



## INFORME

# AUDITORÍA ENERGÉTICA

## AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(C.E.I.P. Valdeolletas)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_33_20160307

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.....	9
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	10
1.4.1 Producción de ACS .....	10
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	12
1.4.3 Unidades Terminales.....	14
1.5 Iluminación.....	18
1.5.1 Iluminación interior .....	19
1.5.2 Iluminación exterior .....	21
1.5.3 Sistemas de control .....	21
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	22
1.6 Otros equipos .....	23
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	24
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>25</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	25
2.2 Consumos térmicos.....	28
2.3 Consumos energéticos totales .....	28
2.4 Índices energéticos.....	28
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	28
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	28
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>29</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	29
3.1.1 Registros trifásicos .....	29
3.1.2 Registros monofásicos.....	32
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	34
3.3 Medidas térmicas.....	36
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	36
3.4 Análisis termográfico.....	39
3.5 Certificación energética .....	39
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>40</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	40

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	41
4.3	Contribución de energías renovables .....	41
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>42</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	42
5.2	Instalación de batería de condensadores .....	44
<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>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Valdeolletas
Dirección	CL EL CHAPARRAL (UR MIRADOR)
Tipo de edificio	MARBELLA (MÁLAGA)
Persona de Contacto	Centro Educativo
Número de edificios	José Moreno 951 27 09 84

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones del **CEIP Valdeolletas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle El Chaparral s/n** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del CEIP Valdeolletas*



*Imagen 2 Vista aérea del CEIP Valdeolletas*

EDIFICIO	Nº plantas	Sup. Útil m <sup>2</sup>	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	5	4.938	850	Sept -Junio 7:30-20:00 Julio y Agosto 7:30-15:30 h	1976	2013	-

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

En 2009 se hizo un aula en la casa del conserje y se instalaron los equipos de climatización. En 2011 se reformó la instalación eléctrica y se cambiaron las luminarias del edificio excepto en la segunda planta (P2). En 2013 se hizo conserjería.

CEIP Isaac Peral	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Aula Matinal	27	7:30-9:00	Educativo
Aulas	800 personas en total	9:00-14:00	Educativo
Comedor	60	14:00-16:00	Comedor

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

### 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	Planta 1	Planta 2	Planta 3	Planta -1	Planta -	Sup. Total
Administrativo	133,35	--	--	--	--	--	133,35
Aseos	58,61	38,46	38,46	19,81	59,54	--	214,88
Aulas	587,49	729,71	728,61	239,73	--	--	2.285,54
Cocina-comedor	--	--	--	--	144,13	--	144,13
No habitable	19,71	6,72	6,72	2,90	41,60	--	77,65
Zonas comunes	182,27	115,20	121,50	57,60	64,25	165,20	706,02
Sup. Total	981,43	890,09	895,29	320,04	309,52	165,20	3.561,57

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 56% 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 17%.

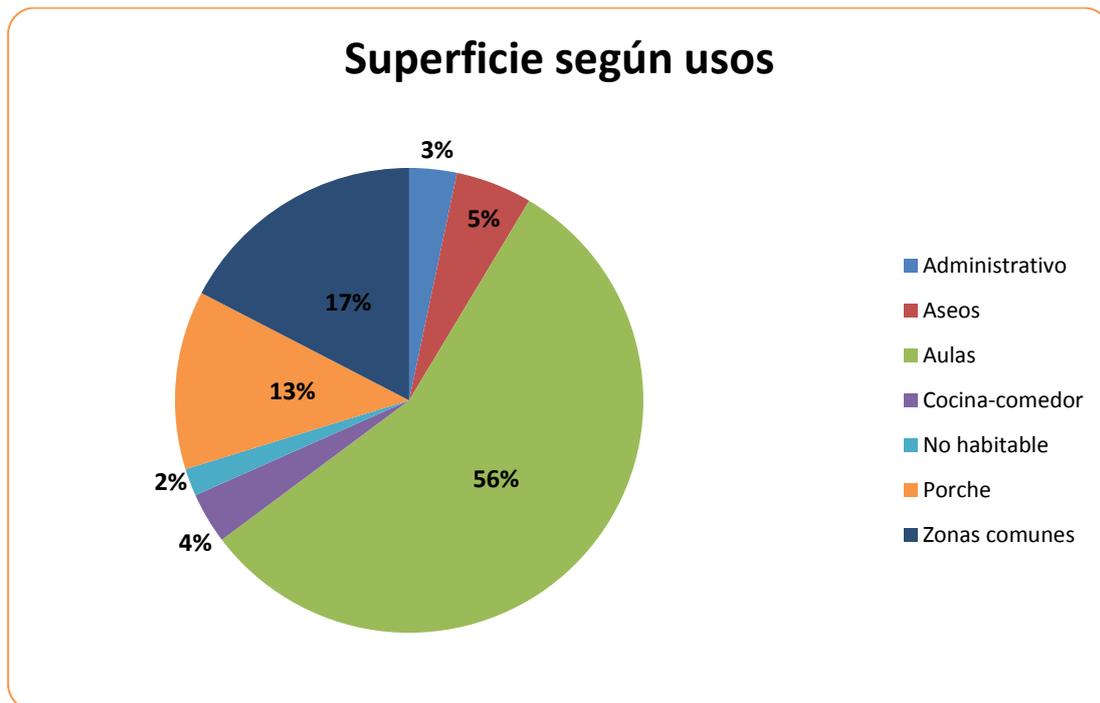
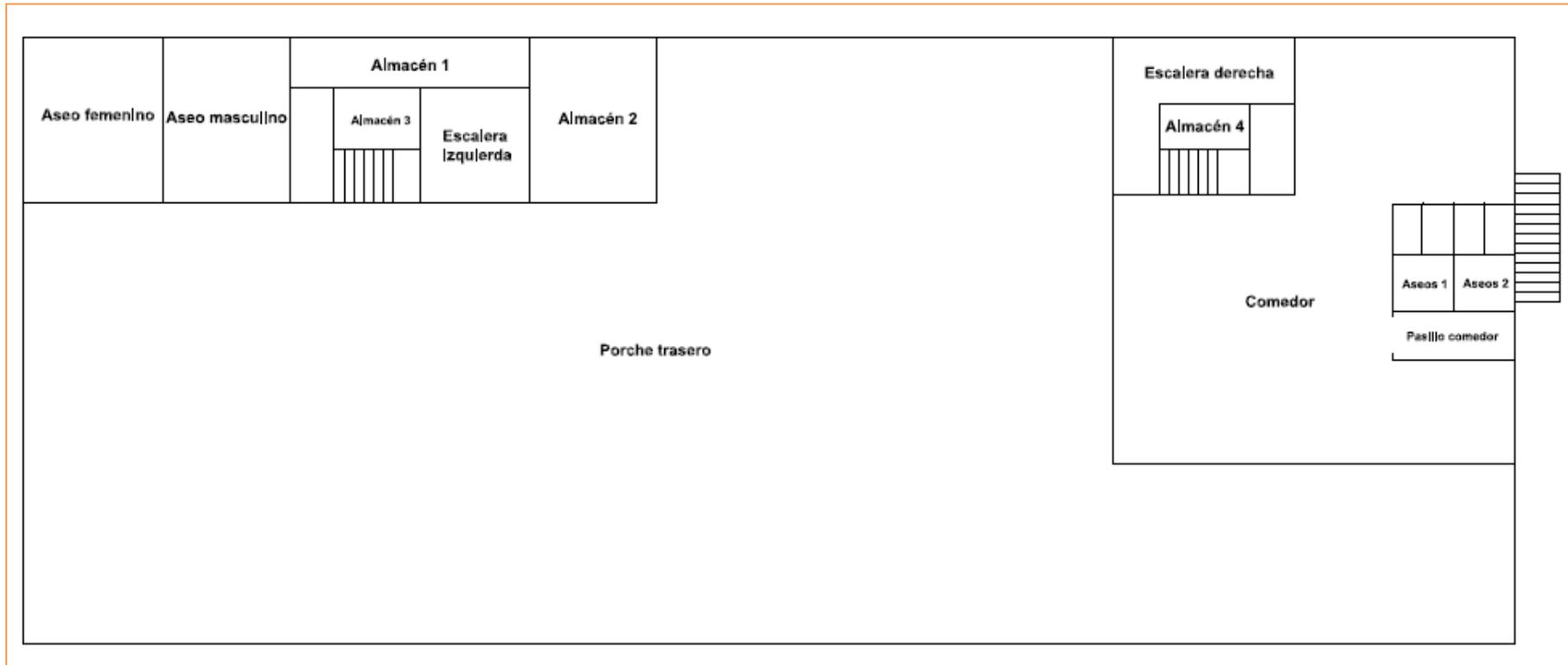
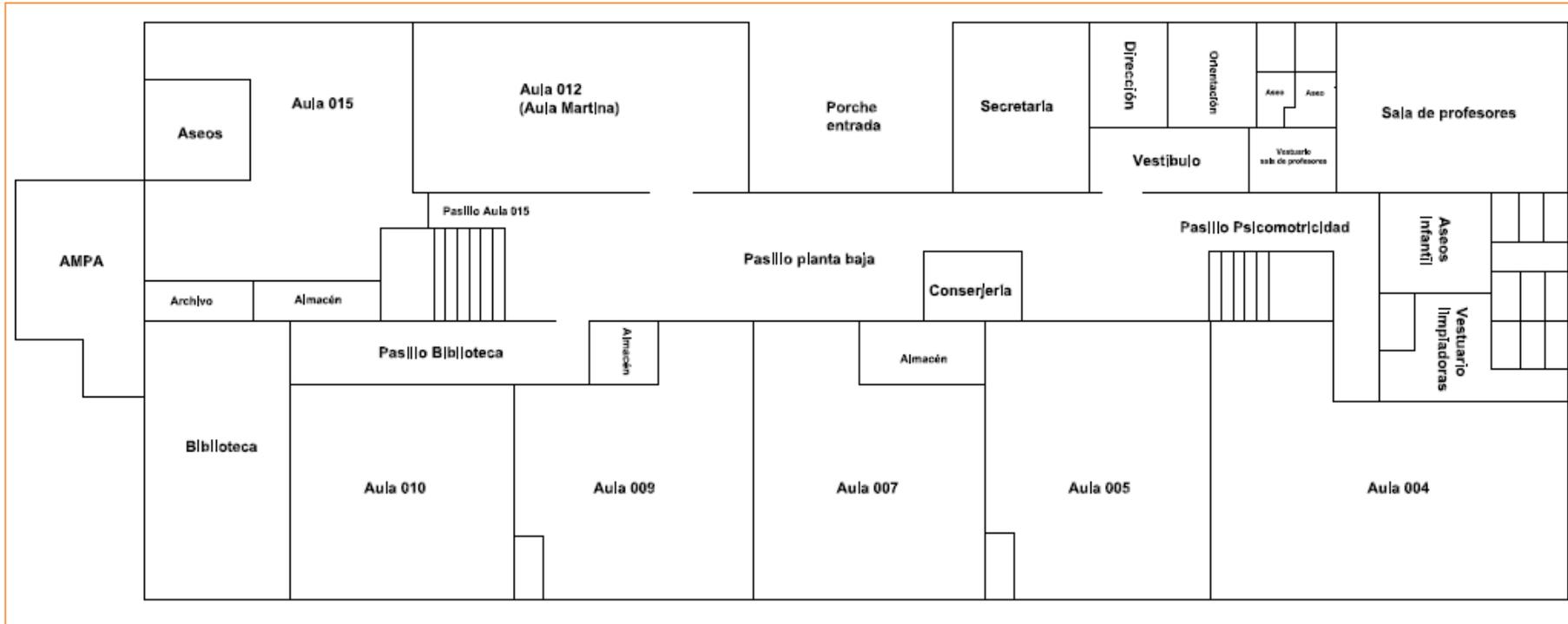


Gráfico 1 Superficie según Usos

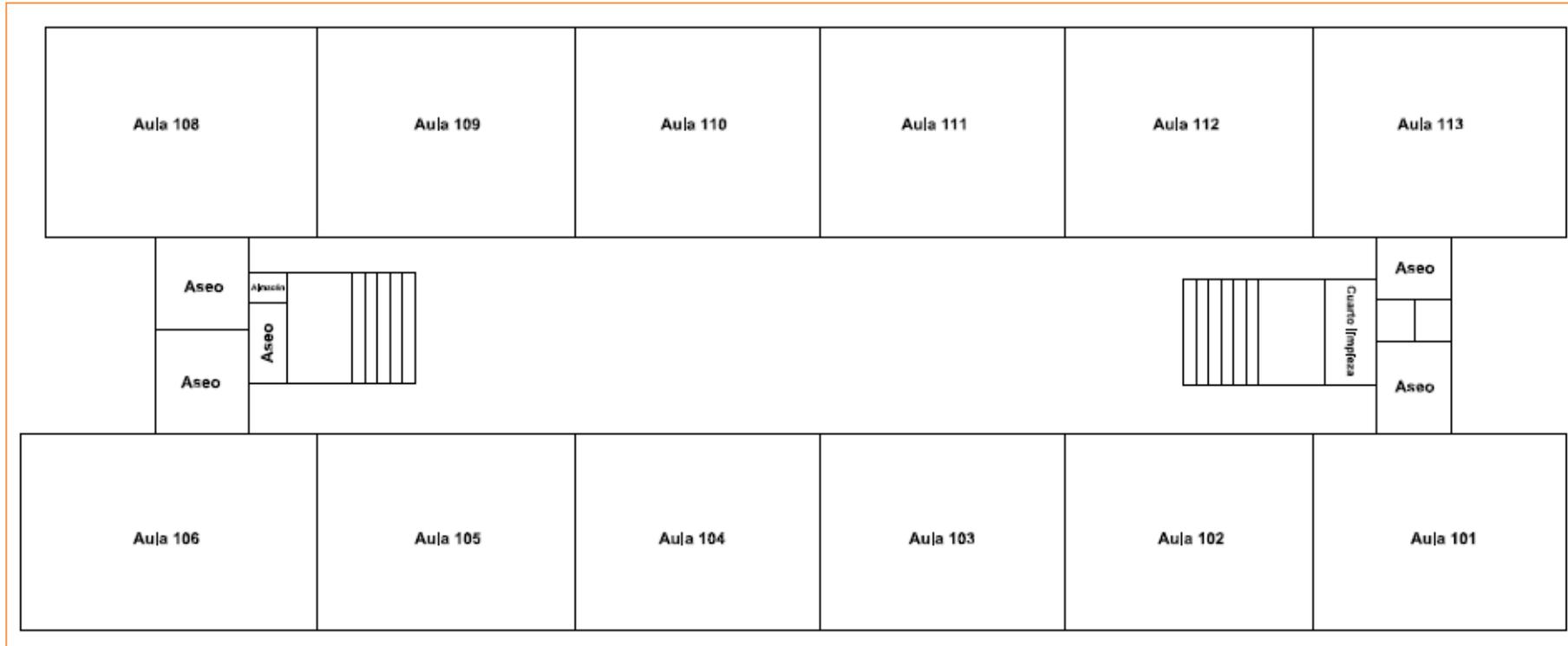
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



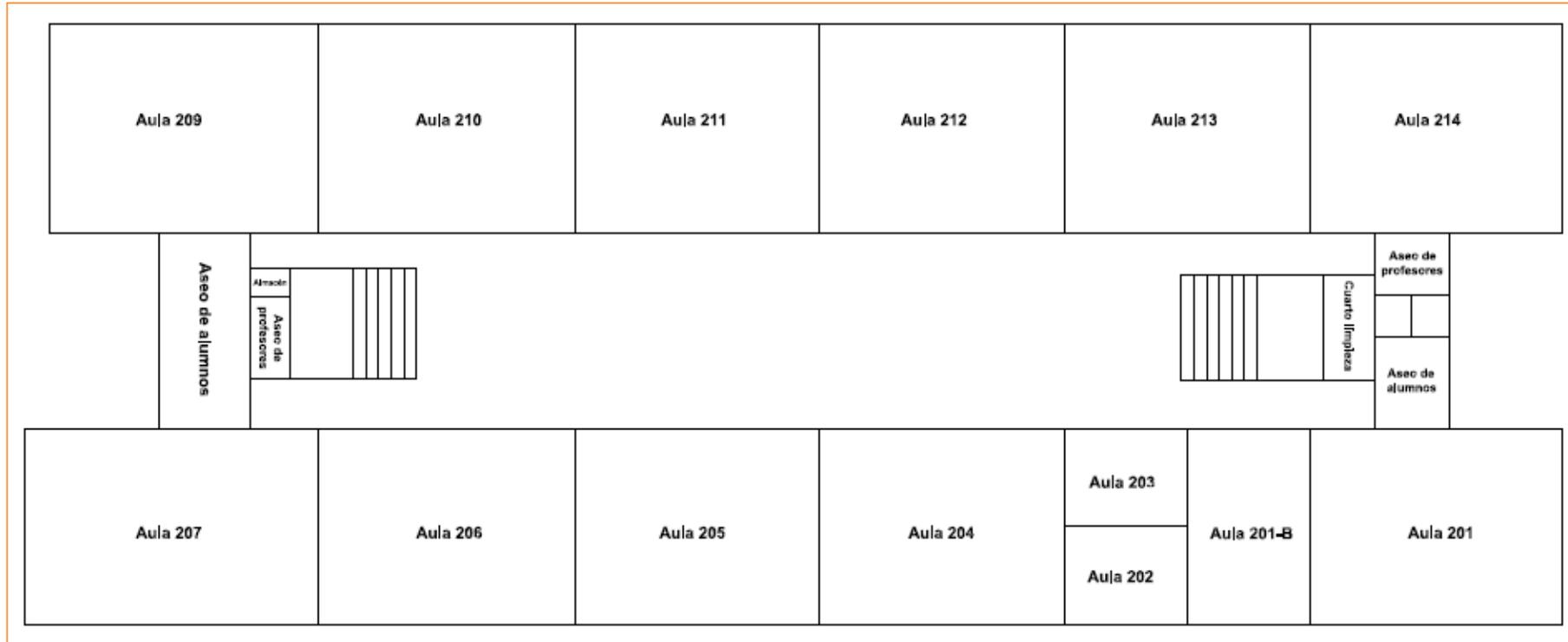
*Plano 1 Sótano*



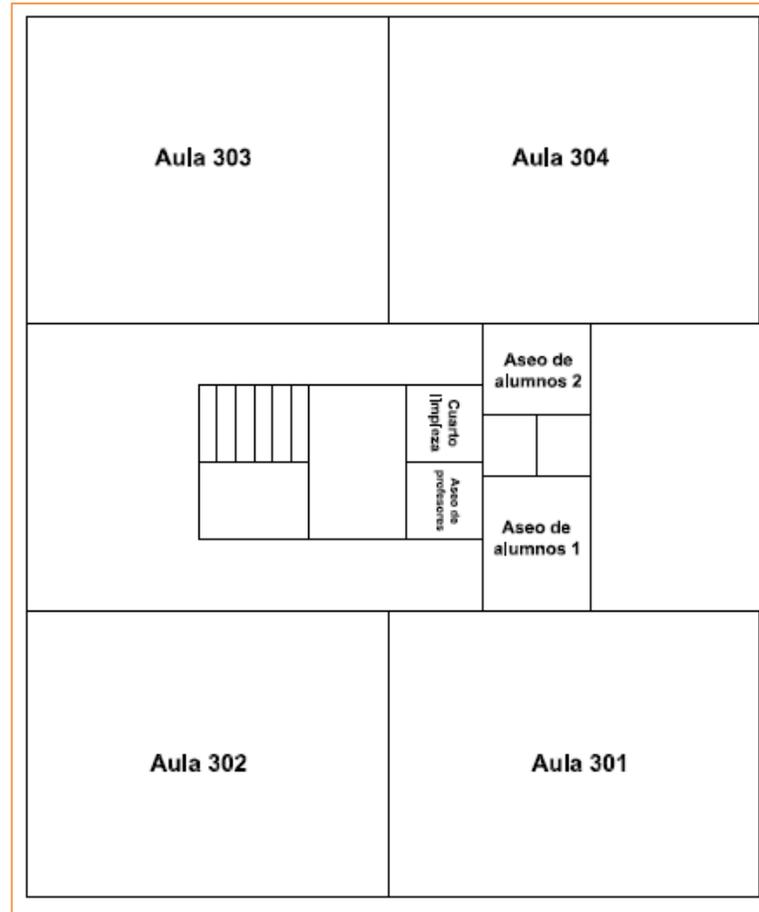
*Plano 2 Planta Baja*



*Plano 3 Planta Primera*



*Plano 4 Planta Segunda*



*Plano 5 Planta Tercera*

### 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 envolvente 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 1957; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

El edificio en planta tiene forma rectangular con un total de tres plantas. El acceso se encuentra en la fachada NO mientras que el comedor se encuentra y los aseos del patio se encuentran tras un acceso mediante rampas en la fachada NE. Las fachadas se caracterizan por un acabado en ladrillo cara vista y la cubierta es inclinada a dos aguas y se resuelve mediante cubierta tradicional de teja curva cerámica con un lucernario de 20 metros de longitud en su zona central de policarbonato con láminas onduladas.

Las carpinterías son metálicas con vidrio simple y con vidrio esmerillado en zonas administrativas y aseos.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

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

La climatización de este centro, 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 pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1 y 2x1.

Como apoyo al sistema de climatización, el centro consta de convectores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran y una unidad compacta de aire acondicionado.

Por otra parte, 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 termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

#### 1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicados en las proximidades de los puntos de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio Principal	-1	Comedor	1,60	75	En servicio
Edificio Principal	0	Vestuario Limpiadoras	1,20	50	En servicio

*Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos – Vestuario limpiadoras*



*Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos – Comedor*

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

A continuación se resumen las tipologías de equipos para la climatización de las diferentes estancias del centro:

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC - MultiSplit	Unidad compacta de aire acondicionado portátil.
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	0	0	0	2
Ubicación equipo	Fachada NO	Fachada NO	Fachada NE	Aula 207
Zona de tratamiento	Aula 012 (Aula Matinal)	Secretaría	Sala de Profesores	Aula 207
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	CRAFFT	DUCASA	DUCASA	EQUATION
Modelo	DKFR-33GW/CA1-2E	PAR BC 091E 0.725.143	PARII BC 214 E 0.725.177	WAP-41ELH
Refrigerante	<b>R407c</b>	<b>R410a</b>	<b>R407c</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>
Pot. Frigorífica (kW)	<b>3,20</b>	<b>2,50</b>	<b>6,00</b>	<b>4,10</b>
Pot. Abs. Frío (kW)	1,30	1,05	2,28	1,40
EER	<b>2,46</b>	<b>2,38</b>	<b>2,63</b>	<b>2,93</b>
Pot. Calorífica (kW)	<b>3,40</b>	<b>2,79</b>	<b>6,69</b>	<b>3,60</b>
Pot. Abs. Calor (kW)	1,20	0,95	2,35	1,35
COP	<b>2,83</b>	<b>2,94</b>	<b>2,85</b>	<b>2,67</b>
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes final refrigeración	Octubre	Octubre	Octubre	Octubre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	Variable	Variable	Variable	Variable
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas	Control termostático por zonas

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



Imagen 6 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Sistemas autónomos de expansión directa tipo BdC**

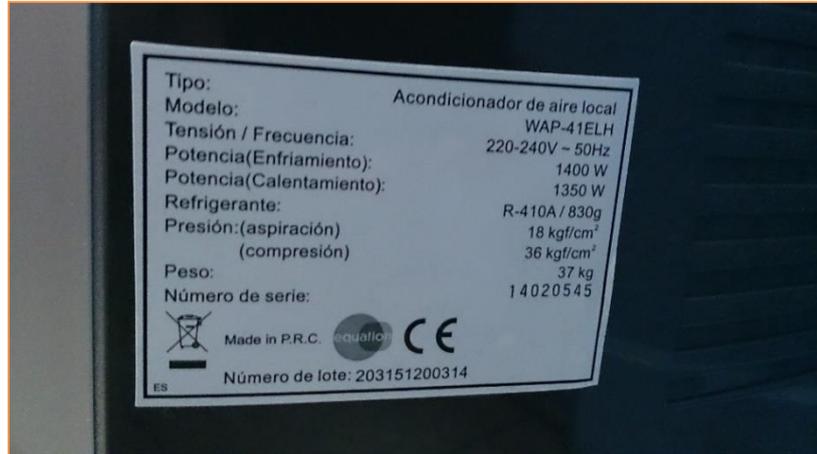


Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización – **Unidad compacta de aire acondicionado portátil**



Imagen 8 Equipos de producción de frío y calor para climatización - **Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC**

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

Calefacción	16,48 kW
Refrigeración	15,80 kW

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

### 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 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 y 2x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1 y 2x1), 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 – De pared*

### Convectores eléctricos

El centro consta de convectores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.



*Imagen 10 Tipología de **unidades interiores** instaladas- **Convectores eléctricos***

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	86,73	9,43	108,73
Aulas	889,80	29,98	33,69
<b>Total</b>	<b>976,53</b>	<b>39,41</b>	<b>40,36</b>

Tabla 8 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y la superficie calefactada en el centro:

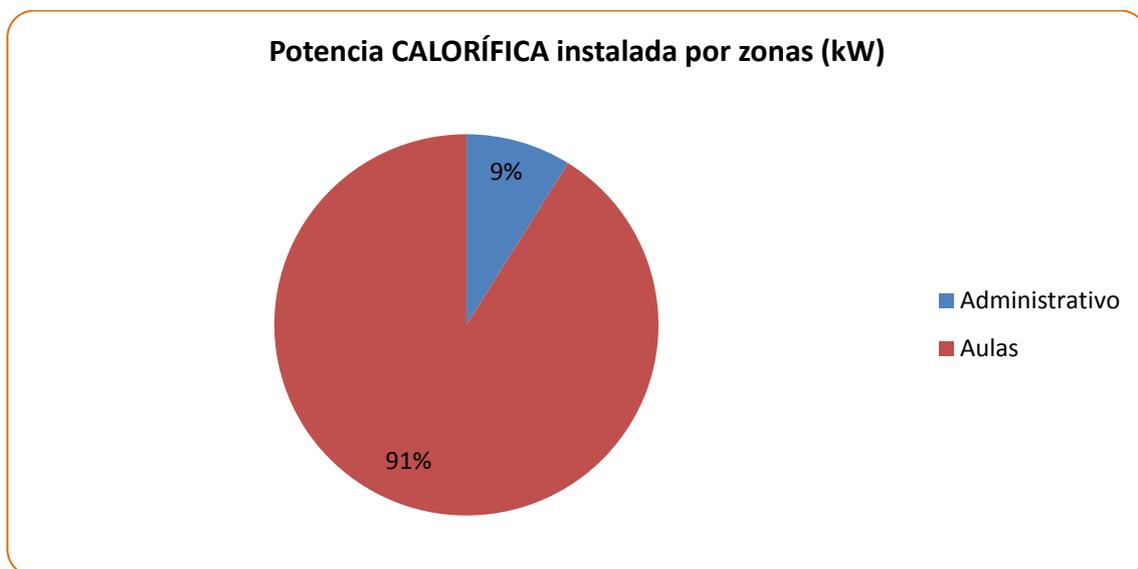


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

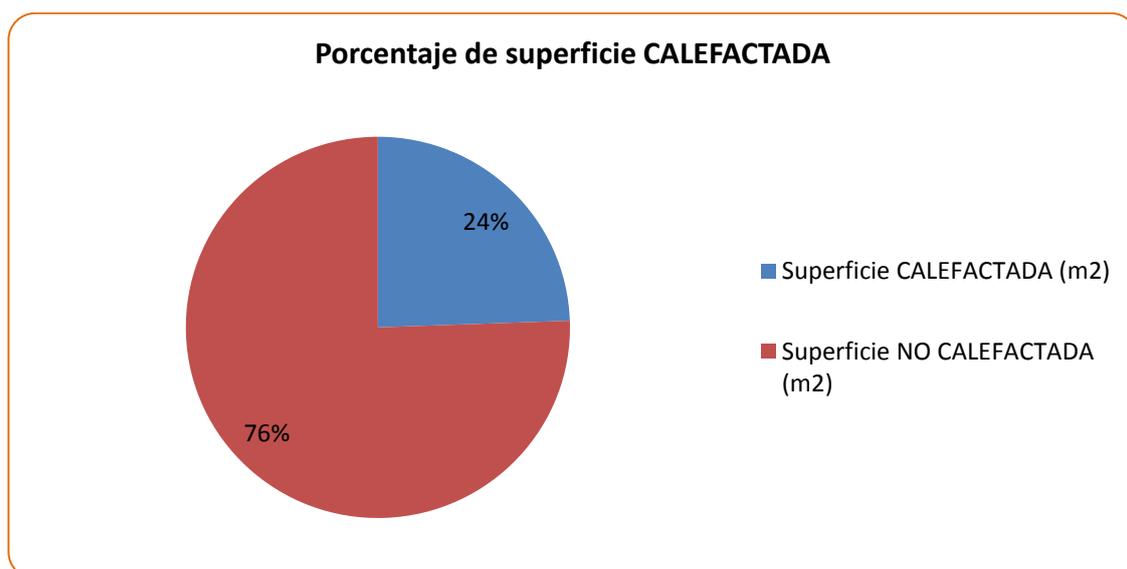


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	86,73	8,50	98,01
Aulas	78,25	3,22	41,15
<b>Total</b>	<b>164,98</b>	<b>11,72</b>	<b>71,04</b>

Tabla 9 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas y la superficie refrigerada en el centro:

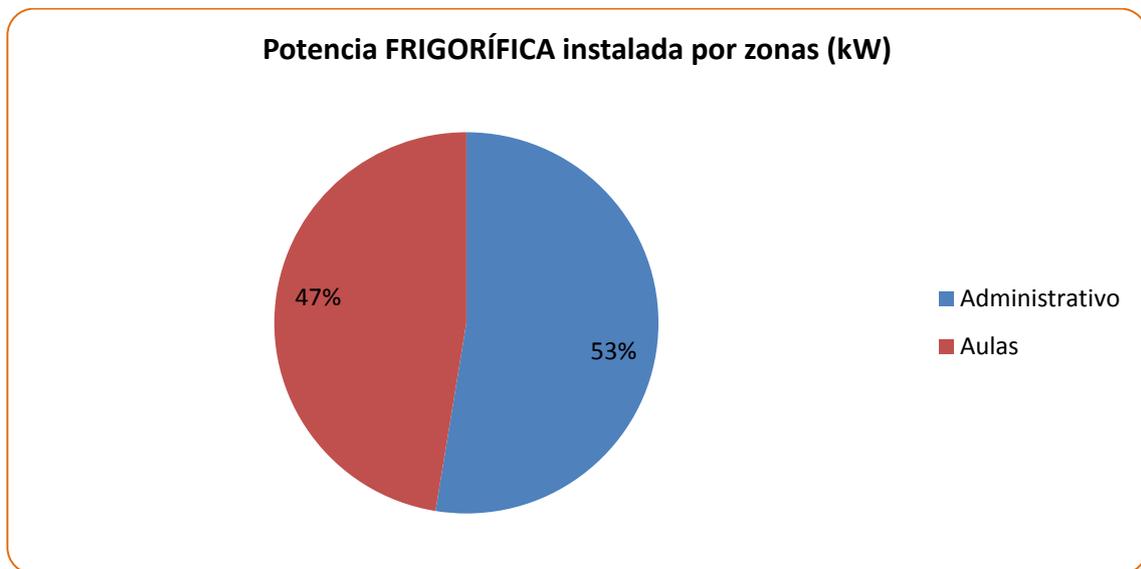


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

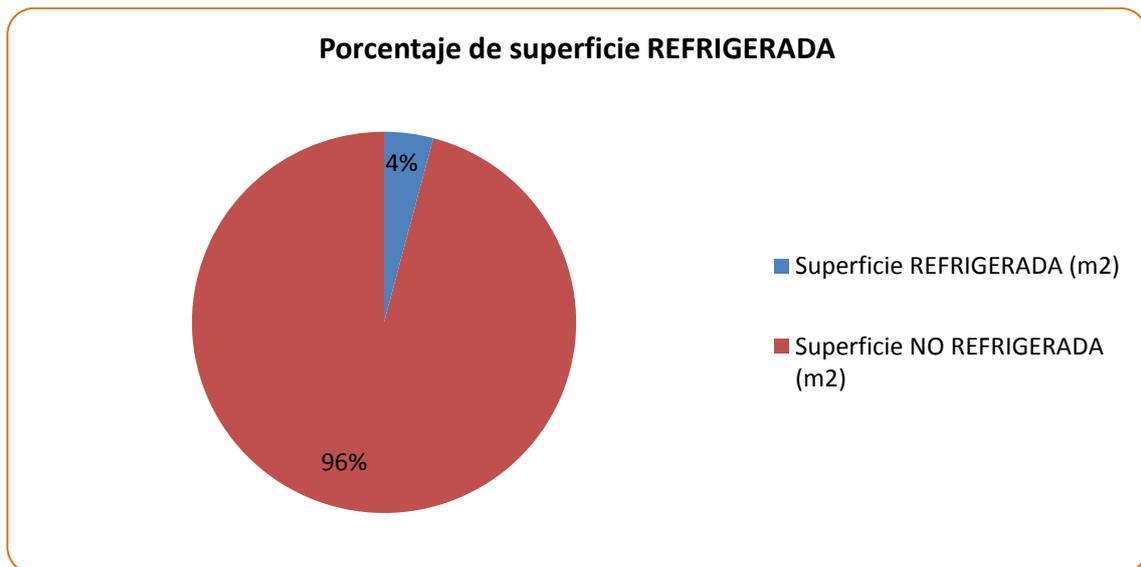


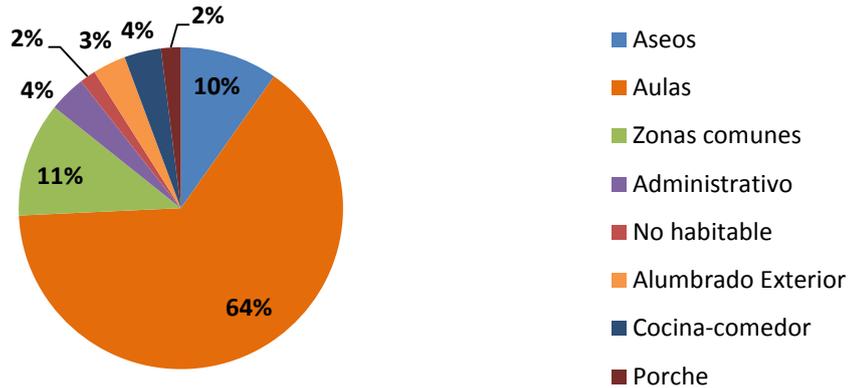
Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 33,37 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

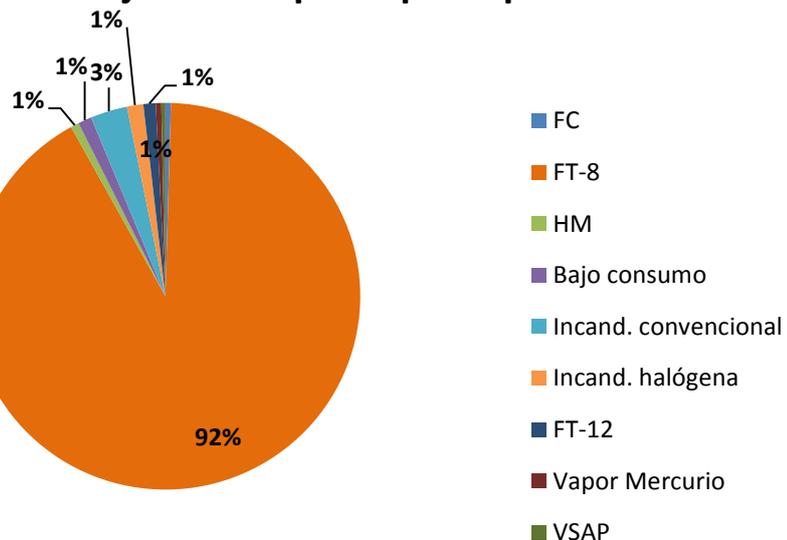
**Potencia Instalada en Iluminación según el uso**



*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.

**Porcentaje de Lámparas por Tipo**



*Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada*

### 1.5.1 Iluminación interior

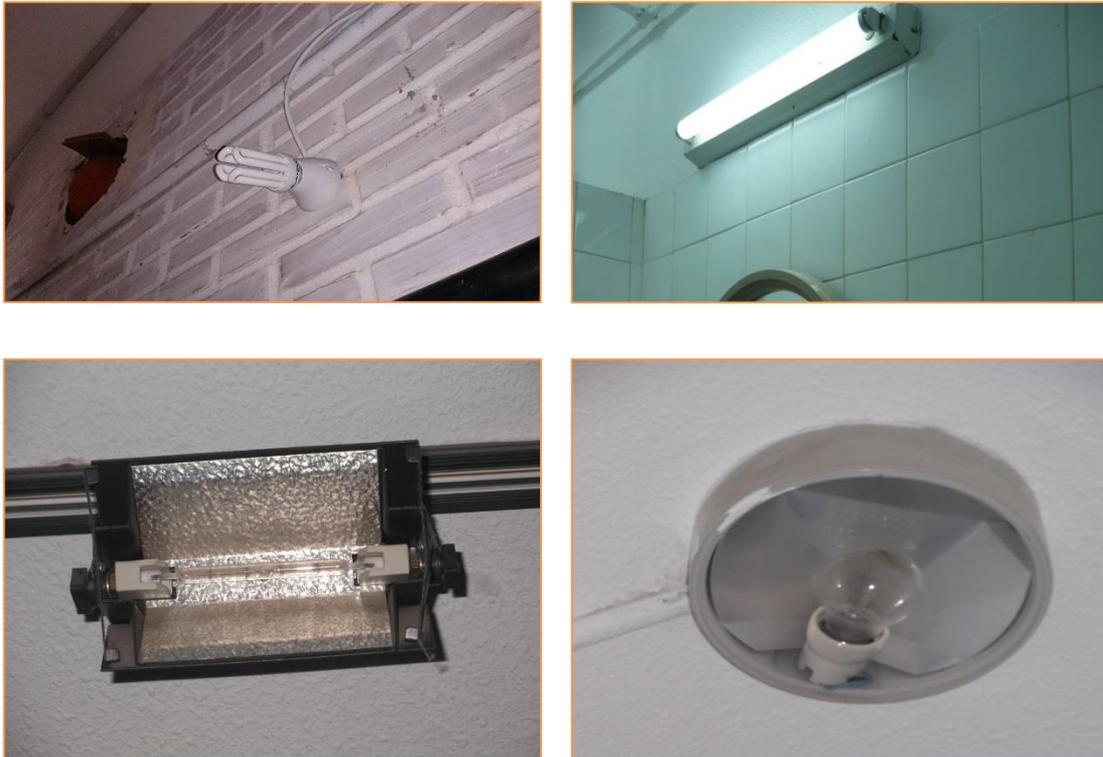
En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

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)
<b>EM</b>	<b>134</b>	<b>10,10</b>
<b>FT-8</b>	<b>125</b>	<b>9,78</b>
1	22	0,89
36	19	0,82
18	3	0,06
2	103	8,90
36	103	8,90
<b>FT-12</b>	<b>9</b>	<b>0,31</b>
1	9	0,31
40	4	0,19
20	5	0,12
<b>EL</b>	<b>283</b>	<b>20,05</b>
<b>FT-8</b>	<b>283</b>	<b>20,05</b>
1	4	0,11
36	2	0,07
18	2	0,04
4	6	0,43
18	6	0,43
2	273	19,51
36	269	19,37
18	4	0,14
-	<b>33</b>	<b>1,46</b>
<b>Incand. convencional</b>	<b>5</b>	<b>0,25</b>
1	5	0,25
60	3	0,18
40	1	0,04
25	1	0,03
<b>HM</b>	<b>6</b>	<b>0,50</b>
1	6	0,50
70	6	0,50
<b>Incand. halógena</b>	<b>12</b>	<b>0,57</b>
1	12	0,57
42	4	0,17
50	8	0,40
<b>Bajo consumo</b>	<b>10</b>	<b>0,15</b>
1	10	0,15
18	6	0,11
8	3	0,02
15	1	0,02
<b>Total general</b>	<b>450</b>	<b>31,61</b>

Tabla 10 Resumen de lámparas instaladas

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



*Imagen 11 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)
EL	6	0,11
FT-8	6	0,11
1	6	0,11
18	6	0,11
-	33	1,65
Incand. convencional	22	0,55
1	22	0,55
25	22	0,55
FC	4	0,10
1	4	0,10
26	4	0,10
Vapor Mercurio	4	0,55
1	4	0,55
150	2	0,30
125	2	0,25
VSAP	3	0,45
1	3	0,45
150	3	0,45
<b>Total general</b>	<b>39</b>	<b>1,76</b>

Tabla 11 Resumen de iluminación exterior



Imagen 12 Luminarias situadas en el exterior del edificio

### 1.5.3 Sistemas de control

El funcionamiento del alumbrado exterior se encuentra programado mediante reloj horario para encenderse a las 8:00 horas hasta las 8:30 en el periodo invernal. Está programado todo el alumbrado exterior excepto el perteneciente a los porches.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</b>

La iluminación correspondiente a los pasillos se encuentra programada mediante reloj horario desde el cuadro correspondiente y está programada para encenderse a las 7:30 y apagarse a las 20:00.

#### **1.5.4 Condiciones de funcionamiento**

Dado que las secciones de iluminación del centro educativo se activan de forma manual, las condiciones de funcionamiento están relacionadas directamente con el periodo de ocupación. Por este motivo se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas para determinar el perfil de comportamiento.

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa de 9:00 a 7:00 horas todos los días lectivos del año.

### 1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Audiovisual</b>	<b>44</b>	<b>8,78</b>
DVD/CD	14	0,275
Proyector	12	3,405
Televisión Tubo	16	4,8
TDT	1	0,05
Televisión LCD	1	0,25
<b>Electrodoméstico</b>	<b>18</b>	<b>43,13</b>
Horno	2	25
Lavavajillas	1	3,45
Maquina de café	1	1,1
Mesa Caliente	3	7,2
Microondas	2	1,5
Cafetera	1	1,08
Nevera	5	1,2
Plancha	1	1,4
Campana extractora	1	0,2
Kettle / Caliente agua	1	1
<b>Informático</b>	<b>73</b>	<b>22,174</b>
Ordenador sobremesa	52	15,6
Rack	2	0,032
Scanner	2	0,06
Fotocopiadora	3	3,95
Impresora doméstica	7	1,482
Ordenador portátil	7	1,05
<b>Otros</b>	<b>13</b>	<b>3,322</b>
Rack	8	0,152
Trituradora de papel	1	0,39
Ventilador	1	0,06
Plancha	1	1
Compresor	1	1,5
Maquina plastificar	1	0,22
<b>Sonido</b>	<b>10</b>	<b>0,245</b>
Altavoz	4	0,08
Minicadena música	4	0,095
Radio-CD	1	0,02
Equipo de música	1	0,05
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>11</b>	<b>21,5</b>
Radiador eléctrico	11	21,5
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>4</b>	<b>6,1</b>
Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split		
1x1	2	2,35
Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split		
1x2	1	2,35
Unidad compacta de aire acondicionado portátil.	1	1,4
<b>Calefacción</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
Calefactor eléctrico	14	28
<b>ACS</b>	<b>2</b>	<b>2,8</b>
Termo-acumulador eléctrico	2	2,8
<b>Total general</b>	<b>189</b>	<b>136,051</b>

Tabla 12 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.

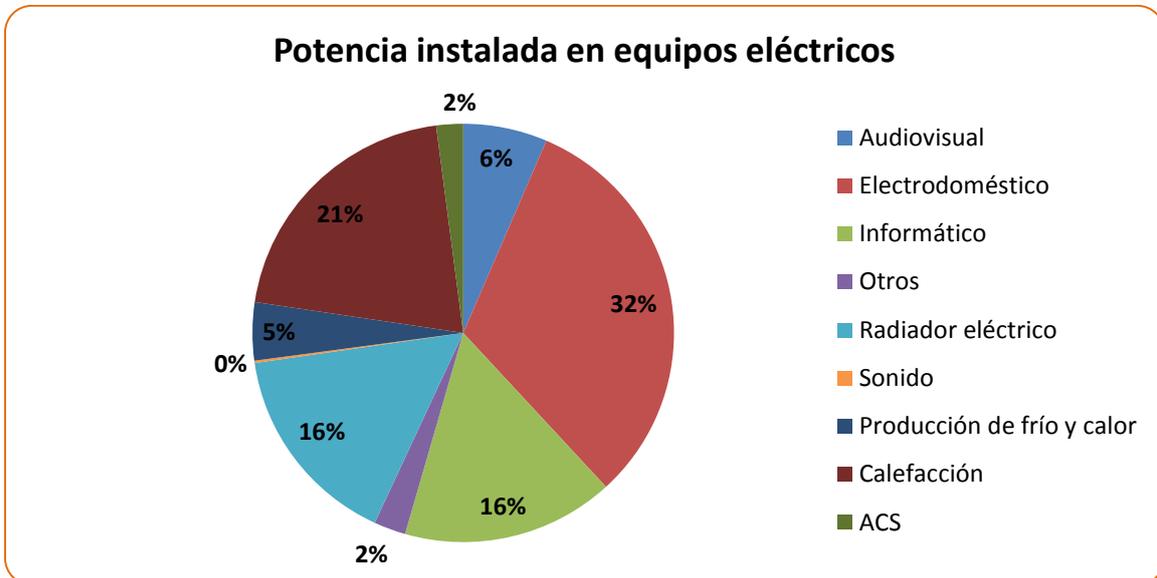


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

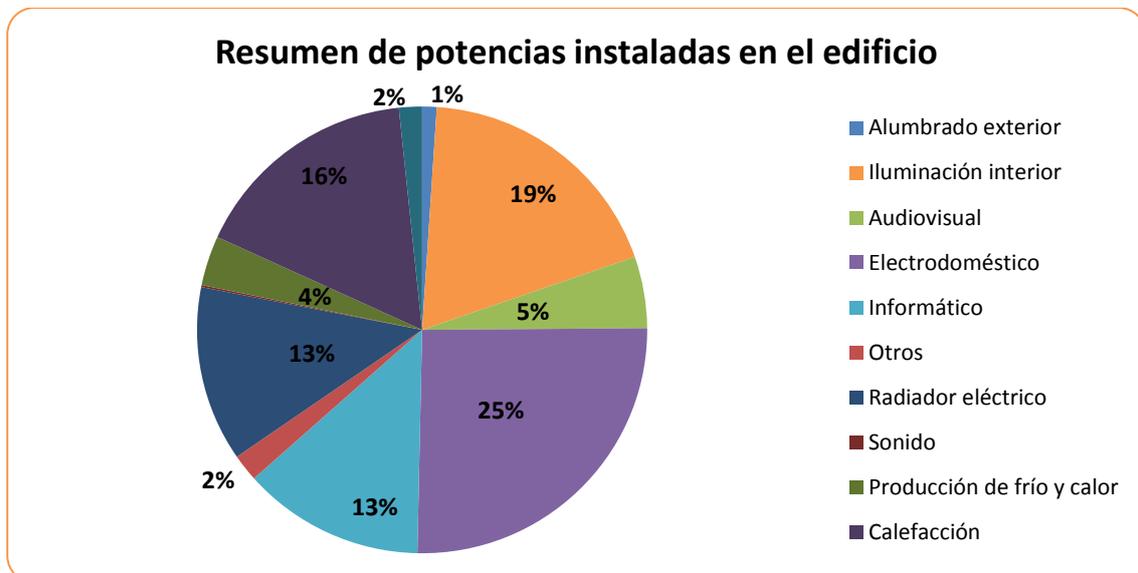


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</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>	ES0031103005343001TBOF	<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>	45,67	45,67	45,67
<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 del 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 (€)
20/01/2014	17/02/2014	605	6.786	503	18 /63 /12	0,00	1.247,03
17/02/2014	17/03/2014	487	4.445	435	18 /59 /12	9,36	955,21
17/03/2014	16/04/2014	1.425	4.071	440	41 /42 /12	22,50	1.010,41
16/04/2014	19/05/2014	1.836	2.671	477	40 /33 /10	24,88	936,28
19/05/2014	18/06/2014	2.049	2.691	428	33 /27 /6	27,83	942,39
18/06/2014	16/07/2014	899	1.145	461	30 /26 /12	3,05	563,35
16/07/2014	20/08/2014	675	982	505	13 /11 /4	0,00	578,90
20/08/2014	17/09/2014	993	1.341	446	38 /26 /9	10,96	606,31
17/09/2014	17/10/2014	2.150	2.901	424	39 /28 /9	40,81	999,60
17/10/2014	18/11/2014	870	4.282	444	37 /42 /9	42,84	1.000,02
18/11/2014	17/12/2014	504	5.259	495	18 /52 /11	30,27	1.056,34
17/12/2014	19/01/2015	400	3.772	440	16 /62 /12	3,17	960,39

Tabla 13 Facturación eléctrica

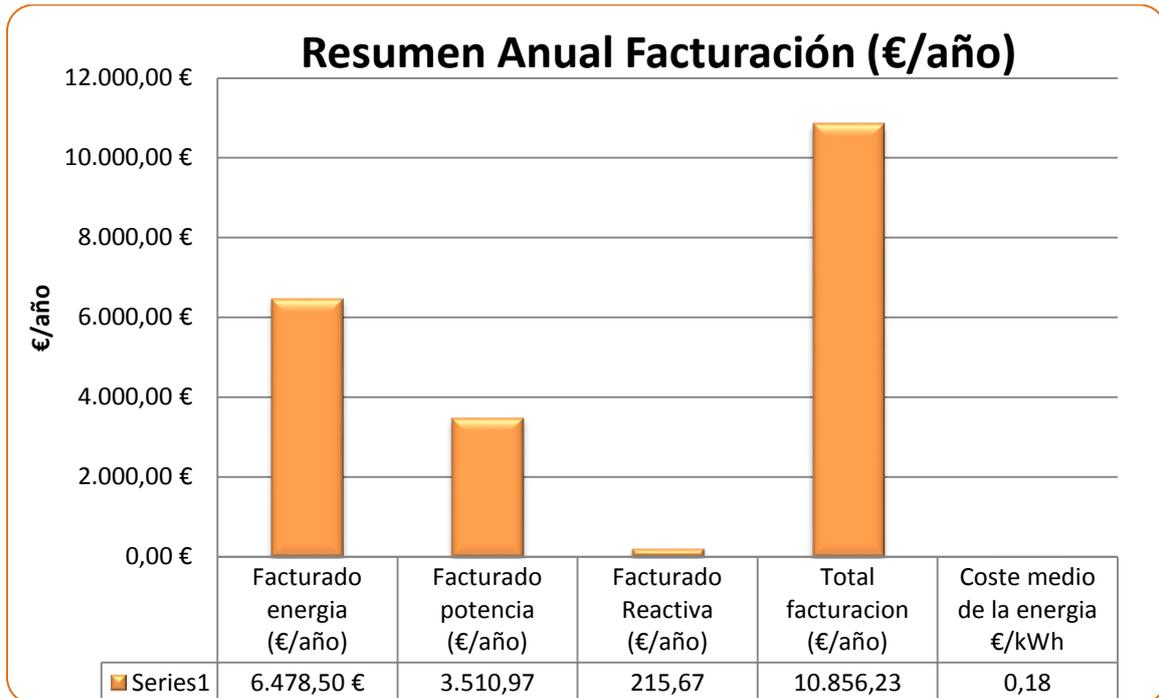
A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **215,67 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	P1	P2	P3
<b>Potencia contratada (kW)</b>	45,67	45,67	45,67
<b>Potencia registrada (kW)</b>	41	63	12

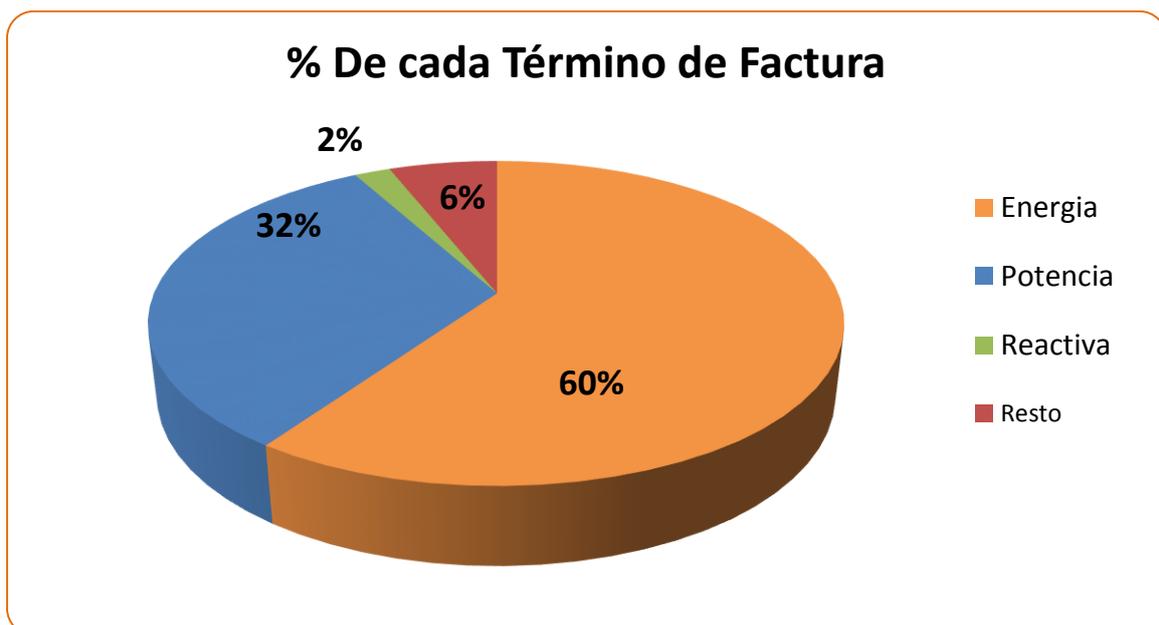
Tabla 14 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del máxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es inferior a la demandada. Sin embargo, no se recomienda un aumento de potencia debido a que las penalizaciones serían mayores que los ahorros y por tanto con es rentable.

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:

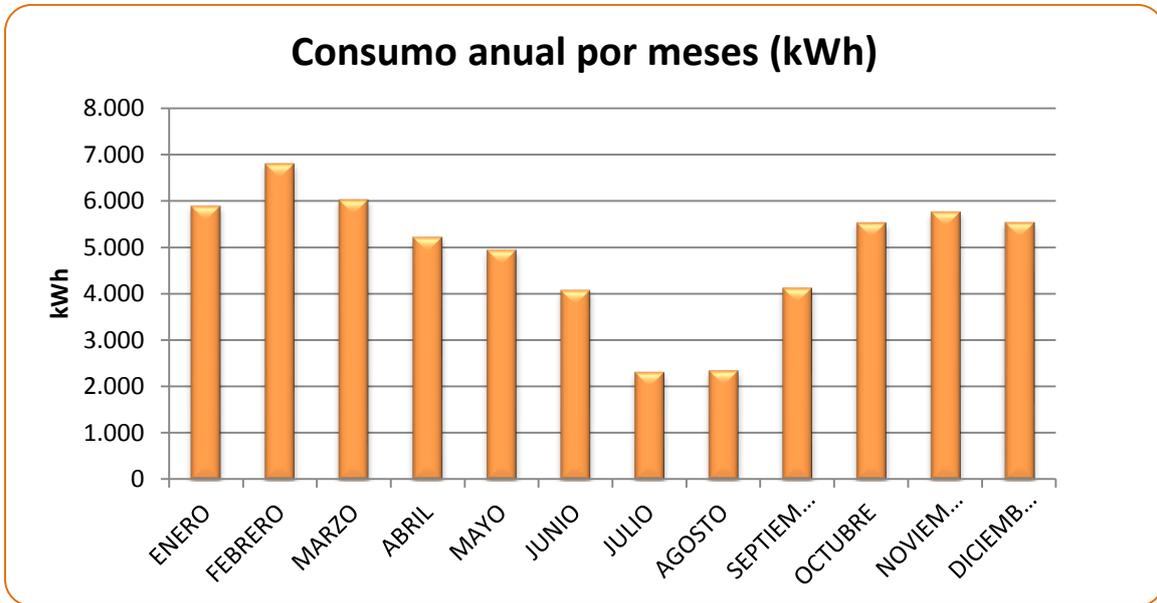


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

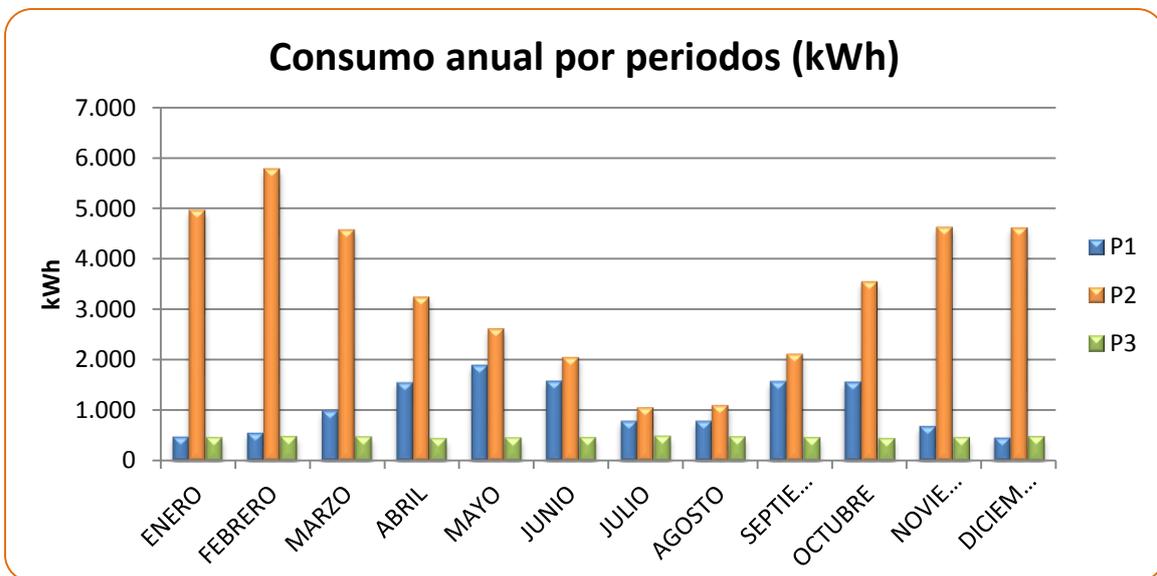


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

<b>Total Consumo energía (kWh)</b>	58.737
<b>Total Facturación (€)</b>	10.856,23
<b>Media mensual de consumo (kWh/mes)</b>	4.895
<b>Media mensual de coste (€/mes)</b>	904,69
<b>Coste medio energía (€/kWh)</b>	0,185

Tabla 15 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

## 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)	58.737	-	58.737
Coste (€/año)	10.856,23	-	10.856,23

Tabla 16 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	850,00
Superficie total (m2)	4.067,07
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	31,61
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	1,76
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	136,05
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	169,43

Tabla 17 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	58.737
€/kWh	0,18
kWh/m <sup>2</sup> Total	14,44
€/m <sup>2</sup> Total	2,67
kWh/persona uso	69,10
€/persona uso	12,77
Ton CO <sub>2</sub> /año	23,44
Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	5,76
Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup>	7,77

Tabla 18 Resumen Índices energéticos eléctricos

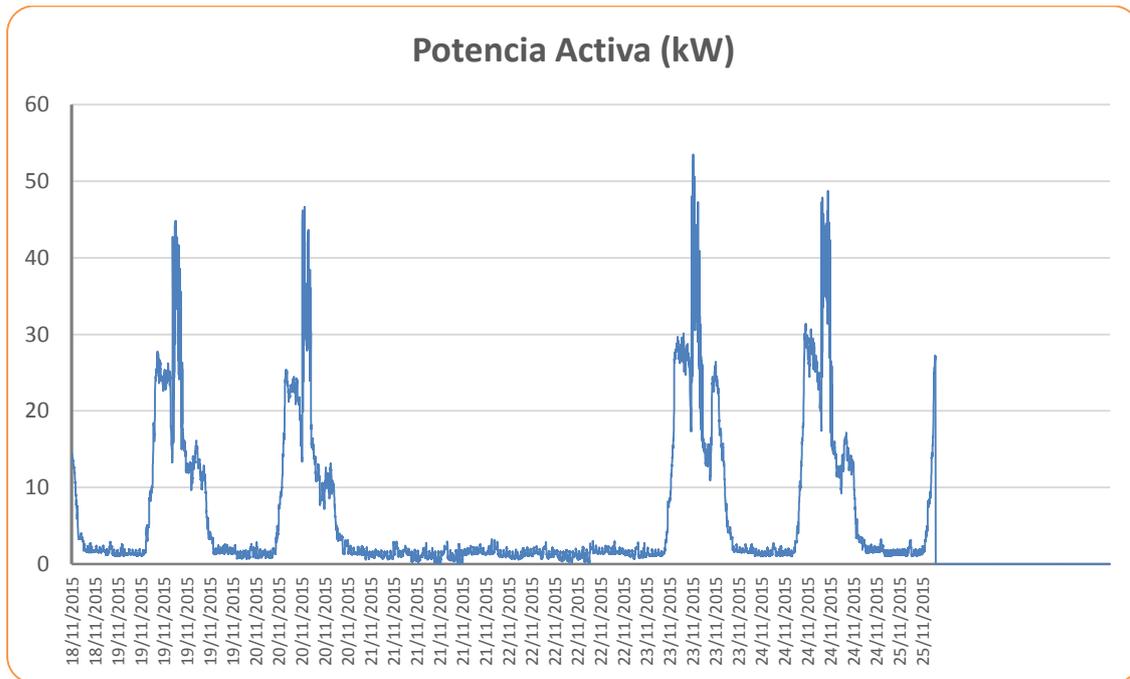
### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

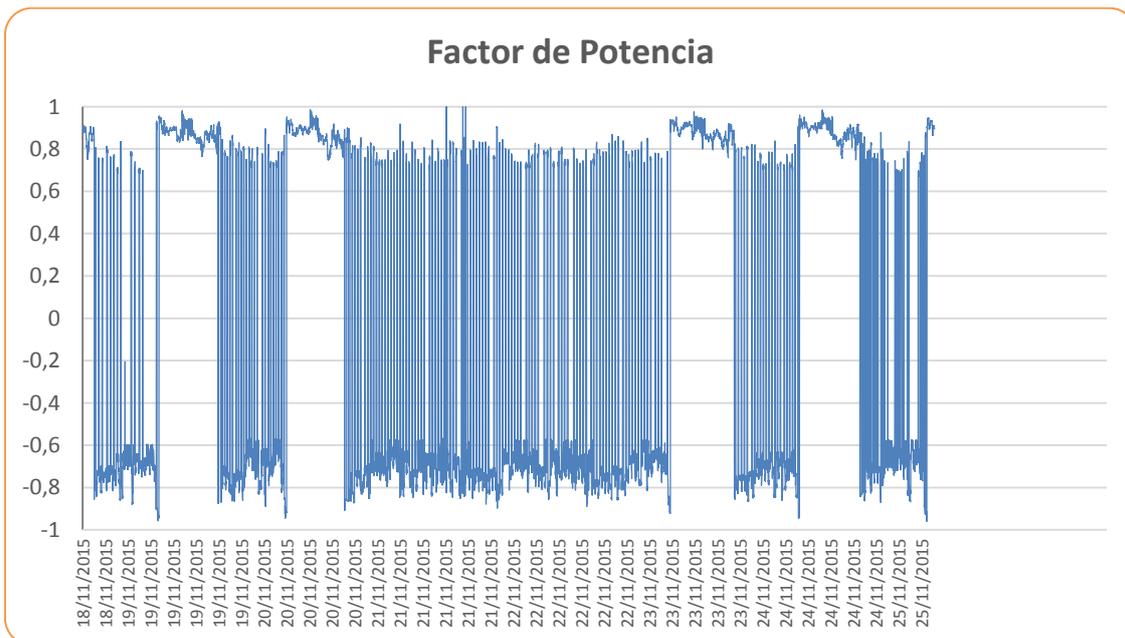
### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

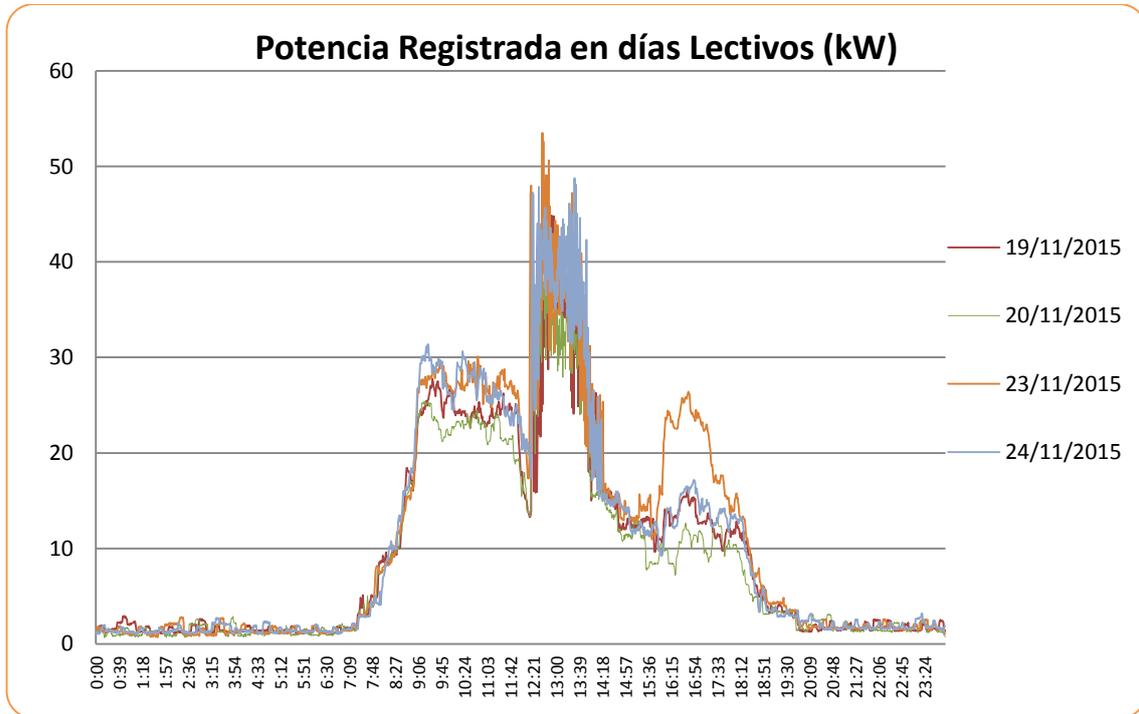
##### 3.1.1 Registros trifásicos



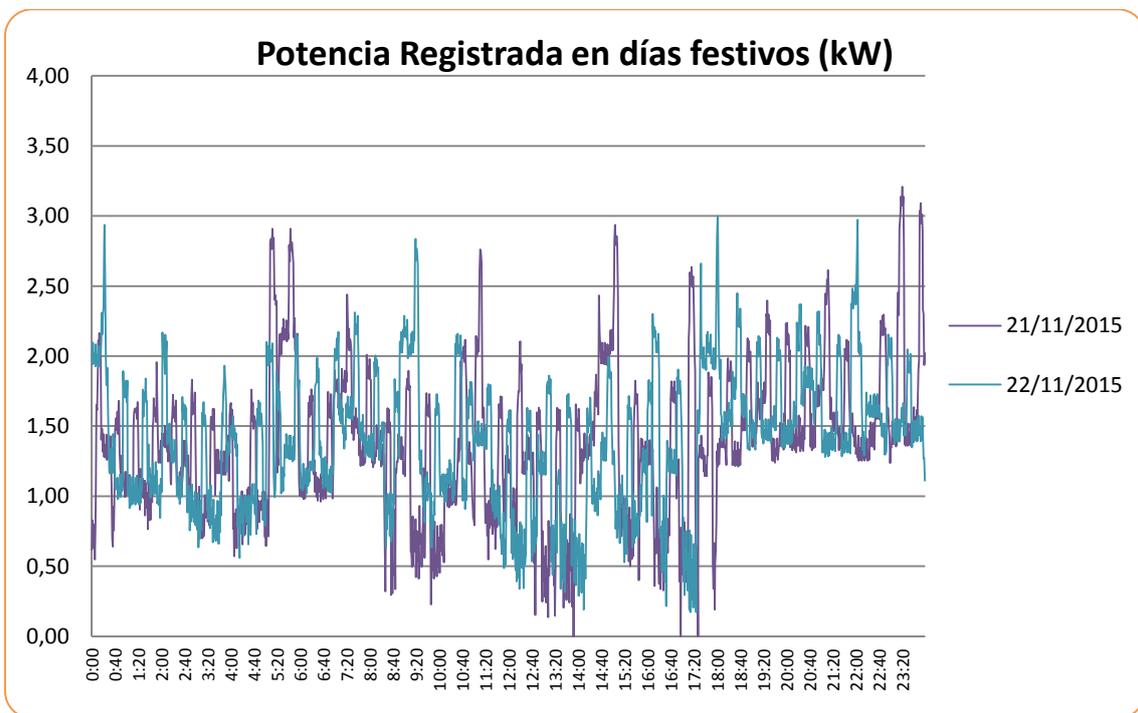
*Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 18/11/2015 al 25/11/2015*



*Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado*



*Gráfico 16 Potencia registrada en días lectivos (kW)*



*Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)*

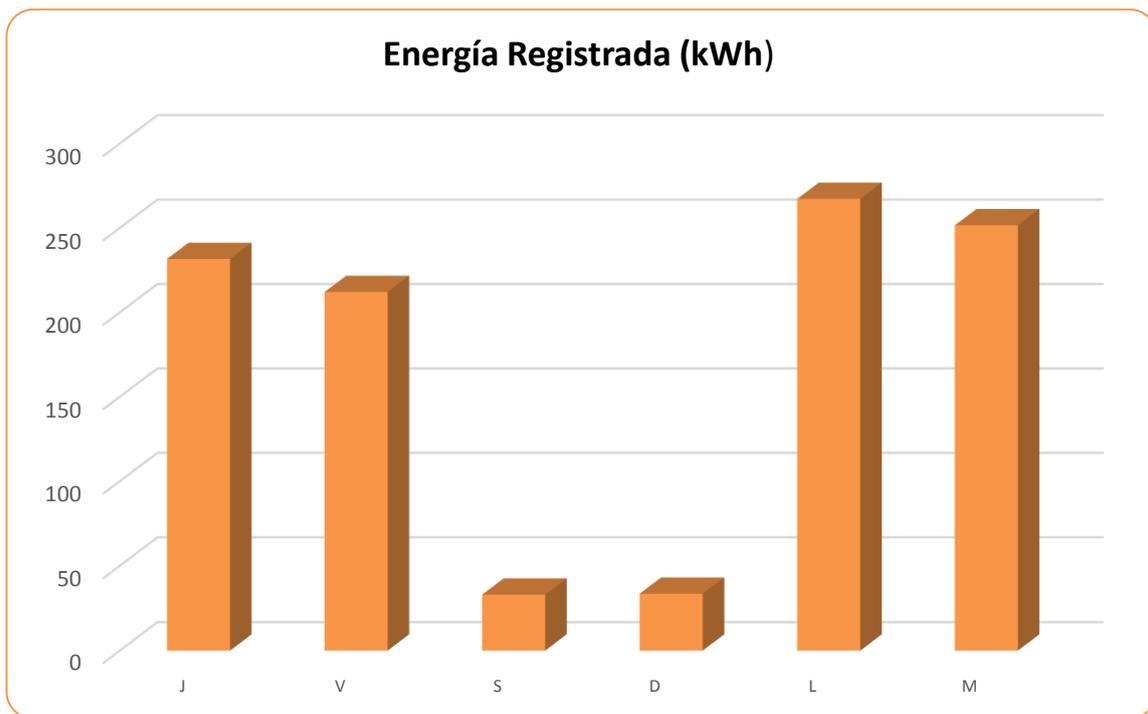
Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0,3 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 52,63 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 20:00. Este pico de potencia máxima se debe a los equipos de cocina, se produce durante todos los días entre las 12:00 y las 14:00 horas, horario de funcionamiento de la cocina según datos del centro y que concuerda con la potencia instalada en los equipos inventariados. Sin tener en cuenta esto, se observa que la demanda de potencia es de unos 30 kW.

Durante los días lectivos también se observa que desde las 18:00 hasta las 8:30 se hace uso de la iluminación exterior exceptuando la perteneciente a los porches de la planta menos uno.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y los el termos eléctricos instalados.

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



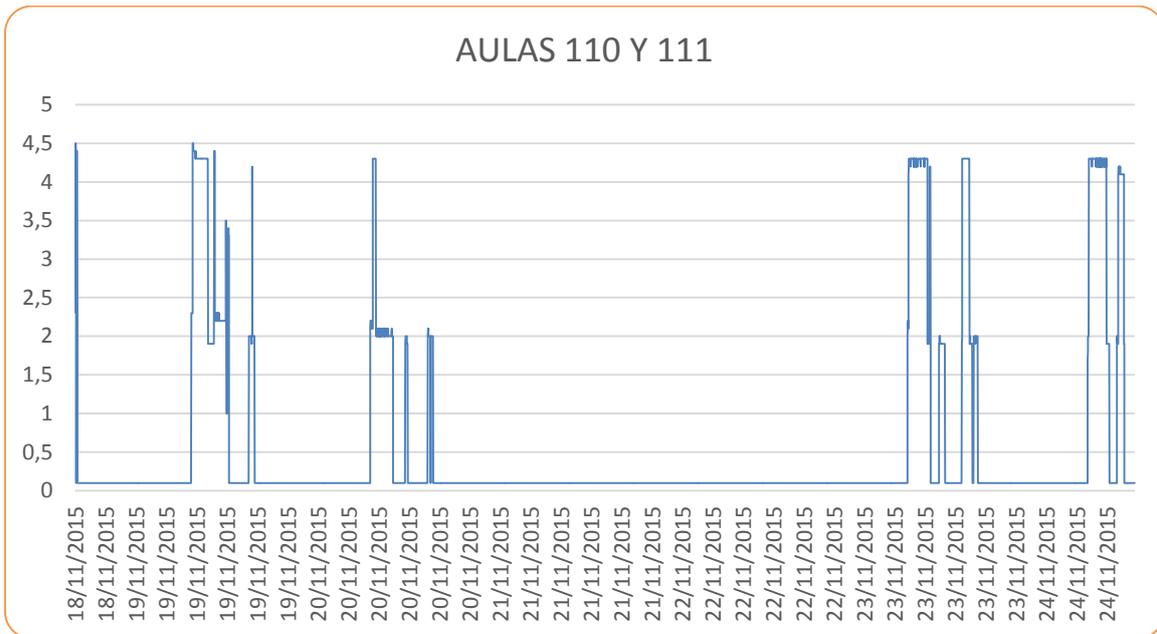
*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días lectivos es de 299,77 kWh y durante los días festivos de 33,27 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 5.053,48 kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 7,36% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

**3.1.2 Registros monofásicos**

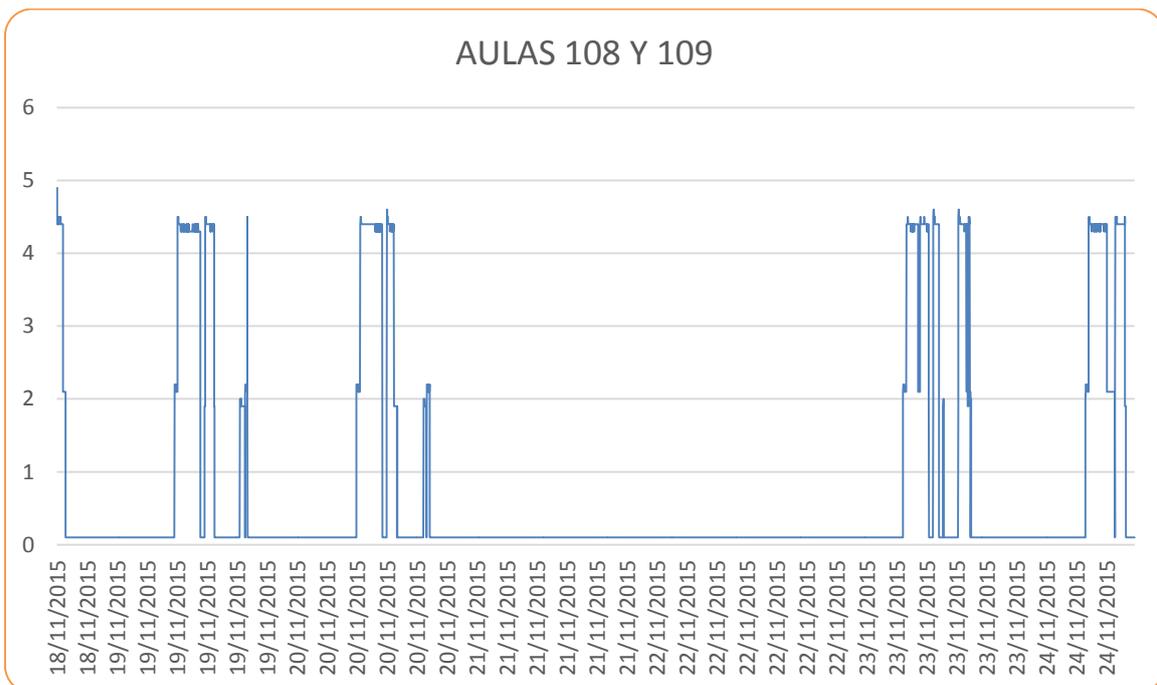
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

**- Aulas 110 y 111**



*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en las aulas 110 y 111*

**- Aulas 108 y 109**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en aulas 108 y 109*



### 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.

Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Comedor	792	144,13	374	300	1,47
Pasillo Planta Baja	648	90,50	491	200	1,46
Conserjería	72	9,20	93	300	8,42
Sala de Profesores	576	55,73	497	300	2,08
Aseo 1	21,6	3,97	197	150	2,76
Aseo 2	21,6	4,76	204	150	2,22
Orientadora	72	11,02	366	300	1,79
Dirección	72	9,86	278	300	2,63
Secretaría	288	31,00	438	300	2,12
Aseo Infantil	216	23,15	348	150	2,68
Aula 004 (Psicomotricidad)	432	100,50	221	300	1,95
Aula 005	432	72,15	364	300	1,64
Aula 007	504	68,30	435	300	1,70
Aula 009	432	65,58	243	300	2,71
Aula 010	432	69,90	427	300	1,45
Pasillo Biblioteca	259,2	28,80	274	200	3,28
Aula 011 (Biblioteca)	504	46,56	265	300	4,08
Aula 015	792	83,98	525	300	1,80
A.M.P.A.	144	16,54	449	300	1,94
Aula 012 (Aula Matinal)	504	78,25	362	300	1,78
Pasillo Planta Primera	1152	115,20	772	200	1,30
Aseo de Alumnos	259,2	11,56	928	150	2,42
Aula 101	576	60,30	508	300	1,88
Aula 102	576	59,23	501	300	1,94
Aula 103	576	61,10	502	300	1,88
Aula 104	576	63,22	503	300	1,81
Aula 105	576	60,70	505	300	1,88
Aula 106	576	60,76	503	300	1,88
Aula 108	576	62,20	441	300	2,10
Aula 109	576	60,70	508	300	1,87
Aula 110	576	60,20	503	300	1,90

Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Aula 111	576	61,10	502	300	1,88
Aula 112	576	59,23	508	300	1,91
Aula 113	576	60,97	506	300	1,87
Pasillo Planta Segunda	604,8	115,20	445	200	1,18
Aula 201	432	60,30	490	300	1,46
Aula 201-B	288	32,25	356	300	2,51
Pasillo Aula 202	48	6,30	188	200	4,05
Aula 202	48	13,69	238	300	1,47
Aula 203	43,2	12,19	270	300	1,31
Aula 203	48	12,19	270	300	1,46
Aula 204	691,2	61,10	296	300	3,82
Aula 205	691,2	63,22	373	300	2,93
Aula 206	691,2	60,70	203	300	5,61
Aula 207	691,2	60,76	212	300	5,37
Aseo Profesores 1	21,6	3,27	444	150	1,49
Aseo de Alumnos 1	259,2	18,28	723	150	1,96
Aula 209	691,2	62,20	250	300	4,45
Aula 210	691,2	60,70	300	300	3,80
Aula 211	691,2	60,20	292	300	3,93
Aula 212	691,2	61,10	319	300	3,55
Aula 213	691,2	59,23	290	300	4,02
Aula 214	691,2	60,97	243	300	4,67
Pasillo Planta Tercera	288	57,60	714	200	0,70
Aseo Profesores 3	18	2,90	150	150	4,14
Aula 301	432	60,30	386	300	1,86
Aula 302	432	59,23	448	300	1,63
Aula 303	576	59,23	535	300	1,82
Aula 304	576	60,97	549	300	1,72
Aseo de Alumnos 2	144	11,56	861	150	1,45

*Tabla 19 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

Se observa como la iluminancia medida es mayor que la recomendada es mayor es todas las estancias medidas excepto en las aulas de la panta 2, conserjería y dirección.

Sin embargo, los valores de eficiencia energética están por debajo del valor máximo que establece el reglamento exceptuando alguna estancia aislada como es el aula 209 y 214 y conserjería.

### 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 20 Condiciones interiores exigidas por el RITE

### REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 18/11/2015 y 25/11/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Sala de profesores (Planta baja)**

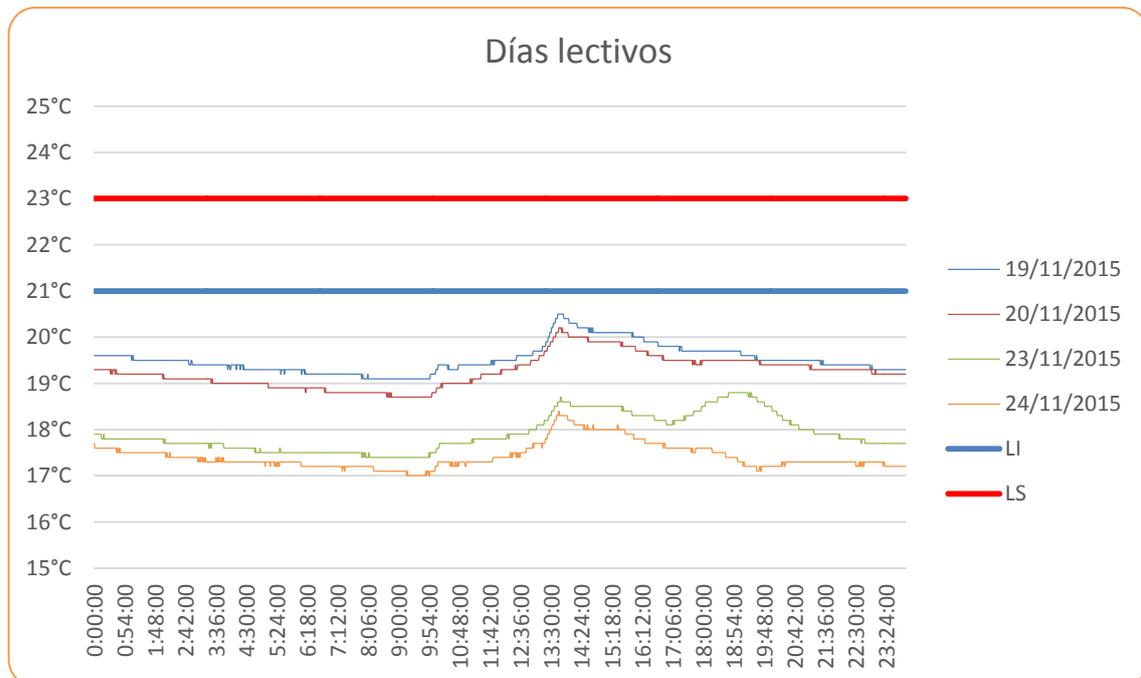
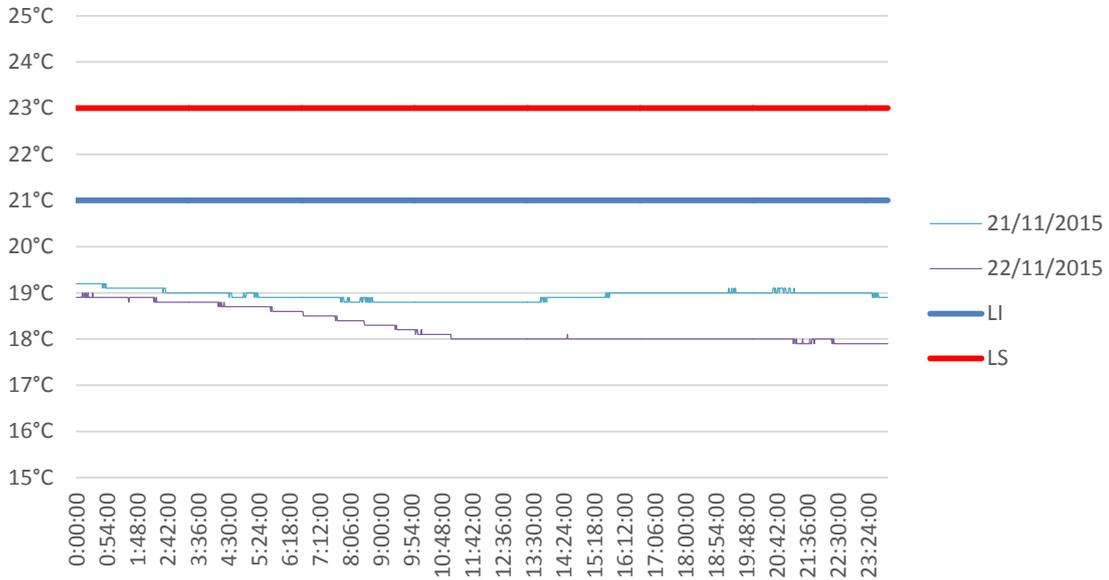


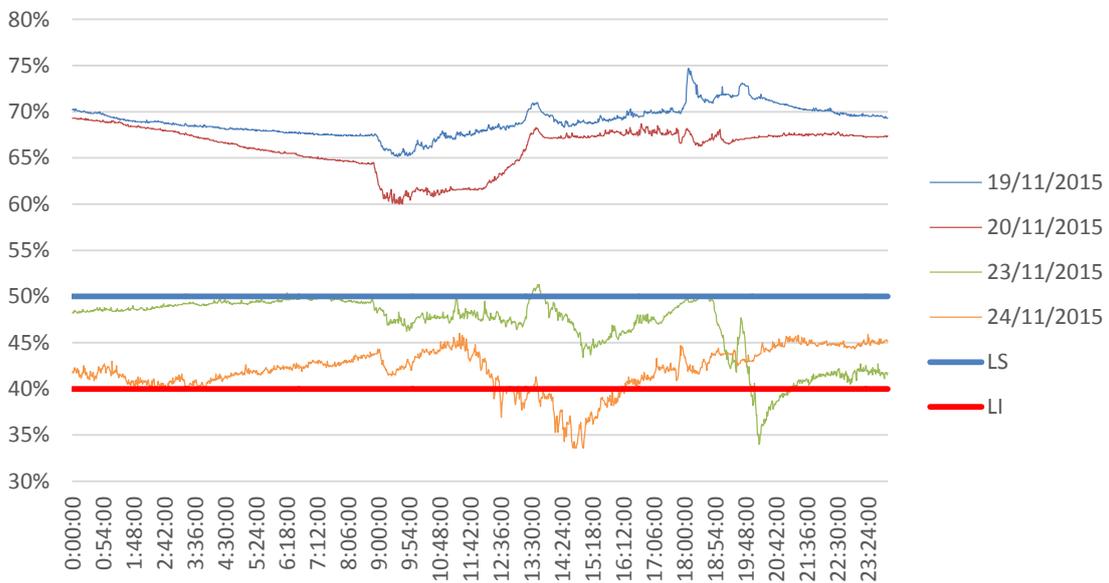
Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

### Festivos y fines de semana



**Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos**

### Días lectivos



**Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos**



*Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos*

Esta estancia se encuentra tratada mediante un sistema autónomo de expansión directa tipo BdC (Split 2x1) con la unidad exterior ubicada en fachada y unidades interiores de pared.

La producción de calor para calefacción se inicia a las 9:00h debido a un aumento de la carga térmica del edificio y a la activación del sistema de climatización. La aportación térmica parece insuficiente ya que las temperaturas permanecen por debajo del intervalo normativo (21°C).

Durante los fines de semana no se observa la activación del sistema de climatización.

En función de los días registrados, la humedad se sitúa tanto por encima como dentro del intervalo normativo (40-50%), oscilando entre el 35 y 75%.

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 del edificio, aumentando desde las 9:00 hasta las 14:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- No se han observado **encendidos de calefacción en días festivos.**

### 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 edificio se ha obtenido una calificación C

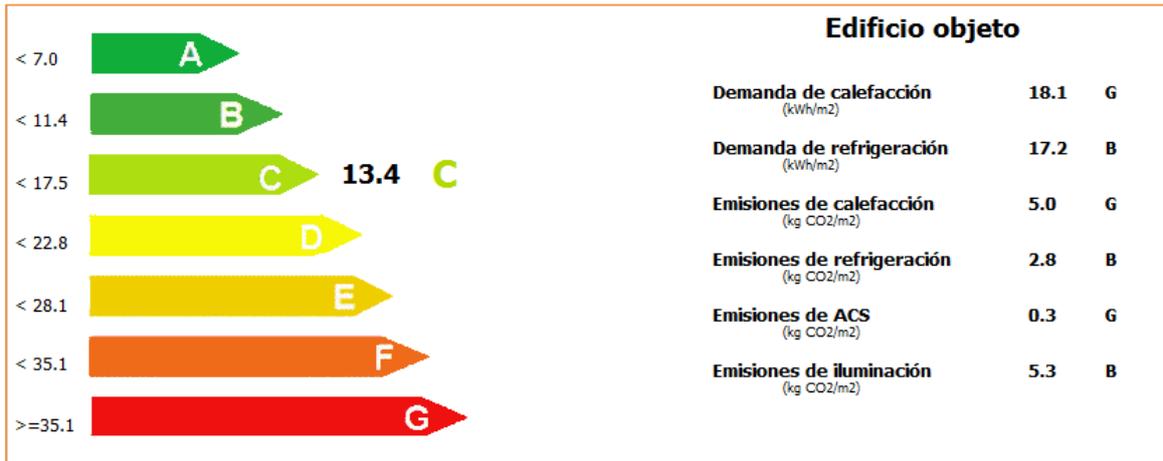


Imagen 13 Etiqueta Certificado Energético

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

## 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:

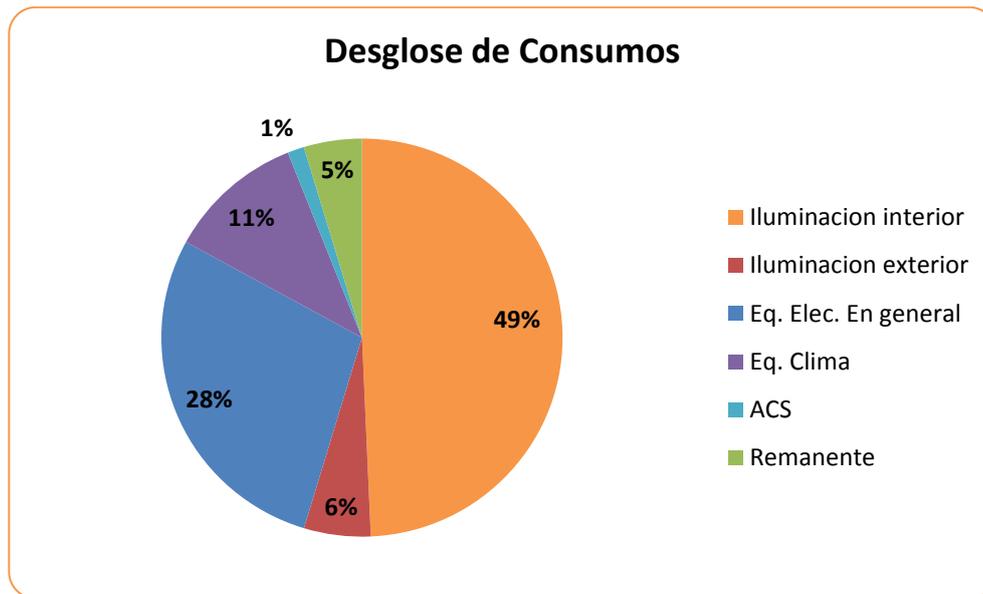


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

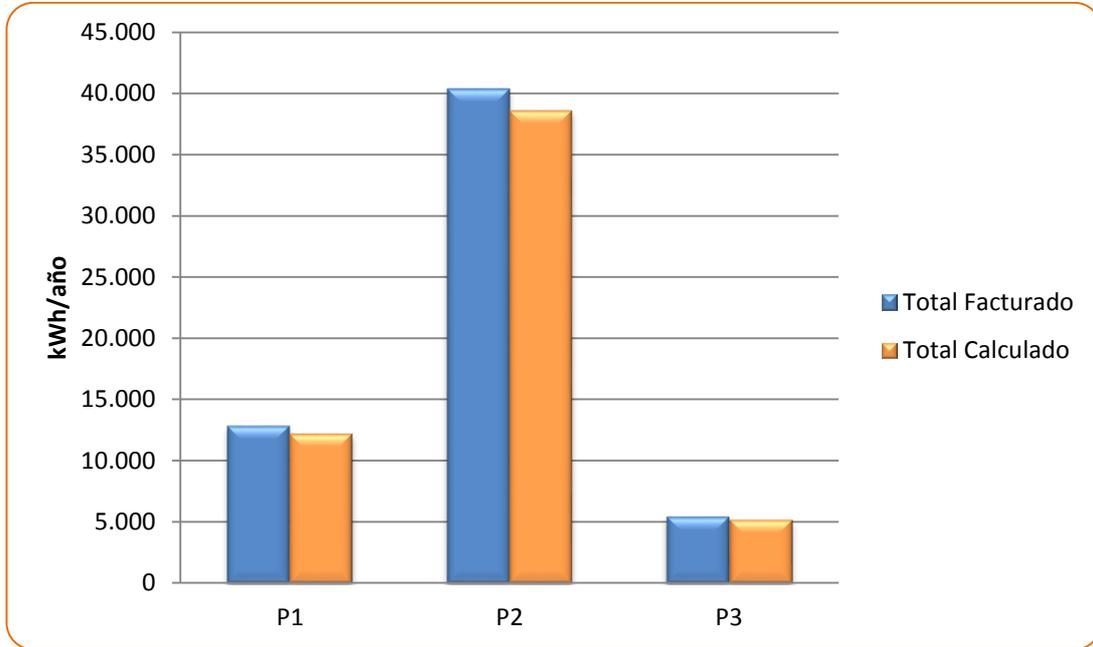
Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

Por último, aparece en el gráfico un porcentaje “Remanente” que se debe, entre otras cosas, a:

- Equipos eléctricos e iluminación que se puedan quedar encendidos cuando no se están utilizando.
- Aparatos eléctricos que estén a final de su vida útil y consuman más electricidad de la requerida para su funcionamiento normal. Esto puede suceder en neveras con compresores antiguos, balastos electromagnéticos de lámparas, bombas, etc.
- Diferencia entre las horas registradas durante el estudio con los analizadores de redes para la utilización de la iluminación y los equipos eléctricos y las horas de uso a lo largo del año.

Este porcentaje se encuentra en el rango aceptable para una instalación de estas características, pero, según lo explicado anteriormente, se recomienda examinar la instalación para localizar consumos evitables y revisar ciertos comportamientos para intentar reducir en la medida de lo posible este consumo energético.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 5%.



*Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo*

#### 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.

## 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 14 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. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</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	22,16%	73,23%	4,61%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,10994
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

### Inversión

Al ser ésta una Auditoría 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 €/año	Por potencia €/año	Total €/año	€	Años	Ton/año
13.081	47,31%	22,27%	1.584,03 €	172,50 €	1.756,53 €	20.239,93 €	11,52	5,22

### 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. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</b>

## 5.2 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.

### 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:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
16,58	6,25+2x12,5	31,25

Tabla 21 Características de batería de condensadores

### Inversión

Al ser ésta una Auditoría 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 831,23 €.

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
--	--	226,7	831,23	3,67	--

Tabla 22 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

## 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 15 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. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</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

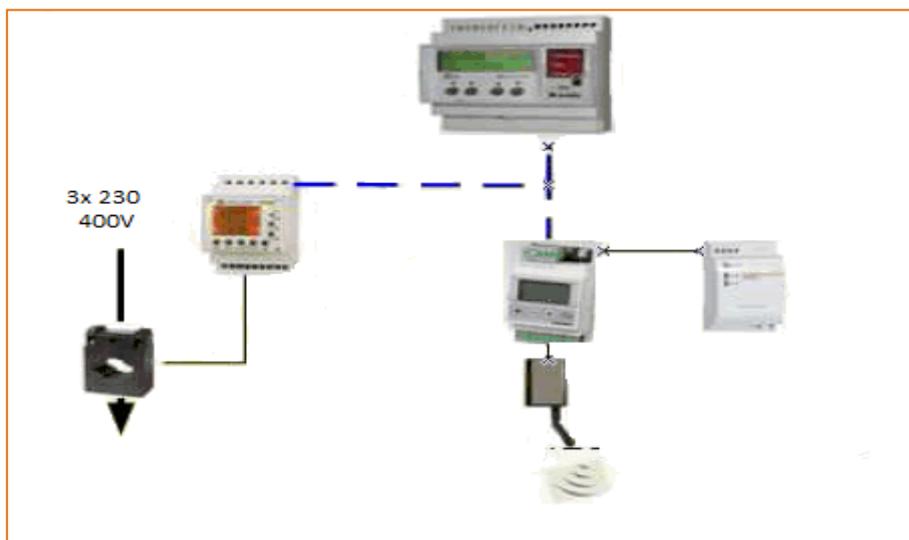
El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

## 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 16 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. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</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. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que la demanda de agua caliente sanitaria en el centro es muy reducida, produciéndose de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

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. El CTE establece un consumo medio diario por persona a 60°C de 3 litros/persona-día, 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 termo-acumuladores eléctricos ubicados 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, 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. VALDEOLLETAS</b>	<b>1306</b>
		<b>33</b>
		<b>Rev.06</b>

- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

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 existente por tecnología LED	13.081	22,27	1.756,53	20.239,93	11,52	5,22
Instalación de Batería de condensadores	-	-	226,7	831,23	3,67	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>13.081</b>	<b>-</b>	<b>1.983,23</b>	<b>21.071,16</b>	<b>10,62</b>	<b>5,22</b>

Tabla 23 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