

**Capítulo 7.**  
**Rehabilitación**  
**energética**

Un edificio bien aislado garantiza el confort, manteniendo estable la temperatura interior independientemente de las condiciones exteriores. A fin de mantener este confort interior, la envolvente del edificio debe ser capaz de regular el flujo de calor en las diferentes estaciones del año: en invierno, es necesario limitar las pérdidas de calor producidas por el sistema de calefacción con el exterior; en verano, por el contrario, obstaculizar las ganancias energéticas provenientes del exterior, limitando así el gasto en refrigeración.

La caída de la vivienda de nueva construcción está provocando que el parque de edificios sea cada vez más antiguo. Los edificios anteriores a la NBE-79 ([Normativa Básica de Edificación, 1979](#)) son grandes consumidores de energía, los factores, la antigüedad y que el ahorro energético no se contemplaba en el momento en que fueron proyectados. A este grupo pertenece el Bloque H del Polígono Rafalafena, Castellón de la Plana, que data de 1976. Edificios más recientes pese a tener un mejor diseño desde el punto de vista energético, poseen aislamientos e instalaciones en mal estado.

En este capítulo se proponen y evalúan distintas medidas para reducir el consumo y la demanda energética del edificio, con la correspondiente mejora en su etiqueta energética. Se trata de definir la obra a modo de memoria descriptiva de lo que sería el proyecto de rehabilitación energética para el Bloque H del Polígono Rafalafena. No se pretende elaborar una guía de propuestas de mejora, de las que ya existen varias, si no proponer mejoras que encajen con las necesidades y posibilidades del edificio. El fin no es obtener un edificio altamente eficiente a cualquier coste, si no realizar un análisis y actuar sobre los puntos críticos que mayor mejora puedan proporcionar con una inversión asumible.

## 7.1 Fachadas

Los edificios anteriores a la ([Normativa Básica de Edificación, 1979](#)) son grandes devoradores de energía. La mayor parte de esta energía se pierde por los cerramientos de fachada. Estos edificios están contruidos sin la protección térmica adecuada, es decir, sin el necesario aislante térmico.

Desde el punto de vista del aislamiento térmico en cualquier tipo de edificación, la fachada es uno de los puntos clave a tener en cuenta puesto que constituye la mayor superficie de la envolvente. Un adecuado diseño de esta parte de la envolvente será por tanto fundamental a la hora de

conseguir un edificio cuya demanda energética para calefacción y aire acondicionado sea lo más reducida posible y, además, permita dotar a los usuarios de un adecuado confort interior.

### 7.1.1 Estado actual

El edificio de viviendas objeto de estudio data de 1976 y como se ha comentado en el capítulo de caracterización del edificio, su fachada no tiene aislamiento. El valor de las transmitancias dista del exigido actualmente por el (DB-HE, 2006), esto unido a que su superficie constituye la mayor parte de la envolvente, hace que sea el elemento por el que más energía se pierde, y por tanto el primero a tener en cuenta a la hora de realizar la rehabilitación energética.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, muros de fachada	Transmitancia máxima en muros de fachada	Transmitancia límite de muros de fachada
Fachada de dos hojas	1,41		
Fachada de muro de carga	1,20	1,07	0,82

Tabla 7.1 Comparativa transmitancias fachada actuales. Datos en kW/m<sup>2</sup>K (DB-HE, 2006).

### 7.1.2 Propuesta de rehabilitación

A la hora de rehabilitar una fachada, debemos considerar las tres posibilidades de intervención existentes y determinar la que mejor se ajuste en cada caso. Las opciones son, aislar por el interior, por el exterior o mediante insuflaciones en la cámara de aire. A continuación se evalúan los pros y contras de cada método con el fin de seleccionar el más adecuado para el edificio objeto de este estudio.

<b>AISLAMIENTO POR EL INTERIOR</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede aplicarse a cualquier tipo de soporte.</li> <li>• Las soluciones por el interior permiten un mejor mantenimiento.</li> <li>• No se modifica la apariencia estética exterior.</li> <li>• No es necesario montar medios auxiliares como andamios.</li> <li>• Se puede aplicar individualmente a cada vivienda, no es necesario el consentimiento de la comunidad.</li> <li>• Posibilita la rehabilitación desde el punto de vista estético del interior, conformando una superficie plana y lisa que permite un acabado de pintura.</li> <li>• Comparativamente con la solución de aislamiento por el exterior resulta más económica.</li> <li>• Permite sanear muros de fábrica cuando éstos presentan defectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es una solución adecuada cuando es necesario efectuar trabajos de impermeabilización o modificación de la fachada del edificio.</li> <li>• Existe riesgo de condensaciones.</li> <li>• No se eliminan los puentes térmicos existentes en la fachada original.</li> <li>• No se aprovecha la inercia térmica del cerramiento.</li> <li>• Zócalos, marcos de puertas y accesorios eléctricos deben volverse a colocar.</li> <li>• Se pierde superficie útil de la vivienda.</li> </ul>

Tabla 7.2 Tabla ventajas-inconvenientes del aislamiento de fachadas por el interior.

<b>AISLAMIENTO EN EL INTERIOR DE LA CÁMARA</b>	
<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es necesario desalojar las viviendas para realizar la intervención.</li> <li>• No se pierde superficie útil de la vivienda.</li> <li>• Ausencia de enfoscado, costes indirectos bajos.</li> <li>• Tiene baja repercusión en la apariencia estética del edificio.</li> <li>• No es necesario montar medio auxiliares como andamios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La presencia de instalaciones dificulta su aplicación.</li> <li>• Esta técnica es la que requiere más precisión y especialización por parte del aplicador.</li> <li>• Requiere un control de obra muy intenso para garantizar la continuidad de la cámara.</li> <li>• El aislante no es accesible para operaciones de inspección y mantenimiento.</li> <li>• La aplicación de esta solución conlleva la creación de numerosos puentes térmicos.</li> </ul>

Tabla 7.3 Tabla ventajas-inconvenientes del aislamiento de fachadas en el interior de la cámara.

AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR	
Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede aplicarse en cualquier tipo de soporte.</li> <li>• Si hay que reparar lesiones en el exterior de la fachada, es la solución más aconsejable.</li> <li>• Se aprovecha la inercia térmica del soporte resistente.</li> <li>• No es necesario desalojar las viviendas para realizar la intervención.</li> <li>• Se corrigen los puentes térmicos.</li> <li>• Reduce la sollicitación térmica de la estructura y por lo tanto las dilataciones.</li> <li>• Es una barrera de resistencia alta a la filtración si el aislante es no hidrófilo.</li> <li>• No se reduce la superficie útil del edificio o vivienda.</li> <li>• Protege el cerramiento original del edificio, incrementando su vida útil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En general, la intervención por el exterior exige un mayor coste económico que si se realiza por el interior.</li> <li>• Implica modificaciones en una serie de detalles: aleros, voladizos, ventanas, puertas y lugares donde la envoltura exterior se atraviese, para la adecuación al nuevo espesor de fachada.</li> <li>• Es necesario montar andamios.</li> <li>• Tiene mucho impacto estético.</li> <li>• Se necesita el consentimiento de la comunidad de vecinos.</li> <li>• En el caso de edificios con un grado de protección como parte del patrimonio histórico-artístico, será muy difícil o incluso imposible practicar la intervención por el exterior.</li> </ul>

Tabla 7.4 Tabla ventajas-inconvenientes del aislamiento en el interior de la cámara.

Para el edificio situado en el Polígono Rafalafena, H se opta por una rehabilitación de la fachada con un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con aislamiento de poliestireno extruido (XPS). Ejecutado conforme a las prescripciones técnicas de los fabricantes y por operarios especializados. Se incluye la modificación de dinteles, alféizares, encuentro con cubierta y otros puntos singulares para que se adapten al nuevo espesor de la fachada.

Con esta medida se pretende mitigar las pérdidas producidas por la falta de aislamiento de la fachada, además se minimizan los puentes térmicos del frente de forjado, encuentro con la caprintería y caja de persiana.

Esta solución se adapta a las características del Bloque H, que es un edificio aislado de viviendas, sin medianeras, y en una amplia zona verde. Importa el hecho de no desalojar ni modificar el interior de las viviendas durante la obra, al tratarse de primeras viviendas. La contrapartida es el mayor coste en equipos auxiliares.

El impacto estético de este sistema resulta prácticamente nulo, ya que el mortero final de las placas admite cualquier acabado. Acabados en mortero y pintado en la fachada de doble hoja y con falso ladrillo caravista en la fachada de muro de carga, se simulan los acabados originales para no modificar la estética del barrio.

En cuanto al material aislante, recordemos que en este sistema, el aislante se sitúa por el exterior de la fachada existente, quedando desprotegido de los agentes atmosféricos. El proceso de conformación del XPS requiere un proceso de extrusión que produce una estructura de burbuja cerrada en el material, permitiendo que este sea el único aislante que se puede mojar sin perder sus propiedades. Por ello, es el material utilizado en sistemas SATE y cubiertas invertidas, soluciones constructivas donde el aislamiento queda expuesto. No obstante, existen en el mercado sistemas SATE de otros materiales como lanas minerales o polietileno, cuyos fabricantes aseguran la durabilidad del aislamiento.

### 7.1.3 Sistema SATE

Rehabilitación de las fachadas del Bloque H mediante un sistema SATE con aislamiento de XPS de 4 cm de espesor.

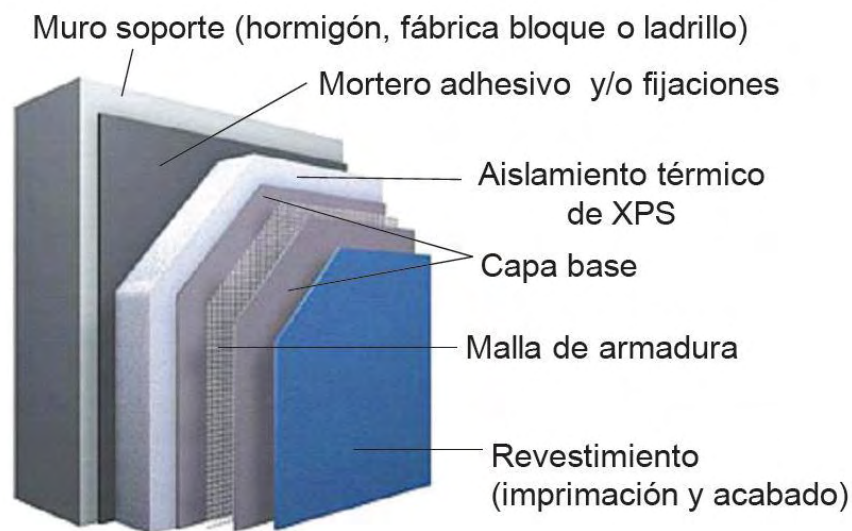


Figura 7.1 Esquema sistema SATE (Aipex, 2013).

- 1- Preparación del soporte: La superficie del soporte, enfoscado de mortero o ladrillo cerámico caravista, según el tipo de fachada; deberá ser plana y exenta de irregularidades y defectos de planimetría. De no ser así, habrá que regularizar la superficie mediante un mortero.

- 2- Arranque del sistema: En la parte inferior de la fachada se colocará un perfil de arranque con ancho adaptado al espesor de la placa aislante. Este perfil facilita el arranque del montaje del sistema y garantiza su horizontalidad.



Figura 7.2 Fotos del proceso de colocación del perfil de arranque del sistema SATE (Aipex, 2013).

- 3- Montaje de las placas aislantes: Las placas se colocan desde la parte inferior y en sentido ascendente, partiendo del perfil de arranque. Las placas se pueden fijar al soporte adheridas mediante mortero polimérico (cordón en el perímetro de la placa y varios puntos en el centro) o mediante fijación mecánica con tacos especiales. No obstante, es de buena práctica la colocación de las planchas por un sistema mixto de los dos anteriores.



Figura 7.3 Foto del proceso de colocación las placas de XPS del sistema SATE (Aipex, 2013).

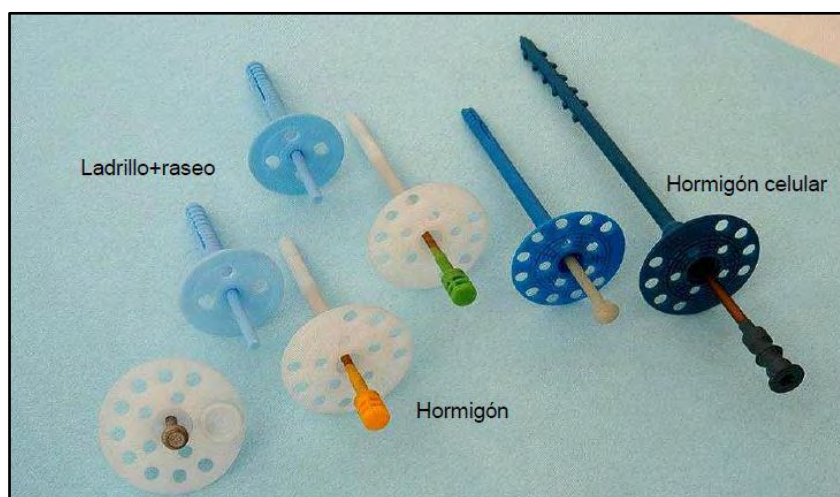


Figura 7.4 Fotos de los elementos para la fijación mecánica de las placas de XPS (Aipex, 2013).

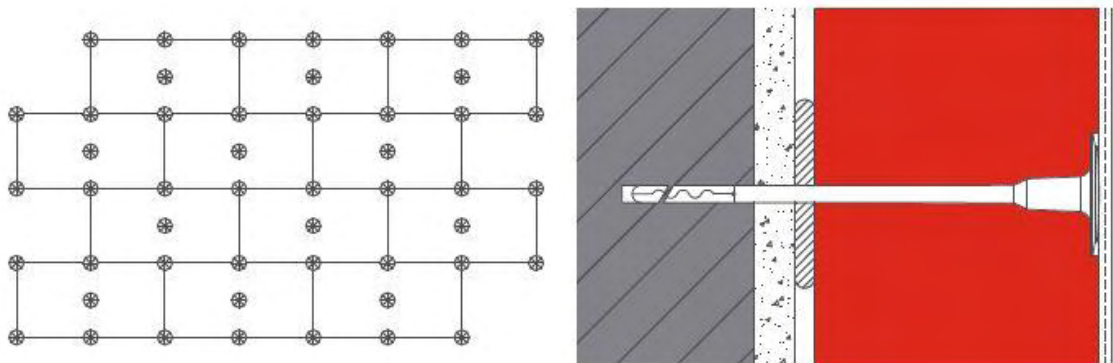


Figura 7.5 Esquema de las fijaciones mecánicas del sistema SATE (Aipex, 2013).



- 4- Solución de puntos singulares: Las esquinas se deben de tratar con perfiles de aluminio o PVC. Las juntas de dilatación del edificio se respetarán adecuadamente. En los puntos de unión del sistema a carpinterías, alféizares y otros salientes se debe dejar una holgura de 5 mm que se rellenará con material mástico. El espesor añadido del aislante exterior implica que hay que prestar especial atención al tratamiento de puntos singulares, tales como alféizares de ventanas, bajantes de aguas pluviales, encuentro de fachadas con cubiertas y las proyecciones como porches y voladizos.



Figura 7.6 Foto del proceso de ejecución del vierteaguas. SATE (Aipex, 2013).

- 5- Revestimiento de las placas aislantes: Colocación de la malla de armadura sobre los paneles de XPS, no directamente, sino embebida en dos capas base de mortero.



Figura 7.7 Fotos del proceso de colocación malla de armadura del sistema SATE (Aipex, 2013).

6- Por último se realiza el revestimiento sobre el sistema. En el caso del Bloque H el acabado se realizara mediante enfoscado y posterior imprimación y pintado para las fachadas de doble hoja, orientaciones norte y sur. Las fachadas de muro de carga, orientaciones este y oeste, se terminarán con mortero y colocación de placas cerámicas que imitan al ladrillo caravista. El objetivo es el de mantener la estética del edificio anterior a la intervención.



Figura 7.8 Fotos del proceso de acabado del sistema SATE.

La ejecución del sistema SATE debe realizarse por operarios especializados y con el soporte técnico del fabricante. Existen en el mercado, y es recomendable, utilizar sistemas con Documento de Idoneidad Técnica (DITE) para el conjunto del sistema. En España los DITE los expiden el Instituto Eduardo Torroja y el ITEC.

### 7.1.4 Valoración de la propuesta

Con esta rehabilitación de la fachada se consigue que sus valores de transmitancia estén dentro de los márgenes que maneja el (DB-HE, 2006) minimizando las pérdidas de energía del cerramiento, además se minimizan los puentes térmicos de la fachada. Esto se traduce en una reducción en la demanda y emisiones de calefacción en torno a un 60% y del 30% en las emisiones y demanda de refrigeración. En el apartado estético, se renueva el acabado de toda la parte ciega de las fachadas, pero manteniendo su imagen anterior.

En cuanto al coste económico, se trata de una medida costosa, entre 50 y 70 €/m<sup>2</sup> de fachada, más el costo de equipos auxiliares. No obstante es una medida de la que no se puede prescindir, alrededor de la cual gira la rehabilitación, y el sistema SATE pese a ser el menos económicos, es el que satisface las necesidades y posibilidades del edificio.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, muros de fachada sist SATE			Transmitancia máxima en muros de fachada	Transmitancia límite de muros de fachada
	3 cm	4 cm	5 cm		
Fachada de dos hojas	0,62	0,52	0,45	1,07	0,82
Fachada de muro de carga	0,57	0,49	0,42		

Tabla 7.4 Comparativa transmitancias fachada rehabilitada. Datos en kW/m<sup>2</sup>K (DB-HE, 2006).

## 7.2 Huecos

Uno de los inconvenientes del aislamiento de la fachada por el exterior, es que obliga a la modificación de los elementos de carpintería para adaptarse al nuevo espesor de la fachada. Aprovechando este requerimiento de la rehabilitación de la fachada, para el Bloque H se propone en este subcapítulo la sustitución total de las carpinterías, ya que un buen aislamiento de fachada carece de sentido si se pierden grandes cantidades de energía por los huecos, que siempre son el punto más débil de la envolvente.

### 7.2.1 Estado actual y propuesta de rehabilitación

Las carpinterías del edificio tienen orientación norte y sur, son metálicas sin rotura de puente térmico y con vidriería simple, pudiendo albergar algunos fallos de estanqueidad, salvo en aquellas viviendas que durante los años hayan optado por cambiarlas.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, carpinterías actuales	Transmitancia límite en carpinterías N (21-30% huecos)	Transmitancia límite de carpinterías S (31-40% huecos)
Metálica sin RPT y vidriería simple	5,7	3,3	5,6

Tabla 7.5 Comparativa transmitancias carpinterías actuales. Datos en kW/m<sup>2</sup>K (DB-HE, 2006).

Se propone la sustitución de toda la carpintería exterior de las ventanas. Se colocarán en las tres tipologías de ventana (cocina-dormitorio, baño, puerta balconera) carpinterías correderas de aluminio con rotura de puente térmico, acabadas en lacado blanco para no modificar la estética original. Esta carpintería llevará Vidriería bajo emisiva 4/16/4. El hueco tendrá una transmitancia total de 1,8 W/m<sup>2</sup>K, variable en función de la fracción de marco de cada tipología. Cambio de los vierteaguas por unos de aluminio y de dinteles por unos de hormigón pretensado. El hueco se ejecutará de acuerdo con las especificaciones del sistema SATE de la fachada de modo que no existan puentes térmicos ni fallos de estanqueidad.



Figura 7.9 Perspectiva de la nueva carpintería de aluminio con RPT (Cortizo, 2014).

## 7.2.2 Valoración de la propuesta

Con esta modificación reforzaremos notablemente el punto más débil del cerramiento, acorde con la nueva fachada aislada por el exterior. Con el cambio de carpinterías exteriores se consigue una reducción en las demandas y emisiones de calefacción y refrigeración del 20%. La obligada sustitución de dinteles y alfézares para adaptarse al nuevo espesor de la fachada, resuelve el principal problema de conservación del edificio, que es el mal estado de éstos elementos llegando a producirse desprendimientos.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, carpinterías cambiadas	Transmitancia límite en carpinterías N (21-30% huecos)	Transmitancia límite de carpinterías S (31-40% huecos)
Metálica con RPT y vidriería doble	1,8 (marco: 3,9 y vidrio: 1,6)	3,3	5,6

Tabla 7.6 Comparativa transmitancias carpinterías actuales. Datos en kW/m<sup>2</sup>K (DB-HE, 2006).

## 7.3 Cubiertas

Las cubiertas de una edificación constituyen un elemento de la envolvente que requiere especial atención en cuanto a calidad y espesor del aislamiento térmico. Esto es debido a que la radiación solar incide perpendicularmente sobre ellas, y durante más horas diarias que sobre otros cerramientos.

### 7.3.1 Estado actual

La cubierta general del Bloque H tiene un aislamiento de 5 cm de lana de roca, en forma de rollos tendidos entre los tabiquillos de formación de pendientes. Este aislamiento es suficiente, siempre y cuando el material conserve sus propiedades. Las cubiertas de los zaguanes de las escaleras y el suelo de los casetones de cubierta no poseen aislamiento.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, cubiertas	Transmitancia máxima en muros de fachada	Transmitancia límite de muros de fachada
Cubierta general	0,47		
Cubierta zaguanes y casetones	2,15	0,59	0,45

Tabla 7.7 Comparativa transmitancias cubiertas actuales. Datos en kW/m<sup>2</sup>K (DB-HE, 2006).

### 7.3.2 Propuesta de rehabilitación de cubiertas

En la cubierta general se propone la sustitución de las planchas de acero. Remates con planchas de acero galvanizado en los aleros, adecuados al sistema SATE de la fachada, otros puntos singulares resueltos mediante lámina bituminosa. Tras el proceso de levantado de la cubierta antigua de chapa se sustituirá el cambio del aislamiento térmico por placas de XPS de 6cm de espesor, antes del montaje de la nueva cubierta metálica. También se realizará la sustitución de los canalones y bajantes por unos de aluminio adaptados a la nueva fachada.



Figura 7.10 Foto del proceso de colocación de aislamiento entre tabiquillos de cubierta.

En el suelo de los casetones de cubierta se propone una intervención para crear una cubierta plana invertida. Mediante la disposición de placas de aislamiento directamente sobre el impermeabilizante existente, que además deberá ser reparado en caso de existir discontinuidades. Se dispondrá de un lastrado de grava de unos 10 cm de espesor, se intercalará un geotextil que deje pasar el agua pero impida el filtrado de finos de la grava.

La cubierta de los zaguanes también se propone rehabilitarla realizando una cubierta invertida. En este caso es más laborioso el proceso de lastrado, por lo que se opta por una capa de protección pesada de baldosa con trasdosado de XPS y junta abierta para permitir la evaporación del agua.



Figura 7.11 Foto del proceso de colocación de losas de hormigón aligerado trasdosadas con XPS.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, cubiertas	Transmitancia máxima cubiertas	Transmitancia límite de cubiertas
Cubierta general	0,42		
Cubierta casetones	0,37	0,59	0,45
Cubierta zaguán	0,52		

Tabla 7.8 Comparativa transmitancias cubiertas rehabilitadas. Datos en  $\text{kW/m}^2\text{K}$  (DB-HE, 2006).

## 7.4 Suelos

El Bloque H no tiene niveles bajo rasante y existen viviendas en la planta baja, por tanto todo el interior del inmueble es tratado como espacio habitable. Quiere decir esto que el suelo de la planta baja en contacto con el terreno forma parte de la envolvente térmica.

El suelo de toda la planta baja del Bloque H es un forjado sanitario de hormigón armado de 23 cm de espesor, sin aislamiento. La cámara sanitaria tiene entre 30 y 40 cm de altura y está ligeramente ventilada.

TRANSMITANCIAS	Transmitancia Pol. Rafalafena Bloque H, suelo	Transmitancia máxima en suelos	Transmitancia límite en suelos
Forjado sanitario	1,59	0,68	0,52

Tabla 7.9 Comparativa transmitancias suelos actuales. Datos en  $\text{kW/m}^2\text{K}$  (DB-HE, 2006).

Sería conveniente intervenir el forjado sanitario para colocar aislamiento térmico y disminuir los intercambios de energía con la cámara sanitaria. Sin embargo esta intervención tiene difícil solución. Se ha decidido no realizar medida alguna en el forjado sanitario, se hace por un motivo de habitabilidad, ya que las viviendas de la planta baja tienen una altura libre de 2,50 metros en toda su planta, y la colocación de aislamiento implicaría una reducción por debajo de este nivel. Tampoco es posible acceder a la cámara sanitaria, cerrada perimetralmente por muros estructurales.

## 7.5 Instalaciones

Las instalaciones de ACS, climatización y electricidad de una edificación influyen notablemente en el comportamiento energético. El modo de obtener la energía penaliza o favorece las emisiones de CO<sub>2</sub>. El hecho de que la mayor parte de electricidad sea producida por centrales nucleares y térmicas, frente al todavía pequeño de las renovables, hace que cualquier instalación de ACS o climatización que funcione con electricidad como combustible, sufra una importante penalización en la calificación energética.

### 7.5.1 Estado actual y propuesta de rehabilitación de instalaciones

Cuatro viviendas del Bloque H poseen equipos Split de climatización unizona. En cuanto a las instalaciones de ACS, cuatro viviendas tienen caldera eléctrica, ocho funcionan con caldera de GLP y las cuatro restantes con un sistema mixto de ACS y climatización por gas natural.

Se propone en primer lugar el levantado de los equipos *Split* y de las instalaciones de ACS por electricidad y por GLP. En su lugar, colocar instalaciones mixtas de ACS y calefacción por gas natural en todas las viviendas, se incluye el conexionado de cada vivienda a la preinstalación de gas natural que discurre por la fachada, colocación de calderas de gas natural 24 kW en las galerías de las viviendas, instalación de radiadores y conducciones en el interior de las viviendas a las tomas de ACS.



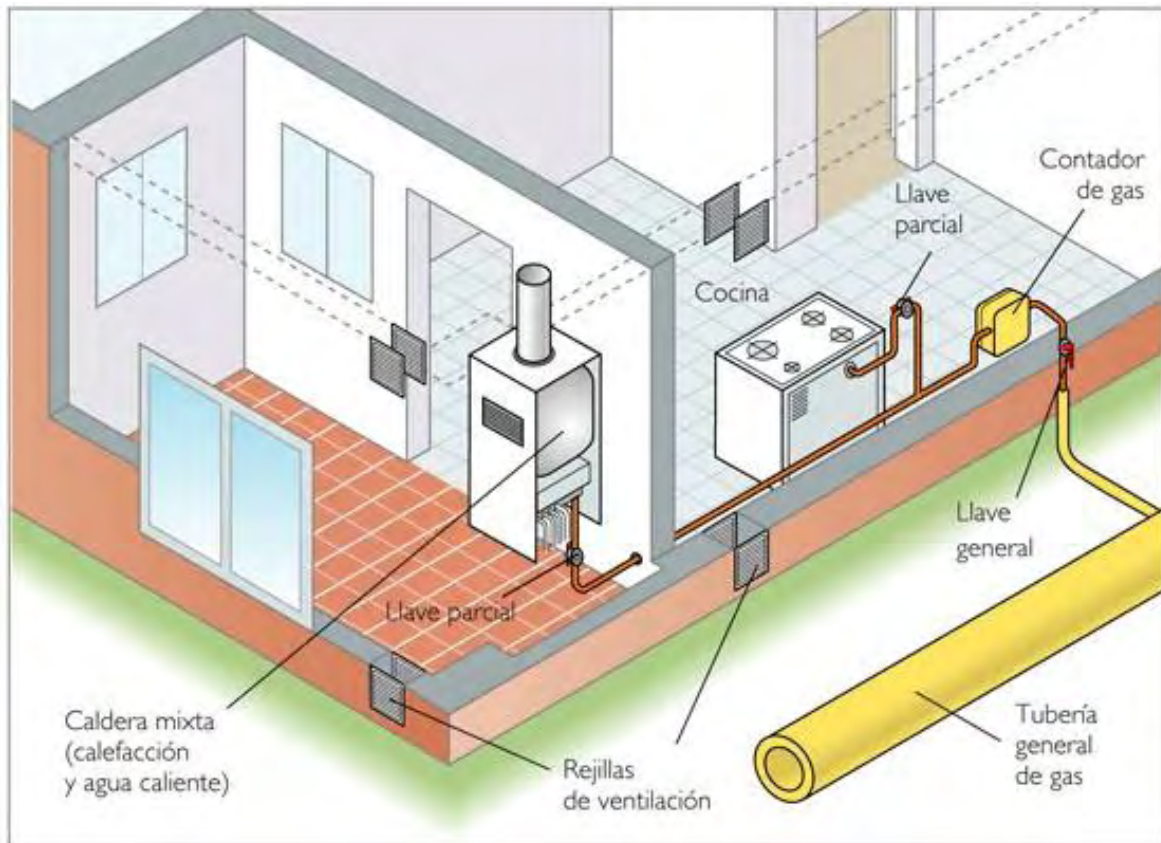


Figura 7.12 Esquema instalación gas natural en vivienda.

### 7.5.2 Valoración de la propuesta

Más adelante se consideran otras opciones de instalaciones más eficientes, no obstante, en la elección de las instalaciones de gas natural, ha pesado la opción de que ya exista una preinstalación de este tipo y que actualmente está dando servicio a 4 de las viviendas. Por tanto el coste económico de esta medida sería muy reducido y más teniendo en cuenta que parte de los costes podrían correr a cargo de la empresa suministradora del servicio al realizar el conexionado de todas las viviendas del edificio.

Pese a no ser tan eficiente como otras instalaciones que se colocan actualmente, se reducen las emisiones de ACS y calefacción, eliminando el consumo de electricidad o GLP para estos fines. Es interesante destacar el ahorro económico para los usuarios por el precio del gas natural (0,05 €/kWh) frente al de electricidad o butano (0,013 y 0,08 €/kWh respectivamente).



Figura 7.13 Fotografía de una de las tuberías de la preinstalación de gas natural del Bloque H.

## 7.6 Puentes térmicos

Los puentes térmicos son puntos del cerramiento en los que por las características constructivas del mismo se produce una debilitación de la envolvente térmica. El CTE trata de controlar las pérdidas de energía producidas en los puentes térmicos mediante la limitación de la superficie que ocupan. En el Bloque H, existen los siguientes puentes térmicos:

- Encuentro forjado - fachada, frente de forjado.
- Encuentro cubierta - fachada.
- Encuentro suelo exterior - fachada.
- Esquina saliente de cerramiento en los casetones de la cubierta.
- Encuentro de la fachada - elementos de carpintería.

El sistema de aislamiento de fachadas por el exterior minimiza los puentes térmicos de los frentes de forjado, la envoltura térmica va por el exterior de la fachada, incluidos los puntos en que ésta se interrumpe. Del mismo modo, el aislamiento trata los puntos singulares como las jambas y los alféizares de los huecos y el arranque de la fachada.

## 7.7 Otras medidas

La rehabilitación energética de edificios de viviendas se basa en cuatro pilares fundamentales, la intervención en el aislamiento de la envolvente térmica, huecos, puentes térmicos e instalaciones.

En la propuesta de rehabilitación para el Bloque H de Rafalafena de este proyecto, se ha optado por un aislamiento térmico de fachadas por el exterior mediante un sistema SATE, aislamiento y formación de cubiertas y sustitución de las carpinterías exteriores por otras con RPT y hojas dobles. Las soluciones propuestas son las más eficientes de entre las posibles. Poco margen de mejora queda en estos 3 puntos, salvo aumentar el espesor de los aislamientos o la calidad de las carpinterías, no obstante, esto produciría un cambio mínimo en el comportamiento general del edificio conforme a lo propuesto.

Por tanto, para aumentar el alcance de la rehabilitación energética respecto a la propuesta realizada, la atención debe fijarse en las instalaciones de ACS y climatización. Se ha propuesto la sustitución de los sistemas generadores de ACS con combustible de GLP o electricidad por sistemas mixtos de ACS y calefacción de gas natural. Consiguiendo con ello la sustitución de las calderas de cierta antigüedad y la implantación de otras de mayor rendimiento y que utilizan un combustible más barato y menos emisivo que el GLP o la electricidad. Con esto se mejora notablemente las instalaciones existentes a un coste asumible al existir preinstalación de gas natural. No obstante, cabe recordar que el gas natural es un combustible limitado y no renovable, el cual se encuentra en yacimientos petrolíferos y de carbón.

Se comenta a continuación varios sistemas que podrían resultar interesantes para mejorar el comportamiento energético del edificio más allá de la propuesta realizada en este proyecto, eso sí, todos ellos requieren notables aumentos en el presupuesto.

Sistema de energía solar térmica para ACS y calefacción. La instalación de un sistema de producción de ACS mediante energía solar en la cubierta del edificio, cubriría un porcentaje de la demanda de ACS mediante energía renovable, como complemento a la instalación de gas natural. Esta medida supondría un gran coste económico inicial, que se iría amortizando por la producción gratuita de una parte de la demanda de ACS. Destacar que la cubierta general del edificio no tiene ninguna obstrucción solar. Este sistema debería cubrir aproximadamente un 60% de la demanda de ACS del edificio y consiste en paneles solares para ACS en la cubierta general y depósitos de acumulación en los casetones.

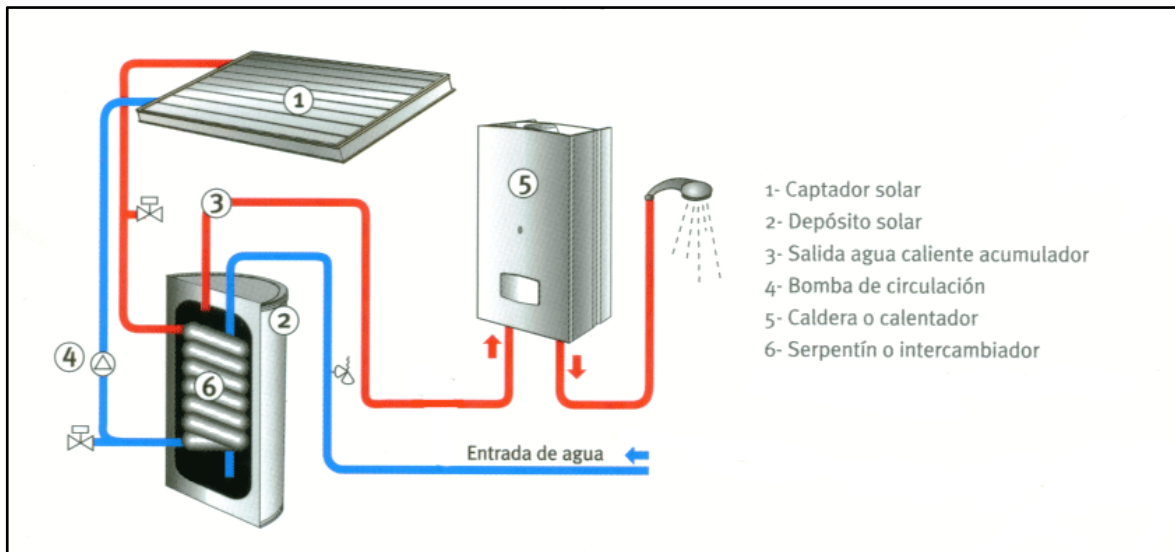


Figura 7.14 Esquema sistema de energía solar térmica para ACS para viviendas. (Autoconsumamos, 2014).

Sistema de cogeneración en calderas. La instalación de un sistema de cogeneración combinado con la instalación de gas natural maximizaría el aprovechamiento de las calderas mediante la utilización del calor residual para producir electricidad y calor para ACS extra. No exime del consumo de energía no renovable pero si obtiene un mayor rendimiento del mismo consumo. Consta de unidades de mini-generación en las calderas de gas natural, inversores y acumuladores de ACS en las galerías de las viviendas.



Figura 7.15 Esquema rendimiento de la cogeneración en viviendas.

Sustituir equipos de generación de ACS y calefacción por caldera de biomasa. Una caldera de biomasa para la generación del ACS del edificio es ecológica y respetuosa con el medio ambiente. Se trata de un sistema de producción de energía innovador que utiliza un combustible a partir de elementos orgánicos como hojas y ramas de árboles llamado *pellet*, este combustible tienen un