

RECOMENDACIONES DE MEJORA PARA LOS EDIFICIOS EXISTENTES:

1. CASOS EN LOS QUE EXISTE POTENCIAL RAZONABLE PARA UNA MEJORA

1.1. OBJETO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA

El certificado de eficiencia energética de un edificio existente lleva implícitas medidas de mejora, tal como se cita en el artículo 6 apartado f) del Real Decreto 235/2013. Textualmente, el artículo 6 dice que el certificado de eficiencia energética deberá contener un “documento de **recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética** de un edificio o de una parte de éste, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes.”

De acuerdo con lo anterior y basándonos en lo reflejado en dicho artículo, se van a abordar una serie de recomendaciones clasificadas en dos grupos diferenciados:

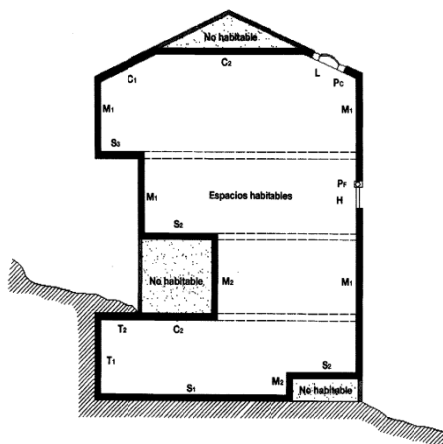
- Por un lado, las medidas aplicadas en el marco de ‘**Reformas Importantes**’ de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio, y
- por otro, las medidas relativas a ‘**Elementos de un edificio**’, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.

1.2. DEFINICIONES

Edificio: una construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el ambiente interior; puede referirse a un edificio en su conjunto o a partes del mismo que hayan sido diseñadas o modificadas para ser utilizadas por separado.

Envolvente del edificio: elementos integrados que separan su interior del entorno exterior.

Envolvente térmica: se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.



Esquema de la envolvente térmica de un edificio (CTE, DB-HE)

Recinto habitable: recinto interior **destinado al uso de personas** cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

Página | 2

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario; d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- d) cocinas, baños, aseos, pasillos, distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso;
- e) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Recinto no habitable: Recinto interior **no destinado al uso permanente de personas** o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Elemento de un edificio: instalación técnica del edificio o elemento de la envolvente del edificio.

Instalación técnica del edificio: equipos técnicos destinados a calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente sanitaria o iluminación de un edificio o de una unidad de éste, o a una combinación de estas funciones, así como las instalaciones de control y gestión.

Parte de un edificio: unidad, planta, vivienda o apartamento en un edificio o locales destinados a uso independiente o de titularidad jurídica diferente, diseñados o modificados para su utilización independiente.

1.3. REFORMAS IMPORTANTES

Podemos considerar como **Reformas Importantes** aquellas actuaciones donde se renueve más del 25% del total de su envolvente térmica, y/o la totalidad de las instalaciones térmicas. Dentro de las mismas tenemos que distinguir entre las *Medidas Pasivas* y *Medidas Activas*.

A. MEDIDAS PASIVAS

Las **Medidas Pasivas** son aquellas que inciden reduciendo la demanda energética de los edificios existentes. Afectan a la envolvente térmica del edificio y a sus infiltraciones y renovaciones de aire.

ENVOLVENTE

FACHADAS Y/O MEDIANERAS ACCESIBLES

Aumento de aislamiento térmico por el exterior de la fachada (incluye puentes térmicos)

- Aumento de aislamiento térmico por el interior de la fachada
- Relleno de cámara de aire del cerramiento existente con aislamiento apropiado.
- Trasdosado interior de pilares integrados en fachada
- Otros

Definición y justificación del sistema elegido: (1)

| U (según normativa vigente) | U inicial | U mejorada |
|-----------------------------|-----------|------------|
| | | |

Nota: los valores de las transmitancias (U) son todos estimados y extraídos de los programas CE3 o CE3x, ya que no se han realizado catas en la edificación objeto del presente certificado.

- CUBIERTA
 - Aumento del nivel de aislamiento térmico por el exterior en cubiertas inclinadas
 - Aumento del nivel de aislamiento térmico por el exterior en cubiertas planas
 - Con acabado de grava no transitable
 - Con acabado transitable
 - Con acabado ajardinado
 - Otros
 - Aumento del nivel de aislamiento térmico de cubiertas por el interior
 - Aislamiento bajo techo
 - Aislamiento directo
 - Aislamiento indirecto
 - Aislando el suelo del desván mediante planchas (sobre el forjado)
 - Otros

Definición y justificación del sistema elegido: (1)

| U (según normativa vigente) | U inicial | U mejorada |
|-----------------------------|-----------|------------|
| | | |

Nota: los valores de las transmitancias (U) son todos estimados y extraídos de los programas CE3 o CE3x, ya que no se han realizado catas en la edificación objeto del presente certificado.

SUELO

- Aumento del nivel de aislamiento térmico por el exterior en suelos (bajo forjado)
- Aumento del nivel de aislamiento térmico por el interior en suelos (sobre forjado)
- Otros

Definición y justificación del sistema elegido: (1)

| U (según normativa vigente) | U inicial | U mejorada |
|-----------------------------|-----------|------------|
| | | |

Nota: los valores de las transmitancias (U) son todos estimados y extraídos de los programas CE3 o CE3x, ya que no se han realizado catas en la edificación objeto del presente certificado.

HUECOS

- Sustitución de vidrios
- Sustitución de carpinterías y vidrios
- Instalación de dobles ventanas
- Otros

Definición y justificación del sistema elegido: (1)

OTROS

NOTA: En el caso de certificar una vivienda plurifamiliar, se recomienda al técnico que si la reforma propuesta afecta a la Comunidad, deje reflejado:
“Siempre con el permiso de la Comunidad de Propietarios”

B. MEDIDAS ACTIVAS

Las **Medidas Activas** son aquellas que inciden sobre los sistemas de producción de frío o calor de los edificios existentes y demás instalaciones (electricidad, control y gestión...). Estas medidas de mejora se pueden dividir en dos a su vez: aquellas que contribuyen a disminuir el consumo como consecuencia de un aumento del rendimiento medio estacional de los sistemas; y aquellas que disminuyen el consumo como consecuencia de una reducción de la relación de demandas.

INSTALACIONES

AGUA CALIENTE SANITARIA

- Sustitución del equipo generador de calor para ACS
 - Sustitución por caldera de combustión de alta eficiencia
 - Sustitución de caldera de combustión por otra de mayor eficiencia, manteniendo el combustible y el tipo de caldera
 - Sustitución por caldera de biomasa
- Incorporación de un sistema de energía solar térmica para ACS
- Incorporación de un sistema de micro-cogeneración para ACS
- Otros

Página | 5

Definición y justificación del sistema elegido:

CALEFACCIÓN

- Sustitución del equipo generador de calor para calefacción
 - Sustitución por caldera de combustión de alta eficiencia
 - Sustitución de caldera de combustión por otra de mayor eficiencia, manteniendo el combustible y el tipo de caldera
 - Sustitución por caldera de biomasa
 - Sustitución por bomba de calor de alta eficiencia
 - Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)
 - Equipos centralizados (viviendas en bloque)
 - Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)
- Incorporación de un sistema de energía solar térmica para calefacción
- Otros

Definición y justificación del sistema elegido:

REFRIGERACIÓN

- Sustitución del equipo generador de frío para refrigeración
 - Sustitución por bomba de calor de alta eficiencia
 - Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)
 - Equipos centralizados (viviendas en bloque)
 - Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)
- Sustitución de plantas enfriadoras por otras de mejor rendimiento (edificios terciarios)
- Incorporación de un sistema de energía solar térmica para refrigeración

Otros

Definición y justificación del sistema elegido:

ILUMINACIÓN

Incorporación de un sistema solar fotovoltaico

Otros

Definición y justificación del sistema elegido:

1.4. REFORMAS DE ELEMENTOS INDEPENDIENTES DE UN EDIFICIO

Podemos considerar como **Reformas de elementos independientes** de un edificio aquellas actuaciones que no estén incluidas en la definición de reformas importantes. Siempre que se realice una actuación sobre un elemento que afecte a las condiciones térmicas del inmueble.

Cada técnico debe elegir **una mejora**, que será la más factible, aquella que suponga una mejor compensación energética y económica a la vez.

Como posibles soluciones, tanto de medidas activas como pasivas, pueden consultar el apartado anterior 1.3.

1.5. INFORMACIÓN SOBRE LA RELACIÓN COSTE-EFICACIA

En este apartado el técnico certificador estudiará la viabilidad de las recomendaciones, qué mejoras tienen mayor rentabilidad y los plazos de recuperación de la inversión (tiempo de amortización de la inversión). En relación a lo anterior el artículo 6 apartado f) del Real Decreto 235/2013 cita: 'Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética serán técnicamente viables y **podrán incluir** una estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil. Contendrá información dirigida al propietario o arrendatario sobre dónde obtener información más detallada, incluida información sobre la relación coste-eficacia de las recomendaciones formuladas en el certificado.'

a) Si el técnico no estudia la relación coste-eficacia se recomienda que incluya sus datos en este apartado, para que el cliente pueda contactar con él en caso de decidir realizar alguna de las mejoras propuestas, un ejemplo de lo que puede poner es:

Para mayor información, sobre la relación coste-eficacia y la estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil de las recomendaciones formuladas en el certificado, consulte al técnico certificador D/D^a....., con nº de colegiado:..... y teléfono:.....

b) Si el técnico decide ofrecer información al propietario, se muestra a continuación un ejemplo orientativo:

Análisis económico y ayudas en la certificación energética de edificios.

El objetivo es abordar la parte que el certificado energético dedica a evaluar la rentabilidad de la inversión en las propuestas de medidas de mejora para la rehabilitación energética de un edificio, así como las subvenciones disponibles que permitan mejorar la amortización de la inversión. Para este ejemplo vamos a suponer que ya hemos conseguido la calificación energética del edificio y directamente vamos a hacer las propuestas de mejora.

Propuestas de medidas de mejora.

Las propuestas de medidas de mejora se agrupaban en tres conjuntos:

- Conjunto 1

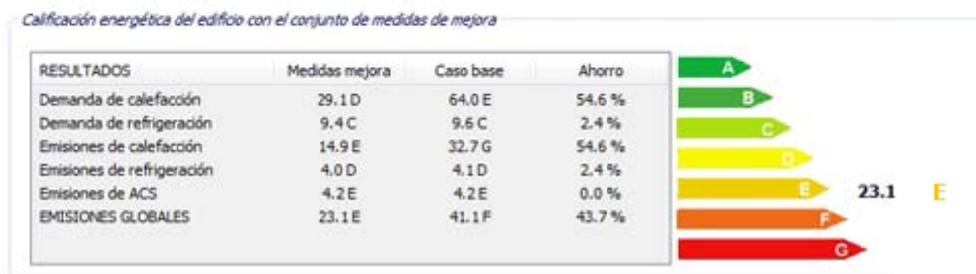
1. Adición de **aislamiento térmico en fachada** por el exterior, con sistema SATE ($e=0,05$ m; $\lambda=0,034$ W/mK).
2. **Sustitución de las carpinterías y vidrios** (vidrios dobles bajo emisivos, carpintería de PVC con rotura de puente térmico estanca).
3. **Reducción de la transmitancia térmica de la cubierta** añadiendo aislamiento térmico ($e=0,05$ m; $\lambda=0,034$ W/mK).

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

| Medidas mejora | Tipo de medida |
|--|--------------------------------|
| Adición aislamiento térmico por el exterior en fachada | Adición de Aislamiento Térmico |
| Sustitución de huecos | Sustitución/mejora de Huecos |
| Reducción transmitancia térmica en cubierta | Adición de Aislamiento Térmico |



- Conjunto 2

1. **Sustitución de calderas individuales por equipo centralizado** de caldera mixta de condensación para calefacción y producción de ACS (Rendimientos conocidos).
2. **Contribución energética del 60%** de paneles solares para producción de ACS.

Conjunto de medidas de mejora

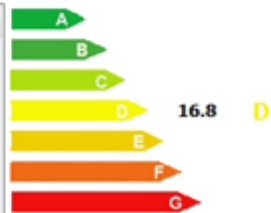
Nombre conjunto medidas mejora

Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

| Medidas mejora | Tipo de medida |
|---------------------------------------|----------------|
| Nueva definición de las instalaciones | Instalaciones |

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

| RESULTADOS | Medidas mejora | Caso base | Ahorro |
|----------------------------|----------------|-----------|--------|
| Demanda de calefacción | 64.0 E | 64.0 E | 0.0 % |
| Demanda de refrigeración | 9.6 C | 9.6 C | 0.0 % |
| Emisiones de calefacción | 12.1 E | 32.7 G | 63.1 % |
| Emisiones de refrigeración | 3.7 D | 4.1 D | 9.8 % |
| Emisiones de ACS | 1.1 A | 4.2 E | 75.2 % |
| EMISIONES GLOBALES | 16.8 D | 41.1 F | 59.0 % |



- Conjunto 3

Este conjunto de medidas de mejora, incorpora las medidas propuestas sobre envolvente e instalaciones de los dos conjuntos anteriores.

Conjunto de medidas de mejora

Nombre conjunto medidas mejora

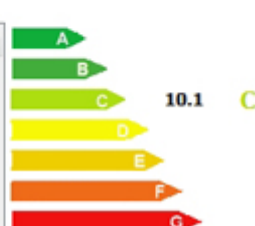
Listado medidas mejora incluidas en el conjunto

| Medidas mejora | Tipo de medida |
|---|--------------------------------|
| Nueva definición de las instalaciones | Instalaciones |
| Reducción transmitancia térmica en fachadas | Adición de Aislamiento Térmico |
| Sustitución de huecos | Sustitución/mejora de Huecos |
| Reducción transmitancia térmica en cubierta | Adición de Aislamiento Térmico |

Añadir medida Modificar medida Borrar medida

Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

| RESULTADOS | Medidas mejora | Caso base | Ahorro |
|-----------------------------|----------------|-----------|--------|
| Demanda de calefacción | 29.1 D | 64.0 E | 54.6 % |
| Demanda de refrigeración | 9.4 C | 9.6 C | 2.4 % |
| Emissiones de calefacción | 5.5 C | 32.7 G | 83.2 % |
| Emissiones de refrigeración | 3.6 D | 4.1 D | 12.0 % |
| Emissiones de ACS | 1.1 A | 4.2 E | 75.2 % |
| EMISIONES GLOBALES | 10.1 C | 41.1 F | 75.3 % |



Coste de las medidas de mejora propuestas.

El coste de las medidas propuestas para la mejora de la calificación energética es **fundamental a la hora de analizar la rentabilidad de la inversión**. CE3X nos ofrece una herramienta para el cálculo del VAN y del tiempo de amortización en años. Para ello es necesario el cálculo del coste ya que es uno de los datos que solicita el programa. Evidentemente, cuanto más ajustado sea el presupuesto más exacto será el análisis.

Un recurso útil y práctico para presupuestar las medidas es el generador de precios de Cype.

- Coste de la inversión del Conjunto 1

Una vez realizadas las mediciones necesarias, y teniendo en cuenta el precio de cada medida de mejora, se calcula el coste de cada una de ellas:

Adición de aislamiento por el exterior: Para esta medida se propone rehabilitación energética de fachada con sistema de aislamiento por el exterior mediante aislamiento de panel rígido de lana mineral y revestimiento exterior (SATE). El precio por m² asciende a 92,33 €. Teniendo en cuenta la medición de superficie a aislar con este sistema, el coste calculado es de **58.779 €**

El coste de **sustitución de carpinterías existentes** por otras de PVC, estancas de doble acristalamiento de baja emisividad asciende a la cantidad de **38.498 €**

Para la reducción de la transmitancia térmica de la cubierta (plana y transitable), se opta por rehabilitación energética incorporando aislamiento termo-acústico por el exterior de la cubierta, lámina impermeable para mejorar el estado de conservación y acabado exterior con pavimento flotante. El precio por m² asciende a 54,20€. Teniendo en cuenta la medición de superficie a aislar con este sistema, el coste calculado es de **17.832 €**

El total de este conjunto 1 de medidas de mejora como resultado de la suma de las tres medidas asciende a **115.109 €**

- Coste de la inversión del Conjunto 2.

El **conjunto de medidas número 2** consiste en la instalación de equipo centralizado compuesto por caldera mixta de condensación para calefacción y producción de ACS, así como instalación de paneles solares térmicos que contribuyan en un 60% en la producción de ACS.

El coste de instalación de una caldera mixta de Gas Natural de condensación, asciende según presupuesto solicitado a **12.212 € con un coste de mantenimiento los 10 primeros años de 11.600 €**

La instalación de un panel solar por vivienda para producción de ACS supone una inversión de **39.536 € con un coste de mantenimiento durante los 10 primeros años de 1.878 €**

El total de este conjunto 2 de medidas de mejora, como resultado de la suma de las tres medidas, asciende a **65.226 €**

- Coste de la inversión del Conjunto 3.

Este conjunto incluye la suma de las medidas de los dos conjuntos anteriores y su coste total asciende a **180.335 €**

Análisis económico de la inversión con CE3X.

Para el **análisis económico** utilizamos la herramienta de cálculo de CE3X, por lo que los datos en los que se basa este análisis son estimados por dicho programa. No nos vamos a basar en facturas reales de consumo, sino en el análisis teórico, y utilizando precios sin repercusión de otros conceptos (impuestos, etc) y con repercusión.

1. Introducción de **precios de la energía** por kWh:

Definición de los parámetros económicos

Precio asociado a los diferentes combustibles

| | | |
|--|----------|-------|
| Gas Natural | 0.057509 | €/kWh |
| Gasóleo-C | 0.900 | €/kWh |
| Electricidad | 0.130485 | €/kWh |
| GLP | 0.080 | €/kWh |
| Carbón | 0.150 | €/kWh |
| Biocombustible | 0.090 | €/kWh |
| Biomasa/Renovable | 0.050 | €/kWh |
| Electricidad generada para autoconsumo | 0.180 | €/kWh |

Datos económicos

| | | |
|---|-------|---|
| Incremento anual del precio de la energía | 4.500 | % |
| Tipo de interés o coste de oportunidad | 2.100 | % |

2. Introducción de **costes y vida útil** de las medidas de mejora propuestas:

Valoración económica de las medidas de mejora de eficiencia energética

| | njunto | Tipo de medida | Vida útil (años) | Coste de medida (€) | Incremento coste mantenimiento anual (€) |
|---|--------------|--------------------------------|------------------|---------------------|--|
| 1 | de medidas 1 | Adición de Aislamiento Térmico | 25 | 58779 | 0.0 |
| 2 | de medidas 1 | Sustitución/mejora de Huecos | 25 | 38498 | 0.0 |
| 3 | de medidas 1 | Adición de Aislamiento Térmico | 25 | 17832 | 0.0 |
| 4 | de medidas 2 | Instalaciones | 10 | 51748 | 303.8 |
| 5 | de medidas 3 | Instalaciones | 10 | 51748 | 303.8 |
| 6 | de medidas 3 | Adición de Aislamiento Térmico | 25 | 58779 | 0.0 |
| 7 | de medidas 3 | Sustitución/mejora de Huecos | 25 | 38498 | 0.0 |
| 8 | de medidas 3 | Adición de Aislamiento Térmico | 25 | 17832 | 0.0 |

3. Cálculo del **VAN y amortización** teniendo en cuenta el **precio estricto del kWh** (electricidad y gas) **sin repercusión de impuestos**:

Resultado del análisis económico

| | Conjunto de mejoras | Años - Amortización simple (Análisis facturas) | VAN (€) (Facturas) | Años - Amortización simple (Análisis teórico) | VAN (€) (Teórico) |
|---|-----------------------|--|--------------------|---|-------------------|
| 1 | Conjunto de medidas 1 | | | 24.3 | 47587.6 |
| 2 | Conjunto de medidas 2 | | | 9.0 | 14432.6 |
| 3 | Conjunto de medidas 3 | | | 29.7 | 40939.5 |

4. Cálculo del VAN y amortización con precios de energía teniendo en cuenta la influencia de impuestos, etc:

Resultado del análisis económico

| | Conjunto de mejoras | Años - Amortización simple (Análisis facturas) | VAN (€) (Facturas) | Años - Amortización simple (Análisis teórico) | VAN (€) (Teórico) |
|---|-----------------------|--|--------------------|---|-------------------|
| 1 | Conjunto de medidas 1 | | | 11.7 | 221543.3 |
| 2 | Conjunto de medidas 2 | | | 4.7 | 74724.4 |
| 3 | Conjunto de medidas 3 | | | 14.3 | 343818.1 |

Observando las dos últimas figuras, se observa que el **Conjunto de medidas 2 se amortiza antes** que los otros dos conjuntos, ya sea utilizando unos u otros valores de precio de la energía. La diferencia entre ambos, evidentemente es que los plazos de amortización se acortan considerablemente haciendo más atractiva la inversión en el último caso. Por otro lado, teniendo en cuenta los **valores de ahorro en emisiones de CO2 y demanda**, es importante señalar que aunque en el **conjunto 2** se alcanza un **ahorro superior en emisiones de CO2** (59% = 2 niveles más en calificación final respecto de la inicial), los **ahorros en demanda son nulos**. En cambio en el **conjunto 1**, se consiguen ahorros importantes en demanda de calefacción y refrigeración (54,6% y 2,4% respectivamente), así como en emisiones de CO2 (43,7%).

Esto significa a nuestro entender, que **ambos conjuntos de medidas se pueden complementar** y obtener ahorros importantes en ambos conceptos: emisiones (75,3%) y demandas de instalaciones térmicas (54,6% de Calefacción y 2,4% de refrigeración). **El factor determinante es la amortización** -elevada en tiempo en este caso- **y las posibles subvenciones** que se podría obtener teniendo en cuentas los ahorros y la calificación obtenida y que podría reducir el tiempo de recuperación de la inversión.

Subvenciones.

El IDAE dispone de **ayudas económicas y subvenciones** para la rehabilitación energética en particular, y la rehabilitación edificatoria en general. Programas como el **Plan de Rehabilitación Energética de edificios de uso residencial** incluye subvenciones destinadas a actuaciones en la Envolvente térmica, y en la mejora y/o sustitución de instalaciones térmicas y uso de energías renovables, como la biomasa o la geotermia. Uno de los requisitos sería mejorar en un nivel la calificación inicial como consecuencia de ejecutar las actuaciones propuestas.

El **Plan de Vivienda 2013-16** facilita ayudas económicas para la rehabilitación edificatoria, enfocada a la mejora **del estado de conservación, la accesibilidad, y la calidad y sostenibilidad** de los edificios de viviendas.

2. CASOS EN LOS QUE NO EXISTE NINGÚN POTENCIAL RAZONABLE PARA UNA MEJORA

El caso en el que generalmente no tienen sentido las propuestas de mejoras es, en el supuesto de una vivienda reformada recientemente, en la que se reforman tanto la envolvente como los sistemas independientes.

Si nos encontramos con este caso, se podría reflejar por ejemplo lo siguiente:

En el momento de la visita se ha comprobado que se ha realizado recientemente una reforma integral de la vivienda, realizando el propietario las siguientes modificaciones:

- Sustitución de carpintería y vidrios
- Instalación de sistema de aire acondicionado y calor.
- Instalación de equipo para producción de ACS.

Al encontrarse la vivienda recién reformada en el momento de la visita, no se proponen medidas de Mejoras Activas de ahorro energético para los sistemas de climatización y producción de agua caliente sanitaria (sistemas), hasta la amortización de los mismos, que se pueda recuperar la inversión económica inicial realizada. Tampoco se proponen medidas de Mejoras Pasivas de ahorro energético (envolvente), porque las únicas medidas posibles afectan a los elementos comunes de la Comunidad de Propietarios al tratarse de una vivienda plurifamiliar y ésta no está de acuerdo en el coste que pueda originar.

3. EJEMPLOS PRÁCTICOS

A. REFORMAS DE ELEMENTOS INDEPENDIENTES DE UN EDIFICIO

- ACS: Cambio de calentador eléctrico por una bomba de calor aire-agua.
- Sustitución de equipos de generación de frío tipo Split por bombas de calor de alta eficiencia.
- Sustitución de quemador de gasoil o gas natural por quemador de biomasa (pellet).