

# AUDITORÍA ENERGÉTICA

## CEIP MARISMAS DEL TINTO

### INFORME DE RESULTADOS

Febrero 2019



Cliente: Diputación de Huelva

Fecha de visita: Noviembre 2018

Elaborado por:

Juan A. Correa Madrona

Jefe de Proyecto (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 ...	17
5	CONSUMOS ENERGÉTICOS .....	18
5.1	SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD .....	18
5.2	SUMINISTRO DE GASÓLEO .....	19
6	DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES.....	21
6.1	CALEFACCIÓN .....	21
6.2	GENERACIÓN DE ACS .....	22
6.3	ILUMINACIÓN .....	22
6.4	EQUIPOS .....	24
6.5	ENVOLVENTE.....	25
7	BALANCE ENERGÉTICO.....	27
7.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL BALANCE ENERGÉTICO .....	27
7.2	BALANCE ENERGÉTICO POR USOS .....	29
7.3	BALANCE ELÉCTRICO POR USOS .....	30
7.4	BALANCE DE GASÓLEO POR USOS .....	31
8	LÍNEA BASE.....	32
8.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LÍNEA BASE .....	32
8.1.1	SELECCIÓN DEL PERÍODO DE REFERENCIA .....	32
8.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO .....	32
8.1.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN 33	
8.1.4	SELECCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO MÁS REPRESENTATIVO.....	34
8.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	34
8.3	LÍNEA DE BASE ESTABLECIDA.....	38
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
9.1.2	EQUIPOS .....	44
9.1.2.1	Instalación de sobre-enchufes (Plugwise).....	44
9.1.3	ENERGÍAS RENOVABLES .....	46
9.1.3.1	Solar fotovoltaica .....	46
9.1.4	FACTURACIÓN ELÉCTRICA .....	53
9.1.4.1	Optimización de la potencia contratada .....	53
9.2	DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS .....	54
9.2.1	CLIMATIZACIÓN .....	54
9.2.1.1	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural .....	54
9.2.1.2	Aislamiento del cuerpo de la caldera .....	55
9.2.2	ILUMINACIÓN .....	56
9.2.2.1	Instalación de detectores de presencia y sensores de luz natural.....	58
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	TELEGESTIÓN DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.....	62
11	BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN .....	63
11.1	REGULACIÓN DEL AIRE DE COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS.....	63
11.2	REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DE LAS ESTANCIAS.....	65
11.3	CONFIGURACIÓN CORRECTA DEL PROGRAMA ENERGY STAR .....	66
11.4	LIMPIAR LA PARTE TRASERA DE FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES .....	67
11.5	DESCONGELAR SI SE FORMA ESCARCHA EN LOS FRIGORÍFICOS.....	68
12	CONCLUSIONES.....	69
12.1	MEDIDAS DE AHORRO ESTUDIADAS .....	69
12.2	MEDIDAS DE AHORRO RECOMENDADAS.....	72
12.3	FLUJO DE CAJA .....	74
12.4	REDUCCIÓN DE EMISIONES .....	75
12.5	PLAN DE ACTUACIÓN .....	76
13	ANEXOS .....	77
13.1	CALEFACCIÓN .....	77
13.2	GENERACIÓN DE ACS .....	78
13.3	EQUIPOS .....	79
13.4	ILUMINACIÓN .....	84
13.5	ENVOLVENTE.....	96



13.6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA .....	99
------	---	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en CEIP Marismas del Tinto	12
Tabla 2. Datos básicos de la instalación .....	14
Tabla 3. Indicadores calculados para el edificio .....	14
Tabla 4. Emisiones unitarias por kWh .....	17
Tabla 5. Consumos energéticos.....	18
Tabla 6. Características del suministro eléctrico .....	18
Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad .....	18
Tabla 8. Datos mensuales de consumo de Gasóleo .....	20
Tabla 9. Características equipos calefacción .....	21
Tabla 10. Características equipos generación ACS .....	22
Tabla 11. Distribución del consumo y del número de lámparas.....	22
Tabla 12. Distribución de consumos .....	24
Tabla 13. Herramientas para el cálculo del balance energético .....	28
Tabla 14. Distribución global del consumo energético .....	29
Tabla 15. Distribución global del consumo eléctrico.....	30
Tabla 16. Distribución global del consumo de gasóleo.....	31
Tabla 17. Valores de aceptación del modelo matemático.....	34
Tabla 18. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base.....	35
Tabla 19. Análisis comparativo de los resultados de los modelos matemáticos para línea base	38
Tabla 20. Línea base de electricidad CEIP Marismas del Tinto.....	39
Tabla 21. Listado de medidas estudiadas .....	41
Tabla 22. Sustitución de fluorescentes por LED.....	43
Tabla 23. Instalación del sistema de control de apagado de equipos Plugwise.....	45
Tabla 24. Latitud y longitud .....	48
Tabla 25. Potencial solar mensual .....	48
Tabla 26. Presupuesto instalación solar fotovoltaica .....	52
Tabla 27. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica .....	53
Tabla 28. Optimización de la potencia contratada.....	53
Tabla 29. Optimización de la potencia contratada.....	54
Tabla 30. Sustitución de la caldera actual por una de gas natural.....	55
Tabla 31. Aislamiento del cuerpo de la caldera.....	56
Tabla 32. Sustitución de downlights por LED.....	57
Tabla 33. Sustitución de proyectores por LED .....	58
Tabla 34. Instalación de detectores de presencia .....	59
Tabla 35. Instalación de regletas eliminadoras del stand-by .....	61
Tabla 36. Pérdidas en los humos de la combustión del gasóleo .....	64
Tabla 37. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas.....	70
Tabla 38. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio.....	71
Tabla 39. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Marismas del Tinto.....	72
Tabla 40. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en CEIP Marismas del Tinto	73
Tabla 41. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas	73
Tabla 42. Flujo de caja.....	74
Tabla 43. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas....	75
Tabla 44. Medidas con PRS bajo.....	76



Tabla 45. Medidas con PRS medio .....	76
Tabla 46. Medidas con PRS alto .....	76
Tabla 47. Inventario equipos centralizados calefacción .....	77
Tabla 48. Inventario equipos generación ACS .....	78
Tabla 49. Inventario equipos .....	79
Tabla 50. Inventario y propuestas iluminación .....	84
Tabla 51. Medidas de ahorro energético en la envolvente .....	96
Tabla 52. Características técnicas exigibles a los módulos de instalación fotovoltaica .....	99

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Balance energético por usos .....	10
Gráfica 2. Evolución mensual del consumo de Electricidad .....	19
Gráfica 3. Distribución iluminación existente .....	23
Gráfica 4. Distribución del consumo de los equipos .....	24
Gráfica 5. Balance energético por usos .....	29
Gráfica 6. Balance eléctrico por usos.....	30
Gráfica 7. Balance de gasóleo por usos.....	31
Gráfica 8. Evolución del consumo eléctrico (2016-2018).....	36
Gráfica 9. Regresiones lineales para establecer la línea base de electricidad .....	37
Gráfica 10. Ajuste de la línea base y el consumo real .....	40
Gráfica 11. Escenarios de generación FV y aprovechamiento.....	49
Gráfica 12. Generación mensual de energía.....	50
Gráfica 13. Eficiencia de la cantidad de aire sobre el proceso de combustión .....	63
Gráfica 14. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas.....	71
Gráfica 15. Flujo de caja .....	74
Gráfica 16. Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> .....	75





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

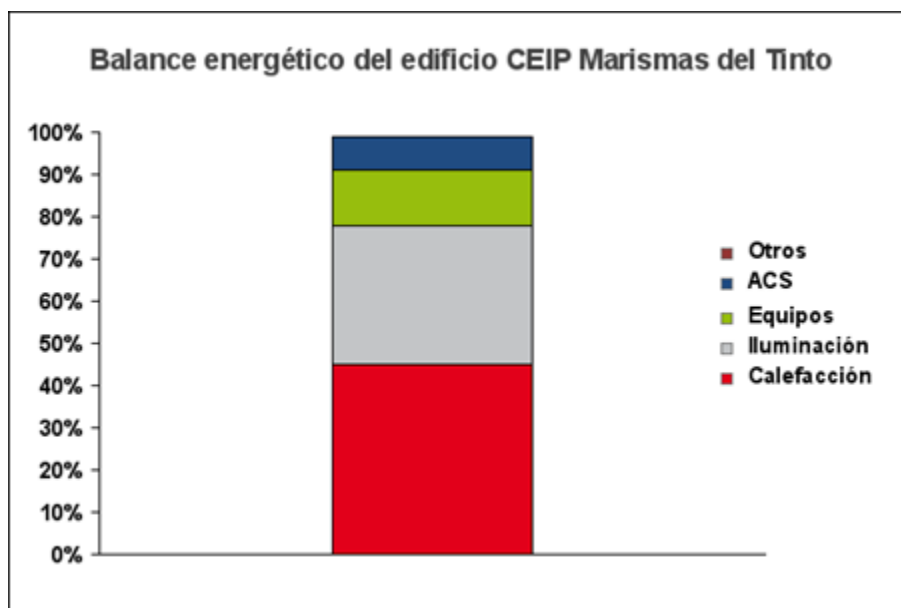
Ilustración 1. Plano de situación de las instalaciones.....	13
Ilustración 2. Fachada del CEIP Marismas del Tinto .....	14
Ilustración 3. Caldera para dar suministro al sistema de calefacción.....	21
Ilustración 4. Sistema de generación de ACS .....	22
Ilustración 5. Luminarias tipos.....	23
Ilustración 6. Equipos ofimáticos y de cocina .....	24
Ilustración 7. Carpintería de las instalaciones .....	25
Ilustración 8. Función simplificada o de una única variable.....	33
Ilustración 9. Función multivariable.....	33
Ilustración 10. Componentes del sistema de eliminación del modo stand-by de equipos ofimáticos .....	44
Ilustración 11. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico .....	46
Ilustración 12. Imagen de una instalación fotovoltaica estática .....	47
Ilustración 13. Zona optima para la ubicación de las placas fotovoltaicas .....	50
Ilustración 14. Ejemplo de estructura para placas fotovoltaicas en cubiertas planas.....	51
Ilustración 15. Aislamiento tipo manta armada de lana de roca.....	56
Ilustración 16. Detector de presencia .....	59
Ilustración 17. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales .....	60
Ilustración 18. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización .....	62
Ilustración 19. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en pcs .....	66
Ilustración 20. Parte trasera de un frigorífico.....	67



## 1 RESUMEN EJECUTIVO

Ingeses, a petición de la Diputación de Huelva, ha llevado a cabo una auditoría energética en detalle al colegio “CEIP Marismas del Tinto” ubicado en Calle Inmaculada Concepción, s/n, 21610 San Juan del Puerto, Huelva.

Tras la visita y el estudio de los datos recopilados se ha determinado que el consumo energético total asciende a 77.297 kWh y se distribuye de la siguiente forma:



**Gráfica 1. Balance energético por usos**

El centro es un complejo Centro de Educación Infantil y Primaria. Este se encuentra sectorizado en 2 zonas distintas (Zona Infantil y Zona de Primaria), 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 Planta Baja</u>	<u>Edificio Primera Planta</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Oficinas</li> <li>- Cocina</li> <li>- Sala profesores</li> <li>- Aseos</li> <li>- Almacenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Oficinas y Despachos</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 24.521 kWh (un 32% del consumo energético total)** lo cual supone un ahorro económico de 2.569 € con una inversión total de 19.131 €.

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<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Excepto medidas en energías renovables



**Tabla 1. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en CEIP Marismas del Tinto**

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	Optimización factura eléctrica	0	0,00	175	9	0,1	0	1.601	1.945%	-
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.639	4,71	332	1.133	3,4	939	1.943	27,4	10
M3	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	14.616	18,91	1.394	10.319	7,4	3.771	8.659	11,4	15
M4	Instalación solar fotovoltaica	6.266	8,11	668	7.670	11,0	1.617	6.778	8,1	25
<b>TOTAL</b>		<b>24.521</b>	<b>31,72</b>	<b>2.569</b>	<b>19.131</b>	<b>7,4</b>	<b>6.327</b>	<b>4.875</b>	<b>7</b>	<b>-</b>

## 2 DATOS BÁSICOS DEL EDIFICIO

El centro es un complejo Centro de Educación Infantil y Primaria. Este se encuentra sectorizado en 2 zonas distintas (Zona Infantil y Zona de Primaria), 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 Planta Baja</u>	<u>Edificio Primera Planta</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Oficinas</li> <li>- Cocina</li> <li>- Sala profesores</li> <li>- Aseos</li> <li>- Almacenes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas</li> <li>- Aseos</li> <li>- Oficinas y Despachos</li> </ul>

Las instalaciones se encuentran ubicadas en la Calle Inmaculada Concepción, s/n, 21610 San Juan del Puerto, Huelva. Y cuentan con una superficie total construida de 3.230 m<sup>2</sup>, integrados en 2 niveles sobre rasante.



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



**Ilustración 2. Fachada del CEIP Marismas del Tinto**

De forma general, el horario del CEIP es de 8:00 a 20:00 h. La jornada se inicia a las 8:00 h con el encendido de la zona de entrada, a las 8:30 h se enciende el resto y a las 9:00 h la zona de infantil. Las aulas están en funcionamiento de 9:00 a 14:00 h y de 16:00 a 20:00 h (el lunes funcionan todas las aulas y de martes a viernes sólo 5 aulas). El horario de comedor es de 14:00 h a 16:00 h. El sábado funciona el salón de actos de 10:30 a 13:30 h. Los meses de julio y agosto el centro se encuentra cerrado.

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

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

<b>Dirección del edificio</b>	Calle Inmaculada Concepción, s/n, 21610 San Juan del Puerto, Huelva
<b>Zona climática</b>	A4
<b>Nº de plantas</b>	2
<b>Superficie construida (m²)</b>	3.230
<b>Número de usuarios</b>	444
<b>Tipología edificatoria</b>	Escuela sin ducha
<b>Consumo energético anual (kWh)</b>	77.297

**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 / m²]	23,93
Emisiones CO <sub>2</sub> por superficie del edificio	[kg CO <sub>2</sub> / m²]	6,29



### 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 Inmaculada Concepción, s/n, 21610 San Juan del Puerto, Huelva.

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 genera 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
Gasóleo	kg CO <sub>2</sub> / kWh	0,27

## 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.

<sup>2</sup> Información obtenida de Red Eléctrica Española para el mix eléctrico peninsular de 2017 y en MITECO 2017 para el gasóleo



## 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	36.198	3.305	9.339
Gasóleo	41.099	2.211	10.974
<b>Total</b>	<b>77.297</b>	<b>5.516</b>	<b>20.313</b>

### 5.1 SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

El CEIP Marismas del Tinto cuenta con un único suministro eléctrico y tiene una tarifa 3.0A con tres periodos de facturación: punta, llano y valle. En el edificio no existen contadores instalados aparte de los de la compañía distribuidora. El resto de las características del suministro eléctrico se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Características del suministro eléctrico**

CUPS	Potencia actual		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0031104912394001PP0F	30	40	90.95

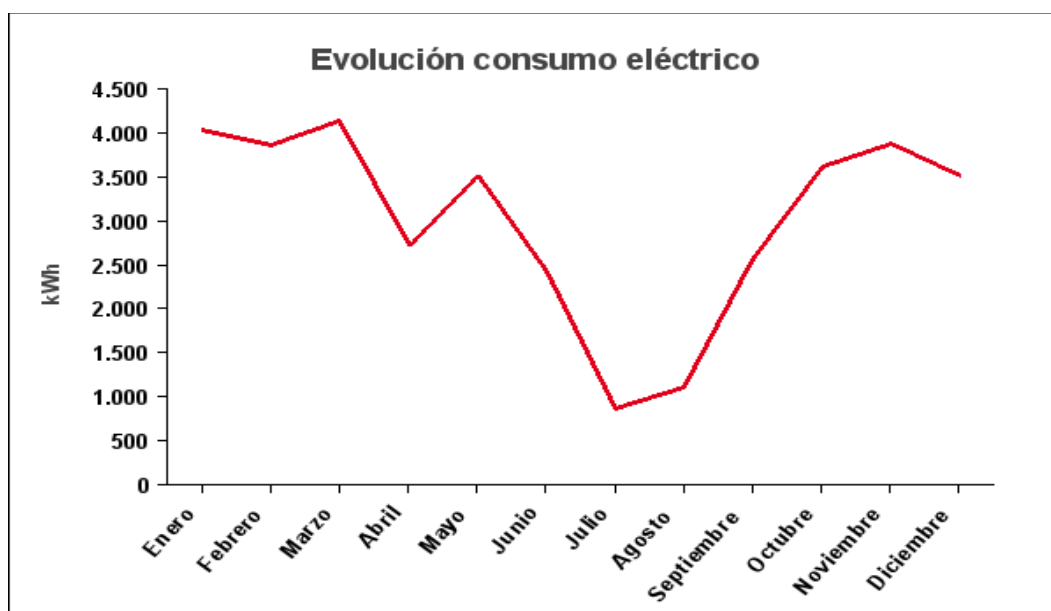
**Tabla 7. Datos mensuales de consumo Electricidad**

Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Enero 2017	4.031	381
Febrero 2017	3.862	364
Marzo 2017	4.141	398
Abril 2017	2.711	267
Mayo 2017	3.511	352
Junio 2017	2.419	238
Julio 2017	862	78
Agosto 2017	1.101	102



Mes	Consumo eléctrico (kWh)	Coste (€)
Septiembre 2017	2.560	254
Octubre 2017	3.620	358
Noviembre 2017	3.870	271
Diciembre 2017	3.510	242
<b>Total</b>	<b>36.198</b>	<b>3.305<sup>3</sup></b>

El coste promedio de la energía es de 0,09 €/kWh. A continuación se muestra un gráfico con la evolución del consumo eléctrico mensual del “CEIP Marismas del Tinto”.



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

El gráfico anterior muestra un mayor consumo en los meses lectivos del centro. Se observa una disminución de consumo en los meses de vacaciones, julio y agosto, por vacaciones de verano.

Se puede observar que incluso en los meses de verano el consumo se mantiene por encima de los 700 kWh, debido entre otros a los equipos ofimáticos 24h, iluminación exterior o equipos de conservación de comida.

## 5.2 SUMINISTRO DE GASÓLEO

Se han facilitado las recargas de gasóleo del último año disponible, desde enero 2017 hasta diciembre 2017.

<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

A continuación, se muestra una tabla con el consumo de gasóleo mensual analizado:

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

<b>Año</b>	<b>Consumo gasóleo (litros)</b>	<b>Consumo gasóleo (kWh)</b>	<b>Coste (€)</b>
<b>2017</b>	<b>3.998</b>	<b>41.099<sup>5</sup></b>	<b>2.211</b>

El coste promedio de la energía es de 0,05 €/kWh.

---

<sup>5</sup> Consumo en kWh teniendo en cuenta un PCI de 10,28 kWh/l. Este valor es el que se utilizará para el análisis y los cálculos de las instalaciones.

## 6 DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES

### 6.1 CALEFACCIÓN

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

**Tabla 9. Características equipos calefacción**

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W) <sup>6</sup>
Caldera	Roca - CPA 200	1	232.600	0,92	300



**Ilustración 3. Caldera para dar suministro al sistema de calefacción**

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

<sup>6</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.

## 6.2 GENERACIÓN DE ACS

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

**Tabla 10. Características equipos generación ACS**

Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia eléctrica (W)	Potencia térmica (W)	Rto.
Caldera	Ferrolí- ATLAS D 42 K 130	1	320	42.000	0,93



**Ilustración 4. Sistema de generación de ACS**

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

## 6.3 ILUMINACIÓN

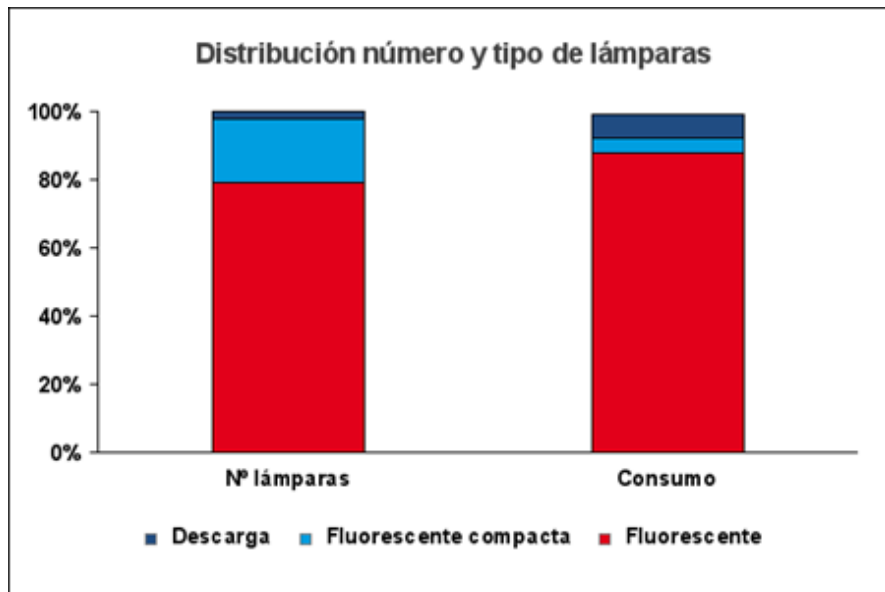
La potencia total instalada en el edificio es de 39,27 kW. A continuación se adjunta una tabla que determina la representatividad de las lámparas y su consumo en el edificio:

**Tabla 11. Distribución del consumo y del número de lámparas**

Tecnología	Lámparas		Consumo	
	Unidades	%	kWh	%
Fluorescente compacta	140	19,13	1.131	4,43
Fluorescente	576	78,69	22.551	88,27
Descarga	16	2,19	1.867	7,31
<b>Total</b>	<b>732</b>	<b>100%</b>	<b>25.549</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. Luminarias tipos**

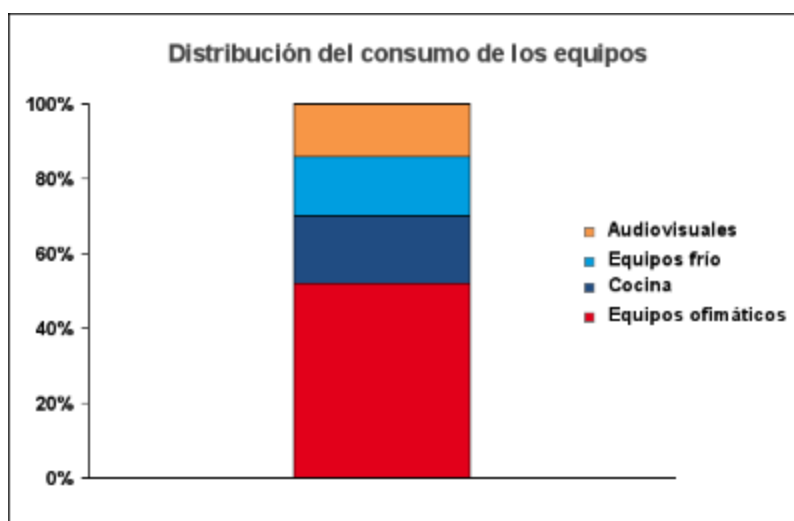
En el anexo se dispone de un inventario detallado de los equipos de iluminación por estancia.

## 6.4 EQUIPOS

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

**Tabla 12. Distribución de consumos**

Servicio energético	Consumo (kWh)	%
Cocina	1.488	18,30
Equipos frío <sup>7</sup>	1.332	16,38
Audiovisuales	1.104	13,58
Equipos ofimáticos	4.207	51,74
<b>Total</b>	<b>8.130</b>	<b>100%</b>



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



**Ilustración 6. Equipos ofimáticos y de cocina**

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

<sup>7</sup> Dentro de este grupo se engloban aquellos equipos relacionados con la generación y conservación del frío.  
**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**



## 6.5 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. El centro está compuesto por dos edificios intercomunicados entre sí, en el que se distingue una sola etapa edificatoria, por lo tanto se distingue principalmente un sistema constructivo. El sistema constructivo existente consiste principalmente en:

- Edificio principal, datados en 2010 (según notas de prensa):
  - Muros exteriores compuestos por fábrica de ladrillo hueco + aislante térmico + fabrica de ladrillo hueco o placa de yeso laminado. Guarnecidos y enlucidos interiormente con yeso. Exteriormente la fábrica de ladrillo se encuentra enfoscada con mortero de cemento y en algunas zonas acabado con pinturas plásticas decorativas.
  - Cubiertas planas no transitables compuestas por capa de arena y grava + aislante térmico + impermeabilización + hormigón de pendientes + forjado unidireccional de hormigón armado + enlucido de yeso. Existen cuatro cubiertas que se han sustituido la capa externa de arena y grava por mortero de agarre y baldosa cerámica.

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



Fachada



Detalle carpintería



Lamas horizontales

**Ilustración 7. Carpintería de las instalaciones**

Las carpinterías cuentan con lamas horizontales como protección solar.

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 instalaciones, debido a su año de construcción, ya cumplen con las normas del código técnico de la edificación, por lo que solo se proponen algunas medidas que podría mejorar la envolvente.

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.

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.



## 7 BALANCE ENERGÉTICO

### 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.
- 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 13. 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 y mediciones de parámetros eléctricos Listado de equipos con horarios de funcionamiento
Calefacción	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	



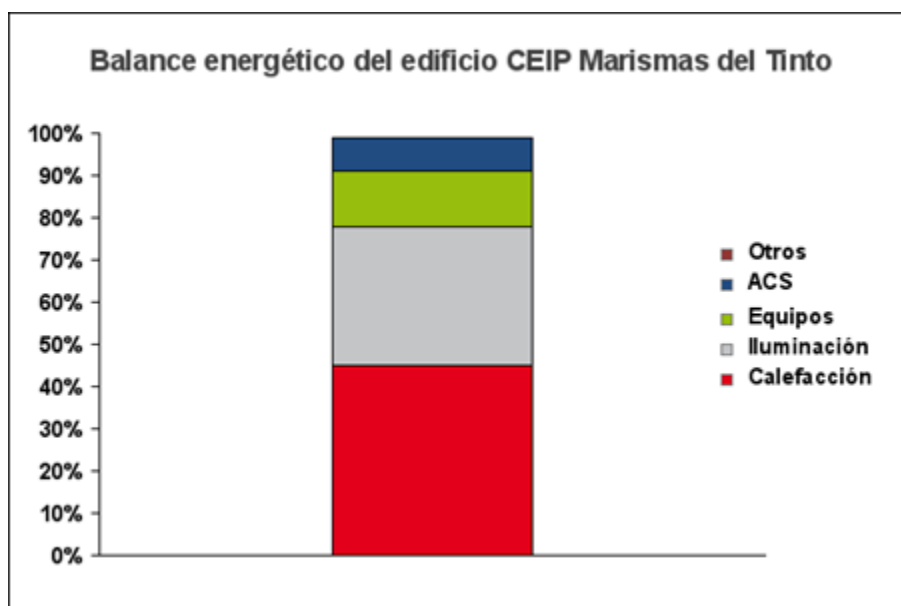
## 7.2 BALANCE ENERGÉTICO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo energético anual.

**Tabla 14. Distribución global del consumo energético**

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	25.549	33,05
Calefacción	34.935	45,19
ACS	6.165	7,98
Equipos	10.387	13,44
Otros	262	0,34
<b>Total</b>	<b>77.297</b>	<b>100%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 5. Balance energético por usos**



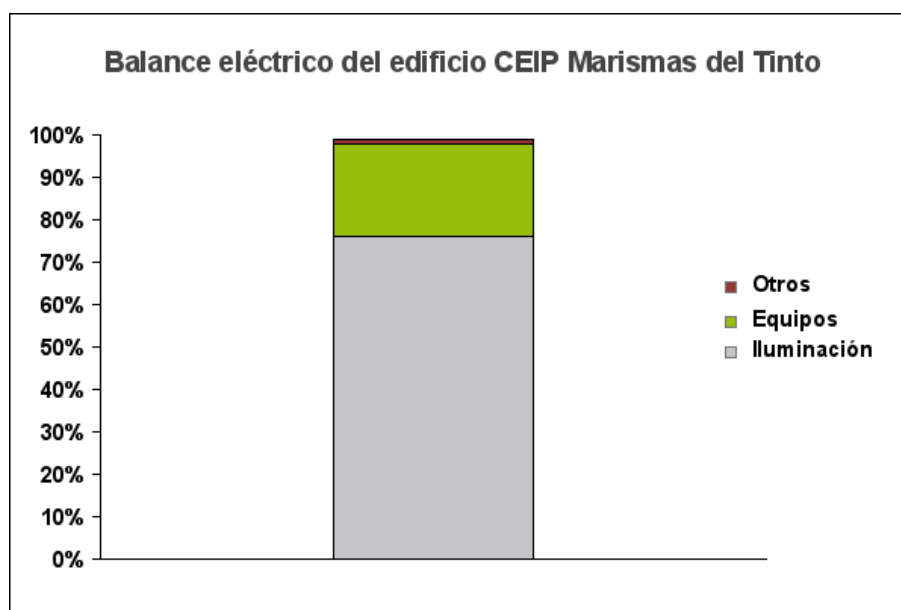
### 7.3 BALANCE ELÉCTRICO POR USOS

La siguiente tabla muestra la distribución del consumo eléctrico anual.

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

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Iluminación	25.549	70,58
Equipos	10.387	28,69
Otros	262	0,73
<b>Total</b>	<b>36.198</b>	<b>100%</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 6. Balance eléctrico por usos**

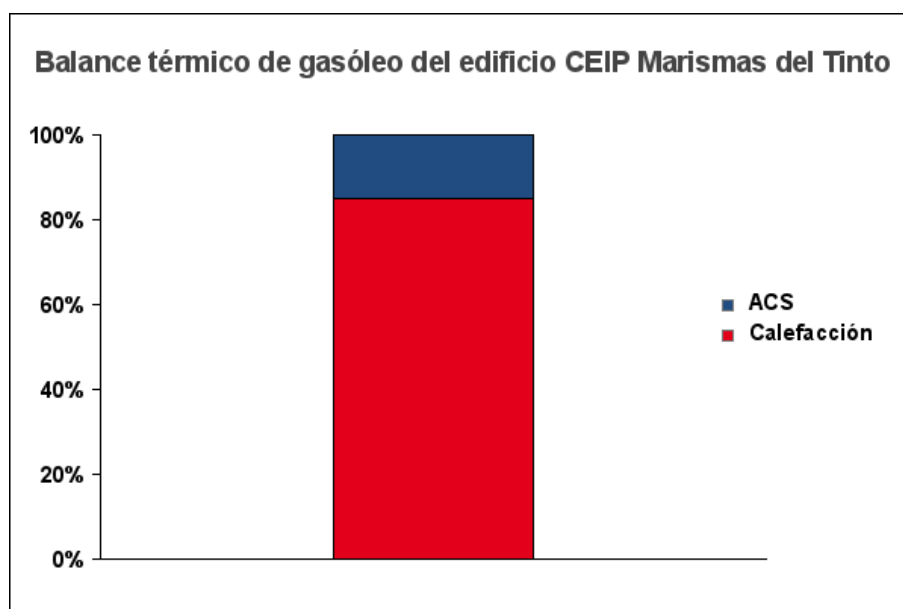
## 7.4 BALANCE DE GASÓLEO POR USOS

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

**Tabla 16. Distribución global del consumo de gasóleo**

Uso energético	Consumo (kWh)	Consumo (%)
Calefacción	34.935	85,00
ACS	6.165	15,00
<b>Total</b>	<b>41.099</b>	<b>100</b>

Esta distribución por usos queda reflejada en la siguiente gráfica:



**Gráfica 7. Balance de gasóleo por usos**

## 8 LÍNEA 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>8</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>8</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.

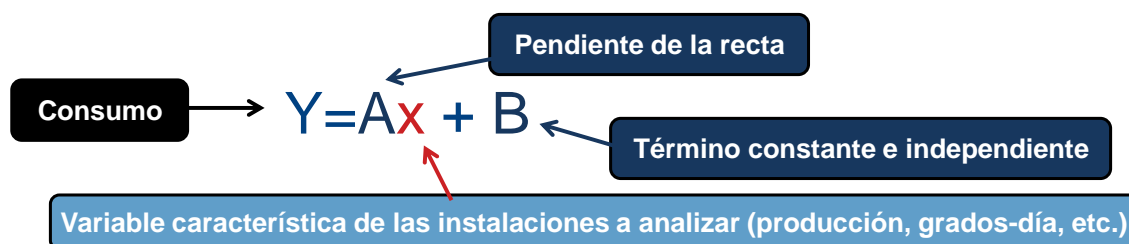




### 8.1.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS MEDIANTE MODELOS DE REGRESIÓN

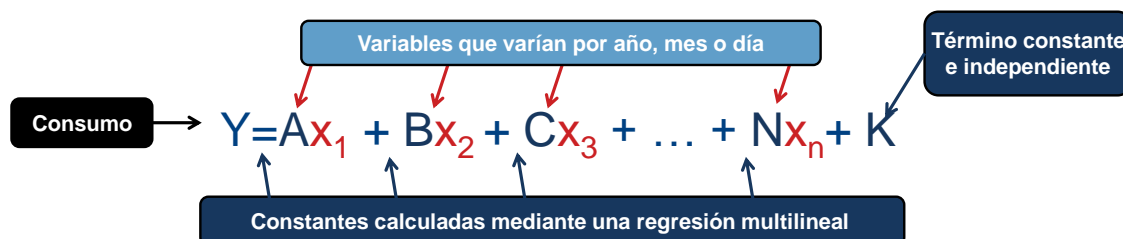
Se analizarán las variables mediante un método estadístico para determinar cuáles son aquellas de cuya variación depende más fuertemente el consumo. El modelo más empleado es la regresión lineal tanto de una variable como multivariable. Este método relaciona una variable dependiente Y (consumo de energía) 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:

**Tabla 17. Valores de aceptación del modelo matemático**

Parámetro	Valor aceptable
Coeficiente 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 18. Consumo eléctrico y variables significativas para la línea base**

Mes	Consumo	GDR <sup>9</sup>	GDC <sup>10</sup>	Mes laborable	Días laborables	GDT <sup>11</sup>
Agosto 2016	923	333	0	0	23	333
Septiembre 2016	2.552	220	0	0,5	22	220
Octubre 2016	3.310	102	5	1	20	106
Noviembre 2016	3.816	12	76	1	21	88
Diciembre 2016	3.110	1	113	1	15	114
Enero 2017	4.031	0	200	1	17	200
Febrero 2017	3.862	2	79	1	18	81
Marzo 2017	4.141	27	73	1	23	100
Abril 2017	2.711	71	19	1	15	91
Mayo 2017	3.511	129	6	1	22	135
Junio 2017	2.419	282	0	0,5	22	282
Julio 2017	862	292	0	0	21	292
Agosto 2017	1.101	325	0	0	23	325
Septiembre 2017	2.560	212	1	0,5	21	213
Octubre 2017	3.620	162	3	1	21	166
Noviembre 2017	3.870	23	66	1	21	89
Diciembre 2017	3.510	2	131	1	14	133
Enero 2018	4.727	1	135	1	18	136
Febrero 2018	4.206	2	148	1	19	150
Marzo 2018	3.513	4	79	1	16	83
Abril 2018	3.808	31	50	1	21	82
Mayo 2018	3.656	70	16	1	22	86
Junio 2018	2.817	163	1	0,5	21	164
Julio 2018	1.173	218	0	0	22	218
Agosto 2018	1.514	339	0	0	23	339
Septiembre 2018	2.808	247	0	0,5	20	247

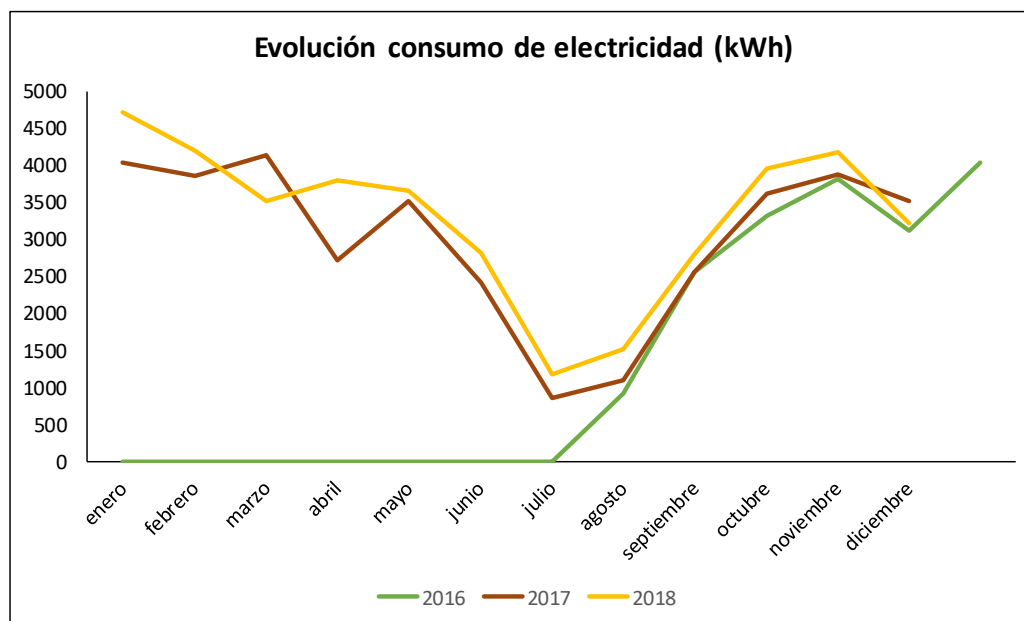
<sup>9</sup> Grados día de refrigeración, dependientes del calor en verano, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

<sup>10</sup> Grados día de calefacción, dependientes del frío en invierno, obtenidos de la estación meteorológica de San Pablo (Sevilla).

<sup>11</sup> Grados día totales, suma de los GDC y GDR.


Mes	Consumo	GDR <sup>9</sup>	GDC <sup>10</sup>	Mes laborable	Días laborables	GDT <sup>11</sup>
Octubre 2018	3.957	93	16	1	22	109
Noviembre 2018	4.187	5	52	1	21	57
Diciembre 2018	3.223	4	117	0	15	333

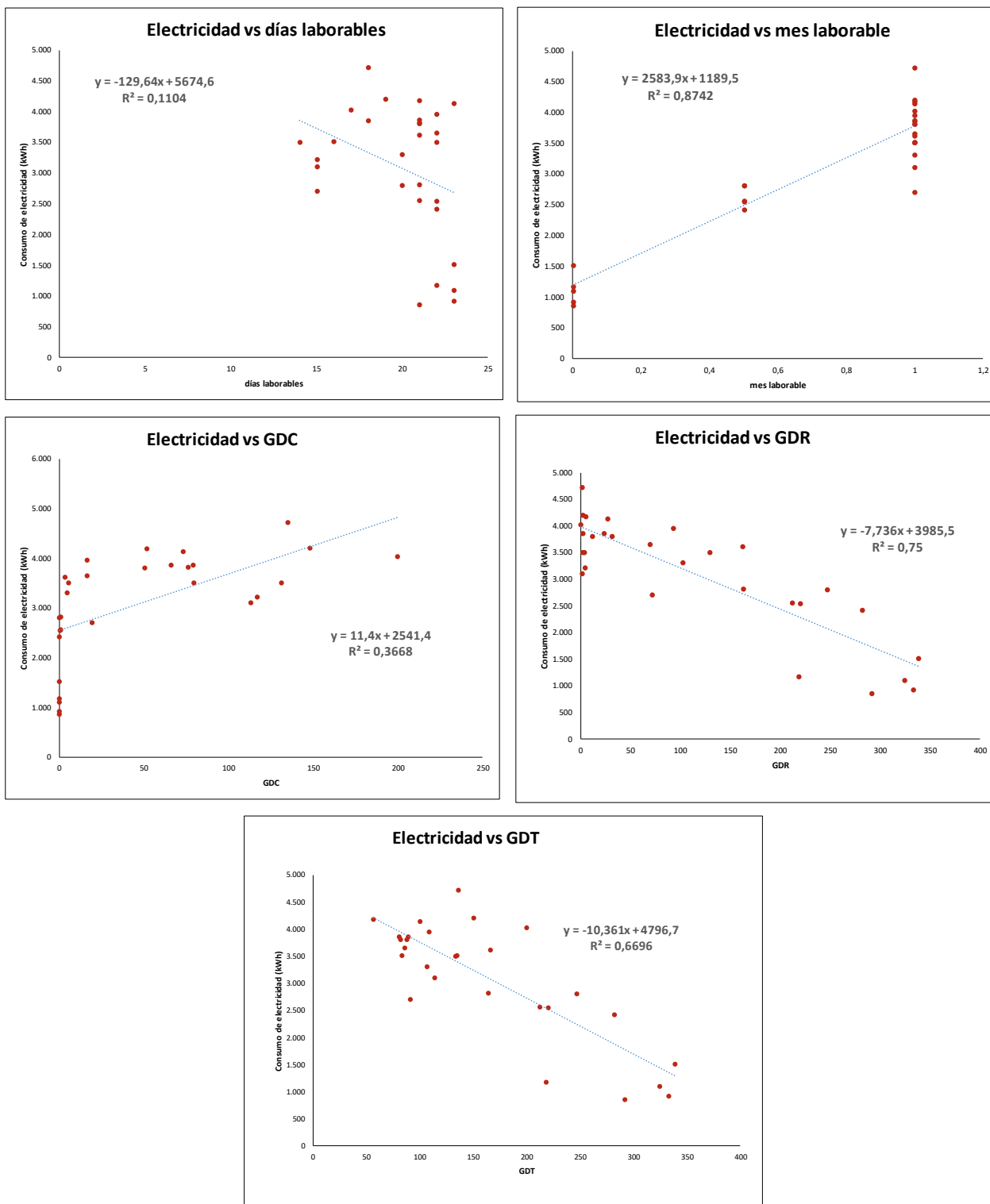
En la siguiente gráfica se representa el histórico de los consumos desde agosto de 2016. Puede observarse cómo el consumo sigue una tendencia similar durante los poco más de 3 años de estudio.



**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  $>0,75$ .

### Comparativa entre las regresiones lineales para establecer la línea base



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

Aunque dos de los modelos matemáticos proporcionan una  $R^2 > 0,75$ , se realiza también el análisis de las funciones multivariantes con las variables que mejor ajuste lineal presentan, siendo en este caso: mes laborable y GDC. Además, como puede verse en los gráficos anteriores (días laborables, GDR y GDT), se **STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**

presenta menor consumo conforme aumenta el valor de dichas variables. Esto no tiene sentido físico y, por lo tanto, no representa una evolución real del consumo.

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

**Tabla 19. 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	-	0,8742	-	-
Electricidad vs días laborables	-	0,1104	-	-
Electricidad vs GDC	-	0,3668	-	-
Electricidad vs GDR	-	0,75	-	-
Electricidad vs GDT	-	0,6696	-	-
Electricidad vs mes laborable y GDC	0,9418	0,8779	1,45E-12	12,2

Los parámetros estadísticos de las funciones estudiadas no cumplen con todos 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 Marismas del Tinto 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 Marismas del Tinto"



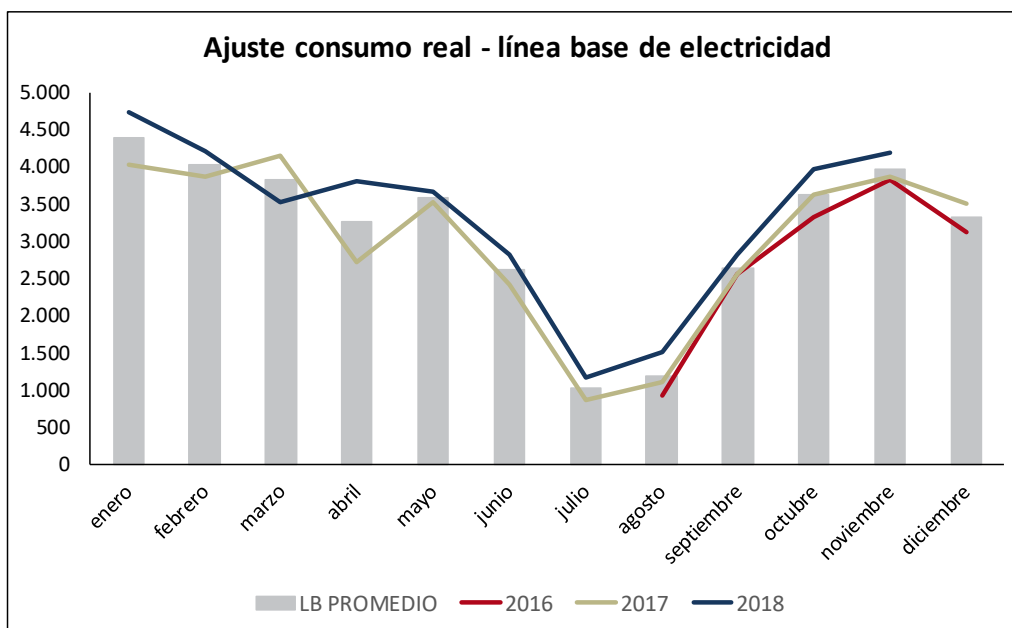
**Tabla 20. Línea base de electricidad CEIP Marismas del Tinto**

Mes	Consumo eléctrico esperado (kWh)
Enero	4.379
Febrero	4.034
marzo	3.827
Abril	3.260
Mayo	3.584
Junio	2.618
Julio	1.018
Agosto	1.179
Septiembre	2.640
Octubre	3.629
Noviembre	3.958
Diciembre	3.310
<b>Desviación promedio<sup>12</sup> (%)</b>	<b>8,7</b>

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

<sup>12</sup> Promedio de la diferencia entre el consumo real frente al consumo esperado según la línea base establecida.  
**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**





**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 los meses de abril, julio y agosto, que presentan un consumo con mayor variación durante los años de estudio. Esto puede ser debido a que son los meses en el que acaban las clases y empieza el verano y la semana santa, por tanto, se ve más afectado por la ocupación y por las condiciones climatológicas (hay un mayor uso de los equipos de climatización).



## 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 21. Listado de medidas estudiadas**

Descripción de la mejora	Ahorro (kWh / año)
Optimización factura eléctrica	0
Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	234
Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.639
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	14.616
Instalación solar fotovoltaica	6.266
Instalación de detectores de presencia	1.180
Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	5.261
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de downlights por LED	400
Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	448
Aislamiento del cuerpo de la caldera	136

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.

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 Ingeses 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 36W y/o T5 de 28W por tubos LED de 20W.
- Fluorescentes T8 de 58W y/o T5 de 49W o 54W por tubos LED de 22W.

En el anexo 13.4 puede verse qué luminarias se propone cambiar. [las que se incluye una descripción en la columna: propuesta potencia].

**Tabla 22. 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
14.616	18,91	1.394
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
5.459	4.860	10.319
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
7,4	15	8.659
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
3.771		

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 10. 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 fotocopadoras. 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 “Home Basic Type F” que incluye 9 sobreenchufes más tres extensiones “Home Basic Type F extension” cada una con 10 sobreenchufes. Esto es, un total de 39 sobreenchufes.

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

**Tabla 23. 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
3.639	4,71	332
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
1.133	0	1.133
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
3,4	10	1.943
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
939		

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.

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.

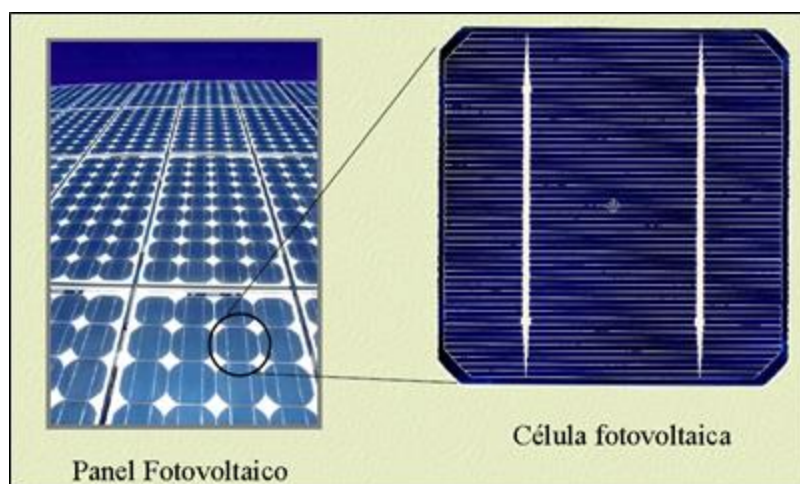


Ilustración 11. Imagen de una célula fotoeléctrica y de un panel fotovoltaico

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 12. 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 24. Latitud y longitud**

<b>Colegio</b>	CEIP Marismas del Tinto	
<b>Coordenadas</b>	LAT	37,3177
	LON	-6.8377

**Tabla 25. Potencial solar mensual**

<b>Mes</b>	<b>Potencial FV (kWh / día kWp)</b>	<b>Días</b>	<b>Potencial FV (kWh / mes kWp)</b>
Enero	3,55	31	110,05
Febrero	4,25	28	119
Marzo	4,92	31	152,52
Abril	5,04	30	151,2
Mayo	5,36	31	166,16
Junio	5,37	30	161,1
Julio	5,57	31	172,67
Agosto	5,45	31	168,95
Septiembre	5,04	30	151,2
Octubre	4,51	31	139,81
Noviembre	3,98	30	119,4
Diciembre	3,44	31	106,64
<b>Total</b>			<b>1.719</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:

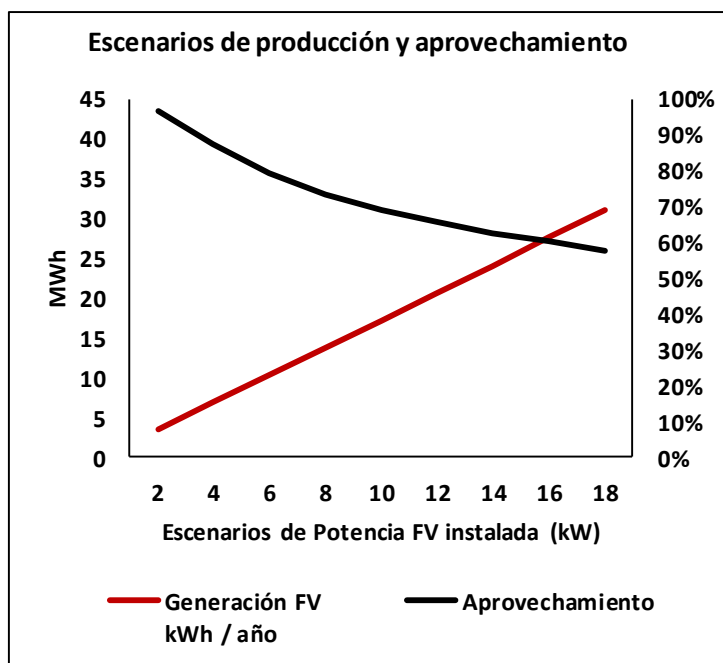
- La generación será la máxima posible, minimizando la energía desperdiciada<sup>13</sup>, de modo que se pueda autoconsumir la energía generada por la instalación.
- La demanda se ha simulado en base al consumo eléctrico mensual facilitado y a los usos y al régimen de funcionamiento del centro, ya que 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>13</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 85,6% de la energía generada:

- Potencia pico propuesta = 4,2 kWp

## Resultados

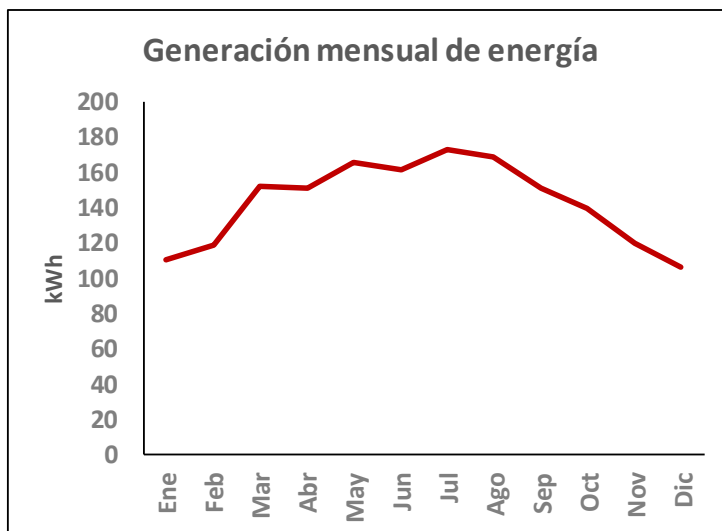
### Instalación propuesta

#### Datos de la instalación

- Potencia pico: 4,2 kWp
- Número de módulos: 14
- Potencia de los módulos: 300 Wp
- Inclinación de los módulos: 30<sup>014</sup>

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

<sup>14</sup> Inclinación óptima en la zona  
**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**



**Gráfica 12. Generación mensual de energía**

La generación anual de energía es igual a **7.219 kWh**. Se considera un aprovechamiento de un 86,8%, esto es: **6.266 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 4,2 kW se necesita una superficie aproximada de unos 34 m<sup>2</sup>.

Como zona óptima se ha elegido la cubierta plana no transitable indicada en la siguiente ilustración, la cual consta con una superficie aprovechable de unos 80 m<sup>2</sup>.



**Ilustración 13. 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 aproximadamente 20 kg/m<sup>2</sup>.

Los paneles fotovoltaicos irán sobre una estructura compuesta por perfiles metálicos de aluminio, diseñada para poder soportar cargas de viento y que dará la inclinación apropiada a los dichos paneles para el mayor aprovechamiento de la radiación solar. Dicha estructura irá atornillada mediante fijaciones a la cubierta.



**Ilustración 14. Ejemplo de estructura para placas fotovoltaicas en cubiertas planas**

En total, se instalarían 14 placas, con una superficie total de 34 m<sup>2</sup>, en los que se incluye la superficie de los paneles y la separación de seguridad entre ellos.

Para conseguir la mejor captación de luz y sacar el máximo rendimiento de los paneles solares es importante que se encuentren bien orientados, por lo que dichos paneles se orientarán hacia el Sur.

### **Configuración de la instalación**

Para la presente instalación se han considerado los siguientes equipos:

- Paneles FV
  - N° paneles: 14
  - Potencia pico: 300 Wp
  - Entre un 14 - 20 % sobredimensionamiento mínimo o máximo permitido por el inversor.
- Inversores
  - N° inversores: 1
  - Potencia nominal: 4 kW

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



## Presupuesto

**Tabla 26. Presupuesto instalación solar fotovoltaica**

Concepto	Coste (€)	Coste (€ / Wp)
Módulos FV	1.400	0,33
Inversor	645	0,15
Equipo gestor	250	0,06
Controlador de vertido	300	0,07
Estructura auxiliar	1.000	0,24
Material eléctrico y protecciones	1.000	0,24
Mano de obra	2.300	0,55
Gestiones y memoria técnica	650	0,15
Seguridad y salud	75	0,02
Gestión de residuos	50	0,01
<b>Total</b>	<b>7.670</b>	<b>1,8262</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 0,0913 €/kWh.

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



**Tabla 27. Resultados de la Instalación de solar fotovoltaica**

Instalación de solar fotovoltaica		
Ahorro		
Generación de energía		Ahorro económico
kWh / año <sup>15</sup>	% <sup>16</sup>	Eu / año
6.266	8,11	668
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
4.595	3.075 <sup>17</sup>	7.670
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN <sup>18</sup>
años	años	Eu
11,48	25	6.778
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO <sub>2</sub> / año		
1.617		

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.

## 9.1.4 FACTURACIÓN ELÉCTRICA

### 9.1.4.1 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 los periodos P1 y P2.

**Tabla 28. Optimización de la potencia contratada**

CUPS	Potencia óptima		
	P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)
ES0031104912394001PP0F	24	33	90,95

<sup>15</sup> Ahorro eléctrico

<sup>16</sup> Ahorro con respecto al consumo eléctrico

<sup>17</sup> Incluye mano de obra, gestiones, ingeniería, seguridad y salud y gestión de residuos

<sup>18</sup> Para el cálculo del VAN y TIR se considera una vida útil de 25 años, ya que es la duración a considerar para un proyecto ESE.

Esta medida conlleva una pequeña inversión debida a costes administrativos.

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

**Tabla 29. Optimización de la potencia contratada**

Optimización potencia contratada		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
0	0	175
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
-	-	9
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
0,05	-	1.601
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO <sub>2</sub> / año		
0		

## 9.2 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO NO RECOMENDADAS

### 9.2.1 CLIMATIZACIÓN

#### 9.2.1.1 Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural

Las calderas de condensación son calderas de alto rendimiento (110% PCI) basadas en el aprovechamiento del calor de condensación de los humos de la combustión. Esta tecnología aprovecha el vapor de agua que se produce en los gases de combustión y lo devuelve en estado líquido. Con una caldera clásica de tipo atmosférico, los productos de combustión rondan temperaturas del orden de 150°C, lo que implica que una parte no despreciable del calor latente es evacuada por los humos. La caldera de condensación recupera una parte muy importante de ese calor latente, reduciendo considerablemente la temperatura de las gases (65°C).

El ahorro que se obtiene es tanto energético como económico. El origen del ahorro energético viene determinado por el mayor rendimiento de la caldera de condensación, y el ahorro económico viene dado por el menor precio del gas natural frente al combustible actual. La inversión se estudia teniendo en cuenta la sustitución de la caldera convencional de gasóleo por una caldera de condensación de gas natural con regulación electrónica y sonda de temperatura exterior, el quemador del grupo térmico, la inertización del



tanque de gasóleo, los materiales y medios auxiliares, la puesta en marcha, la mano de obra y otros costes indirectos.

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

**Tabla 30. Sustitución de la caldera actual por una de gas natural**

<b>Sustitución de la caldera actual por una de gas natural</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
5.261	6,81	885
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
16.627	29.166	45.793
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
51,8	25	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
3.770		

### 9.2.1.2 Aislamiento del cuerpo de la caldera

El cuerpo de la caldera, salvo raras excepciones, se encuentra sin aislar lo que ocasiona pérdidas térmicas a través de ella, que aumentan el consumo energético. La instalación de un aislante en la parte trasera de la caldera o alrededor de la propia cámara de combustión interna, según modelo, ayudará a mejorar la eficiencia del sistema.

El aislamiento propuesto está compuesto por mantas armadas de lana de roca de 4 cm de espesor con una conductividad de 0,035 W/(m<sup>0</sup>K) apto para temperaturas máximas de 750°C y superficies irregulares.

Para el cálculo del ahorro energético se ha utilizado el software AISLAM, que es documento reconocido por el Ministerio de Industria para facilitar el cumplimiento de las exigencias del RITE. La inversión considerada en el cálculo incluye el coste del material, la mano de obra y otros costes indirectos.



**Ilustración 15. Aislamiento tipo manta armada de lana de roca**

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

**Tabla 31. Aislamiento del cuerpo de la caldera**

<b>Aislamiento del cuerpo de la caldera</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
136	0,18	7
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
264	436	700
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
95,5	10	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
36		

## 9.2.2 ILUMINACIÓN

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

### **Sustitución de downlight con bajo consumo por LED**

Las lámparas son de bajo consumo idénticas a las mencionadas anteriormente integradas en luminarias de tipo downlight. En este caso se sustituye la luminaria completa, las posibilidades de sustitución son las siguientes

- Downlight con lámparas desde 2x8W hasta 2x16 W por downlight LED de 13W.



**Tabla 32. Sustitución de downlights por LED**

<b>Sustitución de downlights por LED</b>		
<b>Ahorro</b>		
<b>Ahorro energético</b>		<b>Ahorro económico</b>
kWh / año	%	Eu / año
400	0,52	57
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
2.266	742	3.008
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
52,6	15	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
103		

### **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 70W por Proyector LED de 40W.
- VSAP o HMC de 100W por Proyector LED de 40W.
- VSAP o HMC de 400W por Proyector LED de 120W.



**Tabla 33. 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
448	0,58	53
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
2.730	325	3.055
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
58,1	15	-
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
116		

### 9.2.2.1 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 16. Detector de presencia**

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

**Tabla 34. Instalación de detectores de presencia**

Instalación de detectores de presencia		
Ahorro		
Ahorro energético		Ahorro económico
kWh / año	%	Eu / año
1.180	1,53	124
Inversión		
Inmovilizado	Mano de obra	Total
Eu	Eu	Eu
1.001	959	1.960
Resultados económicos		
PRS	Vida útil	VAN
años	años	Eu
15,8	10	-
Resultados ambientales		
Reducción de emisiones contaminantes		
kg CO <sub>2</sub> / año		
304		

### 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 17. Regleta con un maestro, cuatro esclavos y dos tomas convencionales**

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

**Tabla 35. 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
234	0,30	21
<b>Inversión</b>		
<b>Inmovilizado</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
Eu	Eu	Eu
55	0	55
<b>Resultados económicos</b>		
<b>PRS</b>	<b>Vida útil</b>	<b>VAN</b>
años	años	Eu
2,6	10	139
<b>Resultados ambientales</b>		
<b>Reducción de emisiones contaminantes</b>		
kg CO <sub>2</sub> / año		
61		

## 10 MEDIDA DE GESTIÓN Y CONTROL ENERGÉTICO

### 10.1 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 o enfriadoras, 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.



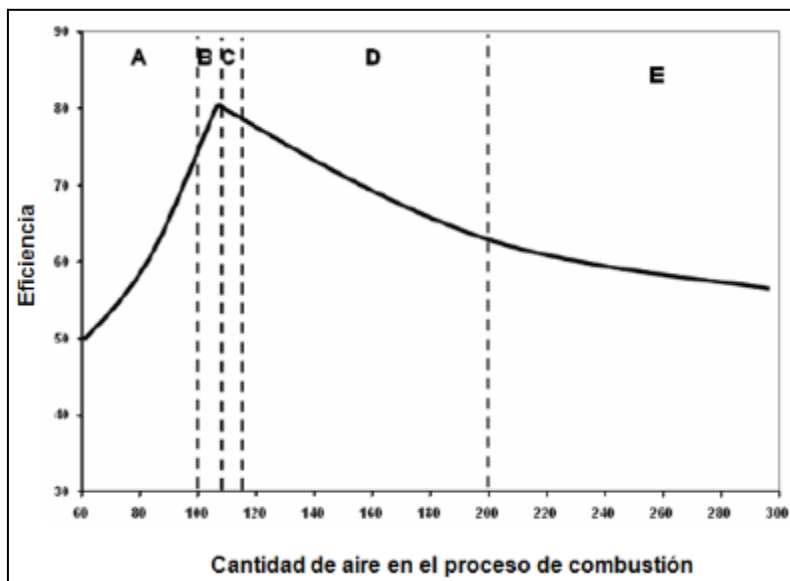
**Ilustración 18. Ejemplo de un Sistema de Control Centralizado para climatización**

## 11 BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

### 11.1 REGULACIÓN DEL AIRE DE COMBUSTIÓN DE LAS CALDERAS

La combustión en las calderas debe producirse en proporciones definidas y controladas de combustible y oxígeno, con el fin de que la reacción estequiométrica sea lo más eficiente posible.

En la siguiente ilustración se comprueban los valores donde se produce la mayor eficiencia en la reacción química en función de la cantidad de aire existente en la combustión.



**Gráfica 13. Eficiencia de la cantidad de aire sobre el proceso de combustión**

Gracias a la ilustración anterior, se observa que el valor de máxima eficiencia del  $\lambda$  ronda valores del 1 al 1,2. El ahorro energético producido por la regulación manual de la combustión estará dado por la siguiente ecuación:

$$\text{Ahorro Energía} = \text{Energía} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right] \cdot (P_{\text{pérdidas actuales}} - P_{\text{pérdidas futuras}})$$

Dónde:

Energía [kWh/año]: corresponde a la energía consumida por cada equipo

$P_{\text{pérdidas actuales}}$ : corresponde a las pérdidas energéticas actuales asociadas a la concentración de oxígeno y la temperatura de los humos

$P_{\text{pérdidas futuras}}$ : corresponde a las pérdidas energéticas calculadas para la concentración de oxígeno y el historial de mediciones de las temperaturas de los análisis de combustión

A continuación se muestra una tabla con las pérdidas energéticas en gases de combustión:

**Tabla 36. Pérdidas en los humos de la combustión del gasóleo**

O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	AIRE	GASES	PÉRDIDAS EN GASES DE COMBUSTIÓN (%) EN FUNCIÓN DE (TEMP. GASES-TEMP. AMBIENTE)											
		Exc.													
%	%	Por uno	kg/kg	100	120	140	160	180	200	240	280	320	360	400	
0,0	16,0	1,0	14,7	3,8	4,6	5,4	6,2	6,9	7,7	9,3	10,9	12,6	14,2	15,9	
0,5	15,6	1,0	15,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,1	7,9	9,5	11,2	12,8	14,5	16,2	
1,0	15,2	1,0	15,4	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8,1	9,7	11,4	13,1	14,8	16,5	
1,5	14,9	1,1	15,7	4	4,9	5,7	6,6	7,4	8,2	9,9	11,7	13,4	15,1	16,9	
2,0	14,5	1,1	16,1	4,1	5	5,8	6,7	7,6	8,4	10,2	11,9	13,7	15,5	17,3	
2,5	14,1	1,1	16,5	4,2	5,1	6	6,9	7,7	8,6	10,4	12,2	14	15,8	17,7	
3,0	13,7	1,2	16,9	4,3	5,2	6,1	7	7,9	8,8	10,6	12,5	14,3	16,2	18,1	
3,5	13,3	1,2	17,3	4,4	5,4	6,3	7,2	8,1	9	10,9	12,8	14,7	16,6	18,5	
4,0	12,9	1,2	17,8	4,6	5,5	6,4	7,4	8,3	9,3	11,2	13,1	15,1	17	19	
4,5	12,6	1,3	18,3	4,7	5,6	6,6	7,6	8,5	9,5	11,5	13,5	15,5	17,5	19,5	
5,0	12,2	1,3	18,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8	11,8	13,8	15,9	17,9	20	
5,5	11,8	1,3	19,4	5	6	7	8	9	10,1	12,1	14,2	16,3	18,4	20,6	
6,0	11,4	1,4	20,0	5,1	6,1	7,2	8,2	9,3	10,4	12,5	14,6	16,8	19	21,2	
6,5	11,0	1,4	20,6	5,3	6,3	7,4	8,5	9,6	10,7	12,9	15,1	17,3	19,6	21,8	
7,0	10,6	1,5	21,3	5,4	6,5	7,6	8,8	9,9	11	13,3	15,6	17,9	20,2	22,5	
7,5	10,3	1,5	22,0	5,6	6,8	7,9	9,1	10,2	11,4	13,7	16,1	18,5	20,8	23,3	
8,0	9,9	1,6	22,8	5,8	7	8,2	9,4	10,6	11,8	14,2	16,6	19,1	21,6	24,1	
8,5	9,5	1,6	23,6	6	7,2	8,5	9,7	10,9	12,2	14,7	17,2	19,8	22,3	24,9	
9,0	9,1	1,7	24,6	6,2	7,5	8,8	10,1	11,4	12,7	15,3	17,9	20,5	23,2	25,9	
9,5	8,7	1,8	25,6	6,5	7,8	9,1	10,5	11,8	13,2	15,9	18,6	21,3	24,1	26,9	
10,0	8,3	1,9	26,7	6,8	8,1	9,5	10,9	12,3	13,7	16,5	19,4	22,2	25,1	28	
10,5	8,0	2,0	27,9	7,1	8,5	9,9	11,4	12,8	14,3	17,2	20,2	23,2	26,2	29,2	
11,0	7,6	2,1	29,2	7,4	8,9	10,4	11,9	13,4	15	18	21,1	24,3	27,4	30,6	
11,5	7,2	2,2	30,6	7,7	9,3	10,9	12,5	14,1	15,7	18,9	22,2	25,4	28,7	32	
12,0	6,8	2,3	32,3	8,2	9,8	11,5	13,2	14,8	16,5	19,9	23,3	26,8	30,2	33,7	
12,5	6,4	2,4	34,1	8,6	10,4	12,1	13,9	15,6	17,4	21	24,6	28,2	31,9	35,6	
13,0	6,0	1,6	36,1	9,1	11	12,8	14,7	16,6	18,5	22,2	26	29,9	33,7	37,6	
13,5	5,7	2,7	38,5	9,7	11,7	13,6	15,6	17,6	19,6	23,6	27,7	31,8	35,9	40	
14,0	5,3	192,0	41,1	10,4	12,5	14,6	16,7	18,8	21	25,3	29,6	33,9	38,3	42,7	
14,5	4,8	3,1	44,2	11,1	13,4	15,7	17,9	20,2	22,5	27,1	31,8	36,4	41,1	45,9	
15,0	4,5	3,4	47,8	12	14,5	16,9	19,4	21,8	24,3	29,3	34,3	39,4	44,4	49,6	

Se recomienda el ajuste de la concentración de oxígeno en la combustión, esta regulación debe ser realizada por personal cualificado. Con el fin de establecer un seguimiento anual de estos resultados, conviene establecer un registro de los valores obtenidos cada mes.

El ahorro aproximado llevando a cabo esta actuación es del 3% del consumo total de combustible, que suponen 1.048 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es de 181 euros por el ajuste en cada caldera.





## 11.2 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 7.721 kWh. La inversión que lleva aparejada esta medida es nula puesto que es meramente de gestión.



### 11.3 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 19. Logotipo del programa ENERGY STAR de ahorro energético en pcs**

- 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 1.153 kWh. En cuanto a la inversión, es un programa implementado en todos los sistemas operativos, por lo que se considera gratuita.

## 11.4 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 20. 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 133 kWh. Esta medida no tiene ninguna inversión asociada.

## 11.5 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 266 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>19</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>19</sup>En este apartado no se ha considerado la evolución de los precios de la energía

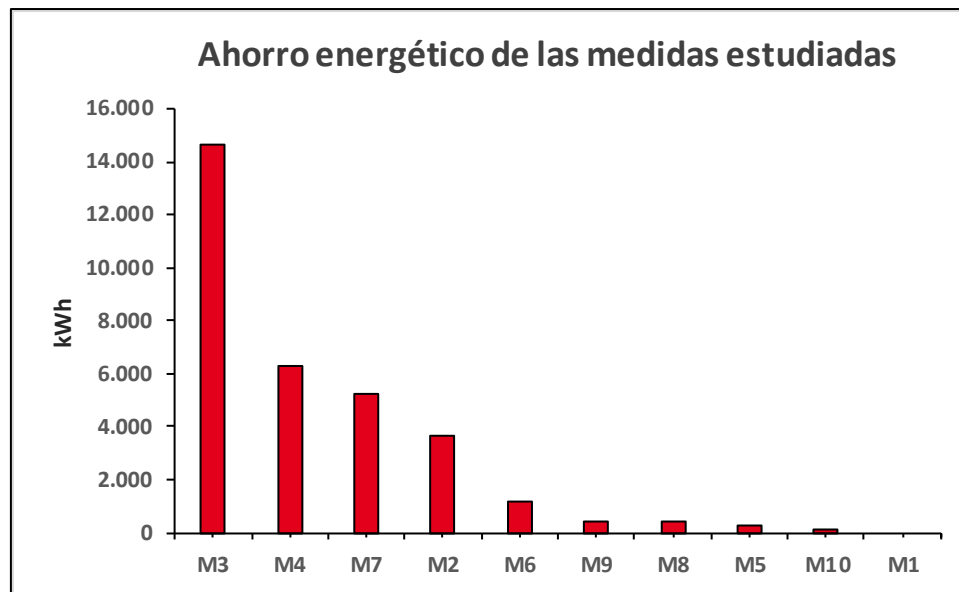


**Tabla 37. Tabla resumen de medidas de ahorro estudiadas**

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	Optimización factura eléctrica	0	0,00	175	9	0,1	0	1.601	1.945	-
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.639	4,71	332	1.133	3,4	939	1.943	27,4	10
M3	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	14.616	18,91	1.394	10.319	7,4	3.771	8.659	11,4	15
M4	Instalación solar fotovoltaica	6.266	8,11	668	7.670	11,0	1.617	6.778	8,1	25
M5	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	234	0,30	21	55	2,6	61	139	37,4	10
M6	Instalación de detectores de presencia	1.180	1,53	124	1.960	15,8	304	-	-	10
M7	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	5.261	6,81	885	45.793	51,8	3.770	-	-	25
M8	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de downlights por LED	400	0,52	57	3.008	52,6	103	-	-	15
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	448	0,58	53	3.055	58,1	116	-	-	15
M10	Aislamiento del cuerpo de la caldera	136	0,18	7	700	95,5	36	-	-	10



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



**Gráfica 14. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas**

**Tabla 38. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro estudiadas en el edificio**

Nº	Descripción de la mejora	Ahorro de energía mejora (kWh/año)
M3	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	14.616
M4	Instalación solar fotovoltaica	6.266
M7	Sustitución de caldera actual por una de condensación de gas natural	5.261
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.639
M6	Instalación de detectores de presencia	1.180
M9	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de proyectores por LED	448
M8	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de downlights por LED	400
M5	Instalación de regletas eliminadoras de stand-by	234
M10	Aislamiento del cuerpo de la caldera	136
M1	Optimización factura 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 años.

**Tabla 39. Tabla resumen de medidas de ahorro recomendadas en el edificio CEIP Marismas del Tinto**

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	Optimización factura eléctrica	0	0,00	175	9	0,1	0	1.601	1.945	-
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.639	4,71	332	1.133	3,4	939	1.943	27,4	10
M3	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	14.616	18,91	1.394	10.319	7,4	3.771	8.659	11,4	15
M4	Instalación solar fotovoltaica	6.266	8,11	668	7.670	11,0	1.617	6.778	8,1	25
<b>TOTAL</b>		<b>24.521</b>	<b>31,72</b>	<b>2.569</b>	<b>19.131</b>	<b>7,4</b>	<b>6.327</b>	<b>4.875</b>	<b>7</b>	<b>-</b>





Las medidas de ahorro que se han obtenido de la auditoría energética no presentan efectos cruzados entre sí.

**Tabla 40. Ahorro energético anual de las medidas de ahorro en CEIP Marismas del Tinto**

IMPLANTACIÓN CONJUNTA DE TODAS LAS MEDIDAS DE AHORRO		
Ahorro energético		Total
	[kWh/año]	24.521
Ahorro energético sobre el consumo total del edificio		Total
	[%]	31,72
Emisiones evitadas	[kg CO <sub>2</sub> / año]	6.327
Reducción de emisiones sobre el total	[%]	31,15
Ahorro económico	[€ / año]	2.569
Inversión necesaria	[€]	19.131
Periodo de retorno simple de la inversión	[Años]	7,4

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 41. Consumo y coste energético antes y después de la implantación de las medidas**

Concepto	Unidades	Situación inicial	Situación <sup>20</sup> final	Ahorro
Consumo energético	[kWh / año]	77.297	52.776	24.521
Coste energético	[€ / año]	5.516	2.947	2.569

<sup>20</sup> Después de la implantación de las medidas  
**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**



## 12.3 FLUJO DE CAJA

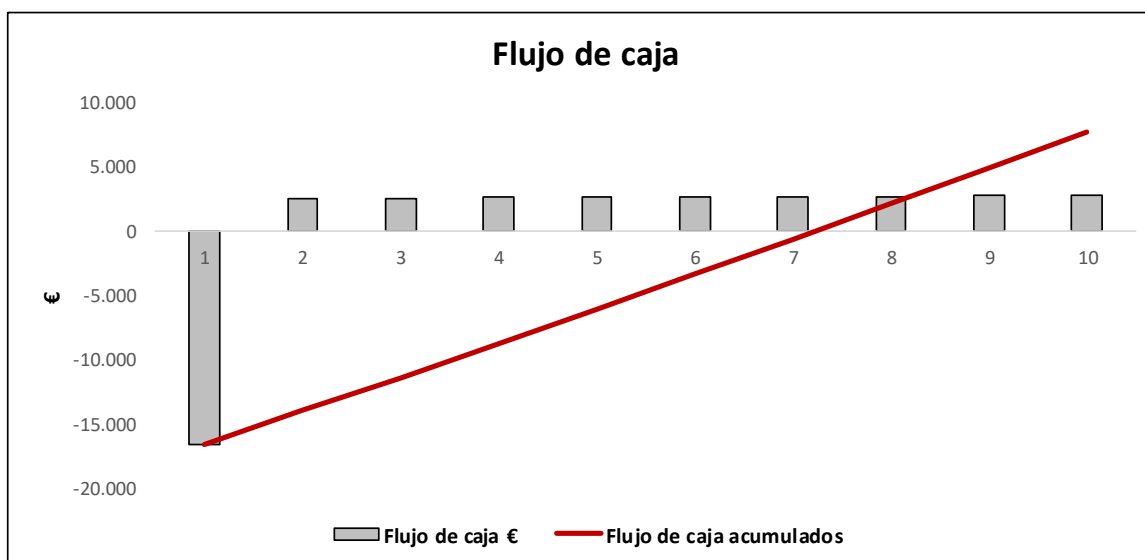
A continuación, se muestran el flujo de caja de llevar a cabo la totalidad de las medidas recomendadas, en función de la inversión y el ahorro anual conseguidos.

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 casi un 31,72% de ahorro, por lo que el tiempo de vida real estimado es de 9,5 años.

**Tabla 42. Flujo de caja**

Año	Inversión	Ahorro <sup>21</sup>	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
	€	€	€	€
1 <sup>o</sup>	19.131	2.569,00	-16.562,00	-16.562,00
2 <sup>o</sup>	-	2.594,69	2.594,69	-13.967,31
3 <sup>o</sup>	-	2.620,64	2.620,64	-11.346,67
4 <sup>o</sup>	-	2.646,84	2.646,84	-8.699,83
5 <sup>o</sup>	-	2.673,31	2.673,31	-6.026,52
6 <sup>o</sup>	-	2.700,04	2.700,04	-3.326,47
7 <sup>o</sup>	-	2.727,05	2.727,05	-599,43
8 <sup>o</sup>	-	2.754,32	2.754,32	2.154,89
9 <sup>o</sup>	-	2.781,86	2.781,86	4.936,75
10 <sup>o</sup>	-	2.809,68	2.809,68	7.746,42



**Gráfica 15. 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.

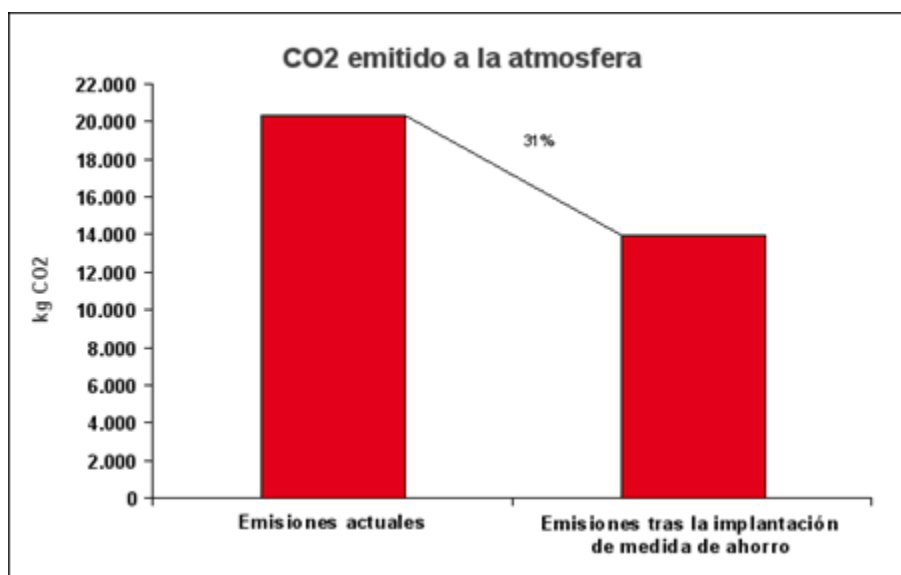
<sup>21</sup> Incremento del precio de la energía (1%)

## 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 43. Emisiones contaminantes actualmente y tras la implantación de las medidas**

Contaminante	Unidades	Emisión por consumo energético		Disminución
		Situación actual	Situación final <sup>22</sup>	
Consumo energético	[kWh / año]	77.297	52.776	24.521
Emisiones de CO <sub>2</sub>	[kg / año]	20.313	13.986	6.327



**Gráfica 16. Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>**

<sup>22</sup>Después de la implantación de las medidas:  
**STEP UP TO ENERGY EFFICIENCY !**



## 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 44. 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	Optimización factura eléctrica	0	175	9	0,1

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

**Tabla 45. 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)
M2	Instalación de sobre-enchufes Plugwise	3.639	332	1.133	3,4

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

**Tabla 46. 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)
M3	Iluminación. Cambio de Potencia: Sustitución de tubos fluorescentes por LED	14.616	1.394	10.319	7,4
M4	Instalación solar fotovoltaica	6.266	668	7.670	11,0



## 13 ANEXOS

### 13.1 CALEFACCIÓN

**Tabla 47. Inventario equipos centralizados calefacción**

Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Rto.	Potencia eléctrica (W)
CEIP Marismas del Tinto	PB	Sala de calderas	Caldera	Roca - CPA 200	1	232.600	0,92	300

## 13.2 GENERACIÓN DE ACS

Tabla 48. Inventario equipos generación ACS

Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Marca / Modelo	Unid	Potencia térmica (W)	Potencia eléctrica (W)	Rto.
CEIP Marismas del Tinto	PB	Sala de calderas	Caldera	Ferrolí- ATLAS D 42 K 130	1	42.000	320	0,93

### 13.3 EQUIPOS

**Tabla 49. Inventario equipos**

Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 1	Impresora multifunción	1	700	9
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 2	Impresora multifunción	1	700	9
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 3	Impresora multifunción	1	700	9
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 1	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 2	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 3	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 4	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 5	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 6	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 7	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 1	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 2	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 3	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 4	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 5	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 6	Ordenador sobremesa	2	60	13

Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula usos múltiples	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 1	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 2	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 3	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 4	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 5	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 6	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 7	Ordenador sobremesa	2	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 1	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 2	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 3	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 4	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 5	Ordenador sobremesa	1	60	13
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 1	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 2	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 3	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Despacho Gimnasio	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 2	Ordenador portátil	2	40	8





Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 3	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 4	Ordenador portátil	2	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 5	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 6	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 7	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 1	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 2	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 3	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 4	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 5	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 6	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 7	Ordenador portátil	1	40	8
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 1	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 2	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 3	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 4	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 5	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 6	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 7	Proyector	1	400	5



Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 1	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 2	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 3	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 4	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 5	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 6	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula usos múltiples	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 1	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 2	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 3	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 4	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 5	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 6	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 7	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 1	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 2	Proyector	1	400	5
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cocina	Lavavajillas	1	2.500	0
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cocina	Horno eléctrico pequeño	2	5.400	0
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cocina	Microondas	1	2.000	0



Edificio	Planta	Estancia	Equipo	Unid	Potencia ON (W)	Potencia Stand-by (W)
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Sala Profesores	Minibar	1	80	0
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cocina	Frigorífico+congelador	1	240	0

## 13.4 ILUMINACIÓN

**Tabla 50. Inventario y propuestas iluminación**

Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 1	Adosada	Fluorescente T8	4	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 1 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 2	Adosada	Fluorescente T8	4	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 2 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 3	Adosada	Fluorescente T8	4	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 3 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 4	Adosada	Fluorescente T8	4	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 4 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 5	Adosada	Fluorescente T8	4	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 5 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 6	Adosada	Fluorescente T8	4	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 6 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 7	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aula 7 - Cuarto	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Zona común	Adosada	Fluorescente T8	7	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Pasillo	Adosada	Fluorescente T8	11	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Secretaría	Adosada	Fluorescente T8	10	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho	Adosada	Fluorescente T8	3	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Sala técnica	Adosada	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cuarto Calderas	Adosada	Fluorescente T8	3	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aseo 1	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aseo 2	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aseo 3	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aseo 4	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Aseo 5	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cocina	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	4	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Cocina	Adosada	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 1	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 2	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Despacho 3	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 1	Comedor	Adosada	Fluorescente T8	16	2	36	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 1	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 1	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	3	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 2	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 2	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas





Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 1	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 2	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 3	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 4	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 5	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula 6	Adosada	Fluorescente T8	6	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 3	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 3	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	3	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 4	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aseo 4	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Pasillo	Adosada	Fluorescente T8	16	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Aula usos múltiples	Adosada	Fluorescente T8	16	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Gimnasio	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Vestuarios	Adosada	Fluorescente T8	7	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	PB - Fase 2	Despacho Gimnasio	Adosada	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 1	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 2	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 3	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 4	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 5	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 6	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula 7	Adosada	Fluorescente T8	9	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 1	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 1	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	3	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 2	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 2	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 3	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 3	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	3	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 4	Adosada	Fluorescente T8	2	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 4	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	2	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Pasillo	Adosada	Fluorescente T8	15	2	58	Balasto electromagnético	LedTUBE 1500mm. 2000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 5	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	1	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 6	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	1	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 7	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	1	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 8	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	1	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aseo 9	Downlight	Fluorescente compacta no integrada	1	2	13	Balasto electromagnético	Downlight LED 1100 lm	LRM 1000 Detector Occuswitch, aseos y aulas
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 1	Adosada	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 2	Adosada	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 3	Adosada	Fluorescente T8	4	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 4	Adosada	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-



Edificio	Planta	Estancia	Tipo Luminaria	Tipo Lámpara	Nº lum	Lámp por grupo	Pot. lámp (W)	Tipo equipo auxiliar	Propuesta potencia	Propuesta tiempo
CEIP Marismas del Tinto	1 - Fase 2	Aula pequeña 5	Adosada	Fluorescente T8	2	2	36	Balasto electromagnético	LedTUBE 1200mm. 1600 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	Ext	Exterior	Proyector	Halogenuro metálico	3	1	500	Balasto electromagnético	-	-
CEIP Marismas del Tinto	Ext	Exterior	Proyector	Halogenuro metálico	9	1	70	Balasto electromagnético	Proyector LED 4000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	Ext	Exterior - Cancha	Proyector	Halogenuro metálico	4	1	100	Balasto electromagnético	Proyector LED 4000 lm	-
CEIP Marismas del Tinto	Ext	Exterior	Aplicado	Fluorescente compacta no integrada	17	2	16	Balasto electromagnético	-	-



## 13.5 ENVOLVENTE

**Tabla 51. Medidas de ahorro energético en la envolvente**

Sistema	Ahorro energético estimado <sup>23</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>23</sup> Respecto a la energía consumida en calefacción y/o refrigeración.



Sistema	Ahorro energético estimado <sup>23</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>23</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>



## 13.6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SOLAR FOTOVOLTAICA

**Tabla 52. Características técnicas exigibles a los módulos de instalación fotovoltaica**

Características	Descripción
Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia nominal 300Wp (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 Directiva 2006/95/CE<sup>24</sup>.</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>24</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.

