



INFORME  
2013

# Auditoría de Eficiencia Energética: Comunidad de Vecinos “La del Manojito de Rosas 15”



mejora la energía  
de tu **comunidad**

Con la colaboración de:



## Elaboración del estudio de la auditoría energética



Lugar del diagnóstico: La del Manajo de Rosas, 15, 28041 Madrid,

Fecha de visita: Agosto 2013

**Elaborado por:** José Rubén Rodríguez García, Consultor de Eficiencia Energética

**Revisado por:** Helena Santalla Díez, Jefe de Proyecto

**Textos y Revisión por parte de WWF**



Mar Asunción, Raquel García Monzón, Georgios Tragopoulos

**Revisión por parte de la EMVS**



Jorge Gisbert

# Índice

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1 Motivación .....	5
1.2 Auditorías Energéticas .....	5
1.3 Objeto.....	5
1.4 Desarrollo del trabajo .....	6
1.5 Datos básicos de la instalación .....	6
<b>2. ANÁLISIS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS</b> .....	<b>8</b>
2.1 Consumo Energético Global .....	8
2.2 Análisis Del Consumo Eléctrico .....	9
2.3 Análisis Del Consumo De Gas Natural.....	10
2.4 Análisis Del Consumo De Gas Butano.....	12
<b>3. INDICADORES ENERGÉTICOS</b> .....	<b>13</b>
<b>4. CRITERIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES ADOPTADOS EN EL ANÁLISIS</b> .....	<b>14</b>
4.1 Nivel de Emisiones de CO <sub>2</sub> por Consumo De Energía.....	14
4.2 Coste de las Fuentes Energéticas .....	15
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES</b> .....	<b>16</b>
5.1 Climatización y Producción de Agua Caliente Sanitaria .....	16
5.2 EQUIPOS.....	28
5.3 Iluminación .....	31
5.4 Envolverte .....	35
<b>6. BALANCE ENERGÉTICO GLOBAL</b> .....	<b>39</b>
6.1 Introducción .....	39
6.2 Balance por fuentes de energía .....	40
6.3 Balance Energético por Usos .....	41
6.4 Balance Eléctrico por Usos.....	42
6.5 Balance de Gas Natural por Usos.....	43
6.6 Balance de Gas Butano por Usos.....	44
<b>7. PROPUESTAS DE MEJORA DE LAS DIFERENTES INSTALACIONES</b> .....	<b>45</b>

7.1 Envolvente .....	45
7.2 Climatización .....	54
7.3 Iluminación .....	59
7.4 Equipos .....	63
7.5 Instalación Solar Térmica.....	66
7.6 Instalación Solar Fotovoltaica .....	70
7.7 Instalación de Caldera Común de Biomasa.....	73
7.8 Instalación Geotérmica.....	75
<b>8. SIMULACIÓN ENERGÉTICA.....</b>	<b>77</b>
8.1 Introducción .....	77
8.2 Demanda Energética del Edificio.....	78
8.3 Obtención de la Calificación Energética Actual .....	79
8.4 Simulación de la Calificación Energética Resultante Tras la Implementación de las Medidas de Ahorro Energético Propuestas .....	81
<b>9. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS ENERGÉTICO</b> .....	<b>87</b>
9.1 Resumen del Análisis Energético Realizado .....	87
9.2 Ahorro de las Diferentes Medidas Propuestas .....	88
9.3 Comparación de las Medidas Propuestas .....	91
9.4 Efectos Cruzados .....	94
9.5 Reducción Total de Emisiones .....	95
<b>ANEXOS .....</b>	<b>97</b>
ANEXO I - Inventario de equipos y Patrones de Uso por Vivienda.....	98
ANEXO II - Características Técnicas de los Equipos de Medida Utilizados en el Estudio .....	103

# 1. Introducción

## 1.1 Motivación

---

WWF trabaja para hacer posible un cambio de modelo de desarrollo y la necesaria transición hacia un modelo energético eficiente y limpio, elemento clave para conseguir una economía de bajo consumo y baja en emisiones de CO<sub>2</sub>. Para lograr este cambio, es imprescindible reducir el consumo energético de España, lo que además conlleva mayor independencia energética y disminuye la gran cantidad de recursos económicos que gastamos para importar combustibles fósiles (principalmente petróleo y gas). Además, la eficiencia energética dota al sistema de mayor estabilidad en cuanto a seguridad de suministro y precios estables, ya que la mayoría de los combustibles vienen de países con una situación política y social con gran inestabilidad.

Teniendo en cuenta todo esto y siguiendo una trayectoria hacia la mejora de las condiciones energéticas del parque residencial existente en España, WWF considera que el impulso del sector de la rehabilitación energética es una pieza clave, no sólo para la reducción de las emisiones de gases contaminantes, sino también para fomentar la riqueza económica y la generación de empleo de alta calidad y sostenible a largo plazo.

Estos son los motivos que han llevado a WWF a desarrollar el **proyecto “Mejora la energía de tu comunidad”**. Dicho proyecto contempla de forma prioritaria buscar sinergias con otras entidades que compartan el interés por la rehabilitación energética y el autoconsumo. En este contexto, hemos colaborado con la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo del Ayuntamiento de Madrid (EMVS) para realizar una auditoría de eficiencia energética como herramienta para el ahorro y la rehabilitación energética de un edificio de viviendas multifamiliares, situado en la Ciudad de Los Ángeles, en Madrid.

Buscando optimizar las intervenciones energéticas y dotarlas de sostenibilidad hemos encargado a CREARA Consultores, S.L la elaboración de una auditoría energética en la comunidad de vecinos “La del Manojito de Rosas 15”, previa a la rehabilitación energética del edificio en cuestión, que indique el tipo y la magnitud de las intervenciones necesarias y que las priorice según su efectividad en términos de reducción del consumo energético.

## 1.2 Auditorías Energéticas

---

Mediante la auditoría energética de un edificio se estudia de forma exhaustiva el grado de eficiencia energética del mismo. En dicha auditoría se analizan varios elementos del edificio, como los equipos consumidores de energía, la envolvente térmica y los hábitos de consumo de sus inquilinos. La auditoría energética facilita la toma de decisiones de inversión en ahorro y eficiencia energética para los propietarios del edificio.

De los resultados obtenidos de la presente auditoría, se recomiendan acciones de mejora para optimizar el consumo energético, en función de su potencial de ahorro energético, la facilidad de implementación, los criterios medioambientales y el coste de ejecución.

## 1.3 Objeto

---

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con este diagnóstico energético son los siguientes:

- Compilación de datos de diversa índole sobre el comportamiento energético de las instalaciones objeto de estudio.
- Evaluación del estado general de las instalaciones.
- Evaluación del aprovechamiento energético general de las instalaciones.
- Cuantificación, análisis y clasificación de los consumos energéticos.
- Cuantificación, análisis y clasificación de los ahorros obtenidos con las medidas de rehabilitación y uso de energías renovables propuestas.
- Identificación y cuantificación de otras oportunidades de ahorro energético.
- Redacción de medidas para la reducción de los consumos energéticos.
- Cuantificación de los ahorros, tanto energética como económicamente, y propuesta de una metodología para la implementación de estas medidas.

## 1.4 Desarrollo del trabajo

---

Esta auditoría cuenta con las siguientes fases de desarrollo:

Fase I: Recopilación inicial de información

- Datos de facturación de energía eléctrica, Gas Natural y Gas Butano.
- Inventario general de instalaciones.
- Superficie, distribución y número de usuarios en las instalaciones.

Fase II: Realización de medidas y toma de datos

- Toma de datos de las instalaciones consumidoras de energía.
- Toma de datos necesarios para la elaboración del informe de auditoría energética, con el alcance especificado.
- Realización de termografías.

Fase III: Análisis y evaluación del estado actual de la instalación

- Análisis técnico de la situación energética actual de las instalaciones.
- Elaboración de un balance energético global.
- Propuestas de mejora y potencialidad de cada mejora.

Fase IV: Elaboración de informe

- Entrega del informe preliminar.
- Recepción de los comentarios.
- Entrega del informe definitivo.

## 1.5 Datos básicos de la instalación

---

La comunidad de vecinos “La del Manojito de Rosas 15” es un edificio situado dentro del barrio de Ciudad de los Ángeles, en Madrid. Este barrio pertenece a un Área de Rehabilitación Integrada de Madrid, donde ya han sido rehabilitados varios edificios y se continúa con la rehabilitación de otros, como el de Manojito de Rosas 15, donde además se está llevando a cabo el proyecto Europeo RETROKIT, sobre la integración de sistemas eficientes y de energías renovables en módulos prefabricados (SATE, ventanas, etc.).



**Ilustración 1. Fotografía de la fachada principal**

El edificio de propiedad particular consta de 5 plantas, con 2 viviendas por planta, en las que viven un total de 28 vecinos.

**Tabla 1. Datos básicos de la instalación.**

DATOS IDENTIFICACIÓN			
Código del edificio	0982614VK4608D	Alquiler/Propiedad	Edificio en propiedad
¿Se comparte el edificio?	Sí	Indicar con quién se comparte el edificio	Propietarios de las distintas Viviendas
Nombre edificio	MANOJO DE ROSAS 15		
Tipo vía	Calle	Nº	15
Nombre vía	MANOJO DE ROSAS		
Población	Madrid		
Provincia	Madrid	Código Postal	28041

LISTADO DE EDIFICIOS							
Referencia	Denominación Edificio	Total Superficie construida (m2)	Plantas Sobre rasante	Plantas Bajo rasante	Uso principal	Calefactado	Refrigerado
1	EDIFICIO PRINCIPAL	750	5	0	Residencial	Sí	Sí

## 2. Análisis de Consumos Energéticos

### 2.1 Consumo Energético Global

Los tres tipos de suministros energéticos con los que cuenta inicialmente la comunidad de vecinos son la energía eléctrica, el gas natural y el gas butano. Estos suministros corresponden a las 10 viviendas y a sus correspondientes zonas comunes.

El gas natural se utiliza principalmente en calderas para la generación de agua caliente para calefacción y producción de agua caliente sanitaria (ACS), aunque también se utiliza en diversos equipos de cocina.

El gas butano se utiliza en una pequeña parte de las viviendas para producción de ACS y en equipos de cocina.

La energía eléctrica se consume en el resto de equipos instalados y en algunas de las viviendas también se utiliza para climatizar mediante bombas de calor, acumuladores y radiadores eléctricos.

La contabilidad energética, económica y en emisiones de CO<sub>2</sub> para cada consumo energético de referencia, que corresponde al consumo de un año completo comprendido entre 2012 y 2013, se recoge en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Suministros energéticos.**

Fuente energética	Consumo energético anual (kWh)	Coste energético anual (€) <sup>1</sup>	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales (kg) <sup>2</sup>
Energía eléctrica	30.404	4.324	10.337
Gas natural	53.094	2.944	10.619
Gas butano	4.923	542	1.182
<b>Total<sup>3</sup></b>	<b>88.421</b>	<b>7.810</b>	<b>22.138</b>

<sup>1</sup> Se trata del coste energético anual promedio en término de energía sin tener en cuenta el IVA. Este concepto se explica más adelante en el apartado 4.2.

<sup>2</sup> La equivalencia entre emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo eléctrico es de 0,34 kg CO<sub>2</sub>/kWh, criterio recogido por IDAE, basado en el mix energético de España en el año 2012. ([http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Factores\\_Conversion\\_Energia\\_y\\_CO2\\_2011\\_0a9cb734.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Factores_Conversion_Energia_y_CO2_2011_0a9cb734.pdf) 12/08/2013). En el caso del gas natural este valor es 0,20 kg CO<sub>2</sub>/kWh y en el caso del gas butano es de 0,24 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

<sup>3</sup> El consumo incluye todas las viviendas salvo el 4º dcha. que está desahuciado.

## 2.2 Análisis Del Consumo Eléctrico

El consumo eléctrico de la comunidad de vecinos proviene del suministro de la red eléctrica urbana. La electricidad se utiliza para dar servicio a los equipos de refrigeración, calefacción, iluminación, producción de ACS y el resto de equipos.

### 2.2.1 Consumo eléctrico mensual

Se cuenta con datos de las facturas de consumo eléctrico de prácticamente todos los vecinos de la comunidad. (Se han podido analizar las facturas de 7 de las 9 viviendas que se encuentran habitadas en estos momentos, ya que la décima que conforma la comunidad de vecinos se encuentra actualmente fuera de uso).

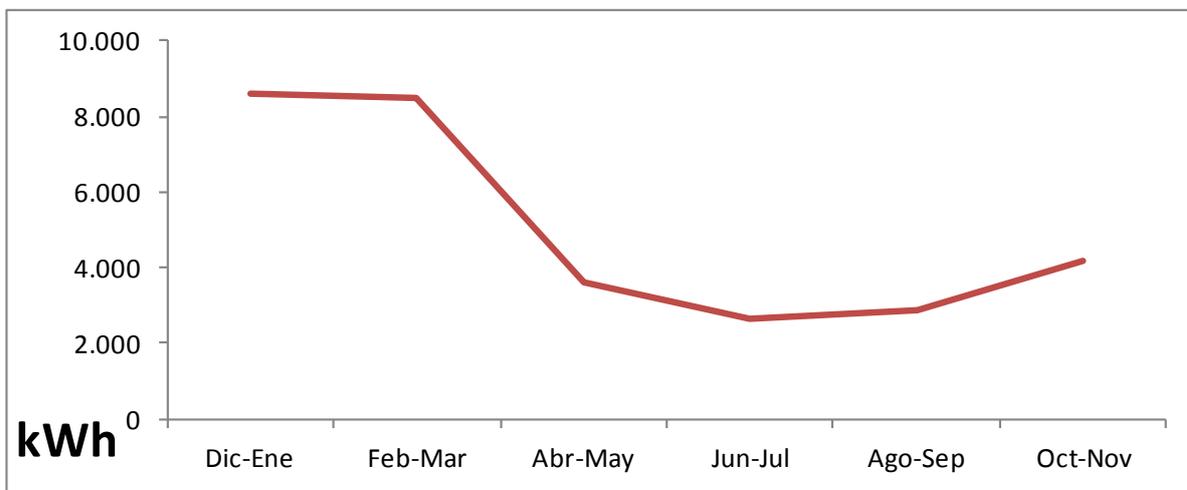
En el caso de las viviendas en las que no se han podido obtener las facturas, los consumos han sido estimados en función del consumo del resto de los vecinos, con equipos consumidores de electricidad similares, salvo en el caso del 4º derecha, que está desahuciado y no tiene equipos instalados.

A continuación se muestra una tabla con el consumo eléctrico mensual de la comunidad de vecinos, incluyendo las 10 viviendas y las zonas comunes.

**Tabla 3. Datos bimensuales de consumo eléctrico.**

Mes	Consumo eléctrico (kWh)
Dic-Ene	8.631
Feb-Mar	8.498
Abr-May	3.612
Jun-Jul	2.622
Ago-Sep	2.882
Oct-Nov	4.159
<b>Total</b>	<b>30.404</b>

A continuación se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual de la comunidad de vecinos.



**Gráfica 1. Evolución mensual del consumo eléctrico.**

Puede comprobarse en el gráfico anterior como los meses de mayor consumo de electricidad son los meses de invierno, coincidiendo con la época más fría, debido a que en algunas de las viviendas el sistema de calefacción es eléctrico, razón por la cual el consumo eléctrico aumenta considerablemente durante estos meses.

Para calcular el coste eléctrico del consumo de la comunidad de vecinos se ha analizado la facturación de electricidad de cada uno de los vecinos obteniéndose un precio medio del kWh de 0,14222 €/kWh. Este precio solo tiene en cuenta el término de energía pero no incluye ni el término de potencia ni los impuestos, el análisis se hace en base a este precio de la energía ya que las medidas de mejora que se propondrán más adelante, únicamente afectarán al término variable del gasto energético.

## 2.3 Análisis Del Consumo De Gas Natural

El consumo de gas natural de la comunidad de vecinos proviene del suministro de la red de general de gas. Este combustible gaseoso se utiliza para dar servicio a las calderas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria (ACS) y a los diferentes equipos de cocina consumidores de gas natural.

### 2.3.1 Consumo de gas natural mensual

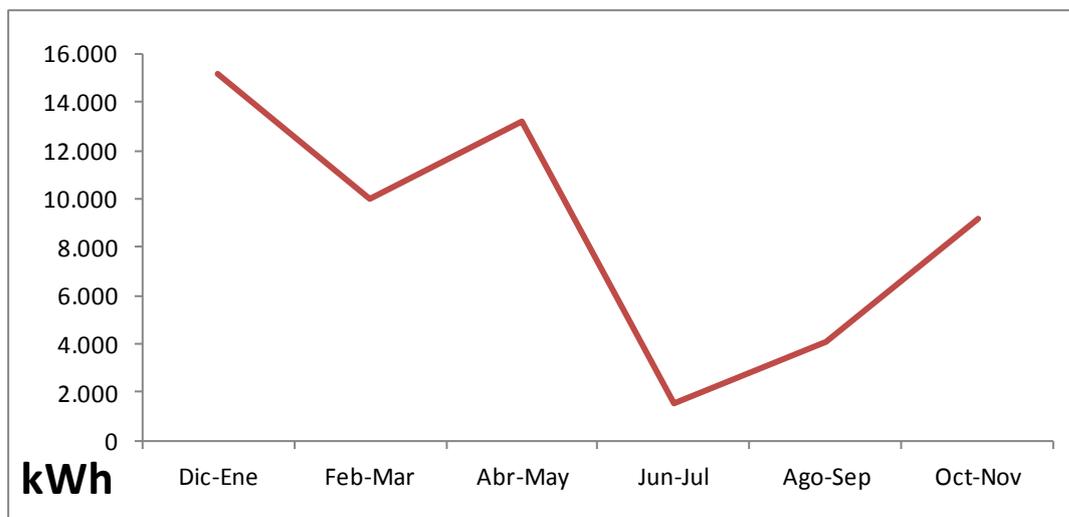
Para este estudio se pudo contar con las facturas de gas natural de la mayoría de los vecinos para realizar el estudio de consumos del edificio.

En el caso de las viviendas en las que no se han podido obtener las facturas, (5 de las 6 viviendas que tienen consumo de Gas Natural), en aquella que no se ha podido obtener su consumo ha sido estimado en función del consumo del resto de los vecinos, con equipos consumidores de gas natural similares.

**Tabla 4. Datos bimensuales de consumo de gas natural.**

Mes	Consumo de gas natural (kWh)
Ene-Feb	15.185
Mar-Abr	9.958
May-Jun	13.162
Jul-Ago	1.556
Sep-Oct	4.081
Nov-Dic	9.152
<b>Total</b>	<b>53.094</b>

A continuación se muestra un gráfico con la evolución del consumo de gas natural mensual de la comunidad de vecinos.



**Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de gas natural**

Puede comprobarse en el gráfico anterior como los meses de mayor consumo son los meses más fríos, debido a que en la mayor parte de las viviendas el sistema de climatización es mediante calderas de gas natural. Además de para la calefacción, parte de este consumo también corresponde a la producción de ACS y en alguna de las viviendas también se utiliza en equipos de cocina.

Para calcular el coste del gas natural de la comunidad se ha analizado la facturación de cada una de las viviendas, y se ha obtenido un precio medio de 0,05545 €/kWh. (Al igual que para la electricidad solo se ha tenido en cuenta el termino variable de la factura, descontando, el termino de potencia y el IVA).

## 2.4 Análisis Del Consumo De Gas Butano

El consumo de gas butano de la comunidad de vecinos proviene del suministro mediante bombonas. Este combustible gaseoso se utiliza para dar servicio a una de las calderas de ACS y en dos de las viviendas, se utiliza en equipos de cocina.

### 2.4.1 Consumo de gas butano mensual

Para este estudio se pudo contar con el número de bombonas que se consumen mensualmente en las viviendas que lo utilizan.

En el caso del consumo de gas butano, no se han podido conseguir facturas, ya que los usuarios no disponían de las mismas, por lo que se ha estimado el consumo en función a los datos de gasto mensual aportados por ellos mismos durante la entrevista.

**Tabla 5. Datos bimensuales de consumo de gas butano.**

Mes	Consumo de gas butano (kWh)
Ene-Feb	820,5
Mar-Abr	820,5
May-Jun	820,5
Jul-Ago	820,5
Sep-Oct	820,5
Nov-Dic	820,5
<b>Total</b>	<b>4.923,0</b>

El consumo de gas butano al no depender de la climatología se considera constante a lo largo de todo el año, ya que su uso se limita a la producción de ACS y el uso de los equipos de cocina.

Para calcular el coste del butano de la comunidad se ha analizado la facturación de cada una de las viviendas, y se ha obtenido un precio medio de 0,11€/kWh.

En estas viviendas se utilizan bombonas de butano de 12,5 kg, cuyo precio medio a lo largo del año considerado para este estudio fue de 17,5 €.

### 3. Indicadores Energéticos

El consumo energético de la comunidad de vecinos se ve influenciado por múltiples factores: elementos constructivos, superficie total, climatología, hábitos de consumo, etc. Debido a esta variedad, no es posible englobar en un único indicador la influencia de los diferentes factores que afectan al consumo energético. A continuación se muestran los cinco indicadores que se han considerado más representativos.

Se cuenta con los siguientes datos para obtener los indicadores energéticos del edificio.

**Tabla 6. Datos y consumos de la comunidad de vecinos.**

<b>Superficie construida total</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>750</b>
<b>Superficie útil total</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>675</b>
<b>Número de viviendas</b>	<b>viviendas</b>	<b>10</b>
<b>Número de personas</b>	<b>personas</b>	<b>28</b>
<b>Horas de uso anuales</b>	<b>horas</b>	<b>2.050</b>
<b>Energía consumida anual</b>	<b>kWh</b>	<b>88.421</b>

Se han obtenido los siguientes indicadores energéticos:

**Tabla 7. Indicadores energéticos de la comunidad de vecinos.**

<b>Consumo por superficie construida</b>	<b>kWh / m<sup>2</sup></b>	<b>118</b>
<b>Consumo por superficie útil</b>	<b>kWh / m<sup>2</sup></b>	<b>131</b>
<b>Consumo por vivienda</b>	<b>kWh / vivienda</b>	<b>8.842</b>
<b>Consumo por persona</b>	<b>kWh / persona</b>	<b>3.158</b>
<b>Consumo por hora</b>	<b>kWh / hora</b>	<b>43</b>

# 4. Criterios Económicos y Ambientales Adoptados en el Análisis

## 4.1 Nivel de Emisiones de CO<sub>2</sub> por Consumo De Energía

El consumo energético en edificios y viviendas implica repercusiones ambientales. Máxime cuando gran parte de la producción energética sigue basada en los combustibles fósiles, cuya quema genera CO<sub>2</sub> causante del cambio climático, además de gases contaminantes como el o el monóxido de carbono (CO), SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas.

Para la producción de energía eléctrica, es necesaria una fuente de energía primaria. Esta fuente de energía puede ser de diversos tipos, limpia o contaminante. En España, durante el año 2012, la mayor parte de la energía eléctrica del mix del Sistema Peninsular se generaba en centrales que producen emisiones contaminantes (centrales térmicas de carbón, ciclos combinados, centrales de fuel / gas, etc.), pero la contribución con fuentes de energías renovables está creciendo, principalmente a partir de energía eólica, y energía solar. Para conocer la equivalencia a emplear entre consumo eléctrico y emisiones de CO<sub>2</sub>, se han consultado los datos facilitados por el Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) para 2012 (4).

La combustión del gas natural y el butano también suponen la emisión de contaminantes. Si la combustión es completa, la principal emisión de de la combustión de gas natural y butano es el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.

Por su parte, el uso de energías renovables en edificios y viviendas favorece la lucha contra el cambio climático ya que se trata de fuentes autóctonas, que no emiten CO<sub>2</sub>. Las aplicaciones de este tipo de energías son de muy diversa tipología, pero las más utilizadas en edificios y hogares son la energía solar térmica, la energía solar fotovoltaica, la mini-eólica, la biomasa y la geotermia. El uso de las energías renovables en la edificación viene a complementar las mejoras de ahorro energético que se logran a través de intervenciones energéticas tanto en la envolvente del edificio, como en sus instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, iluminación y en el equipamiento eléctrico y electrónico (p.ej. electrodomésticos, televisores etc.) y posibilitan un nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> del edificación, casi nulo, como prescribe la Directiva 2010/31 de la Unión Europea.

En la tabla siguiente se muestran las emisiones unitarias por kWh eléctrico, de gas butano y de gas natural que se han utilizado en el presente informe.

**Tabla 8. Emisiones unitarias por kWh eléctrico, de energía consumida, de gas butano y de gas natural.**

Fuente de energía	Unidades	Emisión de CO <sub>2</sub> <sup>5</sup>
Electricidad	[kg / kWh]	0,34
Gas natural	[kg / kWh]	0,20
Gas butano	[kg / kWh]	0,24

<sup>4</sup>[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Factores\\_Conversio\\_n\\_Energia\\_y\\_CO2\\_2011\\_0a9cb734.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Factores_Conversio_n_Energia_y_CO2_2011_0a9cb734.pdf) (12/08/2013).

<sup>5</sup>[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Factores\\_Conversio\\_n\\_Energia\\_y\\_CO2\\_2011\\_0a9cb734.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Factores_Conversio_n_Energia_y_CO2_2011_0a9cb734.pdf) (12/08/2013).

## 4.2 Coste de las Fuentes Energéticas

Se considera el siguiente precio de la energía para cada uno de los tipos de suministros del edificio:

**Tabla 9. Precio por kWh eléctrico, de gas butano y de gas natural.**

Fuente de energía	Precio del término de energía (€/kWh)	Precio completo de la energía (€/kWh)
Electricidad	0,14222	0,21665
Gas natural	0,05545	0,08812
Gas butano	0,11010	0,13318

Para los cálculos efectuados en este informe se utilizan los precios unitarios del término de energía calculado como el promedio del cociente entre el coste anual, sin IVA, ni términos fijos y el consumo anual de todas las viviendas. Cabe destacar que este precio no tiene en cuenta el precio de los activos fijos de la facturación como son la potencia contratada, los impuestos etc. Este precio se trata de un precio promedio calculado en función de los valores obtenidos de las facturas de las viviendas.

La razón de utilizar el precio del término de energía y no el precio total es debido a que las mejoras que se implementen en el edificio solamente influirán en este término variable y no en los costes fijos como son el término de potencia y el IVA.

# 5. Descripción de las Instalaciones

## 5.1 Climatización y Producción de Agua Caliente Sanitaria

La generación de calor para calefacción se produce de forma individual en cada una de las viviendas. En unas se realiza mediante aparatos eléctricos (radiadores, bombas de calor y acumuladores) y en otras mediante calderas de gas natural.

La generación de agua caliente sanitaria se realiza de tres formas distintas dependiendo de la vivienda, mediante termos eléctricos en algunas de las viviendas, en otras mediante calderas de gas natural y en otras mediante calderas de gas butano.

Existen algunas viviendas que cuentan con bombas de calor utilizadas principalmente como sistema de refrigeración, pero que también se utilizan de manera puntual como sistema de calefacción.

Una descripción más detallada de los sistemas de climatización y producción de ACS instalados se muestra a continuación.

### 5.1.1 Calefacción

A continuación se recogen las características de las calderas de gas natural instaladas, que en este caso son mixtas pues se utilizan para calefacción y producción de ACS.

**Tabla 10. Características de las calderas de Gas natural.**

<b>Caldera Tipo 1</b>	<b>1º Dcha. SAUNIER DUVAL</b>
Tipo de caldera	<b>Condensación</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia térmica nominal (por caldera)	<b>18,1 kW</b>
Rendimiento	<b>97,7 %</b>
Regulación del quemador	<b>Modulante</b>
Año de instalación	<b>2012</b>
Combustible	<b>Gas natural</b>
<b>Caldera Tipo 2</b>	<b>2º Dcha. SAUNIER DUVAL</b>
Tipo de caldera	<b>Mural</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia térmica nominal (por caldera)	<b>24,6 kW</b>
Rendimiento	<b>92,7 %</b>
Regulación del quemador	<b>Sin regulación</b>
Año de instalación	
Combustible	<b>Gas natural</b>

<b>Caldera Tipo 3</b>	<b>3º IZQ. JUNKERS</b>
Tipo de caldera	<b>Mural</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia térmica nominal (por caldera)	<b>24,3</b> kW
Rendimiento	<b></b> %
Regulación del quemador	<b>Sin regulación</b>
Año de instalación	<b></b>
Combustible	<b>Gas natural</b>

<b>Caldera Tipo 5</b>	<b>4º Izq.. SAUNIER DUVAL</b>
Tipo de caldera	<b>Condensación</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia térmica nominal (por caldera)	<b>18,1</b> kW
Rendimiento	<b>97,7</b> %
Regulación del quemador	<b>Modulante</b>
Combustible	<b>Gas natural</b>



**Ilustración 2. Caldera 1**

En las viviendas que cuentan con caldera de gas natural como principal sistema de generación de calor para calefacción se encuentran radiadores como elementos terminales, todos ellos sin posibilidad de regulación.

**Tabla 11. Características de los radiadores.**

<b>Radiadores 1ºDrch.</b>	
Cantidad	4
Tipo de control	<b>Sin control</b>

<b>Radiadores 2ºDrch.</b>	
Cantidad	4
Tipo de control	<b>Sin control</b>

<b>Radiadores 3ºDrch.</b>	
Cantidad	4
Tipo de control	<b>Sin control</b>

<b>Radiadores 3ºIzq.</b>	
Cantidad	4
Tipo de control	<b>Sin control</b>

<b>Radiadores 4ºIzq.</b>	
Cantidad	4
Tipo de control	<b>Sin control</b>



**Ilustración 3 . Radiador de agua instalado**

A continuación se recogen las características de las bombas de calor que se encuentra en algunas de las viviendas que además de utilizarse para refrigeración también se utilizan para calefactar parte de la vivienda.

**Tabla 12. Características de las Bombas de Calor.**

<b>Bomba de calor 1º Drch.</b>	
Cantidad	<b>1</b>
Potencia térmica nominal calefacción (por B.C.)	<b>3,66 kW</b>
Potencia eléctrica nominal (por B.C.)	<b>1,3 kW</b>
COP	<b>2,8</b>
Tipo de funcionamiento	<b>Aire - agua</b>
Tipo de condensación	<b>Aire</b>

**Bomba de calor 1º Izq.**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia térmica nominal calefacción (por B.C.)	<input type="text" value="3,81 kW"/>
Potencia eléctrica nominal (por B.C.)	<input type="text" value="0,97 kW"/>
COP	<input type="text" value="4,01"/>
Tipo de funcionamiento	<input type="text" value="Aire - agua"/>
Tipo de condensación	<input type="text" value="Aire"/>

**Bomba de calor 2º Drch**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia térmica nominal calefacción (por B.C.)	<input type="text" value="4 kW"/>
Potencia eléctrica nominal (por B.C.)	<input type="text" value="1,54 kW"/>
COP	<input type="text" value="2,6"/>
Tipo de funcionamiento	<input type="text" value="Aire - aire"/>
Tipo de condensación	<input type="text" value="Aire"/>
¿Resistencia eléctrica de apoyo?	<input type="text" value="No"/>

**Bomba de calor 4º Izq.**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia térmica nominal calefacción (por B.C.)	<input type="text" value="3 kW"/>
Potencia eléctrica nominal (por B.C.)	<input type="text" value="0,97 kW"/>
COP	<input type="text" value="3,09"/>
Tipo de funcionamiento	<input type="text" value="Aire - aire"/>
Tipo de condensación	<input type="text" value="Aire"/>
¿Resistencia eléctrica de apoyo?	<input type="text" value="No"/>



**Ilustración 4. Bombas de Calor**

En este edificio de viviendas hay instalados también equipos eléctricos de calefacción como radiadores eléctricos y acumuladores, que se cargan durante la noche para desprender el calor durante el día. Sus características se encuentran a continuación:

**Tabla 13. Características de los radiadores y acumuladores eléctricos.**

<b>Acumuladores Bajo Drch.</b>	
Cantidad	<b>3</b>
Potencia eléctrica nominal (por inductor)	<b>1,8 kW</b>
Potencia calorífica	<b>1,8 kW</b>
Tipo de control	<b>Usuario</b>

**Radiador Electrico Bajo Izq. T1**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia eléctrica nominal	<input type="text" value="1,5"/> kW
Potencia calorífica	<input type="text" value="1,5"/> kW
Tipo de control	<input type="text" value="Usuario"/>

**Radiador Electrico Bajo Izq. T2**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia eléctrica nominal (por inductor)	<input type="text" value="0,5"/> kW
Potencia calorífica (por inductor)	<input type="text" value="0,5"/> kW
Tipo de control	<input type="text" value="Usuario"/>

**Radiador Electrico Bajo Izq. T3**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia eléctrica nominal (por inductor)	<input type="text" value="2"/> kW
Potencia calorífica (por inductor)	<input type="text" value="2"/> kW
Tipo de control	<input type="text" value="Usuario"/>

**Radiadores Electricos 1ºIzq.**

Cantidad	<input type="text" value="4"/>
Potencia eléctrica nominal (por inductor)	<input type="text" value="1,6"/> kW
Potencia calorífica (por inductor)	<input type="text" value="1,6"/> kW
Tipo de control	<input type="text" value="Usuario"/>

**Calefactor electrico 3º Drch.**

Cantidad	<input type="text" value="1"/>
Potencia eléctrica nominal (por inductor)	<input type="text" value="1,8"/> kW
Potencia calorífica (por inductor)	<input type="text" value="1,8"/> kW
Tipo de control	<input type="text" value="Usuario"/>

<b>Calefactor electrico 3º Izq..</b>	
Cantidad	<b>1</b>
Potencia eléctrica nominal (por inductor)	<b>2 kW</b>
Potencia calorífica (por inductor)	<b>2 kW</b>
Tipo de control	<b>Usuario</b>



**Ilustración 5. Acumulador eléctrico**

El consumo eléctrico de la calefacción ascendió a lo largo del periodo anual considerado a 7.398 kWh.

El consumo de gas natural total de los equipos de calefacción ascendió a lo largo del periodo anual considerado a 40.998 kWh.

### 5.1.2 Refrigeración

Los sistemas de refrigeración, solamente se encuentran en 4 viviendas y consisten en equipos autónomos tipo bomba de calor.

A continuación se presentan las características técnicas de los equipos autónomos instalados.

**Tabla 14. Características Bombas de Calor, para refrigeración.**

<b>Autónomo Bomba de Calor 1º Drch.</b>		<b>LG</b>
Cantidad		<b>1</b>
Potencia eléctrica nominal		<b>1,25 kW</b>
Potencia térmica nominal refrigeración		<b>3,52 kW</b>
EER		<b>2,82</b>
Tipo de control		<b>Usuario</b>
Combustible		<b>Electricidad</b>

<b>Autónomo Bomba de Calor 1ºIzq.</b>	<b>FA GOR</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia eléctrica nominal	<b>0,95 kW</b>
Potencia térmica nominal refrigeración	<b>3,52 kW</b>
EER	<b>3,63</b>
Tipo de control	<b>Usuario</b>
Combustible	<b>Electricidad</b>

<b>Autónomo Bomba de Calor 2º Drch.</b>	<b>Firstline</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia eléctrica nominal	<b>1,2 kW</b>
Potencia térmica nominal refrigeración	<b>3 kW</b>
EER	<b>2,5</b>
Tipo de control	<b>Usuario</b>
Combustible	<b>Electricidad</b>

<b>Autónomo Bomba de calor 4º Izq.</b>	<b>MITSHUBISHI</b>
Cantidad	<b>1</b>
Potencia eléctrica nominal	<b>0,95 kW</b>
Potencia térmica nominal refrigeración	<b>2,5 kW</b>
EER	<b>2,63</b>
Tipo de control	<b>Usuario</b>
Combustible	<b>Electricidad</b>



**Ilustración 6. Bombas de Calor**

En este caso el consumo de refrigeración solamente es del tipo eléctrico, teniendo un consumo anual de 386 kWh.

El consumo eléctrico total de la climatización ascendió a lo largo del periodo anual considerado a 7.784 kWh, distribuida tanto en calefacción como en refrigeración. El consumo de gas natural total de los equipos ascendió a lo largo del periodo anual considerado a 40.950 kWh.

Este consumo energético se desglosa en consumo eléctrico de gas natural y electricidad, tal y como se recoge en la tabla siguiente:

**Tabla 15. Distribución del consumo de climatización.**

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo de gas natural (kWh/año)	Total (kWh/año)
<b>Calefacción</b>	7.398	40.950	<b>48.348</b>
<b>Refrigeración</b>	386	-	<b>386</b>
<b>Total</b>	<b>7.784</b>	<b>40.950</b>	<b>48.734</b>

Casi todo el consumo de climatización es debido a la calefacción y de éste la mayor parte se cubre mediante gas natural un 84,70%, correspondiendo a la electricidad el 15,3% restante, dentro de este consumo eléctrico para climatización un 4,7% pertenece a la refrigeración y el 95,3% a la calefacción eléctrica.

### 5.1.3 Producción de Agua Caliente Sanitaria

El agua caliente sanitaria (en adelante ACS) es obtenida gracias a la producción de las calderas mixtas de agua caliente sanitaria y calefacción descritas anteriormente en 5 de las viviendas. En el resto o bien se produce mediante termos eléctricos o mediante calentadores de gas natural o gas butano.

Las características de los equipos productores de ACS vienen detalladas en las siguientes tablas:

**Tabla 16. Características, calderas de ACS de Gas Natural.**

<b>BAJO IZQ. (JUNKERS)</b>	
Caldera/s MIXTA/s (ACS + calefacción) Indicar Sí/No	<b>NO</b>
Nº calderas	<b>1</b>
Combustible	<b>Gas natural</b>
Potencia nominal más común	<b>10</b> kW
Rendimiento nominal caldera	<b>85</b> %
Volumen acumulación de agua	<b>11</b> litros

**Tabla 17. Características, calderas de ACS de Gas Butano.**

<b>1º Izq. (JUNKERS)</b>	
Caldera/s MIXTA/s (ACS + calefacción) Indicar Sí/No	<b>NO</b>
Nº calderas	<b>1</b>
Combustible	<b>Butano</b>
Potencia nominal más común	<b>10</b> kW
Rendimiento nominal caldera	<b>85</b> %
Volumen acumulación de agua	<b>11</b> litros

**Tabla 18. Características, termos de ACS.**

Nº termos	<b>2</b>
Cuántos están en servicio	<b>2</b>
Potencia eléctrica nominal (por termo)	<b>2</b> kW
Rendimiento nominal	<b>99</b> %
Volumen acumulación	<b>75</b> litros



**Ilustración 7. Termo de agua caliente sanitaria.**

El consumo energético total de la producción y distribución de ACS a lo largo del periodo anual considerado ascendió a 13.030 kWh.

Este consumo se desglosa en consumo eléctrico, de gas natural y butano, tal y como se recoge en la tabla siguiente:

**Tabla 19. Distribución del consumo en producción de ACS.**

Uso	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo gas natural (kWh/año)	Consumo gas butano (kWh/año)	Total (kWh/año)
<b>Producción de ACS</b>	2.840	8.816	1.374	<b>13.030</b>

La mayor parte del consumo de producción de ACS (68%) corresponde a gas natural. En el caso de la electricidad supone un 22% y el gas butano supone el 11% restante.

## 5.2 EQUIPOS

En las viviendas se encuentran diversos equipos consumidores de energía tanto eléctrica, como gas natural y gas butano. Estos equipos están ubicados en la cocina, comedor y dormitorios.



**Ilustración 8. Diversos equipos instalados en las viviendas**

A continuación se muestran los principales equipos consumidores de energía instalados en el edificio de viviendas.

**Tabla 20. Características de los distintos equipos.**

CONSUMIDORES DE ENERGÍA EN EL EDIFICIO			
<b>Consumidor Tipo 1</b>		<b>Consumidor Tipo 2</b>	
Tipo de consumidor	<b>Eq. de Musica</b>	Tipo de consumidor	<b>Telefonillo</b>
Cantidad	<b>12</b>	Cantidad	<b>10</b>
<b>Consumidor Tipo 3</b>		<b>Consumidor Tipo 4</b>	
Tipo de consumidor	<b>TV (LCD)</b>	Tipo de consumidor	<b>DVD</b>
Cantidad	<b>13</b>	Cantidad	<b>6</b>
<b>Consumidor Tipo 5</b>		<b>Consumidor Tipo 6</b>	
Tipo de consumidor	<b>TV</b>	Tipo de consumidor	<b>Radio</b>
Cantidad	<b>3</b>	Cantidad	<b>6</b>
Potencia eléctrica (por consumidor)		Potencia eléctrica (por consumidor)	
<b>Consumidor Tipo 7</b>		<b>Consumidor Tipo 8</b>	
Tipo de consumidor	<b>Despertador</b>	Tipo de consumidor	<b>Horno</b>
Cantidad	<b>5</b>	Cantidad	<b>8</b>
<b>Consumidor Tipo 9</b>		<b>Consumidor Tipo 10</b>	
Tipo de consumidor	<b>Vitroceramica</b>	Tipo de consumidor	<b>Tostadora</b>
Cantidad	<b>5</b>	Cantidad	<b>2</b>

**Tabla 21. Otros equipos instalados**

<b>Consumidor Tipo 11</b>		<b>Consumidor Tipo 12</b>	
Tipo de consumidor	<b>Campana extractora</b>	Tipo de consumidor	<b>Frigorifico</b>
Cantidad	<b>8</b>	Cantidad	<b>9</b>
<b>Consumidor Tipo 13</b>		<b>Consumidor Tipo 14</b>	
Tipo de consumidor	<b>Hervidor</b>	Tipo de consumidor	<b>Microondas</b>
Cantidad	<b>1</b>	Cantidad	<b>8</b>
<b>Consumidor Tipo 15</b>		<b>Consumidor Tipo 16</b>	
Tipo de consumidor	<b>Lavadora</b>	Tipo de consumidor	<b>Lavavajillas</b>
Cantidad	<b>9</b>	Cantidad	<b>5</b>
<b>Consumidor Tipo 17</b>		<b>Consumidor Tipo 18</b>	
Tipo de consumidor	<b>Secadora</b>	Tipo de consumidor	<b>Termomix</b>
Cantidad	<b>1</b>	Cantidad	<b>1</b>
<b>Consumidor Tipo 19</b>		<b>Consumidor Tipo 20</b>	
Tipo de consumidor	<b>Cafetera</b>	Tipo de consumidor	<b>Pecera</b>
Cantidad	<b>3</b>	Cantidad	<b>1</b>
<b>Consumidor Tipo 21</b>		<b>Consumidor Tipo 22</b>	
Tipo de consumidor	<b>Ventilador</b>	Tipo de consumidor	<b>Cocina de Gas</b>
Cantidad	<b>1</b>	Cantidad	<b>5</b>

El consumo eléctrico total de los equipos ascendió a lo largo del periodo anual considerado a 15.553 kWh.

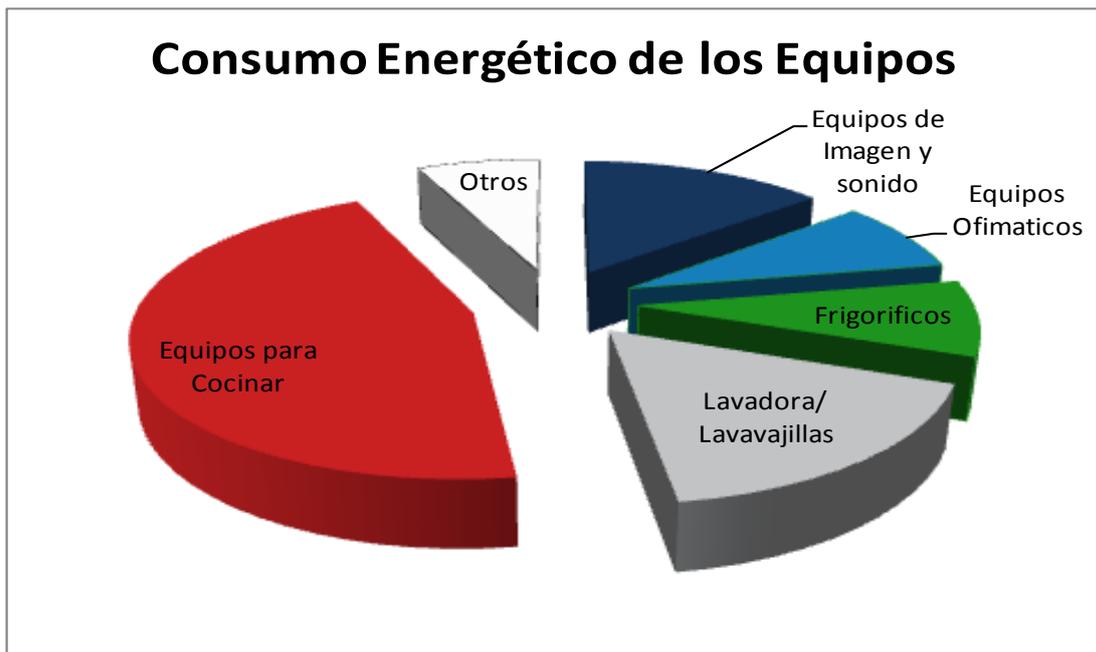
En algunas de las viviendas hay equipos que consumen gas natural o butano. La totalidad de estos equipos están instalados en la cocinas.

El consumo de gas natural total de los equipos ascendió a lo largo del periodo anual considerado a 3.228 kWh, mientras que en el caso del gas butano supuso un total de 3.486 kWh.

El consumo de los equipos se ha calculado a partir de la potencia y horas de funcionamiento de cada uno. Su distribución de consumos en cuanto a las diferentes tipologías de equipos es la siguiente:

**Tabla 22. Distribución del consumo los distintos equipos.**

Uso	Número de equipos	Consumo eléctrico (kWh/año)	%
<b>Equipos para cocinar</b>	29	10.096	45
<b>Lavadoras y lavavajillas</b>	15	3.786	17
<b>Equipos de imagen y sonido</b>	46	3.115	14
<b>Frigoríficos</b>	9	1.907	9
<b>Equipos Ofimáticos</b>	20	1.808	8
<b>Otros</b>	25	1.557	7
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>22.270</b>	<b>100</b>



**Gráfica 3. Distribución de consumos entre los distintos equipos.**

Este consumo energético se desglosa en consumo eléctrico, de gas natural y de gas butano, tal y como se recoge en la tabla siguiente:

**Tabla 23. Distribución del consumo de equipos.**

Uso	Consumo eléctrico (kWh)	Consumo de gas natural (kWh)	Consumo de gas butano (kWh)	Total (kWh)
Equipos	15.441	3.280	3.548	<b>22.269</b>

### 5.3 Iluminación

La instalación de iluminación de la comunidad de vecinos está destinada principalmente a la iluminación interior, tanto del interior de las viviendas como de las zonas comunes, no existiendo iluminación exterior que se incluya dentro de los consumos del edificio.

Está compuesta en su mayoría por luminarias con lámparas incandescentes, de bajo consumo, halógenos y fluorescentes.



**Ilustración 9. Diversos equipos de iluminación instalados en las viviendas**

A continuación se muestra el inventario de lámparas recogido durante las visitas a las viviendas:

**Tabla 24. Inventario de lámparas de la comunidad de vecinos.**

<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Incandescente
Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo
Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	3	Nº de lámparas por luminaria	3
Potencia unitaria lámpara	40	Potencia unitaria lámpara	50	Potencia unitaria lámpara	60
<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Fluorescente	Tipo lámpara	Incandescente
Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Electromagnético	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo
Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	2	Nº de lámparas por luminaria	3
Potencia unitaria lámpara	300	Potencia unitaria lámpara	18	Potencia unitaria lámpara	60
<b>ZONA</b>	<b>1º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Bajo consumo	Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Incandescente
Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo
Nº de lámparas por luminaria	3	Nº de lámparas por luminaria	2	Nº de lámparas por luminaria	3
Potencia unitaria lámpara	18	Potencia unitaria lámpara	60	Potencia unitaria lámpara	40
<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Bajo consumo	Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Incandescente
Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo
Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	3	Nº de lámparas por luminaria	6
Potencia unitaria lámpara	18	Potencia unitaria lámpara	35	Potencia unitaria lámpara	60
<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>	<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Halógena
Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Electrónico
Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	3
Potencia unitaria lámpara	60	Potencia unitaria lámpara	50	Potencia unitaria lámpara	50
<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Fluorescente
Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Electromagnético
Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	2
Potencia unitaria lámpara	150	Potencia unitaria lámpara	50	Potencia unitaria lámpara	18
<b>ZONA</b>	<b>1º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Halógena	Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Incandescente
Tipo equipo auxiliar	Electrónico	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo
Nº de lámparas por luminaria	3	Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	1
Potencia unitaria lámpara	42	Potencia unitaria lámpara	60	Potencia unitaria lámpara	60
<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>	<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>
Nº de luminarias	3	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Incandescente
Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo
Nº de lámparas por luminaria	3	Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	1
Potencia unitaria lámpara	60	Potencia unitaria lámpara	60	Potencia unitaria lámpara	60
<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>
Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1	Nº de luminarias	1
Tipo lámpara	Fluorescente	Tipo lámpara	Incandescente	Tipo lámpara	Bajo consumo
Tipo equipo auxiliar	Electromagnético	Tipo equipo auxiliar	Sin equipo	Tipo equipo auxiliar	Electrónico
Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	1	Nº de lámparas por luminaria	1
Potencia unitaria lámpara	20	Potencia unitaria lámpara	60	Potencia unitaria lámpara	13

<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>
<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>2</b>
Tipo lámpara	<b>Halógena</b>	Tipo lámpara	<b>Bajo consumo</b>	Tipo lámpara	<b>Bajo consumo</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>3</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>150</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>
<b>ZONA</b>	<b>2º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Halógena</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>3</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>50</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>25</b>
<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>40</b>
<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>	<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Halógena</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>3</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>50</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>40</b>
<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Fluorescente</b>	Tipo lámpara	<b>Bajo consumo</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Electromagnético</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>3</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>100</b>
<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Terraza</b>	<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>2</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Fluorescente</b>	Tipo lámpara	<b>Halógena</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electromagnético</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>3</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>40</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>20</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>50</b>
<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Terraza</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>40</b>
<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>	<b>ZONA</b>	<b>3º Drch.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>
Nº de luminarias	<b>2</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Halógena</b>	Tipo lámpara	<b>Fluorescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electromagnético</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>150</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>

<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	
<b>Estancia</b>	<b>Pasillo</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>	<b>Estancia</b>	
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	
Tipo lámpara	<b>Bajo consumo</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	
Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>2</b>	Nº de lámparas por luminaria	
Potencia unitaria lámpara	<b>13</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	
<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 1</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 2</b>	<b>Estancia</b>	<b>Dormitorio 3</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>
Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>	Tipo lámpara	<b>Incandescente</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Sin equipo</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>60</b>
<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>	<b>ZONA</b>	<b>4º Izq.</b>
<b>Estancia</b>	<b>Salon-Comedor</b>	<b>Estancia</b>	<b>Cocina</b>	<b>Estancia</b>	<b>Aseo</b>
Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>1</b>	Nº de luminarias	<b>2</b>
Tipo lámpara	<b>Halógena</b>	Tipo lámpara	<b>Bajo consumo</b>	Tipo lámpara	<b>Bajo consumo</b>
Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>	Tipo equipo auxiliar	<b>Electrónico</b>
Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>3</b>	Nº de lámparas por luminaria	<b>1</b>
Potencia unitaria lámpara	<b>150</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>	Potencia unitaria lámpara	<b>18</b>

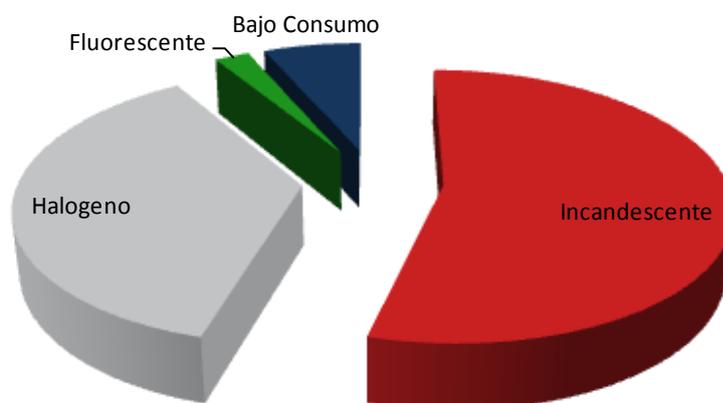
El consumo energético total de la iluminación a lo largo del periodo anual considerado ascendió a 4.824 kWh/año.

Según el tipo de tecnología que usan para iluminación la distribución de consumos es la que refleja la siguiente tabla:

**Tabla 25. Distribución del consumo según tecnología de iluminación.**

Uso	Numero de lámparas	Consumo eléctrico (kWh/año)	Consumo (%)
<b>Incandescentes</b>	82	2.618	54
<b>Halógenas</b>	41	1.778	37
<b>Bajo Consumo</b>	36	316	7
<b>Fluorescentes</b>	10	112	2
<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>4.824</b>	<b>100</b>

## Distribución de consumo según tecnología



**Gráfica 4. Distribución de consumos entre las distintas tecnologías de iluminación.**

## 5.4 Envolverte

El edificio que alberga la comunidad de vecinos “La del Manojito de Rosas 15”, situado en el barrio de Ciudad de los Ángeles fue construido en 1950, dentro de una promoción de protección oficial que englobaba varias manzanas de edificios iguales.

**Tabla 26. Características de los cerramientos que componen la envolvente del edificio.**

FACHADAS	
Superficie total (muro + huecos vidriados) de fachada	793,94 m <sup>2</sup>
Tipo de aislamiento de la fachada	
¿Tiene cámara de aire?	Sí
Transmitancia térmica de la fachada (si se conoce)	1,82 W/m <sup>2</sup> K

CUBIERTAS	
Superficie total de cubierta	123,36 m <sup>2</sup>
Tipo de cubierta	Transitable
¿Está impermeabilizada?	Sí
Transmitancia térmica de la cubierta (si se conoce)	1,43 W/m <sup>2</sup> K

HUECOS	
Retranqueo de las ventanas	20 centímetros
% de huecos en fachada (*)	19,2 %
Tipo de vidrio	Vidrio Simple
Transmitancia térmica del vidrio (si se conoce)	5,7 W/m <sup>2</sup> K
Otros tipos de vidrio	Algunas ventanas han sido sustituidas por otras de vidrio doble
Transmitancia térmica (si se conoce)	3,3 W/m <sup>2</sup> K
Tipo de carpintería	Metálica sin rotura de puente térmico

Observaciones	
<b>Muchas de las carpinterías han sido sustituidas por lo propietarios, por lo que se encuentran de diferentes tipologías de acristalamiento y sistema de apertura.</b>	

(\*) Porcentaje del área total de la fachada ocupada por los huecos (vidrio + marco), siendo un hueco cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende ventanas y puertas acristaladas.

### 5.4.1 Estado actual

Los muros de los cerramientos están formados por un muro de 20 cm de espesor, de hormigón en masa al exterior y un trasdosado de ladrillo hueco sencillo al interior, con una cámara de aire entre las dos. Se encuentran revestidos al exterior mediante mortero de cemento y pintados con pintura de color rojizo, y al interior con un guarnecido y enlucido de yeso pintado en color blanco.

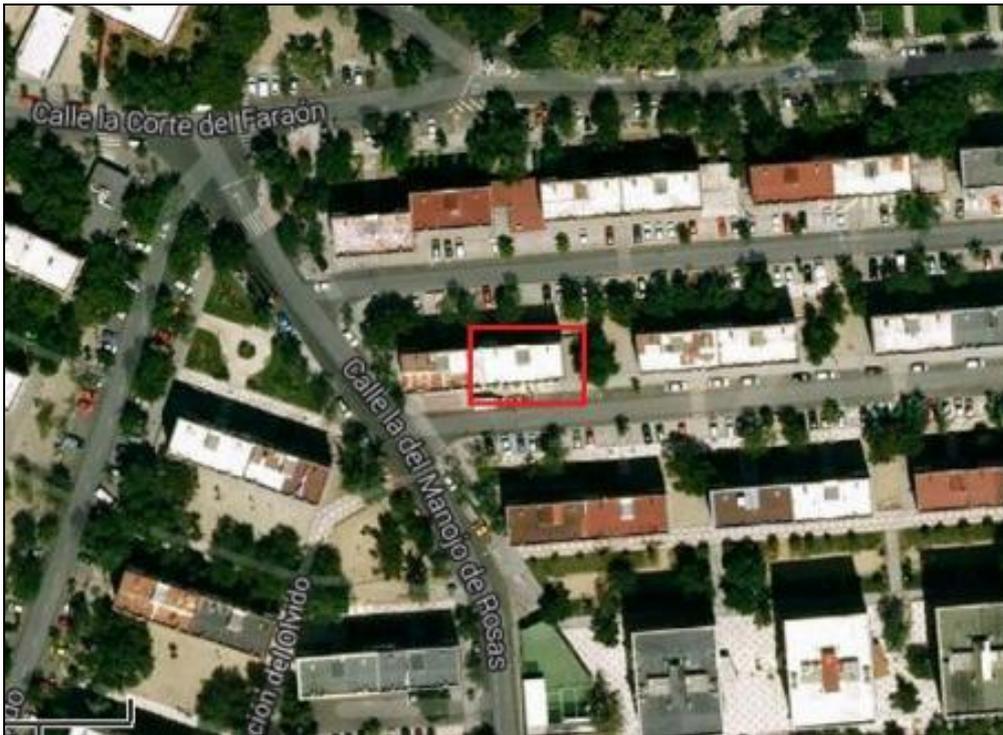
La carpintería de la envolvente que encontramos en el edificio varía en función de la vivienda, ya que se han realizado cambios en algunas de ellas por parte de los propietarios. Las carpinterías originales eran correderas de aluminio anodizado color gris claro, con vidrio simple de 6 mm, pero podemos encontrar otras en aluminio lacado color blanco, abatibles y vidrios dobles de diferente tipología (4/6/4, 4/8/4, 4/10/4, 4/12/4, etc.).



**Ilustración 10. Imágenes de los cerramientos de fachada.**

La cubierta es plana de tipo transitable con una terminación en plaqueta de baldosín catalán, sobre un recrido mediante tabiquillos para formar las pendientes, que están apoyados sobre un forjado unidireccional de viguetas de hormigón y bovedillas cerámicas (en el momento de la visita se encontraban realizando trabajos en la cubierta relativos a la rehabilitación en curso).

La orientación de la fachada principal del edificio, por donde se accede, está completamente dirigida al Norte, teniendo otra fachada de iguales dimensiones orientada al Sur.

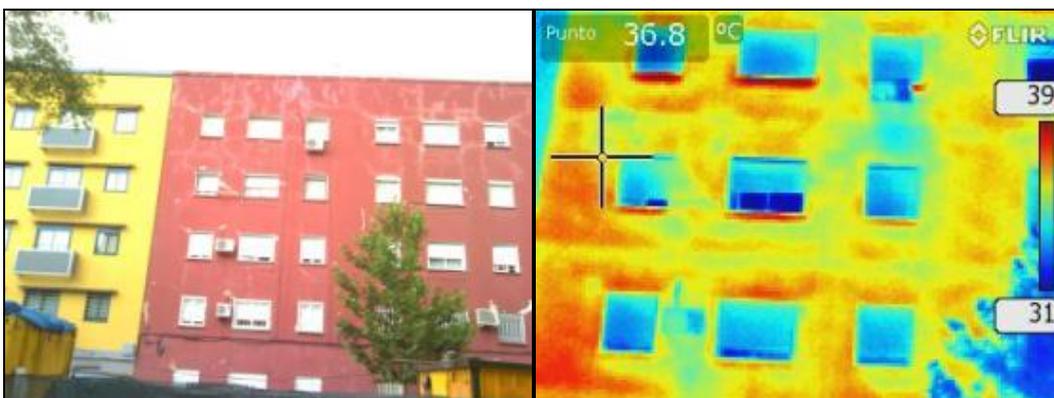


**Ilustración 11. Imagen aérea de la comunidad de vecinos**

El edificio está situado en una barriada residencial rodeado de bloques de edificios de similares características, teniendo únicamente medianera en el muro Oeste, con otro edificio simétrico a éste, ya rehabilitado.

#### **5.4.2 Análisis termográfico de la envolvente.**

A continuación se presenta un análisis termográfico de la envolvente del edificio de la comunidad de vecinos realizado en julio de 2013.





**Ilustración 12. Termografías de la fachada trasera del edificio.**

Las termografías anteriores están realizadas desde el exterior del edificio en periodo de refrigeración, durante el verano, por lo que es más difícil apreciar los puentes térmicos del edificio. Aun así se puede observar la retícula formada por la estructura de hormigón (pilares y forjados), por donde se producen estos puentes térmicos.

También se observa cómo las ventanas están mucho más frías que el resto de la fachada sobre todo en aquellas que son de vidrio simple. Acurre lo mismo en las zonas que están refrigeradas mediante equipos autónomos están también más frías.



**Ilustración 13. Termografía comparación fachada aislada (a la izquierda)/fachada sin aislar (a la derecha).**

Otro aspecto importante que se aprecia es cómo el edificio contiguo está menos caliente que el que estamos estudiando, al estar ya aislado, viéndose claramente los beneficios que este tipo de actuaciones tendrán en un futuro tras la rehabilitación.

# 6. Balance Energético Global

## 6.1 Introducción

El balance energético global recoge la distribución de consumos energéticos en función de diferentes centros de consumo. En la comunidad de vecinos “La del Manojito de Rosas 15” se distingue su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, producción de agua caliente sanitaria, etcétera.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la fórmula de cálculo del consumo. El consumo sigue la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo energético (kWh)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo (h)}$$

El proceso de cálculo de los diferentes usos se ha establecido en base a los datos facilitados por el cliente y la información obtenida a través de las visitas realizadas. Con los datos relativos a los equipos de climatización, iluminación, producción de ACS, etc. y las horas de funcionamiento se establece el consumo. El consumo obtenido se contrasta con los valores de consumo anual estimados a través de las facturas y las mediciones realizadas.

Para los diferentes grupos de consumo se ha considerado:

- Iluminación: es necesario conocer la potencia de cada lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- Climatización: es necesario conocer la potencia de los equipos generadores de calor y frío: calderas, equipos de aire acondicionado, etcétera. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Equipos: es necesario para calcular el consumo de estos equipos conocer la potencia de cada uno de ellos, así como el factor de uso. Por último, se requiere conocer las horas de funcionamiento.
- Producción de ACS: es necesario para calcular este consumo conocer la potencia de los equipos generadores de ACS: calderas y termos eléctricos, así como su factor de uso. Por último, se requiere conocer las horas de funcionamiento.

Esta toma de datos se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 27. Herramientas para el cálculo del balance energético**

Áreas de consumo	Información de potencia	Información de tiempos de utilización
Climatización	Inventario de equipos	Entrevistas con el personal mantenimiento y mediciones de parámetros eléctricos en la acometida general del edificio con el analizador de redes
Producción de ACS	Inventario de equipos	
Iluminación	Inventario de equipos	
Equipos	Inventario de equipos	

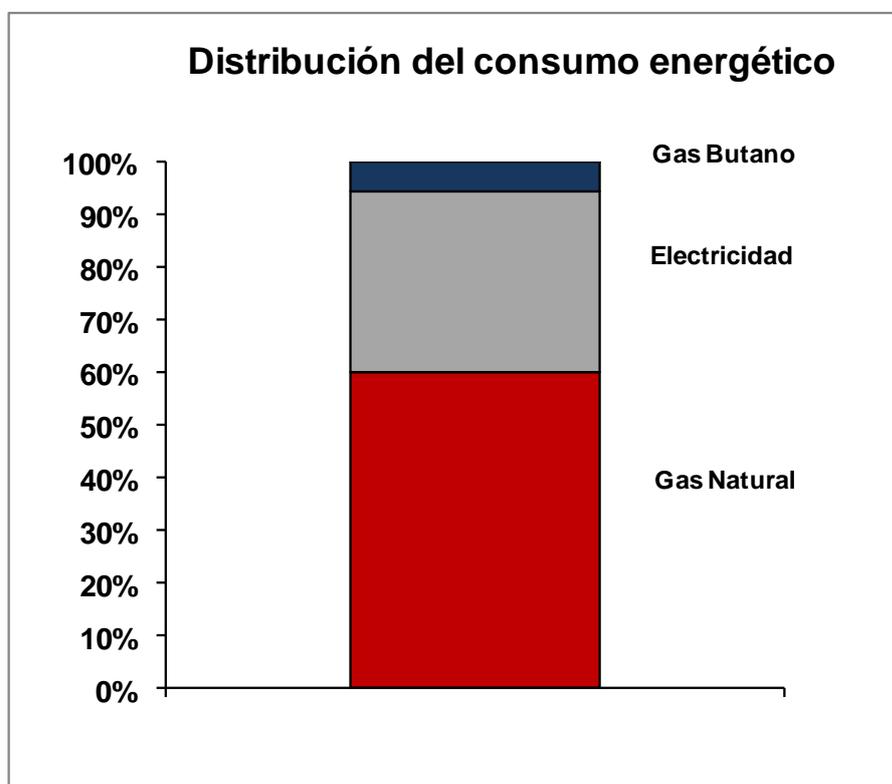
## 6.2 Balance por fuentes de energía

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual según las distintas fuentes de energía existentes en el edificio:

**Tabla 28. Distribución global del consumo por fuentes de energía**

Uso energético anual	Consumo (kWh/año)	Consumo (%)
<b>Electricidad</b>	30.404	34%
<b>Gas natural</b>	53.094	60%
<b>Gas butano</b>	4.923	6%
<b>Total</b>	<b>88.421</b>	<b>100%</b>

Esta distribución por fuentes de energía queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 5. Distribución por fuentes de energía**

Como se puede observar en la gráfica, el consumo mayoritario de la comunidad de vecinos corresponde al consumo de gas natural, con un peso sobre el total del 60%. El consumo energético debido a la electricidad representa el 34% mientras que el consumo de butano corresponde al 6% restante.

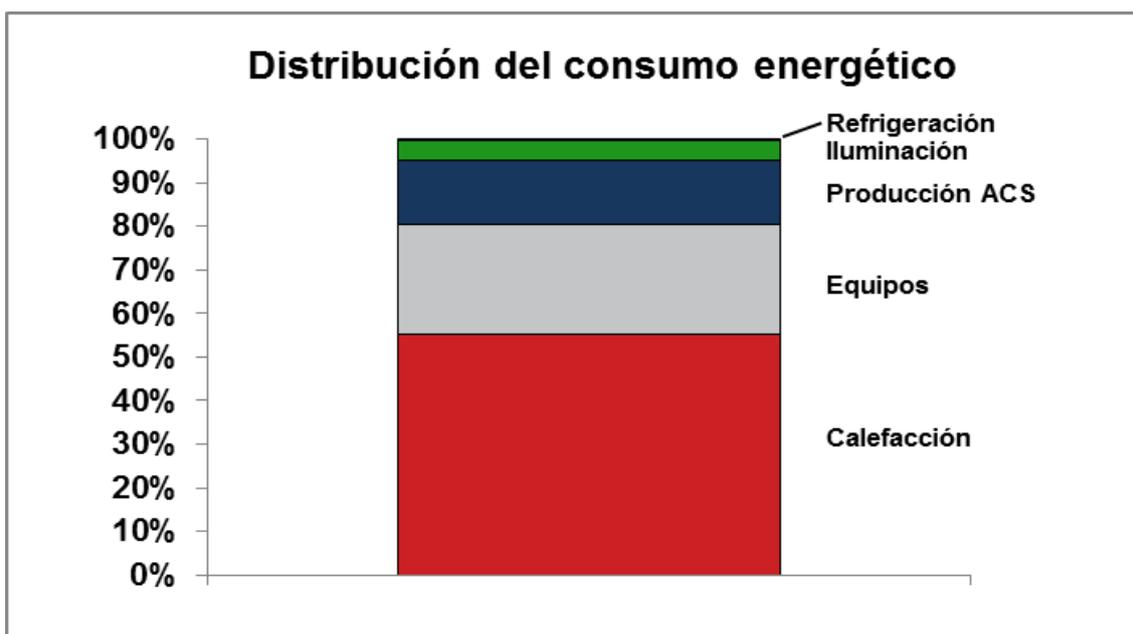
## 6.3 Balance Energético por Usos

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

**Tabla 29. Distribución global del consumo energético.**

Uso energético	Consumo (kWh/año)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg/año)	Consumo (%)
<b>Calefacción</b>	48.699	10.818	55,1%
<b>Refrigeración</b>	386	131	0,4%
<b>Producción de ACS</b>	13.030	3058	14,7%
<b>Iluminación</b>	4.036	1.372	4,6%
<b>Equipos</b>	22.269	6.758	25,2%
<b>Total</b>	<b>88.421</b>	<b>22.238</b>	<b>100,0%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 6. Balance energético por usos**

Como se observa en el gráfico anterior, el principal consumo energético del edificio está representado por las necesidades de calefacción alcanzando un valor del 55% del consumo energético total anual. A continuación, las necesidades de los distintos equipos alcanzando un valor del 25% y la producción de ACS con un porcentaje del 15%. El porcentaje de consumo energético para iluminación con respecto al total asciende al 5% mientras que el 0,4% restante corresponde a la refrigeración.

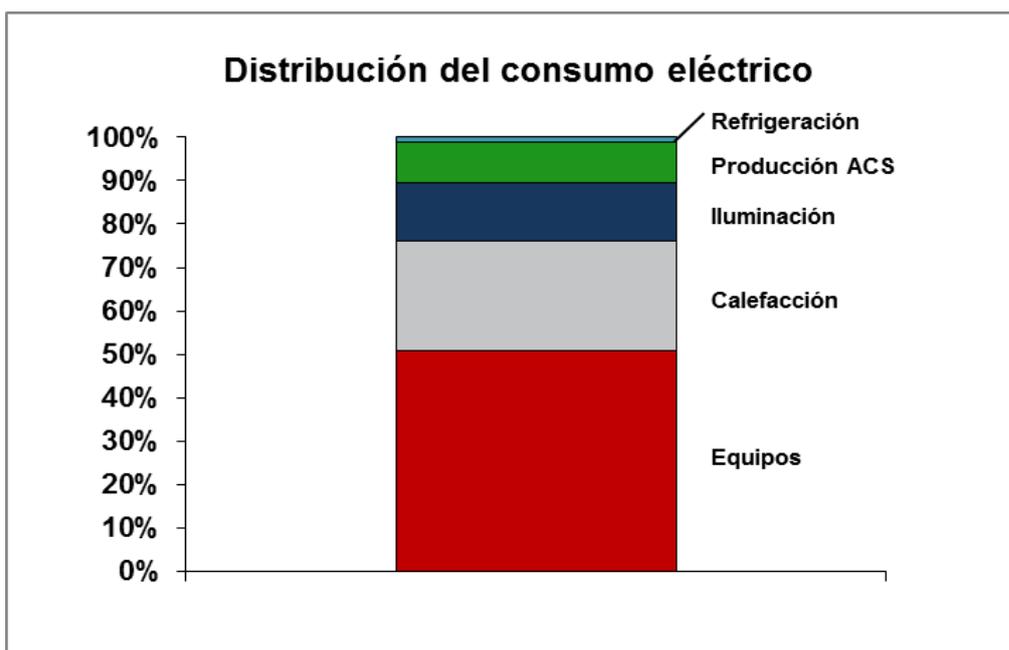
## 6.4 Balance Eléctrico por Usos

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo eléctrico anual.

**Tabla 30. Distribución global del consumo eléctrico**

Uso energético	Consumo (kWh/año)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg/año)	Consumo (%)
Refrigeración	386	131	1,3%
Iluminación	4.036	1.372	13,3%
Calefacción	7.701	2.618	25,3%
Equipos	15.441	5.250	50,8%
Producción de ACS	2.840	966	9,3%
<b>Total</b>	<b>30.404</b>	<b>10.337</b>	<b>100,0%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 7. Balance eléctrico por usos.**

En el gráfico anterior se observa que el uso principal de la electricidad es en los equipos con un porcentaje sobre el consumo eléctrico total del 50,8%. A continuación le sigue el consumo eléctrico en calefacción con un porcentaje del 25,3%, el consumo en iluminación con un 13,3%, la producción de ACS con un 9,3% y la refrigeración con un 1,3%.

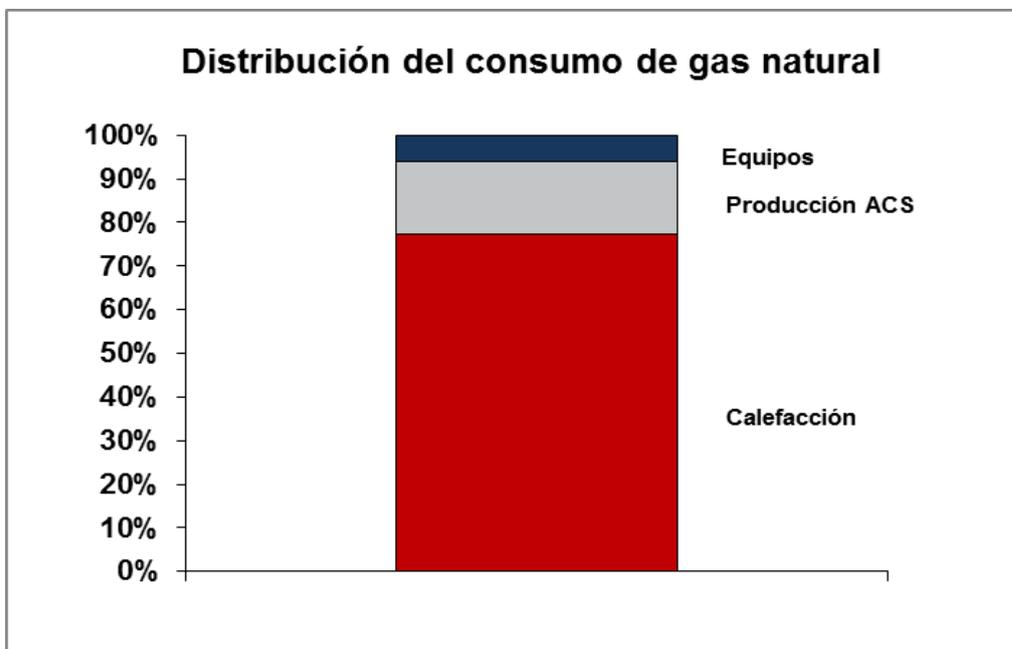
## 6.5 Balance de Gas Natural por Usos

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo de gas natural anual.

**Tabla 31. Distribución global del consumo de gas natural.**

Uso energético	Consumo (kWh/año)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg/año)	Consumo (%)
<b>Calefacción</b>	40.998	8.200	77,2%
<b>Equipos</b>	3.280	656	6,2%
<b>Producción de ACS</b>	8.816	1.763	16,6%
<b>Total</b>	<b>53.094</b>	<b>10.619</b>	<b>100,0%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 8. Balance de gas natural por usos**

Como se observa en el gráfico anterior, la calefacción representa la mayor parte del consumo anual de gas natural con un valor del 77,2%. El siguiente grupo de consumo es la producción de ACS con un 16,6% y el restante corresponde a los equipos de cocina, que consumen un 6,2% del consumo anual de gas natural.

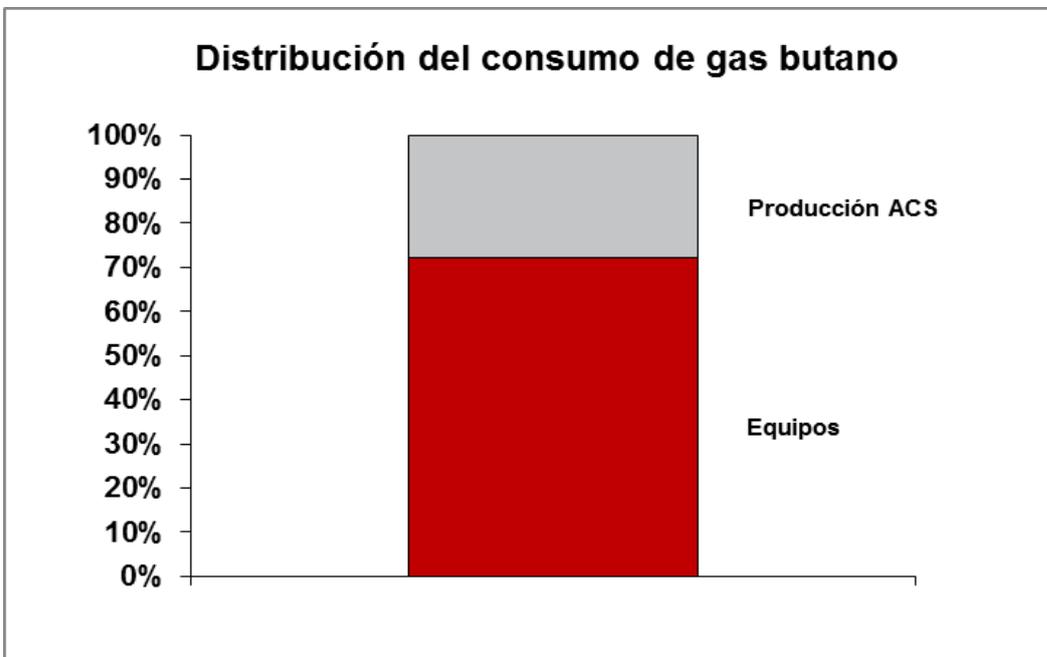
## 6.6 Balance de Gas Butano por Usos

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo de gas butano anual.

**Tabla 32. Distribución global del consumo de gas butano.**

Uso energético	Consumo (kWh/año)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg/año)	Consumo (%)
Equipos	3.548	852	72,1%
Producción de ACS	1.374	330	27,9%
<b>Total</b>	<b>4.923</b>	<b>1.181</b>	<b>100,0%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 9. Balance de gas butano por usos**

Como se observa en el gráfico anterior, los equipos representan la mayor parte del consumo anual de gas butano con un valor del 72%, mientras que el 28% restante corresponde a la producción de ACS.

# 7. Propuestas de Mejora de las Diferentes Instalaciones

## 7.1 Envoltente

La envoltente del edificio es la parte que está en contacto con el entorno e incluye la fachada, la cubierta, los huecos (puertas, ventanas) y el suelo. La eficiencia energética de estos elementos se puede mejorar a través de la mejora del aislamiento que consiste en la instalación de materiales aislantes (p.ej. corcho, celulosa, algodón, coco, lanas naturales, lanas minerales etc.) exteriormente, interiormente o en la cámara de aire de las paredes, la mejora de la eficiencia de los huecos, la instalación de elementos de sombreado (p.ej. toldos, persianas, parasoles fijos o móviles etc.) el color del edificio (claro en los áreas cálidas y más oscuro en los áreas frías) o la vegetación (horizontal o vertical).

### 7.1.1 Colocación de doble ventana para reducir las pérdidas a través de los cerramientos

#### Motivación

La parte más débil de los edificios en cuanto a las pérdidas energéticas son los huecos, ya que son los puntos que menos resistencia térmica oponen a la transferencia de calor. Por este motivo las medidas que están orientadas a aumentar esta resistencia térmica disminuirán la demanda térmica del edificio, ya que disminuirán en gran medida las pérdidas energéticas a través de los cerramientos.

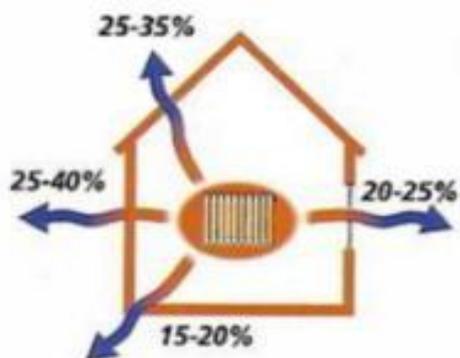


Ilustración 14. Imágenes de las pérdidas energéticas a través de los huecos.

#### Posibles soluciones:

**Sustitución de las carpinterías actuales por otras nuevas:** Consiste en la sustitución completa de las carpinterías que se encuentran colocados por otras con unas características de transmitancias térmicas, estanqueidad y factor solar mejores, por lo general en los casos que esta medida mejor resulta, es en aquellas que tienen marcos metálicos sin rotura de puente térmico, con vidrios simples, que además son poco estancas, por lo que producen gran cantidad de infiltraciones al interior de la vivienda.

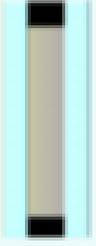
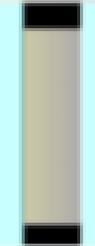
En el caso de las nuevas ventanas, los marcos a utilizar como mínimo deberían ser metálicos con rotura de puente térmico, pero realmente los que tienen una mejor resistencia térmica son los de madera y P.V.C.

Además si tenemos en cuenta la energía embebida y la huella de carbono de estos materiales, la madera también se presenta como la mejor solución al tratarse de un material natural y renovable. En la siguiente tabla se muestra los valores de transmitancia térmica de los distintos materiales, su energía embebida y sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Tabla 33. Transmitancia térmica de los perfiles según UNE-EN ISO 10077-1, (Datos ambientales Fuente: banco BEDEC ITEC.)**

Perfil	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)	Energía embebida (kWh/m <sup>2</sup> )	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )
Metálico	5,7	939,72	497,56
Metálico R.P.T.	3,2	1361,28	720,77
Madera dura (Roble)	2,2	12,5	2,32
Madera Blanda (Pino)	2,0	10,73	1,99
P.V.C. (2 cámaras)	2,2	477,62	233,51
P.V.C (3 cámaras)	1,8	477,62	233,51

En el caso de los vidrios de estas ventanas la cámara de aire que tengan será la que determine un mejor coeficiente de transmitancia térmica o no.

SGG CLIMALIT				
Composición <sup>4</sup>	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
				
U (W/m <sup>2</sup> K)	3,3	3,1	3,0	2,9

**Ilustración 15. Valores de U en función del espesor de la cámara de aire** Fuente: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-rehabilitacion-energetica-de-edificios-de-viviendas-fenercom.pdf>

Para mejorar la estanqueidad las ventanas, con una apertura abatible u oscilobatiente siempre ofrecen una mayor estanqueidad que las ventanas correderas, siendo importante también las juntas elastoméricas de goma.

- **Ventajas:** Es la medida que produce por lo general mejores ahorros, ya que la podemos adaptar a las necesidades de cada vivienda.
- **Desventajas:** Es la opción más cara de todas, en la mayoría de los casos la inversión a realizar no compensa el ahorro económico conseguido.

**Sustitución de los vidrios actuales simples por vidrios dobles:** En el caso de la sustitución de vidrios simples por vidrios dobles, consiste en una sustitución de un vidrio por otro sin alterar la carpintería que lo sustenta, este tipo de actuaciones está muy limitada, al hueco que los junquillos de la ventana permiten aumentar de espesor, además los vidrios dobles que se pueden colocar, por lo general no pueden ser con una gran cámara de aire, limitándose a vidrios dobles con cámaras de aire bastantes pequeñas

- **Ventajas:** No se altera la apariencia de las carpinterías, solución bastante buena en rehabilitaciones donde hay que mantener la estética del edificio, es bastante rápida de ejecutar siendo una de las soluciones más económicas.
- **Desventajas:** Los espesores que se pueden colocar son muy limitados, en muchas ocasiones, no es posible la colocación por no existir espesor suficiente en los junquillos.

**Colocación de doble ventana:** Es la opción que nos ofrece una mejor relación coste-eficacia ya que mejora la resistencia térmica de estos huecos colocando ventanas dobles, que además de esto, proporcionan otros beneficios como la mejora del aislamiento acústico.

Consiste en la colocación de otra ventana, por el exterior en la línea de fachada, sin necesidad de quitar las ventanas actuales, con esto se consigue tener dos cerramientos, con una cámara de aire interior. Además esta ventana no tiene por qué tener unas características excesivamente buenas, por lo que suelen ser más baratas.

La transmitancia térmica que se consigue con esta solución puede llegar a ser mejor que la de una ventana nueva mucho más cara ya que combina las dos carpintería, más la cámara de aire que se encuentra entre ella.

**Tabla 34. Transmitancia que se consiguen en un hueco con doble ventana.**

Carpintería	Marco U (W/m <sup>2</sup> K)	Vidrio U (W/m <sup>2</sup> K)	Carpintería U (W/m <sup>2</sup> K)
Interior	5,7	5,7	5,7
Exterior	3,2	3,3	3,3
Conjunto del Hueco	2,8	2,0	2,2



- **Ventajas:** Es más económico que la colocación de nuevas ventanas, ya que se ahorra bastante mano de obra de sustitución y colocación, siendo además el precio de estas ventanas menor. Se consigue hacer desaparecer completamente el puente térmico de los marcos y también en muchos casos el puente térmico de los cajones de persiana. Por último, indirectamente se puede aprovechar las ganancias térmicas que se generan entre las dos carpinterías, ya que se produce un pequeño “efecto invernadero”.
- **Desventajas:** Su ejecución debe hacerse correctamente, para evitar infiltraciones. Son difíciles de limpiar por el exterior cuando se ensucian los cristales lo cual ocurre frecuentemente ya que se encuentran colocadas al exterior.

### **Opción elegida**

Las carpinterías de este edificio son bastante deficientes, sobre todo en aquellas viviendas en las que se ha mantenido la carpintería original realizada en aluminio sin rotura de puente térmico y vidrio simple, con apertura corredera en la que se generan además gran cantidad de infiltraciones.

Por ello se propone la colocación de doble ventana de aluminio con vidrio doble, de manera que las pérdidas de energía a través de estos huecos disminuyan. Se ha elegido esta medida al ser la que produce un mayor ahorro energético a un menor coste, los marcos podrían también colocarse en madera en lugar de aluminio, un material mucho más sostenible para el medio ambiente, pero su precio es mayor (precio orientativo madera: 364,42€/m<sup>2</sup>; aluminio: 207,46€/m<sup>2</sup>), y necesita un mayor mantenimiento periódico, el cual para el aluminio es prácticamente nulo. Por tanto la comunidad de vecinos ha decidido que se instalen ventanas y contraventanas de aluminio (Umarco=3,4 W/m<sup>2</sup>K, Uvidrio=2,5 W/m<sup>2</sup>K).

### **Evaluación de la medida de ahorro**

A continuación se muestran los resultados obtenidos con la colocación de contraventanas:

**Tabla 35. Colocación de contraventanas de aluminio y vidrio doble.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> )
<b>Colocación de ventanas dobles de aluminio y vidrio doble</b>	6.954	7,9%	496	26.950	54,3	1.527

Realmente la medida es bastante efectiva en cuanto al ahorro energético, ya que reduce en gran medida la demanda tanto para calefacción como para refrigeración en torno a un 15%, pero al tratarse de un edificio en el que por motivos del uso de las instalaciones por parte de los usuarios, los consumos de climatización son bajos debido principalmente a que en muchos de los casos las viviendas no satisfacen las demandas de calefacción o refrigeración, la medida tiene un periodo de retorno bastante alto.

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 7,9% respecto al consumo total del edificio.

El periodo de retorno de la inversión es de algo más de 54 años. Una medida con un periodo de retorno tan alto, si se tratara en equipos de climatización o iluminación no se recomendaría su implementación ya que la vida útil de estos equipos no superaría los 10 o 15 años, pero al tratarse de una medida cuya vida útil será la que le quede al edificio, **si se recomienda su implantación** ya que el edificio tras su rehabilitación podría tener perfectamente una vida útil de otros 50 años, en los que sin problemas amortizaría esta inversión, y produciría ahorros en el edificio a la larga.

### 7.1.2 Mejora del aislamiento de fachada mediante sistema SATE

#### **Motivación**

Las fachadas suponen la mayor parte de la superficie de la envolvente del edificio, por lo que si estas no tienen una resistencia térmica buena, la mayor parte de las pérdidas de energía se producirán a través de esta parte del edificio, sobre todo en aquellos que se encuentran sin medianeras a su alrededor.

Por ello en los edificios existentes se hace importante aislarlas en la medida de lo posible, colocándoles aislamiento o aumentando el existente en el caso de que sea deficiente, para conseguirlo existen diferentes técnicas, unas más efectivas que otras, pero cuya aplicación dependerá del tipo de edificio ya que no todas pueden aplicarse en todos los casos.

#### **Posibles soluciones**

**Sistema de Aislamiento por el exterior (SATE-ETICS):** consiste en la colocación de aislamiento de forma directa sobre la fachada original, fijado a esta y sustentado por una estructura auxiliar de perfiles metálicos, el aislamiento utilizado en estas fachadas suele ser EPS ya que se necesitan aislantes rígidos o semirrígidos, aunque también están apareciendo sistemas últimamente que utilizan Lanax Minerales. A este aislamiento se le aplica un acabado exterior mediante un mortero impermeable.,

- **Ventajas:** La ventaja de este sistema es que se pueden aplicar mayores espesores de aislamiento, además de conseguir hacer desaparecer completamente los puentes térmicos.
- **Desventajas:** No se puede aplicar en actuaciones parciales de edificios, su precio es elevado y no puede utilizarse cualquier tipo de aislamiento para su ejecución.

**Fachada Ventilada:** Es un sistema similar al SATE pero en lugar de dar como acabado un revestimiento de mortero como acabado superficial, se suele colocar un aplacado sustentado por una subestructura, de manera que entre el aplacado y el aislamiento se genera una cámara de aire ventilada por donde el aire circula mejorando todavía más las propiedades aislantes de la fachada.

- **Ventajas:** Es el sistema de aislamiento de fachada más efectivo, evitando también completamente los puentes térmicos, pueden utilizarse mayor variedad de espesores y aislamientos los cuales no tienen por qué ser necesariamente rígidos.
- **Desventajas:** Es el sistema más caro de implantar, sobre todo su precio variará mucho en función del tipo de aplacado exterior que se coloque, no puede aplicarse en actuaciones parciales de edificios.

**Trasdosado interior:** El trasdosado interior consiste en la colocación de aislamiento, por la cara interior del muro (la que estaría en contacto con la vivienda), bien de forma directa, clavado o adherido, o bien mediante una estructura auxiliar con perfiles metálicos. Para rematar este sistema se colocaría un trasdosado preferiblemente de cartón-yeso para dar un acabado interior adecuado.

- **Ventajas:** Se puede colocar cualquier tipo de aislamiento, pudiendo utilizar aislamientos naturales (Lana de Oveja, corcho, cáñamo, celulosa, etc), ya que al estar colocados en el interior no se ven afectados por factores meteorológicos que degraden sus propiedades con el tiempo. También se trata de uno de los sistemas más económicos de aplicar, pudiendo aplicarse en actuaciones parciales de edificios.
- **Desventajas:** Los espesores que se pueden aplicar son limitados ya que cuanto más espesor pongamos, mayor cantidad de metros cuadrados útiles perderemos en el interior del edificio. Otra desventaja es que este sistema es menos efectivo que los dos anteriores ya que no consiguen evitar los puentes térmicos, esto unido a que al no poder colocar grandes espesores de aislamiento, provoca que la reducción de pérdidas energéticas sea mucho menor.

**Inyección de aislamiento en cámaras de aire:** Este tipo de actuaciones se realiza cuando no se puede colocar aislamiento por el exterior, por diferentes motivos y además no se quiere perder metros cuadrados útiles en el interior, pero para poder aplicarse debe de existir en el muro una cámara de aire, con un espesor suficiente para que merezca la pena inyectar aislamiento en su interior, el aislante que se utiliza normalmente, es el poliuretano proyectado PUR, que se aplica de forma de espuma, y expandiéndose posteriormente ocupando todas las cavidades y rigidizándose.

- **Ventajas:** En muchos casos es la única solución posible de ejecutar, es una de las medidas más económicas de ejecutar.
- **Desventajas:** La mejora del aislamiento es muy limitada, limitada sobre todo al espesor que tenga la cámara de aire existente, no se garantiza que se rellene perfectamente toda la cámara, la mejora de las pérdidas energéticas con este sistema es la más baja de todos ellos, por lo que debe de aplicarse, cuando queden descartados los demás.

### **Opción elegida**

Valorados todos los pros y contras de estos sistemas y a las características del edificio objeto del estudio tanto desde el punto de vista constructivo como de los usuarios del mismo, se ha optado por colocar el sistema SATE como el más óptimo, ya que es el que nos ofrece un mayor ahorro energético con un menor coste, sin perder metros cuadrados útiles en el interior, hecho importante ya que se trata de viviendas de una superficie reducida, fomentado esto con que el aislamiento que se colocara, una lana de roca, será donada para la ejecución del proyecto, por parte de la Asociación de Fabricantes Españoles de Lanasy Minerales Aislantes (AFELMA), por lo que el precio de la actuación, también se verá reducido en gran medida.

A continuación se describe más detalladamente el sistema elegido para el aislamiento de la fachada:

Se entiende como sistema SATE un Sistema compuesto de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE-ETICS) que se suministra como conjunto (kit) y se utiliza para el aislamiento térmico de edificios. Estos sistemas deben tener como mínimo un valor de resistencia térmica igual o superior a  $1 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ , tal y como se indica en las normas UNE-EN 13499 y 13500. Se utilizan tanto en nueva construcción como en rehabilitación de edificios.

Este sistema aporta una envolvente térmica que elimina todos los puentes térmicos y permite cumplir con las exigencias del Código Técnico de la Edificación en términos de ahorro energético, produciendo además un ahorro económico, ya que se reduce el consumo en climatización entre un 40% y un 60%.

Además evita el riesgo de condensaciones, ya que el sistema es impermeable al agua en estado líquido, pero permite el paso del vapor de agua, facilitando la salida de la humedad acumulada en el interior.

Previene fisuras debido a su resistencia a la tracción y previene las fisuras debidas a movimientos diferenciales.



**Ilustración 16. Sección de la composición del sistema SATE.**

Se propone la mejora del aislamiento mediante la colocación de aislamiento de lana de roca de 8 cm de espesor y un coeficiente de conductividad de al menos  $\lambda \leq 0,037$  W/mK.

#### ***Evaluación de la medida de ahorro***

A continuación se muestran los resultados obtenidos con la colocación del aislamiento en la fachada:

**Tabla 36. Colocación de sistema SATE de 8 cm de aislamiento de lana de roca.**

Medida	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	PR S (años)	Ahorro en emisiones (kgC O <sub>2</sub> /año)
Mejora del aislamiento de fachada	21.624	24,5%	1.543	33.239	21,5	4.749

Realmente la medida es bastante efectiva en cuanto al ahorro energético, ya que reduce en gran medida la demanda tanto para calefacción como para refrigeración en torno a un 45%, pero al tratarse de un edificio en el que por motivos del uso de las instalaciones por parte de los usuarios, los consumos de climatización son bajos a causa de que en muchos de los casos las viviendas no satisfacen las demandas de calefacción o refrigeración, la medida tiene un periodo de retorno bastante alto.

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 24,5% respecto al consumo total del edificio. El periodo de retorno de la inversión es de algo más de 21 años. Una medida con un periodo de retorno tan alto, si se tratara en equipos de climatización o iluminación no se recomendaría su implementación ya que la vida útil de estos equipos no superaría los 10 o 15 años, pero al tratarse de una medida cuya vida útil será la que le quede al edificio, si se recomienda su implantación ya que el edificio tras su rehabilitación podría tener perfectamente una vida útil de otros 50 años, en los que sin problemas amortizaría esta inversión, y produciría ahorros en el edificio a la larga.

### 7.1.3 Mejora del aislamiento de cubierta

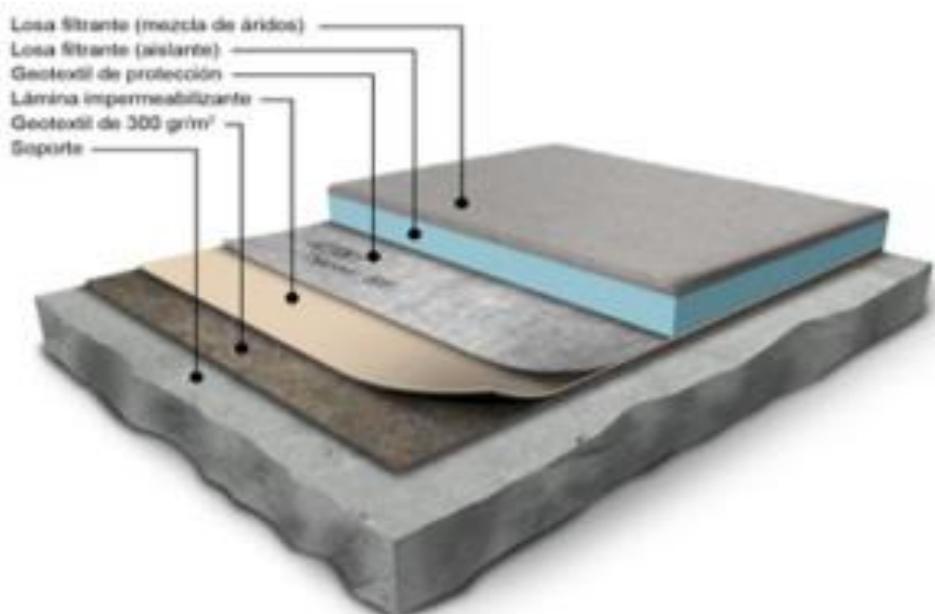
#### **Motivación**

En el caso de las cubiertas también nos encontramos con una parte del edificio por donde se producen gran cantidad de pérdidas energéticas, por lo que se hace necesario reducir, en la medida de lo posible, estas pérdidas para aumentar la eficiencia energética del edificio.

Además se ve perjudicado por otro factor, más influyente si cabe, en el caso de los edificios que no tienen una cámara de aire entre la cubierta y la primera de las estancias habitables, y es que al ser una zona del edificio que recibe radiación solar todo el día, se producen gran cantidad de ganancias térmicas sobre todo en verano, que hacen que aumenten las necesidades de refrigeración.

#### **Posibles soluciones**

**Colocación de aislamiento por el exterior:** Consiste en la colocación de aislamiento sobre la cubierta existente, mediante losa filtrante, que ya lleva incorporado el aislamiento en su composición, de manera que además de aislar la cubierta proporciona un acabado a la misma.



**Ilustración 17. Sección de la composición de cubierta aislada.**

- **Ventajas:** Fácil ejecución, buen acabado exterior, no se pierde altura libre de la última planta.
- **Desventajas:** Es el sistema más caro de ejecutar.

**Colocación de falso techo con aislamiento por el interior:** Ésta solución es similar a la del trasdosado de los muros de fachada, pero en lugar de en el paramento vertical, sería en horizontal, pudiéndose colocar los mismos aislamientos y metodologías de ejecución.



**Ilustración 18. Falso techo con aislamiento.**

**Ventajas:** Es uno de los sistemas más económicos, se puede colocar cualquier tipo de aislamiento.

**Desventajas:** En el caso de techos bajos, puede no ser viable su ejecución ya que disminuye la altura libre. Además no se consigue cubrir los puentes térmicos.

En este edificio se propone la mejora del aislamiento en cubierta mediante losa filtrante por el exterior de 8 cm de EPS (poliestireno expandido), la razón de la elección de este sistema es que actualmente se está rehabilitando mejorando la impermeabilización por lo que aprovechando que se están ejecutando trabajos en ella la colocación de este sistema ahorrará costes de mano de obra y la inversión solamente supondrá el coste del aislamiento colocado. Consiguiéndose también mayores ahorro al conseguir eliminar muchos de los puentes térmicos, los cuales otros sistemas no pueden eliminar.

#### **Evaluación de la medida de ahorro**

En este caso el ahorro energético es tan reducido además de por los motivos indicados en las medidas anteriores de la envolvente, porque en la cubierta, las pérdidas a través de ella afectan directamente únicamente a una de las viviendas que es el (4º Izquierda).

Al ser el único piso que se encuentra climatizado, formando parte de su envolvente la cubierta, el otro piso que tendría las mismas características (4º Derecha) al encontrarse fuera de uso, no hay pérdidas por su parte, si estuviera utilizándose el ahorro que se conseguiría con esta medida sería aproximadamente de algo menos del doble, teniendo un periodo de retorno similar al que tenían las otras medidas de la envolvente.

A continuación se muestran los resultados obtenidos con la colocación del aislamiento en la cubierta:

**Tabla 37. Colocación de aislamiento en cubierta de 8 cm de aislamiento de EPS**

Medida	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)
Mejora del aislamiento de cubierta	1.445	1,6%	103	4.908	47,7	317

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 1,6% respecto al consumo total del edificio. El periodo de retorno de la inversión con las circunstancias actuales es de algo más de 47 años por lo que desde el punto de vista de la amortización de la inversión, **se recomienda la implementación de esta medida** de ahorro ya que cuando el edificio esté completamente ocupado, los ahorros serán mayores, consiguiéndose un PRS similar al de las medidas anteriores.

## 7.2 Climatización

### 7.2.1 Cambio de calefacción eléctrica por calderas individuales de Gas Natural

Existen tres viviendas que tienen un sistema de climatización mediante radiadores y acumuladores eléctricos (bajo izqda., bajo dcha. y 1º izqda.). Debido al elevado precio de la electricidad y la baja eficiencia de este tipo de sistemas, se recomienda que sustituyan este sistema de climatización por la instalación de calderas individuales de gas natural, más económico.

La recomendación de mejora para la calefacción en el edificio desde el punto de vista energético y medioambiental, es la utilización de fuentes renovables de forma centralizada, o bien el uso de energías renovables de forma individual, como la energía solar térmica, con gas natural como energía auxiliar, o bien caldera de biomasa centralizada, o suelo radiante mediante geotermia. En el presente informe se detallan, más adelante, las diferentes medidas de mejora con análisis económico y energético.

Al encontrarse el edificio en una comunidad de vecinos en situación de pobreza energética, cuya renta no es muy alta, y por no encontrarse familiarizados con el pago de gastos de comunidad, se ha escogido la opción de sustitución de la calefacción actual por calderas de condensación de gas natural individuales. El criterio de la selección de dicha medida es exclusivamente económico y dadas las particulares circunstancias de la comunidad de vecinos, dejando la posibilidad de incorporar este tipo de medidas más adelante, cuando sus circunstancias económicas cambien o para una segunda fase de rehabilitación energética del edificio.

Como la acometida de gas natural está disponible en el propio edificio y debido al menor coste de este tipo de calderas individuales se propone la instalación de calderas murales mixtas de ACS y calefacción que funcionen con combustible gas natural, además de realizar una instalación interior de radiadores de agua caliente en cada una de las estancias. De esta manera se reducirían los costes y los ocupantes ganarían en confort.

#### ***Evaluación de la medida de ahorro***

A continuación se recoge una tabla con las viviendas en las que se propone colocar una caldera individual y radiadores, indicando el número de ellos por estancia.

**Tabla 38. Propuesta de colocación de calderas individuales y radiadores de agua.**

Vivienda	Estancia	Unidades de radiadores
Bajo Izquierda	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón-comedor	1
Bajo Derecha	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón-comedor	1
1º Izquierda	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón-comedor	1

A continuación se muestran los resultados obtenidos con la sustitución de los radiadores y acumuladores eléctricos por caldera de gas natural:

**Tabla 39. Sustitución de radiadores y acumuladores eléctricos por caldera individual de gas natural.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año) <sup>6</sup>
Instalación de caldera individual a gas natural	569	0,6%	946	9.198	9,7	1.414

<sup>6</sup> El ahorro de emisiones no se produce únicamente por el incremento del rendimiento de los equipos, sino además porque el factor de emisión del gas natural es menor que el del gasóleo, por lo que el beneficio medioambiental se produce mediante dos vías, la de reducción de consumo y el cambio de fuente energética.

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 0,6% respecto al consumo total del edificio, ya que la energía que se consume es muy similar, lo que sí se produce es un gasto económico menor, al ser el precio del kWh de gas natural mucho más barato que el de electricidad y una disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El periodo de retorno de la inversión es de algo menos de 10 años por lo que se recomienda la implementación de esta medida de ahorro.

### **7.2.1 Cambio de calefacción individual, por caldera de condensación común a gas natural con radiadores de baja temperatura.**

Actualmente existe un tipo de caldera que alcanza un rendimiento mayor del 100%, ésta es la caldera de condensación. Se trata de calderas de alto rendimiento (hasta 109%<sup>7</sup>), basado en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de la combustión. Esta tecnología aprovecha el vapor de agua que se produce en los gases de combustión y lo devuelve en estado líquido. Con una caldera clásica de tipo atmosférico, una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos, lo que implica una temperatura muy elevada de los productos de combustión del orden de 150°C. La utilización de una caldera de condensación permite recuperar una parte muy grande de ese calor latente y esta recuperación de la energía reduce considerablemente la temperatura de los gases de combustión para devolverlos a temperaturas del orden de 65°C, limitando así las emisiones de gases contaminantes.

El inconveniente de estas calderas es que se necesita una temperatura de retorno de menos de 60°C para que se produzca la condensación.



**Ilustración 19. Caldera de condensación.**

<sup>7</sup> Ref: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-Basica-Calderas-Condensacion-2009-fenercom.pdf> (12/08/2013)

El ahorro energético conseguido al aplicar esta medida estará dado por dos factores:

- **Mayor rendimiento de los equipos:** los equipos actuales tienen un rendimiento de entre el 85 y el 97% aproximadamente perdiéndose una gran cantidad de energía en los humos de la combustión. Los equipos propuestos poseen un rendimiento de hasta 109%.
- **Modulación de la potencia:** estos equipos permiten modular la potencia térmica desde un 30% a un 100%, con lo que se consigue ajustar la potencia a la demanda de calefacción del edificio en cada momento.

Esta medida consistiría en la instalación de una caldera de condensación de gas natural en la cubierta del edificio, realizando una instalación auxiliar que la albergara, de manera que diera servicio a todas las viviendas. Esta caldera, trabajando a una temperatura apropiada, puede obtener rendimientos en torno al 108%. Para ello habría que colocar una instalación interior en cada una de las viviendas con radiadores de baja temperatura de manera que pudiera aprovechar todo el potencial que esta caldera tiene, ya que si trabaja a alta temperatura como en las instalaciones de calefacción con radiadores convencionales, no llegaría a tener rendimientos superiores al 96%.

En esta medida se han valorado las siguientes actuaciones:

- Caldera de condensación común colocada en cubierta.
- Instalación de distribución hasta las viviendas.
- Instalación interior con radiadores de baja temperatura en las viviendas.

### **Evaluación de la medida de ahorro**

A continuación se muestran los resultados obtenidos con la instalación de una caldera de condensación común:

**Tabla 40. Sustitución de los sistemas de climatización individuales por una caldera común de condensación.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> )
<b>Instalación de caldera de condensación común</b>	6.001	6,8%	1.792	32.542	18,16	3.540

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 6,8% respecto al consumo total del edificio, que no es muy grande ya que la reducción mayor se produce sobre todo al sustituir los sistemas de calefacción eléctrica (que en este caso son pocos). El periodo de retorno de la inversión es de algo más de 18 años por lo que no se recomienda la implementación de esta medida de ahorro.

### **7.2.2 Colocación de válvulas termostáticas en los radiadores de agua caliente**

Las válvulas termostáticas regulan la emisión de cada uno de los radiadores, cerrando el paso de los que están en estancias con mayor carga térmica y abriendo el paso en los de menor carga térmica.

Una ventaja añadida es la posibilidad de definir distintas temperaturas de confort para cada estancia, juntando de esta manera el confort y el ahorro energético.

Las válvulas termostáticas propuestas poseen una sonda remota, que se sitúa alejada del radiador para evitar la toma falseada de temperaturas. El sistema permite pasar fácilmente, a partir de un mismo cuerpo, de una válvula manual a una termostática sin tener que desmontar el cuerpo ni vaciar la instalación.



**Ilustración 20. Válvula termostática con sensor remoto**

En la siguiente tabla se desglosan los radiadores en los que se colocarían las válvulas termostáticas:

**Tabla 41. Propuesta de colocación de válvulas termostáticas.**

Vivienda	Estancia	Unidades de radiadores
<b>1º Derecha</b>	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
<b>2º Derecha</b>	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
<b>3º Izquierda</b>	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1

Vivienda	Estancia	Unidades de radiadores
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
<b>3º Derecha</b>	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Salón comedor	1
<b>4º Izquierda</b>	Cocina	1
	Baño	1
	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras la instalación de válvulas termostáticas en los radiadores:

**Tabla 42. Colocación de válvulas termostáticas en los radiadores de agua caliente.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> )
Válvulas termostáticas en radiadores	8.022	9,1%	455	990	2,2	1.588

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 9,1% respecto al consumo total del edificio, lo que se traduce en un ahorro anual de 455 euros al año. El periodo de retorno de la inversión es de algo más de 2 años por lo que se recomienda la implementación de esta medida de ahorro.

## 7.3 Iluminación

### 7.3.1 Sustitución de lámparas ineficientes

En la instalación de iluminación de las viviendas y zonas comunes se encuentran instaladas diversas lámparas ineficientes. Se propone el cambio de las tecnologías ineficientes por otras más eficientes.

A continuación se presentan las sustituciones propuestas:

**Tabla 43. Propuestas de mejora en iluminación por vivienda.**

Vivienda	Lámpara Actual	Lámpara propuesta	Unidades iluminarias
<b>Bajo Izquierda</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	7
	HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 9,5 W	1

Vivienda	Lámpara Actual	Lámpara propuesta	Unidades iluminarias
<b>Bajo Derecha</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	2
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	2
	HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 9,5 W	10
<b>1º Izquierda</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	7
	HALOGENO DICROICO DE 50 W	LED 6 W	3
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
<b>1º Derecha</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	3
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	9
	HALOGENO DICROICO DE 35 W	LED 6 W	3
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
<b>2º Izquierda</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	11
<b>2º Derecha</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	5
<b>3º Izquierda</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	3
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	7
	INCANDESCENTES DE 100 W	BAJO CONSUMO DE 23W	3
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
<b>3º Derecha</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	4
	FLUORESCENTE T8 DE 18 W	FLUORESCENTES T5 DE 14W	2
<b>4º Izquierda</b>	INCANDESCENTES DE 40 W	BAJO CONSUMO DE 8W	1
	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	5
<b>Escalera</b>	INCANDESCENTES DE 60 W	BAJO CONSUMO DE 12W	6

**Tabla 44. Resumen de propuestas de mejora en iluminación.**

Lámpara actual	Lámpara propuesta	Unidades iluminarias
<b>INCANDESCENTES DE 40 W</b>	BAJO CONSUMO DE 8W	14
<b>INCANDESCENTES DE 60 W</b>	BAJO CONSUMO DE 12W	56
<b>INCANDESCENTES DE 100 W</b>	BAJO CONSUMO DE 23W	1
<b>HALOGENO DICROICO DE 35 W</b>	LED 6 W	3
<b>HALOGENO DICROICO DE 50 W</b>	LED 9,5 W	20
<b>FLUORESCENTE T8 DE 18 W</b>	FLUORESCENTES T5 DE 14W	8

Las lámparas fluorescentes compactas, también llamadas lámparas de bajo consumo, propuestas para sustituir a las lámparas incandescentes suponen una disminución considerable del gasto energético (eléctrico). Entre las ventajas de estas lámparas se encuentran las siguientes:

- Consumen en torno a un 75% del consumo medio de una lámpara incandescente estándar.
- Presentan los mismos casquillos que las lámparas incandescentes (tipo E27), por lo que no existe ningún coste de adaptación.
- La vida media de este tipo de lámparas es de unas 10.000 horas, lo que equivale a 10 veces la vida de las incandescentes. Una reposición de lámpara de bajo consumo equivale a 10 reposiciones de lámparas incandescentes estándar.
- Cabe destacar que, además de la mayor eficiencia de las lámparas de bajo consumo, se propone el cambio de incandescentes a bajo consumo dado que las lámparas incandescentes se han dejado de fabricar y comercializar en la UE (8).

En el caso de las lámparas LED (9) propuestas para sustituir a la iluminación halógena, presentan las siguientes ventajas:

- El LED se alimenta a baja tensión, consumiendo así poca energía y por lo tanto emitiendo poco calor. Esto es debido a que el LED es un dispositivo que opera a baja temperatura en relación con la luminosidad que proporciona. Los demás sistemas de iluminación en igualdad de condiciones de luminosidad que el LED emiten mucho más calor.
- Larga vida útil (50.000 h).
- Baja depreciación luminosa, del 30% a 50.000 h.
- Índice de reproducción cromática superior a 80.
- Luz blanca a temperaturas de calor entre 3.000 K y 6.000 K.
- No emiten radiación ultravioleta ni infrarroja.
- Encendido instantáneo.
- Excelente direccionalidad de la luz, lo que permite un mayor factor de utilización y mínima contaminación lumínica.
- No contienen componentes contaminantes (mercurio, plomo, etc.).
- Gran capacidad de producción de energía lumínica, por cada watio consumido 90-113 lm/W.

Sin embargo estas lámparas presentan los siguientes inconvenientes:

- Precio muy alto, es previsible una disminución importante durante los próximos años.
- La vida útil presenta alta variabilidad en función de la intensidad de corriente y la temperatura.

Se propone sustituir las actuales lámparas fluorescentes estándar de 18 W por tubos con lámparas más eficientes de 12 W, respectivamente.

---

<sup>8</sup> Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

<sup>9</sup> Ref: <http://www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/Instalaciones-de-iluminacion-eficientes-STUDYPLAN-fenercom-2012> (12/08/2013)

Estos tubos son una luminaria completa compuesta por un tubo fluorescente T5, un balasto electrónico no regulable, un reflector y una carcasa de protección de cristal, y en formato T12, todo integrado en un equipo compacto.

La sustitución de las lámparas actuales con balasto electromagnético por estos tubos más eficientes, no implica cambiar la luminaria actual, por lo que el único coste asociado es el de la compra de la nueva lámpara (más la mano de obra).

Las principales ventajas de estas lámparas son:

- El rendimiento energético es superior respecto a un tubo fluorescente estándar.
- Resiste las sobrecargas eléctricas sin dañarse.
- Su larga duración, 20.000 horas, reduce los costes de mantenimiento.
- No se calienta, permite reducir los costes de climatización.
- Su intensidad es regulable.
- Posee equipos auxiliares electrónicos no regulables integrados en la propia lámpara.
- Conexiones compatibles con los fluorescentes de tipo estándar, sólo siendo necesario desconectar los sistemas de arranque y equipos auxiliares existentes de la luminaria.

Para la realización de la medida de ahorro sólo se ha tenido en cuenta la sustitución de aquellas lámparas en las cuales el periodo de retorno de la inversión resultara menor de 10 años. No obstante, todas las medidas estudiadas resultan en un periodo de retorno inferior.

### **Evaluación de la medida**

A continuación se presentan los ahorros generados por esta medida:

**Tabla 45. Evaluación energética y económica de la medida de ahorro.**

Medida	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	PR S (años)	Ahorro en emisiones (kg CO <sub>2</sub> /año)
Sustitución de lámparas ineficientes	2.649	3,0%	396	731	1,9	900

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 3,0% respecto al consumo total del edificio. El periodo de retorno de la inversión es de algo menos de 2 años por lo que se recomienda la implementación de esta medida de ahorro.

Las zonas comunes están controladas por temporizadores, por lo que no se propone ninguna medida en este aspecto, tampoco en las viviendas ya que el número de horas de uso de la iluminación no es muy alto, por lo que las medidas sobre la reducción del tiempo de utilización no se han considerado.

## 7.4 Equipos

### 7.4.1 Instalación de regletas eliminadoras de Stand-By

El consumo de los equipos en los edificios residenciales suponen una parte importante del consumo total (en este caso más del 25%), por lo que la aplicación de medidas que reduzcan el consumo de éstos es muy recomendable, por ello se propone la instalación de regletas eliminadores de stand-by, para los equipos que suelen funcionar conjuntamente como son los ofimáticos y los de televisión. El standby supone un 12% de la factura eléctrica de una vivienda.

Se ha observado durante la visita a las viviendas que la mayoría de los equipos ofimáticos permanecen encendidos en modo de espera, también llamado stand-by. En este modo el equipo no está funcionando a pesar de que continúa consumiendo energía constantemente, que puede alcanzar en torno a un 10% de su consumo en funcionamiento normal.

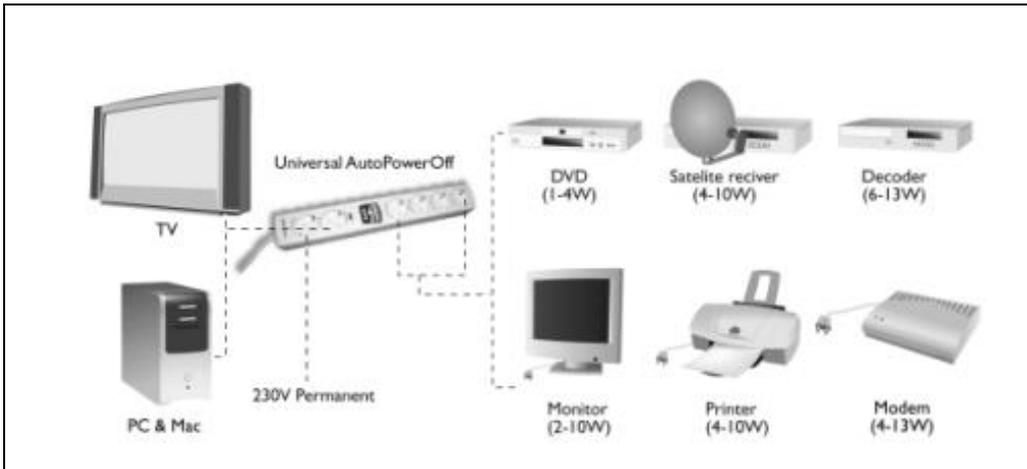


**Ilustración 21. Regleta con un MAESTRO, cuatro ESCLAVOS y dos tomas convencionales**

La mejora que se propone consiste en la instalación de regletas eliminadoras de stand-by a todos aquellos equipos electrónicos que pueden desconectarse completamente de la red eléctrica.

Estas regletas miden la corriente que circula por los aparatos cuando están encendidos, de forma que cuando entran en stand-by detecta la disminución de consumo y cortan el paso de corriente, apagándolos por completo. Al encenderlos la regleta detecta la demanda de potencia y vuelve a conectar el paso de electricidad.

Para ello el eliminador queda en modo de espera, por lo que es interesante que se utilice para desconectar varios aparatos a la vez. La principal ventaja frente a las regletas convencionales de interruptor es que no necesitan la vigilancia permanente del usuario, por lo que se evitan las situaciones de olvido en las que quedaban los equipos encendidos.



**Ilustración 22. Esquema de conexión a equipos ofimáticos de regleta eliminadora de stand-by**

Las regletas eliminadoras del modo stand-by han de utilizarse conectando un equipo maestro que controlará el apagado completo de todos los esclavos. El stand-by a eliminar será únicamente el de los esclavos.

Un ejemplo sería conectar el ordenador de un despacho a dicha regleta como maestro y el resto de equipos, como la impresora, el escáner y el monitor en el modo esclavos. De esta forma, cuando el usuario encienda el ordenador, todos los periféricos tendrán corriente, pero cuando lo apague, todos se desconectarán.

A continuación se desglosa el número de regletas propuestas por vivienda:

**Tabla 46. Propuesta de colocación de regletas eliminadoras de stand-by en equipos.**

Vivienda	Estancia	Unidades de regletas
<b>Bajo Izquierda</b>	Dormitorio 2	1
<b>Bajo Derecha</b>	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
<b>1º Izquierda</b>	Salón comedor	1
<b>1º Derecha</b>	Dormitorio 1	1
	Dormitorio 2	1
<b>3º Izquierda</b>	Dormitorio 3	1
	Salón comedor	1
<b>3º Derecha</b>	Salón comedor	1

### Evaluación de la medida

Los ahorros conseguidos con esta medida quedan recogidos en la siguiente tabla:

**Tabla 47. Instalación de eliminadores de stand-by en equipos ofimáticos.**

Medida	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)
Instalación de eliminadores de stand-by	1.436	1,6%	215	177	0,8	488

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético del 1,6% respecto al consumo total del edificio, que se traduce en un ahorro económico de 215 euros al año. El periodo de retorno de la inversión es inferior a 1 año por lo que se recomienda la implementación de esta medida de ahorro.

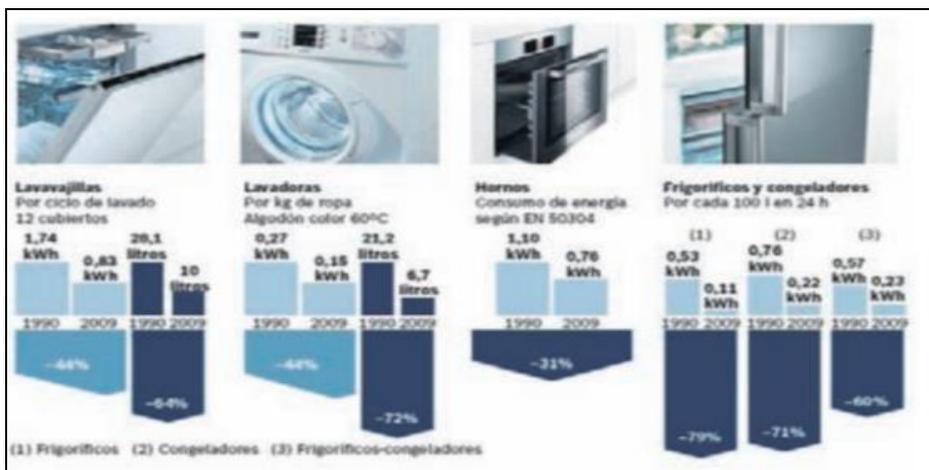
#### 7.4.2 Cambio de electrodomésticos de clase energética baja a clase “A++”

Como comentábamos anteriormente los equipos consumen el 25% de la energía del edificio del cual la mayor parte pertenece a los electrodomésticos por lo que medidas que vayan orientadas a reducir estos consumos serán importante que se apliquen.

Según la Guía del FENERCOM, sobre “soluciones energéticamente eficientes en la edificación” se pueden conseguir ahorros de entrono al 45% tras la sustitución de electrodomésticos, convencionales por otros de clasificación energética “A++”.

Todo esto nos lleva a concluir que hay un gran potencial de ahorro derivado del equipamiento de los hogares con productos muy eficientes. Esto es válido para hogares nuevos, pero cobra especial importancia en aquellos casos en los que la rehabilitación de una vivienda requiere la sustitución de viejos aparatos. En ambos casos, la elección de aparatos más o menos eficientes es una decisión que fijará en gran parte el consumo eléctrico de la vivienda a lo largo de toda una década.

El consumo de los electrodomésticos en este edificio supone un total de 6.113 kWh/año, lo que supone un 7% de la energía total consumida y un 20% del consumo de la electricidad.



**Ilustración 23. Representa la disminución del consumo de los distintos electrodomésticos a lo largo de los últimos años.**

La sustitución de estos equipos si suponemos un ahorro energético del 45% supondría un ahorro de 2.751 kWh/año, en la siguiente tabla se indican los datos sobre los ahorros energéticos y de emisiones. No se entra a valorar la parte económica de esta medida ya que habría que personalizar cada una de las sustituciones de los equipos de cada vivienda.

**Tabla 48. Sustitución de electrodomésticos por otros de clase “A++”**

Medida	Ahorro energético (kWh/año)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€/año)	Ahorro en emisiones (kgCO <sub>2</sub> /año)
Electrodomésticos eficientes	2.751	3,1%	391	935

## 7.5 Instalación Solar Térmica

### 7.5.1 Introducción

Una instalación solar térmica de baja temperatura aprovecha el calor del sol para producir agua caliente. Las aplicaciones más usuales de una instalación solar térmica son:

- Agua caliente sanitaria. (ACS)
- Calentamiento de piscinas.
- Apoyo a la calefacción., con sistema auxiliar
- Refrigeración (mediante máquinas de enfriamiento por absorción)

### 7.5.2 Tipos de instalaciones

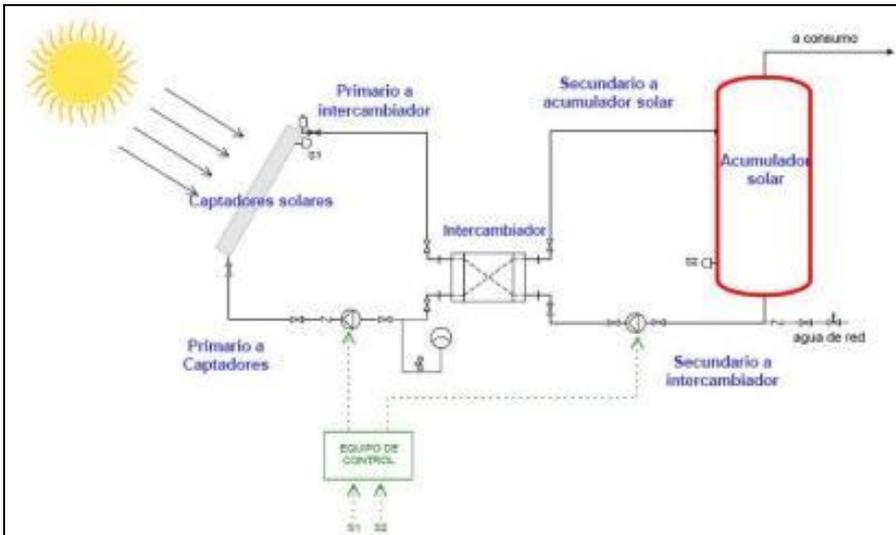
Hay dos tipos de instalaciones solares de baja temperatura en función de su funcionamiento:

**Instalaciones de funcionamiento por Termosifón.** En estas instalaciones la circulación del agua es natural, no mediante bombeo. El acumulador está situado sobre los colectores. Estas instalaciones son recomendables exclusivamente en zonas donde las temperaturas en invierno sean suaves ya que de lo contrario se puede dar riesgo de congelación.



**Ilustración 24. Instalación de funcionamiento por termosifón.**

**Instalaciones con circulación forzada.** Estas instalaciones tienen una mayor aplicabilidad. La instalación está separada por elementos y la circulación del agua se consigue mediante bombas.



**Ilustración 25. Esquema de funcionamiento de una instalación con circulación forzada**

Para el presente edificio, dado el tamaño de las instalaciones, la mejor opción es una instalación con circulación forzada. Los acumuladores pueden ser colectivos para todo el edificio, o bien pueden ser individuales en cada vivienda.

***Tipos de colectores solares***

Diferenciamos tres tipos diferentes de colectores solares en función de su comportamiento energético.

**Colectores de polipropileno.** Estos colectores tienen un rendimiento muy bajo, aunque también tienen un coste menor. Se utilizan cuando la temperatura requerida es baja y la temperatura ambiente es alta (climatización de piscinas)



**Ilustración 26. Colector de polipropileno**

**Colectores de placa plana.** Estos colectores son los más utilizados. Cuentan con una cubierta de vidrio que genera efecto invernadero en el interior del colector aumentando su temperatura. Se utilizan cuando la temperatura requerida es moderada ( $T^a$  alrededor de  $50^{\circ}\text{C}$ ) y las condiciones exteriores no son extremas.



**Ilustración 27. Colectores de placa plana.**

**Colectores de tubos de vacío.** Los colectores de tubos de vacío se componen de diversos tubos en los cuales se ha practicado el vacío. En el interior de estos tubos están las placas que captan el calor del sol. En estos colectores las pérdidas son muy bajas. Tienen diversas aplicaciones:

- Instalaciones solares en zonas con temperaturas extremas en invierno.

- Instalaciones solares para aplicaciones en las que la temperatura requerida es muy alta ( $T^a$  superior a  $80^{\circ}\text{C}$ )
- Instalaciones solares con requisitos estéticos específicos (integración arquitectónica)



**Ilustración 28. Colector de tubos de vacío (fuente: WWF)**

### **Propuesta de Mejora**

Dadas las instalaciones de la comunidad de vecinos, la aplicación con energía solar térmica con mayor potencial de ahorro sería en:

- Generación de calor para el agua caliente sanitaria (ACS).
- Generación de calor para el apoyo a la calefacción, con un sistema de apoyo auxiliar (gas natural)

**Instalación solar térmica para la generación de calor para el agua caliente sanitaria (ACS):** El Código Técnico de la Edificación (en la sección HE 4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”) obliga a las nuevas construcciones y a los edificios que sufran una rehabilitación a cubrir parte de su demanda de ACS mediante energía solar térmica.

En la sección HE 4 del Código Técnico de Edificación se especifica el ámbito de aplicación de la contribución solar mínima. El documento dice:

“Esta sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.”

Para conocer el ahorro energético que supondría la implantación de una instalación solar térmica para apoyo a la generación de agua caliente sanitaria se ha estudiado la instalación de 5 colectores solares de placa plana de alta eficiencia orientados al sur e inclinados  $45^{\circ}$  respecto al plano horizontal (Este número de colectores son los que dan una producción óptima, para no generar un exceso de producción demasiado elevado en verano).

En el caso de la comunidad de vecinos, sobre su cubierta plana transitable. Los resultados obtenidos tras la realización de este estudio se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 49. Resultados de una instalación solar para la producción de ACS.**

<b>Demanda energética</b>	[kWh / año]	13.030
<b>Demanda de ACS</b>	[l/día]	616
<b>Energía solar aprovechada</b>	[kWh]	9.150
<b>Tasa de sustitución</b>	[%]	70,2 <sup>10</sup>
<b>Ahorro energético</b>	[kW/año]	9.150
<b>Ahorro energético</b>	%	10,3
<b>Ahorro económico</b>	[€/año]	748
<b>Inversión total necesaria</b>	[€]	14.866
<b>Periodo de retorno simple de la inversión</b>	[años]	19,9

Con la instalación solar térmica se consiguen los siguientes ahorros:

**Tabla 50. Evaluación energética y económica de la medida de ahorro.**

<b>Medida</b>	<b>Ahorro energético (kWh)</b>	<b>Ahorro energético (%)<sup>11</sup></b>	<b>Ahorro económico (€)</b>	<b>Inversión (€)</b>	<b>PRS (años)</b>	<b>Ahorro en emisiones (kg CO<sub>2</sub>)</b>
<b>Instalación solar térmica</b>	9.150	10,3%	748	14.866	19,9	2.135

Lo óptimo para aprovechar esta producción de ACS al máximo sería tener una instalación común de producción de A.C.S centralizada, mediante una caldera común de gas natural, aunque también se podría conectar a los sistemas actuales de producción de ACS, utilizando estos como sistemas auxiliares.

La instalación se ha diseñado, para optimizar al máximo el número de paneles a instalar, para no generar un exceso de producción en verano, consiguiéndose cubrir un 70,2% de la demanda de ACS del edificio.

La amortización de la instalación es alta, principalmente debido a que el consumo de ACS del edificio es bajo, por lo que aunque se llega a cubrir más del 70% de la demanda de ACS el P.R.S. es de casi 20 años.

## 7.6 Instalación Solar Fotovoltaica

### 7.6.1 Introducción

Una instalación solar fotovoltaica permite aprovechar la luz del sol para generar electricidad. El principal elemento de una instalación fotovoltaica es el panel fotovoltaico. Éste se compone de un conjunto de células fotoeléctricas conectadas en serie y en paralelo para obtener una tensión determinada y una intensidad variable en

<sup>10</sup> La tasa de contribución solar mínima recogida en el Código Técnico de la Edificación, en su exigencia básica HE 4, para una instalación localizada en la zona climática IV, es menor a la que se consigue con el sistema propuesto.

<sup>11</sup> Porcentaje de ahorro calculado respecto al consumo de gas natural anual.

función de la radiación solar. Una célula fotoeléctrica es un dispositivo que mediante el efecto fotoeléctrico es capaz de convertir la energía luminosa en energía eléctrica.



**Ilustración 29. Paneles fotovoltaicos.**

Las principales aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son:

**Autoconsumo.** Es interesante en comunidades de vecinos que dispongan de superficie adecuada para la instalación de paneles solares fotovoltaicos para generar electricidad para toda la comunidad. Los excedentes de energía eléctrica no consumidos en la instalación no se pueden vender.

**Instalaciones conectadas a la red, para venta de energía.** Conocidos como huertas solares (cuando los paneles solares fotovoltaicos están sobre el terreno) o bien pueden situarse en cubiertas.

**Instalaciones híbridas, en las que una instalación fotovoltaica funciona en paralelo con una instalación de aprovechamiento de energía eólica.** Estas instalaciones son muy interesantes para la electrificación de zonas alejadas de la red, ya que el funcionamiento de las dos tecnologías aumenta la disponibilidad de energía eléctrica.

Debido a la necesidad de disponer de una superficie libre, principalmente en la cubierta para evitar obstáculos que sombreen los paneles, se recomienda la implantación de una instalación solar fotovoltaica para la producción de electricidad en la cubierta del edificio, pudiendo localizarse también en el aparcamiento.

### **Propuesta de Mejora**

Se propone la instalación de paneles fotovoltaicos con el objetivo de producir energía eléctrica para autoconsumo y reducir así el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo eléctrico del edificio de la comunidad de vecinos

La instalación propuesta es de 11,5 kWp que es la máxima potencia que se puede instalar en la superficie disponible en cubierta de 150 m<sup>2</sup>, instalándose en esta superficie un total de 82,5 m<sup>2</sup> de superficie de captación (50 paneles de 230 Wp). Esta instalación tendría una producción media anual de 19.257 kWh, que equivaldría a la reducción en emisiones del edificio de 6,5 ton/año de CO<sub>2</sub>.

La energía generada por las placas fotovoltaicas está condicionada principalmente por la ubicación de la instalación, eficiencia de las placas, orientación, tipo de placas

utilizadas y por las sombras que pudiesen reducir la captación de energía solar de las placas. En el caso de la comunidad de vecinos, se han propuesto placas solares policristalinas, con una inclinación de 30°.

Se ha estudiado instalar la máxima potencia posible, siendo posible un máximo de 50 placas solares (230 Wp/placa) por motivos de espacio, que cubrirían un 63% de la demanda eléctrica total del edificio.

En la siguiente tabla se indica la producción de energía de la instalación fotovoltaica para el primer año de funcionamiento.

**Tabla 51. Producción fotovoltaica de energía eléctrica el primer año.**

Mes	HSP	Número de días	Energía teórica generada mensualmente (kWh) en instalación fija	Energía con pérdidas (kWh)
Enero	2,67	31	950	<b>893</b>
Febrero	3,42	28	1.101	<b>1.035</b>
Marzo	5,22	31	1.860	<b>1.725</b>
Abril	5,47	30	1.889	<b>1.745</b>
Mayo	6,56	31	2.338	<b>2.111</b>
Junio	7,12	30	2.456	<b>2.165</b>
Julio	7,45	31	2.655	<b>2.329</b>
Agosto	7,02	31	2.503	<b>2.187</b>
Septiembre	6,00	30	2.069	<b>1.853</b>
Octubre	4,51	31	1.608	<b>1.491</b>
Noviembre	3,07	30	1.058	<b>994</b>
Diciembre	2,28	31	812	<b>763</b>
<b>TOTAL</b>			21.299	<b>19.257</b>

**Tabla 52. Resumen de resultados de la instalación solar fotovoltaica.**

Inversión instalación fotovoltaica	<b>38.625</b>	€
Energía generada anual	19.257	kWh
Emisiones evitadas a la atmósfera	6,5	ton CO <sub>2</sub> /año
Número de placas a instalar	50	Ud.
Superficie de captación a instalar	82,5	m <sup>2</sup>
Superficie ocupada en planta	71,5	m <sup>2</sup>
Peso en cubierta	1.000	kg
Presión por superficie	13,98	kg/m <sup>2</sup>

Con la instalación solar fotovoltaica se consiguen los siguientes ahorros:

**Tabla 53. Evaluación energética y económica de la medida de ahorro.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kg CO <sub>2</sub> )
<b>Instalación solar fotovoltaica</b>	19.257	21,8%	2.739	38.625	14,1	6.547

Con la implementación de esta medida de ahorro se consigue un ahorro energético aproximado del 22%, respecto al consumo energético anual de la comunidad de vecinos, que se traduce en un ahorro económico de 2.739 euros al año. El periodo de retorno de la inversión es de unos 14,1 años, por lo que se recomienda la implementación de esta medida de ahorro si se cuenta con ayuda a la financiación de la instalación, dadas las especiales circunstancias de renta de la comunidad de vecinos.

La inversión de esta medida de ahorro asciende a 38.625 euros e incluye la adquisición y montaje de la instalación fotovoltaica de 11,5 kWp en la cubierta.

## 7.7 Instalación de Caldera Común de Biomasa

### 7.7.1 Introducción

Una caldera de biomasa funciona exactamente igual que una caldera de combustibles fósiles. La única diferencia es que no quema gasóleo, gas natural o carbón y, por lo tanto, se consigue un importante ahorro económico en la compra de combustible y una gran disminución de emisiones de carbono y azufre.

El combustible utilizado en estas calderas se denomina biomasa, el término de biomasa se refiere a toda materia orgánica que puede ser convertida en energía, esta forma de energía es la más antigua que conoce el ser humano ya que fue descubierta por nuestros ancestros con el descubrimiento del fuego.

El uso apropiado de la biomasa proporciona una alternativa para reducir el costo de insumos energéticos, además de ser una solución para los problemas ambientales, que en muchos casos presentan los desechos orgánicos. Normalmente en este tipo de calderas se suelen utilizar varios tipos de combustible con diferentes características energéticas:

**Tabla 54. Características de los diferentes tipos de biomasa utilizados como combustible.**

	PCI		Humedad
	(kJ/kg)	(kWh/kg)	b.h. (%)
Pélets	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 15
Astillas	10.000 – 16.000	2,8 – 4,4	< 40
Hueso de aceituna	18.000 – 19.000	5,0 – 5,3	7 - 12
Cáscara de frutos secos	16.000 – 19.000	4,4 – 5,3	8 - 15
Leña	14.400 – 16.200	4,0 – 4,5	< 20
Briquetas	17.000 – 19.000	4,7 – 5,3	< 20

A continuación se muestra las ventajas e inconvenientes de su utilización.

### **Ventajas de la biomasa**

1. Es una fuente de energía renovable autóctona que apenas contamina el medio ambiente, siempre que se empleen sistemas adecuados de captación de partículas.
2. Es una fuente de energía renovable, que ayuda a disminuir la dependencia de los combustibles fósiles importados.
3. El aprovechamiento responsable de la biomasa genera ventajas ambientales al mejorar la gestión forestal, a la vez que reduce la vulnerabilidad de los bosques a sufrir incendios.
4. Fomenta la creación de nuevos puestos de trabajo.
5. Tiene un coste muy inferior al de la energía convencional: es hasta cuatro veces más barato.
6. Gran variedad de combustibles disponibles aptos para consumo en la misma caldera.
7. Cuenta con una tecnología muy desarrollada, con garantía de funcionamiento, alto rendimiento, y fiabilidad.
8. Cuando los cultivos energéticos se instalan en terrenos agrícolas de bajo valor ambiental suponen una mejora significativa frente a otros modelos de producción agraria intensiva.
9. En nuestro país hay abundante recurso de biomasa primaria, por lo que existe un gran potencial para aprovechar los residuos forestales y agrícolas así como los cultivos energéticos.



**Ilustración 30. Caldera de Biomasa.**

### **Inconvenientes de la biomasa**

1. Los rendimientos de las calderas de biomasa son algo inferiores a los de las calderas que usan un combustible fósil líquido o gaseoso.
2. La biomasa posee menor densidad energética, lo que hace que los sistemas de almacenamiento sean mayores.

3. Los sistemas de alimentación de combustible y eliminación de cenizas son más complejos y requieren unos mayores costes de operación y mantenimiento.
4. Los canales de distribución de la biomasa no están tan desarrollados como los de los combustibles fósiles.
5. Muchos de estos recursos tienen elevados contenidos de humedad, lo que hace que en determinadas aplicaciones pueda ser necesario un proceso previo de secado.

En el caso de que se tuviera a disposición espacio suficiente, se conseguirían los ahorros que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 55. Evaluación energética y económica de la medida de ahorro.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kg CO <sub>2</sub> )
<b>Instalación de caldera común de Biomasa</b>	(-1.514)	(-1,7)%	1.313	40.942	31,2	10.643

### ***Propuesta de Mejora***

La recomendación de esta medida no se ha podido poner en práctica en la rehabilitación energética de la comunidad de vecinos por falta de presupuesto, y por las especiales circunstancias económicas de los vecinos, con rentas muy bajas y no poder asumir los pagos de comunidad y la inversión inicial que este tipo de instalaciones requiere.

Se ha descartado la opción de sustituir el gas natural por caldera centralizada de biomasa, debido a que a pesar de que los pellets se suministran con facilidad y ser un combustible muy barato, se necesitaría un espacio común grande para instalar la caldera común y el silo, no teniendo disponible éste espacio físico en el edificio para realizar su instalación en el edificio a rehabilitar.

## **7.8 Instalación Geotérmica**

### **7.8.1 Introducción**

La geotermia es un sistema de climatización (calefacción o refrigeración) que utiliza la gran inercia térmica del subsuelo, pues éste a cierta profundidad, presenta una temperatura constante de entre 10 y 16 °C, proviene de la energía disponible en la corteza terrestre. Esta energía clasificada como de baja entalpía por obtenerse a temperaturas inferiores a los 30° C, será necesario adaptarla mediante una bomba de calor a las condiciones de uso según las necesidades. Consiguiendo unos rendimientos para climatización de entre 400 y un 600%.

El coste de este tipo de instalaciones varía bastante, en función de la cantidad de metros de sondeo y tubería a instalar. La cantidad de metros de conducción geotérmica a instalar dependerá principalmente de la resistividad térmica del terreno, la cual varía bastante en función de su tipología, haciéndose necesario un estudio del terreno para poder obtener el valor real de esta resistividad térmica, para poder hacer un cálculo más o menos preciso.

Además de las conducciones que recogen el calor del terreno se hace necesario la instalación de una bomba de calor. Se recomienda este tipo de instalaciones en edificios de nueva construcción para que su rentabilidad sea mayor.

En el caso de que se tuviera a disposición espacio suficiente, en la siguiente tabla se muestra las características de la implantación de esta medida:

**Tabla 56. Evaluación energética y económica de la medida de ahorro.**

Medida	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Inversión (€)	PRS (años)	Ahorro en emisiones (kg CO <sub>2</sub> )
Instalación de Bomba de Calor Geotérmica	37.369	42,26%	1.888	245.000	130	3.760

**Propuesta de Mejora**

Se ha descartado la opción de realizar una instalación geotérmica en el edificio, debido principalmente a que el terreno donde se pudiera situar esta instalación no está disponible, ya que el suelo perteneciente al edificio está totalmente edificado, por lo que se hace imposible poder ubicarla.

Por otro lado este tipo de instalaciones tienen un alto coste, por lo que sería inviable poder amortizarla, más aun si cabe en una rehabilitación.

# 8. SIMULACIÓN ENERGÉTICA

## 8.1 Introducción

---

Para realizar el análisis energético de la envolvente se ha utilizado el programa informático LIDER, programa de referencia para el cumplimiento del documento básico HE1 - Limitación de la Demanda Energética - del Código Técnico de la Edificación.

Utilizando el LIDER para analizar este edificio, se obtendrán los siguientes resultados:

- Una primera valoración de la influencia de los distintos elementos de la envolvente del edificio en la demanda energética del mismo.
- La verificación del cumplimiento de la citada norma con las soluciones propuestas.
- Una entrada de datos para el programa informático de simulación energética (CALENER), con el que se obtendrá la estimación de consumos y ahorros energéticos del edificio.

Posteriormente, una vez alcanzado el cumplimiento de la Limitación de la Demanda Energética, se cuantificarán los ahorros energéticos obtenidos por la modificación de la envolvente.

El Real Decreto 235/2013 aprueba el procedimiento para la certificación de la eficiencia energética de edificios existentes y de nueva construcción. Su ámbito de aplicación incluye:

- Edificios de nueva construcción.
- Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.
- Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m<sup>2</sup> y que sean frecuentados habitualmente por el público.

En este Real Decreto se hace referencia a una aplicación informática reconocida para la obtención de la calificación energética: el CALENER como opción general. Existen en la actualidad dos versiones de esta aplicación: CALENER VYP y CALENER GT:

- CALENER VyP: orientado a edificios de viviendas y terciarios pequeño y mediano.
- CALENER GT: para edificios denominados gran terciario.

También se puede utilizar la opción simplificada, menos precisa, que se realiza mediante los programas informáticos:

- CE3.
- CE3X.

El límite entre mediano y gran terciario no está suficientemente acotado en la actualidad, siendo su distinción real los sistemas de climatización que se usen.

Para el caso concreto del edificio objeto de estudio, se ha utilizado el CALENER VyP por el tipo de instalación de climatización del edificio y el uso del mismo, que es residencial plurifamiliar.

Este software no sólo calificará energéticamente el edificio y emitirá un informe oficial, sino que además facilitará los indicadores de ahorro energético por instalación.

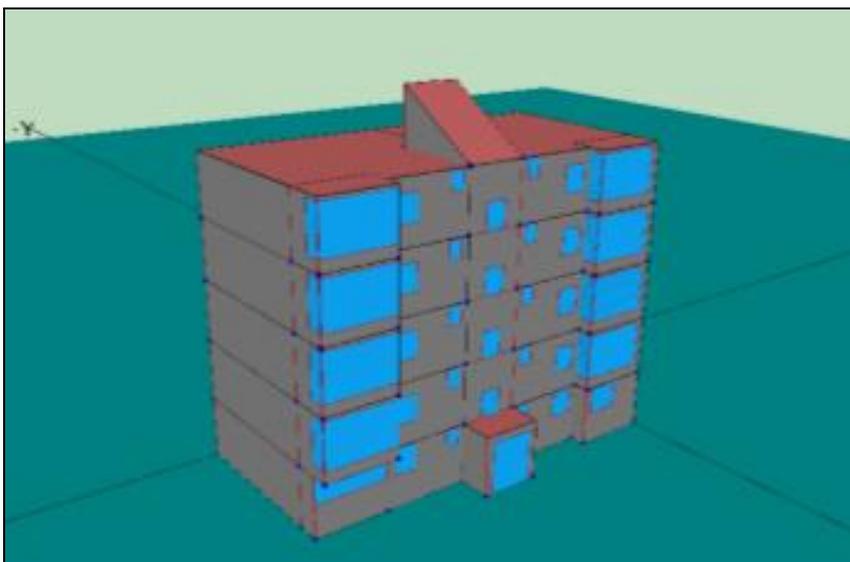
Alimentando el CALENER con las versiones del LIDER del edificio en la actualidad y con el LIDER del edificio con las mejoras propuestas, se obtendrá el ahorro energético debido a la envolvente del edificio. De la misma forma, se podrán cuantificar las diferencias que se obtengan en la demanda energética del edificio, debidas a la aplicación de las distintas propuestas.

## 8.2 Demanda Energética del Edificio

---

Como se ha comentado anteriormente la demanda energética del edificio se ha simulado mediante el programa informático reconocido LIDER,

Con este programa se introducen los datos de la envolvente del edificio y las características de los espacios que hay en su interior, de manera que el programa pueda calcular las demandas potencial de calefacción y refrigeración, que el edificio tendría teóricamente a lo largo de todo un año, además lo compara con un edificio de referencia, que tendría las mismas características geométricas pero que cumpliría la normativa actual en materia de eficiencia energética el D.B.HE:1 del código técnico de la edificación. Tras esta simulación se obtienen los siguientes datos sobre las demandas de calefacción y refrigeración.

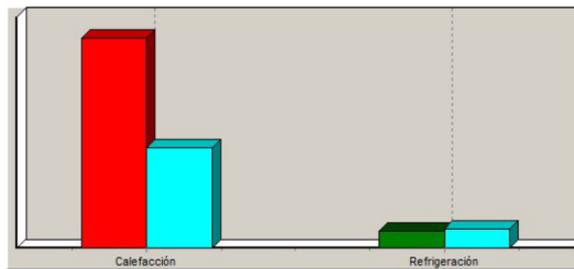


**Ilustración 31. Imagen de la geometría del edificio simulado en LIDER**

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	209,0	90,3
Proporción realtiva calefacción refrigeración	92,5	7,5



**Gráfica 10. Demanda del edificio.**

Como se puede observar, el edificio simulado NO CUMPLE, debido principalmente a que la demanda de calefacción es más del doble de la que debería tener si cumpliera con la normativa actual de construcción, el CTE (Código Técnico de la Edificación), lo que confirma que este edificio es muy ineficiente energéticamente, sobre todo en lo que a calefacción se refiere; en el caso de la refrigeración, sí que cumpliría con las exigencias mínimas.

### 8.3 Obtención de la Calificación Energética Actual

La simulación de la calificación energética se ha realizado mediante CALENER VyP al tratarse de un edificio residencial. En ella se valora solamente la demanda de calefacción y refrigeración y los consumos de calefacción, refrigeración y ACS, ya que el programa no evalúa los consumos energéticos debidos a la iluminación y otros consumos energéticos.

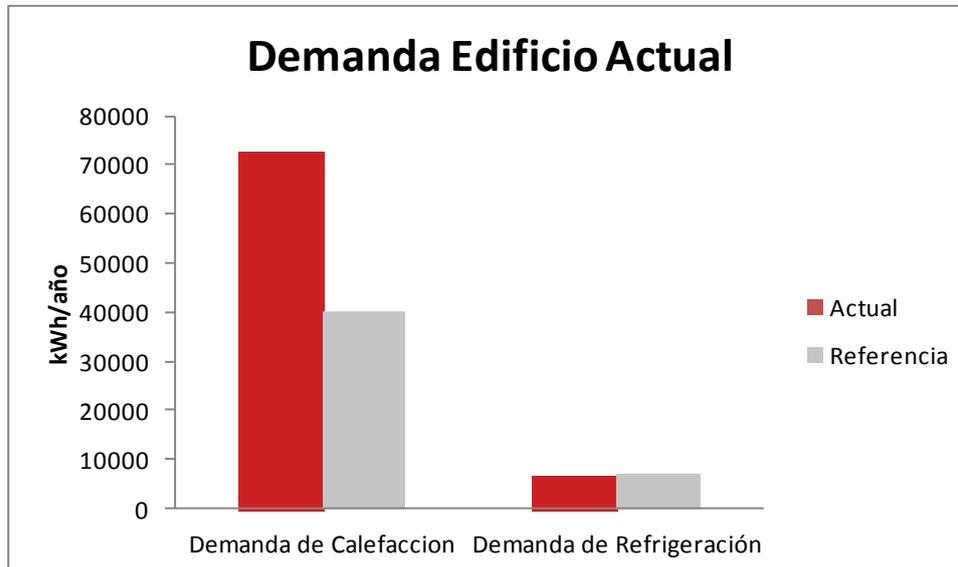
Esto datos obtenidos no tiene por qué coincidir con los que se han calculado en base a las facturas, ya que CALENER VyP hace sus cálculos en base a unos horarios de funcionamiento y ocupación tipo, para cubrir todas las demandas del edificio, cosa que no ocurre en esta comunidad de vecinos, ya que en muchas de las viviendas no se cubren las demandas mínimas de climatización y ACS.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto	Edificio Referencia				
<6.8 A						
6.8-11.1 B						
11.1-17.3 C						
17.3-26.5 D						
26.5-56.3 E		26.8 E				
56.3-67.6 F	57.2 F					
>67.6 G						
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	E	116,8	73519,2	D	63,8	40161,1
Demanda refrigeración	D	10,5	6629,0	D	11,5	7224,3
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	44,3	27885,1	D	20,4	12841,0
Emisiones CO2 refrigeración	E	4,0	2517,8	E	4,4	2769,6
Emisiones CO2 ACS	G	8,9	5602,2	D	2,0	1258,4
Emisiones CO2 totales	F	57,2	36005,1	E	26,8	16869,0
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	E	184,3	115989,4	D	92,5	58233,6
Consumo energía primaria refrigeración	E	16,1	10158,8	E	17,9	11269,8
Consumo energía primaria ACS	G	39,7	25010,5	D	8,3	5199,3
Consumo energía primaria totales	E	240,1	151188,8	E	118,7	74702,7

### Ilustración 32. Calificación energética actual

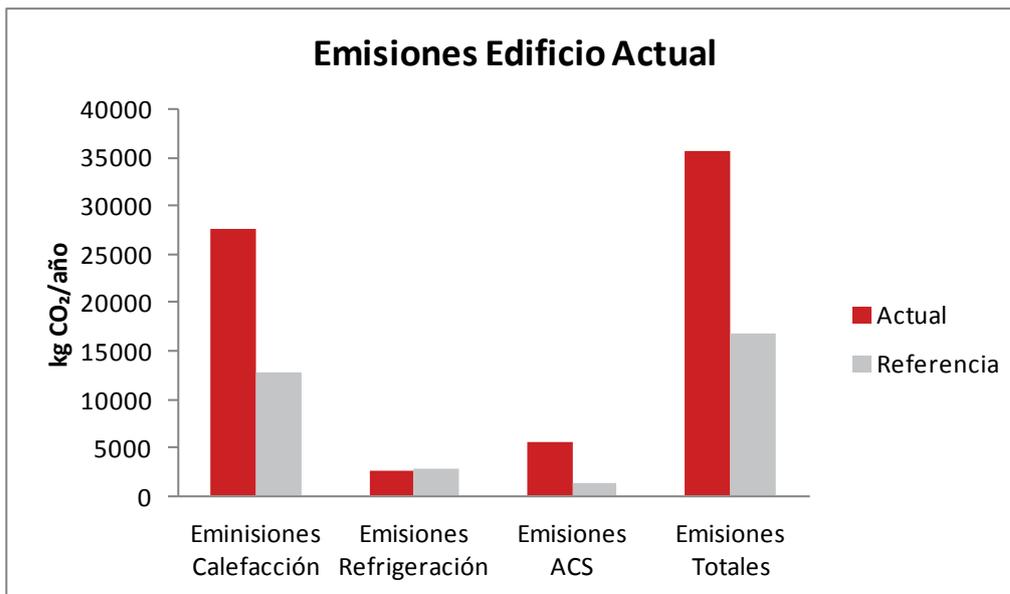
La calificación obtenida en este edificio mediante el programa CALENER VyP, es una “F”, hay bastante diferencia de uno a otro, ya que el nivel de emisiones por metro cuadrado es más del doble, además de tener un consumo de calefacción prácticamente del doble también y en el caso del ACS del triple, por lo que tiene bastante margen de mejora hasta convertirse en un edificio eficiente energéticamente.

En la siguiente gráfica se representan la demanda del edificio actual frente al edificio de referencia.



Gráfica 11. Comparativa de la demanda en el edificio actual con el de referencia.

En esta otra lo que se representa son las emisiones de CO2 de calefacción, refrigeración y ACS, comparándolas también con el edificio de referencia, observándose la gran diferencia que hay entre ellos sobre todo en calefacción y ACS.



**Gráfica 12. Comparativa de emisiones entre el edificio objeto y el de referencia.**

## 8.4 Simulación de la Calificación Energética Resultante Tras la Implementación de las Medidas de Ahorro Energético Propuestas

La simulación de la calificación energética, como se ha indicado anteriormente, valora solamente la demanda de calefacción y refrigeración y los consumos de calefacción, refrigeración y ACS, obviando los consumos energéticos debidos a la iluminación y otros consumos energéticos. Por este motivo, las medidas de ahorro de energía propuestas que se han introducido en la simulación, son únicamente las siguientes:

- Mejoras en la envolvente: aislamiento de fachada y cambio de ventanas.
- Cambio de los sistemas eléctricos de calefacción, por calderas de gas natural individuales de condensación con radiadores de baja temperatura
- Cambio de los sistemas eléctricos de calefacción, por calderas de gas natural individuales de condensación con radiadores de baja temperatura e instalación de paneles solares térmicos, para producción de ACS

Puesto que las dos últimas medidas afectan a los mismos sistemas y no pueden implantarse conjuntamente, se han realizado dos escenarios para observar el efecto de la combinación de cada una con la medida de mejoras en la envolvente.

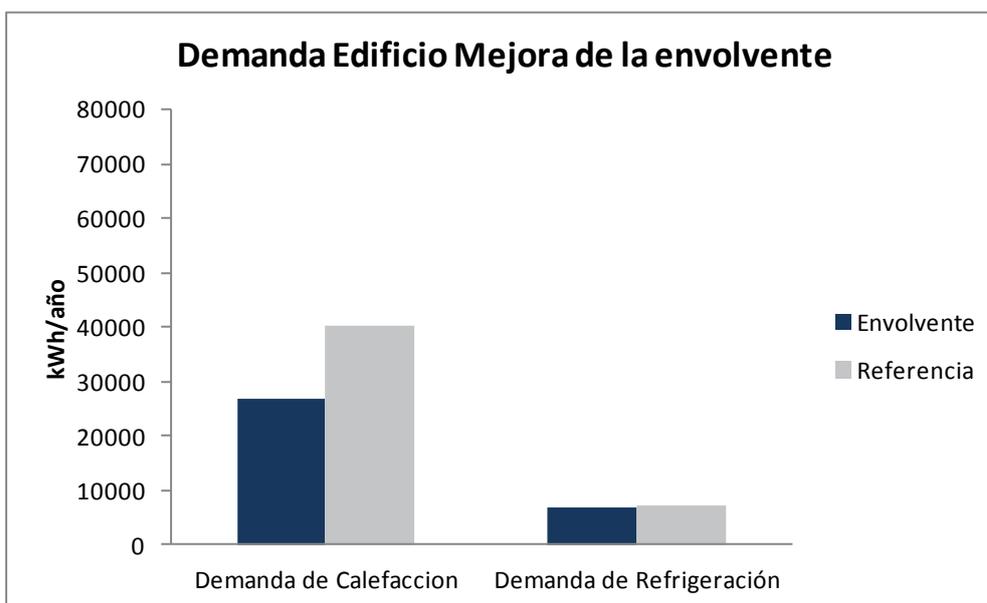
### 8.4.1 Simulación con la aplicación de las mejoras de la envolvente.

En esta simulación solamente se ha modificado respecto a la anterior la envolvente del edificio, simulándolo con las características que adquiriría tras la rehabilitación de las fachadas y las carpinterías y la cubierta.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6.8 A						
6.8-11.1 B						
11.1-17.3 C						
17.3-26.5 D						
26.5-56.3 E	31,0 E			26,8 E		
56.3-67.6 F						
>67.6 G						
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	47,0	29556,1	D	63,8	40161,1
Demanda refrigeración	D	10,1	6352,2	D	11,5	7224,3
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	D	18,2	11456,2	D	20,4	12841,0
Emisiones CO2 refrigeración	E	3,9	2454,9	E	4,4	2769,6
Emisiones CO2 ACS	G	8,9	5602,2	D	2,0	1258,4
Emisiones CO2 totales	E	31,0	19513,3	E	26,8	16869,0
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	D	75,5	47498,4	D	92,5	58233,6
Consumo energía primaria refrigeración	D	15,5	9775,5	E	17,9	11269,8
Consumo energía primaria ACS	G	39,7	25010,5	D	8,3	5199,3
Consumo energía primaria totales	E	130,7	82284,5	E	118,7	74702,7

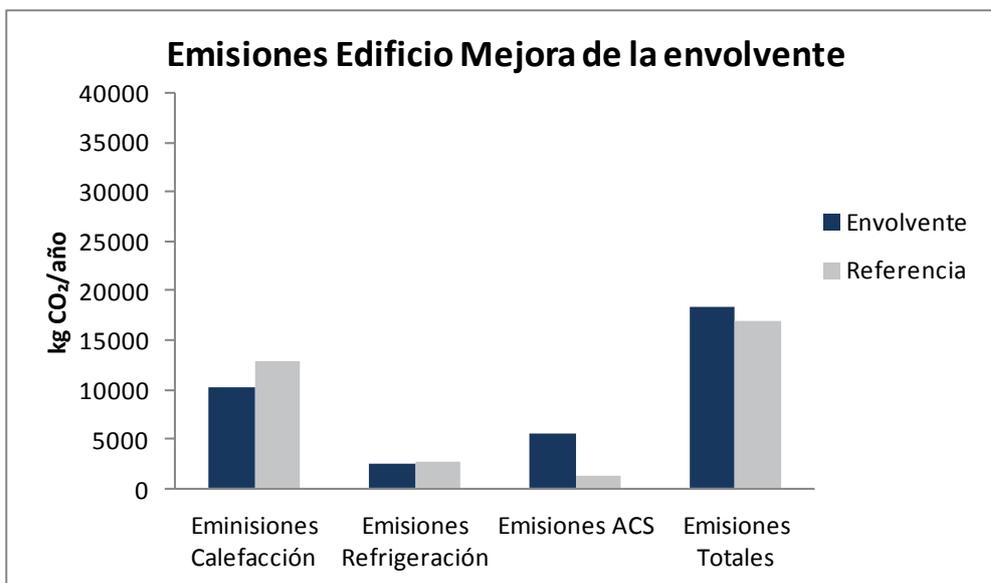
**Ilustración 33. Calificación energética tras las mejoras propuestas en la envolvente.**

A pesar de haber mejorado bastante, sobre todo en la demanda de calefacción, la calificación obtenida solamente ha mejorado una letra llegando a la “E”, debido principalmente a que los sistemas de ACS y algunos de calefacción son bastante ineficientes, además de producirse mediante electricidad que tiene un factor de emisión que penaliza bastante a la calificación del edificio. Aunque como se puede observar la demanda sí que mejora ostensiblemente siendo mejor que la del edificio de referencia.



**Gráfica 13. Comparativa de demandas entre el edificio objeto y el de referencia.**

Por otro lado se observa en esta otra grafica que debido principalmente a los sistemas de generación de ACS, las emisiones totales del edificio siguen siendo algo peores que las del de referencia.



**Gráfica 14. Comparativa de emisiones entre el edificio objeto y el de referencia.**

### 8.4.2 Simulación con la aplicación de mejoras en la envolvente, climatización y A.C.S.

En este apartado se simulara el edificio, con las mejoras de la envolvente anteriores y además se le añadirán la mejora de las instalaciones de climatización y ACS creando dos escenarios, posibles.

Con la mejora de las instalaciones del edificio, la demanda no se modifica, solamente cambiaran el consumo energético y las emisiones de CO2 anuales.

#### Escenario: 1

Mejora de la envolvente y cambio de los sistemas eléctricos de calefacción, por calderas de gas natural individuales de condensación con radiadores de baja temperatura.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6.8 A						
6.8-11.1 B						
11.1-17.3 C						
17.3-26.5 D	21.2 D			26.8 E		
26.5-56.3 E						
56.3-67.6 F						
>67.6 G						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	47,0	29556,1	D	63,8	40161,1
Demanda refrigeración	D	10,1	6352,2	D	11,5	7224,3
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emissiones CO <sub>2</sub> calefacción	C	12,0	7553,5	D	20,4	12841,0
Emissiones CO <sub>2</sub> refrigeración	E	3,9	2454,9	E	4,4	2769,6
Emissiones CO <sub>2</sub> ACS	F	5,3	3336,1	D	2,0	1258,4
Emissiones CO <sub>2</sub> totales	D	21,2	13344,6	E	26,8	16869,0
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	50,6	31827,9	D	92,5	58233,6
Consumo energía primaria refrigeración	D	15,5	9775,5	E	17,9	11269,8
Consumo energía primaria ACS	G	24,1	15144,3	D	8,3	5199,3
Consumo energía primaria totales	D	90,2	56747,7	E	118,7	74702,7

**Ilustración 34. Calificación energética tras las mejoras propuestas en el escenario 1.**

Como se puede observar la calificación mejora mucho más, llegando a obtener una calificación “D”.

**Escenario: 2**

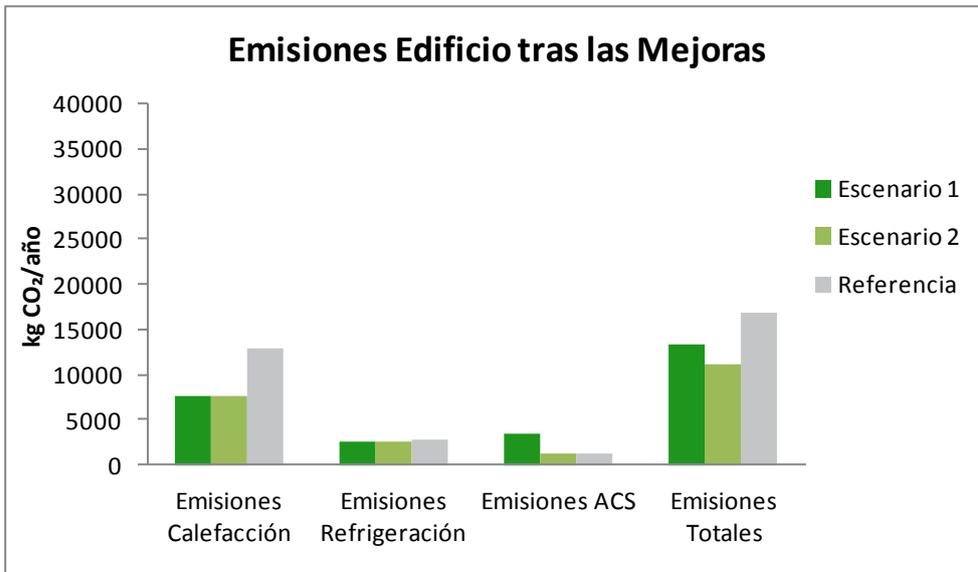
Mejora de la envolvente, cambio de los sistemas eléctricos de calefacción, por calderas de gas natural individuales de condensación con radiadores de baja temperatura e instalación de paneles solares térmicos, para producción de ACS.

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto		Edificio Referencia			
<6.8 A						
6.8-11.1 B						
11.1-17.3 C	17.2 C					
17.3-26.5 D			26.8 E			
26.5-56.3 E						
56.3-67.6 F						
>67.6 G						
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	47,0	29556,1	D	63,8	40161,1
Demanda refrigeración	D	10,1	6352,2	D	11,5	7224,3
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	C	11,5	7238,8	D	20,4	12841,0
Emisiones CO2 refrigeración	E	3,9	2454,9	E	4,4	2769,6
Emisiones CO2 ACS	C	1,8	1133,0	D	2,0	1258,4
Emisiones CO2 totales	C	17,2	10826,7	E	26,8	16869,0
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	48,2	30362,0	D	92,5	58233,6
Consumo energía primaria refrigeración	D	15,5	9775,5	E	17,9	11269,8
Consumo energía primaria ACS	D	8,2	5158,4	D	8,3	5199,3
Consumo energía primaria totales	C	72,0	45295,9	E	118,7	74702,7

**Ilustración 35. Calificación energética tras las mejoras en el escenario 2.**

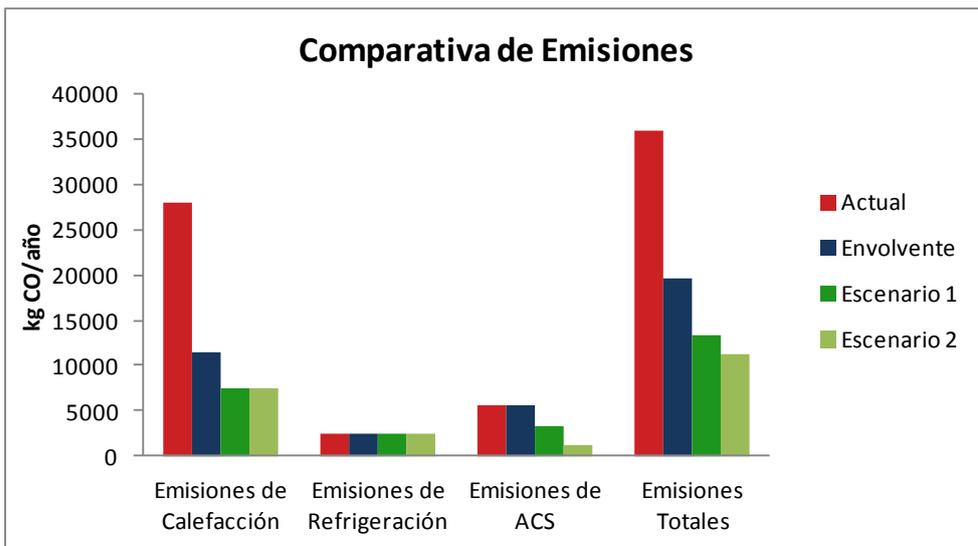
Este escenario es el que hace que el edificio consiga una mejor calificación, llegando a obtener una “C”, ya que consigue reducir en gran medida su consumo energético y las emisiones de CO2.

En el siguiente grafico se observa como con estos dos escenarios se consigue reducir las emisiones por debajo del edificio de referencia, por ello se consigue una buena calificación, siendo el escenario 2 el que representa una mayor mejora, aunque también supone una mayor inversión.



**Gráfica 15. Comparativa de emisiones entre el edificio objeto según los dos escenarios y el de referencia.**

En la siguiente grafica se muestra la evolución de las emisiones desde la situación inicial, del edificio, a su estado tras las mejoras.



**Gráfica 16. Comparativa de emisiones entre el edificio objeto actualmente con los diferentes escenarios propuestos.**

Como se puede observar la mejora de la envolvente (fachadas y carpinterías), consigue reducir, casi en un 50% el gasto energético y las emisiones de CO<sub>2</sub>, teóricamente, ya que esto ocurriría si todas las viviendas cubrieran completamente sus demandas de calefacción, refrigeración y ACS.

Si además de realizar las mejoras en la envolvente, se aplican las mejoras en los sistemas de climatización y ACS, entonces la reducción llega a un 62% en el caso del escenario 1 y del 70% en el caso del escenario 2.

**Tabla 57. Resumen de consumos y emisiones de los distintos escenarios simulados.**

Escenario			
	Energía Primaria (kWh)	Emisiones (kg CO <sub>2</sub> )	Porcentaje de Reducción (%)
Actuales	151.158	35.690	-
Mejora de la envolvente <sup>12</sup>	82.284	18.317	49
Escenario 1	56.747	13.445	62
Escenario 2	45.295	10.827	70

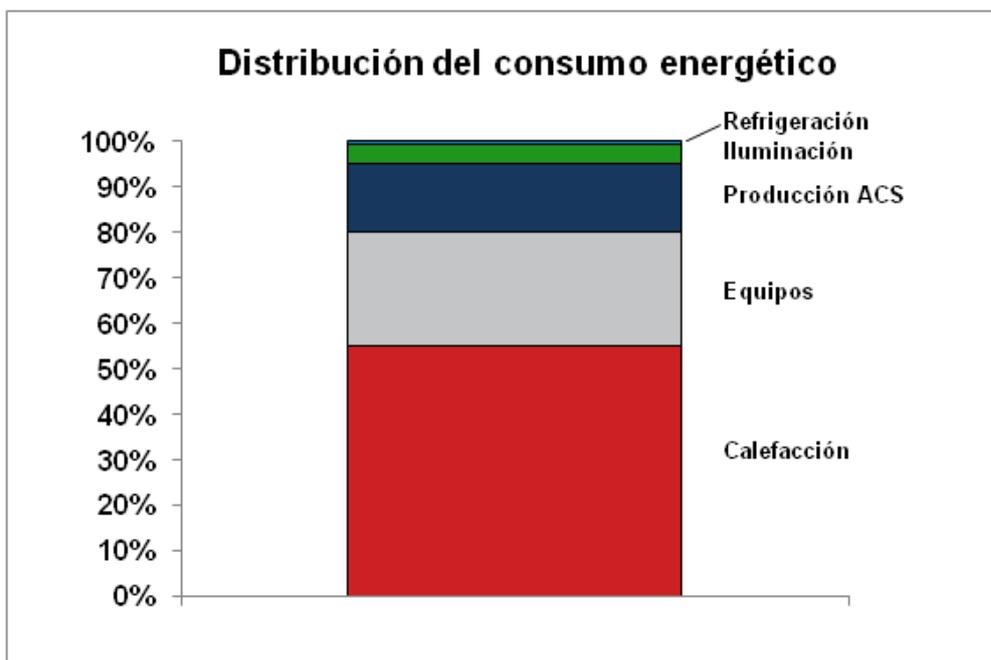
<sup>12</sup> Incluye el cambio de ventanas, el aislamiento de la fachada y la cubierta.

# 9. Resumen y Conclusiones Del Análisis Energético

## 9.1 Resumen del Análisis Energético Realizado

A continuación se muestra un resumen del análisis energético realizado en las instalaciones de la Comunidad de Vecinos “La del Manojito de Rosas 15”.

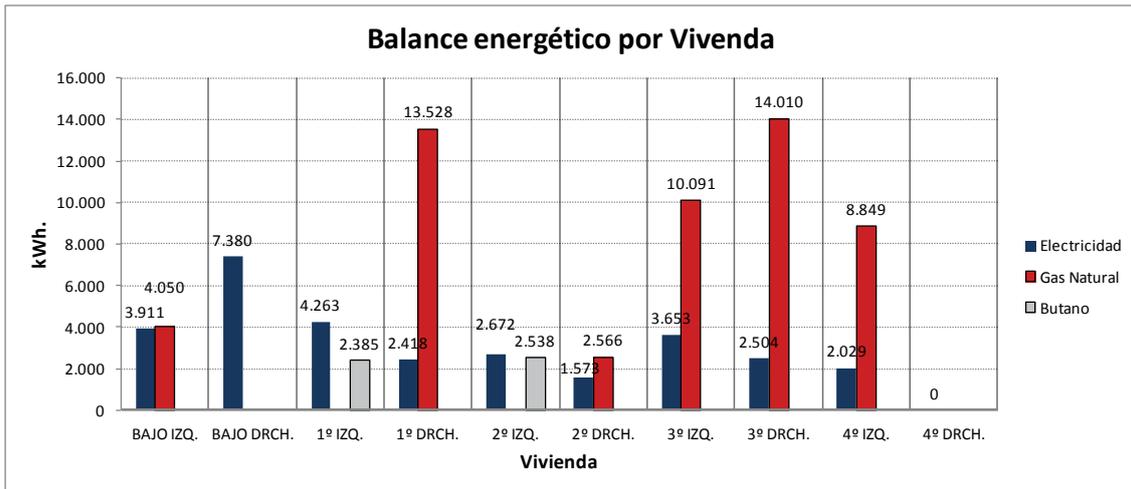
Las instalaciones consumen al año 30.404 kWh de electricidad, 53.094 kWh de gas natural y 4.923 kWh de gas butano.



**Gráfica 17. Balance energético por usos.**

El consumidor de mayor peso energético son los equipos de calefacción. El siguiente grupo consumidor de energía son los equipos, y a continuación las instalaciones de producción de ACS. La iluminación y la refrigeración suponen consumos menores respecto al total.

A continuación se muestra el balance energético por fuentes de energía de cada una de las viviendas, en él se puede observar, la disparidad de consumos según vivienda, todo ello fuertemente relacionado con el tipo de instalación de calefacción que utilice.



**Gráfica 18. Balance energético por Vivienda.**

Como se puede observar las viviendas que presentan un mayor consumo, son aquellas que tienen una instalación de calefacción mediante gas natural (1ºDcha., 2º Dcha., 3ºIzq., 3ºDcha., 4º Izq.), ya que en la mayoría de los casos, al tener un menor precio del kWh pueden mantener unas condiciones de confort a un precio más asequible. En el caso de las viviendas que tienen calefacción eléctrica (Bajo Izq., Bajo Dcha., 1º Izq.), al tener un mayor precio la electricidad, en muchos casos mantienen sus equipos apagados, no cubriendo la demanda de calefacción para mantener las condiciones de confort.

En el caso del consumo de Gas Butano y parte del consumo de Gas Natural, los consumos corresponden al uso de cocina.

## 9.2 Ahorro de las Diferentes Medidas Propuestas

A continuación se muestra una tabla que resume la información de las diferentes medidas de ahorro energético analizadas en el presente estudio.

En la tabla se muestra la siguiente información:

- **Ahorro energético.** Se muestra el ahorro de energía generado por cada medida al año.
- **Porcentaje de ahorro.** Se muestra el valor en porcentaje del ahorro energético generado por cada medida respecto al consumo energético total del edificio.
- **Ahorro económico.** Se muestra el ahorro económico anual derivado de la implantación de cada medida de ahorro.
- **Inversión.** Se muestra la inversión necesaria para implementar cada medida de ahorro.
- **Periodo de retorno simple de la inversión.** Se muestra en años el periodo que, debido al ahorro económico generado por la medida, lleva recuperar la inversión realizada para su implementación.
- **Emisiones evitadas.** Se muestran las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas debido a la disminución del consumo de energía generada por cada medida.

Las medidas de ahorro recogidas en la tabla siguiente son las que finalmente se proponen. Los criterios de selección de las mismas están basados en la rentabilidad

económica, basada en los PRS calculados, salvo la colocación de ventanas dobles de aluminio con vidrio doble y la mejora del sistema de aislamiento mediante sistema SATE en fachada y la mejora del aislamiento de cubierta que se han incluido debido a que se están ejecutando actualmente en las obras de rehabilitación del edificio.

**Tabla 58. Tabla resumen de medidas de ahorro.**

Nº	Descripción de la mejora	¿Se recomienda?	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones
			kWh	% <sup>13</sup>	€	€	años	kg CO <sub>2</sub>
1	Colocación de ventana doble de aluminio con vidrio doble	SI	6.954	7,9%	496	26.950	54,3	1.527
2	Mejora del sistema de aislamiento mediante sistema SATE en fachada	SI	21.624	24,5%	1.543	33.239	21,5	4.749
3	Mejora del aislamiento de cubierta	SI	1.445	1,6%	103	4.908	47,7	317
4	Instalación de calderas individuales a gas natural	SI	569	0,6%	946	9.198	9,7	1.414
5	Instalación de caldera común, Gas Natural de condensación	NO	6.001	6,8%	1.792	32.542	18,2	3.540
6	Válvulas termostáticas en radiadores	SI	8.022	9,1%	455	990	2,2	1.588
7	Sustitución de lámparas ineficientes	SI	2.649	3,0%	396	731	1,9	900
8	Instalación de eliminadores de stand-by	SI	1.436	1,6%	215	177	0,8	488
9	Instalación solar térmica	NO	9.150	10,3%	748	14.866	19,9	2.135
10	Instalación solar fotovoltaica	NO	19.257	21,8%	2.739	38.625	14,1	6.547
11	Instalación de caldera común de Biomasa	NO	(-1.514)	(-1,7)%	1.313	40.942	31,2	10.643
12	Instalación de Bomba de calor Geotérmica	NO	37.369	42,26%	1.888	245.000	130,0	3.760
-	<b>TOTAL<sup>14</sup></b>		<b>36.867</b>	<b>43,3%</b>	<b>3.475</b>	<b>76.182</b>	<b>21,9</b>	<b>9.074</b>

<sup>13</sup> Porcentaje de ahorro calculado respecto al consumo total anual de las instalaciones.

<sup>14</sup> El total no tiene por qué coincidir con la suma de los parciales debido a la existencia de efectos cruzados entre las diferentes medidas y a que unas medidas son incompatibles con otras, por lo que representa el máximo ahorro posible que se puede obtener solamente considerando de las medidas que se recomienda su implementación.

## 9.3 Comparación de las Medidas Propuestas

### 9.3.1 Comparación en ahorro energético

**Tabla 59. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro.**

Nº	Resumen de medidas de ahorro totales	Ahorro de energía mejora (kWh/año)
12	Bomba de calor Geotérmica	37.369
2	Mejora del sistema de aislamiento mediante sistema SATE en fachada	21.624
10	Instalación solar fotovoltaica	19.257
9	Instalación solar térmica	9.150
6	Instalación de válvulas termostáticas en radiadores	8.022
1	Colocación de contraventanas de aluminio y vidrio doble	6.954
5	Instalación de caldera de condensación común	6.001
7	Sustitución de lámparas ineficientes	2.649
3	Mejora del aislamiento de cubierta	1.445
8	Instalación de eliminadores de stand-by	1.436
4	Instalación de caldera individual a gas natural	569
11	Instalación de caldera común de Biomasa	(-1.514)

La medida que mayor ahorro genera es la Bomba da calor Geotérmica con 37.369 kWh/año.

La mejora de la envolvente en fachada mediante el sistema SATE genera un ahorro energético de 21.624 kWh/año.

En el caso de la instalación solar fotovoltaica se consigue un ahorro de 19.257 kWh/año.

La instalación solar térmica genera un ahorro energético de 9.150 kWh/año.

La instalación de válvulas termostáticas en los radiadores de agua caliente genera un ahorro de 8.022 kWh/año.

Tras estas medidas van la colocación de contraventanas (6.954 kWh/año), la sustitución de las instalaciones individuales de calefacción por una caldera de condensación común (6.001 kWh.), la sustitución de lámparas ineficientes (2.649 kWh/año), la mejora del aislamiento de cubierta (1.445 kWh) y la colocación de regletas eliminadoras de stand-by (1.436 kWh/año), son las medidas de ahorro con mayor potencial.

En el caso de la sustitución de la calefacción eléctrica a caldera individual de gas natural, el ahorro energético no es muy grande (569 kWh) pero al cambiar de fuente energética, el ahorro económico sí que es significativo, presentando un periodo de retorno bastante aceptable.

Como conclusión se obtienen que las medidas que generan un mayor ahorro económico son las medidas de mejora de la envolvente y que utilizan las energías

renovables, ya que por un lado reduce las demandas en el caso de la envolvente, y en el caso de las renovables son producciones de energía que se hacen en el propio edificio, por lo que ahorran tener que obtenerlas de suministros externos.

### 9.3.2 Comparación en ahorro económico

**Tabla 60. Ahorro económico anual de las medidas de ahorro.**

Nº	Resumen de medidas de ahorro totales	Ahorro económico de la mejora (€/año)
10	Instalación solar fotovoltaica	2.739
12	Bomba da calor Geotérmica	1.888
5	Instalación de caldera de condensación común	1.792
2	Mejora del sistema de aislamiento mediante sistema SATE en fachada	1.543
11	Instalación de caldera común de Biomasa	1.313
4	Instalación de caldera individual a gas natural	946
9	Instalación solar térmica	748
1	Colocación de contraventanas de aluminio y vidrio doble	496
6	Instalación de válvulas termostáticas en radiadores	455
7	Sustitución de lámparas ineficientes	396
8	Instalación de eliminadores de stand-by	215
3	Mejora del aislamiento de cubierta	103

La medida que mayor ahorro económico genera es la instalación solar fotovoltaica. Esta medida genera un ahorro de 2.739 €/año.

En el caso de la bomba de calor geotérmica el ahorro económico que se podría conseguir es de 1.888 €/año.

La sustitución de la instalación individual de calefacción a caldera común de gas natural genera 1.792 €/año.

La mejora de la envolvente mediante el sistema SATE, supone un ahorro de 1.543 €/año.

La colocación de una caldera común de Biomasa generaría un ahorro económico de 1.313 €/año.

La sustitución de la calefacción eléctrica a caldera individual a gas natural genera un ahorro económico de 946 €/año.

En el caso de la instalación solar térmica se consigue un ahorro de 748 €/año.

Tras estas medidas la colocación de contraventanas (496 €/año), la instalación de válvulas termostáticas en radiadores (455 €/año), la sustitución de lámparas ineficientes (396 €/año) y la colocación de regletas anti stand-by (215 €/año). Por último la mejora del aislamiento de cubierta (103 €/año), son las medidas de ahorro con mayor potencial, el resto de propuestas.

La conclusión en este caso es que las medidas que mayor ahorro económico producen son aquellas que producen ahorros en calefacción y ACS, ya que es el uso

que representa la mayor parte del consumo energético del edificio, estas medidas bien actúan, en la reducción de la demanda, como las relativas a la envolvente o válvulas termostáticas, cambio del combustible utilizado por otro más barato, como en el caso de las calderas o la producción mediante energías renovables ya que la energía que producen una vez instaladas es a coste cero prácticamente.

### 9.3.3 Comparación en ahorro de emisiones

**Tabla 61. Ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> anual de las medidas de ahorro.**

Nº	Resumen de medidas de ahorro totales	Ahorro de emisiones de de la mejoras (kg CO <sub>2</sub> /año)
11	Instalación de caldera común de Biomasa	10.643
10	Instalación solar fotovoltaica	6.547
2	Mejora del sistema de aislamiento mediante sistema SATE en fachada	4.749
12	Bomba da calor Geotérmica	3.760
5	Instalación de caldera de condensación común	3.540
9	Instalación solar térmica	2.135
6	Instalación de válvulas termostáticas en radiadores	1.588
1	Colocación de contraventanas de aluminio y vidrio doble	1.527
4	Instalación de caldera individual a gas natural	1.414
7	Sustitución de lámparas ineficientes	900
8	Instalación de eliminadores de stand-by	488
3	Mejora del aislamiento de cubierta	317

La medida que mayor ahorro de emisiones genera es la instalación de una caldera común de Biomasa. Esta medida genera un ahorro de 10.643 kg/año.

La instalación solar fotovoltaica genera 6.547 kg/año.

Estas dos medidas presentan el mayor ahorro de emisiones ya que reducen a cero las emisiones de los consumos a los que sustituyen.

La mejora de la envolvente mediante el sistema SATE, supone un ahorro de 4.749 kg/año.

En el caso de la bomba de calor geotérmica el ahorro económico que se podría conseguir es de 3.760 kg/año.

La instalación de una caldera común que funcione mediante gas natural de condensación genera un ahorro económico de 3.540 kg/año.

En el caso de la instalación solar térmica se consigue un ahorro de 2.135 kg/año.

Tras estas medidas la colocación de válvulas termostáticas en los radiadores (1.588 kg/año), la colocación de ventanas dobles (1.527 kg/año), la instalación de calderas individuales de gas natural (1.414 kg/año), la sustitución de las lámparas ineficientes (900 kg/año) y la colocación de regletas anti stand-by (488 kg/año). Por último la

mejora del aislamiento de cubierta (317 kg/año), son las medidas de ahorro con mayor potencial.

Por último las conclusiones de esta clasificación son que las medidas de energías renovables o limpias, son como era de esperar las que nos proporcionan un mayor ahorro de emisiones ya que en aquellos casos que actúan reducen las emisiones a cero o las anulan, esta también ocurre con las medidas que afectan a la envolvente del edificio.

## 9.4 Efectos Cruzados

El ahorro energético que se consigue mediante la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas no es igual a la suma del ahorro energético individualizado de cada medida. **En una instalación de este tipo el ahorro de la implantación del total de las medidas es inferior a la suma de los ahorros de cada una de ellas.**

Esto se debe a que algunas de las medidas propuestas presentan efectos cruzados.

Dos medidas presentan efectos cruzados cuando afectan al mismo grupo de consumo. Cuando esto ocurra, el ahorro de la acción conjunta de las dos medidas será inferior a la suma de los ahorros producidos por estas calculadas por separado.

En la comunidad de vecinos “La del Manojito de Rosas 15” las medidas que presentan efectos cruzados son las que afectan principalmente a la climatización.

Las medidas en generación de calor para calefacción y generación de frío para refrigeración presentan efectos cruzados entre ellas. Algunas medidas afectan a la propia generación (cambio de caldera), mientras que otras afectan a la mejora de la distribución y control (válvulas termostáticas), disminución de la demanda (mejora de la envolvente), mejora de la eficiencia del sistema o equipo, o al cambio del sistema de climatización y de los equipos terminales. El ahorro de cada medida por separado se ha calculado bajo la hipótesis de que el resto de la instalación no variará. En el momento que el resto de la instalación varía, el ahorro también lo hará, siendo menor, el cálculo del ahorro completo que producirán aplicándose todas ellas se ha hecho mediante simulación con el programa informático CALENER Vyp.

**Tabla 62. Efectos cruzados de las medidas de mejora.**

Situación	Ahorros	
	Ahorro Energético	Ahorro Económico
Sin tener en cuenta los efectos cruzados	42.699	4.154
Teniendo en cuenta los efectos cruzados	36.867	3.475
<b>Efectos cruzados</b>	<b>15,8 %</b>	<b>16,3 %</b>

El efecto cruzado tiene un impacto del 15,8%, en el caso de que los ahorros que produjeran cada una de las medidas por separado, no afectarían al resto, el cual se acentúa aún más en el ahorro económico un 16,3%, por ello es importante tenerlo en

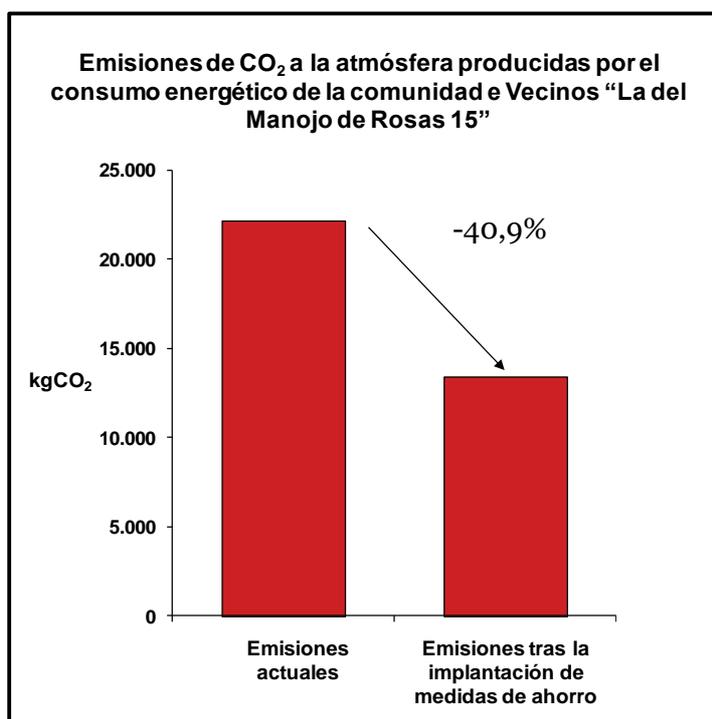
cuanta y no sumar directamente los ahorros generados por las medidas individualmente para obtener el ahorro total del edificio.

## 9.5 Reducción Total de Emisiones

A continuación se muestra una tabla y un gráfico con las emisiones contaminantes procedentes del consumo energético de las instalaciones, las que se emitirán tras la implantación de todas las medidas de ahorro propuestas y la disminución de emisiones que supondrá dicha implantación.

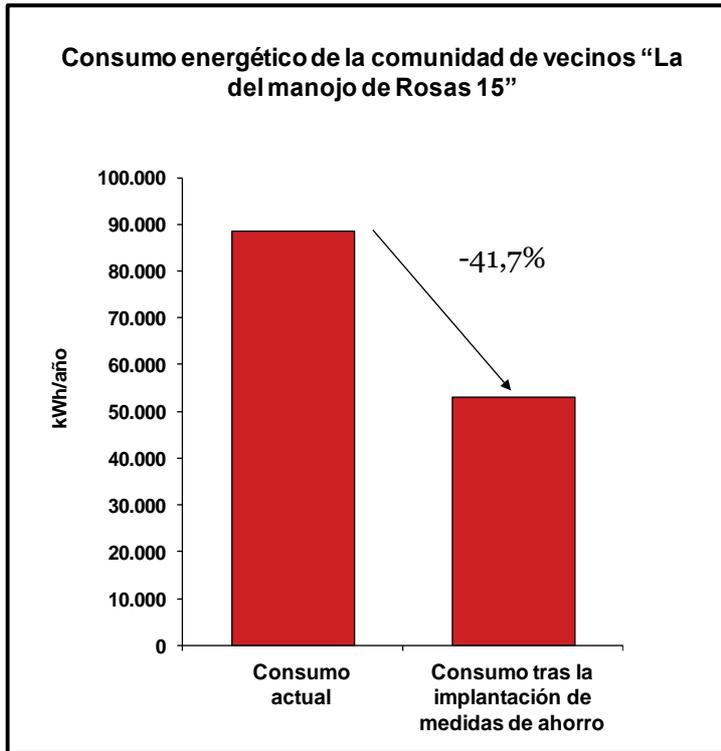
**Tabla 63. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas.**

Contaminante	Unidades	Emisión por consumo energético		Disminución
		Situación actual	Situación final <sup>15</sup>	
Consumo energético	[kWh / año]	88.420	51.553	36.867
Emisiones de CO <sub>2</sub>	[kg / año]	22.138	13.064	9.074



**Gráfica 19. Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>**

<sup>15</sup> Después de la implantación de las medidas.



**Gráfica 20. Ahorro energético.**

# ANEXOS

## ANEXO I - Inventario de equipos y Patrones de Uso por Vivienda

**Tabla 64. Inventario de Equipos.**

Vivienda	Estancia	Equipo	Ud.	Horas/Año	Consumo (kWh/año)
<b>Bajo Izq.</b>	Pasillo	telefonillo	1	250	8
<b>Bajo Izq.</b>	Dormitorio 1	Equipo de música	1	450	79
<b>Bajo Izq.</b>	Dormitorio 1	LCD (30-40 pulg)	1	750	80
<b>Bajo Izq.</b>	Dormitorio 2	Ordenador portátil	1	1.000	86
<b>Bajo Izq.</b>	Dormitorio 2	Impresora pequeña	1	120	39
<b>Bajo Izq.</b>	Dormitorio 2	Equipo de música	1	450	79
<b>Bajo Izq.</b>	Dormitorio 3	Radio grabadora	1	480	10
<b>Bajo Izq.</b>	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg)	1	1.000	103
<b>Bajo Izq.</b>	Salón-Comedor	Videocasete o DVD	1	240	46
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Horno eléctrico	1	160	96
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Vitrocerámica	1	180	216
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Tostadora	1	63	50
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Extractor de Humos	1	500	50
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Nevera	1	8.760	219
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Hervidor	1	53	53
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Microondas	1	125	125
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Lavadora	1	180	315
<b>Bajo Izq.</b>	Cocina	Fuegos a Gas	3	210	1,518
<b>Bajo Drch.</b>	Pasillo	telefonillo	1	230	8
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 2	LCD (30-40 pulg)	1	690	73
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 2	Ordenador portatil	1	750	78
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 2	Radio grabadora	1	120	2
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 3	Equipo de música	1	150	26
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 3	Impresora pequeña	1	120	39
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 3	Ordenador sobremesa	1	460	131
<b>Bajo Drch.</b>	Dormitorio 3	Ventilador	1	180	9
<b>Bajo Drch.</b>	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg)	1	690	90
<b>Bajo Drch.</b>	Salón-Comedor	Videocasete o DVD	1	240	46
<b>Bajo Drch.</b>	Salón-Comedor	Equipo de música	1	450	63
<b>Bajo Drch.</b>	Salón-Comedor	Ordenador	1	690	140

Vivienda	Estancia	Equipo	Ud.	Horas/Año	Consumo (kWh/año)
		sobremesa			
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Vitroc�er�mica	1	200	180
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Horno eléctrico	1	160	96
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Nevera	1	8.760	175
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Lavadora	1	190	238
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Lavavajillas	1	190	257
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Extractor de Humos	1	340	34
<b>Bajo Drch.</b>	Cocina	Termomix	1	150	264
<b>1� Izq.</b>	Pasillo	telefonillo	1	270	9
<b>1� Izq.</b>	Dormitorio 1	Impresora pequeña	1	120	39
<b>1� Izq.</b>	Dormitorio 1	Ordenador portatil	1	750	81
<b>1� Izq.</b>	Dormitorio 2	Radio grabadora	1	240	5
<b>1� Izq.</b>	Sal�n-Comedor	TV Color(32-43pulg)	1	810	229
<b>1� Izq.</b>	Sal�n-Comedor	Ordenador sobremesa	1	810	152
<b>1� Izq.</b>	Sal�n-Comedor	Radio grabadora	1	480	10
<b>1� Izq.</b>	Sal�n-Comedor	Videocasete o DVD	1	240	46
<b>1� Izq.</b>	Sal�n-Comedor	Equipo de música	1	450	79
<b>1� Izq.</b>	Cocina	Lavadora	1	150	263
<b>1� Izq.</b>	Cocina	Microondas	1	51	76
<b>1� Izq.</b>	Cocina	cafetera	1	130	59
<b>1� Izq.</b>	Cocina	Nevera	1	8.760	219
<b>1� Izq.</b>	Cocina	Horno el�ctrico	1	160	96
<b>1� Izq.</b>	Cocina	Fuegos a Gas	4	165	1.011
<b>1� Drch.</b>	Pasillo	telefonillo	1	230	8
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 1	Ordenador sobremesa	1	450	135
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 1	Impresora peque�a	1	120	39
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 1	Ordenador portatil	1	630	76
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 1	Radio grabadora	1	120	2
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 2	LCD (30-40 pulg)	1	540	72
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 2	Videoconsola	1	500	199
<b>1� Drch.</b>	Dormitorio 2	Impresora pequeña	1	120	39

Vivienda	Estancia	Equipo	Ud.	Horas/Año	Consumo (kWh/año)
1º Drch.	Dormitorio 2	Ordenador sobremesa	1	300	125
1º Drch.	Dormitorio 2	Equipo de música	1	150	16
1º Drch.	Dormitorio 3	LCD (30-40 pulg)	1	540	69
1º Drch.	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg)	1	690	85
1º Drch.	Salón-Comedor	Videocasete o DVD	2	100	89
1º Drch.	Cocina	Microondas	1	105	104
1º Drch.	Cocina	Extractor de Humos	1	75	8
1º Drch.	Cocina	Vitrocerámica	1	150	135
1º Drch.	Cocina	Lavavajillas	1	75	142
1º Drch.	Cocina	Horno eléctrico	1	100	60
1º Drch.	Cocina	cafetera	1	90	41
1º Drch.	Cocina	Lavadora	1	140	175
1º Drch.	Cocina	Nevera	1	8.760	197
2º Izq.	Pasillo	telefonillo	1	270	9
2º Izq.	Dormitorio 1	Ordenador portatil	1	1.160	89
2º Izq.	Dormitorio 2	Radio grabadora	1	480	10
2º Izq.	Salón-Comedor	LCD (30-40 pulg)	1	810	82
2º Izq.	Salón-Comedor	Videocasete o DVD	1	240	46
2º Izq.	Cocina	Extractor de Humos	1	500	50
2º Izq.	Cocina	Nevera	1	8.760	219
2º Izq.	Cocina	Microondas	1	68	68
2º Izq.	Cocina	Ordenador portatil	1	1.160	89
2º Izq.	Cocina	Lavadora	1	250	439
2º Izq.	Cocina	Fuegos a Gas	4	260	2.538
2º Drch.	Pasillo	telefonillo	1	270	9
2º Drch.	Dormitorio 1	Equipo de música	2	600	212
2º Drch.	Dormitorio 2	Radio grabadora	1	120	2
2º Drch.	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg)	1	2.160	137
2º Drch.	Salón-Comedor	Videocasete o DVD	1	360	47
2º Drch.	Cocina	cafetera	1	135	61
2º Drch.	Cocina	Horno eléctrico	1	160	96
2º Drch.	Cocina	Lavavajillas	1	90	97

Vivienda	Estancia	Equipo	Ud.	Horas/Año	Consumo (kWh/año)
2º Drch.	Cocina	Extractor de Humos	1	500	50
2º Drch.	Cocina	Lavadora	1	130	196
2º Drch.	Cocina	Microondas	1	65	81
2º Drch.	Cocina	Nevera	1	8.760	219
2º Drch.	Cocina	Fuegos a Gas	4	85	403
3º Izq.	Pasillo	telefonillo	1	270	9
3º Izq.	Dormitorio 1	Equipo de música	1	450	79
3º Izq.	Dormitorio 1	Ventilador	1	180	9
3º Izq.	Dormitorio 1	Tv color (19-21 pulg)	1	1.320	135
3º Izq.	Dormitorio 1	Ordenador portatil	1	1.160	89
3º Izq.	Dormitorio 2	Ordenador sobremesa	1	1.080	164
3º Izq.	Dormitorio 2	Ventilador	1	180	9
3º Izq.	Dormitorio 2	Equipo de música	1	450	79
3º Izq.	Dormitorio 3	LCD (30-40 pulg)	1	1.350	101
3º Izq.	Dormitorio 3	Plancha	1	290	174
3º Izq.	Dormitorio 3	Radio grabadora	1	480	10
3º Izq.	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg)	1	1.080	107
3º Izq.	Salón-Comedor	Ventilador	1	270	13
3º Izq.	Salón-Comedor	Equipo de música	1	450	79
3º Izq.	Salón-Comedor	altavoces	2	300	12
3º Izq.	Cocina	Lavadora	1	180	315
3º Izq.	Cocina	Horno eléctrico	1	200	120
3º Izq.	Cocina	Nevera	1	8.760	219
3º Izq.	Cocina	Microondas	1	130	228
3º Izq.	Cocina	Lavavajillas	1	200	324
3º Izq.	Cocina	Extractor de Humos	1	500	70
3º Izq.	Cocina	Tostadora	1	65	52
3º Izq.	Cocina	Secadora	1	200	420
3º Izq.	Aseo	Equipo de música	1	450	79
3º Izq.	Cocina	Fuegos a Gas	4	190	1.359
3º Drch.	Pasillo	telefonillo	1	270	9
3º Drch.	Dormitorio 1	Radio grabadora	1	480	10

Vivienda	Estancia	Equipo	Ud.	Horas/Año	Consumo (kWh/año)
3º Drch.	Dormitorio 1	Plancha	1	130	78
3º Drch.	Dormitorio 2	Ordenador portatil	1	1.160	89
3º Drch.	Dormitorio 2	Aspiradora vertical	1	150	120
3º Drch.	Salón-Comedor	Equipo de música	1	450	79
3º Drch.	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg.)	1	480	81
3º Drch.	Salón-Comedor	Ordenador portatil	1	1.000	86
3º Drch.	Cocina	Microondas	1	125	218
3º Drch.	Cocina	Lavavajillas	1	150	284
3º Drch.	Cocina	Lavadora	1	150	263
3º Drch.	Cocina	Vitrocerámica	1	180	324
3º Drch.	Cocina	Horno eléctrico	1	80	48
3º Drch.	Cocina	Nevera	1	8.760	219
3º Drch.	Cocina	Extractor de Humos	1	360	36
4º Izq.	Pasillo	telefonillo	1	270	9
4º Izq.	Dormitorio 1	Equipo de música	2	300	105
4º Izq.	Dormitorio 2	Radio grabadora	1	480	10
4º Izq.	Salón-Comedor	LCD (40-60 pulg)	1	1.080	107
4º Izq.	Salón-Comedor	Videocasete o DVD	1	240	46
4º Izq.	Cocina	cafetera	1	270	122
4º Izq.	Cocina	Horno eléctrico	1	160	96
4º Izq.	Cocina	Lavavajillas	1	180	340
4º Izq.	Cocina	Extractor de Humos	1	360	36
4º Izq.	Cocina	Lavadora	1	80	140
4º Izq.	Cocina	Microondas	1	135	136
4º Izq.	Cocina	Vitrocerámica	1	126	153
4º Izq.	Cocina	Nevera	1	8.760	221

## ANEXO II - Características Técnicas de los Equipos de Medida Utilizados en el Estudio

**Tabla 65. Características técnicas.**

Equipo	Marca	Modelo	Año	Características principales	Imagen
<b>Luxómetro</b>	Velleman	DVM1300	2008	<p>Mediciones del nivel de luz: desde 0.01 lux a 50.000 lux</p> <p>Rango de medida: 200,2000,20.000 y 50.000 lux</p> <p>Precisión:                      &lt;10.000lux: <math>\pm 5\%</math> de rdg + 10 dígitos                      &gt;10.000lux: <math>\pm 10\%</math> de rdg + 10 dígitos</p> <p>Repetitibilidad: <math>\pm 2\%</math></p> <p>Fotodetector: fotodiodo de silicio, con filtro.</p>	
<b>Cámara termográfica</b>	FLIR	E40	2007	<p>Rango de medida de -20 a 650°C</p> <p>Sensibilidad térmica 0,07°C</p> <p>Matriz 160 x 120</p> <p>Software propio de tratamiento de imágenes y elaboración de informes</p>	
<b>Analizador de vidrios</b>	Merlin Lazer	Glass Measurement Gauge	2008	Identificador de grosor de las distintas capas que componen un vidrio	