






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(C.E.I.P. Los Olivos)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_39_20160308

Elaborado por:		Revisado por:
		
Alberto Trueba Salas	Daniel Lozano Villamediana	Inés Simón García

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Datos generales del centro .....	1
1.2 Planos y distribución .....	3
1.3 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Producción de ACS .....	7
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	10
1.5 Iluminación.....	16
1.5.1 Iluminación interior .....	17
1.5.2 Iluminación exterior .....	18
1.5.3 Sistemas de control .....	18
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	18
1.6 Otros equipos .....	19
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	21
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>22</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	22
2.2 Consumos térmicos.....	25
2.3 Consumos energéticos totales .....	25
2.4 Índices energéticos.....	25
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	25
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	25
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	26
3.1.1 Registros trifásicos .....	26
3.1.2 Registros monofásicos.....	30
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	32
3.3 Medidas térmicas.....	34
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	34
3.4 Análisis termográfico.....	37
3.5 Certificación energética .....	37
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>38</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	38

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	39
4.3	Contribución de energías renovables .....	39
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>40</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	40
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	42
5.3	Instalación de batería de condensadores .....	43
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>46</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	46
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	48
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>50</b>
7.1	Energía solar térmica.....	50
7.2	Biomasa .....	50
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	51
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>52</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Los Olivos
Dirección	Av de Mayorazgo 18, 29601, Marbella, Málaga
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	Victorina Martinez 671 566 316
Número de edificios	3
Referencia Catastral	0829102UF3402N0001TK

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Los Olivos** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida de Mayorazgo 18** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Módulos 1, 2 y 3 del CEIP Los Olivos



*Imagen 2 Vista aérea del CEIP Los Olivos*

CEIP Los Olivos	Nº plantas	Sup. Útil (m²)	Ocupación	Horario	Año de construcción
Módulo 1	2	820	210	09:00-14:00	1978
Módulo 2	2	617	210		
Módulo 3	3	541,9	110		

*Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos*

CEIP Los Olivos	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Comedor	90	14:00-16:00	Comedor
Aula matinal	20	07:30-09:00	Aula
Secretaria	2	09:00-14:00	Administrativo
Limpieza	7	16:00-19:30	Limpiadoras
Profesores	28	09:00-14:00	Docente

*Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Centro*

## 1.2 Planos y distribución

En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas.

USO	Planta 0 (m²)	Planta 1 (m²)	Planta -1 (m²)	Planta – (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	36	--	--	--	36
Aseos	51	40	18	--	109
Aulas	549	439	157	--	1.145
Cocina-comedor	113	--	--	--	113
No habitable	23	--	11	--	34
Usos múltiples	110	--	43	--	153
Zonas comunes	169	111	65	44	389
Sup. Total (m²)	1.051	590	294	44	1.979

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 58% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 19%.

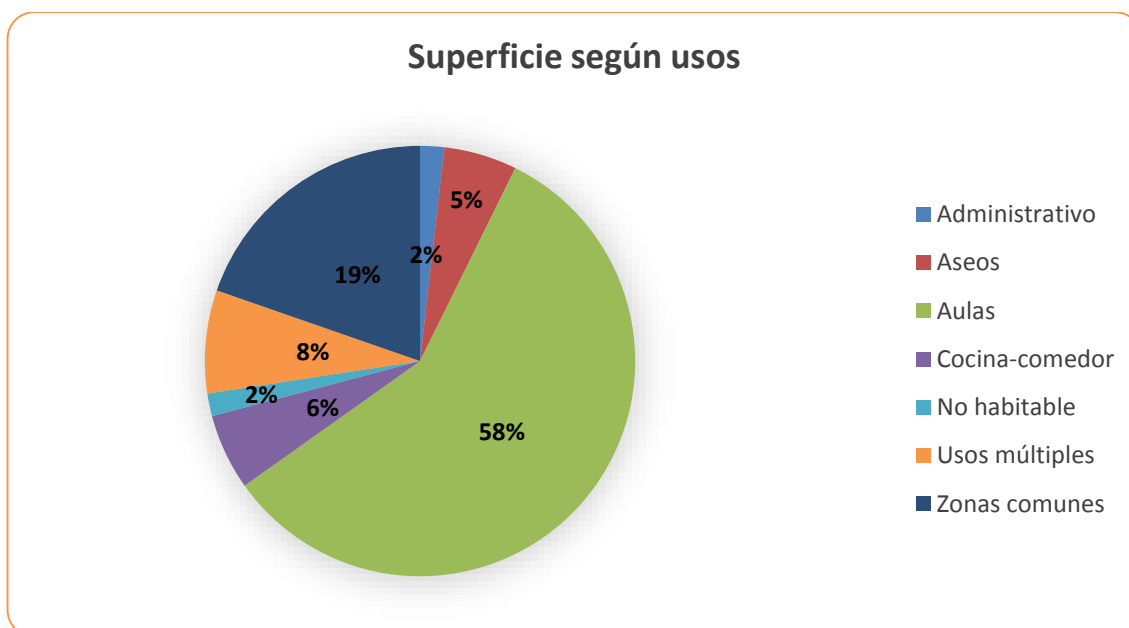
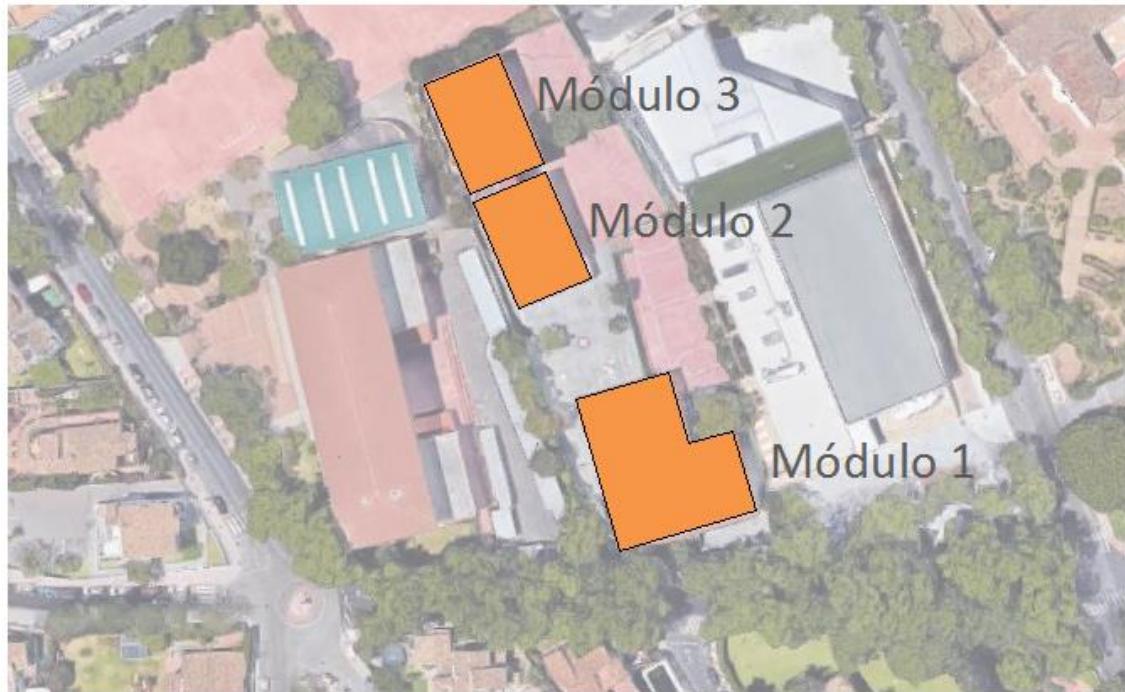


Gráfico 1 Superficie según Usos



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

A continuación se muestra el plano de ordenación del centro educativo, en el anexo correspondiente se encuentran los planos por planta de cada uno de los módulos:



*Plano 1 Planta Ordenación*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### 1.3 Envoltente y cerramientos

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran las normas MV, competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación fue desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación; y concretamente se editaron entre los años 30 y 70 las siguientes normas reguladoras de la envoltente térmica:

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1978; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

Los tres módulos que componen el centro se sitúan uno a continuación del otro en sentido sur-norte; todos ellos presentan cubierta inclinada de teja y fachadas con un acabado superficial continuo, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:



*Imagen 3 Cerramientos. Módulo 1*



*Imagen 4 Cerramientos. Módulo 2*





*Imagen 5 Cerramientos. Módulo 3*

En las siguientes imágenes se puede ver los diferentes tipos de carpintería existentes:



*Imagen 6 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

#### 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

Existen dos sistemas diferenciados para la climatización de este centro educativo.

Por un lado, en las estancias como el comedor, la secretaría o la sala de profesores, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y unidades interiores de tipología tipo pared. Se trata de equipos autónomos tipo Split 1x1.

Por otra parte, en numerosas aulas y estancias de uso administrativo, existen equipos portátiles para cubrir las necesidades térmicas de manera puntual. Estos equipos, encargados de llevar a cabo el servicio de calefacción son de dos tipos: radiadores eléctricos y convectores.

Al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante un termo acumulador eléctrico ubicado en las proximidades de los puntos de consumo.

##### 1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características del termo-acumulador eléctrico instalado en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicado en las proximidades de los puntos de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Módulo 3	0	Comedor	1,60	75	En servicio

*Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 7 Termo acumulador eléctrico - Comedor*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

#### 1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

A continuación se resumen las tipologías de equipos de expansión directa existentes para dar el servicio de climatización:

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa. BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa. BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa. BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa. BdC - Split 1x1
Edificio	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 3	Módulo 3
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada SO	Fachada NE	Fachada SO	Fachada SO
Zona de tratamiento	Secretaría	Sala de profesores	Comedor	Comedor
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	LG	SAMSUNG	SANYO	SANYO
Modelo	G12AH (ASUH126RKA2)	AQV12NSAX	SAP-CR124EH	SAP-CR124EH
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2005	2005	2005	2005
Potencia Frigorífica (kW)	3,52	3,30	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,50	1,03	1,09	1,09
EER	2,35	3,21	3,21	3,21
Potencia Calorífica (kW)	3,66	4,00	4,00	4,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,38	1,11	1,11	1,11
COP	2,65	3,61	3,62	3,62
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	09:00-14:00	09:00-14:00	13:30-16:00	13:30-16:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	Pared	Pared	Pared	Pared
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 6 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



*Imagen 8 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Sistemas autónomos de expansión directa tipo BdC –Split 1x1***

A continuación se resumen la potencia térmica total instalada en el centro para este tipo de equipos:

<b>Calefacción</b>	<b>15,66 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>13,82 kW</b>

*Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### 1.4.3 Unidades Terminales

A continuación se resumen las características técnicas de las diferentes unidades de tratamiento de que consta el centro para cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración por zonas:

#### Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de tipología pared como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

En este caso, al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1), las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.



*Imagen 9 Tipología de unidades interiores instaladas - Pared*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### Radiadores y convectores eléctricos

El centro consta de radiadores y convectores eléctricos como elementos al tratamiento de calefacción de las diferentes estancias a las que dan servicio. Se trata de equipos de distintas tipologías, con resistencia eléctrica como batería de calor en todos ellos.

A continuación se muestra un resumen de las características de estos equipos:

Característica	1	2	3	4	5
Equipo	Convector eléctrico	Radiador eléctrico	Radiador eléctrico	Convector eléctrico	Radiador eléctrico
Edificio	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 1	Módulo 1
Planta	0	0	0	0	-1
Ubicación	Entrada	Secretaría	Dirección	Aula 4	Aula 7
Servicio	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción
Batería calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Marca	S&P	-	UFESA	FAGOR CLIMA	UFESA
Modelo	TL - 10 N	-	-	TRV-300	-
Cantidad	1	1	1	1	1
Pot. Abs. (kW)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Tipo Control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 8 Características técnicas de **radiadores y convectores** instalados

Característica	6	7	8	9	10
Equipo	Convector eléctrico	Convector eléctrico	Convector eléctrico	Calefactor Convector	Calefactor Convector
Edificio	Módulo 2	Módulo 2	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 3
Planta	0	0	1	-1	0
Ubicación	Audición y lenguaje	Aula 9	Aula 13	Biblioteca	Orientadora
Servicio	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción
Batería calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Marca	FAGOR CLIMA	FAGOR CLIMA	FAGOR CLIMA	GSC EVOLUTION	GSC EVOLUTION
Modelo	TRV-300	TRV-300	TRV-300	-	-
Cantidad	1	1	1	1	1
Pot. Abs. (kW)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Tipo Control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 9 Características técnicas de **radiadores y convectores** instalados

Característica	11	12	13	14
Equipo	Radiador eléctrico	Calefactor Convector	Convector eléctrico	Convector eléctrico
Edificio	Módulo 3	Módulo 3	Módulo 3	Módulo 3
Planta	0	1	1	1
Ubicación	Cuarto limpiadoras	Aula 17	CAR	Aula 20
Servicio	Calefacción	Calefacción	Calefacción	Calefacción
Batería calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Marca	-	GSC EVOLUTION	FAGOR CLIMA	LAZER
Modelo	-	-	TRV-300	-
Cantidad	1	1	1	1
Pot. Abs. (kW)	2,00	2,00	2,00	2,00
Tipo Control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 10 Características técnicas de **radiadores y convectores** instalados*



*Imagen 10 - Tipo 1*



*Imagen 11 - Tipo 2*



*Imagen 12 - Tipos 3 y 5*



*Imagen 13 - Tipos 4, 6, 7, 8 y 13*



*Imagen 14 - Tipos 9, 10 y 12*



*Imagen 15 - Tipos 9, 10 y 12*



*Imagen 16 - Tipo 11*



*Imagen 17 - Tipo 14*

*Imagen 18 Tipología de **radiadores y convectores** instalados*

A continuación se resumen la potencia térmica total instalada en el centro para este tipo de equipos:

<b>Calefacción</b>	<b>26,00 kW</b>
--------------------	-----------------

*Tabla 11 Resumen potencia térmica instalada tipo radiador/convector*

La distribución de potencia calorífica instalada por zonas es la siguiente:

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	36,00	4,00	111,11
Aulas	346,00	16,00	46,24
Cocina-comedor	226,00	8,00	35,40
Zonas comunes	28,00	5,66	202,14
Usos múltiples	132,20	10,00	75,64
<b>Total</b>	<b>768,20</b>	<b>43,66</b>	<b>56,83</b>

Tabla 12 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

Los siguientes gráficos representan, en primer lugar, el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas, y por último el porcentaje de superficie calefactada en el centro:

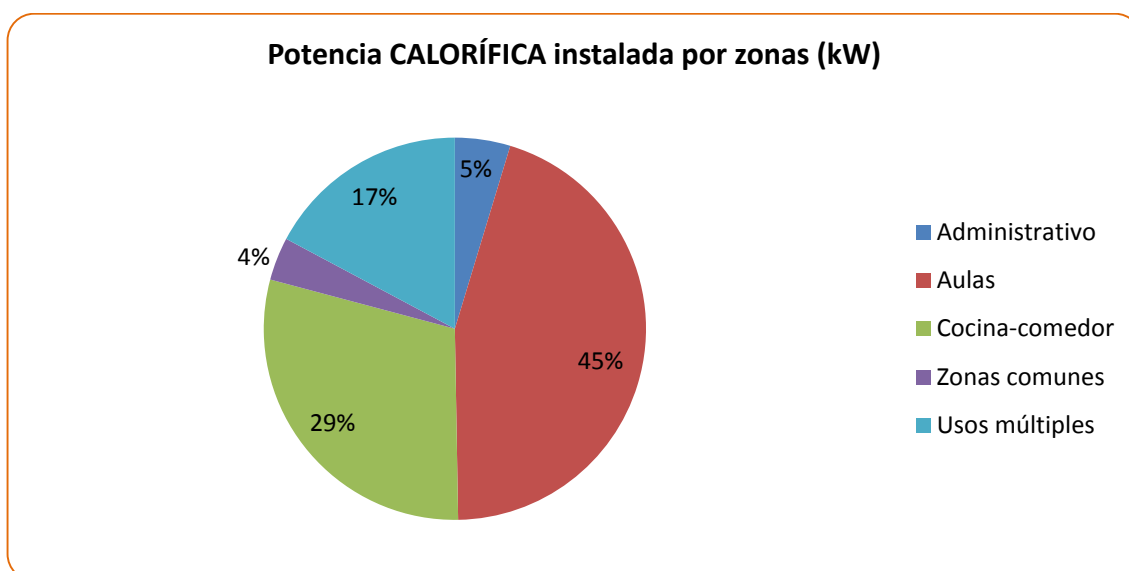


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

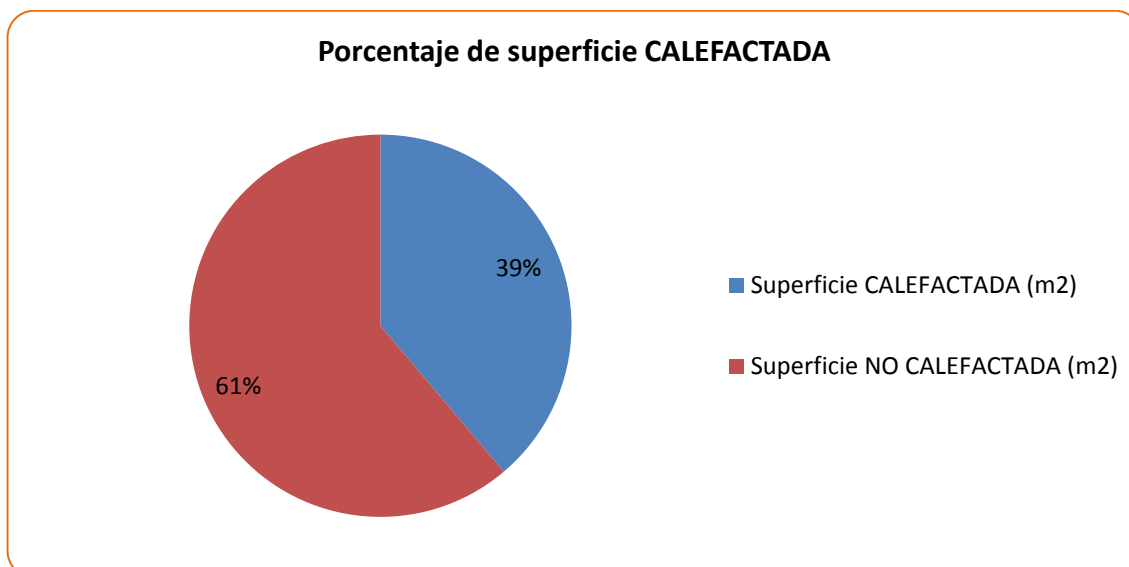


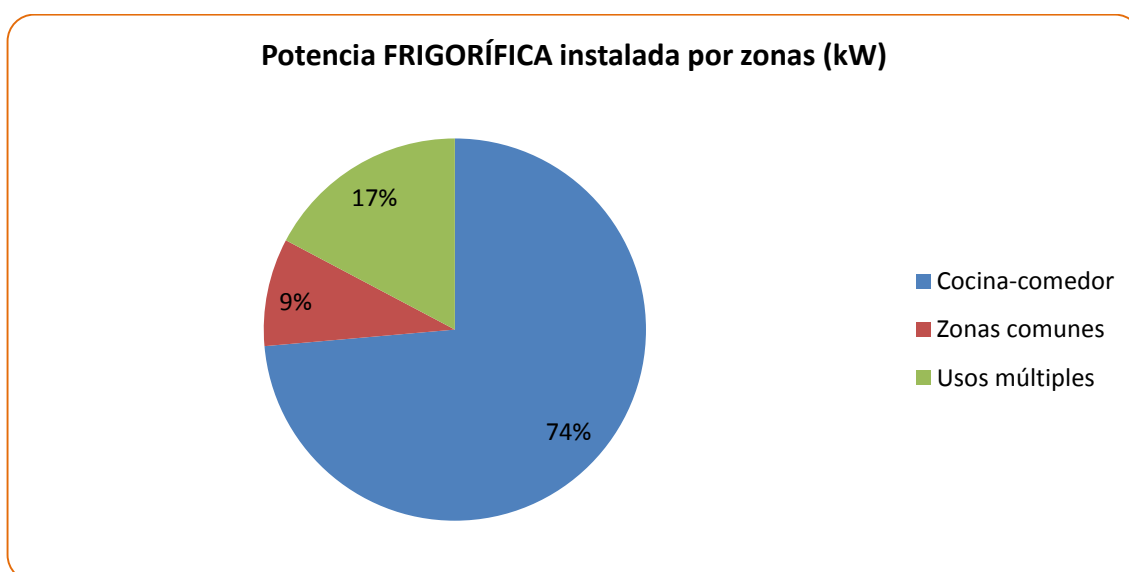
Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

La distribución de potencia de frío instalada por zonas es la siguiente:

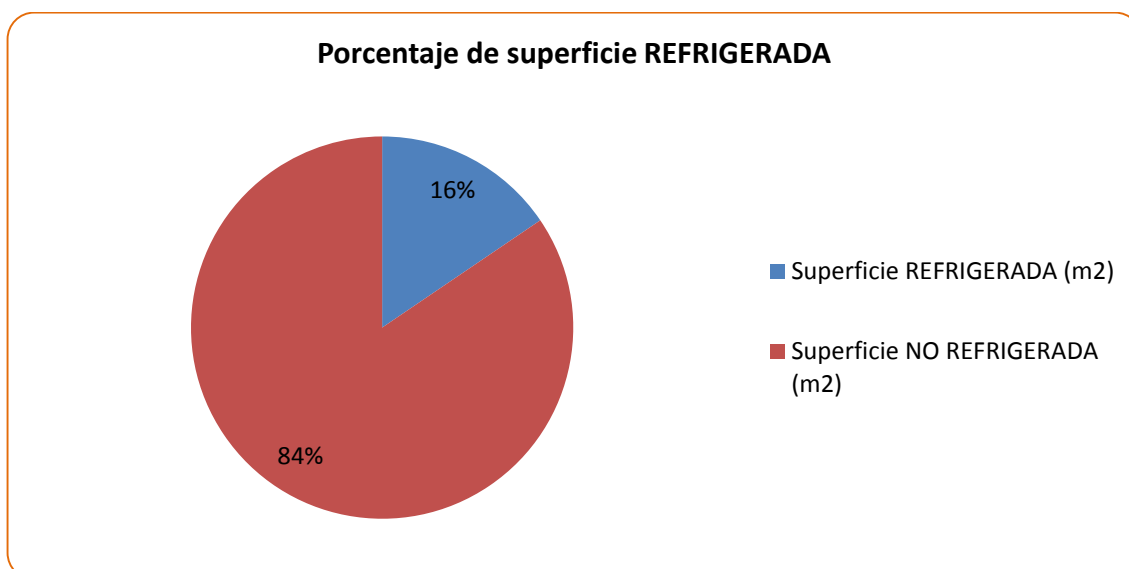
Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Cocina-comedor	226,00	7,00	30,97
Zonas comunes	28,00	3,52	125,71
Usos múltiples	53,00	3,30	62,26
<b>Total</b>	<b>307,00</b>	<b>13,82</b>	<b>45,02</b>

*Tabla 13 Resumen de potencia de frío instalada por zonas*

En los siguientes gráficos se representan el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas y la superficie refrigerada en el centro:



*Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas*



*Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada*

Los datos completos de unidades terminales por zonas se detallan en el anexo correspondiente.



### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 14,20 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

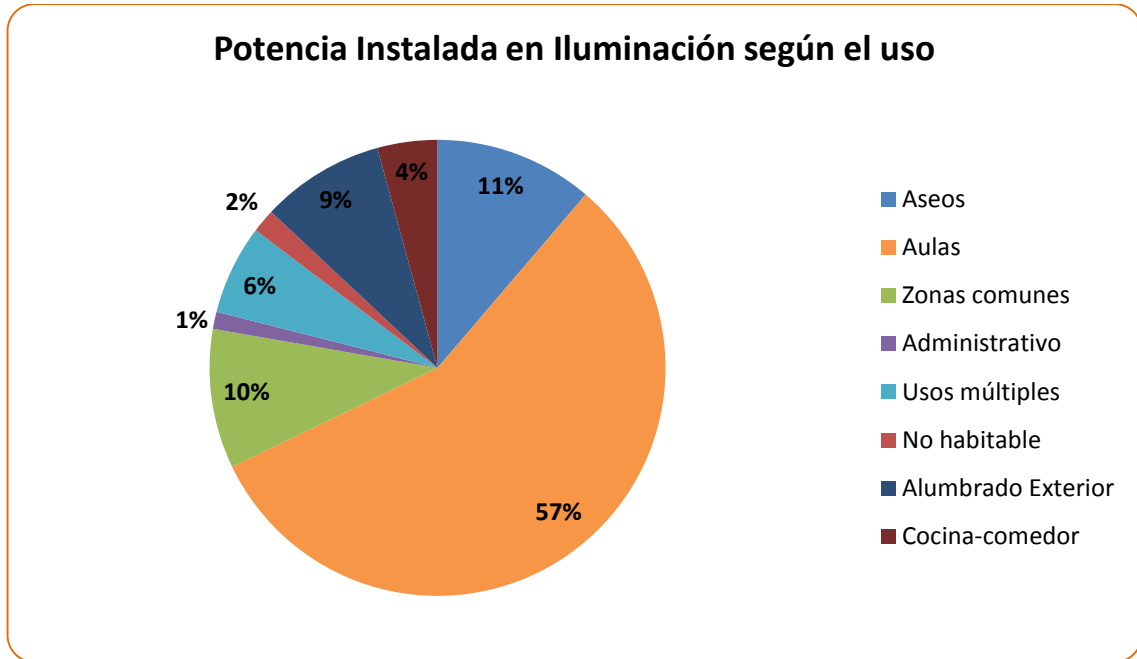


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

En el siguiente gráfico se muestran los distintos tipos de lámparas instalados y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el conjunto del centro educativo.

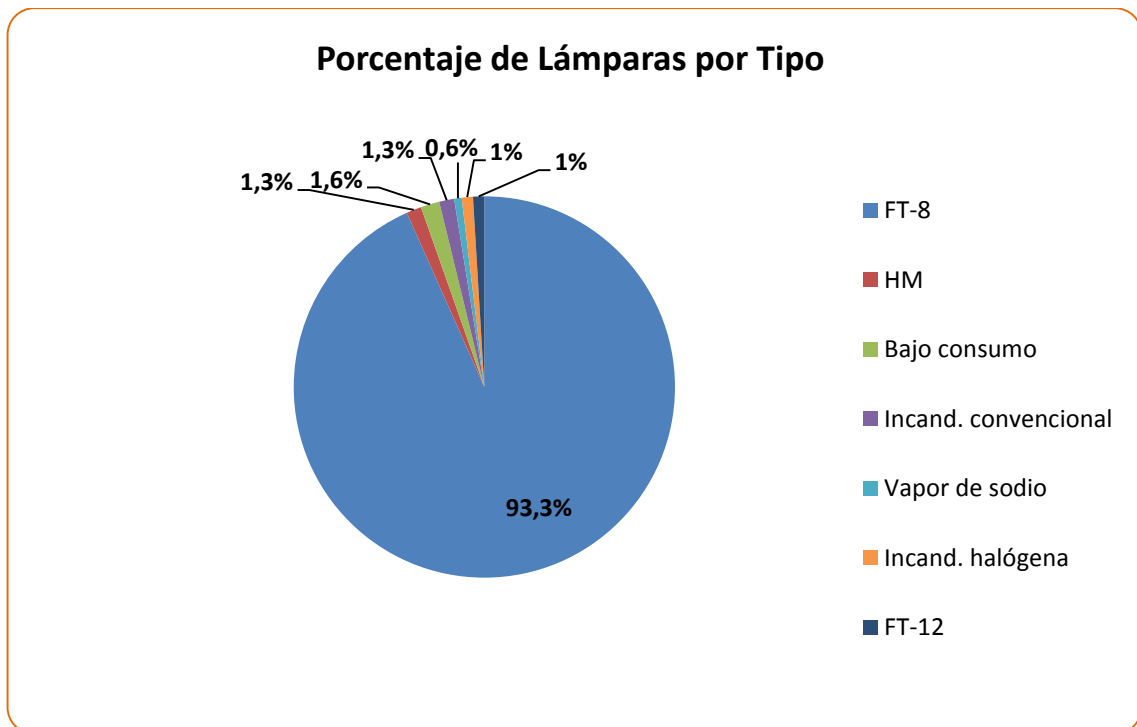


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado por zonas del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

Las características de los elementos y equipos de iluminación, así como su distribución por zonas, se detallan en el Anexo **“Inventario Instalaciones”**.

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	207	12,72
FT-8	203	12,57
1	112	4,71
36	106	4,58
18	6	0,13
2	91	7,86
36	91	7,86
FT-12	3	0,10
1	3	0,10
20	2	0,05
40	1	0,05
Incand. convencional	1	0,05
1	1	0,05
40	1	0,05
-	3	0,24
Incand. convencional	2	0,12
1	2	0,12
60	2	0,12
Incand. halógena	1	0,12
3	1	0,12
40	1	0,12
<b>Total general</b>	<b>210</b>	<b>12,96</b>

Tabla 14 Resumen de lámparas instaladas

En las imágenes siguientes se pueden observar los modelos de luminarias más representativos instalados.

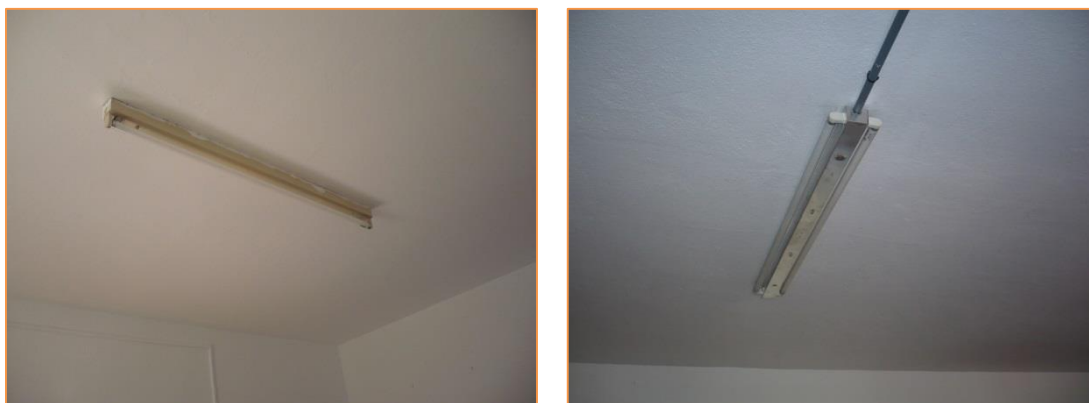


Imagen 19 Tipos de luminarias instaladas

### 1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
-	12	1,24
Incand. convencional	1	0,04
1	1	0,04
40	1	0,04
Bajo consumo	5	0,14
1	5	0,14
27	5	0,14
Vapor de sodio	2	0,30
1	2	0,30
150	2	0,30
HM	4	0,77
1	4	0,77
70	2	0,17
250	2	0,60
<b>Total general</b>	<b>12</b>	<b>1,24</b>

Tabla 15 Resumen de iluminación exterior

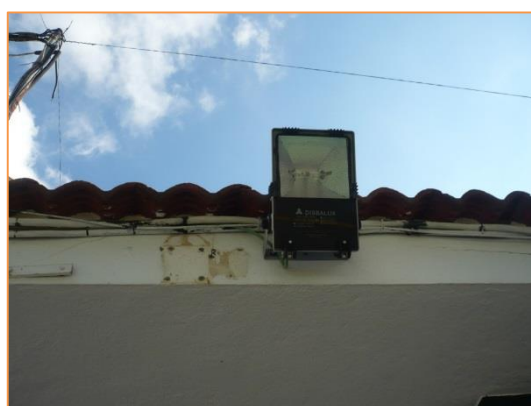


Imagen 20 Luminarias situadas en el exterior del edificio

### 1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### 1.6 Otros equipos

A continuación se muestran el resto de equipos eléctricos existentes en el centro.

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Audiovisual</b>	<b>23</b>	<b>4,296</b>
DVD/CD	7	0,135
20	6	0,12
15	1	0,015
<b>Proyector</b>	<b>9</b>	<b>2,442</b>
400	1	0,4
265	6	1,59
226	2	0,452
<b>Video VHS</b>	<b>1</b>	<b>0,019</b>
19	1	0,019
<b>Television LCD</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>
250	2	0,5
<b>Television Tubo</b>	<b>4</b>	<b>1,2</b>
300	4	1,2
<b>Electrodoméstico</b>	<b>12</b>	<b>23,24</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>2</b>	<b>0,32</b>
210	1	0,21
110	1	0,11
<b>Horno</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
9000	1	9
<b>Lavavajillas</b>	<b>1</b>	<b>3,45</b>
3450	1	3,45
<b>Mesa caliente</b>	<b>1</b>	<b>3,75</b>
3750	1	3,75
<b>Microondas</b>	<b>3</b>	<b>3,8</b>
800	2	1,6
2200	1	2,2
<b>Cafetera</b>	<b>1</b>	<b>0,68</b>
680	1	0,68
<b>Nevera</b>	<b>1</b>	<b>0,09</b>
90	1	0,09
<b>Cámara frigorífica</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Tostador</b>	<b>1</b>	<b>0,65</b>
650	1	0,65
<b>Informático</b>	<b>38</b>	<b>9,867</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>15</b>	<b>4,5</b>
300	15	4,5
<b>Rack</b>	<b>1</b>	<b>0,56</b>
560	1	0,56
<b>Fotocopiadora</b>	<b>3</b>	<b>1,46</b>
250	1	0,25
210	1	0,21
1000	1	1
<b>Fax</b>	<b>2</b>	<b>1,047</b>
1032	1	1,032
15	1	0,015
<b>Ordenador Portatil</b>	<b>7</b>	<b>1,05</b>
150	7	1,05
<b>Impresora doméstica</b>	<b>9</b>	<b>1,234</b>
310	1	0,31
10	2	0,02
20	1	0,02
190	1	0,19

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
290	1	0,29
280	1	0,28
62	2	0,124
<b>Router</b>	<b>1</b>	<b>0,016</b>
16	1	0,016
<b>Otros</b>	<b>10</b>	<b>5,363</b>
<b>Secador de manos</b>	<b>1</b>	<b>2,5</b>
2500	1	2,5
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,39</b>
390	1	0,39
<b>Ventilador</b>	<b>3</b>	<b>0,165</b>
70	1	0,07
50	1	0,05
45	1	0,045
<b>Máquina expendedora café</b>	<b>1</b>	<b>1,8</b>
1800	1	1,8
<b>Flexo</b>	<b>2</b>	<b>0,04</b>
20	2	0,04
<b>Laminating</b>	<b>1</b>	<b>0,45</b>
450	1	0,45
<b>Lámpara</b>	<b>1</b>	<b>0,018</b>
18	1	0,018
<b>Sonido</b>	<b>15</b>	<b>0,226</b>
<b>Altavoz</b>	<b>3</b>	<b>0,06</b>
20	3	0,06
<b>Radio-CD</b>	<b>12</b>	<b>0,166</b>
14	11	0,154
12	1	0,012
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
2000	4	8
<b>Convector eléctrico</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
2000	7	14
<b>Calefactor Convector</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
2000	3	6
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>4</b>	<b>4,818</b>
<b>Sistema autónomo de expansión directa. BdC - Split</b>		
<b>1x1</b>	<b>4</b>	<b>4,818</b>
1500	1	1,5
1108	1	1,108
1105	2	2,21
<b>ACS</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>
<b>Termo-acumulador eléctrico</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>
1600	1	1,6
<b>Total general</b>	<b>118</b>	<b>77,41</b>

*Tabla 16 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.*



El siguiente gráfico muestra el peso porcentual que cobra cada tipología de equipo eléctrico en cuanto a potencia instalada.

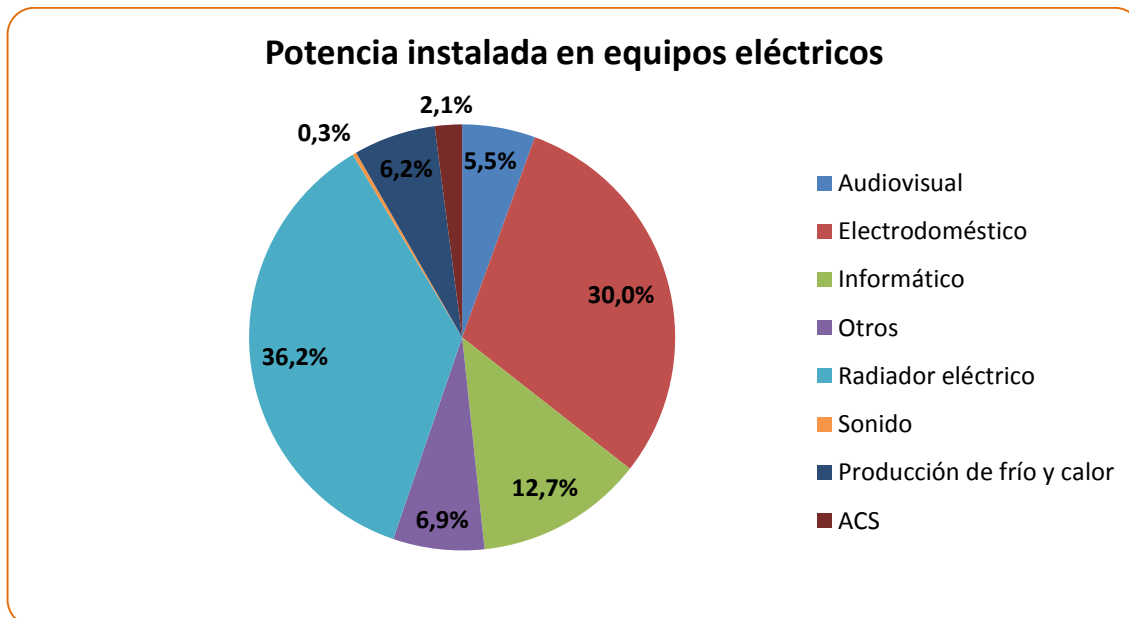


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

En el siguiente gráfico se pueden identificar las potencias instaladas en el centro:

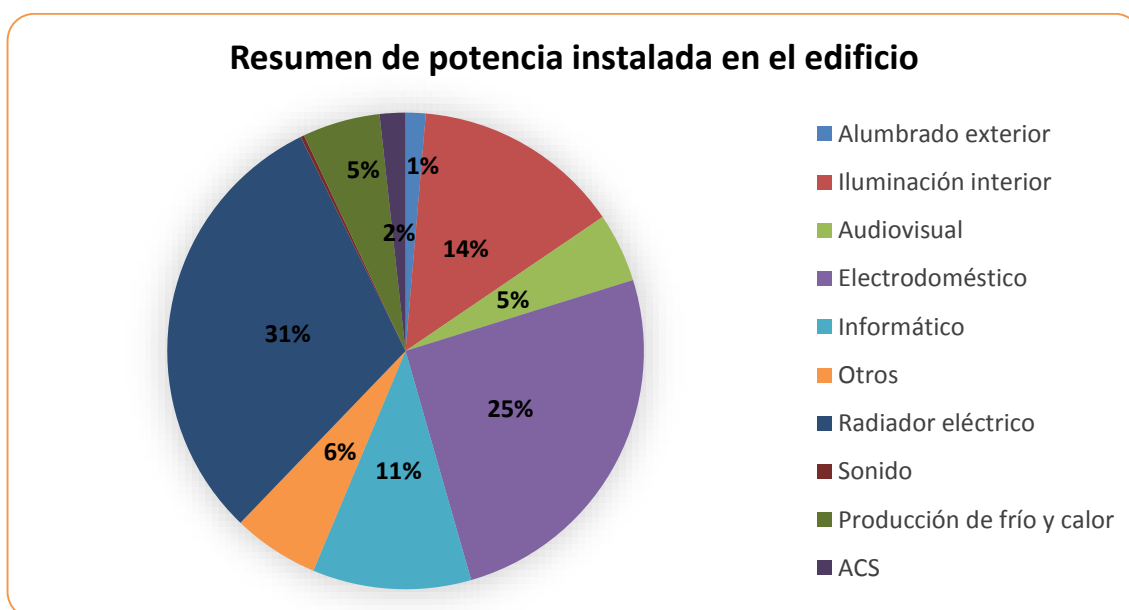


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 2. CONSUMOS ANUALES

### 2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

<b>CUPS</b>	ES0031103008417002EQ0F	<b>Tarifa de acceso</b>	3.0 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	50	50	50
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,29141
<b>Término de energía (€/kWh)</b>	0,140053	0,110182	0,075633

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Enero de 2014 hasta Enero de 2015:

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
28/01/2014	25/02/2014	222	3523	290	16 /43 /11	39,35	766,55
25/02/2014	27/03/2014	177	2206	290	9 /29 /11	77,86	673,69
27/03/2014	28/04/2014	844	1293	298	24 /21 /11	83,01	692,21
28/04/2014	28/05/2014	986	1238	275	22 /12 /10	101,61	704,04
28/05/2014	26/06/2014	1040	1241	275	24 /14 /11	93,02	698,45
26/06/2014	25/07/2014	239	401	195	9 /9 /2	5,85	390,28
25/07/2014	27/08/2014	116	323	185	3 /4 /1	6,24	403,17
27/08/2014	30/09/2014	848	1289	532	1 /13 /20	74,91	727,34
30/09/2014	28/10/2014	816	1234	282	21 /19 /11	91,04	654,36
28/10/2014	25/11/2014	178	2312	278	11 /24 /11	101,70	695,09
25/11/2014	26/12/2014	201	2556	286	16 /34 /10	47,17	699,27
26/12/2014	27/01/2015	200	3199	272	20 /44 /11	26,20	770,06

Tabla 17 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **747,96 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	50	50	50
<b>Potencia registrada (kW)</b>	24	44	20

Tabla 18 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es superior a la demandada. Por ello se ha recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

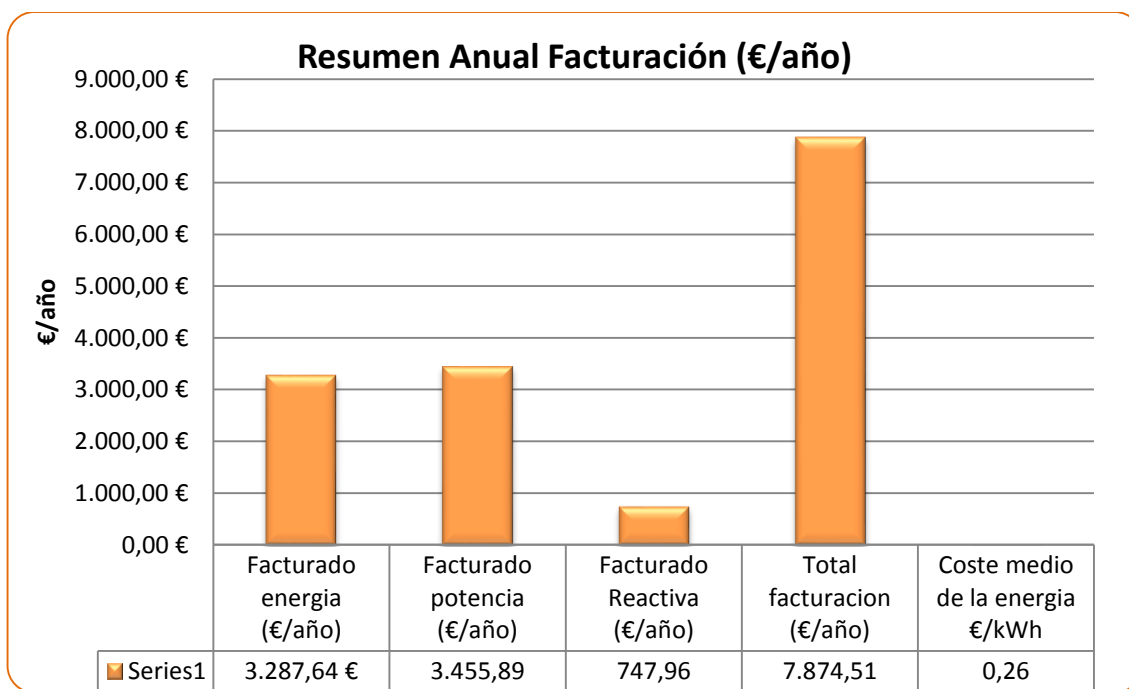


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

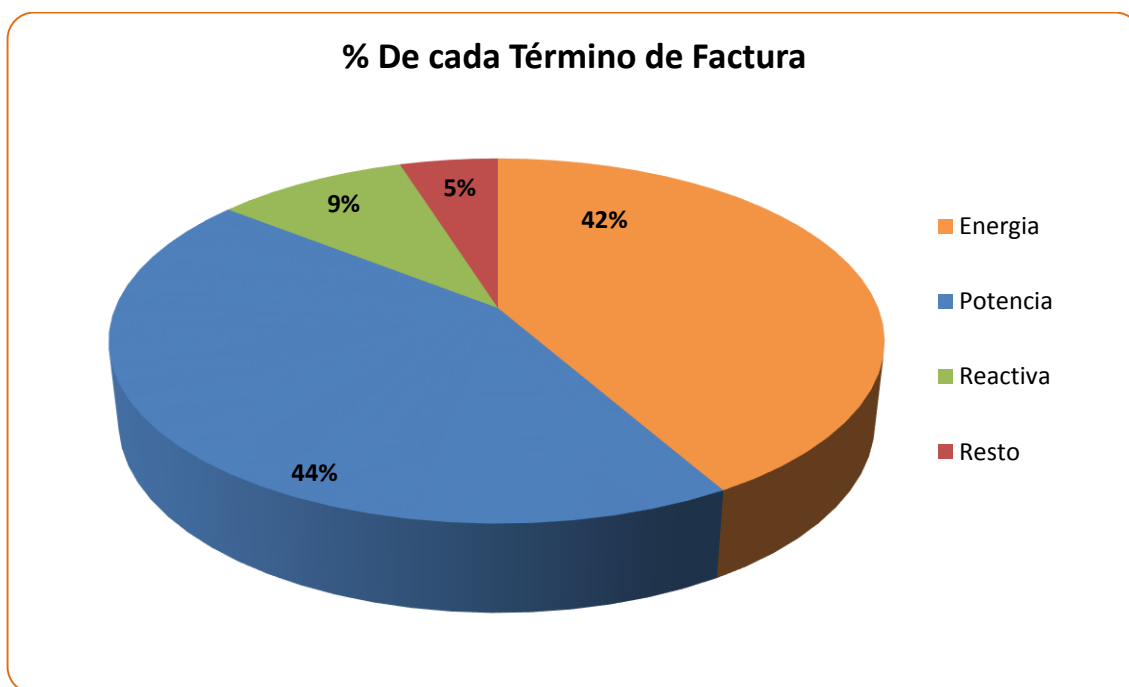


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

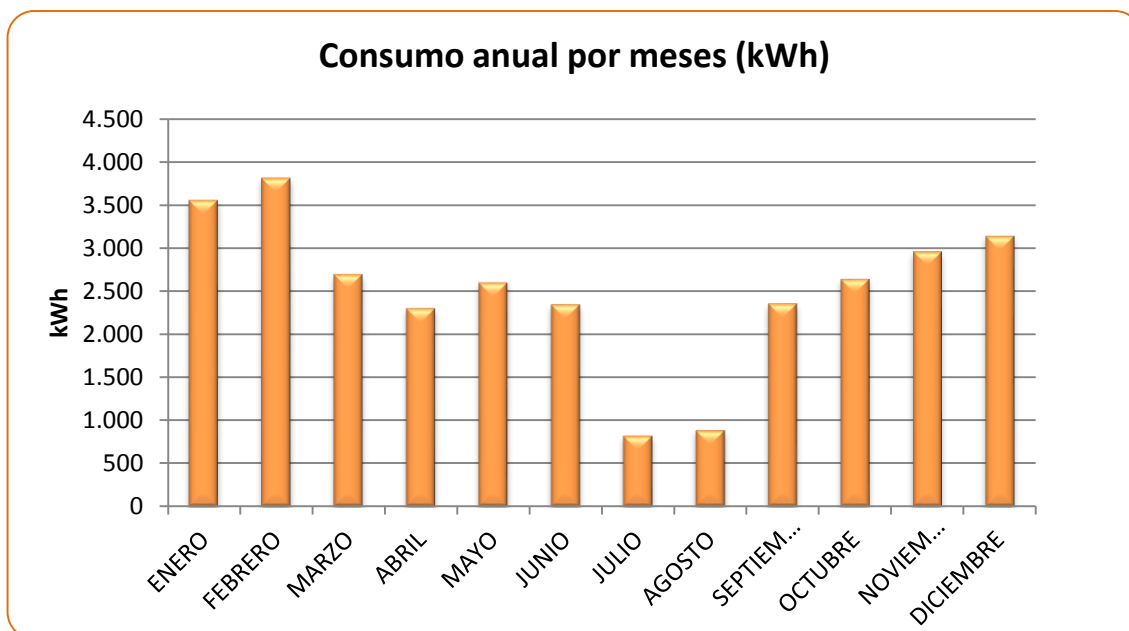


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

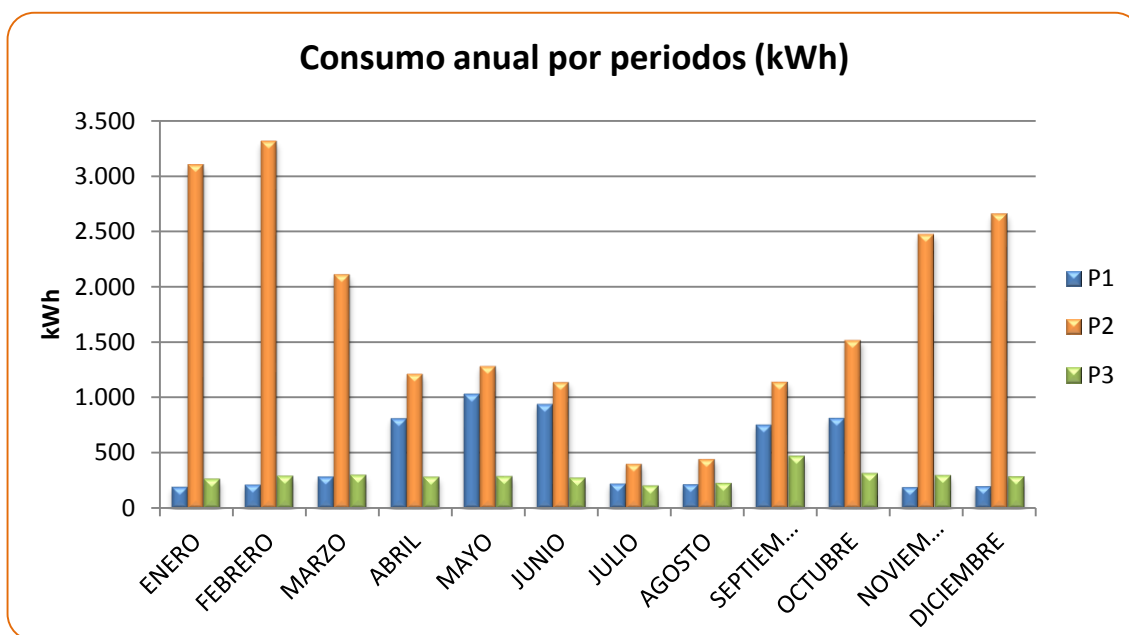


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	30.140
Total Facturación (€)	7.874,51
Media mensual de consumo (kWh/mes)	2.512
Media mensual de coste (€/mes)	656,21
Coste medio energía (€/kWh)	0,261

Tabla 19 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 2.2 Consumos térmicos

No existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

## 2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	30.140,00	-	30.140,00
Coste (€/año)	7.874,51	-	7.874,51

Tabla 20 Consumos energéticos anuales totales

## 2.4 Índices energéticos

Para finalizar esta revisión del estado energético de la instalación, se incluyen varios índices de eficiencia energética.

### 2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre Enero de 2014 y Enero de 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	530
Superficie total (m²)	1.978,90
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	12,96
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	1,24
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	77,41
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	91,61

Tabla 21 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	30.140,00
€/kWh	0,26
kWh/m² Total	15,23
€/m² Total	3,98
kWh/persona uso	56,87
€/persona uso	14,86
Ton CO <sub>2</sub> /año	12,03
Kg CO <sub>2</sub> /m²	6,08
Pot. Iluminación en W/m²	6,55

Tabla 22 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

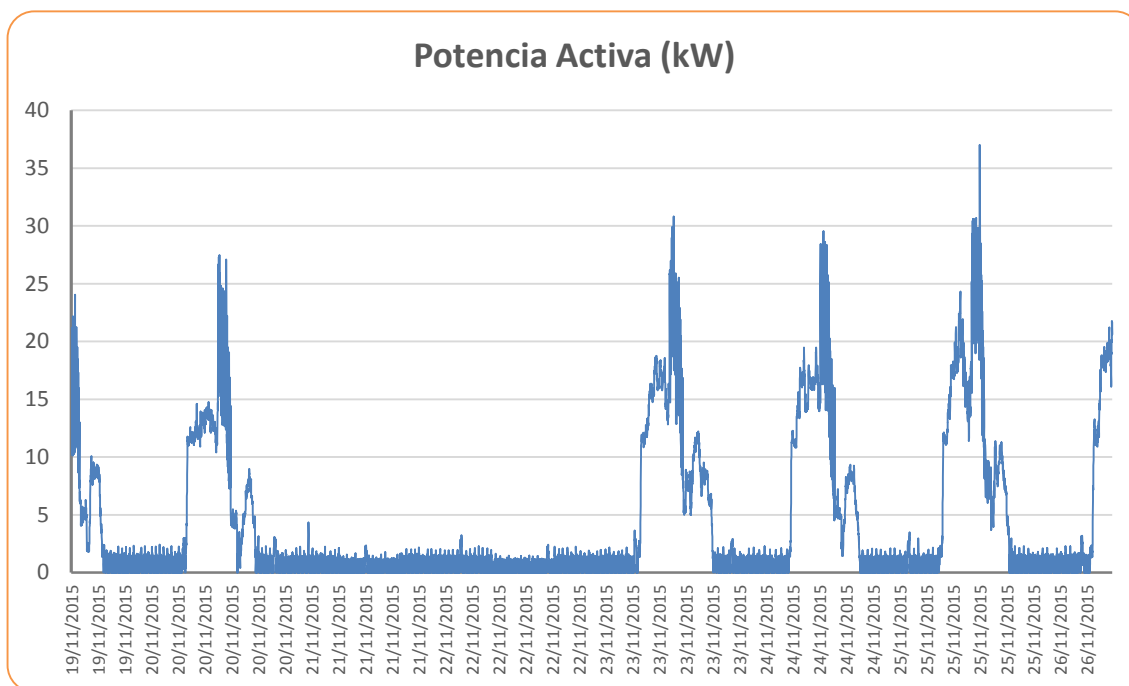


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 19/11/2015 al 26/11/2015

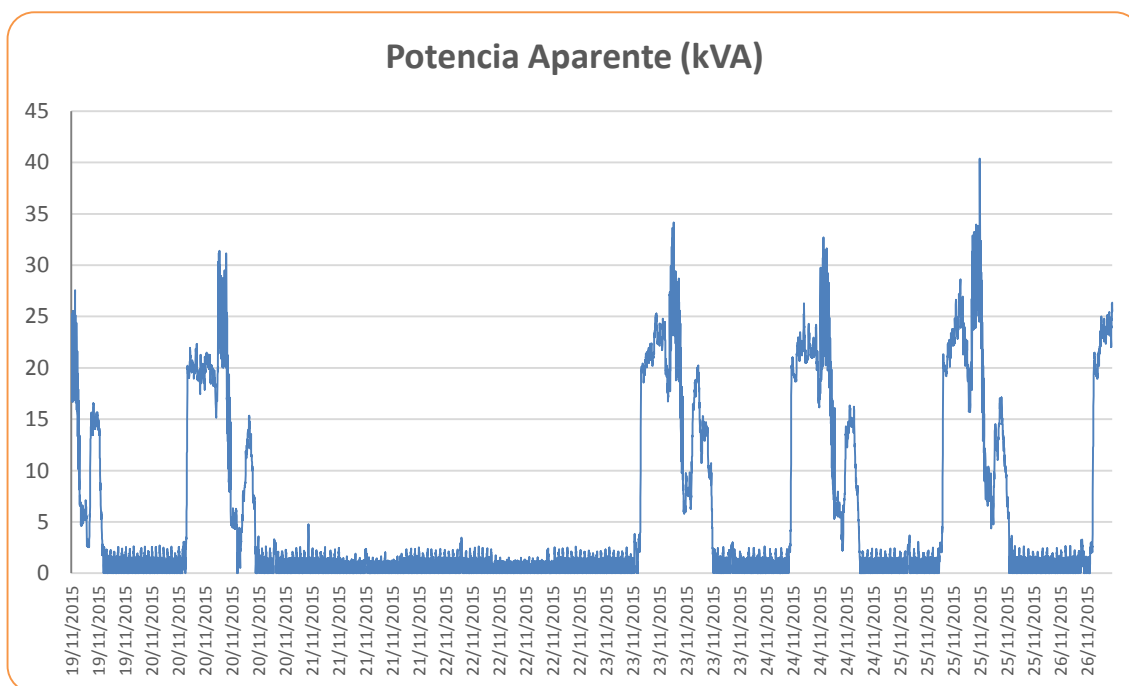


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 19/11/2015 al 26/11/2015



### Factor de Potencia

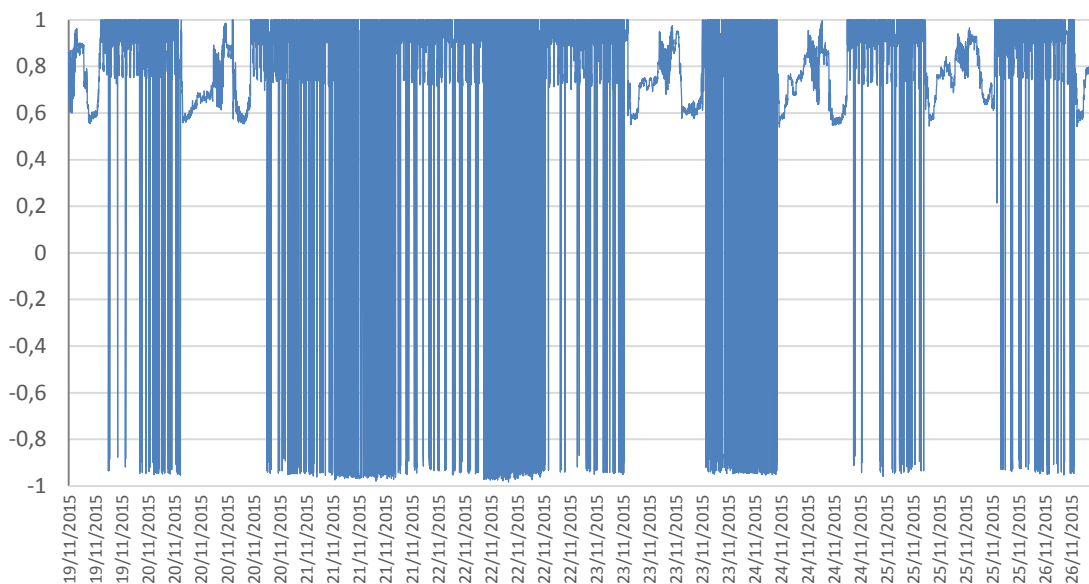


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días Lectivos (kW)

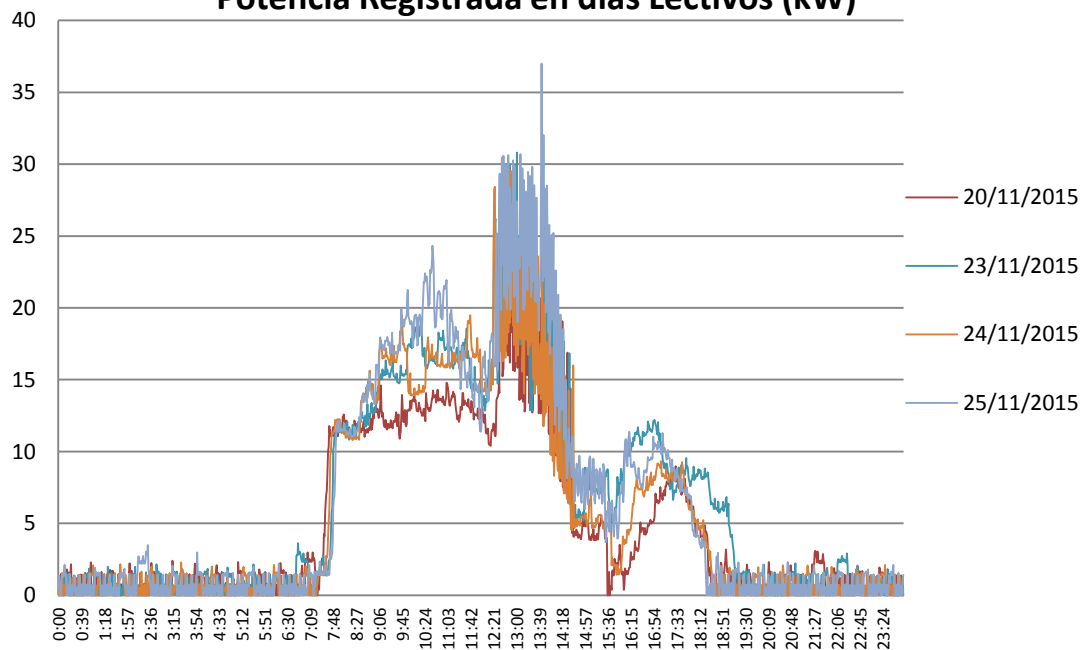
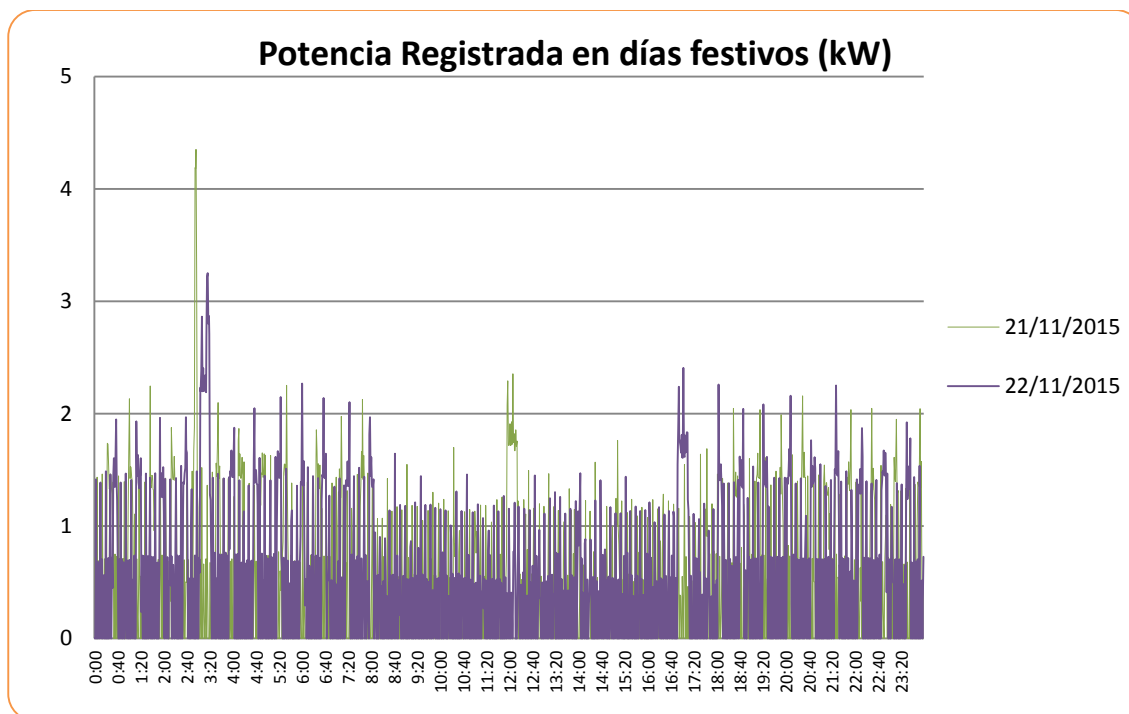


Gráfico 17 Potencia registrada en días lectivos (kW)



*Gráfico 18 Potencia registrada en días no lectivos (kW)*

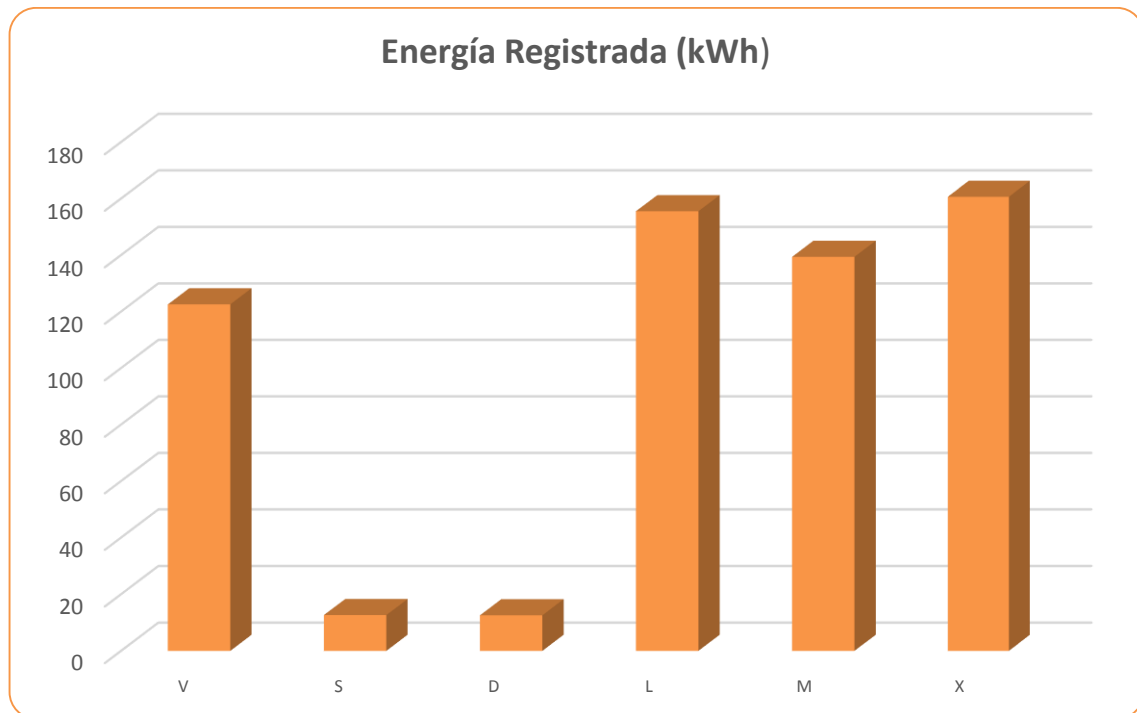
Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 37,004 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:30 y 18:30.

Durante los días lectivos también se observa que es hasta las 14:30 cuando se produce una concentración de la demanda, coincidiendo con el horario de las clases.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y/o el termo eléctrico instalado.

La energía consumida durante la semana de medición se muestra en la siguiente gráfica:



*Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días lectivos es de 144,51kWh y durante los días festivos de 12,60kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 3016,17kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 1,84% superior; este desvío se explica por el consumo debido y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

### 3.1.2 Registros monofásicos

A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- **Módulo 3\_Pasillo-Aula CAR-Aseos**

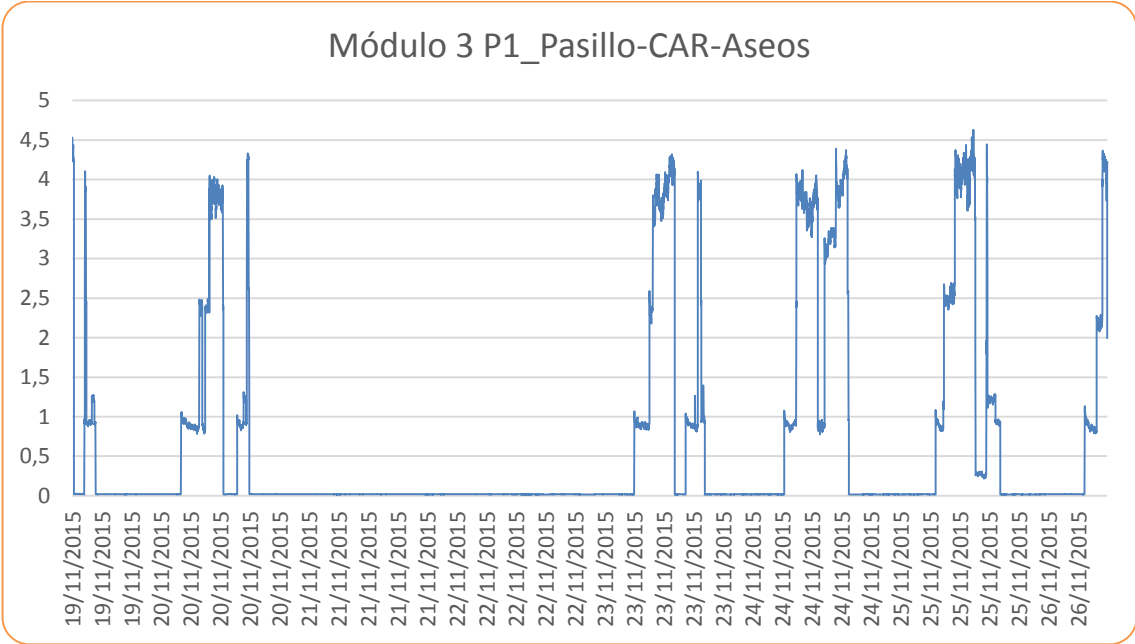


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en el módulo 3

- **Módulo 1\_Aula 1**

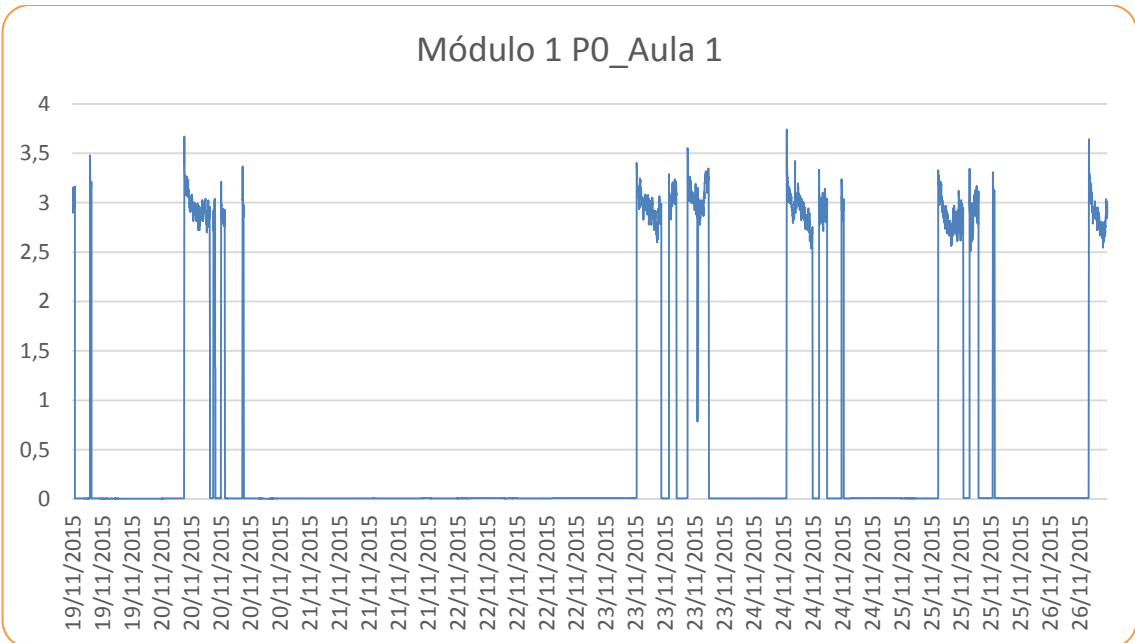
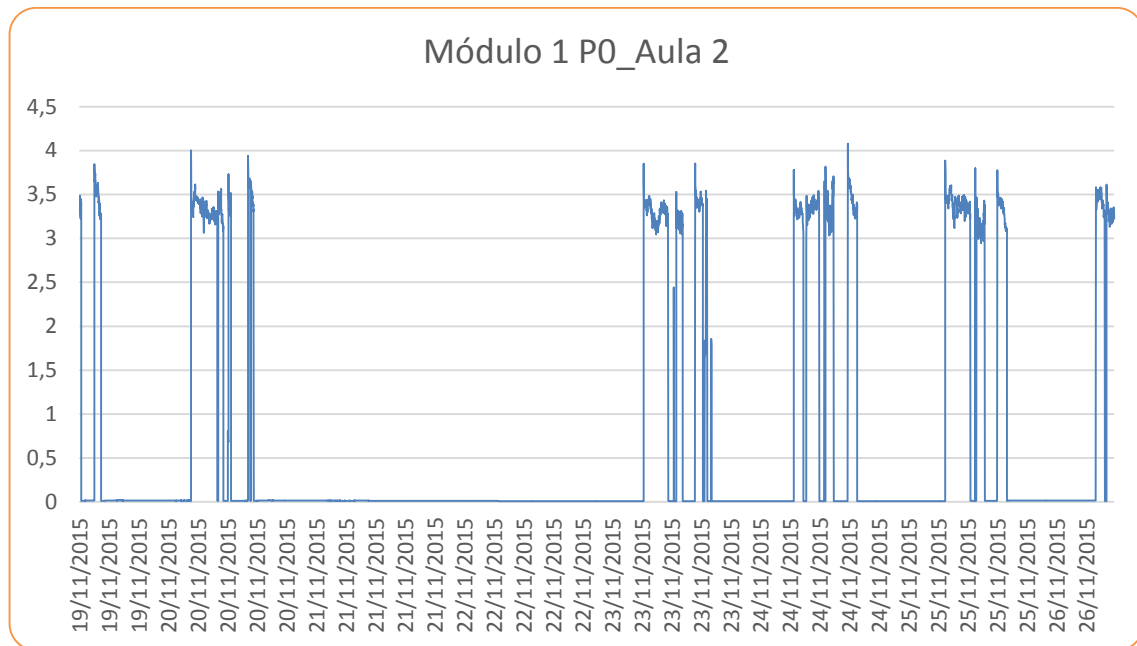


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en el Aula 1

- **Módulo 1\_Aula 2**



*Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en el aula 2*

Los registros permiten obtener un horario medio de iluminación de las estancias en las que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Módulo 3\_Pasillo-Aula CAR-Aseos: 4'5-5 h (L-V)
- Módulo 1\_Aula 1: 5h (L-V)
- Módulo 1\_Aula 2: 5-5'5 h (L-V)

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### 3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI ( $W/m^2$ ) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría).*

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Módulo 1	0	Distribuidor 1	129,6	31,00	110(*)	150	3,80*
Módulo 1	0	Aula 6	345,6	62,00	384	300	1,45
Módulo 1	0	Aula 5	345,6	62,00	338	300	1,65
Módulo 1	0	Sala de profesores	345,6	53,00	206	200	3,17
Módulo 1	0	Distribuidor 2	129,6	27,00	142(*)	150	3,38*
Módulo 1	0	Dirección	86,4	18,00	353	300	1,36
Módulo 1	0	Aula 1	345,6	54,00	298	300	2,15*
Módulo 1	0	Aula 2	345,6	55,00	252(*)	300	2,49*
Módulo 1	0	Almacén	24	4,00	97(*)	100	6,19
Módulo 1	0	Distribuidor 3	43,2	15,00	146	150	1,97
Módulo 1	0	Aula 4	345,6	50,00	224(*)	300	3,09*
Módulo 1	0	Aula 3	345,6	63,00	214(*)	300	2,56*
Módulo 1	-1	Distribuidor	172,8	65,00	248	150	1,07
Módulo 1	-1	Distribuidor	43,2	65,00	248	150	0,27
Módulo 1	-1	Aula 7	345,6	60,00	193	300	2,98*
Módulo 1	-1	Aula 8	345,6	60,00	222	300	2,59*
Módulo 1	-1	Aseo 1	86,4	8,00	271	150	3,99
Módulo 1	-1	Aseo 2	86,4	6,00	328	150	4,39
Módulo 2	0	Almacén	60	4,00	129	100	11,63
Módulo 2	0	Distribuidor	129,6	65,00	205	150	0,97
Módulo 2	0	Aula 9	518,4	50,00	320	300	3,24
Módulo 2	0	Aula 10	259,2	34,00	183(*)	300	4,17
Módulo 2	0	Aula 11	518,4	53,00	347	300	2,82
Módulo 2	0	Aula 12	518,4	53,00	298	300	3,28*
Módulo 2	1	Aula 14	518,4	52,00	306	300	3,26
Módulo 2	1	Aula 15	518,4	52,00	265(*)	300	3,76*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>		<b>1306</b>
			<b>39</b>
			<b>Rev.03</b>

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Módulo 3	-1	Aseo 1	21,6	8,00	91(*)	150	2,97*
Módulo 3	-1	Aseo 2	21,6	6,00	57(*)	150	6,32
Módulo 3	0	Orientadora	129,6	24,00	183(*)	200	2,95
Módulo 3	1	Aula 17	259,2	55,00	187(*)	300	2,52*
Módulo 3	1	Aula 18	259,2	55,00	149(*)	300	3,16*
Módulo 3	1	Aula 19	259,2	55,00	19(*)7	300	2,39*
Módulo 3	1	Aula 20	259,2	55,00	194(*)	300	2,43*

*Tabla 23 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

\*En este caso la iluminancia media no alcanza el valor mínimo exigido por la normativa, por lo que el valor de eficiencia energética de iluminación no se puede tomar como referencia ya que sería necesario aumentar la potencia instalada para cumplir la condición anterior.

### 3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en el registro de temperatura y humedad en una estancia representativa del centro.

#### 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 24 Condiciones interiores exigidas por el RITE

### REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 19/11/2015 y 26/11/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

#### - Módulo 1-Secretaría – Orientación SO

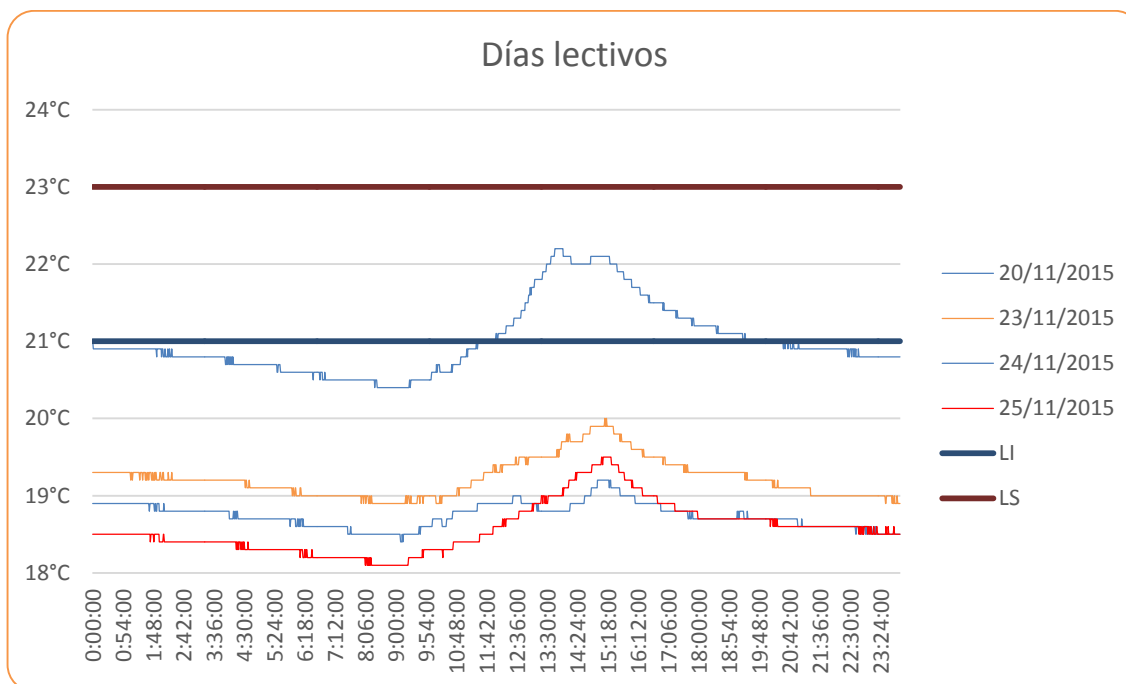


Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

### Festivos y fines de semana

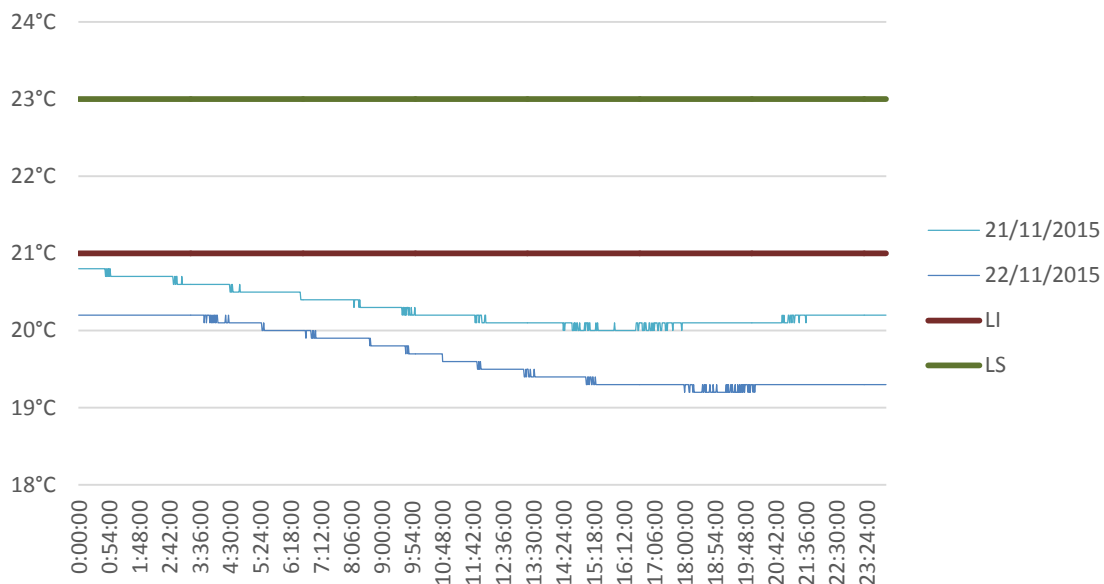


Gráfico 24 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

### Días lectivos

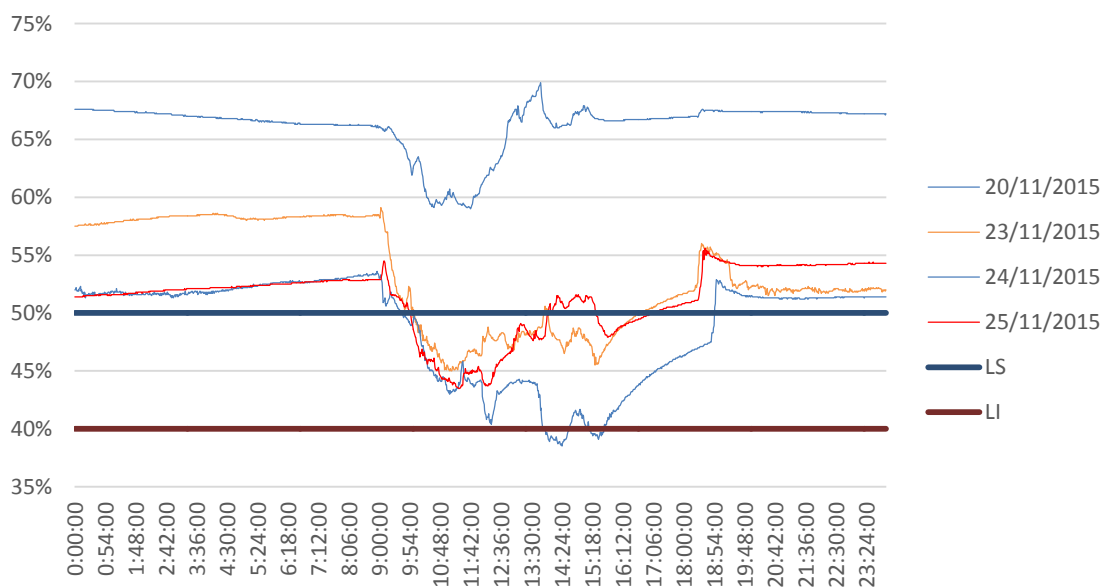


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



Esta zona se trata mediante un radiador eléctrico.

La temperatura comienza a ascender a partir de las 9:30h debido al inicio de la jornada lectiva y al aumento de la carga térmica del edificio (iluminación, personas...). La aportación térmica parece insuficiente ya que las temperaturas se mantienen por debajo del intervalo normativo (21-23°C), durante todo el periodo de ocupación.

Se observa como fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana no existe aporte térmico.

La humedad se sitúa dentro de los límites requeridos por la normativa (40-50%) durante el horario de ocupación, con algunas excepciones

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran por debajo de los 21°C durante los periodos de ocupación.
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación de la estancia, aumentando desde las 9:30 hasta las 15:30 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- ☐ **No se han observado encendidos de calefacción** en días no lectivos.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### 3.4 Análisis termográfico

El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

### 3.5 Certificación energética

Tras realizar la certificación energética del centro educativo se ha obtenido una calificación D.

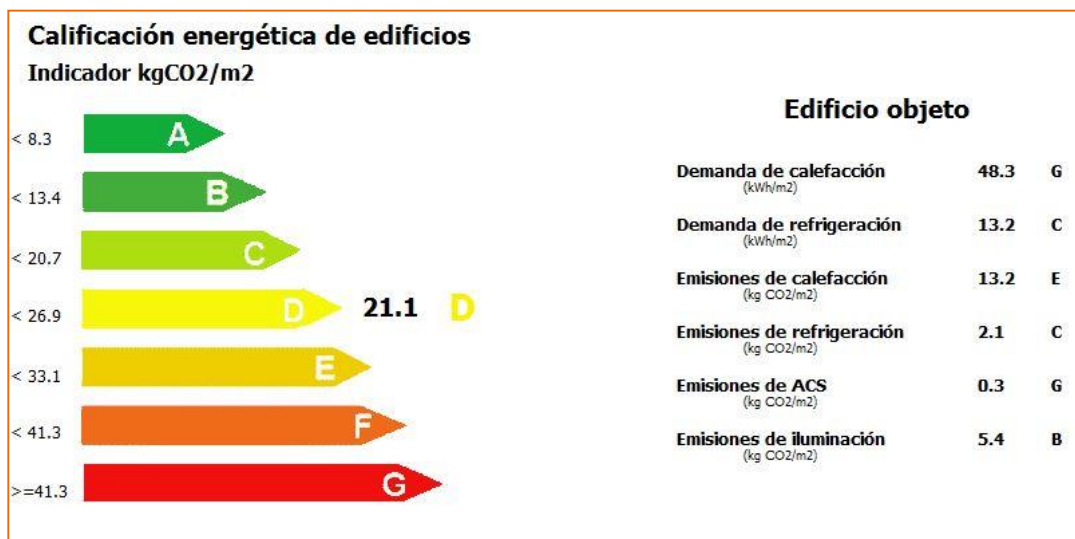


Imagen 21 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación.

## 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

### 4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

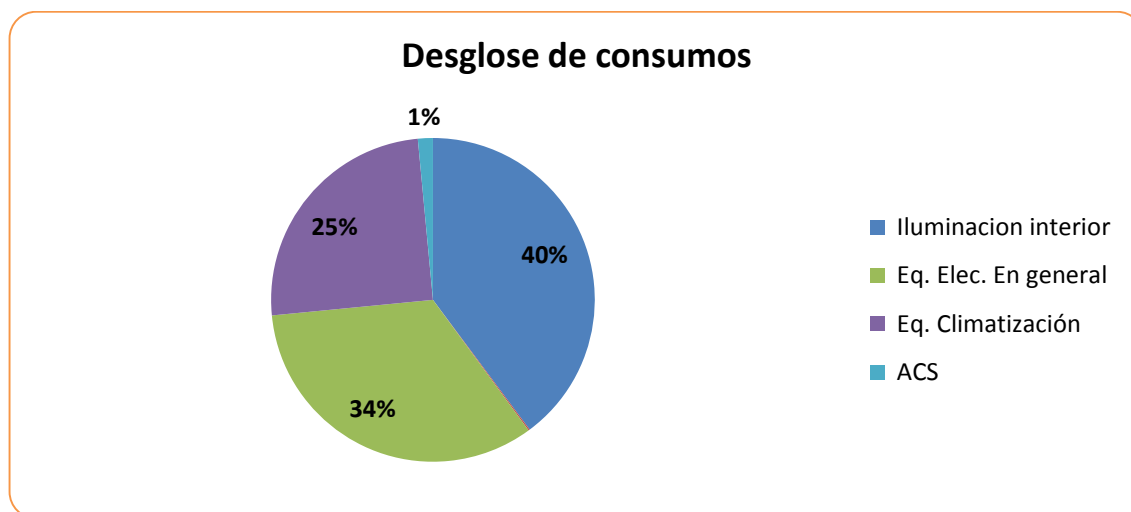


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

Por otra parte, existe un pequeño consumo energético que corresponde con la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación exterior apenas representa un consumo insignificante dentro del global del centro educativo.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 2%.

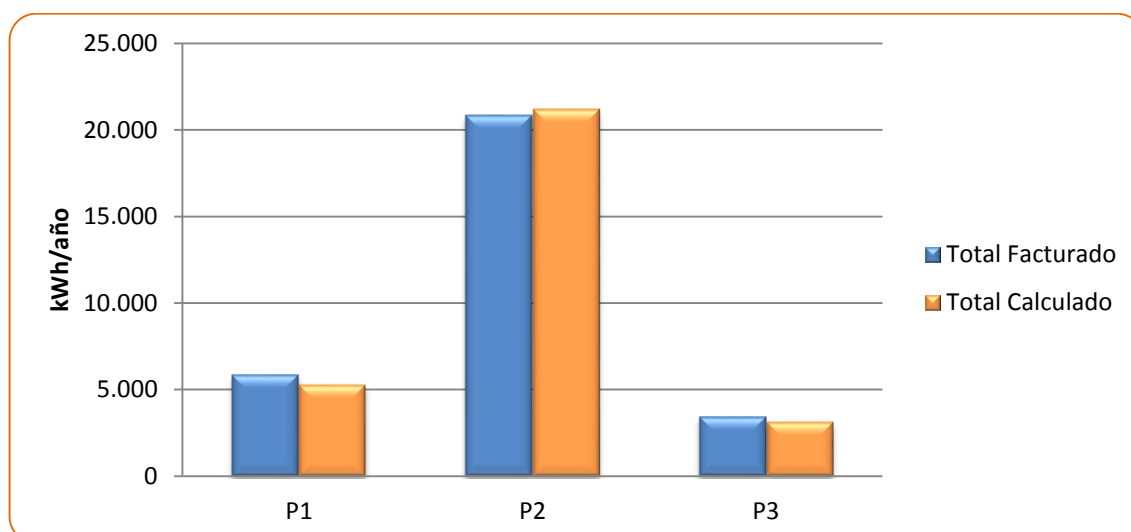


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

#### **4.2 Desglose de consumos térmicos**

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

#### **4.3 Contribución de energías renovables**

Actualmente no existe contribución de energías renovables para la producción energética del centro.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

**Descripción actuación:** Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

#### Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.



*Imagen 22 Tubo LED*

#### Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	23,39%	71,61%	5,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,13450
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

### Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
6.388	54,19%	21,19%	775,17 €	81,21 €	856,38 €	7.681,92 €	8,97	2,55

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	1306
		39
		Rev.03

## 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

**Descripción actuación:** adecuación de la potencia contratada en cada periodo de facturación

### Descripción de la mejora

Adecuación de la potencia eléctrica contratada con la compañía eléctrica a la potencia que realmente demanda la instalación para de esa forma disminuir el valor económico del término de potencia en la facturación.

### Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demandada se encuentra en varios de los periodos facturados por debajo de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el maxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

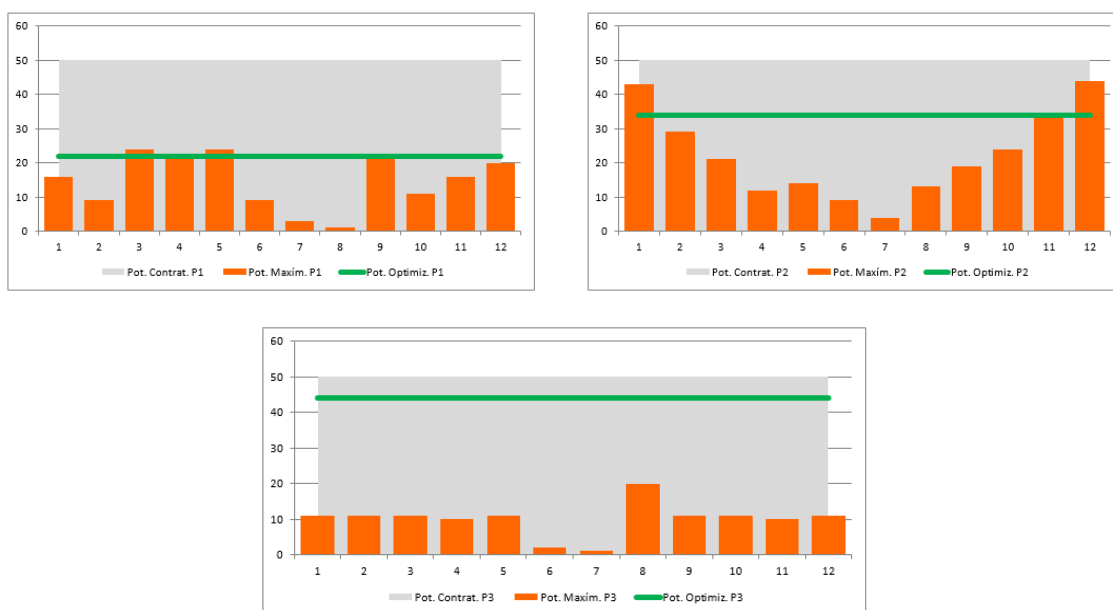


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **22 / 34 / 44 kW** en los tres periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

Tipo de tarifa	P1 (€/kW año)	P2 (€/kW año)	P3 (€/kW año)
3.0 A	42,81	25,69	17,12

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

### Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
50	50	50	22	34	44	1.247,78 €

### Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

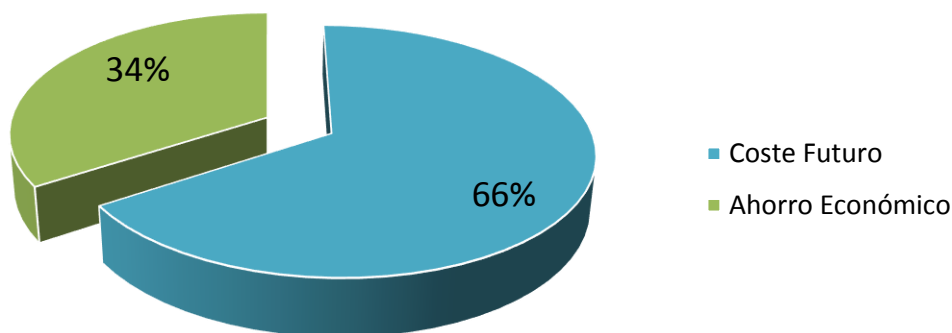


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

### 5.3 Instalación de batería de condensadores

**Descripción actuación:** instalar una batería de condensadores para conseguir compensar el consumo de energía inductiva producida por los equipos consumidores.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### Descripción de la mejora

La energía reactiva está asociada a la energía inductiva generada por los campos magnéticos internos de motores, transformadores (receptores) y otros elementos. Estos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento, entregándola durante la destrucción de los mismos.

Existen algunos efectos negativos que se derivan del consumo de este tipo de energía:

- Costes económicos para el consumidor.
- Caídas de tensión.
- Pérdida de potencia.
- Sobrecargas en las redes de distribución.

Las compañías comercializadoras de energía eléctrica penalizan económicamente a sus clientes cuando se produce un exceso de consumo de ésta. Estas penalizaciones se aplican cuando el factor de potencia de la instalación es inferior a 0,95.

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

- Reducción en el recibo de electricidad.
- Aumento de la potencia disponible.
- Disminución de pérdidas por efecto Joule en los conductores y transformadores.
- Reducción de las caídas de tensión aguas arriba del punto de conexión del equipo de compensación.

### Aplicación de la mejora

Con la instalación de la batería de condensadores se consigue que el factor de potencia de la instalación se encuentre por encima de 0,95 que es el valor mínimo exigido por la comercializadora eléctrica para no sufrir penalización económica.

A partir de los datos de las facturas eléctricas del último año se observa que existe penalización por energía reactiva, por lo que se recomienda la instalación de una batería de condensadores automática para la compensación global de la potencia reactiva en el cuadro general de la instalación.

En la siguiente tabla se muestran las características que tiene que tener la batería de condensadores necesaria para obtener un factor de potencia por encima de 0,95 y por tanto eliminar la penalización por energía reactiva existente en la facturación:

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
62,72	6,25+3x12,5	43,75

*Tabla 25 Características de batería de condensadores*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

### Inversión

Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para calcular la inversión necesaria y llevar a cabo la mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes. Con los datos anteriores se ha obtenido un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema es de 1.001,42 €.

La inversión incluye una batería de condensadores con regulación automática de la potencia calculada, interruptor y diferencial correspondiente, regulador de medida trifásico y la mano de obra correspondiente de montaje, conexionado y puesta en servicio.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos con la implantación de la mejora, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	%	€/año	€ <sup>1</sup>	años	Ton/año
--	--	786,2	1.001,42	1,27	--

*Tabla 26 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora*

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

Los principales riesgos son los debidos a la instalación de equipos de baja calidad o a un mal dimensionamiento de la potencia de la batería de condensadores.

---

<sup>1</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**Descripción actuación:** Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

#### Descripción de la medida

**Los detectores de presencia**, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo.

Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.



Imagen 23 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- ☐ Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- ☐ En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- ☐ Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- ☐ Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- ☐ Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.

#### Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

#### Ahorro energético

El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

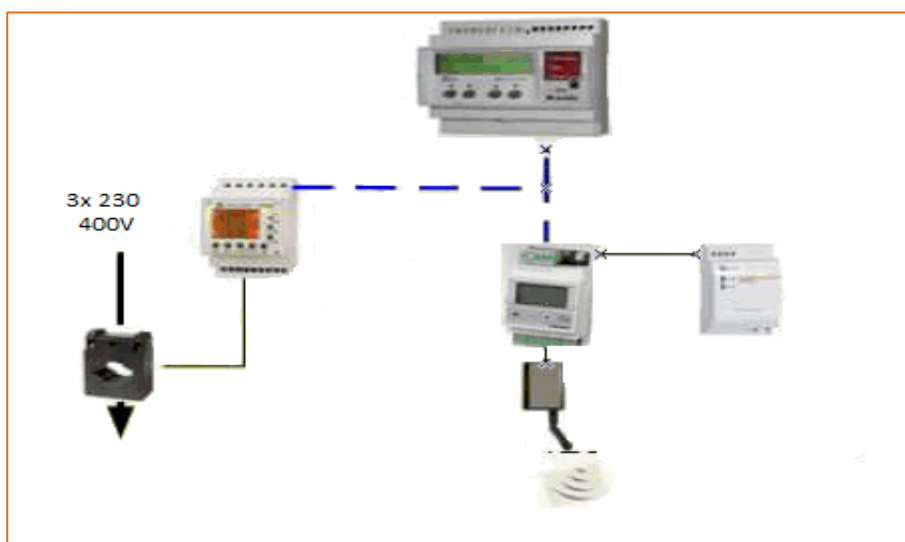
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

### Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.



*Imagen 24 Esquema de sistema de monitorización*

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

### Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.

### **Beneficios de la instalación**

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

### **Inversión**

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

En los centros docentes la instalación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar térmica es una medida ejemplarizante y educativa del uso de este tipo de energías y de la preocupación y cuidado por el medio ambiente.

A continuación se resumen las consideraciones generales a tener en cuenta en este caso:

- Sólo existe demanda durante los meses lectivos, que coinciden con los meses de menor radiación solar, lo cual disminuye el rendimiento y el ahorro proporcionado por la instalación.
- La demanda de ACS es muy baja, lo que conlleva instalaciones de pocos captadores solares.
- Debido a que en los meses de verano los centros permanecen cerrados, es necesario implementar algún sistema para disipar la energía generada durante esos meses para evitar el deterioro o incluso averías de los captadores solares.

Desde el punto de vista únicamente de viabilidad económica, debido a la baja demanda de ACS en el centro, con producción local en un termo-acumulador eléctrico ubicado en las proximidades de los puntos de consumo, y a que el uso es fundamentalmente en los meses de invierno, la implantación de estos sistemas presentan periodos de retorno altos, por este motivo no se considera su instalación.

### 7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa y de radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. LOS OLIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>39</b>
		<b>Rev.03</b>

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, junto con las limitaciones de acceso y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

### **7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo**

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

## 8. RESUMEN

A continuación se presenta una tabla resumen incluyendo todos los ahorros e inversiones asociadas a la implantación de las mejoras propuestas en esta auditoría:

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
	kWh	% <sup>2</sup>	€/año	€ <sup>3</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación por tecnología LED	6.388	54,19%	856,38 €	7.681,92 €	8,97	2,55
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.247,78 €	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores	-	-	786,2 €	1.001,42 €	1,27	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>6.388</b>	<b>-</b>	<b>2.890,36 €</b>	<b>8.683,34 €</b>	<b>3,00</b>	<b>2,55</b>

*Tabla 27 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas*

Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

<sup>2</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>3</sup> Todos los precios son sin IVA