

# AUDITORÍA ENERGÉTICA

## CEIP EL FARO

### INFORME DE RESULTADOS

Noviembre 2018



STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



Cliente: Diputación de Huelva

Fecha de visita: Octubre 2018

Elaborado por:

Javier De Armentía  
Alberto Sánchez Ibáñez

Consultor de Eficiencia Energética

Revisado por:

Alejandro Morell Fernández

Jefe de Proyecto (Ingeniero Certificado en  
Medición y Verificación (CMVP- EVO))



## ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO .....	10
2	DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO .....	13
3	MOTIVACIÓN Y OBJETO.....	15
4	METODOLOGÍA .....	16
4.1	DESARROLLO DEL TRABAJO .....	16
4.2	CRITERIOS AMBIENTALES: NIVEL DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> POR CONSUMO DE ENERGÍA.....	17
4.3	CRITERIOS ECONÓMICOS: CICLO DE VIDA DE LAS MEDIDAS CON INVERSIÓN .....	18
5	CONSUMOS ENERGÉTICOS .....	19
5.1	SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD .....	19
5.2	SUMINISTRO DE BUTANO.....	21
6	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	22
6.1	CALEFACCIÓN .....	22
6.2	REFRIGERACIÓN.....	22
6.3	GENERACIÓN DE ACS .....	23
6.4	ILUMINACIÓN .....	23
6.5	EQUIPOS .....	25
6.6	ENVOLVENTE.....	26
7	BALANCE ENERGÉTICO.....	29
7.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO .....	29
7.2	BALANCE ENERGÉTICO POR USOS .....	30
7.3	BALANCE ELÉCTRICO POR USOS .....	31
7.4	BALANCE DE BUTANO POR USOS.....	32
8	LÍNEA DE BASE .....	33
8.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE .....	33
8.1.1	SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA .....	33
8.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO .....	33
8.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN .....	34
8.1.4	SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO.....	34
8.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	35
8.3	LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA.....	39
9	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS .....	41



9.1	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS .....	42
9.1.1	ILUMINACIÓN .....	42
9.1.1.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED .....	42
9.1.1.2	Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural.....	45
9.1.2	EQUIPOS .....	47
9.1.2.1	Instalación de sobre-enchufes (Plugwise).....	47
9.1.3	ENERGÍAS RENOVABLES .....	48
9.1.3.1	Solar fotovoltaica .....	48
9.1.1	FACTURACIÓN ELÉCTRICA.....	56
9.1.1.1	Optimización de la potencia contratada .....	56
9.2	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS .....	58
9.2.1	CLIMATIZACIÓN .....	58
9.2.1.1	Sustitución de calefactores por bombas de calor .....	58
9.2.2	ILUMINACIÓN .....	59
9.2.2.1	Sustitución de lámparas convencionales por LED .....	59
9.2.3	EQUIPOS .....	60
9.2.3.1	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by.....	60
10	MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO.....	62
10.1.1	TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.....	62
11	BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN .....	63
11.1	REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS.....	63
11.2	CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR .....	64
11.3	LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES .....	65
11.4	DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS.....	66
12	CONCLUSIONES.....	67
12.1	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS .....	67
12.2	MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS.....	71
12.3	FLUJO DE CAJA .....	73
12.4	REDUCCIÓN DE EMISIONES .....	74
12.5	PLAN DE ACTUACIÓN .....	75
13	ANEXOS.....	77
13.1	CALEFACCIÓN .....	77
13.2	REFRIGERACIÓN.....	80
13.3	GENERACIÓN DE ACS .....	81
13.4	EQUIPOS .....	82



13.5	ILUMINACIÓN .....	88
13.6	ENVOLVENTE.....	99
13.7	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA.....	102



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP El Faro	12
Tabla 2. Datos básicos de la instalación .....	14
Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio .....	14
Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh .....	18
Tabla 5. Consumos energéticos.....	19
Tabla 6. Características del suministro eléctrico .....	19
Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad .....	19
Tabla 8. Datos mensuales de consumo de Butano .....	21
Tabla 9. Características equipos calefacción .....	22
Tabla 10. Características equipos refrigeración .....	23
Tabla 11. Características equipos generación ACS .....	23
Tabla 12. Distribución del consumo y del número de lámparas.....	24
Tabla 13. Distribución de consumos .....	25
Tabla 14. Herramientas para el cálculo del balance energético .....	30
Tabla 15. Distribución global del consumo energético .....	30
Tabla 16. Distribución global del consumo eléctrico.....	31
Tabla 17. Distribución global del consumo de butano .....	32
Tabla 18. Valores de aceptación del modelo matemático.....	35
Tabla 19. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base.....	35
Tabla 20. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base .....	39
Tabla 21. Línea base de electricidad CEIP El Faro .....	39
Tabla 22. Listado de medidas estudiadas .....	41
Tabla 23. Sustitución de fluorescentes por LED.....	43
Tabla 24. Sustitución de fluorescentes compactas por LED.....	44
Tabla 25. Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED.....	45
Tabla 26. Instalación de detectores de presencia .....	46
Tabla 27. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise.....	48
Tabla 28. Latitud y longitud .....	50
Tabla 29. Potencial solar mensual .....	51
Tabla 30. Presupuesto instalación solar fotovoltaica.....	55
Tabla 31. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica .....	56
Tabla 32. Optimización de la potencia contratada.....	56
Tabla 33. Optimización de la potencia contratada.....	57
Tabla 34. Sustitución de calefactores por bombas de calor .....	58
Tabla 35. Sustitución de luminarias de tipo empotradas por LED .....	59
Tabla 36. Sustitución de proyectores por LED .....	60
Tabla 37. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by .....	61
Tabla 38. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas.....	68
Tabla 39. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio.....	70
Tabla 40. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP El Faro	71
Tabla 41. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP El Faro ..	72
Tabla 42. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio.....	73
Tabla 43. Flujo de caja.....	73



Tabla 44. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas....	74
Tabla 45. Medidas con PRS bajo.....	75
Tabla 46. Medidas con PRS medio.....	76
Tabla 47. Medidas con PRS alto.....	76
Tabla 48. Inventario equipos individualizados calefacción .....	77
Tabla 49. Inventario equipos individualizados refrigeración .....	80
Tabla 50. Inventario equipos generación ACS .....	81
Tabla 51. Inventario equipos.....	82
Tabla 52. Inventario y propuestas iluminación .....	88
Tabla 53. Medidas de ahorro energético en la envolvente .....	99
Tabla 54. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica .....	102



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Balance energético por usos .....	10
Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad .....	20
Gráfica 3. Distribución iluminación existente .....	24
Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos .....	25
Gráfica 5. Balance energético por usos .....	31
Gráfica 6. Balance eléctrico por usos.....	32
Gráfica 7. Balance de butano por usos .....	32
Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2018).....	37
Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad .....	38
Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real .....	40
Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento.....	52
<b>Gráfica 12. Generación mensual de energía</b> .....	53
Gráfica 13. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio ...	70
Gráfica 14. Flujo de caja .....	74
Gráfica 15. Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	75





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

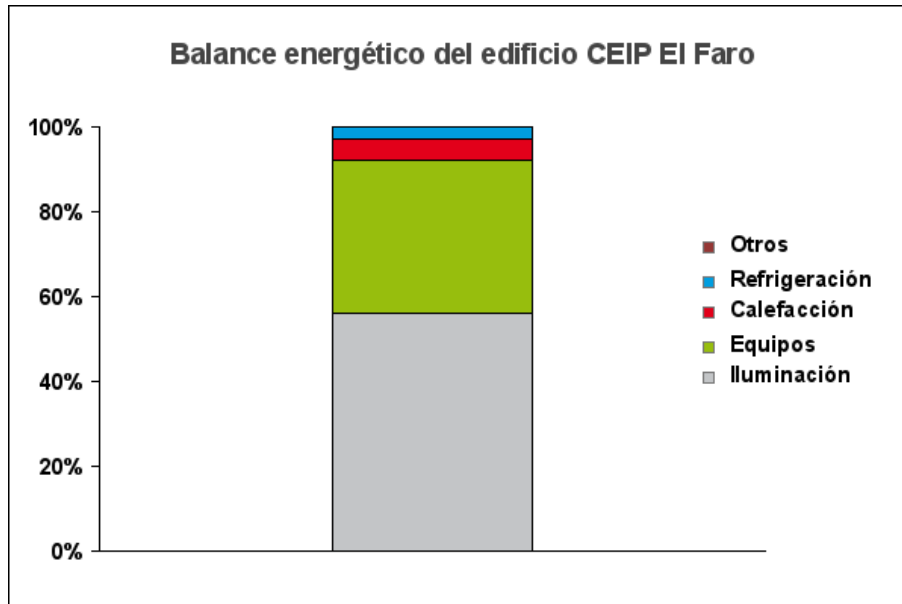
Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones.....	13
Ilustración 2. Fachada del CEIP El Faro .....	14
Ilustración 3. Radiador para calefacción .....	22
Ilustración 4. Bomba de calor para refrigeración .....	23
Ilustración 5. Imagen de luminaria .....	24
Ilustración 6. Equipo de cocina .....	26
Ilustración 7. Carpintería de las instalaciones .....	27
Ilustración 8. Función simplificada o de una única variable.....	34
Ilustración 9. Función multivariable.....	34
Ilustración 10. Detector de presencia.....	46
Ilustración 11. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos .....	47
Ilustración 12. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células).....	49
Ilustración 13. Imagen de una instalación fotovoltaica estática .....	50
Ilustración 14. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas .....	53
Ilustración 15. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales .....	61
Ilustración 16. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara) .....	62
Ilustración 17. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores .....	64
Ilustración 18. Parte trasera de un frigorífico.....	65



## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Creara a petición de la Diputación de Huelva, ha llevado a cabo una auditoría energética en detalle al edificio “CEIP El Faro” ubicado en Calle Bogotá, 1, 21130 Mazagón (Huelva).

Tras la visita y el estudio de los datos recopilados se ha determinado que el consumo energético total asciende a 87.804 kWh y se distribuye de la siguiente forma:



**Gráfica 1. Balance energético por usos**

El centro, es un complejo Centro de Educación Infantil, primaria y secundaria. Este se encuentra sectorizado en tres zonas distintas (Edificio Dirección, Pabellón y Edificio Infantil), distribuido una planta sobre rasante y planta baja, además de contar con zonas de jardines, patios de recreo y canchas deportivas.



Las zonas están distribuidas de la siguiente forma:

<u>Edificio Principal</u>	<u>Edificio Sum</u>	<u>Edificio Infantil</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración</li> <li>- Dirección</li> <li>- Secretaría</li> <li>- Conserjería</li> <li>- Sala de profesores</li> <li>- Aulas</li> <li>- Espacios comunes</li> <li>- Biblioteca</li> <li>- Aseos</li> <li>- Cuartos técnicos</li> </ul> </li> <li>• Planta primera:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> <li>- Salón de actos</li> <li>- Almacenes</li> </ul> </li> <li>• Planta primera               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> <li>- Almacenes</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Despacho</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> </ul> </li> <li>• Planta primera:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> </ul> </li> </ul>
		<u>Edificio comedor</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocina</li> <li>- Comedor</li> <li>- Aseos</li> </ul> </li> </ul>

Se han detectado procesos eficientes desde el punto de vista energético, sin embargo, también se han encontrado posibilidades de mejora.

La implantación de las medidas recomendadas generaría un ahorro energético de 40.494 kWh (46,1% respecto al consumo energético total), lo cual supone un ahorro económico de 5.654 €/año con una inversión total de 25.217 €.

A continuación, se muestra una tabla con las medidas de ahorro que se proponen para su implementación.

De la totalidad de medidas estudiadas se recomienda la implementación de aquellas con un periodo de retorno inferior a 10 años.



**Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP El Faro**

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO <sub>2</sub> / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica	0	0,00	953	1.658	1,7	0	7.141	57,8	-
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	23.033	26,23	2.788	8.176	2,9	5.943	17.630	32,9	15
M3	Instalación de detectores de presencia	4.025	4,58	485	1.470	3,0	1.038	3.020	31,7	10
M4	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.853	4,39	437	2.108	4,8	994	1.953	16,9	10
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	154	0,18	22	179	8,0	40	27	4,8	15
M6	Instalación fotovoltaica	10.832	12,34	1.170	10.209	8,4	3.791	753	3,4	25
M7	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	1.219	1,39	164	1.418	8,6	315	118	3,6	15
<b>TOTAL</b>		<b>40.494<sup>1</sup></b>	<b>46,1</b>	<b>5.654</b>	<b>25.217</b>	<b>4,5</b>	<b>11.383</b>	<b>30.642</b>	<b>21</b>	<b>-</b>

<sup>1</sup> El ahorro total no es igual a la suma del ahorro de cada medida, debido a que existen efectos cruzados entre ellas

## 2 DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO

<p><b><u>Edificio Principal</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Administración</li> <li>- Dirección</li> <li>- Secretaría</li> <li>- Conserjería</li> <li>- Sala de profesores</li> <li>- Aulas</li> <li>- Espacios comunes</li> <li>- Biblioteca</li> <li>- Aseos</li> <li>- Cuartos técnicos</li> </ul> </li> <li>• Planta primera:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>Edificio Sum</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> <li>- Salón de actos</li> <li>- Almacenes</li> </ul> </li> <li>• Planta primera:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> <li>- Almacenes</li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>Edificio Infantil</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Despacho</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> </ul> </li> <li>• Planta primera:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Espacios comunes</li> </ul> </li> </ul> <p><b><u>Edificio comedor</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta baja:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocina</li> <li>- Comedor</li> <li>- Aseos</li> </ul> </li> </ul>
---	---	---

Las instalaciones se encuentran ubicadas en la Calle Bogotá, 1, 21130 Mazagón, Huelva y cuentan con una superficie total construida de 1.900 m2, integrados en 2 niveles sobre rasante.



**Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones**


**Ilustración 2. Fachada del CEIP El Faro**

Las principales características del edificio objeto de estudio son las siguientes:

**Tabla 2. Datos básicos de la instalación**

<b>Dirección del edificio</b>	Calle Bogotá, 1
<b>Zona climática</b>	B4
<b>Nº de plantas</b>	1
<b>Superficie construida (m<sup>2</sup>)</b>	1.900
<b>Número de usuarios</b>	500
<b>Tipología edificatoria</b>	Escuela sin ducha
<b>Horario de funcionamiento</b>	L-V: 07:30 a 21:00
<b>Consumo energético anual (kWh)</b>	87.804

**Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio**

<b>Indicador</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Consumo de energía de la instalación por superficie del edificio	[kWh / m <sup>2</sup> ]	46,21
Emissiones CO <sub>2</sub> por superficie del edificio	[kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> ]	11,88

### 3 MOTIVACIÓN Y OBJETO

El consumo energético crece en paralelo al desarrollo económico; es por tanto primordial implantar medidas que optimicen la demanda energética. Desde una planta industrial, un pequeño comercio o un hogar, las medidas encaminadas a la eficiencia energética son múltiples, y a menudo, muy económicas.

La auditoría energética estudia de forma exhaustiva el grado de eficiencia energética de una instalación y analiza los equipos consumidores de energía, la envolvente térmica y los hábitos de consumo. De los resultados obtenidos, se recomiendan las acciones idóneas para optimizar el consumo en función de su potencial de ahorro, la facilidad de implementación y el coste de ejecución. Es decir; la auditoría energética facilita la toma de decisiones de inversión en ahorro y eficiencia energética.

La Diputación de Huelva concienciada con el ahorro y la eficiencia energética, solicita la realización de una auditoría energética en las instalaciones situadas en la Calle Bogotá, 1.

Los principales objetivos que se pretenden alcanzar con esta auditoría energética 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.
- Identificación y cuantificación de las oportunidades de ahorro energético.
- Redacción de medidas para la reducción de los consumos energéticos.
- Cuantificación de los ahorros energéticos y económicos y propuesta de una metodología para la implementación de estas medidas.

## 4 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo de esta auditoría energética cumple con los requisitos que establece el Real Decreto 56/2016 de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

Así mismo este documento también cumple con los requisitos de la UNE-EN 16247 “Auditorías Energéticas”.

### 4.1 DESARROLLO DEL TRABAJO

Fase I: Recopilación inicial de información.

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

Fase II: 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.

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

- Análisis de los registros de energía realizados.
- 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.



## 4.2 CRITERIOS AMBIENTALES: NIVEL DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo energético puede tener impactos ambientales asociados con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), por lo que cualquier reducción del consumo supondría una reducción de las emisiones contaminantes.

El empleo de fuentes de energía no renovables como gas natural, gasóleo, propano o butano, produce la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el monóxido de carbono (CO), el metano (CH<sub>4</sub>), entre otros. Así mismo, aunque la energía eléctrica no produzca emisiones en las instalaciones donde se consume, si se emiten gases contaminantes en las centrales de generación si estas no emplean fuentes renovables.

En España, gran parte de la electricidad se generaba en centrales que emiten gases contaminantes (centrales térmicas de carbón, ciclos combinados, centrales de fuel / gas, etc.), si bien el porcentaje de fuentes de energía renovables es cada vez mayor (eólica, solar, etc.)



En la tabla siguiente se muestran las emisiones unitarias por kWh que se han utilizado en el presente informe.

**Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh**

Fuente de energía	Unidades	<sup>2</sup> Emisión de CO <sub>2</sub>
Electricidad	kg CO <sub>2</sub> / kWh	0,26
Butano	kg CO <sub>2</sub> / kWh	0,24

### 4.3 CRITERIOS ECONÓMICOS: CICLO DE VIDA DE LAS MEDIDAS CON INVERSIÓN

En cada una de las medidas de inversión, además de proporcionar parámetros económicos tales como el ahorro económico, energético, y las emisiones de CO<sub>2</sub>, se aportarán datos pormenorizados sobre el ciclo de vida de los activos de cada una de las medidas. En particular, se aportarán parámetros tales como el VAN para analizar con criterio de rentabilidad económica el análisis del coste del ciclo de vida, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo.

A la hora de traducir los ahorros energéticos a ahorros económicos, se ha tomado únicamente el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE), ya que se considera que sólo se ahorra en dicho concepto de la factura eléctrica (kWh), mientras que el término de potencia, el alquiler de equipos, etc. se seguirán pagando a pesar de la implementación de las medidas de ahorro recomendadas. Es cierto que, una vez implementadas medidas de ahorro como sustitución de lámparas actuales por tecnología LED, se puede posteriormente ajustar la potencia contratada, consiguiendo además un ahorro económico adicional en dicho concepto. De esta manera los resultados económicos presentados en este informe son conservadores.

A la hora del cálculo de la rentabilidad de las medidas de ahorro recomendadas, se han calculado diferentes indicadores, tales como el periodo de retorno simple (PRS), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los criterios utilizados para el cálculo de estos indicadores son los siguientes:

- PRS = inversión total (€) / ahorro económico anual (€).
- VAN: es el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.
  - Tasa de descuento: 2%
  - Duración proyecto: 10 años
- TIR: de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, es decir, es la tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero.
  - Incremento del precio de la energía: 1%
  - Tasa de descuento: 2%
  - Duración proyecto: 10 años

<sup>2</sup> Información obtenida de REE 2017 para electricidad y MITECO 2017 para butano.

## 5 CONSUMOS ENERGÉTICOS

### Resumen energético de las instalaciones

La contabilidad energética, económica y en emisiones de CO<sub>2</sub> para el consumo energético evaluado en el presente informe es la siguiente:

**Tabla 5. Consumos energéticos**

Fuente energética	Consumo energético anual (kWh)	Coste energético anual (€)	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales (kg)
Electricidad	83.044	9.427	21.425
Butano	4.760	460	1.143
<b>Total</b>	<b>87.804</b>	<b>9.887</b>	<b>22.568</b>

### 5.1 SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

El CEIP El Faro de cuenta con un único suministro eléctrico y tiene una tarifa 3.0A con tres periodos de facturación: punta, llano y valle. El resto de las características del suministro eléctricos se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Características del suministro eléctrico**

CUPS	Potencia actual		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0031102194639001YB0F	26,3	26,3	26,3

En el edificio no existen contadores instalados aparte de los de la compañía distribuidora.

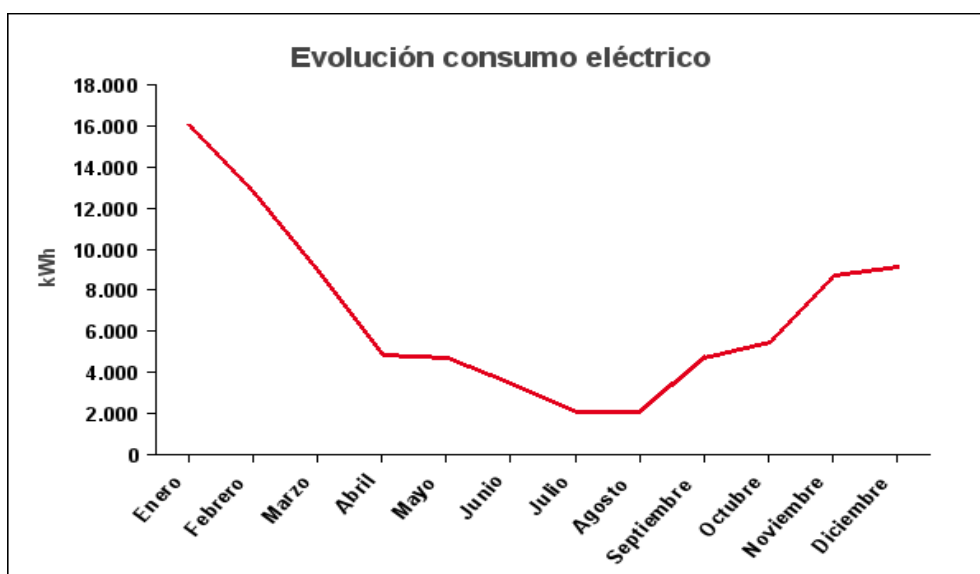
Se han facilitado las facturas eléctricas del último año disponibles, desde septiembre 2016 hasta agosto 2017. A continuación, se muestra una tabla con el consumo eléctrico mensual del edificio "CEIP El Faro".

**Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad**

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Septiembre 2016	4.738	538
Octubre 2016	5.465	620
Noviembre 2016	8.701	988
Diciembre 2016	9.132	1.037
Enero 2017	16.089	1.826
Febrero 2017	12.799	1.453
Marzo 2017	8.978	1.019

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Abril 2017	4.818	547
Mayo 2017	4.675	531
Junio 2017	3.482	395
Julio 2017	2.105	239
Agosto 2017	2.062	234
<b>Total</b>	<b>83.044</b>	<b>9.427<sup>3</sup></b>

El coste promedio de la energía es de 0,11 €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del edificio “CEIP El Faro”.



<sup>4</sup>Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad

El gráfico anterior muestra un mayor consumo en los meses más fríos del año debido a la utilización de los equipos de calefacción, así como un mayor uso de la iluminación (menor número de horas de luz natural). A su vez, en los meses más calurosos, se produce un consumo medio en torno a los 4.000 kWh, excepto los meses de julio y agosto que se observa el consumo mínimo, coincidiendo con el periodo vacacional.

<sup>3</sup>El coste de la electricidad incluye el coste del término de energía con impuesto eléctrico (IEE).

<sup>4</sup>Los meses de consumo se muestran en año natural

## 5.2 SUMINISTRO DE BUTANO

Se han facilitado el número de bombonas de butano del último año, desde septiembre 2016 hasta junio 2017. A continuación, se muestra una tabla con el consumo de butano mensual del edificio "CEIP El Faro":

**Tabla 8. Datos mensuales de consumo de Butano**

Mes	Consumo	Coste (€)
<b>Total, Kg 2017</b>	<b>375<sup>5</sup></b>	<b>460<sup>6</sup></b>
<b>Total, kWh</b>	<b>4.760<sup>7</sup></b>	<b>460</b>

El coste promedio de la energía es de 0.10<sup>8</sup> €/kWh. A continuación, se muestra un gráfico con la evolución del consumo de butano mensual.

<sup>5</sup> Capacidad bombona de butano doméstica: 12,5 kg.

<sup>6</sup> Coste bombona de butano doméstica: PVP: 15.33€.

<sup>7</sup> Consumo en kWh teniendo en cuenta un PCI de 12,69 kWh/Kg. Este valor es el que se utilizará para el análisis y los cálculos de las instalaciones.

<sup>8</sup> Dado que no se disponían de los costes del butano, el término unitario se ha estimado según el coste actual.

## 6 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

### 6.1 CALEFACCIÓN

Durante la visita a las instalaciones, se observó que la demanda de calefacción no se cubre mediante ningún equipo centralizado, sino que se hace mediante equipos independientes, distribuidos por las diferentes estancias del edificio.

Las características de algunos equipos de generación de calor se muestran a continuación:

**Tabla 9. Características equipos calefacción**

Equipo	Unid	Potencia eléctrica (W)
Radiador	1	1400
Calefactor	1	1.000



**Ilustración 3. Radiador para calefacción**

La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones

### 6.2 REFRIGERACIÓN

Durante la visita a las instalaciones, se observó que la demanda de refrigeración no se cubre mediante ningún equipo centralizado, sino que se hace mediante equipos independientes, distribuidos por las diferentes estancias del edificio.

Las características de algunos equipos de generación de calor se muestran a continuación:

**Tabla 10. Características equipos refrigeración**

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W) <sup>9</sup>
Split	Daitsu	1	-	50
Bomba de calor (calor)	Daitsu	1	2.752	990



**Ilustración 4. Bomba de calor para refrigeración**

La relación de equipos con sus características técnicas, se encuentran descritas en el inventario de instalaciones

### 6.3 GENERACIÓN DE ACS

Las características de los principales equipos de generación de ACS se muestran a continuación:

**Tabla 11. Características equipos generación ACS**

Equipo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Capacidad (litros)
Termo eléctrico	1	1.200	50

### 6.4 ILUMINACIÓN

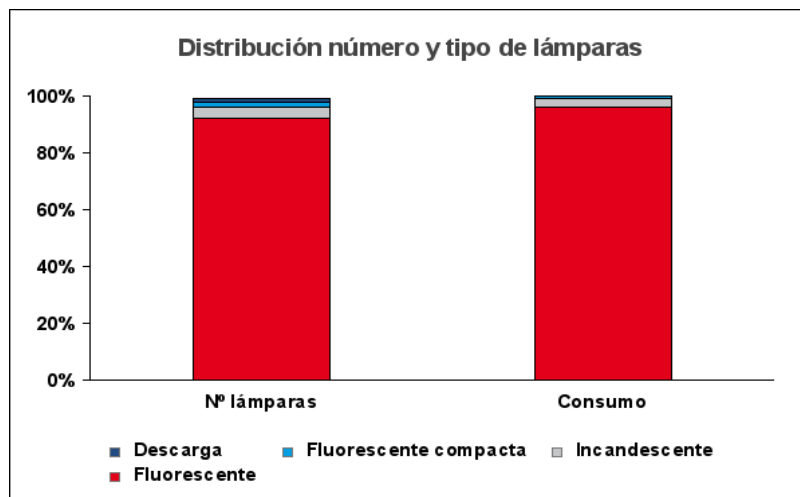
La potencia total instalada en el edificio es de 26,30 kW. A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de las lámparas y su consumo en el edificio:

<sup>9</sup>Hace referencia a la potencia del quemador en el caso de las calderas y a la potencia absorbida en el caso de las bombas de calor.

**Tabla 12. Distribución del consumo y del número de lámparas**

Tecnología	Lámparas		Consumo	
	Unidades	%	kWh	%
Fluorescente compacta	15	2,42	340	0,73
Fluorescente	573	92,27	44.620	96,18
Incandescente	25	4,03	1.397	3,01
Descarga	8	1,29	35	0,08
<b>Total</b>	<b>621</b>	<b>100%</b>	<b>46.392</b>	<b>100%</b>

La distribución de iluminación, en función de la potencia total instalada por tipo de lámpara, se muestra en la siguiente gráfica.



**Gráfica 3. Distribución iluminación existente**



**Ilustración 5. Imagen de luminaria**



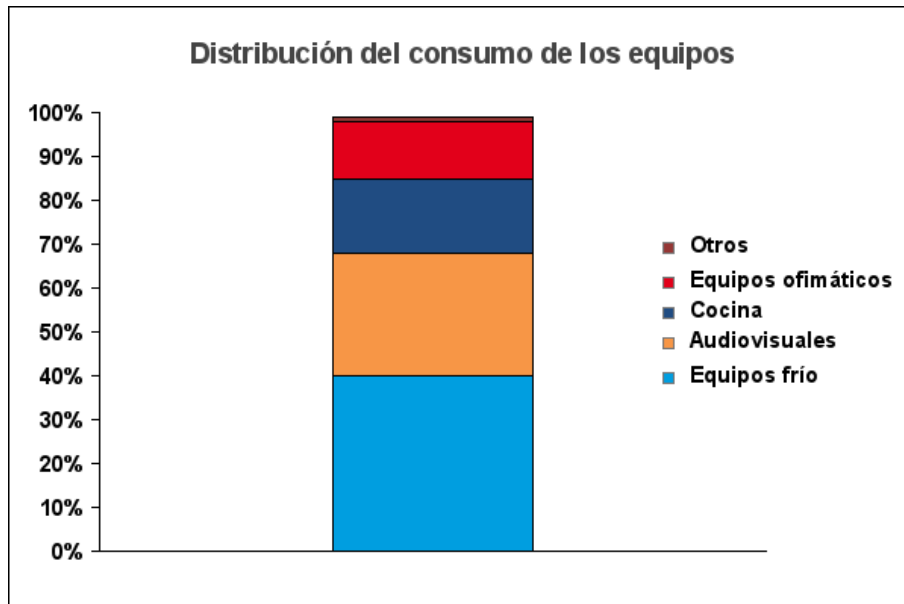
En el anexo se dispone de un inventario detallado de los equipos de iluminación por estancia.

## 6.5 EQUIPOS

A continuación, se adjunta una tabla que determina la representatividad de los equipos y su consumo en el edificio:

**Tabla 13. Distribución de consumos**

Servicio energético	Consumo (kWh)	%
Cocina	5.995	17,43
Equipos frío <sup>10</sup>	13.683	39,79
Audiovisuales	9.711	28,24
Equipos ofimáticos	4.534	13,19
Otros <sup>11</sup>	462	1,34
<b>Total</b>	<b>34.385</b>	<b>100%</b>



**Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos**

<sup>10</sup> Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos relacionados con la generación y conservación del frío.

<sup>11</sup> Dentro de este grupo se engloban todos aquellos equipos que no han podido incluirse en ninguno de los otros grupos de consumo.



**Ilustración 6. Equipo de cocina**

En el anexo se muestra un inventario detallado de los equipos por estancia.

## 6.6 ENVOLVENTE

Para evaluar la envolvente del edificio, es importante conocer los elementos que la forman, estos datos son difíciles de conseguir, ya que no se suelen conocer por parte del personal de mantenimiento y no se tiene acceso al proyecto del edificio. Para realizar una evaluación de la envolvente del edificio se realiza una inspección ocular de la misma, en caso de no ser suficiente, con los datos catastrales (año de construcción del edificio, zona climática y normativa constructiva aplicable) se conocen las exigencias mínimas de la misma.

La envolvente térmica viene determinada principalmente por los cerramientos exteriores de las instalaciones. En este centro existen 4 edificaciones principales. Los principales sistemas constructivos son:

- Edificación original (Edificio Principal, Edificio SUN, Edificio Infantil y Comedor), datado en 1988 (según catastro):
  - Muros exteriores compuestos por fábrica de ladrillo perforado + aislamiento térmico + fabrica de ladrillo hueco. Guarnecidos y enlucidos interiormente con yeso y enfoscado exteriormente con mortero de cemento y acabados con pinturas plásticas decorativas.
  - Cubiertas:
    - Cubiertas inclinadas compuestas por forjados unidireccionales de hormigón armado, sobre los que se levantan los tabiques palomeros de ladrillo hueco. Sobre estos se apoyan los rasillones cerámicos, la impermeabilización con tela asfáltica y la teja cerámica curva, sujeta a los tableros mediante mortero de agarre.

Los elementos de acristalamiento están formados por láminas de vidrio simple sobre carpintería metálica sin rotura del puente térmico.



Ventana tipo



Persianas enrollables



Lamas horizontales

### **Ilustración 7. Carpintería de las instalaciones**

Las carpinterías cuentan con persianas enrollables en el edificio principal y lamas horizontales en el edificio infantil y en el edificio SUN.

La fachada principal está orientada hacia el Suroeste, pero todas sus fachadas son determinantes, debido a la tipología edificatoria de las instalaciones, ya que todas sus fachadas albergan zonas habitables.

Se trata de un conjunto de edificios aislados en los que no existen otros edificios externos que arrojen sombras alrededor de sus fachadas.

Las estructuras de las instalaciones están formadas por forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas, con vigas y pilares de hormigón armado de secciones variables.

Las fábricas exteriores, por si solas, resultan ineficientes en el aislamiento térmico de una fachada, por lo que es necesario aislar los cerramientos. Estas actuaciones favorecen la reducción de la demanda de refrigeración, por lo que son muy recomendables en zonas climáticas cálidas, priorizando las fachadas orientadas sur, este y oeste, limitando la demanda de la refrigeración. Igualmente favorecen la reducción de la demanda de calefacción, por lo que también es muy recomendable aislar la fachada norte.

Por otro lado, las instalaciones cuentan con grandes superficies acristaladas, lo que es determinante en el balance energético del edificio. Ya que, debido a su transparencia, las ganancias y pérdidas de calor a través de estos son muy grandes. La luz solar que incide de manera directa al interior del edificio puede ocasionar unas elevadas ganancias de calor en el ambiente interior, produciendo lo que se conoce como efecto invernadero, cosa que obliga a forzar el sistema de refrigeración.

Por lo que se recomienda las siguientes actuaciones:

- Sistema de aislamiento térmico:
  - Aplicar en la fachada del edificio un revestimiento aislante protegido por un mortero, fijándose al soporte mecánicamente.
  - Un sistema con fachada ventilada, formado por un aislamiento rígido o semirrígido, generalmente lana mineral, fijado a la fachada existente, y una hoja de protección (formada por vidrios, bandejas, composite, etc) separada del aislamiento, formando una cámara por donde circula el aire por simple convección.
  - Aplicar el aislante térmico por el interior del edificio y revestirlo con material adecuado.
  - Aplicar el aislante térmico en la cámara de aire.
- Sistema de carpintería:
  - Sustituir la carpintería existente por una con doble cristal, con rotura del puente térmico y con gas noble en la cámara, generalmente argón, con un coeficiente de transmisión térmica menor que el aire.
  - Instalación de parasoles verticales compuestos por lamas orientables, en la fachada este, que situadas en direcciones SE o SO protegerán de la salida y puesta del sol en el solsticio de verano sin obstruir el soleamiento en el solsticio de invierno.
  - La orientación norte no suele necesitar de protección solar.
  - Para orientación sur se recomienda la instalación de protección solar mediante parasoles fijos horizontales, que aportan sombra sin interrumpir la visión.
  - Aislamiento de cajas de persiana mediante láminas aislantes de neopor, celulosa, EPS o similar.

Estas acciones de mejora del aislamiento de la envolvente para reducir la demanda de las instalaciones son efectivas, pero dichas medidas son bastante costosas y poco rentables. Por este motivo no se incluyen estas acciones en la auditoría. En el anexo se muestra una tabla resumen con la descripción de las actuaciones recomendadas.

En la actualidad el centro cuenta con proyecto de cambio de carpinterías exteriores, pendiente de ejecución.

## 7.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO

El balance energético global muestra la distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En un edificio, por ejemplo, es interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, producción de agua caliente sanitaria, etc.

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

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

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que están funcionando cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para cada uno de los siguientes grupos de consumo es conveniente tener en cuenta:

- Iluminación: es necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- Calefacción: la potencia de los equipos, en este caso las calderas y los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación, etc. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Refrigeración: la potencia de los equipos de aire acondicionado, así como las bombas de recirculación, etc. También es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- Equipos: para calcular el consumo de estos equipos es necesario 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 agua caliente sanitaria (ACS): la potencia de las calderas, el número de usuarios y el tipo de actividad que se da en el edificio, así como las horas de funcionamiento de las calderas.

Los cálculos de las distribuciones de consumo se realizan utilizando la potencia de los equipos consumidores de energía y el horario de funcionamiento obtenido a través de varias vías, como las entrevistas con los usuarios de la instalación y con el personal de mantenimiento. El consumo obtenido se contrasta con los valores de consumo que reflejan las facturas.

Parte del consumo queda englobado dentro del apartado de "otros" que incluye aquellos elementos que dadas sus características, no se engloban en ninguno de los grupos anteriormente mencionados, tales como iluminación de emergencia, equipos externos conectados puntualmente a la red, etc.

Esta toma de datos se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 14. Herramientas para el cálculo del balance energético**

Áreas de consumo	Información de potencia	Información de tiempo
Iluminación	Inventario de equipos Toma de datos in situ	Entrevistas con el personal mantenimiento Listado de equipos con horarios de funcionamiento
Calefacción	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Refrigeración	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Equipos	Inventario de equipos Toma de datos in situ	
Producción de ACS	Inventario de equipos Toma de datos in situ	

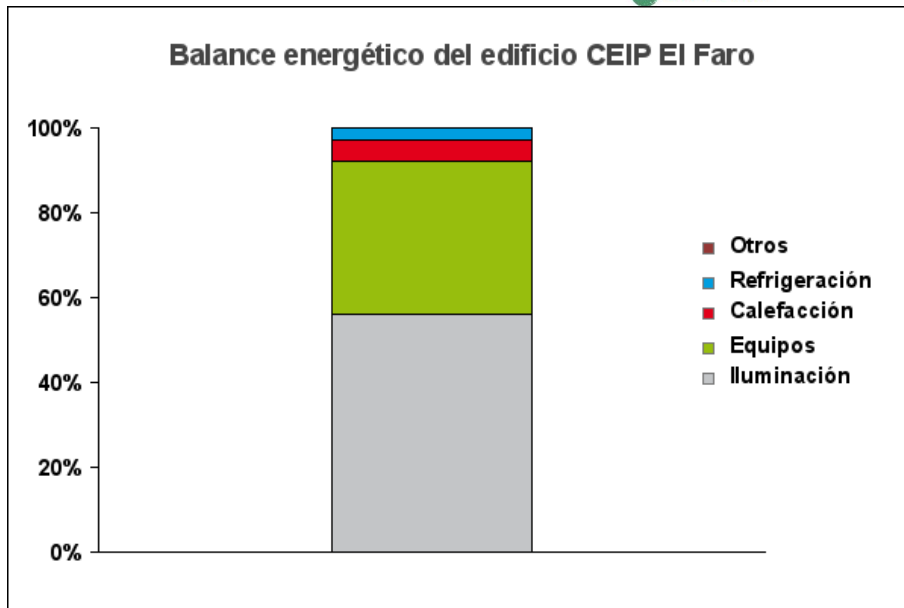
## 7.2 BALANCE ENERGÉTICO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

**Tabla 15. Distribución global del consumo energético**

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	46.392	52,84
Calefacción	4.446	5,06
Refrigeración	2.278	2,59
Equipos	34.385	39,16
Otros	304	0,35
<b>Total</b>	<b>87.804</b>	<b>100%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



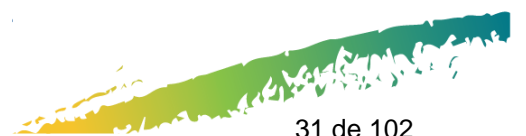
Gráfica 5. Balance energético por usos

### 7.3 BALANCE ELÉCTRICO POR USOS

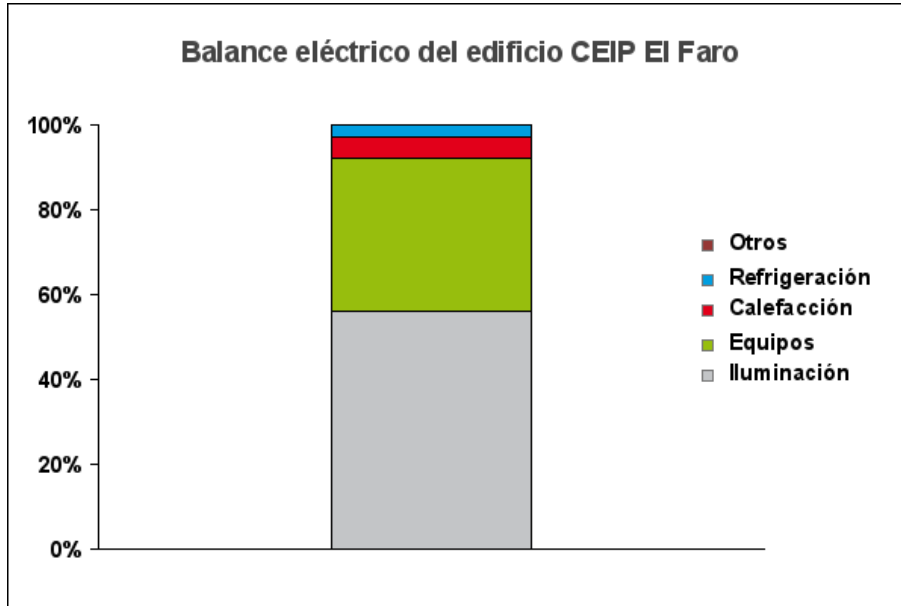
La siguiente tabla muestra la distribución del consumo eléctrico anual.

Tabla 16. Distribución global del consumo eléctrico

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	46.392	55,86
Calefacción	4.446	5,35
Refrigeración	2.278	2,74
Equipos	29.624	35,67
Otros	304	0,37
<b>Total</b>	<b>83.044</b>	<b>100%</b>



Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



Gráfica 6. Balance eléctrico por usos

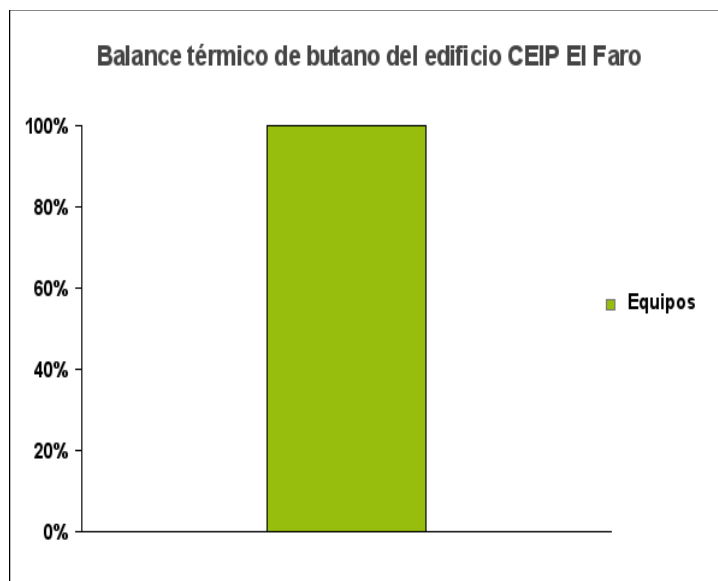
#### 7.4 BALANCE DE BUTANO POR USOS

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

Tabla 17. Distribución global del consumo de butano

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Total Equipos de cocina	4.760	100%

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



Gráfica 7. Balance de butano por usos





## 8 LINEA DE BASE

De cara a establecer los ahorros que se generen mediante la implantación de las MAES, se ha desarrollado una línea base del consumo. Esta línea es una relación entre el consumo del centro y las variables de las que éste depende.

### 8.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE

El establecimiento de las líneas de base de la energía se realiza a partir del análisis de los consumos de energía y las variables de mayor influencia sobre los mismos. Para ello, empleará la siguiente metodología:

#### 8.1.1 SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA

La línea base es el consumo energético a lo largo de un periodo de referencia adecuado para las instalaciones en las que se realiza el análisis. De forma general, se tomará como período de referencia doce meses (enero a diciembre).

#### 8.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO

A continuación, será necesario identificar las variables que tengan mayor relación con el consumo energético. Para ello, se tendrá en cuenta los diferentes usos de la energía:

- **Climatización:** el consumo de electricidad o combustibles para climatización está relacionado con los grados-día<sup>12</sup> de calefacción y refrigeración.
- **ACS:** el consumo de electricidad o combustibles para agua caliente sanitaria está relacionado con la ocupación y los grados-día de calefacción y refrigeración.
- **Cocinas:** el consumo de electricidad o combustibles en cocinas está relacionado con el número de comidas servidas.
- **Otros:** siempre que sea posible se realizarán otros análisis específicos.

---

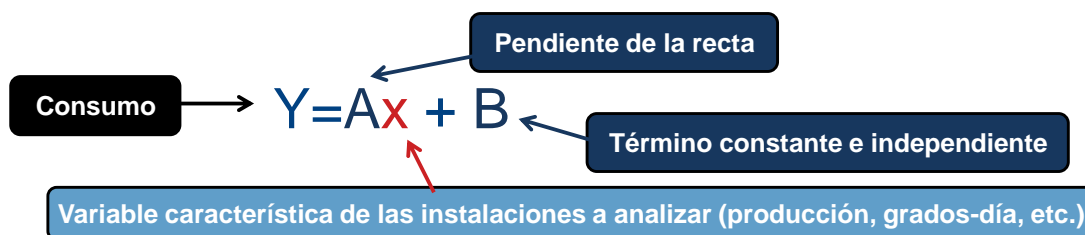
<sup>12</sup> Indicador del grado de rigurosidad climática de una ubicación determinada. Relaciona la temperatura exterior con una cierta temperatura para el interior de una instalación (temperatura de referencia interior). Pueden definirse para calefacción y refrigeración.



### 8.1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN

Se analizarán las variables mediante un método estadístico para determinar cuáles son aquellas de cuya variación depende más fuertemente el consumo. El modelo más empleado es la regresión lineal tanto de una variable como multivariable. Este método relaciona una variable dependiente Y (consumo de energía) con las variables independientes Xi (producción, grados días, etc.) y un término constante:

Función simplificada o de una única variable



**Ilustración 8. Función simplificada o de una única variable**

Función multivariable



**Ilustración 9. Función multivariable**

Las regresiones lineales se realizan utilizando las funciones predeterminadas de la herramienta de cálculo Excel.

Hay que tener en cuenta que, para que el análisis sea válido, los datos de consumo energético a analizar deben ser reales (provenientes de facturas y/o contadores), no estimados.

### 8.1.4 SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO

Para encontrar aquella ecuación que mejor representa el desempeño energético se debe comprobar el valor del coeficiente de correlación múltiple y, en caso necesario, la bondad del ajuste del modelo matemático mediante el análisis de la desviación promedio entre el valor real del consumo y el valor estimado aplicando la ecuación.

El modelo matemático se comporta correctamente y puede seleccionarse para representar la línea de base de la energía en base a los siguientes valores:

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**



**Tabla 18. Valores de aceptación del modelo matemático**

Parámetro	Valor aceptable
Coefficiente de correlación múltiple	> 0,75
Desviación promedio	< 10%
Valor crítico de F	< 0,05 y mejor cuanto más bajo

La desviación (o error) se emplea para comprobar la validez del modelo matemático mediante la comparación del consumo real frente al calculado al aplicar la ecuación establecida para la línea de base. Este cálculo se realiza uno a uno para todos los datos de consumo disponibles y, posteriormente, se calcula el valor promedio de todos ellos.

El valor estadístico F se emplea en análisis de varianza para realizar las pruebas de significancia conjunta de las variables. El valor crítico de F aporta información sobre la probabilidad de que el valor ocurra por azar. Para un nivel de significancia del análisis estadístico del 5%, tal y como se considera para el análisis de línea base, debe ser <0,05.

## 8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En un centro educativo, las variables más significativas en cuanto al consumo de energía son:

- Temperatura exterior – Grados día
- Ocupación del edificio –mes laborable (en función de si es un mes lectivo o no) y número de días laborables del mes

La siguiente tabla muestra los datos de consumo y variables utilizados en el análisis:

**Tabla 19. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base**

Mes	Consumo	GDR <sup>13</sup>	GDC <sup>14</sup>	Mes laborable	Días laborables	GDT <sup>15</sup>
ago-16	2.572	332	0	0	23	332
sep-16	4.738	226	0	0,5	22	227
oct-16	5.465	86	5	1	19	91
nov-16	8.701	12	76	1	21	88
dic-16	9.132	1	113	1	15	114
ene-17	16.089	0	200	1	17	200

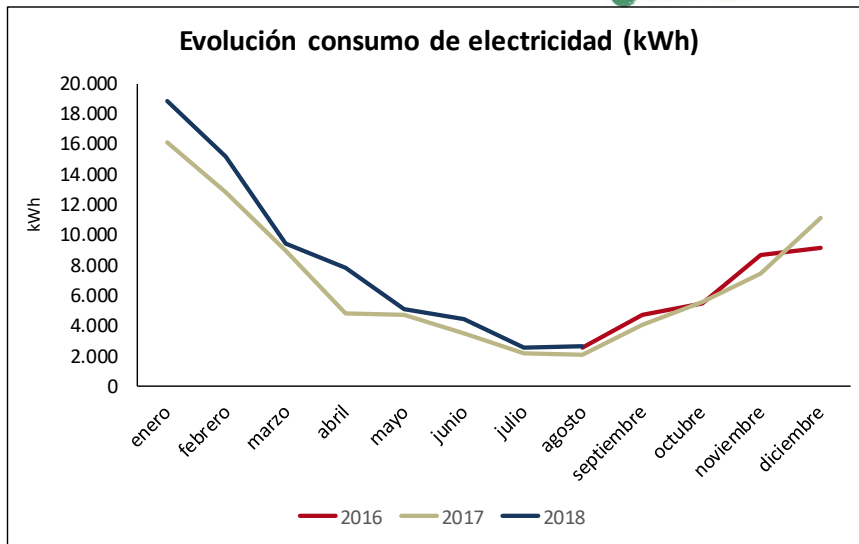
<sup>13</sup> Grados día de refrigeración, dependientes del calor en verano, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

<sup>14</sup> Grados día de calefacción, dependientes del frío en invierno, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

<sup>15</sup> Grados día totales, suma de los GDC y GDR.

Mes	Consumo	GDR <sup>13</sup>	GDC <sup>14</sup>	Mes laborable	Días laborables	GDT <sup>15</sup>
feb-17	12.799	2	79	1	18	81
mar-17	8.978	27	73	1	23	100
abr-17	4.818	71	19	1	15	91
may-17	4.675	129	6	1	22	135
jun-17	3.482	282	0	1	22	282
jul-17	2.105	292	0	0,5	21	292
ago-17	2.062	325	0	0	23	325
sep-17	4.011	212	1	0,5	21	213
oct-17	5.508	162	3	1	21	166
nov-17	7.466	23	66	1	21	89
dic-17	11.096	2	131	1	14	133
ene-18	18.837	1	135	1	18	136
feb-18	15.211	2	148	1	19	150
mar-18	9.437	4	79	1	16	83
abr-18	7.796	31	50	1	21	82
may-18	5.030	70	16	1	22	86
jun-18	4.409	163	1	1	21	164
jul-18	2.526	218	0	0,5	22	218
ago-18	2.595	339	0	0	23	339

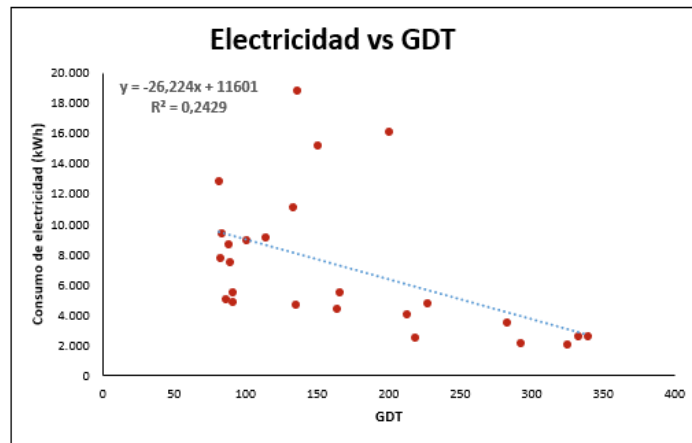
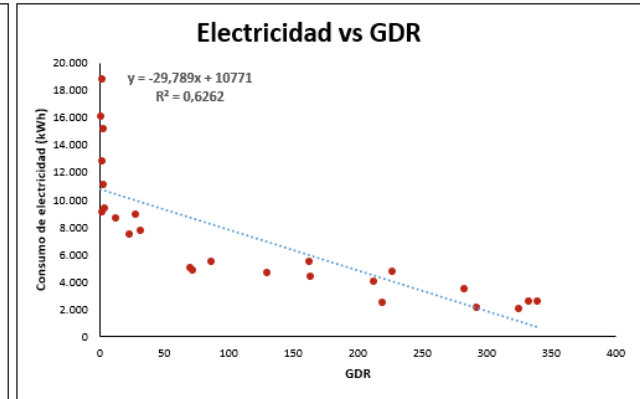
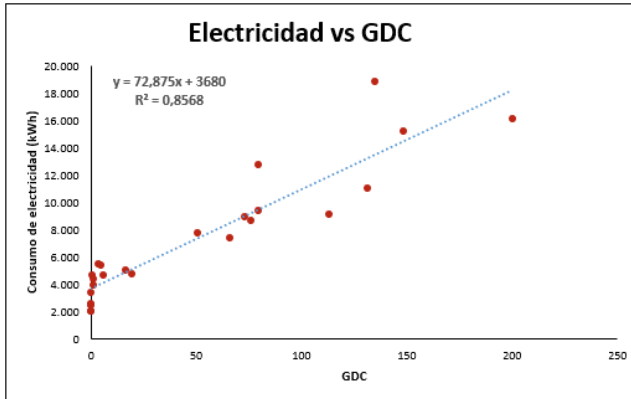
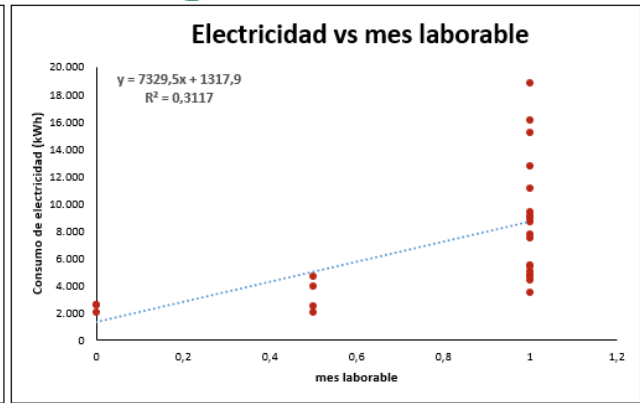
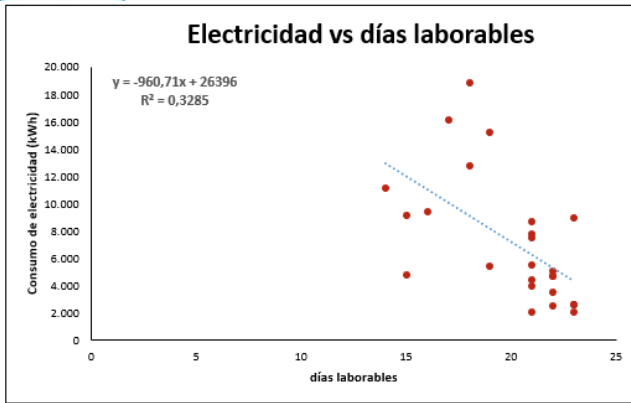
En la siguiente gráfica se representa el histórico de los consumos desde agosto de 2016. Puede observarse cómo el consumo sigue una tendencia similar durante los 3 años de estudio.



**Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2018)**

Las siguientes gráficas representan el resultado del ajuste de los consumos de electricidad a una ecuación lineal en base a la variable seleccionada ( $y=ax+b$ ). Para que la función sea válida matemáticamente  $R^2$  debe ser  $>0,75$ .





**Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad**

El modelo matemático Electricidad vs GDC proporciona una  $R^2 > 0,75$ , por lo que se utilizaría como línea base. No obstante, en el estudio de desviaciones del consumo real frente al esperado, la desviación global es del 22,3% y, por lo tanto, no se puede seleccionar esta línea de base de electricidad.

Por otro lado, tres gráficas presentan pendiente negativa, lo cual representa un menor consumo eléctrico conforme aumentan los días laborales de un mes y cuando aumentan los grados días (de refrigeración y totales) necesarios. Esto no tiene sentido físico y no representa una evolución real del consumo.



Asimismo, se realiza el análisis de unas funciones multivariables con las variables que mejor ajuste lineal presentan, siendo en este caso: mes laborable y GDC.

En la tabla a continuación se comparan los valores estadísticos obtenidos en los diferentes modelos matemáticos analizados:

**Tabla 20. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base**

Ecuación	Parámetro			
	Coefficiente de correlación múltiple	R2 ajustado	Valor crítico de F	Desviación promedio (%)
Electricidad vs mes laborable	-	0,3117	-	-
Electricidad vs días laborables	-	0,3285	-	-
Electricidad vs GDC	-	0,8568	-	-
Electricidad vs GDR	-	0,6262	-	-
Electricidad vs GDT	-	0,2429	-	-
Electricidad vs mes laborable y GDC	0,9349	0,8625	1E-10	16,0

Los parámetros estadísticos de las funciones estudiadas no cumplen con los valores de aceptación definidos en el punto 8.1.4, por tanto, con los datos disponibles actualmente no es posible representar la línea de base de electricidad del centro con un modelo matemático.

### 8.3 LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA

La línea de base de electricidad para el CEIP El Faro se ha definido a partir de los valores promedio de los consumos de electricidad de los 3 últimos años para cada uno de los meses, ya que no existe ningún modelo matemático que cumpla con los criterios de aceptación tal y como se ha analizado en el apartado anterior.

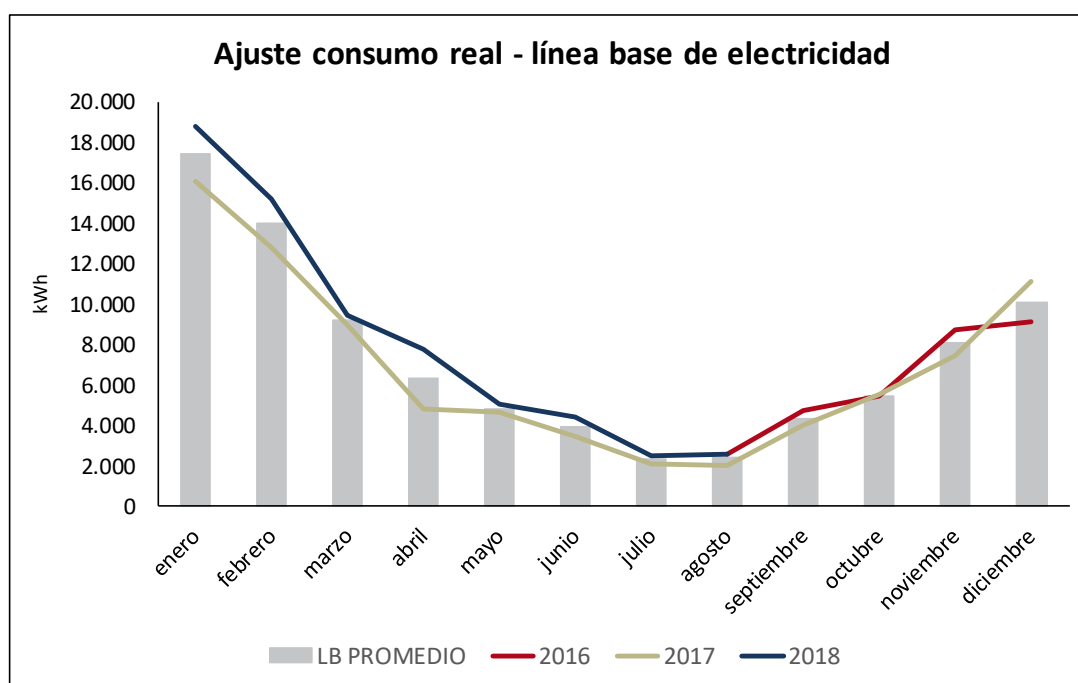
A continuación se muestra una tabla con la línea base de electricidad para el edificio "CEIP El Faro":

**Tabla 21. Línea base de electricidad CEIP El Faro**

Mes	Consumo eléctrico esperado (kWh)
Enero	17.463
Febrero	14.005
Marzo	9.208
Abril	6.307
Mayo	4.853

Mes	Consumo eléctrico esperado (kWh)
Junio	3.946
Julio	2.316
Agosto	2.410
Septiembre	4.375
Octubre	5.487
Noviembre	8.084
Diciembre	10.114
<b>Desviación promedio<sup>16</sup> (%)</b>	<b>7,7</b>

La siguiente gráfica representa los consumos reales de electricidad de los años 2016, 2017 y 2018 frente a la línea base establecida:



**Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real**

Puede observarse que la línea base establecida proporciona un ajuste adecuado (desviación promedio < 10%) para todos los meses a excepción de abril, que presenta un consumo con mayor variación durante los años de estudio. Esto es debido a la variación de consumo de abril de 2018 respecto al mismo mes de 2017.

<sup>16</sup> Promedio de la diferencia entre el consumo real frente al consumo esperado según la línea base establecida.



## 9 MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS

Las medidas de ahorro estudiadas son todas aquellas que, dadas las características de las instalaciones son susceptibles de llevarse a cabo desde el punto de vista técnico, sin entrar a valorar la rentabilidad a lo largo de su ciclo de vida. Estas medidas se clasificarán en dos grupos atendiendo a diferentes criterios.

A continuación se presenta un listado de todas las medidas estudiadas, independientemente de los resultados que arrojen.

**Tabla 22. Listado de medidas estudiadas**

Descripción de la mejora	Ahorro (kWh / año)
Facturación eléctrica	0
Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	615
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	23.033
Instalación de detectores de presencia	4.025
Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.853
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	154
Instalación fotovoltaica	10.832
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	1.219
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias empotradas por LED	1.829
Sustitución de calefactores por bombas de calor	3.555
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	20

Entre las **medidas de ahorro recomendadas** se incluyen aquellas que, habiéndose estudiado, su implantación se considera interesante desde alguno de los siguientes puntos de vista: ahorro económico, ahorro energético, rentabilidad, cumplimiento normativa, etc.

En el siguiente punto del informe, se describe en qué consiste cada una de las medidas y, se analizan los resultados obtenidos y se realiza una comparación con el conjunto de medidas recomendadas.

Las **medidas de ahorro no recomendadas** son las que siendo posible su instalación, no se propone ejecutar, ya que desde el punto de vista económico no son rentables. En este apartado se describe cada una de las medidas y se presentan los resultados obtenidos.

## 9.1 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS

### 9.1.1 ILUMINACIÓN

#### 9.1.1.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

El LED es un tipo de luz que usa diodos semiconductores. Cuando un LED se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón), se determina a partir de la banda de energía del semiconductor. La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su frecuencia, es decir, su color. Cuanto mayor sea el salto de banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será la frecuencia de la luz emitida.

Las lámparas LED 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:

- Alto coste de las luminarias, 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.

El ahorro energético se ha calculado como la diferencia entre el consumo eléctrico actual y el consumo eléctrico que tendría tras la propuesta.

El ahorro económico se obtiene como la diferencia del coste económico del consumo energético del sistema de iluminación actual y el coste económico del consumo energético del sistema de iluminación propuesto incluyendo el ahorro por reposición debido a la mayor vida útil de las lámparas LED.

El coste de los equipos se obtiene a partir de los precios obtenidos por Creara con el distribuidor, mientras que la inversión necesaria se calcula como la suma de todos los costes existentes: costes de equipos y costes de mano de obra.

Las sustituciones de iluminación por LED que se han contemplado se muestran a continuación:

### **Sustitución de lámparas fluorescentes por LED**

Este tipo de lámparas son de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su alto rendimiento las hacen idóneas para interiores de altura reducida. La mejora consiste en la sustitución de las lámparas fluorescentes actuales, existiendo varias posibilidades de sustitución, las más comunes son:

- Fluorescentes T8 de 18W por tubos LED de 10W.
- Fluorescentes T8 de 36W y/o T5 de 28W por tubos LED de 20W.

**Tabla 23. Sustitución de fluorescentes por LED**

<b>Sustitución de fluorescentes por LED</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
23.033	26,23	2.788
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
3.865	4.311	8.176
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
2,9	15	17.630
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
5.943		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

## Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED

Son lámparas fluorescentes que tienen mayor vida útil y bajo consumo energético produciendo la misma iluminación que una lámpara incandescente. Las posibilidades de sustitución son:

- Bajo consumo de 20W por LED de 10,5W.

**Tabla 24. Sustitución de fluorescentes compactas por LED**

<b>Sustitución de fluorescentes compactas por LED</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
154	0,18	22
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
127	52	179
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
8,0	15	27
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
40		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

## Sustitución de luminarias de tipo apliques por LED

El tipo de lámpara que forma parte de esta luminaria es de tipo fluorescente compacta o incandescente, habiéndose descrito anteriormente las características de estas tecnologías. Se lleva a cabo la sustitución de la luminaria completa por apliques de LED. Las posibilidades de sustitución son las siguientes:

- Aplique con incandescencia de 1x60W por aplique LED de 8W.
- Aplique con fluorescente compacta desde 1x10W hasta 1x20W por aplique LED de 8W.

**Tabla 25. Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED**

<b>Sustitución de luminarias de tipo aplique por LED</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
1.219	1,39	164
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
1.013	405	1.418
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
8,6	15	118
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
315		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

### **9.1.1.2 Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural**

El detector de presencia es un equipo que permite reducir el consumo energético apagando aquella iluminación que permanece encendida durante más tiempo del necesario en zonas como pasillos, aseos o ascensores. Por otro lado, los sensores de luz natural son elementos que detectan la luz natural existente en las estancias y, en caso de que las condiciones meteorológicas aporten los niveles de luz necesarios, apagan la iluminación. La unión de estos dos elementos permite un ahorro energético considerable.

La instalación de estos equipos en lámparas que tengan como equipo auxiliar balastos electromagnéticos, como son las lámparas fluorescentes y las de bajo consumo, pueden disminuir la vida útil de las mismas debido al mayor número de encendidos. Para minimizar este tipo de consecuencias negativas, se recomienda la instalación de balastos electrónicos previamente. Hay que tener en cuenta que algunos tipos de lámparas

de bajo consumo y los LED ya disponen de esta tecnología para evitar que la vida útil de las lámparas se vea reducida.

El estudio de esta medida consiste en la instalación de detectores de presencia con sensores crepusculares (de luz natural) que controlen electrónicamente el encendido y apagado de las lámparas según un tiempo de retardo programable en función que detecte presencia o no y el aporte de luz natural. Los ahorros que se obtienen por la instalación de estos elementos son debidos a la reducción de horas de funcionamiento.



**Ilustración 10. Detector de presencia**

Se ha evaluado la instalación de 21 detectores de presencia en el centro. En el anexo 13.5 puede verse qué luminarias se propone controlar mediante estos detectores. [las que se incluye una descripción en la columna: propuesta tiempo].

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

**Tabla 26. Instalación de detectores de presencia**

<b>Instalación de detectores de presencia</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
4.025	4,58	485
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
751	719	1.470
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
3,0	10	3.020
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

## 9.1.2 EQUIPOS

### 9.1.2.1 Instalación de sobre-enchufes (Plugwise)

Los sobre-enchufes (Plugwise) son un sistema para controlar y reducir el consumo de los equipos ofimáticos y otros que quedan en modo stand-by. El sistema propuesto se compone de los siguientes elementos:

- **Software:** plataforma de visualización de consumos registrados por los sobre-enchufes. También permite establecer órdenes de encendido/apagado en función de horarios, agrupaciones de sensores, eventos, etc. Se instalaría en un ordenador de la oficina desde donde se controlarían todos los elementos instalados.



#### Ilustración 11. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos

- **Sobre-enchufe inalámbrico:** mide la energía de los dispositivos conectados, y ejecuta el encendido y apagado según las órdenes programadas en el software. Comunica vía Zigbee con el receptor.
- **Receptor:** recibe las señales Zigbee de los sobre-enchufes, y las procesa para que puedan ser gestionadas por el software.

Los ahorros obtenidos con la aplicación de esta medida son producidos por la eliminación del consumo en stand-by de equipos ofimáticos: ordenadores de sobremesa (compuestos de monitor más unidad central), ordenadores portátiles, impresoras multifunción o fotocopiadoras. La inversión que se ha considerado para el cálculo de los ahorros incluye el coste del software, el receptor y los sobre-enchufes en función del número de equipos sobre los que aplica.

Se ha evaluado la implantación de un equipo "Pro 50 Type F" que incluye 50 sobreenchufes.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

**Tabla 27. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise**

<b>Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
3.853	4,39	437
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
2.108	0	2.108
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
4,8	10	1.953
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
994		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

## 9.1.3 ENERGÍAS RENOVABLES

### 9.1.3.1 Solar fotovoltaica

#### Introducción

Se propone la instalación de un sistema solar fotovoltaico en la cubierta de las instalaciones con el fin de reducir el consumo energético del suministro existente, consumiendo la energía producida por los paneles.

#### Descripción de la medida

Una instalación solar fotovoltaica permite aprovechar la luz del sol para generar electricidad. El principal elemento de una instalación fotovoltaica es el panel fotovoltaico.

Un panel fotovoltaico se compone de un conjunto de células fotoeléctricas conectadas en serie y paralelo para obtener una tensión determinada y una intensidad variable en 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.

Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotoeléctrica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido.

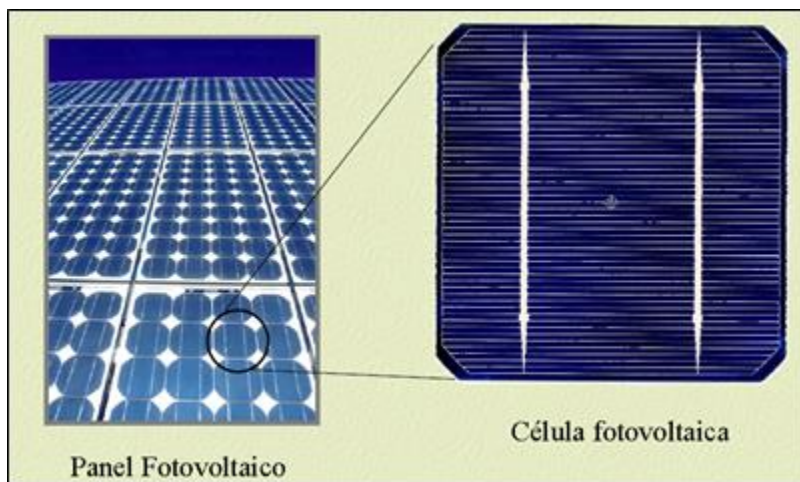
**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**





Después, la tecnología fotoeléctrica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento.



**Ilustración 12. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico (compuesto de numerosas células)**

La potencia de un panel fotovoltaico o de una instalación fotovoltaica se mide en kilovatios pico (kWp). La potencia pico es la potencia máxima de la instalación. Una instalación con una potencia de 1 kWp producirá 1 kW eléctrico cuando la radiación incidente sobre ella sea de 1 sol pico (1 kW/m<sup>2</sup>).

El ahorro económico vendrá dado por la energía que se generará a través de fuentes renovables y que se deja de demandar de la red.

Los elementos necesarios para llevar a cabo esta instalación son los siguientes:

- Panel fotovoltaico: convierte la luz solar en energía eléctrica
- Estructura soporte. Mantiene el módulo y lo orienta en la dirección más adecuada
- Inversor. Convierte la corriente continua a corriente alterna (los módulos fotovoltaicos generan electricidad en corriente continua) para su uso por los diferentes sistemas consumidores



**Ilustración 13. Imagen de una instalación fotovoltaica estática**

## Dimensionamiento de la instalación

### Introducción

La legislación actual permite volcar parte de la energía generada a red, pero es más interesante autoconsumir el máximo de energía.

De este modo, se va a dimensionar la instalación de modo que la generación solar sea inferior en todo momento al consumo eléctrico del edificio.

### Radiación solar en la zona

Se ha obtenido la radiación solar en la zona a partir de los datos del sistema de información territorial del *Photovoltaic Geographical Information System* de la Unión Europea.

**Tabla 28. Latitud y longitud**

<b>Colegio</b>	CIFP El Faro	
<b>Coordenadas</b>	LAT	37,136679
	LON	-6,826981

**Tabla 29. Potencial solar mensual**

Mes	Potencial FV (kWh / día kWp)	Días	Potencial FV (kWh / mes kWp)
Enero	2,58	31	79,98
Febrero	3,32	28	92,96
Marzo	4,35	31	134,85
Abril	5	30	150
Mayo	5,74	31	177,94
Junio	6,01	30	180,3
Julio	6,08	31	188,48
Agosto	5,53	31	171,43
Septiembre	4,61	30	138,3
Octubre	3,65	31	113,15
Noviembre	2,84	30	85,2
Diciembre	2,34	31	72,54
<b>Total</b>			<b>1.585</b>

A partir de estos datos se va a encontrar la potencia óptima de la instalación y el rendimiento energético de ésta.

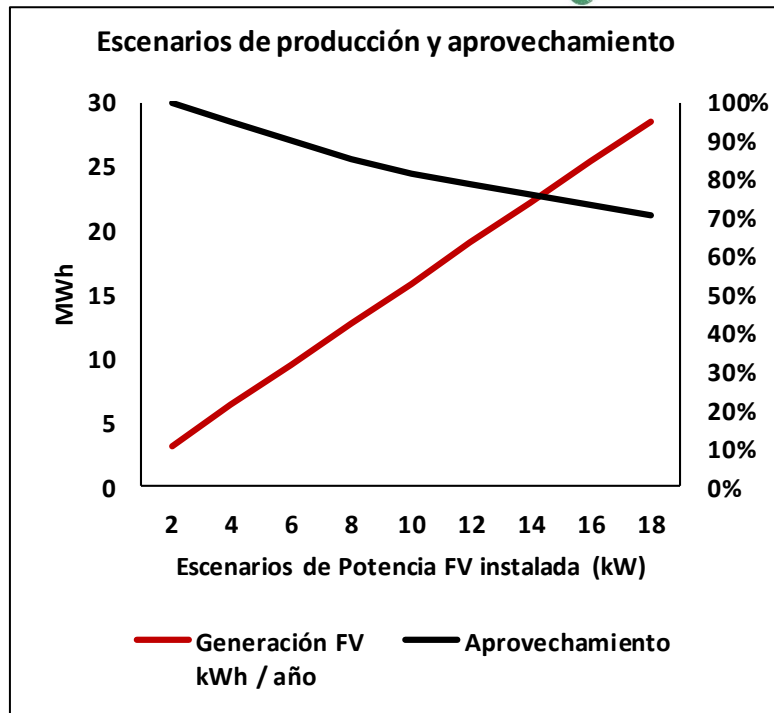
### Dimensionamiento. Tamaño óptimo

Para dimensionar la instalación se va a tener en cuenta lo siguiente:

- La generación será la máxima posible, minimizando la energía desperdiciada<sup>17</sup>, de modo que se pueda autoconsumir la energía generada por la instalación.
- La demanda se ha simulado en base al consumo eléctrico mensual facilitado y a los usos y al régimen de funcionamiento del centro, ya que no se dispone de la curva de carga real.

De este modo, se analiza la generación de energía en función de la potencia instalada frente al aprovechamiento de la misma, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

<sup>17</sup> Dado las características de los centros es imposible no desperdiciar parte de la energía generada, ya que hay momentos en los que la demanda es muy baja. Sin embargo, se dimensiona para que el aprovechamiento sea al menos del 80%.



**Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento**

A partir de esta información, se determina la potencia óptima, que permite un aprovechamiento del 85% de la energía generada:

- Potencia pico propuesta = 8 kWp

## Resultados

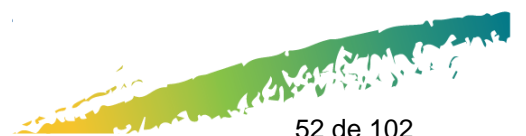
### Instalación propuesta

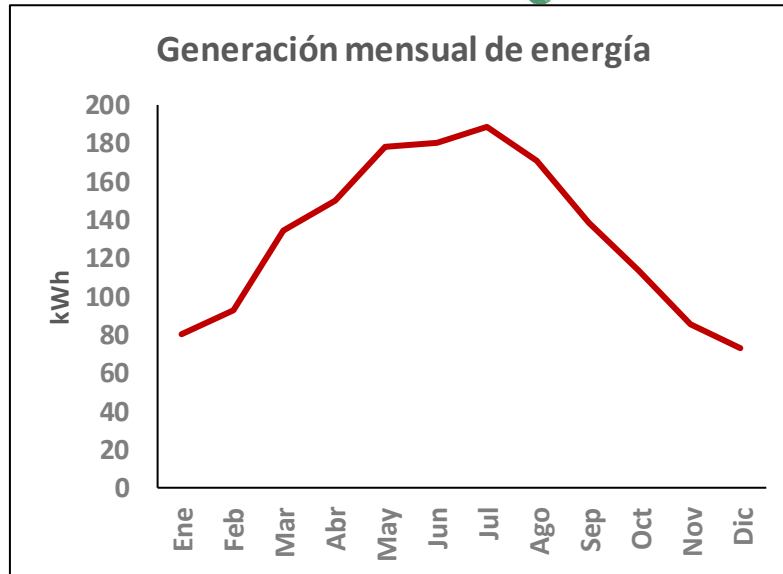
#### Datos de la instalación

- Potencia pico: 8 kWp
- Número de módulos: 30
- Potencia de los módulos: 275 Wp
- Inclinación de los módulos: 30<sup>o18</sup>

La generación mensual de la instalación se muestra en el siguiente gráfico

<sup>18</sup> Inclinación óptima en la zona





**Gráfica 12. Generación mensual de energía**

La generación anual de energía es igual a **14.530 kWh**. Se considera un aprovechamiento de un 85%, esto es: **12.681 kWh**.

### Localización

Por cuestiones de seguridad y de integración arquitectónica, se determinará la cubierta de las edificaciones como zona de ubicación de los paneles solares fotovoltaicos.

Para esta instalación de una potencia pico estimada de 8 kW se necesita una superficie aproximada de unos 71 m<sup>2</sup>.

Como zona óptima se ha elegido la cubierta inclinada no transitable correspondiente al edificio Principal, la cual consta con una superficie aprovechable de unos 126 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 14. Zona óptima para la ubicación de las placas fotovoltaicas**

La carga del sistema de paneles compuestos por módulos fotovoltaicos y la estructura para estos, constituye una carga de 20 kg/m<sup>2</sup>.

Los paneles se instalarán de manera coplanar a la cubierta del edificio, es decir, tendrán la misma inclinación que esta: 12 °.

Para la fijación de los paneles sobre la estructura se utilizará el sistema IMM o similar con las siguientes características en materiales y accesorios:

- Fabricado íntegramente con perfiles de aluminio extruido.
- Tornillería de acero Inox A2.
- Fijación de paneles solares mediante grapas de aluminio extruido.
- Tornillos para los paneles cabeza de martillo. En caso de sustitución de los paneles solares, permite soltar solo el panel afectado, no toda la fila.
- Salva-tejas regulable con cuatro puntos de fijación en hormigón.

### Configuración de la instalación

Para la presente instalación se han considerado los siguientes equipos:

- Paneles FV
  - N° paneles: 30
  - Potencia pico: 275 Wp
  - Entre un 14 - 20 % sobredimensionamiento mínimo o máximo ó permitido por el inversor.
- Inversores
  - N° inversores: 1
  - Potencia nominal: 9 kW

Las características técnicas exigibles para estos equipos se detallan en el anexo.

**Tabla 30. Presupuesto instalación solar fotovoltaica**

Concepto	Coste (€)	Coste (€ / Wp)
Módulos FV	3.000	0,30
Inversor	1.584	0,16
Equipo gestor	250	0,03
Controlador de vertido	300	0,03
Estructura auxiliar	1.000	0,10
Material eléctrico y protecciones	1.000	0,10
Mano de obra	2.300	0,23
Gestiones y memoria técnica	650	0,07
Seguridad y salud	75	0,01
Gestión de residuos	50	0,01
<b>Total</b>	<b>10.209</b>	<b>1,2761</b>

### Resultados energéticos y económicos

Como se ha comentado anteriormente el ahorro económico vendrá dado por la energía que se generará a través de fuentes renovables y que se deja de demandar de la red, además de la posible reducción de la potencia contratada con la compañía suministradora debido a esta nueva situación de disminución de la demanda de la red eléctrica. Por ello, para el ahorro económico no solo se ha tenido en cuenta el precio de la electricidad, sino también el coste de las potencias contratadas. Por lo que, para el cálculo del ahorro, se ha tenido en cuenta un término unitario de la energía de 0,108 €/kWh.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

**Tabla 31. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica**

<b>Instalación de solar fotovoltaica</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Generación de energía</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año <sup>19</sup>	% <sup>20</sup>	Eu / año
10.832	12,34	1.170
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
7.134	3.075	10.209
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN<sup>21</sup></b>
años	años	Eu
8,35	25	753
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
3.791		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto, es suficiente con una memoria técnica, ya que la potencia instalada es menor de 100 kWp.

## 9.1.1 FACTURACIÓN ELÉCTRICA

### 9.1.1.1 Optimización de la potencia contratada

Uno de los conceptos por los que se paga en las facturas eléctricas es la potencia contratada. Es fundamental que la potencia esté optimizada, ya que supone un sobre coste para el usuario tanto si es superior como si es inferior a la potencia demandada.

En base a las facturas del centro se ha establecido la potencia óptima para cada uno de los periodos. En este caso se recomienda reducir la potencia contratada en todos los periodos.

**Tabla 32. Optimización de la potencia contratada**

<b>CUPS</b>	<b>Potencia óptima</b>		
	<b>P1 (kW)</b>	<b>P2 (kW)</b>	<b>P3 (kW)</b>
ES0031102194639001YB0F	52	60	20

<sup>19</sup> Ahorro eléctrico

<sup>20</sup> Ahorro con respecto al consumo eléctrico

<sup>21</sup> Para el cálculo del VAN y TIR se considera una vida útil de 10 años, ya que es la duración a considerar para un proyecto ESE.



Esta medida conlleva una inversión debida al coste de los derechos de enganche, la cuota de extensión, la cuota de acceso y la renovación del CIE<sup>22</sup> por parte de la distribuidora.

A continuación se muestra una tabla con los resultados de la optimización de la potencia en el centro:

**Tabla 33. Optimización de la potencia contratada**

<b>Optimización potencia contratada</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
-	-	953
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
-	-	1.658
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
1,74	-	7.141
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
-		

<sup>22</sup> Certificado de Instalación Eléctrica



## 9.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS

### 9.2.1 CLIMATIZACIÓN

#### 9.2.1.1 Sustitución de calefactores por bombas de calor

El uso de equipos como calefactores, radiadores eléctricos, resistencias eléctricas para calefacción supone un uso ineficiente de la energía, ya que existen equipos, como las bombas de calor, que tiene rendimientos mucho mayores y ofrecen un mayor confort.

Una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Estos equipos presentan un rendimiento muy superior al de los equipos anteriormente mencionados, ya que no están basados en la generación de calor, sino en su transferencia.

La mayor eficiencia de estos equipos disminuirá el consumo energético y por lo tanto los costes económicos asociados.

La medida se ha estudiado asumiendo la instalación de una bomba de calor reversible de alta eficiencia energética (clase A) que pueda satisfacer las demandas térmicas de calor. El equipo también tendrá la posibilidad de cubrir la demanda de refrigeración, que actualmente está desatendida.

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

**Tabla 34. Sustitución de calefactores por bombas de calor**

<b>Sustitución de calefactores por bombas de calor</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
3.555	4,05%	404
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
26.807	6.702	33.508
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
83,0	20	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
917		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

### 9.2.2.1 Sustitución de lámparas convencionales por LED

Las sustituciones de iluminación por LED que se han contemplado se muestran a continuación:

#### Sustitución de luminarias empotradas por otras de LED

Esta medida consiste en la sustitución de las luminarias empotradas con lámparas fluorescentes por paneles de LED.

- Empotrada con fluorescente T8 de 2x36W por panel de LED de 31W

**Tabla 35. Sustitución de luminarias de tipo empotradas por LED**

<b>Sustitución de luminarias de tipo empotradas por LED</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
1.829	2,08	223
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
5.605	752	6.357
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
28,5	15	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
472		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

## **Sustitución de proyectores con lámparas de descarga o halógenos por LED**

Esta medida consiste en la sustitución de proyectores de diferentes tecnologías de descarga, halogenuro metálico en su mayoría o halógenos convencionales de tipo lineal.

- VSAP o HMC de 150W por Proyector LED de 80W.

**Tabla 36. Sustitución de proyectores por LED**

<b>Sustitución de proyectores por LED</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
20	0,02	3
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
2.100	200	2.300
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
888,4	15	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
5		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

### **9.2.3 EQUIPOS**

#### **9.2.3.1 Instalación de regletas eliminadoras de stand-by**

Las regletas eliminadoras de stand-by son elementos destinados a reducir el consumo stand-by de los equipos electrónicos (principalmente equipos ofimáticos) que pueden desconectarse completamente de la red eléctrica.

Los eliminadores de stand-by 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 corta el paso de corriente, apagándolos por completo. Al encenderlos el eliminador 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.

El ahorro energético de aplicar esta medida estará dado por la disminución del tiempo que los equipos se encuentran en modo stand-by. La inversión que se ha considerado para el cálculo de los ahorros incluye el coste de la regleta eliminadora de stand-by. No se considera coste asociado a la mano de obra, ya que su instalación es muy sencilla.



**Ilustración 15. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales**

Los resultados de la implantación de esta medida son los siguientes:

**Tabla 37. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by**

<b>Instalación de regletas eliminadoras del stand-by</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
615	0,70	70
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
193	0	193
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
2,8	10	455
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
159		

Para la implantación de esta medida no es necesaria la redacción de un proyecto.

Pese a que esta medida de ahorro tiene un PRS aceptable, su implementación no es compatible con la de los sobre-enchufes programables, por lo que la media de ahorro que se recomienda es la que aporte un mayor ahorro energético, es este caso particular, la de los sobre-enchufes programables.

## 10 MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO

### 10.1.1 TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA

La instalación de equipos para la telegestión es recomendable cuando el edificio dispone de altos consumidores tales como sistemas centralizados de climatización, calderas, enfriadoras o iluminación, que concentran un elevado porcentaje del consumo del edificio.

Dentro de las posibilidades de telegestión, la mejor opción para este tipo de edificios son los actuadores telegestionados.

Un actuador telegestionable permite obtener información relativa de un elemento consumidor tal como:

- Parámetros de consumo: tensiones, intensidades, potencia, energía, factor de potencia, armónicos, caudales de gas.
- Estado actual: encendido/apagado, % de carga, avisos de incidencias
- Variables ambientales: temperatura, humedad relativa, concentración CO<sub>2</sub>.

Estos elementos además permiten la actuación sobre variables operativas tales como consignas, horarios, encendidos, etc.

En el caso particular de la instalación objeto de este estudio, no hay climatización centralizada pero existe un consumo elevado de iluminación y equipos ofimáticos.

Si estos consumos se encuentran diferenciados y seccionados en los cuadros eléctricos, se podrían monitorizar con los actuadores anteriormente mencionados, de manera que se podrían crear horarios de encendido y apagado para que, tras el uso normalizado del colegio, y los horarios de limpieza, se apagase todo el centro, desconectando iluminación que se haya podido quedar encendida, o equipos en stand by.

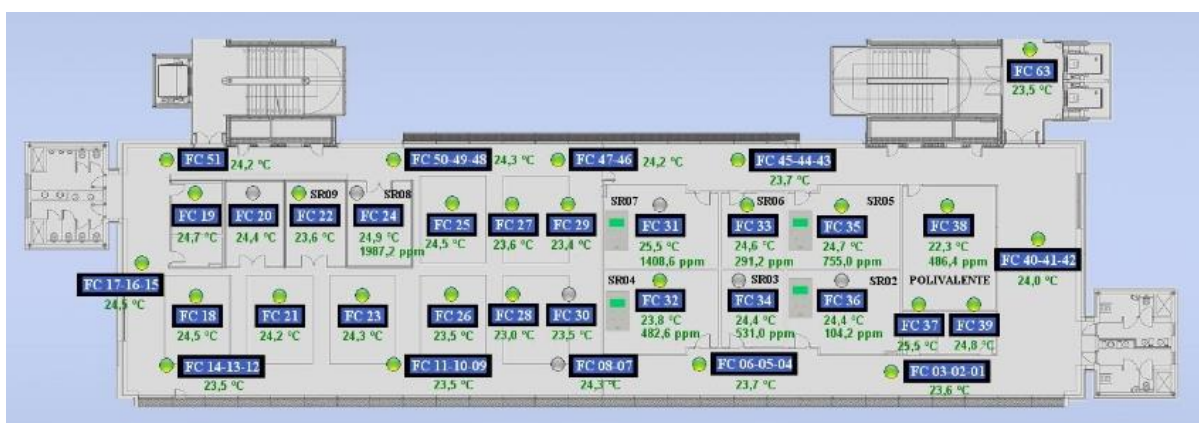


Ilustración 16. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización (Fuente: Creara)

## 11 BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

### 11.1 REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS

La regulación de la temperatura en las distintas dependencias es un factor sobre el que se puede actuar para conseguir que el sistema de climatización del edificio sea más eficiente.

El Consejo de Ministros en su sesión del 1 de agosto de 2008 aprobó el Plan de Activación del Ahorro y la Eficiencia Energética 2008-2011 que contiene 32 medidas, entre las que se encuentra la obligación de limitar las temperaturas a mantener en el interior de los establecimientos de edificios y locales climatizados destinados a usos administrativos, comerciales, culturales, de ocio y en estaciones de transporte, con el fin de reducir su consumo de energía. También propone la exhibición de la gama de temperaturas interiores registradas en los recintos de los edificios y locales que son frecuentados habitualmente por un número importante de personas o tienen una superficie superior a 1.000 m<sup>2</sup>, reforzando de esta forma el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, que sólo lo recomendaba.

Las medidas que se proponen en este Plan justifican que se haya aprobado el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, y en concreto de su Instrucción Técnica IT-3 dedicada al mantenimiento y uso de estas instalaciones.

Dentro de esta Instrucción Técnica IT-3 se recoge en su apartado "I.T.3.8.2 Valores límite de las temperaturas del aire" lo siguiente:

La temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados que se indican en la I.T. 3.8.1 apartado 2, y entre los que se encuentran los edificios administrativos, se limitará a los siguientes valores:

- La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 26 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

A través de los datos de los termostatos tomados de las estancias se puede determinar el ahorro potencial a través de la regulación de la temperatura de las estancias, ya que por cada °C que se aumente la temperatura de consigna en refrigeración se puede ahorrar un 8% del consumo, mientras que por cada °C que se reduzca la temperatura de consigna en calefacción se puede ahorrar un 7% del consumo. Esta medida no lleva asociada ningún coste.

Partiendo de la hipótesis de que la temperatura de consigna de las estancias está por encima de lo recomendado en invierno con una consigna de 22,5°C y por debajo en verano, 24,5°C, se podría obtener un ahorro del 10,3% del consumo en invierno y del 11,8% en verano, lo que supone un ahorro energético de 983 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula puesto que es meramente de gestión.

## 11.2 CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR

Los tres sistemas operativos más importantes actualmente; Windows, Mac OS X y Linux (en la mayoría de sus distribuciones) llevan implementados economizadores basados en el programa ENERGY STAR de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, creado en 1992 para promover los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, reduciendo de esta forma las emisiones de gas de efecto invernadero por parte de las centrales eléctricas.



**Ilustración 17. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en ordenadores**

- Reducción de brillo en pantalla: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador atenúa el brillo del monitor, disminuyendo la potencia necesaria para alimentar el LCD.
- Apagado de pantalla: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador mandará una orden al monitor para que éste se apague, pasando al modo Stand-by.
- Poner el equipo en estado de suspensión: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador guarda su estado actual, detiene los discos duros y reduce su actividad hasta prácticamente su apagado total. Queda un remanente de alimentación hacia las memorias RAM, CPU y fuente de alimentación. En este estado el consumo total del ordenador es muy reducido. Cuando termina el periodo de inactividad, el ordenador vuelve a un estado exactamente igual al que tenía antes de la suspensión.



- Poner el equipo en estado de hibernación: el usuario puede establecer un tiempo de inactividad a partir del cual el ordenador guarda su estado actual y hace una copia del contenido de la memoria RAM en el disco duro, tras lo que el ordenador se apaga completamente. Al volver a iniciarlo, el usuario se encuentra con todas las aplicaciones abiertas en el estado en el que éstas se encontraban antes de hibernar. Este modo se suele usar para largos periodos de inactividad, consumiendo menos energía que en el modo suspensión y asegurándose de no perder ningún dato ante un corte de tensión o descarga completa de la batería en el caso de un portátil.

Gestionando eficientemente los equipos ofimáticos con este programa se puede conseguir un ahorro de 490 kWh. En cuanto a la inversión, es un programa implementado en todos los sistemas operativos, por lo que se considera gratuita.

### 11.3 LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES

El radiador de los frigoríficos y los congeladores se encuentra en la parte trasera del equipo. Una limpieza periódica (cada 3 - 4 meses) de este elemento reduciría sustancialmente la suciedad acumulada y, por tanto, mejoraría la evacuación del calor y la eficiencia del equipo. Evitando la obstrucción de la ventilación y manteniendo limpio el serpentín, el condensador necesitaría menores tiempos de funcionamiento, con el consiguiente ahorro energético.

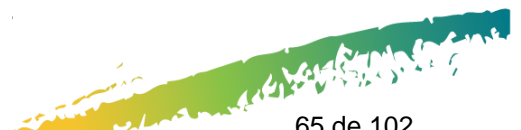


**Ilustración 18. Parte trasera de un frigorífico.**

Además, es importante controlar el estado de las gomas y aislantes, para evitar posibles pérdidas térmicas que incrementarían el consumo del equipo, y evitar las aperturas innecesarias y prolongadas de las puertas. También se ha de considerar la correcta ubicación del equipo, permitiendo una óptima ventilación y alejándolo de fuentes de calor (como hornos o fogones).

El ahorro aproximado realizando esta actuación en los equipos de frío es del 15% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 1.368 kWh. Esta medida no tiene ninguna inversión asociada.

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**



## 11.4 DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS

Consiste en vigilar la formación de hielo o escarcha en el frigorífico o en el congelador y proceder a descongelarla cuando aparezca, evitando la formación de capas de más de 3 mm. Los nuevos modelos suelen incorporar la tecnología “no-frost”, que evitan este proceso, pero aun así es conveniente permanecer atento.

El hielo y la escarcha actúan como aislantes, dificultando el enfriamiento del interior del frigorífico. Un equipo que mantenga capas de hielo inferiores a 3 mm es capaz de ahorrar en torno a un 30% de energía (Fuente: IDAE).

Realizando esta actuación en los frigoríficos que lo necesiten se puede llegar a obtener un ahorro del 30% del consumo del equipo, de forma que el ahorro esperable sería de 2.737 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula porque la puede llevar a cabo el personal de mantenimiento del edificio.

## 12 CONCLUSIONES

### 12.1 MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS

A continuación se presenta una tabla con los resultados energéticos de la totalidad de las medidas de ahorro analizadas en el presente estudio.

En la tabla se muestra la siguiente información:

- Ahorro energético. Se muestra el ahorro de energía generado por la medida.
- Ahorro económico. Se muestra el ahorro económico anual derivado de la implantación de la medida de ahorro.
- Inversión. Se muestra la inversión necesaria para implementar la medida de ahorro.
- Periodo de retorno simple de la inversión<sup>23</sup>. 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 electricidad generada por la medida.

---

<sup>23</sup>En este apartado no se ha considerado la evolución de los precios de la energía

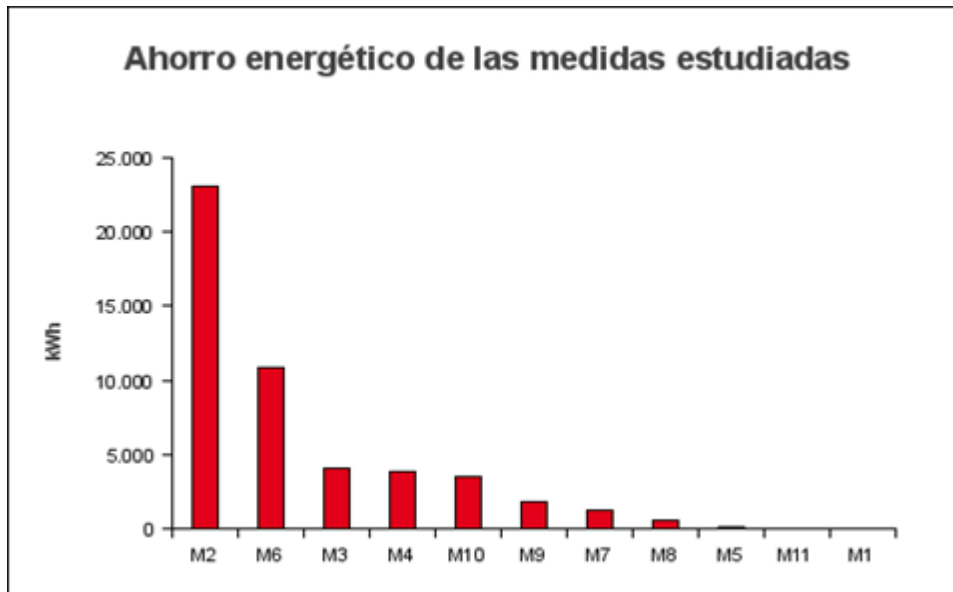
**Tabla 38. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas**

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO <sub>2</sub> / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica	0	0,00	953	1.658	1,7	0	7.141	57,8%	-
M8	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	615	0,70	70	193	2,8	159	455	35,3%	10
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	23.033	26,23	2.788	8.176	2,9	5.943	17.630	32,9%	15
M3	Instalación de detectores de presencia	4.025	4,58	485	1.470	3,0	1.038	3.020	31,7%	10
M4	Instalación de sobreenchufes Plugwise	3.853	4,39	437	2.108	4,8	994	1.953	16,9%	10
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	154	0,18	22	179	8,0	40	27	4,8%	15
M6	Instalación fotovoltaica	10.832	12,34	1.170	10.209	8,4	3.791	753	3,4%	25
M7	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	1.219	1,39	164	1.418	8,6	315	118	3,6%	15
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias empotradas por LED	1.829	2,08	223	6.357	28,6	472	-	-	15
M10	Sustitución de calefactores por bombas de calor	3.555	4,05	404	33.508	83,0	917	-	-	20

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**


Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO <sub>2</sub> / año	€	%	años
M11	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	20	0,02	3	2.300	888,4	5	-	-	15

En el gráfico que se muestra a continuación se compara el ahorro energético anual conseguido mediante la aplicación de las diferentes medidas.



**Gráfica 13. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio**

**Tabla 39. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio**

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro de energía mejora (kWh/año)
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	23.033
M6	Instalación fotovoltaica	10.832
M3	Instalación de detectores de presencia	4.025
M4	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.853
M10	Sustitución de calefactores por bombas de calor	3.555
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de luminarias empotradas por LED	1.829
M7	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	1.219
M8	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	615
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	154
M11	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	20
M1	Facturación eléctrica	0



## 12.2 MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS

A continuación se muestra una tabla con las medidas de ahorro que se proponen para su implementación.

De la totalidad de medidas estudiadas se recomienda la implementación de aquellas con un periodo de retorno inferior a 10,0 años.

**Tabla 40. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP El Faro**

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro			Inversión	PRS	Emisiones	VAN	TIR	Vida útil
		kWh / año	% Total	€ / año	€	años	kg CO <sub>2</sub> / año	€	%	años
M1	Facturación eléctrica	0	0,00	953	1.658	1,7	0	7.141	57,8	-
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	23.033	26,23	2.788	8.176	2,9	5.943	17.630	32,9	15
M3	Instalación de detectores de presencia	4.025	4,58	485	1.470	3,0	1.038	3.020	31,7	10
M4	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.853	4,39	437	2.108	4,8	994	1.953	16,9	10
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	154	0,18	22	179	8,0	40	27	4,8	15
M6	Instalación fotovoltaica	10.832	12,34	1.170	10.209	8,4	3.791	753	3,4	25
M7	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	1.219	1,39	164	1.418	8,6	315	118	3,6	15
<b>TOTAL</b>		<b>40.494<sup>24</sup></b>	<b>46,1</b>	<b>5.654</b>	<b>25.217</b>	<b>4,5</b>	<b>11.383</b>	<b>30.642</b>	<b>21</b>	<b>-</b>

<sup>24</sup> El ahorro total no es igual a la suma del ahorro de cada medida, debido a que existen efectos cruzados entre ellas



El ahorro energético que se consigue mediante la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro no es igual a la suma del ahorro 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 recomendadas presentan efectos cruzados.

Dos medidas presentan efectos cruzados cuando afectan al mismo consumo. Cuando esto ocurra, el ahorro de la acción conjunta de las dos medidas será inferior a la suma de los efectos de cada una de ellas.

En las instalaciones del edificio "CEIP El Faro" las medidas que presentan efectos cruzados son las medidas que afectan a la iluminación, debido a las medidas de control del tiempo de encendido con el cambio de lámparas.

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. Sin embargo, la inversión total sí es igual a la suma de la inversión de cada medida de ahorro. Se muestra a continuación una tabla con los resultados energéticos y económicos de la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas.

**Tabla 41. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en el edificio CEIP El Faro**

<b>IMPLANTACIÓN CONJUNTA DE TODAS LAS MEDIDAS DE AHORRO</b>		
<b>Ahorro energético</b>		Total
	[kWh/año]	40.494
<b>Ahorro energético sobre el consumo total del edificio</b>		Total
	[%]	46,1
<b>Emisiones evitadas</b>	[kg CO <sub>2</sub> / año]	11.383
<b>Reducción de emisiones sobre el total</b>	[%]	50,4
<b>Ahorro económico</b>	[€ / año]	5.654
<b>Inversión necesaria</b>	[€]	25.217
<b>Periodo de retorno simple de la inversión</b>	[Años]	4,5

Para los resultados que se muestran de ahora en adelante, se han tenido en cuenta los efectos de la implantación conjunta de todas las medidas de ahorro recomendadas.

En la tabla que se muestra a continuación se puede ver el consumo total del edificio anterior y posteriormente a la implantación de las medidas. Del mismo modo se muestra el coste energético actual y el que tendrá el edificio tras la implantación de las medidas.





**Tabla 42. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas en el edificio**

Concepto	Unidades	Situación inicial	Situación <sup>25</sup> final	Ahorro
Consumo energético	[kWh / año]	87.804	47.310	40.494
Coste energético	[€ / año]	9.887	4.233	5.654

### 12.3 FLUJO DE CAJA

A continuación, se muestran el flujo de caja de llevar a cabo la totalidad de las medidas recomendadas, en función de la inversión y el ahorro anual conseguidos.

Teniendo en cuenta la vida útil de las propuestas de cambio (entre 10 y 25 años), la TIR no se calcula en un horizonte de 10 años, sino en un horizonte de 9 años.

Las medidas se llevarían a cabo en el año 0 (año 1<sup>o</sup>), y este año obtendríamos un 46% de ahorro, por lo que el tiempo de vida real estimado es de 9,5 años.

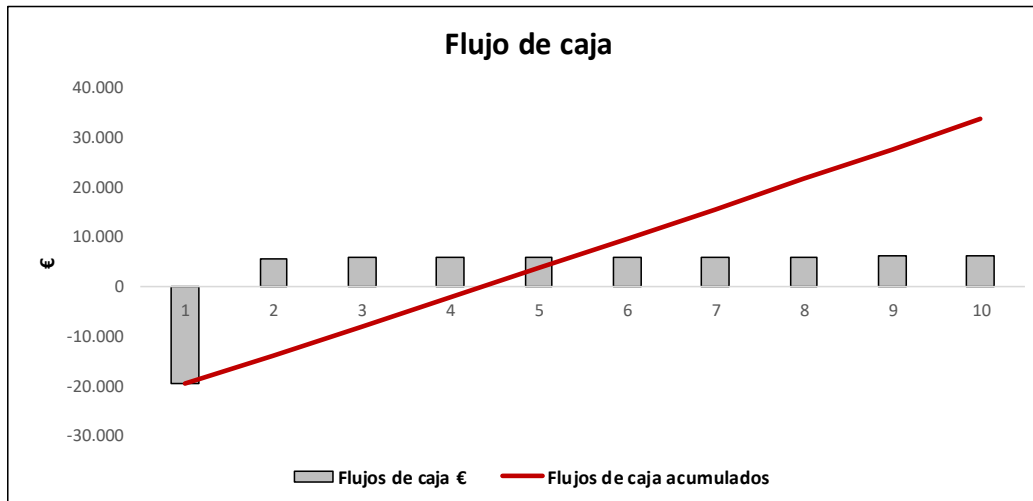
**Tabla 43. Flujo de caja**

Año	Inversión	Ahorro <sup>26</sup>	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
	€	€	€	€
1 <sup>o</sup>	25.217	5.654	-19.563	-19.563
2 <sup>o</sup>	-	5.711	5.711	-13.852
3 <sup>o</sup>	-	5.768	5.768	-8.085
4 <sup>o</sup>	-	5.825	5.825	-2.259
5 <sup>o</sup>	-	5.884	5.884	3.624
6 <sup>o</sup>	-	5.942	5.942	9.566
7 <sup>o</sup>	-	6.002	6.002	15.568
8 <sup>o</sup>	-	6.062	6.062	21.630
9 <sup>o</sup>	-	6.122	6.122	27.753
10 <sup>o</sup>	-	6.184	6.184	33.936

<sup>25</sup> Después de la implantación de las medidas

<sup>26</sup> Incremento del precio de la energía (1%)





**Gráfica 14. Flujo de caja**

En el gráfico anterior se observa una línea ascendente del flujo de caja acumulado, de forma que con el paso de los años se va recuperando la inversión que se hizo el primer año.

## 12.4 REDUCCIÓN DE EMISIONES

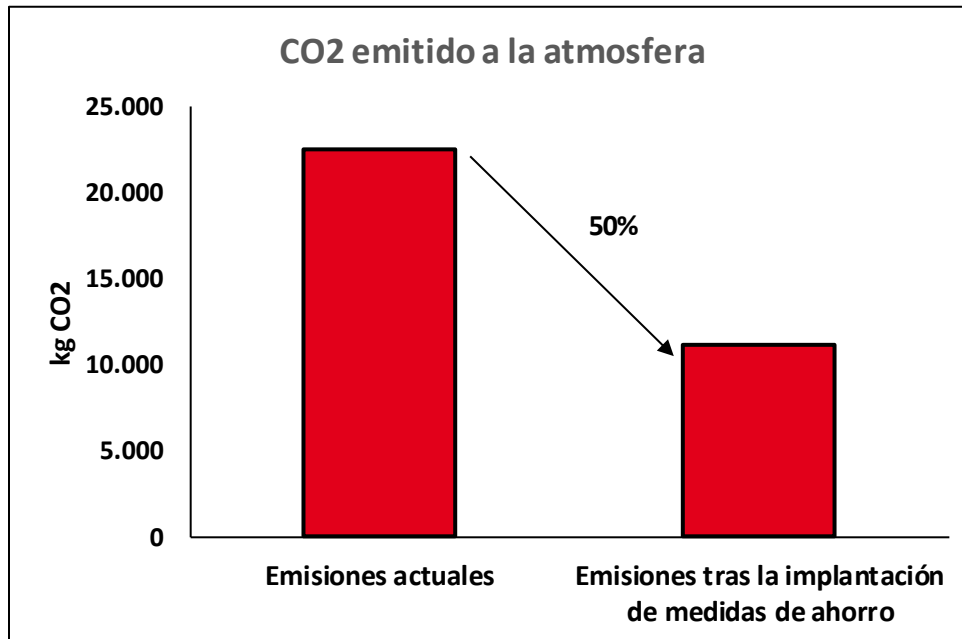
A continuación se muestra una tabla y un gráfico con las emisiones contaminantes procedentes del consumo energético de las instalaciones, las que se emitirán tras la implantación de todas las medidas de ahorro y la disminución de emisiones que supondrá dicha implantación.

**Tabla 44. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas**

Contaminante	Unidades	Emisión por consumo energético		Disminución
		Situación actual	Situación final <sup>27</sup>	
Consumo energético	[kWh / año]	87.804	47.310	40.494
Emisiones de CO <sub>2</sub>	[kg / año]	22.568	11.185	11.383

<sup>27</sup>Después de la implantación de las medidas





Gráfica 15. Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>

## 12.5 PLAN DE ACTUACIÓN

El objetivo de un plan de actuación es optimizar el orden de las inversiones realizadas para poder llevarlas a cabo con un desembolso económico mínimo. Para conseguir esto se deben ordenar las inversiones en función de su rentabilidad, para aprovechar al máximo los ahorros que se consiguen con la implantación de las medidas.

El plan de actuación podría aplicarse de la siguiente manera. Se implantarán las medidas con mayores ahorros y periodos de retornos más cortos.

Se ha realizado una clasificación de las medidas según su periodo de retorno. Se han dividido en tres grupos: PRS menor de 3 años, PRS entre 3 y 7 años y PRS mayor de 7 años.

A continuación se van a clasificar las diferentes medidas en función de su rentabilidad:

### Medidas de ahorro con PRS menor de 3 años

Tabla 45. Medidas con PRS bajo

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M1	Facturación eléctrica	0	953	1.658	1,7
M2	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	23.033	2.788	8.176	2,9



### Medidas de ahorro con PRS entre 3 y 7 años

**Tabla 46. Medidas con PRS medio**

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M3	Instalación de detectores de presencia	4.025	485	1.470	3,0
M4	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.853	437	2.108	4,8

### Medidas de ahorro con PRS mayor de 7 años

**Tabla 47. Medidas con PRS alto**

Nº	Resumen de medidas de ahorro	Ahorro de energía (kWh/año)	Ahorro económico anual (€/año)	Inversión asociada (€)	Periodo de retorno (años)
M5	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	154	22	179	8,0
M6	Instalación fotovoltaica	10.832	1.170	10.209	8,4
M7	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de apliques por otros de LED	1.219	164	1.418	8,6



## 13 ANEXOS

### 13.1 CALEFACCIÓN

Tabla 48. Inventario equipos individualizados calefacción

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Dirección	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Dirección	Calefactor	-	1	-	1.000
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala de Espera	Calefactor	-	1	-	1.000
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Split	-	1	-	50
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Bomba de calor (calor)	-	1	2.900	760
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula Tutoría	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Split	Daitsu	1	-	50
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Bomba de calor (calor)	Daitsu	1	2.924	940
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula de Lenguaje	Radiador eléctrico	-	1	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antigua Pretecnología	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Educación Especial	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antiguo Laboratorio	Radiador eléctrico	-	3	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 8	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 1	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 2	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 3	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**


Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 4	Radiador eléctrico	-	2	-	1.400



**Tabla 49. Inventario equipos individualizados refrigeración**

<b>Colegio</b>	<b>Edificio</b>	<b>Planta</b>	<b>Estancia</b>	<b>Equipo</b>	<b>Marca / Modelo</b>	<b>Unid</b>	<b>Potencia térmica (W)</b>	<b>Potencia eléctrica (W)</b>
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Split	-	1	-	50
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Bomba de calor (frío)	-	1	2.700	810
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Split	Daitsu	1	-	50
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala Rack	Bomba de calor (frío)	Daitsu	1	2.752	990



Tabla 50. Inventario equipos generación ACS

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Capacidad (litros)
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Cuarto Almacén	Termo eléctrico	1	1.200	50



**Tabla 51. Inventario equipos**

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Conserjería	Fotocopiadora	2	1.500	12
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Conserjería	Compresor pequeño	1	1.500	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Dirección	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Dirección	Destructor de Papel	1	350	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Secretaría	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala de Espera	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala de Espera	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala de Espera	Microondas	1	2.000	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Hall	Ascensor	1	9.000	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Proyector	1	400	5



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Proyector	1	400	5



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 8	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 8	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 8	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula de Pretecnología	Pizarra eléctrica	1	180	0



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula de Pretecnología	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula de Pretecnología	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Educación Especial	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antiguo Laboratorio	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antiguo Laboratorio	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antiguo Laboratorio	Ordenador sobremesa	8	60	13
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Sala Tutoría	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Salón de Actos	TV Color (43-50 pulg Plasma)	1	360	15
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 1	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 1	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 2	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 2	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 3	Proyector	1	400	5



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 3	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 4	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 4	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Frigorífico+congelador	1	240	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Cámara congelados	3	2.300	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Cocina de gas	1	8.000	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Marmita	1	16.000	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Horno eléctrico pequeño	1	5.400	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Lavavajillas industrial	1	4.900	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Cámara frigorífica grande	3	1.011	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Mesa caliente	1	2.400	0
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Extractor de humos	1	200	0
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 5	Proyector	1	400	5

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**


Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 5	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 6	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 6	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 7	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 7	Pizarra eléctrica	1	180	0
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 8	Proyector	1	400	5
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 8	Pizarra eléctrica	1	180	0



## 13.5 ILUMINACIÓN

Tabla 52. Inventario y propuestas iluminación

Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Administración	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Conserjería	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Dirección	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Secretaría	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Sala de espera	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Hall	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Biblioteca	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-





Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch , pasillos
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 5	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 6	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 7	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**


Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula 8	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aula Tutoría	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Aseo Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Principal	Baja	Escaleras	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula de Lenguaje	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	4	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aseos Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	7	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch , pasillos
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aseo Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antigua de Pretecnología	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Educación Especial	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	Primera	Aula Antiguo Laboratorio	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	baja	Exterior	Aplique	Incandescente	2	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	baja	Exterior	Peatonal	Fluorescente compacta integrada	8	1	20	Balasto electrónico	LEDBulb 1055 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Principal	baja	Exterior	Proyector	Halogenuro metálico	8	1	150	Balasto electromagnético	Proyector LED 8000 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Aseos	Aplique	Fluorescente compacta integrada	2	1	13	Balasto electrónico	Aplique LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Aseos	Aplique	Incandescente	2	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Sala Tutoría	Empotrada	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Cuarto Almacén	Empotrada	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Hall	Empotrada	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Salón de Actos	Empotrada	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Escaleras	Pantalla estancia	Fluorescente T8	1	2	18	Balasto electromagnético	LedTUBE 600mm. 800 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Escaleras	Pantalla estancia	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Pasillo	Empotrada	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch , pasillos

**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**


Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 1	Empotrada	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 2	Empotrada	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 3	Empotrada	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 4	Empotrada	Fluorescente T8	6	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-

STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Aseos	Aplique	Incandescente	6	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Sum	Primera	Almacén	Empotrada	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	Empotrable LED 1200 mm. 3400 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Exterior parte posterior	Aplique	Incandescente	3	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Sum	Baja	Exterior parte frontal	Aplique	Incandescente	7	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Pantalla estanca	Fluorescente T5	6	2	28	Balasto electrónico	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Comedor	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Comedor	Baja	Cocina	Pantalla estanca	Fluorescente T8	5	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Aula 1	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Aula 2	Pantalla estanca	Fluorescente T8	12	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Cuarto	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Aula 3	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Aula 4	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	7	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch, pasillos





Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	Aseo Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	exterior	Aplique	Incandescente	5	1	60	Ninguno	Aplique LED 500 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Baja	exterior	Peatonal	Fluorescente compacta integrada	5	1	20	Balasto electrónico	LEDBulb 1055 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Pasillo	Pantalla estanca	Fluorescente T8	6	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1020 Detector Occuswitch , pasillos
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aseo Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aseo Alumnos	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas



Colegio	Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 5	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 6	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 7	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aula 8	Pantalla estanca	Fluorescente T8	8	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Aseo Profesores	Pantalla estanca	Fluorescente T8	2	1	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch , aseos y aulas
CEIP El Faro	Edificio Infantil	Primera	Cuarto de Material	Pantalla estanca	Fluorescente T8	1	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



## 13.6 ENVOLVENTE

Tabla 53. Medidas de ahorro energético en la envolvente

Sistema	Ahorro energético estimado <sup>28</sup>	Ventajas	Consideraciones
<b>Sistema SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior)</b>	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada</li> <li>• Se mejora la estética de la fachada, rejuveneciendo su aspecto</li> <li>• Mínimo mantenimiento</li> <li>• Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios</li> <li>• No reduce espacio útil</li> <li>• Mejora de aislamiento acústico</li> <li>• Se disminuyen las ganancias por radiación solar directa</li> <li>• Protección estructural contra agresiones externas (lluvia, polución..)</li> <li>• Conservación de la inercia térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste medio</li> </ul>

<sup>28</sup> Respecto a la energía consumida en calefacción y/o refrigeración.



Sistema	Ahorro energético estimado <sup>28</sup>	Ventajas	Consideraciones
<b>Sistema de Aislamiento con Fachada Ventilada</b>	25-40 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se eliminan los puentes térmicos, al adecuarse a la forma geométrica de la fachada</li> <li>• Se mejora la estética de la fachada, rejuveneciendo su aspecto</li> <li>• Mínimo mantenimiento</li> <li>• Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios</li> <li>• No reduce espacio útil</li> <li>• Mejora de aislamiento acústico</li> <li>• Se disminuyen las ganancias por radiación solar directa</li> <li>• Protección estructural contra agresiones externas (lluvia, polución..)</li> <li>• Conservación de la inercia térmica</li> <li>• Acompañado de condiciones de ventilación, contribuye a la eliminación de problemas de salubridad interior, como humedades y condensaciones</li> <li>• No precisa de preparaciones previas de la superficie del muro</li> <li>• Permite opcionalmente, alojar instalaciones entre la cámara y el aislante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste alto</li> <li>• Mayor Incremento de espesor de la fachada</li> </ul>
<b>Sistema de Aislamiento de Fachadas por Inyección en Cámara</b>	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución para cuando no existe la posibilidad de utilizar un sistema por el exterior</li> <li>• Aporta rigidez a la fachada</li> <li>• Mínimo mantenimiento</li> <li>• Evita trabajos en el interior. Se puede instalar en inmuebles ocupados con pocas molestias para los usuarios</li> <li>• No reduce espacio útil</li> <li>• Conservación de la inercia térmica</li> <li>• Sistema económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se puede garantizar la cobertura total del producto, al no ser visible la aplicación</li> <li>• No protege contra las agresiones externas</li> <li>• No se modifica el aspecto estético de la fachada</li> </ul>



Sistema	Ahorro energético estimado <sup>28</sup>	Ventajas	Consideraciones
<b>Sistema de Aislamiento Térmico por el Interior</b>	25-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo mantenimiento</li> <li>• No se precisan sistemas de andamiaje que invadan la vía pública</li> <li>• Único sistema adecuado para edificios con grado de protección para patrimonio histórico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste medio-alto</li> <li>• Pérdida de superficie útil</li> <li>• No resuelve los puentes térmicos</li> <li>• Presenta molestias para los usuarios del edificio en caso de estar ocupado</li> </ul>
<b>Cambio de carpintería existente</b>	10-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptimo factor solar: filtra la radiación directa del sol en los meses donde más horas de sol soportan las fachadas y más caro resulta conseguir confort térmico ( el coste de producir una frigoría es tres veces mayor que el de una caloría).</li> <li>• Mayor confort así como un ahorro directo en la factura de aire acondicionado,</li> <li>• Máximo ahorro de calefacción en invierno,</li> <li>• Aislamiento acústico y ahorro energético en un mismo producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste medio</li> </ul>
<b>Instalación de parasoles con lamas orientables verticales u horizontales</b>	8-13 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuye a disminuir las ganancias térmicas por radiación solar, economizando, en consecuencia, los costes de explotación del sistema de aire acondicionado, a la vez que reduce los problemas de deslumbramiento y maximiza la entrada de luz natural.</li> <li>• Mayor confort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste medio</li> </ul>
<b>Aislamiento de cajas de persiana</b>	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápida instalación</li> <li>• Productos de larga duración</li> <li>• Económico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se va a cambiar la carpintería, estudiar la opción de instalar carpinterías con persianas integradas</li> </ul>



## 13.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA

Tabla 54. Características técnicas exigibles a los módulos de la instalación solar fotovoltaica

Características	Descripción
Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal 275Wp (o superior) cada uno</li> <li>• Eficiencia del módulo &gt; 15,5%</li> <li>• Las pérdidas de eficiencia de los módulos no podrán superar el 0,9% anual.</li> <li>• Marcado CE según la según la Directiva 2006/95/CE29.</li> <li>• Garantía por el fabricante de un mínimo de 10 años y garantía de rendimiento de 25 años.</li> </ul>
Físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de célula: silicio policristalino</li> <li>• Número de células: 72</li> </ul>
Rango de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura: -40 a + 85°C</li> <li>• Máxima tensión del sistema: 1000V</li> </ul>

<sup>29</sup> Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Incorporarán de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

