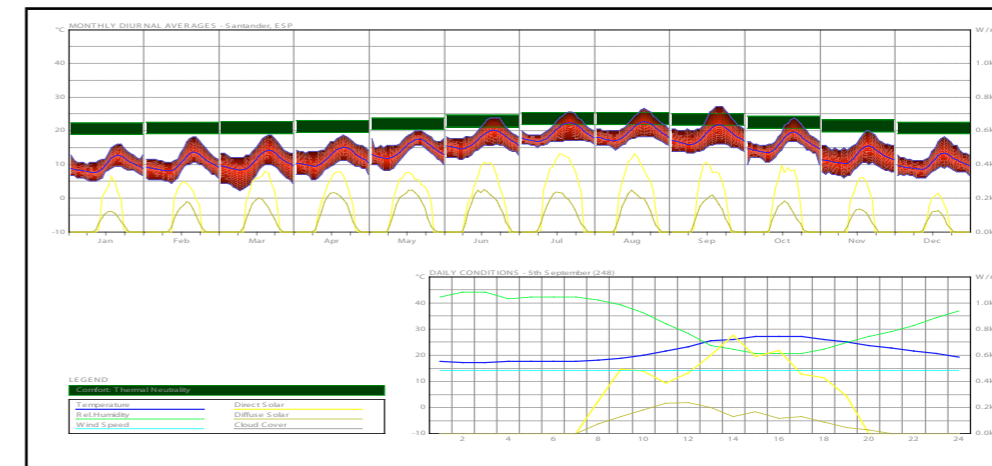
El objetivo de este análisis será el de determinar, mediante una serie de programas informáticos, las estrategias pasivas a aplicar a la hora de mejorar su comportamiento energético.

La ciudad de Santander se sitúa en la latitud 43° 47' del hemisferio norte, y en la longitud 3° 82'W respecto al meridiano de Greenwich.

El clima de Santander es de tipo oceánico húmedo. Sus temperaturas son suaves durante todo el año y las lluvias son abundantes a causa de la proximidad al Océano y la orografía cántabra. Esto hace que los inviernos no sean muy fríos y los veranos sean frescos con una oscilación térmica anual pequeña, de unos diez grados de media.

Aunque hay muchas lluvias, están bien distribuidas durante todo el año, pero en invierno se producen con más abundancia. El clima Santander suele tener una humedad muy elevada durante todo el año y llega a superar el 90% en algunas ocasiones debido a que es una ciudad costera. Las temperaturas medias oscilan entre los 8 y 12°C en invierno y los 30°C de máxima en verano.

A modo de resumen, se muestra en la figura siguiente una gráfica con algunos de los datos más interesantes a la hora de realizar el estudio: temperaturas y radiación solar recibida:

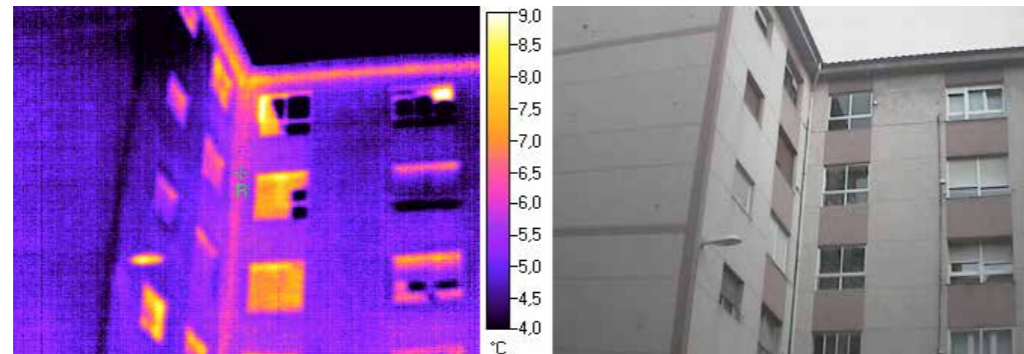


Evolución mensual de temperaturas de bulbo seco y húmedo y de la irradiación solar total, directa y difusa. Fuente.- Fichero SWECC (Spanish Weather for Energy Calculations) de la base de datos de EnergyPlus

RESULTADOS DEL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

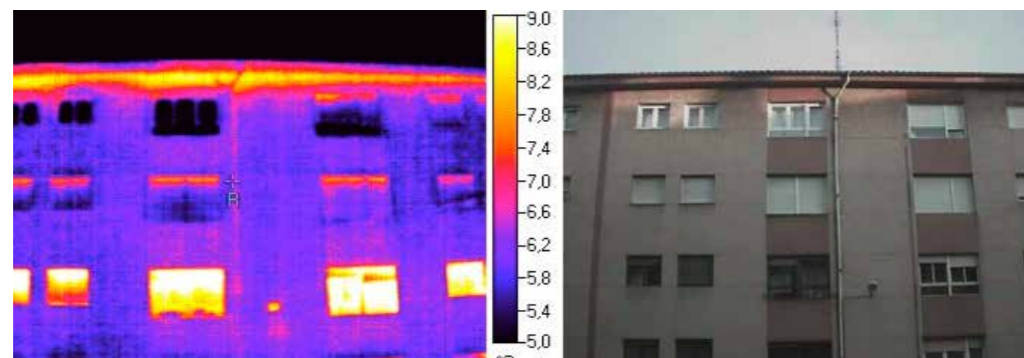
Cerramientos Exteriores Bloques Antiguos

A continuación se muestran las imágenes termográficas obtenidas y sus resultados más significativos. Debemos hacer hincapié en el hecho de que el análisis termográfico en edificios es un estudio cualitativo afectado por ciertos factores que pueden añadir incertidumbre a la exactitud de la medida.

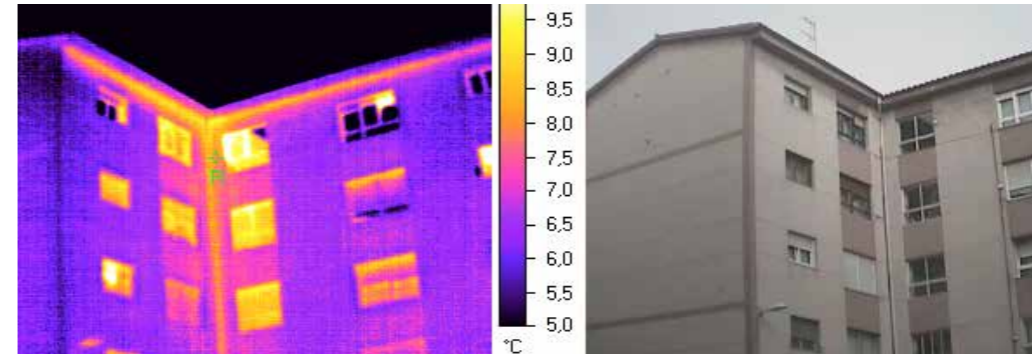


Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología I. Vista general. Fuente.- CENER

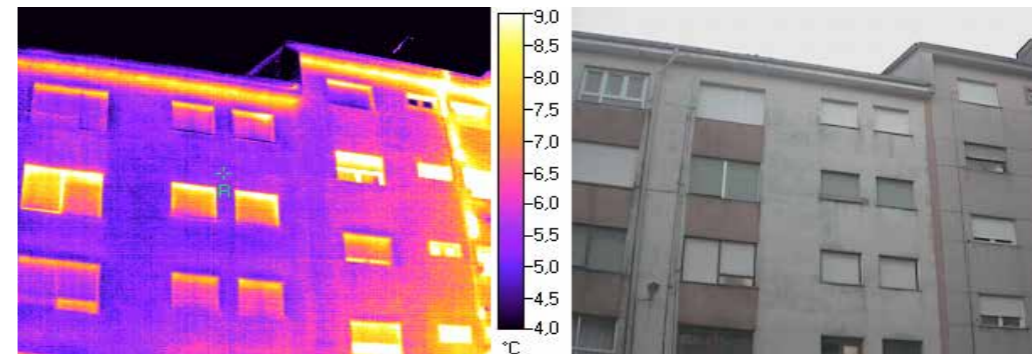
Puede observarse en la siguiente imagen que, como en la mayoría de las viviendas, los puntos térmicos más débiles son las ventanas y las puertas exteriores, por su mayor valor de transmitancia. Se aprecia así mismo el efecto ligeramente aislante que producen las persianas, sobre todo las que están en buen estado y permiten cierta estanqueidad al aire. También pueden observarse pérdidas de calor (zonas claras) en carpinterías y persianas donde existen infiltraciones (sobre todo en la zona de los capialzados).



Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología I. Vista general. Fuente.- CENER



Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología I. Encuentros. Fuente.- CENER



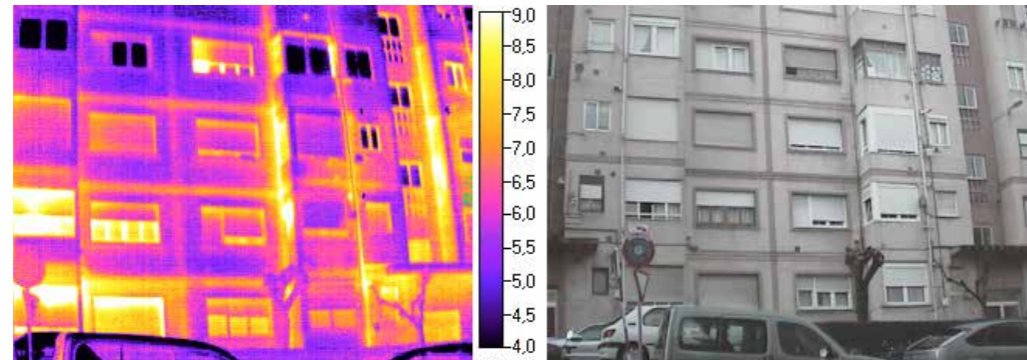
Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología I. Encuentros. Fuente.- CENER

Pueden observarse
pérdidas de calor
en carpinterías
y persianas
donde existen
infiltraciones

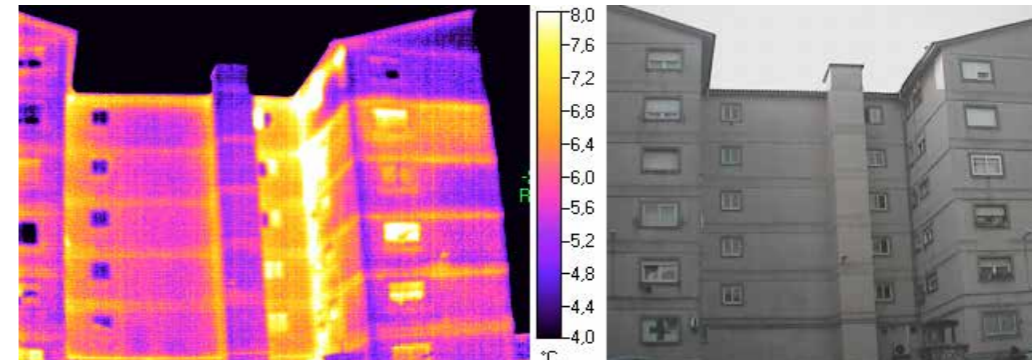
Se observan claramente (ver imágenes anteriores) zonas con temperaturas algo más elevadas en los encuentros entre el cerramiento y otros elementos como la cubierta o en las esquinas. Salvo en casos muy puntuales, no se aprecian puntos de fuga de calor en el muro debidos a defectos en las fachadas.

En las termografías siguientes correspondientes a la tipología II, la uniformidad "térmica" en el cerramiento exterior ya no es tan patente, se distinguen zonificaciones térmicas en los cerramientos opacos tales como cantos de forjado, vigas exteriores o muros de carga. Esto significa que ha habido una mejora relativa de la conductividad del muro exterior, respecto a la de los otros elementos (cantos de forjado, muros de carga...). Esta circunstancia probablemente se justifica por la utilización de ladrillos con valores de conductividad más baja (por ejemplo de pasar de ladrillo macizo a ladrillo hueco) o por la incorporación de algún tipo de cámara de aire.

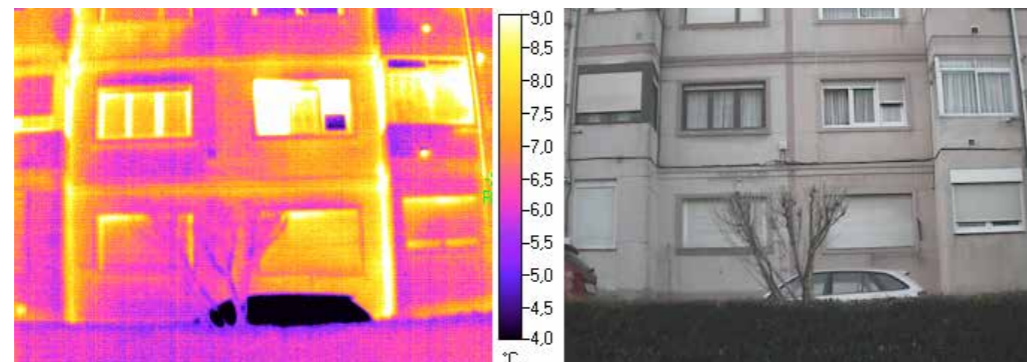
El comportamiento del resto de los elementos es similar al de los bloques anteriores, haciéndose muy patentes las pérdidas en los encuentros verticales, sobre todo en la zona de las balconeras.



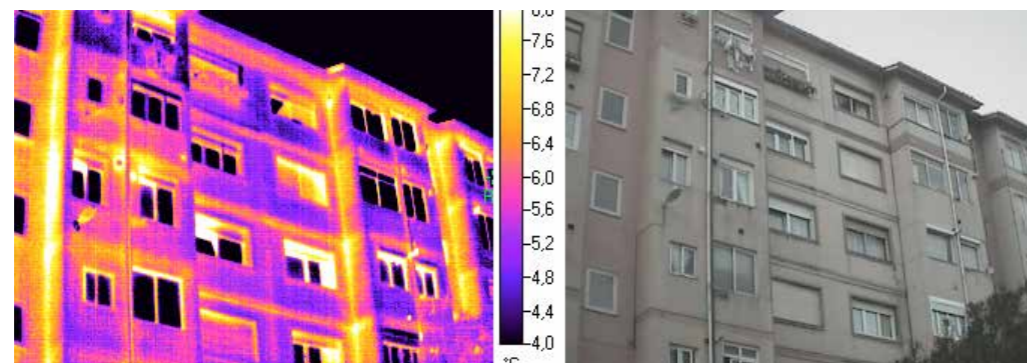
Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología II. Vista general. Fuente.- CENER



Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología II. Encuentros. Fuente.- CENER



Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología II. Detalle ventanas. Fuente.- CENER



Barrio de San Francisco. Termografía. Tipología II. Encuentros. Fuente.- CENER

Con mucha frecuencia se detectan en los estudios termográficos de viviendas antiguas diferencias de temperatura entre las mismas. Esto es debido a que en cerramientos con poca calidad aislante, cuando existen diferencias de temperaturas en el interior de las viviendas de 1°C o 2°C, se ve reflejado este gradiente de temperatura en el exterior a través de imágenes infrarrojas.

RESULTADOS SIMULACIÓN ENERGÉTICA

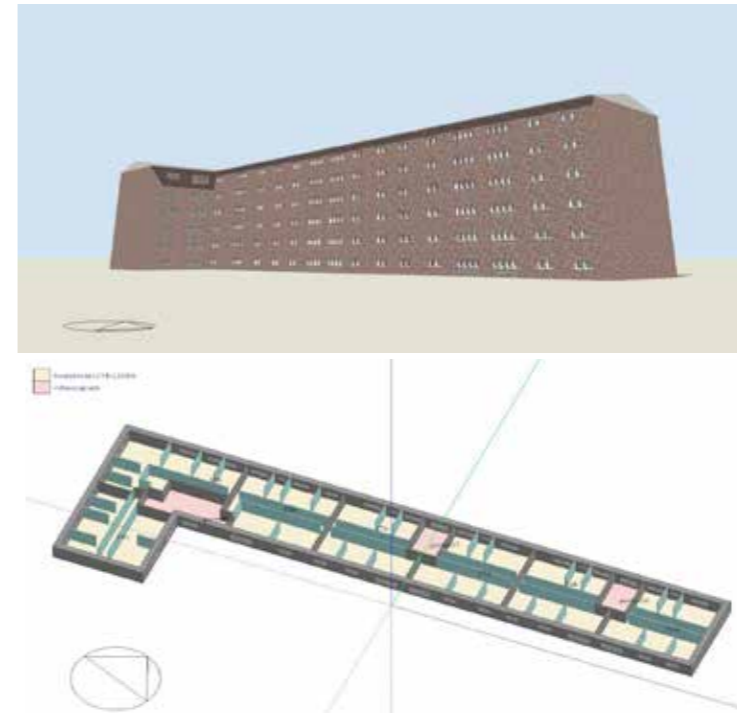
El modelo geométrico del edificio objeto de estudio se ha realizado en base a información documental disponible, intentando reproducir en la medida de lo posible la geometría real y zonificando cada planta según los usos y orientaciones de las diferentes zonas (vivienda y circulaciones). Igualmente se han considerado como obstáculos remotos todos aquellos edificios circundantes susceptibles de generar sombras significativas sobre el edificio objeto, tal y como se muestra en las siguientes figuras.

Edificio Portal 36-37-38 (I) y Portal 6-7-8-9 (II)

Las características principales de los dos edificios son semejantes: los dos están distribuidos en 6 plantas de viviendas, tienen una baja cubierta no climatizada, la altura libre de las viviendas es de unos 240-250 cm y cada vivienda tiene dos orientaciones (sur-norte). Sin embargo, la tipología de distribución de cada edificio es diferente.



El edificio tipo I se distribuye en 6 plantas y cada planta contiene 7 viviendas, con lo que total el edificio consta de 42 viviendas. Su desviación respecto al norte es de -23°.



Sin embargo, el edificio Tipo II se distribuye en 6 plantas y cada planta contiene 8 viviendas semejantes, con lo que en total el edificio consta de 48 viviendas. Su desviación respecto al norte es de 13°.



Características constructivas: Edificio I-II

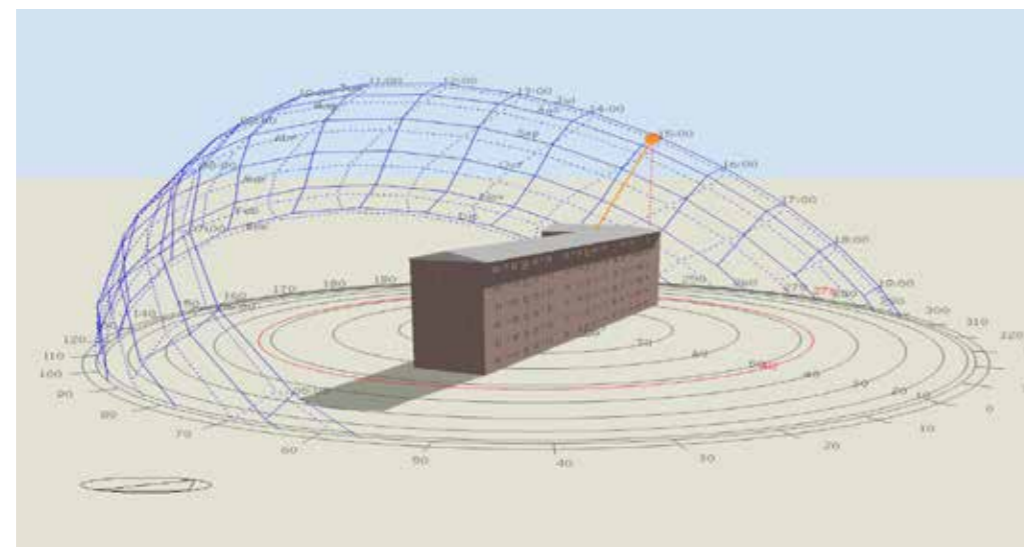
Mediante los planos y el conocimiento respecto a la tipología constructiva de dicha época, se han determinado los siguientes datos de los edificios analizados:

	Construcción	U-value W/m ² k
Fachada 1	Acabado exterior de mortero, 480 mm ladrillo macizo, 10 mm acabado interior.	1,16
Fachada 2	Acabado exterior de mortero, 110 mm ladrillo hueco doble, 50 mm cámara de aire, 110 mm ladrillo hueco doble, 10 mm acabado interior.	1,12
Cubierta	20 mm teja cerámica, 50 mm cámara de aire, 200 mm forjado HA	2,34
Solera (PB)	250 mm forjado HA, 500 mm de cámara sanitaria	1,79
Vidrio	Doble 4-12-4	2,7
Marco	Aluminio sin rotura de puente térmico	5,6

Tabla de composición de los cerramientos y aberturas

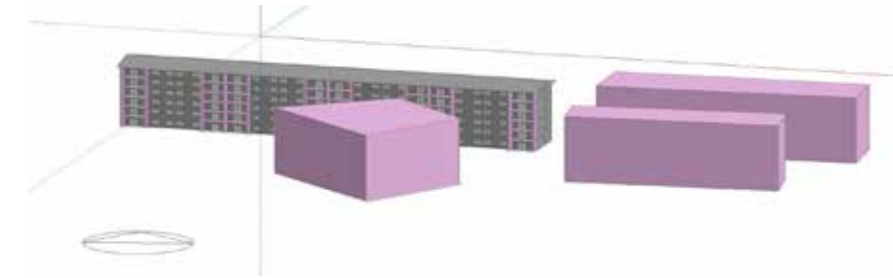
Respecto a las aberturas, indicar que el edificio original estaba compuesto por vidrio monolítico y un marco simple. De todos modos y dado que la mayor parte de los propietarios han realizado mejoras puntuales en esta materia, el caso base ha contemplado ya un caso favorable, con vidrio doble claro con cámara de 13 mm.

El modelo geométrico de los edificios objeto de estudio se ha realizado en base a información documental disponible, intentando reproducir en la medida de lo posible la geometría real, zonificando cada planta según los usos y orientaciones de las diferentes zonas.



Vista de la Fachada Norte del edificio I (portales 36-37-38)

Igualmente, se han considerado como obstáculos remotos todos aquellos edificios circundantes susceptibles de generar sombras significativas sobre el edificio objeto.



Edificio II (portales 6-7-8-9) y los obstáculos remotos.

Para realizar las simulaciones se han utilizado las mismas dimensiones que los edificios reales, teniendo en cuenta los voladizos, retranqueos y los edificios colindantes. A continuación se muestran las características de cada una de las zonas calefactadas (viviendas). Matizar que las zonas comunes (escaleras y portales) y el espacio de la bajo cubierta estarán sin calefactar, sin ocupación y sin ganancias internas.

Para cuantificar el potencial de ahorro energético derivado de la implantación de distintas medidas de mejora de la envolvente térmica del edificio, el primer paso ha sido cuantificar el punto de referencia o caso base, mediante la introducción al modelo computacional de todos los elementos descritos en los apartados anteriores: geometría, orientación, detalles constructivos, cargas internas (ocupación, iluminación y equipos) y temperaturas de consigna según el perfil de uso del edificio.

La siguiente tabla resume los resultados más significativos de la simulación: las demandas por unidad de superficie de vivienda.

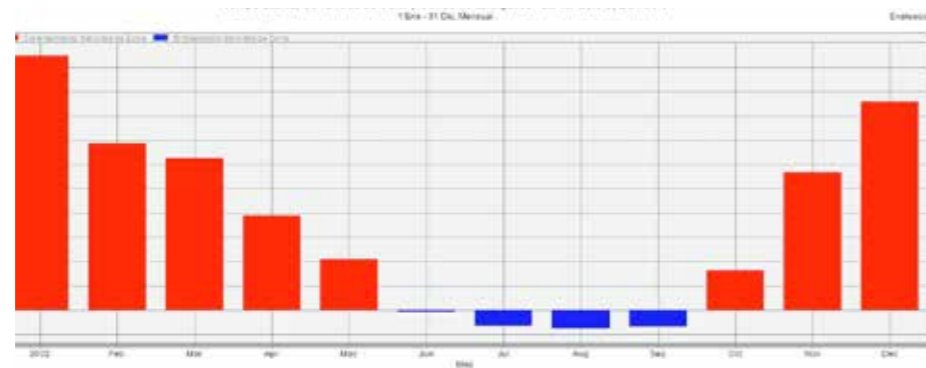
	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	158.810	72,45
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	12.713	5,8

	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	99.736	74,43
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	5.762	4,3

Como cabía esperar, debido a la zona climática (C1) y a las características del edificio, la demanda de calefacción de los dos edificios presenta el mayor peso frente a la de refrigeración. A su vez, comentar que las demandas de calefacción de los dos edificios son semejantes, por lo que las simulaciones se realizarán únicamente para uno de los edificios, pudiendo extrapolar directamente dichos resultados a los otros edificios análogos del barrio de San Francisco.



Para ilustrar mejor el caso de referencia se muestra a continuación una gráfica de las demandas mensuales, donde se puede observar el peso que adquieren las demandas a lo largo de los diferentes meses.



Demandas térmicas mensuales

Como se aprecia, los meses de diciembre, enero y febrero suponen el mayor peso en la demanda de calefacción, alcanzando un valor de 61,4%. Es en esos meses cuando el usuario deberá tener un mayor cuidado en sus hábitos de consumo, debiendo asegurar la ventilación mínima estrictamente necesaria por motivos de salubridad y no elevar la temperatura de su vivienda por encima de los 20-21°C recomendados para confort, ya que el incumplimiento de cualquiera de estas premisas incidiría en estos meses sobre un incremento más importante de la demanda de calefacción.

En el caso de la demanda de frío, los meses de julio, agosto y septiembre son los críticos, durante los que se deberá cuidar emplear protecciones solares en las fachadas orientadas hacia el sur para bloquear la entrada de la radiación solar y aprovechar al máximo una de las propiedades de estos edificios: la ventilación cruzada. Lo más interesante es que la ventilación se realice sobre todo durante las horas nocturnas durante las cuales las temperaturas descienden significativamente y permiten reducir el calor acumulado durante el día.

Destacar que debido a la reducida demanda de refrigeración, no se plantea proyectar ningún sistema de refrigeración, por lo que todo el trabajo se centrará únicamente en reducir las demandas de calefacción.

MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS

Sistema de Aislamiento por el Exterior (SATE)

La primera medida de mejora contemplada consiste en un sistema de aislamiento por el exterior (SATE) compuesto por un panel de lana mineral y un acabado exterior de mortero, idóneo para la rehabilitación de edificios existentes. Se realizará el cálculo de ahorro energético para dos casos: 25mm (lo que sería suficiente para cumplir con el CTE) y 70mm (más exigente), con una conductividad de 0,036W/mK. Así se permitirá la comparativa entre ambas posibilidades.

Los resultados obtenidos del cálculo de la demanda con la aplicación de esta medida al edificio se muestran en la siguiente tabla:

	Estado Actual	CTE	70mm
Enero	22955	19592	16776
Febrero	15033	12084	10550
Marzo	13670	11109	9255
Abril	8538	6831	5594
Mayo	4553	3696	3059
Junio	0	0	0
Julio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Septiembre	0	0	0
Octubre	3587	2851	2728
Noviembre	12409	10281	8954
Diciembre	18829	15004	13757
TOTAL (kwh)	99573	77069	70674
TOTAL (kwh/m ²)	74,34	57,53	52,76
Porcentaje Ahorro (%)		22,61	29,02

El aumento de la resistencia térmica de la envolvente mejora notablemente el comportamiento energético del edificio

Como puede observarse en la tabla anterior, la aplicación de la medida permite reducir hasta un 29% de la demanda. El aumento de la resistencia térmica de la envolvente mejora notablemente el comportamiento energético del edificio.

Aislamiento de cubierta

Atendiendo a la tipología constructiva habitual en la época se puede asumir que el aislamiento de las cubiertas es inexistente o mínimo.

La solución propuesta se basa en un sistema de aislamiento e impermeabilización de cubiertas planas no transitables, formado por:

- Paneles de lana mineral.
- Lámina impermeabilizante autoprottegida, que garantiza la estanqueidad de la cubierta, sin importar las condiciones atmosféricas, por extremas que sean.

La medida presenta importantes ventajas frente a la situación actual, como son las siguientes:

- Aislamiento térmico continuo de la parte superior de la envolvente del edificio, asegurando el cumplimiento del apartado de ahorro de energía (HE1) del CTE (Código Técnico de la Edificación).
- Proporciona confort acústico en el interior del edificio, al tratarse la lana mineral de un material fonoabsorbente que contribuye al aislamiento del ruido aéreo y absorbe el ruido de impacto producido, por ejemplo, por las gotas de lluvia.

Siguiendo la metodología anterior, en este caso también se plantearán dos tipos de rehabilitación: en una de ellas se propone rehabilitar hasta llegar a las mínimas exigencias definidas por el CTE (60mm de aislamiento) y la segunda será una estrategia más exigente con 100 mm de aislamiento (con una conductividad térmica de 0,036W/mK).

Siguiendo la forma de trabajo anteriormente realizada, los ahorros energéticos en términos de demanda derivados de la implantación de la medida de aislamiento térmico en cubierta se muestran en la siguiente tabla:

	Estado Actual	CTE	100mm
Enero	22955	19592	18945
Febrero	15033	12084	11524
Marzo	13670	11109	10529
Abril	8538	6831	6354
Mayo	4553	3696	3451
Junio	0	0	0
Julio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Septiembre	0	0	0
Octubre	3587	2851	2724
Noviembre	12409	10281	9904
Diciembre	18829	15644	15122
TOTAL (kwh)	99573	82089	78553
TOTAL (kwh/m ²)	74,34	62,72	61,28
Porcentaje Ahorro (%)		15,63	17,56

Como se observa en la tabla, aislar únicamente la cubierta no se convierte en una solución aconsejable, ya que en estos edificios donde el porcentaje de fachada es mucho mayor que la superficie de cubierta, parece mucho más relevante aumentar la resistencia térmica de la fachada.

Doblado de ventanas

La medida contempla sustituir las ventanas (vidrio + marco) actuales y mejorar sus prestaciones térmicas. Como se expuso anteriormente, gran parte de las ventanas actuales han sido ya sustituidas, mejorando notablemente el comportamiento energético del edificio. Es decir, las aberturas actuales pueden calificarse como buenas comparadas con las prestaciones térmicas del conjunto del edificio. Sin embargo, viendo qué tipo de ayudas o subvenciones existen y la poca diferencia económica que existe entre un vidrio doble y un doble bajo emisivo, se plantea analizar esta nueva estrategia.

A su vez, junto con el nuevo vidrio, se plantea sustituir el marco actual y mejorar sus prestaciones, colocando un marco eficiente energéticamente con unos valores de transmitancia aproximados de 2,2 W/m²k.

Las demandas térmicas calculadas para la medida propuesta se muestran a continuación:

	Estado Actual	Bajo emisivo
Enero	22955	20155
Febrero	15033	12790
Marzo	13670	11443
Abril	8538	6899
Mayo	4553	3697
Junio	0	0
Julio	0	0
Agosto	0	0
Septiembre	0	0
Octubre	3587	3062
Noviembre	12409	10783
Diciembre	18829	16511
TOTAL (kwh)	99573	85341
TOTAL (kwh/m ²)	74,34	63,71
Porcentaje Ahorro (%)		14,29

Como se deduce de la tabla anterior, la medida tiene un impacto moderado sobre la demanda de calefacción. Aunque se mejoren las prestaciones de los huecos hasta unos valores muy exigentes, el comportamiento térmico de toda la parte opaca de la envolvente sigue siendo muy pobre, por lo que se propone que la sustitución de los huecos actuales tendría que ir conjuntamente proyectada con una estrategia de rehabilitación de la fachada y cubierta.

Conjunto de medidas propuestas

La siguiente medida contempla realmente la integración de un grupo de medidas formado por el aislamiento de fachada por el exterior, el aislamiento de cubierta y la sustitución de los huecos (opción óptima).

	Estado Actual	CTE	Óptimo
Enero	22955	11995	8645
Febrero	15033	6785	4639
Marzo	13670	6047	4143
Abril	8538	3474	2650
Mayo	4553	1973	1581
Junio	0	0	0
Julio	0	0	0
Agosto	0	0	0
Septiembre	0	0	0
Octubre	3587	1861	1641
Noviembre	12409	6165	4409
Diciembre	18829	9488	6750
TOTAL (kwh)	99573	47787	34458
TOTAL (kwh/m ²)	74,34	35,67	25,73
Porcentaje Ahorro (%)		52,02	65,39

Se puede observar que el ratio de demanda anual por m² de superficie podría pasar de 74,34 a 25,73 kWh/m² en calefacción. Suponiendo estos descensos del 65% en la demanda final del edificio.

Destacar que no se ha tenido únicamente en cuenta la resistencia térmica de los elementos de la envolvente, sino que también se ha considerado la influencia de las infiltraciones ya que un gran porcentaje de las pérdidas de calor de una vivienda son debidas a las pérdidas descontroladas.

Por último, para tener una visión económica de lo que supone este ahorro potencial, se realizarán las siguientes suposiciones:

- La calefacción se genera mediante caldera de gas natural individual.
- El rendimiento medio estacional de la caldera es 0,8.
- El precio del kWh de gas natural (incluidos impuestos) referenciado al PCI es de 0,062€.

Con estas premisas de partida los datos de las tablas anteriores se traducen en términos económicos:

La sustitución de los huecos actuales tendría que ir conjuntamente proyectada con una estrategia de rehabilitación de la fachada y cubierta



EDIFICIO TIPO I	Consumo de Base	Estrategia CTE	Estrategia Óptima
Calefacción	12.308 €	6.060 €	4.371 €
Ahorro		6.248 €	7.937 €

EDIFICIO TIPO II	Consumo de Base	Estrategia CTE	Estrategia Óptima
Calefacción	7.730 €	3.704 €	2.672 €
Ahorro		4.025 €	5.057 €



CONCLUSIONES

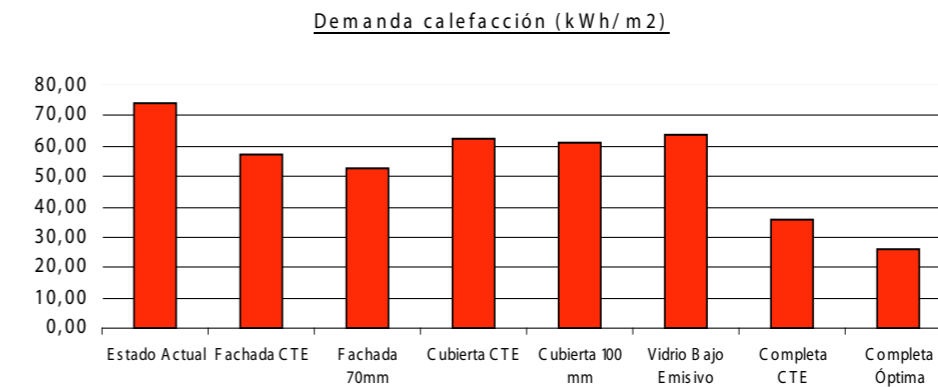
Análisis Termográfico

En cuanto a los edificios antiguos, tanto en la tipología I como en la topología II, se aprecian cerramientos en buen estado de conservación, aunque pobres desde un punto de vista térmico, produciéndose pérdidas considerables a través de los mismos. No obstante las mayores pérdidas se concentran en los balcones (encuentro vertical entre el muro que separa la zona de los antiguos tendederos hoy cubiertos) y en ventanas, siendo la causa de estas pérdidas, en la mayoría de las veces, derivada de la mala ejecución del cerrado de los balcones. En estos casos debería asegurarse una buena ejecución que asegurase la estanqueidad al aire de estas soluciones.

Se recomienda, desde un punto de vista energético, en los edificios antiguos sellar las juntas de los balcones existentes y aislar los edificios, como medida de mejora de confort y eficiencia.

Simulación Energética

De los cálculos realizados se deduce que el potencial de ahorro es interesante debido a la antigüedad del edificio y su estado actual (baja resistencia térmica de los elementos de la envolvente frente a un clima donde la demanda de calefacción es considerable).



Tal como se muestra en la figura anterior, la aplicación combinada del conjunto de medidas propuestas supone el mayor ahorro, alcanzando una reducción de en torno al 50-65% en calefacción. En términos económicos, según las estimaciones realizadas en el cálculo, estos valores se podrían traducir en un ahorro de hasta casi 8.000€ en los bloques tipo I y 5.000€ anuales en el edificio tipo II

Entre los espesores de aislamiento propuestos, en climas donde la demanda de calefacción es importante, aumentar la resistencia térmica de la envolvente (utilizar mayor espesor de aislamiento) siempre mejorará el comportamiento del edificio.

Como resultado final se puede deducir que la estrategia de rehabilitación completa (nivel CTE) podría ser suficiente, pero probablemente la estrategia óptima pase por instalar el mayor espesor de aislamiento considerado.

Solo se ha realizado la simulación energética en uno de los edificios seleccionados.

La aplicación combinada del conjunto de medidas supone una reducción de la demanda de en torno al 50-65% en calefacción



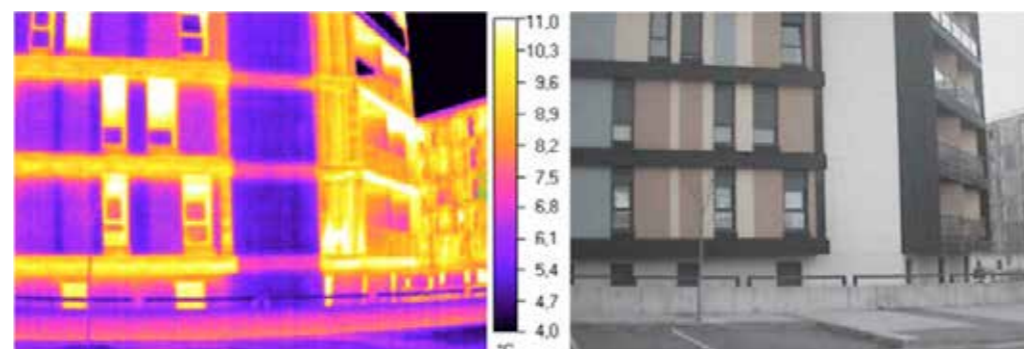
COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO

En principio, la termografía infrarroja se debería usar para detectar fallos o deficiencias térmicas en un determinado elemento uniforme (mismos materiales). En edificación se usa para encontrar deficiencias constructivas o evaluar puentes térmicos.

Como ya se indicaba al principio del documento, los resultados de las imágenes infrarrojas dependen de muchos factores, y está en mano de los conocimientos del evaluador la correcta interpretación de los mismos. Recordar que la cámara termográfica no mide directamente temperaturas superficiales, sino parte de la radiación emitida en el rango del infrarrojo por el elemento analizado y que llega a la cámara, que mediante unos algoritmos de cálculo transforma en temperaturas y posteriormente en colores.

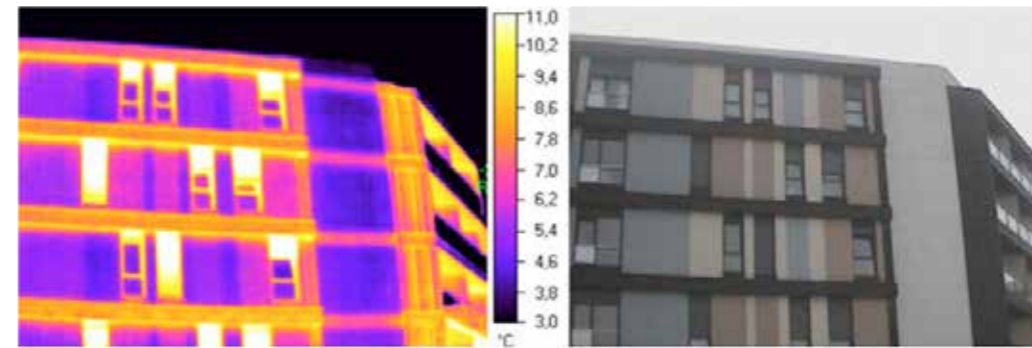
El caso del edificio que a continuación se analiza es muy complejo y en él se yuxtaponen muchas de las variables de las que se ha hablado (diferentes materiales, rugosidades, reflejos, colores...) que hacen difícil su interpretación. En él se congregan cerramientos exteriores con diferentes acabados (morteros monocapa de diferentes colores, chapones metálicos, carpinterías de aluminio...).

En la siguiente imagen los colores cálidos que muestran en la termografía las chapas negras metálicas que cubren la parte del frente de los forjados no están indicando, pese a lo que podría suponerse, la pérdida de calor a través de los mismos (solo decorativas y ni siquiera tienen contacto continuo con los forjados). En este caso ese calor se debe a la energía emitida por reflexión de estas chapas al estar constituidas por un material pulido. Sin embargo, en la imagen siguiente puede apreciarse en el muro continuo de color blanco (foto visible), únicamente las pérdidas en los frentes de los forjados. Como en todas las casas de reciente construcción que cumplen el CTE, la conductividad en muros exteriores es menor que la de la solución constructiva de frente de forjado o pilar exterior, con lo que estas diferencias se aprecian más claramente.



Barrio Peñacastillo. Termografía. Frentes de forjado. Fuente.- CENER

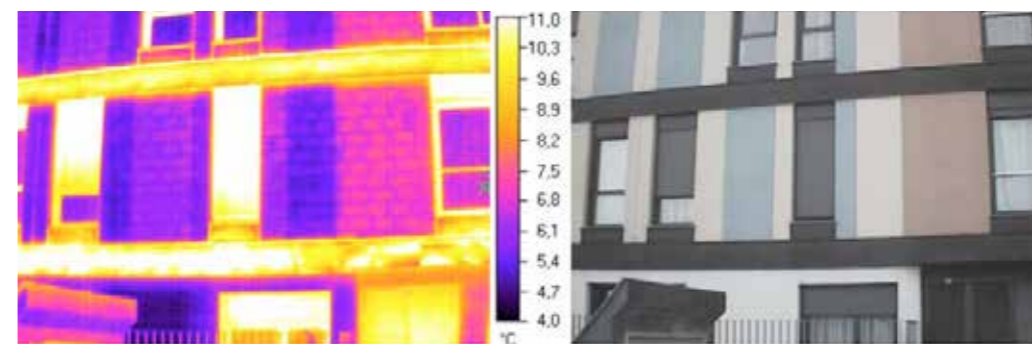
En la imagen siguiente se aprecia la misma circunstancia, además el fenómeno de los chapones se repite en las persianas metálicas. Al ser un día muy luminoso y ya bien entrado el día, unido a la inclinación de la cámara con respecto a los vidrios, éstos proyectan una imagen térmica (colores muy fríos) que no corresponden con la realidad.



Barrio Peñacastillo. Termografía. Vista general. Fuente.- CENER

En la imagen siguiente puede apreciarse claramente las dificultades de las que anteriormente se hablaba, en cuanto a la correcta interpretación de la termografía infrarroja. En ella puede verse, (imagen visible) que un mismo cerramiento exterior compuesto en sus últimas capas por una fábrica de ladrillo perforado revestido por un monocapa de diferentes colores, presenta tonalidades diferentes en la imagen térmica en función del color del acabado. Así el color más claro presenta tonalidades más frías, y el color más oscuro tonalidades más cálidas. Esto no quiere decir que las temperaturas de cada una de las partes sean diferentes (en esos momentos no incidía radiación solar directa), sino que, en función del color, el cerramiento emite diferente cantidad de energía.

También pueden observarse las diferentes hiladas de los ladrillos que representan diferentes propiedades entre el mortero de agarre y el propio ladrillo, aunque esta circunstancia no es indicativa de ninguna deficiencia constructiva.



Barrio Peñacastillo. Termografía. Detalle fachada monocapa. Fuente.- CENER

En cuanto al edificio nuevo, a pesar de no ser un buen modelo de edificio a ser termografiado, se repiten los mismos defectos de la mayoría de los edificios nuevos que optan por un aislamiento interior, es decir, mala solución constructiva en los frentes de los forjados que provocan pérdidas de alguna consideración por dichos elementos. En este caso se llama la atención sobre la necesidad de diseñar bien el edificio, prestando especial atención en la eliminación de puentes térmicos, y a un control de la calidad térmica de la construcción.

Segovia

Prólogo Alcalde Segovia

Desde hace más de una década, el Ayuntamiento de Segovia viene tomando medidas para optimizar el consumo, tanto de energía eléctrica como de combustibles, actuando principalmente en las instalaciones de alumbrado público, de bombeo, depuradoras y edificios municipales.

En el alumbrado se han efectuado pruebas aplicando nuevas tecnologías LED's. Se han instalado sistemas de telegestión capaces de proporcionar todo tipo de diagnósticos o averías, pero también de reducir la intensidad del alumbrado en función de las horas y necesidades.

Además, ante el continuo cambio de precios que experimentan las tarifas eléctricas, el Ayuntamiento de Segovia lleva a cabo análisis y estudios de los consumos en cada punto de suministro para poderlos adaptar a la tarifa más adecuada optimizando el coste. Al final, los resultados obtenidos servirán para contratar una empresa de



Servicios Energéticos que se encargará de la renovación y mantenimiento del alumbrado público.

La Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) también ha sido objeto de actuaciones. En concreto, se ha instalado, en colaboración con el Ente Regional de la Energía (EREN), un cogenerador alimentado por el propio biogás que genera la planta.

Y en cuanto a los colegios y edificios municipales, el Ayuntamiento ha mejorado la red de iluminación e iniciado el cambio de calderas de gasóleo por otras más eficientes de gas. A estas actuaciones se sumarán otras en las que ya se está trabajando. Por ejemplo, se estudia la viabilidad de mejorar el consumo en algunos edificios municipales a través de empresas de servicios energéticos.

Todas estas actuaciones acentúan el ahorro, tanto eléctrico como en otros combustibles, y disminuyen las emisiones de CO₂ a la atmósfera, con la consiguiente aportación

en contra del cambio climático. Pero además, con el programa de Rehabilitación Integral en Viviendas, que el Ayuntamiento promueve en distintos puntos de la ciudad, y según estudios de la Fundación La Casa que Ahorra, ya tangibles en algunos edificios donde se ha procedido al aislamiento exterior de fachadas, el ahorro en calefacción puede ascender al 50%, reducción que revierte directamente en el propio ciudadano.

En definitiva, se puede decir que el Ayuntamiento de Segovia tiene siempre presente que trabajar en beneficio del medio ambiente, que incorporar medidas que supongan el ahorro energético, tiene su efecto directo y en muchos casos inmediato, en la calidad de vida de la Ciudad en general y de sus habitantes en particular.

Pedro Arahuetes García
ALCALDE DE SEGOVIA

Municipio: Segovia
Fecha actuación: 20 de Febrero de 2012
Condiciones climatológicas: -5,5°C / 95% HR / viento de sur velocidad baja

El edificio a estudio, se encuentra en el Barrio de San José, Segovia. Se comprueba que las fachadas principales del edificio tienen orientaciones SSO y NNE.



Bloque de viviendas a analizar en Segovia. Fuente.- Google Maps

El edificio tiene forma rectangular alargada y consta de planta baja más cuatro alturas. Se trata de un edificio antiguo y que no ha sido sometido a una rehabilitación energética. Presenta un porcentaje no muy elevado de ventanas y puertas exteriores y se encuentra rodeado de bloques de vivienda de similar tipología. Se ha observado que una parte de los propietarios de las viviendas del bloque sustituyeron los cerramientos transparentes originales por unos más eficientes.



FACHADA NORTE

FACHADA SUR



FACHADA ESTE



FACHADA OESTE

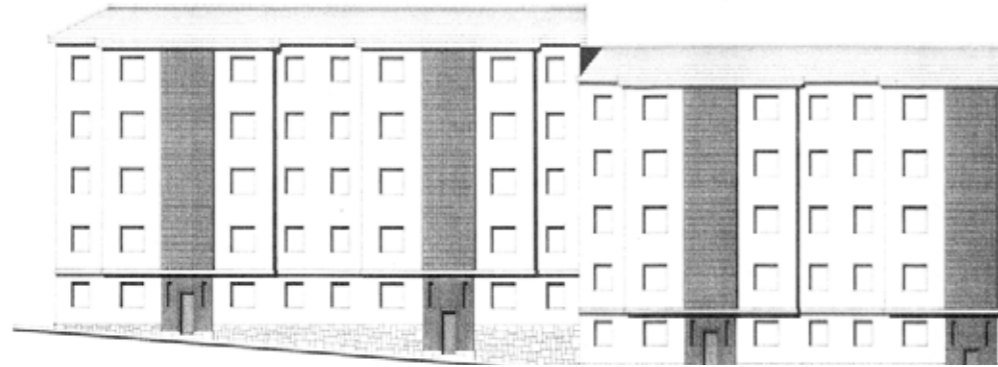
Fachadas principales del bloque de viviendas. Fuente.- CENER



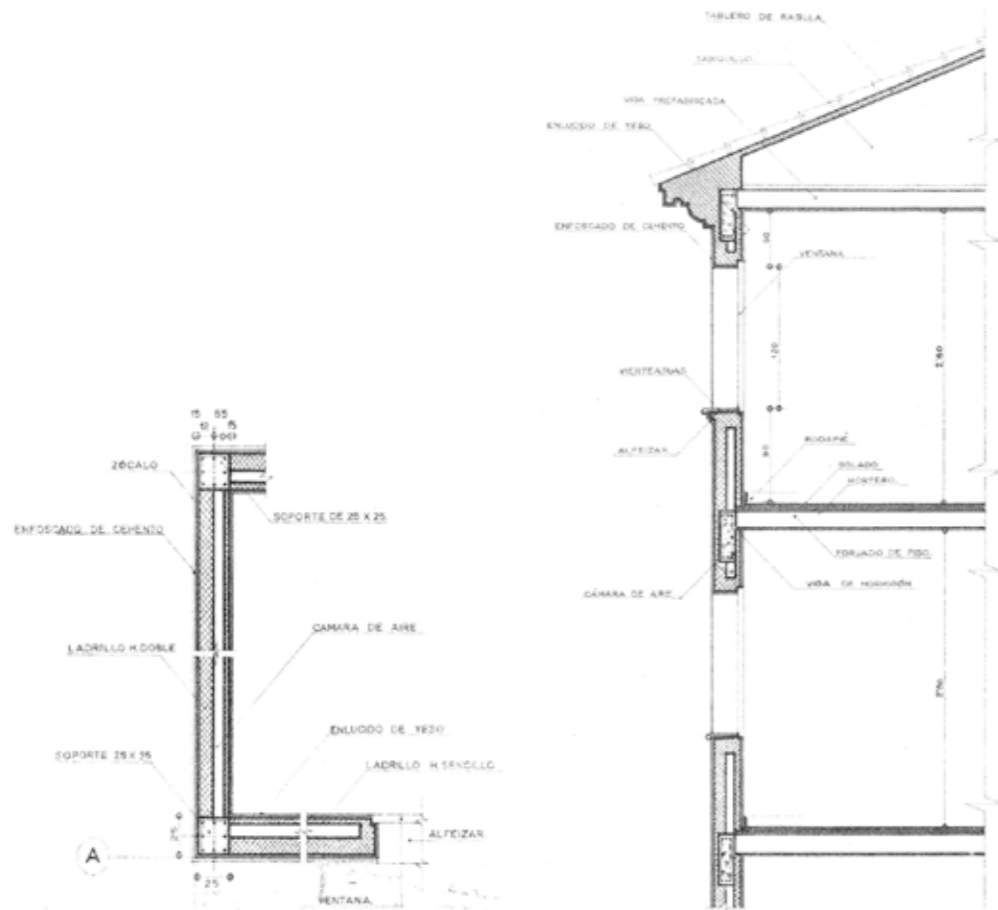
Detalle de los sistemas de calefacción. Fuente.- CENER

Como se puede comprobar en la imagen superior, cada vivienda ha acondicionado la terraza de la manera que ha creído conveniente. La mayoría de las viviendas han instalado una caldera en la terraza. No obstante, y de acuerdo con lo comentado por uno de los vecinos, alguna de las viviendas no disponía (o no usaba) el sistema de calefacción.

La construcción del edificio se remonta a 1963 y desde entonces no ha sufrido ninguna reforma integral que involucrara la optimización del consumo energético del mismo. Los detalles constructivos más representativos del edificio tomados para la simulación energética se muestran a continuación.



Fachada principal. Fuente.- Ayuntamiento de Segovia

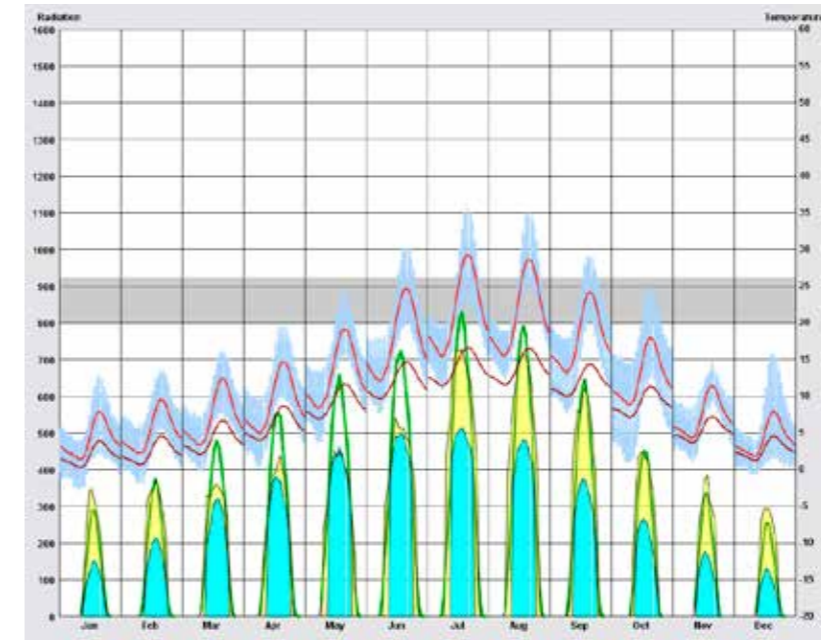


Fachada principal. Fuente.- Ayuntamiento de Segovia

Fachada principal. Fuente.- Ayuntamiento de Segovia

Se han empleado como datos climáticos en los diversos análisis los provenientes del año meteorológico tipo para dicha localidad.

A modo de resumen, se muestra en la figura siguiente una gráfica con algunos de los datos más interesantes a la hora de realizar el estudio: temperaturas y radiación solar recibida.



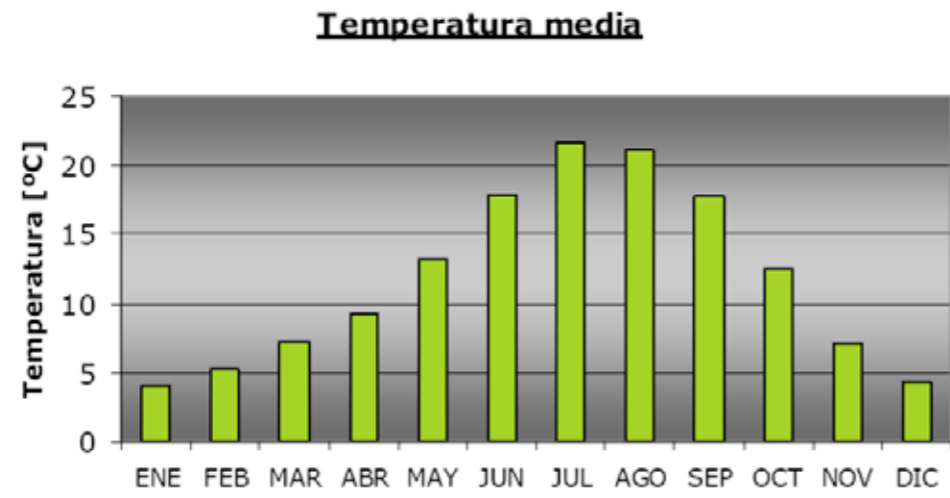
TEMPERATURE: (degrees C)
 — DRY BULB MEAN
 — WET BULB MEAN
 — DRY BULB (hourly)
 — COMFORT ZONE

RADIATION: (Wh/sq.mt./hour)
 — GLOBAL HORIZ
 — DIRECT NORMAL
 — DIFFUSE

Evolución mensual de temperaturas de bulbo seco y húmedo y de la irradiación solar total, directa y difusa. Fuente.- Fichero SWECC (Spanish Weather for Energy Calculations) de la base de datos de EnergyPlus

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, CTE, la zona climática de Segovia es la D2, si observamos las temperaturas medias mensuales en Segovia.

Para la realización del proyecto se ha tomado como referencia climática la ubicación de Segovia, situada en las coordenadas (40,95° Norte, 1,13° Oeste), y a una altitud de 795m sobre el nivel del mar.



Temperaturas medias mensuales en Segovia.
Fuente.- Energy Plus Weather Data

En la figura anterior, se aprecia que si bien la temperatura media anual es de 11,81°C los inviernos son fríos, con una temperatura media de Enero y Diciembre próxima a 4°C mientras que los veranos son cálidos, con temperaturas promedio superiores a 21°C, típico de un clima de interior.

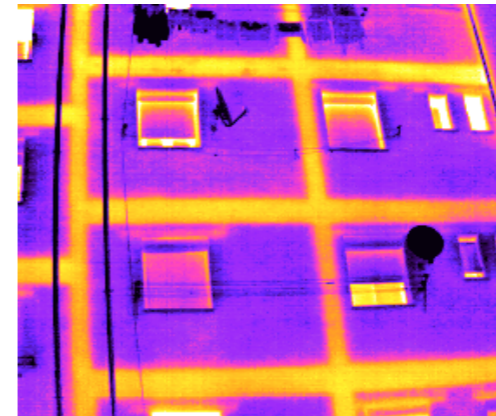
Evaluando los grados-día calefacción en base 15°C para Segovia en un año meteorológico tipo, se tiene un valor de 1845 grados-día, lo que da una idea de unas necesidades de calefacción importantes, con lo que cobra especial interés que la envolvente térmica de los edificios esté bien aislada para minimizar las pérdidas térmicas.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS TERMOGRÁFICO

Cerramientos exteriores

El primero de los aspectos a evaluar será el estado general de los cerramientos exteriores para valorar la existencia de fallos en la envolvente térmica del edificio que puedan significar puentes térmicos de consideración a través de los cuales el calor fluye al exterior, aumentando las demandas de calefacción del edificio.

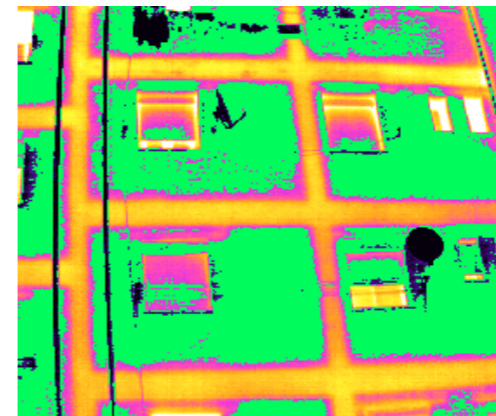
La característica más significativa es la temperatura más o menos homogénea en la parte de muro de las fachadas, es decir, sin contar forjados. No obstante, esto denota que no hay puntos de fuga de calor en el muro debidos a defectos en las características aislantes de la fachada, ya que la fachada carece de aislamiento térmico.



Cerramiento exterior en fachada Sur. Fuente.- CENER



Al ser la escala de temperaturas progresiva, es complicado hacerse una idea exacta del rango concreto de temperaturas. Por ello, si se toma una zona de temperaturas que serán indicados en la misma tonalidad y con un color distinto a la gama de la escala anterior, se puede comprobar que salvo los cantos de los forjados, en el muro no existen puntos térmicos de relevancia.



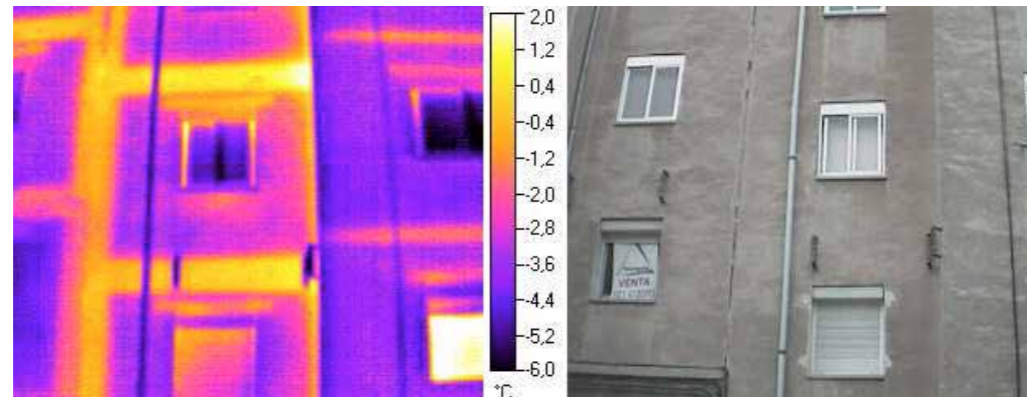
Isoterma en cerramiento exterior fachada Sur. Fuente.- CENER



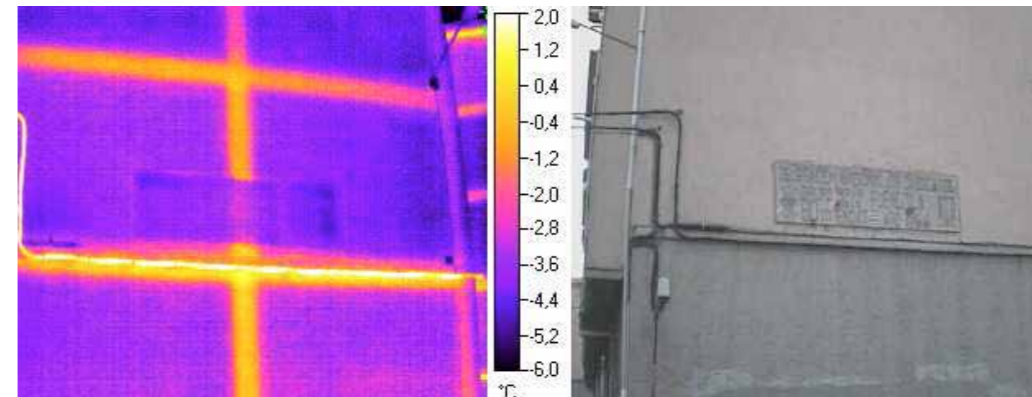
En la figura anterior se tiene que entre -5°C y -3°C se encuentra casi toda la superficie de la fachada. No se aprecia un punto en el que el cambio de temperatura sea brusco, salvo en forjados y carpinterías exteriores, que pudieran dar lugar a puntos críticos por los que habría una pérdida de calor importante.

Al analizar lo sucedido en una parte de la fachada Norte se comprueba que sucede lo mismo.

Esto no implica que la fachada esté bien térmicamente, sino que no presenta defectos en la misma.



Cerramiento exterior en fachada Norte. Fuente.- CENER



Detalle de los forjados. Fachada Oeste. Fuente.- CENER

Forjados

Como se ha comprobado en las termografías anteriores, los forjados del edificio aparecen a una temperatura superior a la de la fachada. Esto es debido a que constituyen un puente térmico a través del cual el edificio pierde energía, y dado que la superficie del forjado es significativa, cobra especial importancia ya que supondrá una pérdida energética importante.



Detalle de los forjados. Fachada Este. Fuente.- CENER

La mejor manera de comprobar las pérdidas a través de los forjados es comprobar lo sucedido en las dos fachadas que no tienen cerramientos transparentes, la fachada Este y Oeste. Como se puede apreciar, la diferencia entre puntos de la fachada es superior a 3°C, dado que hay puntos en el forjado con una temperatura superior a 0°C, y otros en la fachada con temperatura inferior a -3°C. De todas maneras, la diferencia de al menos 2°C es evidente, lo que muestra un punto de fuga de calor importante.

En la siguiente figura se muestra el caso de la fachada Oeste. De nuevo, se aprecia que la temperatura en el canto del forjado es superior a la del resto de la fachada.

Carpintería exterior

Cuando hablamos de carpintería exterior nos referimos a las ventanas y puertas exteriores, teniendo en cuenta marcos y vidrios. El análisis termográfico de los vidrios conlleva una complejidad elevada, ya que la gran mayoría de los vidrios (salvo aquellos con unas propiedades aislantes muy específicas) son menos aislantes que los cerramientos opacos, con lo que la temperatura en la cara exterior de los vidrios esperable es superior a la de los muros exteriores.

Una doble
ventana aporta
unas importantes
ventajas respecto a
la ventana simple



Detalle de los forjados. Fachada Este. Fuente.- CENER

Como se ha mencionado, tomando una de las fachadas principales se comprueba que la temperatura en los vidrios y sus marcos es más elevada que en la fachada. Como se aprecia en la imagen muchos de los vecinos han optado por incorporar una doble carpintería en los cerramientos.

Una doble ventana aporta unas importantes ventajas respecto a la ventana simple. La primera de ellas es que las infiltraciones de aire se reducen, ya que son dos las barreras a la entrada de aire, que en climas fríos supone una parte importante de la demanda de calefacción. Por otra parte, el coeficiente de transferencia térmica se reduce, ofreciendo una mayor resistencia al paso del calor hacia el exterior. Con el ensayo termográfico solo puede comprobarse este segundo hecho.

Dado que los vidrios tienen una parte de reflexividad importante, se analizarán dos cerramientos exteriores distintos que estén próximos uno del otro para que no se vean influenciados por posibles reflejos que afecten de manera distinta en función del ángulo de toma de la termografía.



Pérdidas en las carpinterías exteriores. Doble vs Simple. Fuente.- CENER

En la figura anterior, se comprueba que la ventana de arriba, está a mayor temperatura que la ventana de abajo que es una ventana doble. Además, el marco de las ventanas está asimismo a una temperatura inferior, por el mismo hecho.

Sistema de calefacción

Como se ha mencionado anteriormente, se desconocen los sistemas de calefacción de las viviendas. Tras una conversación con uno de los vecinos, se comunicó que la calefacción es individual, pero que cada uno de los vecinos ha instalado el sistema que ha creído conveniente. Cabe recordarse que una de las indicaciones que se dieron antes del estudio termográfico fue que los vecinos encendiesen los sistemas de calefacción para poder comprobar el contraste térmico entre el interior y el exterior.

En la figura inferior, se aprecia que la vivienda a estudio está calefactada por radiador, ya que debajo de las ventanas, ubicación habitual de los radiadores, aparece una superficie a mayor temperatura. Al no estar la vivienda aislada, habrá una pérdida de calor hacia el exterior no controlada.



Radiadores en vivienda. Fuente.- CENER

Tan sólo en otra vivienda se ha podido registrar unos radiadores encendidos vía la envolvente del edificio.

RESULTADOS SIMULACIÓN ENERGÉTICA

El modelo geométrico del edificio objeto de estudio se ha realizado en base a información documental disponible, intentando reproducir en la medida de lo posible la geometría real, zonificando cada planta según los usos y orientaciones de las diferentes zonas (vivienda y circulaciones).

Igualmente se han considerado como obstáculos remotos todos aquellos edificios circundantes susceptibles de generar sombras significativas sobre el edificio objeto, tal y como se muestra en las siguientes figuras.



Modelo geométrico fachada norte. Fuente.- CENER

Para cuantificar el potencial de ahorro energético derivado de la implantación de distintas medidas de mejora de la envolvente térmica del edificio, el primer paso ha sido cuantificar el punto de referencia o caso base, mediante la introducción al modelo computacional de todos los elementos descritos en los apartados anteriores: geometría, orientación, detalles constructivos, cargas internas (ocupación, iluminación y equipos) y temperaturas de consigna según el perfil de uso del edificio.

La siguiente tabla resume los resultados más significativos de la simulación: las demandas totales y por unidad de superficie de vivienda.

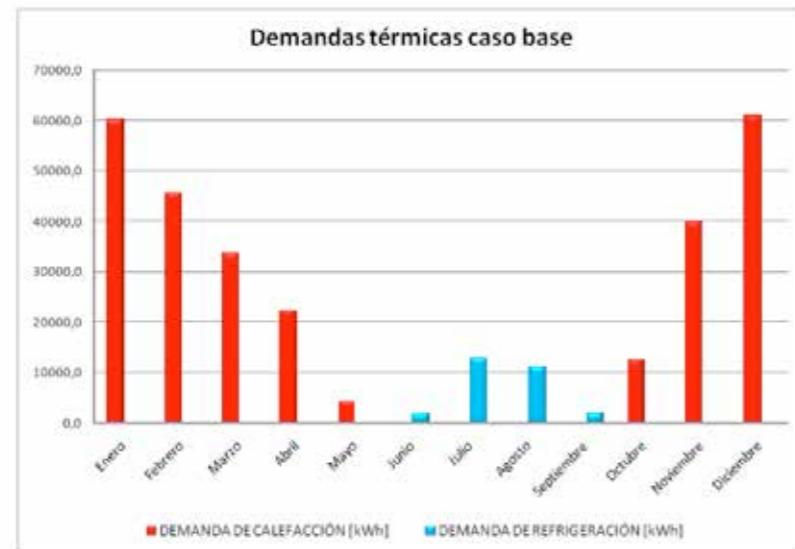
	TOTAL (kWh/año)	RATIO (kWh/m ² año)
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	279.526,5	120,75
DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	27.946,5	12,07

Como cabía esperar, debido a la zona climática (D2) y a las características del edificio, la demanda de calefacción presenta un peso muy superior a la refrigeración. Estos valores, aunque muy elevados para la localidad en el marco normativo actual (CTE), son coherentes con el año de construcción del edificio y la deficiencia de su envolvente térmica.

Al no estar la vivienda aislada, habrá una pérdida de calor hacia el exterior no controlada

Respecto a este punto se referenciarán entonces los ahorros energéticos de las distintas medidas de mejora propuestas en el apartado siguiente.

Para ilustrar en mayor medida el caso de referencia se muestra a continuación una gráfica de las demandas mensuales, donde se puede observar el peso que adquieren las demandas a lo largo de los diferentes meses.



Demandas térmicas mensuales. Fuente.- CENER

Como se aprecia, los meses de diciembre y enero suponen el mayor peso en la demanda de calefacción, suponiendo un 43% del total. Es en esos meses cuando el usuario deberá tener un mayor cuidado en sus hábitos de consumo, debiendo asegurar la ventilación estricta por motivos de salubridad (nunca más) y no elevar la temperatura de su vivienda por encima de los 20-21°C recomendados para confort, ya que el incumplimiento de cualquiera de estas premisas incidiría en estos meses sobre un incremento más importante de la demanda de calefacción.

En el caso de la demanda de frío, aunque su peso sobre el consumo global sea bajo, son los meses de julio y agosto prácticamente los únicos a tener en cuenta. Durante éstos se deberá cuidar en emplear protecciones solares para bloquear la entrada de la radiación solar a la par que realice una generosa ventilación de la vivienda, sobre todo durante las horas nocturnas durante las cuales las temperaturas descienden significativamente y permiten reducir el calor acumulado durante el día. De nuevo, si no se siguen estos principios básicos, esta demanda podría alcanzar valores superiores.

Hay que destacar que las demandas calculadas corresponden con los calendarios y temperaturas de consigna tomadas como referencia.

MEDIDAS DE MEJORA PROPUESTAS

Sistema de Aislamiento por el Exterior (SATE)

La primera medida de mejora contemplada consiste en un Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE) compuesto por un panel de lana mineral y un acabado exterior de mortero, idóneo para la rehabilitación de edificios existentes.

La medida propuesta presenta importantes ventajas tales como:

- Aislamiento térmico continuo de la fachada.
- Gran mejora del confort acústico.
- Resistencia a la intemperie: Durabilidad del sistema.
- Garantiza la transpiración de la fachada (permeabilidad al vapor de agua).

En base a la zona climática, se realizará el cálculo de ahorro energético para dos casos 60mm y 120mm (más exigente), con una conductividad de 0,036W/mK. Así, se permitirá la comparativa entre ambas posibilidades.

Los resultados obtenidos del cálculo de la demanda con la aplicación de esta medida al edificio se muestran en la siguiente tabla:

	DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	60mm.	120mm.	CASO BASE	60mm.	120mm.
Enero	60067,0	39912,8	36098,5	0,0	0,0	0,0
Febrero	45753,7	30257,5	27304,6	0,0	0,0	0,0
Marzo	33657,0	21559,4	19282,6	0,0	0,0	0,0
Abril	22569,2	13885,5	12260,0	0,0	0,0	0,0
Mayo	4459,7	2428,1	2236,0	0,0	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	0,0	1855,1	1158,2	1074,9
Julio	0,0	0,0	0,0	12821,2	9556,6	9034,6
Agosto	0,0	0,0	0,0	11127,5	8398,1	7928,6
Septiembre	0,0	0,0	0,0	2142,8	1650,9	1586,3
Octubre	12529,3	7007,0	6091,5	0,0	0,0	0,0
Noviembre	39822,2	25759,4	23089,1	0,0	0,0	0,0
Diciembre	60668,4	40398,9	36593,5	0,0	0,0	0,0
TOTAL	279526,5	181208,4	162955,6	27946,5	20763,8	19624,4
[KWh/m²]	120,75	78,28	70,39	12,07	8,97	8,48
% MEJORA	-	35,17%	41,70%	-	25,70%	29,78%

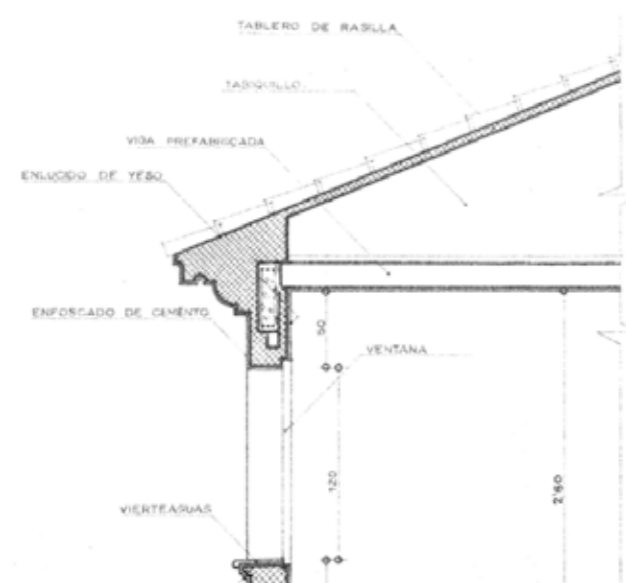
Como puede observarse en la tabla anterior, la aplicación de la medida implica la disminución de la demanda tanto en calefacción como en refrigeración, aunque es en calefacción donde aporta los resultados más llamativos; una mejora porcentual entre el 35 y el 41,7% de reducción de la demanda.

Los cálculos realizados con dos espesores de aislamiento (60mm y 120mm) revelan una ligera mejora en la aplicación del mayor espesor, aunque insignificante en el caso de demanda de refrigeración.

Aislamiento de cubierta

La antigüedad del edificio implica la ausencia de cualquier tipo de aislamiento, luego la cubierta también es un punto de importantes pérdidas térmicas y por tanto de obligado tratamiento a través de la medida de mejora pertinente.

En este caso, aprovechando el espacio bajo cubierta, se puede proponer el aislamiento del último forjado del edificio por la parte superior, tal y como se observa en el detalle constructivo.



Detalle constructivo. Fuente.- Fundación la Casa que Ahorra - Ayuntamiento de Segovia

El espesor de aislamiento contemplado para el cálculo del ahorro ha sido de 120mm y una conductividad térmica de 0,036W/mK.

Igualmente al apartado anterior los ahorros energéticos en términos de demanda derivados de la implantación de la medida de aislamiento térmico en cubierta se muestran en la siguiente tabla:

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	120mm.		CASO BASE	120mm.
Enero	60067,0	56686,4	Enero	0,0	0,0
Febrero	45753,7	43193,7	Febrero	0,0	0,0
Marzo	33657,0	32034,8	Marzo	0,0	0,0
Abril	22569,2	21662,0	Abril	0,0	0,0
Mayo	4459,7	4448,9	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	1855,1	1502,8
Julio	0,0	0,0	Julio	12821,2	11902,7
Agosto	0,0	0,0	Agosto	11127,5	10374,5
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	2142,8	2023,1
Octubre	12529,3	11738,8	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	39822,2	37472,6	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	60668,4	57192,4	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	279526,5	264429,6	TOTAL	27946,5	25803,2
[KWh/m ²]	120,75	114,22	[KWh/m ²]	12,07	11,1
% MEJORA	-	5,40%	% MEJORA	-	7,67%

Como se observa en la tabla, el aislamiento de la cubierta tiene una incidencia porcentual similar sobre ambas demandas, aunque en valores netos suponga una repercusión algo superior en calefacción.

No obstante, la tipología constructiva del edificio, con un espacio bajo cubierta que hace las veces de colchón térmico, implica que la repercusión de la adición de este aislamiento no produzca resultados espectaculares.

Doblado de ventanas

La medida contempla el doblado de los huecos, es decir, la adición de una hoja o carpintería exterior a los huecos ya existentes. Esta medida contempla por un lado el componente estético, permitiendo la unificación de la fachada conservando las carpinterías actuales, a la par que aporta una mejora energética al ofrecer una mayor resistencia térmica, evitando una fracción de las pérdidas actuales a través de huecos y reduciendo las infiltraciones a través de los contornos de hueco, al favorecer esta segunda piel la estanquidad de los mismos.

Dado que la mayor parte de los propietarios han realizado mejoras puntuales en esta materia el caso base ha contemplado ya un caso favorable, consistente en carpintería con rotura del puente térmico y vidrio doble claro con cámara de 13mm.

Las demandas térmicas calculadas para la medida propuesta se muestran a continuación:

La cubierta también es un punto de importantes pérdidas térmicas

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	DOBLADO HUECOS		CASO BASE	DOBLADO HUECOS
Enero	60067,0	58114,9	Enero	0,0	0,0
Febrero	45753,7	44345,5	Febrero	0,0	0,0
Marzo	33657,0	32756,6	Marzo	0,0	0,0
Abril	22569,2	21979,0	Abril	0,0	0,0
Mayo	4459,7	4344,4	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	1855,1	1728,2
Julio	0,0	0,0	Julio	12821,2	12352,8
Agosto	0,0	0,0	Agosto	11127,5	10679,3
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	2142,8	2010,0
Octubre	12529,3	12164,0	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	39822,2	38612,4	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	60668,4	58691,1	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	279526,5	271008,0	TOTAL	27946,5	26770,4
[KWh/m ²]	120,75	117,07	[KWh/m ²]	12,07	11,6
% MEJORA	-	3,05%	% MEJORA	-	4,21%

Como se deduce de la tabla anterior, la medida tiene un impacto moderado sobre ambas demandas (calefacción y refrigeración). No obstante, hay que considerar que se ha partido de un caso optimista del caso base, cierto en la mayoría de los propietarios pero no en todos.

Así, en el caso de las viviendas con unos acristalamientos de peor calidad a la contemplada en el caso base, el ahorro esperado será mayor y la mejora en el confort muy significativa.

Caso estudiado con huecos antiguos

Para ilustrar el caso de las viviendas que no cuenten con la mejora previa del conjunto carpintería-acristalamiento se ha realizado el cálculo de una vivienda tipo (en planta intermedia) para cuantificar la repercusión en este caso.

El caso base consistiría en este caso en la tipología original, con carpintería de aluminio sin rotura del puente térmico y vidrio sencillo. La medida aplicada contempla la sustitución de todas las ventanas de la vivienda por elementos nuevos formados por carpinterías de PVC de 3 cámaras ($U=1,8W/m^2K$) y vidrios dobles formados por: vidrio claro 4mm + cámara de aire 13mm + vidrio bajo emisivo 4mm.

A parte de las buenas características térmicas que aporta la sustitución de huecos, reduciendo de forma notable la transmisión de calor a través de estos elementos mediante conducción, aportan un valor añadido que es el sellado de la entrada de aire a través de estos elementos en forma de infiltraciones, reduciendo al mismo tiempo las pérdidas térmicas imputables a este concepto.

El efecto de esta medida sobre la vivienda original en estas condiciones es el siguiente:

	Carpintería aluminio SRPT + vidrio sencillo	Carpintería PVC + vidrio bajo emisivo	AHORRO
Demanda calefacción vivienda tipo	5.926,49	5.290,08	10,7%
Demanda refrigeración vivienda tipo	634,37	592,55	6,6%

Como puede observarse, la implantación de la mejora adecuada de los huecos es más significativa cuando las condiciones de partida reflejan los elementos originales del edificio. No obstante la repercusión no es tan elevada como de la mejora del cerramiento opaco debido a que el porcentaje de acristalamiento de este edificio es reducida.

Conjunto de medidas propuestas

La siguiente medida contempla realmente la integración de un grupo de medidas formado por el aislamiento de fachada por el exterior (SATE) de 80mm, el aislamiento de cubierta (100mm) y el doblado de huecos, tal y como se explica en los apartados anteriores.

Ahorro energético

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [KWh]:			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [KWh]:		
	CASO BASE	SUSTITUCIÓN VENTANAS		CASO BASE	SUSTITUCIÓN VENTANAS
Enero	60067,0	30363,0	Enero	0,0	0,0
Febrero	45753,7	22977,3	Febrero	0,0	0,0
Marzo	33657,0	16413,0	Marzo	0,0	0,0
Abril	22569,2	10578,8	Abril	0,0	0,0
Mayo	4459,7	2207,2	Mayo	0,0	0,0
Junio	0,0	0,0	Junio	1855,1	580,8
Julio	0,0	0,0	Julio	12821,2	7336,9
Agosto	0,0	0,0	Agosto	11127,5	6410,1
Septiembre	0,0	0,0	Septiembre	2142,8	1266,3
Octubre	12529,3	4964,6	Octubre	0,0	0,0
Noviembre	39822,2	19062,1	Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	60668,4	30683,7	Diciembre	0,0	0,0
TOTAL	279526,5	137249,7	TOTAL	27946,5	15594,1
[KWh/m ²]	120,75	59,29	[KWh/m ²]	12,07	6,7
% MEJORA	-	50,90%	% MEJORA	-	44,20%

La tabla anterior muestra el ahorro en demanda, calculado para una aplicación conjunta de medidas, tomando el conjunto de aquellas que aportaban un mayor ahorro.

Se puede observar que el ratio de demanda anual por m² de superficie pasaría de 120,75 a 59,29kWh/m² en calefacción y de 12,07 a 6,7kWh/m² en refrigeración. Suponiendo estos descensos (50,9% y 44,2%, respectivamente) el potencial de ahorro del edificio mediante mejoras de la envolvente.

Para tener una visión económica de lo que supone este ahorro potencial, se realizarán las siguientes suposiciones:

- La calefacción se genera mediante caldera de gas natural individual.
- El rendimiento medio estacional de la caldera es 0,8.
- El precio del kWh de gas natural (incluidos impuestos) referenciado al PCI es de 0,062€.
- La refrigeración se genera mediante un equipo de aire acondicionado individual.
- El rendimiento medio estacional del equipo de frío es de 250%.
- El precio del kWh (incluidos impuestos) es de 0,17€.

Con estas premisas de partida los datos de las tablas anteriores se traducen en términos económicos:

Demanda	Consumo caso base	Ahorro respecto a caso base
Calefacción	21.663,3€	11.026,45€
Refrigeración	1.900,36€	839,97€
TOTAL	23.563,66€	11.866,42€

CONCLUSIONES

Análisis Termográfico

Se ha realizado el análisis termográfico de un bloque de viviendas antiguo en el barrio de San José en Segovia. El objeto del análisis es la evaluación del comportamiento de la envolvente térmica del edificio e identificar puentes térmicos que provoquen pérdidas de calor a través de los cerramientos, reduciendo así la eficiencia energética del edificio.

Tras la realización del análisis termográfico, se ha comprobado que las mayores pérdidas de energía se tienen a través de los cantos de los forjados, encuentros de pilares y cerramientos y en los cerramientos transparentes.

A través de los cerramientos opacos también se aprecian pérdidas de energía importantes aunque de manera más homogénea, es decir que aunque no existen puntos de fuga concretos - aparte de forjados y pilares - pero existen pérdidas de energía relevantes, debido a la ausencia de aislamiento térmico en las fachadas.

Los cerramientos transparentes (vidrios y carpinterías) han sido en su mayoría renovados. En los que no lo han sido, los puentes térmicos son importantes y además suponen un punto por el que puede entrar aire exterior (frío) no controlado, aumentando las necesidades de calefacción.

La solución más efectiva para resolver los problemas de las pérdidas a través de la envolvente será un sistema de aislamiento térmico exterior, y plantear para ciertos casos la sustitución de los cerramientos transparentes.

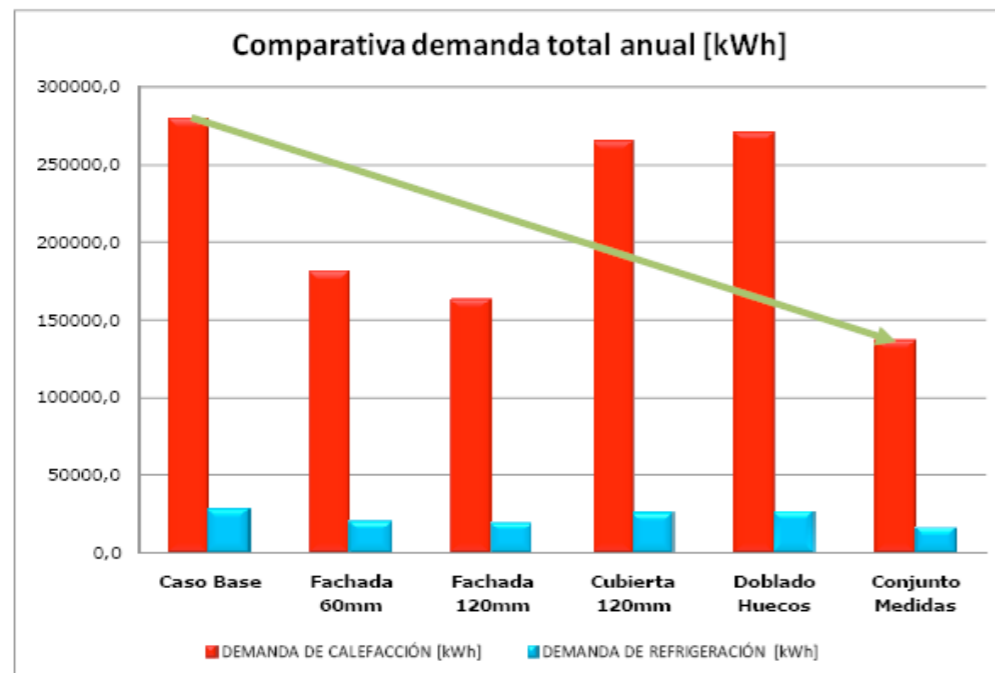
Simulación Energética

De los cálculos realizados se deduce que el potencial de ahorro es interesante debido a la antigüedad del edificio y su estado actual (carece de reforma integral importante).

La severidad climática de Segovia en invierno, implica que los valores netos de reducción de la demanda de calefacción sean elevados, por lo que la amortización de la instalación de las medidas redundará en periodos de retorno más bajos que en climas suaves.

Además de ello, la mejora del confort de los usuarios, unido a la revalorización del inmueble o la renovación de la estética urbana con todos los valores sociales positivos ligados a ella, son un valor añadido más al del ahorro energético, que hacen de la rehabilitación en este caso una propuesta altamente recomendable.

La renovación de la estética es un valor añadido más al del ahorro energético, que hacen de la rehabilitación en este caso una propuesta altamente recomendable



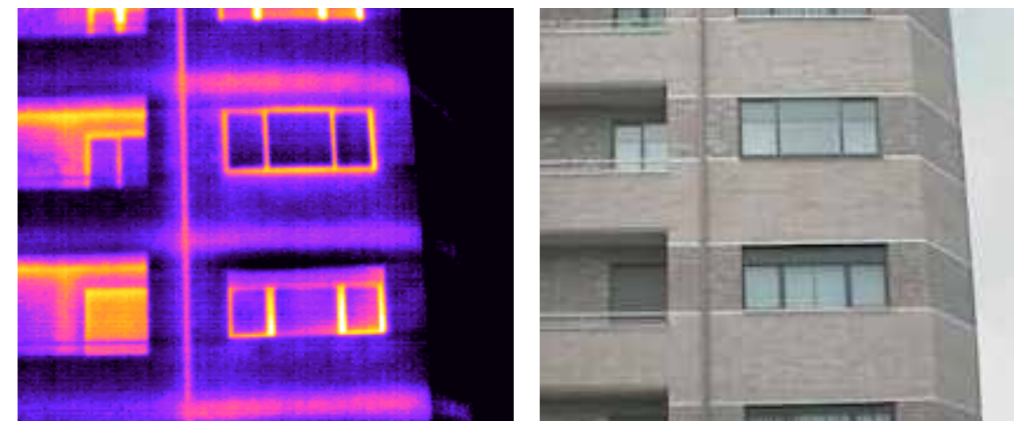
Comparativa demanda anual. Fuente.- CENER

Tal como se muestra en la figura anterior, la aplicación combinada del conjunto de medidas propuestas supone el mayor ahorro, alcanzando una **reducción de la demanda en torno al 50% en calefacción y un 44% en refrigeración**. En términos económicos, según las estimaciones realizadas en el cálculo, estos valores se podrían traducir en un **ahorro de hasta 11.800€ anuales** (11.000€ en calefacción y 800€ en refrigeración).

Entre los espesores de aislamiento propuestos, únicamente comentar que aunque existe una mejora del mayor respecto al menor ésta no es excesivamente alta, luego podría optarse por realizar la reforma con el menor espesor si surgieran problemas arquitectónicos o el coste se elevara significativamente.

COMPARACIÓN CON EDIFICIO NUEVO

Analizando la envolvente térmica del edificio nuevo, se aprecia una mayor uniformidad en las temperaturas en la fachada. Ya no se aprecia el salto térmico que sí que se veía en el edificio antiguo.



Envolvente del edificio nuevo. Fuente.- CENER

Cabe destacar que, a pesar de contar con aislamiento térmico, siguen poniéndose de manifiesto la existencia de puentes térmicos en cantos de forjados, si bien es cierto que su impacto en términos de pérdida de energía es claramente inferior.

3.- Conclusiones

Como hemos comentado en la introducción, el objetivo del PDEHU no era otro que sensibilizar e informar a la ciudadanía de los municipios participantes sobre la problemática asociada a la ineficiencia energética del parque edificatorio, en especial de sus propias viviendas, como también en relación con la oportunidad que su rehabilitación energética puede representar en términos de ahorro energético y económico, reducción de su impacto medioambiental y creación de riqueza y empleo.

Por este motivo y con el convencimiento de que son los Gobiernos municipales los que con mayor interés y acierto pueden llegar a sus propios ciudadanos, propusimos en su momento a la Federación Española de Municipios y Provincias que nos acompañara en esta aventura.

Y han sido también los municipios de estas cinco localidades los que nos han propuesto los edificios y barrios a estudiar. Y la primera conclusión que queremos destacar es que, más allá de la zona climática e incluso del color político del Gobierno local, existe una gran coincidencia en señalar, como foco prioritario de interés e intervención, barrios construidos entre finales de los 50 y principios de los 70, anteriores por tanto en todos los casos a las primeras Normas Básicas de Edificación de 1979, en momentos de importante y urgente necesidad de viviendas como consecuencia en muchos casos de movimiento de éxodo rural a las ciudades y con calidades constructivas que, al menos desde el punto de vista de la demanda energética

y el confort térmico son francamente deficientes. Fachadas con cámara sin aislar o incluso fachadas sin cámara, vidrios monolíticos, carpinterías ineficientes, cantos de forjado despilfarrando gran parte de la inercia térmica que deberían acumular como consecuencia de su excesiva exposición al exterior, defectos de estanqueidad y profusión de infiltraciones de aire indeseadas, humedades... son algunas de las patologías que una y otra vez hemos ido encontrando, de forma sistemática, en los diferentes barrios estudiados.

Conscientes de esta problemática los municipios participantes, seleccionados en su momento por el compromiso que habían demostrado en relación con la reducción del consumo energético y la mejora de la sostenibilidad en su localidad, han puesto en marcha o tienen previsto poner en marcha campañas de información, concienciación y apoyo a sus vecinos para conseguir entre todos activar intervenciones de Rehabilitación energética de este parque edificatorio ineficiente. Nuestra labor con el PDEHU ha sido, entonces, acompañar en la medida de nuestras posibilidades estas actuaciones, que en ocasiones se sustanciaban a través de declaraciones de Áreas de Rehabilitación Integral en los barrios estudiados y en otras con campañas de estímulo para la incorporación del vector de la eficiencia energética a intervenciones previstas en fachadas y cerramientos como consecuencia de problemas detectados en los mismos, bien de forma espontánea o tras realización de Inspecciones Técnicas de estos edificios.

Otra conclusión de aplicación a los cinco estudios realizados es que las posibilidades de reducción de la demanda energética, especialmente de calefacción, son muy importantes, situándose entre un 43% y un 67% de la demanda de los edificios en su estado actual. Y no podemos dejar de señalar que la posibilidad de ahorro de mayor cuantía se ha encontrado, tal vez en contra de lo que inicialmente se hubiera podido pensar, en el municipio de Arahal, el de climatología más benigna de los cinco considerados. Lo que nos mueve a hacer una llamada de atención sobre la problemática específica que puede reproducirse en zonas más cálidas del país como consecuencia de la, aún si cabe, peor calidad constructiva de sus edificaciones más antiguas.

También en todos los casos son muy similares las propuestas de mejora que pueden hacerse, desde la aplicación de sistemas de aislamiento por el exterior (SATE) en aquellas ocasiones en las que las comunidades de vecinos consiguen el consenso necesario para una rehabilitación completa de la fachada; rehabilitaciones por el interior, por ejemplo mediante trasdosado con un panel aislante y una placa de yeso laminado en caso de que se den circunstancias más favorables para la intervención de cada vecino a título individual y, por supuesto, sustitución de carpinterías y vidrios por otros de mayor eficiencia térmica o doblado de ventanas en algunos casos.

Estas mejoras, aplicadas con el adecuado rigor técnico, suponen para estas comunidades de vecinos inversiones que ofrecen, en la mayoría de los casos, plazos de amortización interesantes o incluso muy interesantes cuando se dispone, además, de programas de subvención pública a este tipo de intervenciones.

El hecho de que las patologías energéticas detectadas y las propuestas de solución para las mismas sean razonablemente similares en todos los casos hace que los resultados del estudio sean también fácilmente extrapolables a los millones de edificios de tipología similar que se construyeron en aquellos años. A modo de ejemplo baste decir que durante la década de los 60, solo en la provincia de Sevilla, se construyeron más de 100.000 viviendas de una tipología constructiva similar a la estudiada en Arahal, más de 400.000 dentro de la provincia de Barcelona similares a las de Can Bassa y Congost en Granollers, aproximadamente 500.000 en Madrid no muy diferentes de las analizadas en Ciudad de los Ángeles, casi 30.000 en Cantabria “hermanas” de las del barrio de San Francisco en Santander y unas 8.000 en Segovia de tipología similar a las seleccionadas en el barrio de San José. Una apuesta decidida por actuaciones masivas de rehabilitación en estos entornos permitiría conseguir una reducción cercana a los 320 millones de euros en gastos de calefacción y refrigeración

Hasta aquí hemos hablado de ahorro energético y económico. Pero la problemática asociada a la falta de eficiencia de nuestro parque edificatorio va mucho más allá. Y se traduce, también, en una falta de confort térmico extendido de forma masiva en nuestros edificios y viviendas. Y lo que es peor, es la mayor responsable de que en nuestro país y en la actualidad se acerque ya al 15% la cifra de hogares españoles en situación de pobreza energética; es decir, familias que no pueden pagarse la energía necesaria para mantener su vivienda en condiciones de confort térmico mínimas (18°C en invierno según la OMS) o que para hacerlo tienen que destinar una parte excesiva y difícilmente sostenible en el tiempo de sus ingresos. No hace falta decir que solucionar esta grave problemática social es responsabilidad de todos.

Y hemos hablado también de plazos de retorno de las inversiones necesarias. Pero no deberíamos olvidar, además, que las intervenciones de rehabilitación energética aumentan el valor de la vivienda y que, por ejemplo, una aplicación de una solución SATE por el exterior puede representar una mejora importante desde el punto de vista social en barrios degradados.

Es tarea de todos aprovechar las oportunidades que ofrece la rehabilitación energética de los más de 20 millones de viviendas anteriores a 1979 que tenemos

en este país. Para afrontar con éxito el desafío es absolutamente imprescindible una mayor información y concienciación ciudadanas y fundamental un apoyo decidido de ayuntamientos comprometidos con la mejora de la sostenibilidad de sus municipios. Con este estudio la Fundación La Casa que Ahorra quiere aportar su pequeño granito de arena a este apasionante proyecto común.

Fundación La Casa Que Ahorra
NOVIEMBRE DE 2012

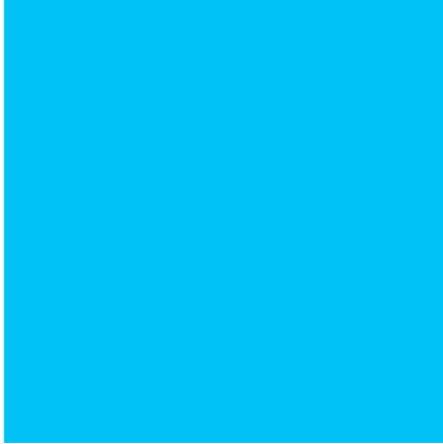
Galería fotográfica

Las fotografías incluidas en este documento son propiedad de los ayuntamientos participantes y de la Fundación La Casa que Ahorra. Prohibido su uso o distribución.





PROGRAMA DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL HÁBITAT URBANO



PROGRAMA DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL HÁBITAT URBANO



Un futuro en la Rehabilitación

2ª Edición

EDITA: Fundación La Casa Que Ahorra

DISEÑO Y MAQUETACIÓN: C&C Publicidad, S.A.

IMPRESIÓN: Gráficas Calima, S.A.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).



PROGRAMA DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO
DEL HÁBITAT URBANO



FEDERACION ESPAÑOLA DE
MUNICIPIOS Y PROVINCIAS



Ajuntament de  Granollers

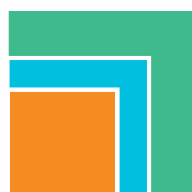


CENER | CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

Patronos



Colaboradores



FUNDACIÓN
la casa
que ahorra