

## **Estudio de medidas de mejora**

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN DE RESULTADOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Análisis energético.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Análisis económico.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANÁLISIS ENERGÉTICO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Demanda energética del edificio.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Consumo de energía final y coste de la energía.....</b>	<b>7</b>
2.2.1. Consumo de energía final desglosado por servicio técnico.....	7
2.2.2. Coste de la energía desglosado por servicio técnico.....	7
2.2.3. Consumo de energía final desglosado por vector energético.....	7
<b>2.3. Consumo de energía primaria.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. Emisiones.....</b>	<b>9</b>
<b>2.5. Resultados numéricos de las alternativas de diseño.....</b>	<b>10</b>
2.5.1. SR: Situación de referencia (Situación de referencia).....	10
2.5.2. M1: Vidrios con control solar.....	10
2.5.3. M2: Instalación de paneles solares fotovoltaicos.....	11
<b>3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Costes y subvenciones.....</b>	<b>12</b>
3.1.1. Vidrios con control solar.....	12
3.1.2. Instalación de paneles solares fotovoltaicos.....	12
<b>3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN.....</b>	<b>14</b>
3.3.1. Vidrios con control solar.....	15
3.3.2. Instalación de paneles solares fotovoltaicos.....	16

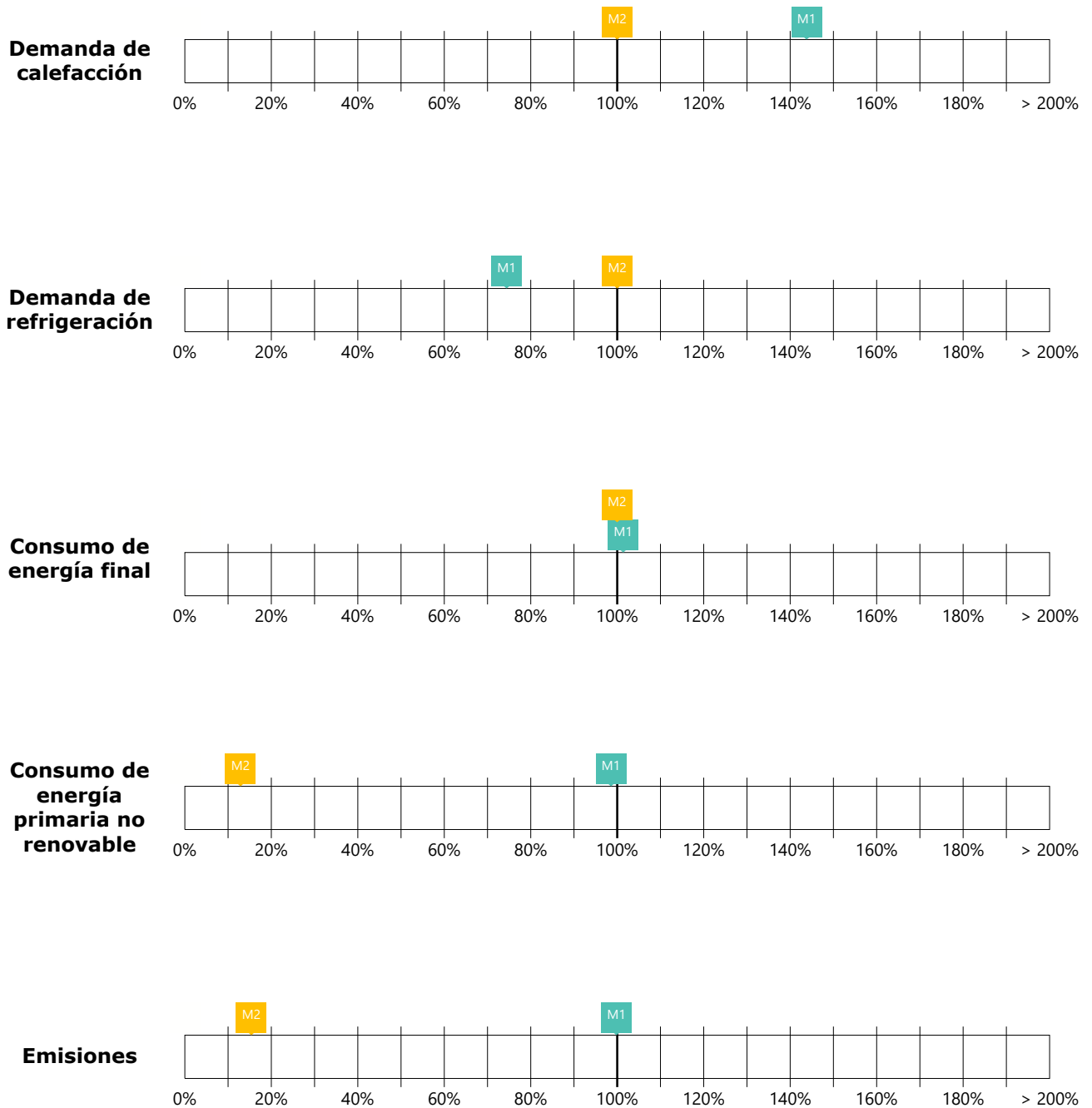
# Estudio de medidas de mejora

## 1. RESUMEN DE RESULTADOS

### 1.1. Análisis energético

Superficie útil (m²)	Demanda de calefacción (kWh/m²·Año)		Demanda de refrigeración (kWh/m²·Año)		Consumo de energía final (kWh/m²·Año)		Consumo de energía primaria no renovable (kWh/m²·Año)		Emisiones (kg CO2/m² ·Año)	
SR: Situación de referencia (Situación de referencia)										
441.10	7.26	100.00%	23.97	100.00%	41.01	100.00%	66.98	100.00%	11.70	100.00%
M1: Vidrios con control solar										
441.10	10.44	143.80%	17.84	74.43%	41.58	101.39%	66.02	98.57%	11.68	99.83%
M2: Instalación de paneles solares fotovoltaicos										
441.10	7.26	100.00%	23.97	100.00%	41.00	99.98%	8.63	12.88%	1.80	15.38%

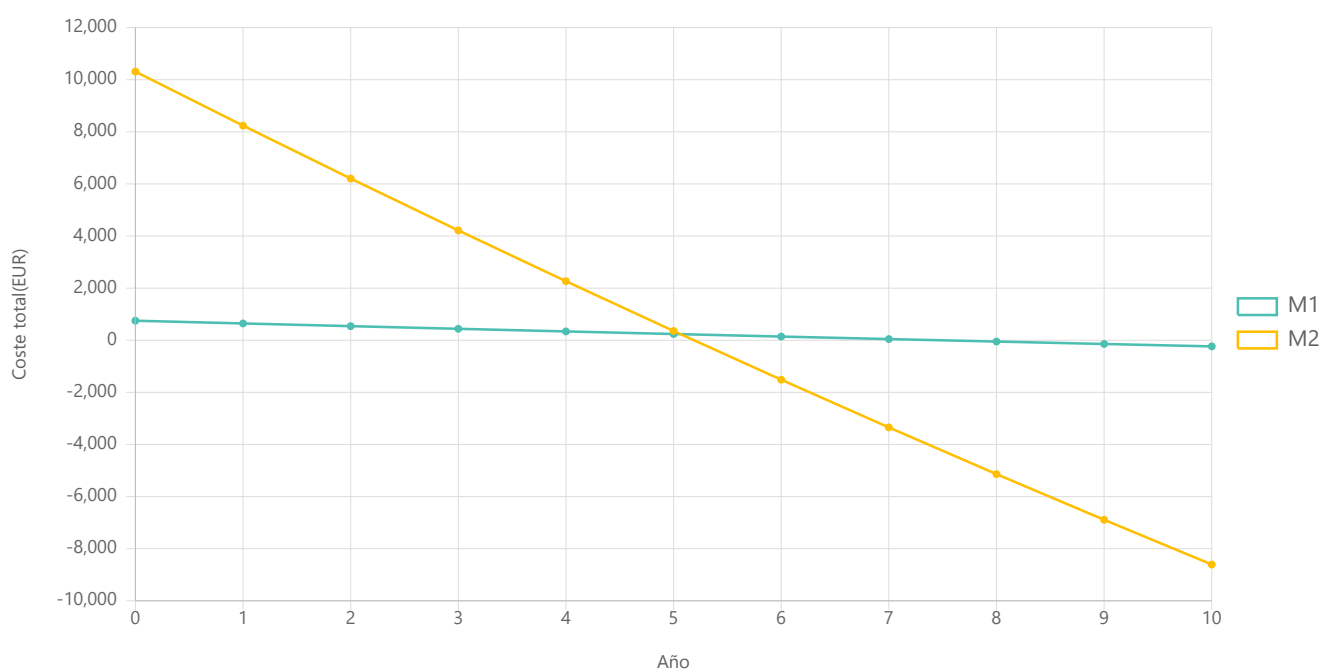
## Estudio de medidas de mejora



# Estudio de medidas de mejora

## 1.2. Análisis económico

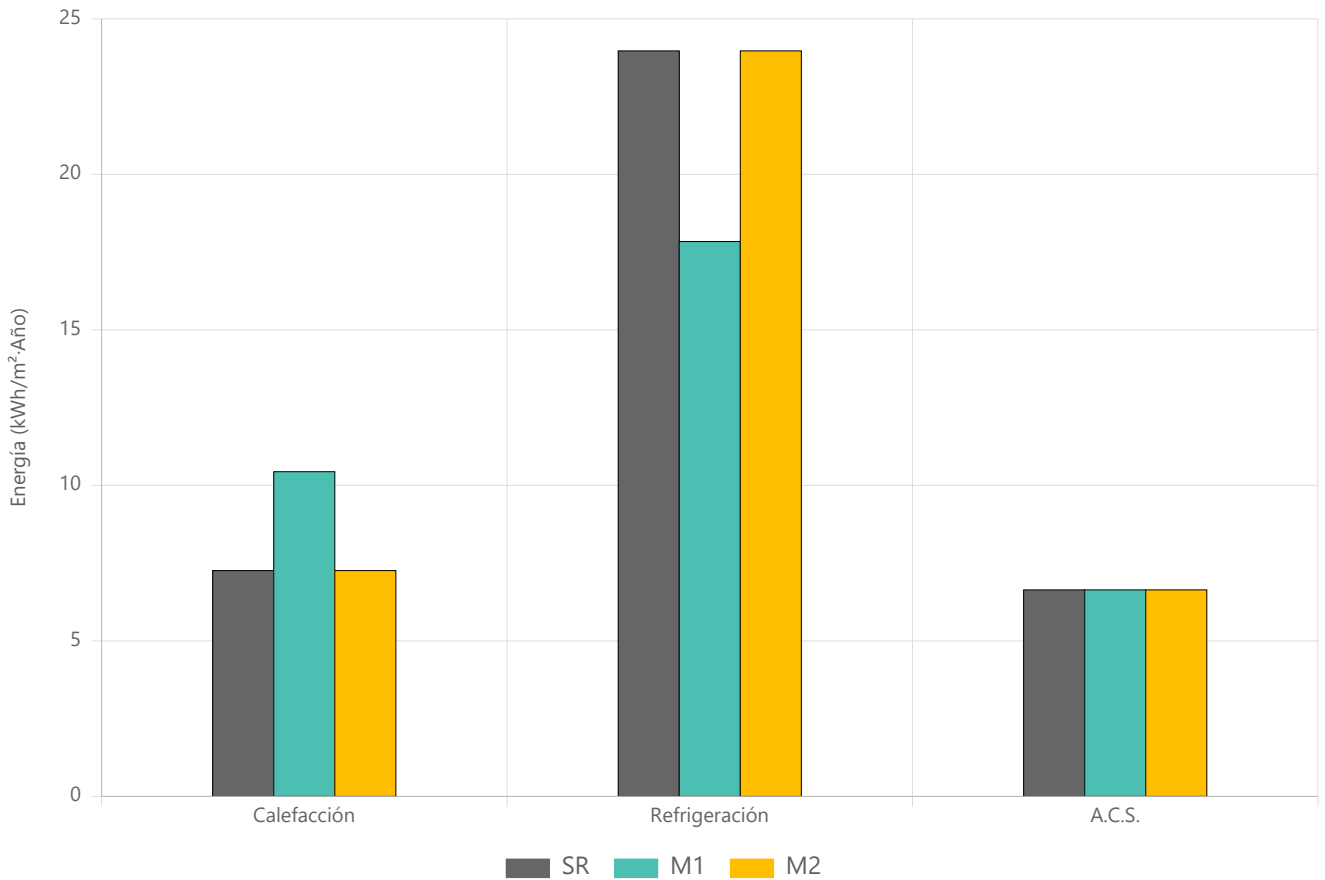
Superficie útil (m²)	Coste neto de la inversión (EUR)	Coste de la energía (EUR/Año)	Ahorro neto (EUR/Año)		Recuperación de la inversión (Año)	VAN (Año)
SR: Situación de referencia (Situación de referencia)						
441.10	-	2768.19	-	-	-	-
M1: Vidrios con control solar						
441.10	750.00	2661.63	106.57	3.85%	7.04	7.47
M2: Instalación de paneles solares fotovoltaicos						
441.10	10312.00	212.97	2115.22	76.41%	4.88	5.19



# Estudio de medidas de mejora

## 2. ANÁLISIS ENERGÉTICO

### 2.1. Demanda energética del edificio.

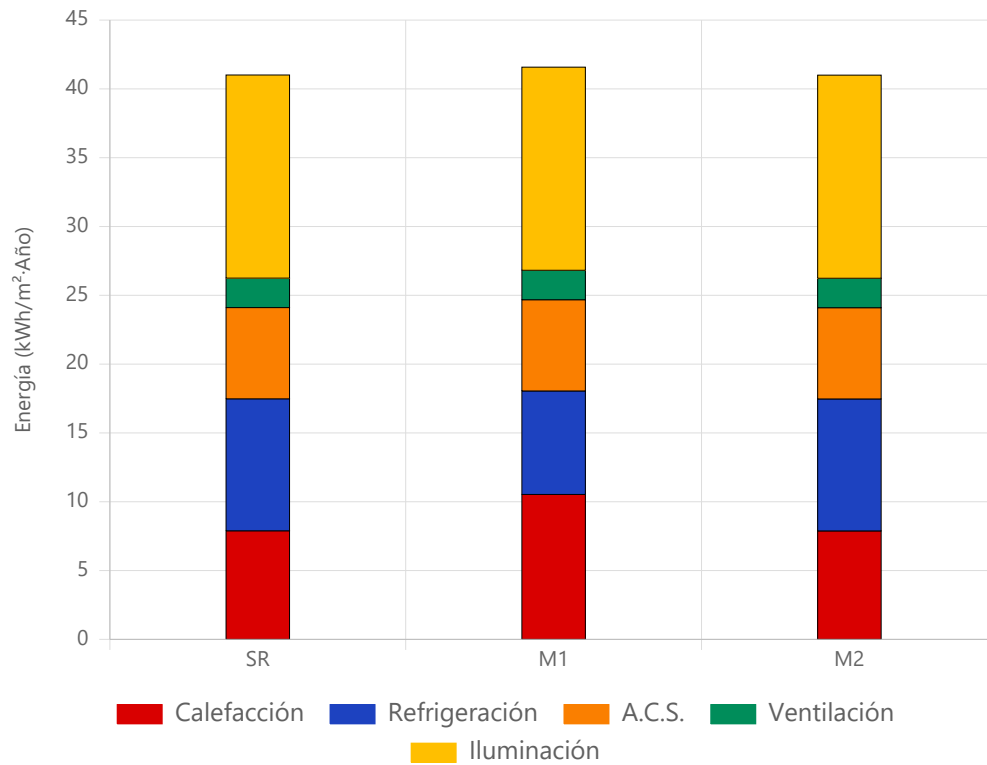


Superficie útil (m²)	Demanda de calefacción		Demanda de refrigeración		Demanda de ACS	
	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro	(kWh/m²·Año)	Ahorro
<b>SR: Situación de referencia (Situación de referencia)</b>						
441.10	7.26	-	23.97	-	6.64	-
<b>M1: Vidrios con control solar</b>						
441.10	10.44	-43.80%	17.84	25.57%	6.64	0.00%
<b>M2: Instalación de paneles solares fotovoltaicos</b>						
441.10	7.26	0.00%	23.97	0.00%	6.64	0.00%

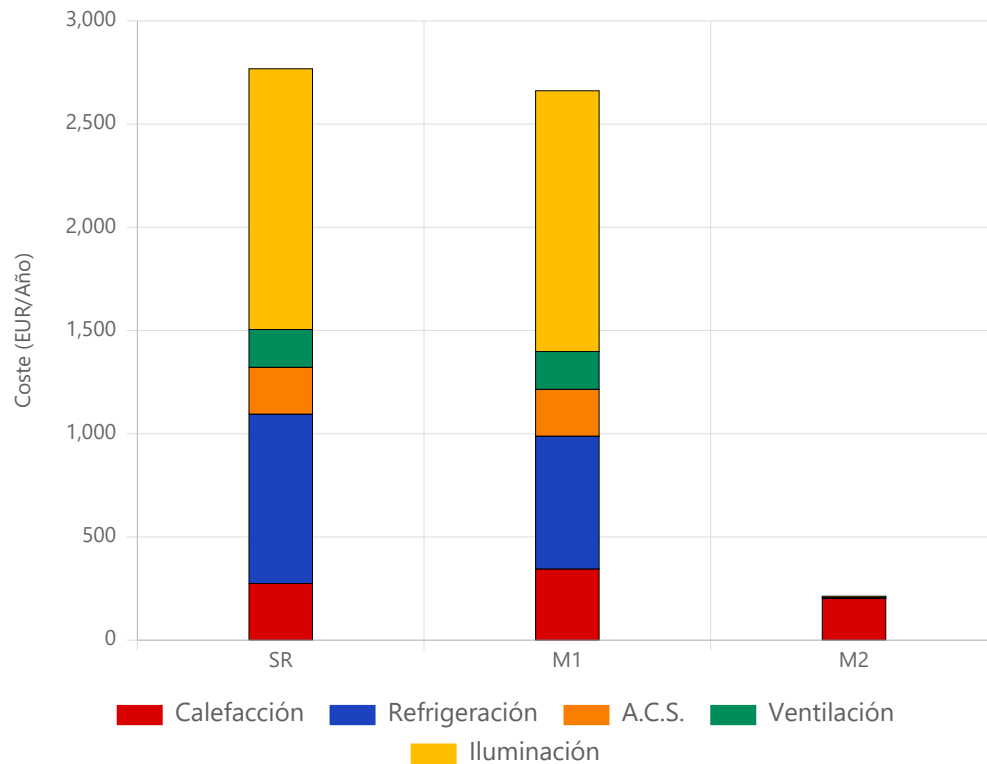
## Estudio de medidas de mejora

### 2.2. Consumo de energía final y coste de la energía

#### 2.2.1. Consumo de energía final desglosado por servicio técnico

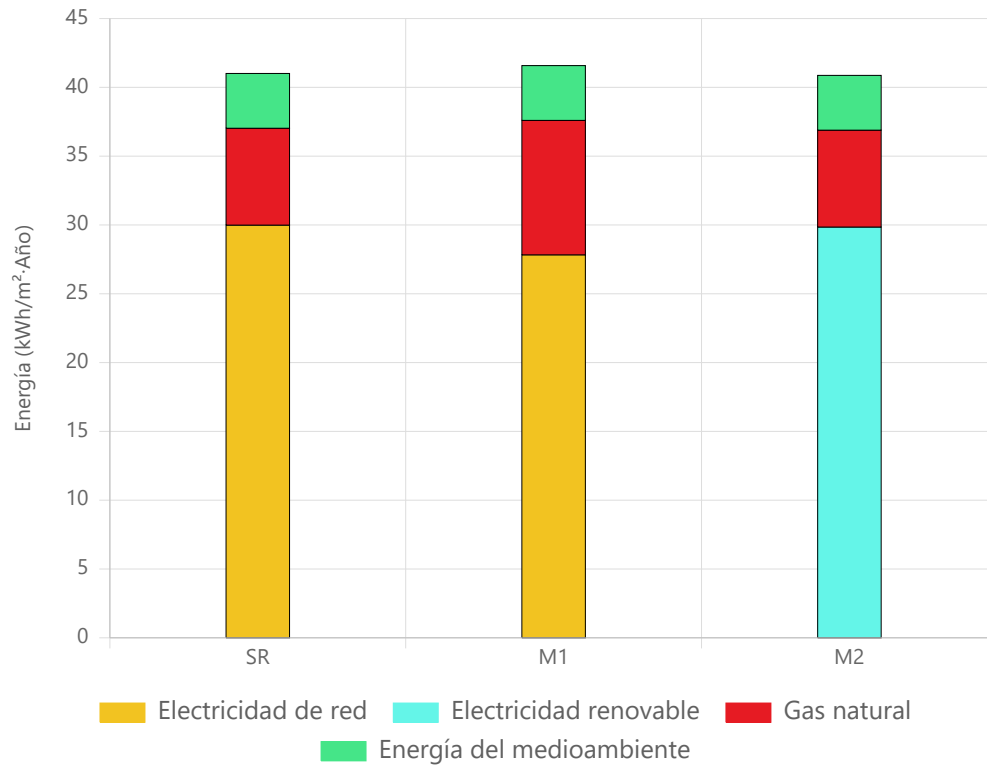


#### 2.2.2. Coste de la energía desglosado por servicio técnico



## Estudio de medidas de mejora

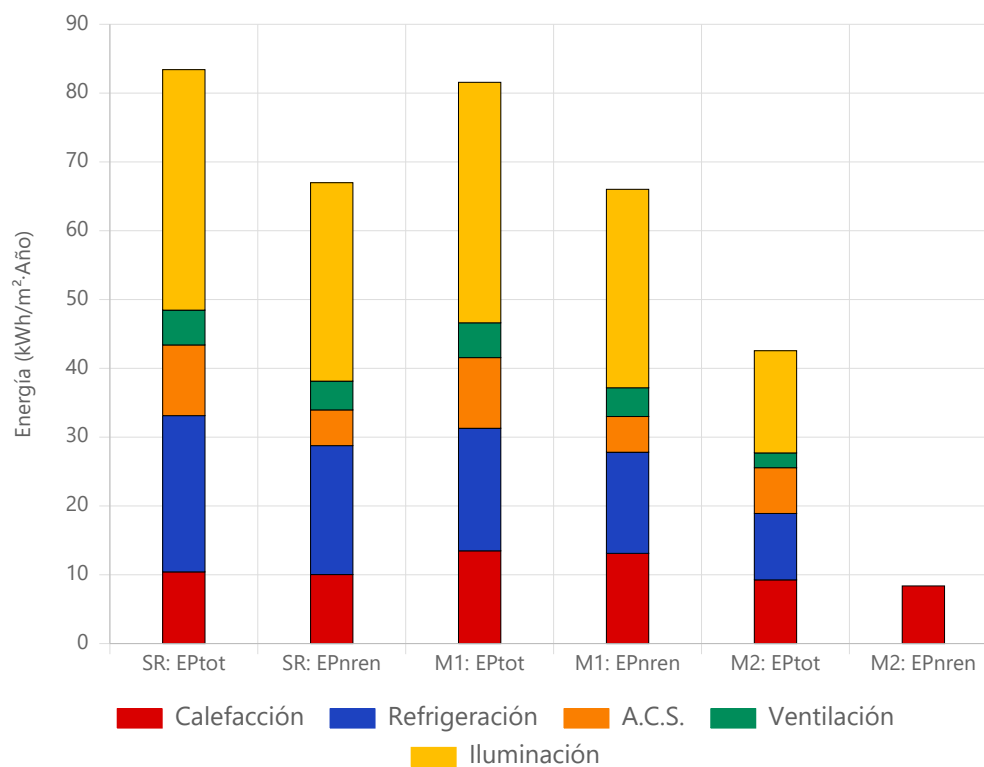
### 2.2.3. Consumo de energía final desglosado por vector energético





## Estudio de medidas de mejora

### 2.3. Consumo de energía primaria



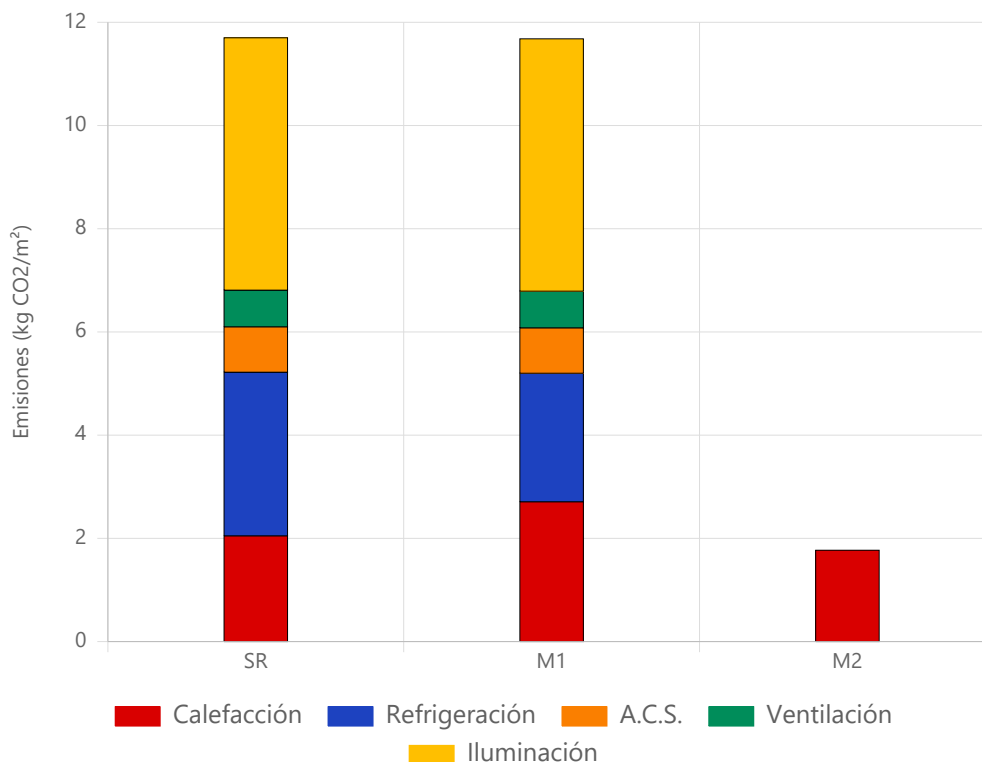
donde:

**EP<sub>tot</sub>**: Consumo de energía primaria total

**EP<sub>nren</sub>**: Consumo de energía primaria de origen no renovable

# Estudio de medidas de mejora

## 2.4. Emisiones



## 2.5. Resultados numéricos de las alternativas de diseño

### 2.5.1. SR: Situación de referencia (Situación de referencia)

Proyecto de nueva construcción de edificio de oficinas en Madrid.

Superficie útil: 441.10 m²		Energía final (kWh/m²·Año)	Coste de la energía (EUR/Año)	Energía primaria (kWh/m²·Año)	Energía primaria no renovable (kWh/m²·Año)	Emisiones (kg CO2/m² ·Año)
Calefacción	Electricidad de red	0.85	72.74	2.01	1.66	0.28
	Gas natural	7.04	201.85	8.41	8.37	1.77
	<b>Total</b>	<b>7.89</b>	<b>274.58</b>	<b>10.42</b>	<b>10.03</b>	<b>2.05</b>
Refrigeración	Electricidad de red	9.59	820.65	22.71	18.74	3.17
	<b>Total</b>	<b>9.59</b>	<b>820.65</b>	<b>22.71</b>	<b>18.74</b>	<b>3.17</b>
A.C.S.	Electricidad de red	2.65	226.77	6.29	5.19	0.88
	Energía del medioambiente	3.98	0.00	3.98	0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>6.63</b>	<b>226.77</b>	<b>10.27</b>	<b>5.19</b>	<b>0.88</b>
Ventilación	Electricidad de red	2.14	183.13	5.06	4.18	0.71
	<b>Total</b>	<b>2.14</b>	<b>183.13</b>	<b>5.06</b>	<b>4.18</b>	<b>0.71</b>
Iluminación	Electricidad de red	14.76	1263.06	34.95	28.84	4.89
	<b>Total</b>	<b>14.76</b>	<b>1263.06</b>	<b>34.95</b>	<b>28.84</b>	<b>4.89</b>
<b>TOTAL</b>		<b>41.01</b>	<b>2768.19</b>	<b>83.41</b>	<b>66.98</b>	<b>11.70</b>

### 2.5.2. M1: Vidrios con control solar

Se añade la característica de control solar a los vidrios de las ventanas orientadas a sur y a este, con el fin de mejorar la demanda de refrigeración del edificio. Se proponen vidrios con un factor solar de 0.3, en lugar del factor solar de 0.6 que aparece en proyecto.

## Estudio de medidas de mejora

		Energía final		Coste de la energía		Energía primaria		Energía primaria no renovable		Emisiones	
Superficie útil: 441.10 m <sup>2</sup>		(kWh/m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro	(EUR/Año)	Ahorro	(kWh/m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro	(kWh/m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro	(kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro
Calefacción	Electricidad de red	0.76	10.59%	65.04	10.59%	1.81	9.95%	1.49	10.24%	0.25	10.71%
	Gas natural	9.77	-38.78%	280.12	-38.78%	11.67	-38.76%	11.62	-38.83%	2.46	-38.98%
	<b>Total</b>	<b>10.53</b>	<b>-33.46%</b>	<b>345.16</b>	<b>-25.70%</b>	<b>13.48</b>	<b>-29.37%</b>	<b>13.11</b>	<b>-30.71%</b>	<b>2.71</b>	<b>-32.20%</b>
Refrigeración	Electricidad de red	7.52	21.58%	643.51	21.58%	17.81	21.58%	14.70	21.56%	2.49	21.45%
	<b>Total</b>	<b>7.52</b>	<b>21.58%</b>	<b>643.51</b>	<b>21.58%</b>	<b>17.81</b>	<b>21.58%</b>	<b>14.70</b>	<b>21.56%</b>	<b>2.49</b>	<b>21.45%</b>
A.C.S.	Electricidad de red	2.65	0.00%	226.77	0.00%	6.29	0.00%	5.19	0.00%	0.88	0.00%
	Energía del medioambiente	3.98	0.00%	0.00	-	3.98	0.00%	0.00	-	0.00	-
	<b>Total</b>	<b>6.63</b>	<b>0.00%</b>	<b>226.77</b>	<b>0.00%</b>	<b>10.27</b>	<b>0.00%</b>	<b>5.19</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.88</b>	<b>0.00%</b>
Ventilación	Electricidad de red	2.14	0.00%	183.13	0.00%	5.06	0.00%	4.18	0.00%	0.71	0.00%
	<b>Total</b>	<b>2.14</b>	<b>0.00%</b>	<b>183.13</b>	<b>0.00%</b>	<b>5.06</b>	<b>0.00%</b>	<b>4.18</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.71</b>	<b>0.00%</b>
Iluminación	Electricidad de red	14.76	0.00%	1263.06	0.00%	34.95	0.00%	28.84	0.00%	4.89	0.00%
	<b>Total</b>	<b>14.76</b>	<b>0.00%</b>	<b>1263.06</b>	<b>0.00%</b>	<b>34.95</b>	<b>0.00%</b>	<b>28.84</b>	<b>0.00%</b>	<b>4.89</b>	<b>0.00%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>41.58</b>	<b>-1.39%</b>	<b>2661.63</b>	<b>3.85%</b>	<b>81.57</b>	<b>2.21%</b>	<b>66.02</b>	<b>1.43%</b>	<b>11.68</b>	<b>0.17%</b>

### 2.5.3. M2: Instalación de paneles solares fotovoltaicos

Instalación de paneles solares fotovoltaicos en las cubiertas del edificio, ocupando una superficie de 60 m<sup>2</sup>. Se estima una producción anual de 19300 kWh.

		Energía final		Coste de la energía		Energía primaria		Energía primaria no renovable		Emisiones	
Superficie útil: 441.10 m <sup>2</sup>		(kWh/m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro	(EUR/Año)	Ahorro	(kWh/m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro	(kWh/m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro	(kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·Año)	Ahorro
Calefacción	Electricidad de red	0.00	100.00%	0.00	100.00%	0.01	99.50%	0.01	99.40%	0.00	100.00%
	Electricidad renovable	0.84	-	0.00	-	0.84	-	0.00	-	0.00	-
	Gas natural	7.04	0.00%	201.85	0.00%	8.41	0.00%	8.37	0.00%	1.77	0.00%
	<b>Total</b>	<b>7.88</b>	<b>0.13%</b>	<b>201.85</b>	<b>26.49%</b>	<b>9.26</b>	<b>11.13%</b>	<b>8.38</b>	<b>16.45%</b>	<b>1.77</b>	<b>13.66%</b>
Refrigeración	Electricidad de red	0.04	99.58%	3.42	99.58%	0.10	99.56%	0.08	99.57%	0.01	99.68%
	Electricidad renovable	9.55	-	0.00	-	9.55	-	0.00	-	0.00	-
	<b>Total</b>	<b>9.59</b>	<b>0.00%</b>	<b>3.42</b>	<b>99.58%</b>	<b>9.65</b>	<b>57.51%</b>	<b>0.08</b>	<b>99.57%</b>	<b>0.01</b>	<b>99.68%</b>
A.C.S.	Electricidad de red	0.01	99.62%	0.86	99.62%	0.03	99.52%	0.02	99.61%	0.00	100.00%
	Electricidad renovable	2.64	-	0.00	-	2.64	-	0.00	-	0.00	-
	Energía del medioambiente	3.98	0.00%	0.00	-	3.98	0.00%	0.00	-	0.00	-
	<b>Total</b>	<b>6.63</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.86</b>	<b>99.62%</b>	<b>6.65</b>	<b>35.25%</b>	<b>0.02</b>	<b>99.61%</b>	<b>0.00</b>	<b>-</b>
Ventilación	Electricidad de red	0.01	99.53%	0.86	99.53%	0.02	99.60%	0.02	99.52%	0.00	100.00%
	Electricidad renovable	2.13	-	0.00	-	2.13	-	0.00	-	0.00	-
	<b>Total</b>	<b>2.14</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.86</b>	<b>99.53%</b>	<b>2.15</b>	<b>57.51%</b>	<b>0.02</b>	<b>99.52%</b>	<b>0.00</b>	<b>-</b>
Iluminación	Electricidad de red	0.07	99.53%	5.99	99.53%	0.16	99.54%	0.13	99.55%	0.02	99.59%
	Electricidad renovable	14.69	-	0.00	-	14.69	-	0.00	-	0.00	-
	<b>Total</b>	<b>14.76</b>	<b>0.00%</b>	<b>5.99</b>	<b>99.53%</b>	<b>14.85</b>	<b>57.51%</b>	<b>0.13</b>	<b>99.55%</b>	<b>0.02</b>	<b>99.59%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>41.00</b>	<b>0.02%</b>	<b>212.97</b>	<b>92.31%</b>	<b>42.56</b>	<b>48.97%</b>	<b>8.63</b>	<b>87.12%</b>	<b>1.80</b>	<b>84.62%</b>

## Estudio de medidas de mejora

### 3. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS

#### 3.1. Costes y subvenciones

##### 3.1.1. Vidrios con control solar

###### 3.1.1.1. Costes de inversión

Descripción	Importe (EUR/Año)
Estimado	750.00

##### 3.1.2. Instalación de paneles solares fotovoltaicos

###### 3.1.2.1. Costes de inversión

Descripción	Ud	Cantidad	Precio (EUR/Ud)	Importe (EUR)
<b>Presupuesto de ejecución</b>				
Materiales	Ud	1.00	9300.00	9300.00
Mano de obra	Ud	1.00	1300.00	1300.00
<b>Total presupuesto</b>				<b>10600.00</b>
<b>Costes asociados</b>				
Costes directos complementarios	%	2.00	-	212.00
<b>Total costes asociados</b>				<b>212.00</b>
<b>COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN</b>				<b>10812.00</b>

###### 3.1.2.2. Subvenciones y ayudas

Descripción	Importe (Año)
Subvención	500.00
<b>Total</b>	<b>500.00</b>

###### 3.1.2.3. Coste de mantenimiento

Descripción	Importe (EUR/Año)
Costes de mantenimiento anuales	440.00
<b>Total</b>	<b>440.00</b>

#### 3.2. Análisis estático de la recuperación de la inversión

El plazo de recuperación de la inversión, indicado en años, se obtiene dividiendo el coste neto de la inversión por el ahorro neto anual generado por la medida de mejora

$$\text{Tiempo de retorno} = \frac{\Delta \text{Coste neto de la inversión}}{\text{Ahorro neto anual}}$$

Si se ha asignado un coste de inversión a la situación de referencia, se considerará la diferencia de costes entre la medida de mejora y la situación de referencia.

El coste neto de la inversión corresponde a la suma de los costes de las medidas de mejora, restando las subvenciones y ayudas que se pueden obtener.

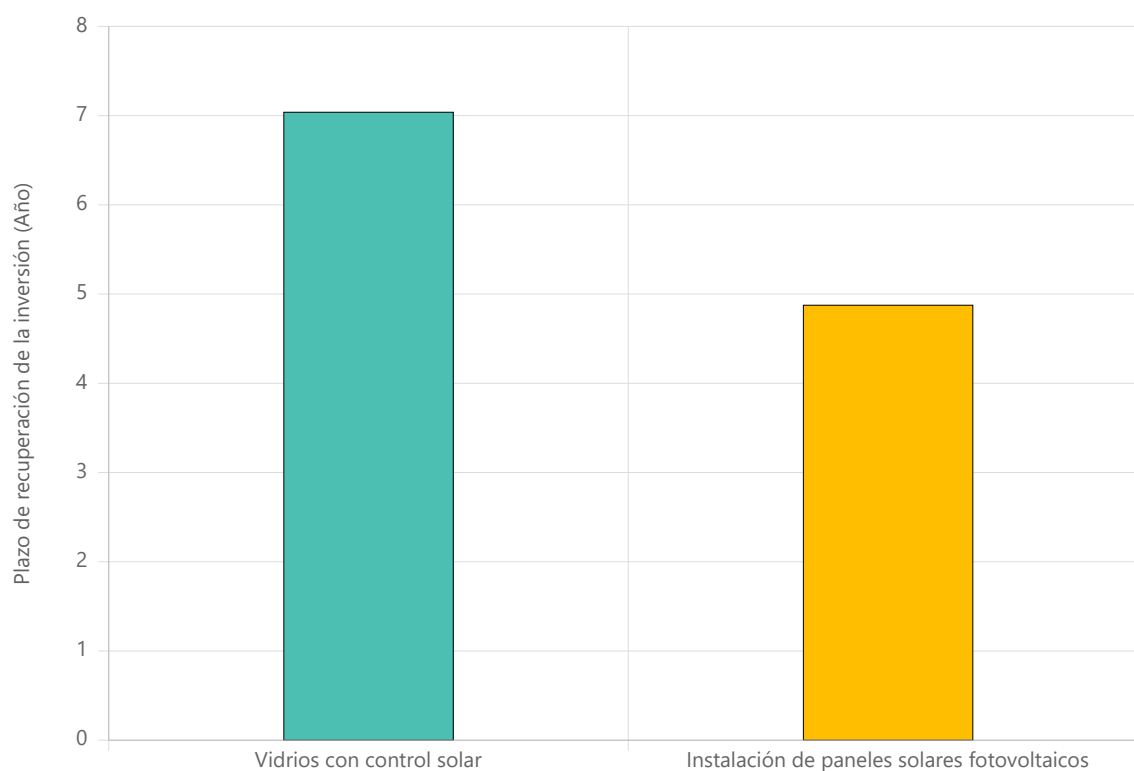
$$\text{Coste neto de la inversión} = \text{Coste de la inversión} - \text{Subvenciones y ayudas}$$

El ahorro neto anual corresponde al ahorro energético generado por la medida de mejora, del cual es necesario restar el coste anual de mantenimiento.

## Estudio de medidas de mejora

$$\text{Ahorro neto anual} = \text{Ahorro anual} - \Delta \text{Coste anual de mantenimiento}$$

Coste neto de la inversión				Ahorro neto anual		Plazo de recuperación de la inversión	
Inversión (EUR)	Subvenciones (EUR)	Coste neto (EUR)	Coste de la energía (EUR/Año)	Ahorro (EUR)	Mantenimiento (EUR/Año)	Ahorro neto (EUR/Año)	(Año)
<b>SR: Situación de referencia (Situación de referencia)</b>							
-	-	-	2768.19	-	-	-	-
<b>M1: Vidrios con control solar</b>							
750.00	0.00	750.00	2661.63	106.57	0.00	106.57	7.04
<b>M2: Instalación de paneles solares fotovoltaicos</b>							
10812.00	500.00	10312.00	212.97	2555.22	440.00	2115.22	4.88



## Estudio de medidas de mejora

### 3.3. Análisis dinámico de la recuperación de la inversión: VAN

Se ha utilizado el Valor Actual Neto (VAN) como criterio dinámico de valoración de la inversión, con el objetivo de determinar el plazo de recuperación de la inversión de una forma más ajustada a la realidad.

Este criterio está basado en la determinación de los beneficios futuros a partir de la variación de los tipos de interés en el tiempo y de los flujos de caja generados por el proyecto. El resultado se indica como la diferencia entre los beneficios futuros y el coste neto de la inversión.

$$VAN = \text{Ahorros futuros actualizados} - \Delta \text{Coste neto de la inversión}$$

Los ahorros futuros actualizados han sido determinados teniendo en cuenta el incremento de los costes de la energía y de la tasa de descuento, mediante la actualización de los flujos de caja de la inversión.

Han sido considerados como flujos positivos todos los beneficios generados como resultado de la mejora de la eficiencia energética del edificio, y como flujos negativos todos los costes derivados del mantenimiento correspondiente a las medidas de mejora introducidas en el proyecto.

La tasa de descuento definida en el proyecto corresponde a la diferencia entre el tipo de interés nominal y la inflación.

$$\text{Ahorros futuros actualizados} = \text{Ahorro energético actualizado} - \text{Gastos de mantenimiento actualizados}$$

El ahorro energético actualizado se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Ahorro energético actualizado} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + \Delta P_{\text{energía}})}{(1 + T_{\text{descuento}})} \right]^i \times \text{Ahorro energético anual}$$

$\Delta P_{\text{Energía}}$ : Incremento anual del coste de la energía

$T_{\text{descuento}}$ : Tasa de descuento (Tipo de interés nominal - inflación prevista)

El coste de mantenimiento actualizado se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Gastos de mantenimiento actualizados} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(1 + T_{\text{inflación}})}{(1 + T_{\text{interés}})} \right]^i \times \Delta \text{Gasto anual de mantenimiento}$$

$T_{\text{inflación}}$ : Inflación prevista

$T_{\text{intereses}}$ : Tipo de interés nominal

El cálculo dinámico (VAN) determina el coste neto de la inversión como el sumatorio de los costes de las medidas de mejora menos el importe de las subvenciones y deducciones relacionadas con dichas medidas de mejora.

$$\text{Coste neto de la inversión} = \text{Coste de la inversión} - \text{Subvenciones y ayudas}$$

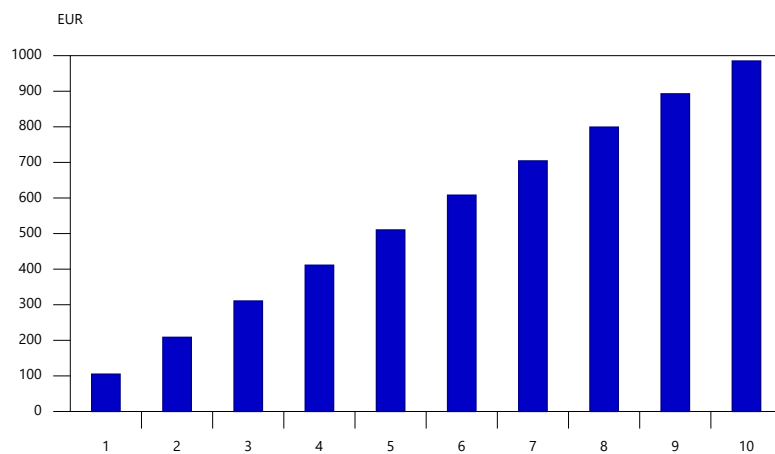
Incremento anual del coste de la energía	3.00%
Tasa de descuento	4.50%
Inflación prevista	1.20%
Tipo de interés nominal	0.00%

## Estudio de medidas de mejora

### 3.3.1. Vidrios con control solar

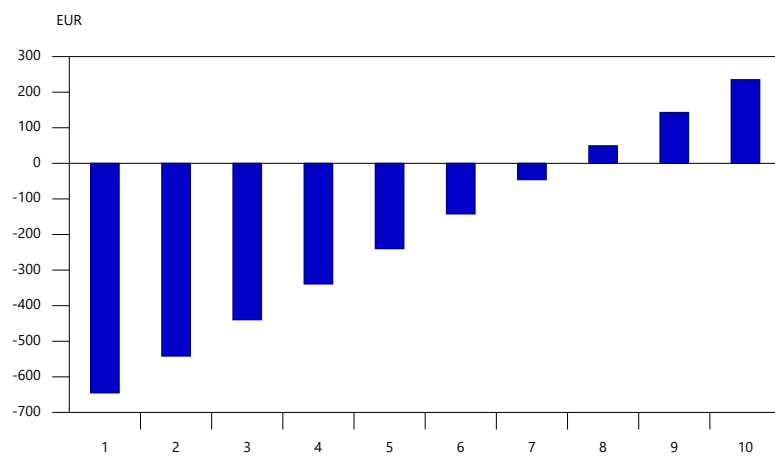
Plazo (Año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
-	-	-	-	-	-750.00
1	105.04	105.04	0.00	0.00	-644.96
2	103.53	208.56	0.00	0.00	-541.44
3	102.04	310.61	0.00	0.00	-439.39
4	100.58	411.18	0.00	0.00	-338.82
5	99.13	510.32	0.00	0.00	-239.68
6	97.71	608.03	0.00	0.00	-141.97
7	96.31	704.34	0.00	0.00	-45.66
8	94.93	799.26	0.00	0.00	49.26
9	93.56	892.82	0.00	0.00	142.82
10	92.22	985.04	0.00	0.00	235.04

Ahorros futuros



Año

VAN



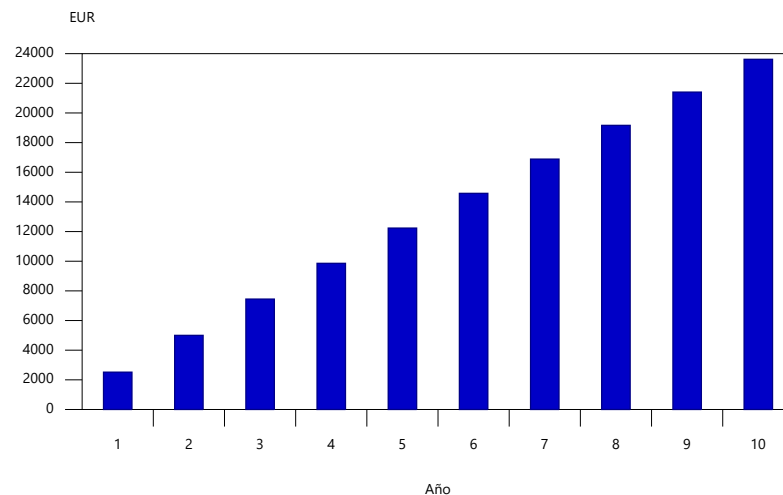
Año

## Estudio de medidas de mejora

### 3.3.2. Instalación de paneles solares fotovoltaicos

Plazo (Año)	Ahorro energético		Coste de mantenimiento		VAN Ahorro total (EUR)
	Parciales	Acumulados	Parciales	Acumulados	
-	-	-	-	-	-10312.00
1	2518.54	2518.54	445.28	445.28	-8238.74
2	2482.39	5000.94	450.62	895.90	-6206.97
3	2446.76	7447.70	456.03	1351.93	-4216.24
4	2411.64	9859.34	461.50	1813.44	-2266.10
5	2377.02	12236.36	467.04	2280.48	-356.12
6	2342.90	14579.26	472.65	2753.12	1514.14
7	2309.27	16888.53	478.32	3231.44	3345.09
8	2276.12	19164.66	484.06	3715.50	5137.16
9	2243.45	21408.11	489.87	4205.37	6890.75
10	2211.25	23619.36	495.74	4701.11	8606.25

Ahorros futuros



VAN

