






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(C.E.I.P. Fernández Mayoralas)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_31_20160302

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 .....	4
1.3 Envolverte y cerramientos.....	7
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de ACS .....	8
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	9
1.4.3 Unidades Terminales.....	24
1.5 Iluminación.....	27
1.5.1 Iluminación interior .....	28
1.5.2 Iluminación exterior .....	29
1.5.3 Sistemas de control .....	30
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	30
1.6 Otros equipos .....	31
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	34
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>35</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	35
2.2 Consumos térmicos.....	38
2.3 Consumos energéticos totales .....	38
2.4 Índices energéticos.....	38
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	38
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	38
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>39</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	39
3.1.1 Registros trifásicos .....	39
3.1.2 Registros monofásicos.....	42
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	44
3.3 Medidas térmicas .....	46
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	46
3.4 Análisis termográfico.....	49
3.5 Certificación energética .....	49
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>51</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	51

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	52
4.3	Contribución de energías renovables .....	52
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>53</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	53
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	55
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>57</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	57
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	59
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>61</b>
7.1	Energía solar térmica.....	61
7.2	Biomasa .....	61
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	62
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>63</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Fernández Mayoralas
Dirección	C/Fray Agustín de S.Pascual nº8, Marbella
Tipo de edificio	Centro educativo
Persona de Contacto	Enrique Fernández Sánchez (Director), 951 27 09 55
Número de edificios	Cuatro

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Fernández Mayoralas** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Fray Agustín de San Pascual 8** en la localidad de **Marbella**.

El centro educativo está formado por dos cuerpos claramente diferenciados: la zona meramente escolar donde se ubican las distintas clases y otra zona de administración y servicios.

- **Zona de administración.** Edificio de una sola planta que se compone de un amplio hall de entrada, que sirve al mismo tiempo de distribuidor de las distintas dependencias que allí se encuentran. Da acceso a la Sala de Informática, Sala de Profesores, Dirección, Secretaría, Biblioteca, Sala de Reprografía, Sala de Material y aula de Apoyo a la Integración.
- **Zona escolar.** Se trata de un edificio de dos niveles en el que se hayan distribuidos, por ciclos, los distintos cursos. En la planta baja y alrededor de un amplio distribuidor, los niveles de Infantil de 3, 4 y 5 años, 1º y 2º de Educación Primaria. Igualmente se encuentra en este nivel el Comedor Escolar del Centro. En la planta superior se reparten los cursos restantes, es decir, desde el nivel 3º de Educación Primaria hasta el nivel 2º de Educación Secundaria Obligatoria. Igualmente existen dos laboratorios: uno de física y otro de química (ahora reutilizados como aula de Educación Musical y como aula para el nivel 1º de ESO) y un prelaboratorio que se utiliza como aula para la realización de actividades extraescolares, concretamente la de cerámica.
- **Gimnasio:** el centro cuenta con unas instalaciones deportivas que incluyen dos pistas polideportivas de 40X20 m. para la práctica de Voleibol, Baloncesto, Fútbol Sala y Balonmano y de un Gimnasio cubierto polivalente de 20X15 m.

Además de esto existe un cuarto edificio, la casa del conserje pero no se ha tenido acceso y por tanto se encuentra fuera de inventario.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		31
	C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS		Rev.06



*Imagen 1 Vista general del CEIP Fernández Mayoralas – Edificio principal, Edificio Administración y Gimnasio.*



*Imagen 2 Vista aérea del CEIP Fernández Mayoralas*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>		<b>1306</b>
			<b>31</b>
			<b>Rev.06</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Sup. Útil m <sup>2</sup>	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	2	1881	610	9:00-14:00 16:00-18:00	1975	2014	SI
Edificio Administración	1	986	40	9:00-14:00 16:00-18:00	1975	2012-2013	SI
Gimnasio	1	400	Variable	Según uso	1975	-	-
Casa Conserje	1	107	1	-	1975	-	-

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

En el año 2014 se instaló toda la instalación de climatización en el edificio principal y en el año 2012-2013 se reformó la cubierta de este edificio además de instalarse la climatización del edificio de administración.

La ocupación total del edificio es de 4570 niños en total y 40 profesores. Las clases fundamentalmente son por las mañanas y por las tardes hay clases extraescolares.

Edificio Principal	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	25-26	09:00-14:00	Educativo
Comedor	285	14:00-15:00	Comedor
Cocina	3	11:00-16:00	Cocina
Aula Matinal	-	07:30-09:00 16:00-17:01	Educativo
Aula 16	-	16:00-17:00 (lunes y miércoles)	Extraescolares Árabe
Aula 26	-	Uso puntual	Audiovisual

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

Edificio Administración	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Biblioteca	-	11:00-12:00	Recogida y Devolución de libros
Secretaría	-	09:00-14:00	Administrativo
Dirección	-	09:00-14:00	Administrativo
Conserjería - Reprografía	-	09:00-14:00	Administrativo
Sala Informática	-	09:00-14:00 16:00-17:00	Informática

*Tabla 4 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio Administración*

Gimnasio	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
pista	-	09:00-14:00 16:00-17:00	Deportivo

*Tabla 5 Ocupación y horario por zonas y actividades del Gimnasio*



## 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	Sup. Total (m <sup>2</sup> )
Administrativo	94,94	--	94,94
Aseos	97,47	16,26	113,73
Aulas	610,00	853,00	1.463,00
Cocina-comedor	337,76	--	337,76
Deportivo	303,00	--	303,00
No habitable	76,12	--	76,12
Zonas comunes	376,38	273,44	649,82
Sup. Total (m <sup>2</sup> )	1.895,67	1.142,70	3.038,37

Tabla 6 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 48% 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 21%.

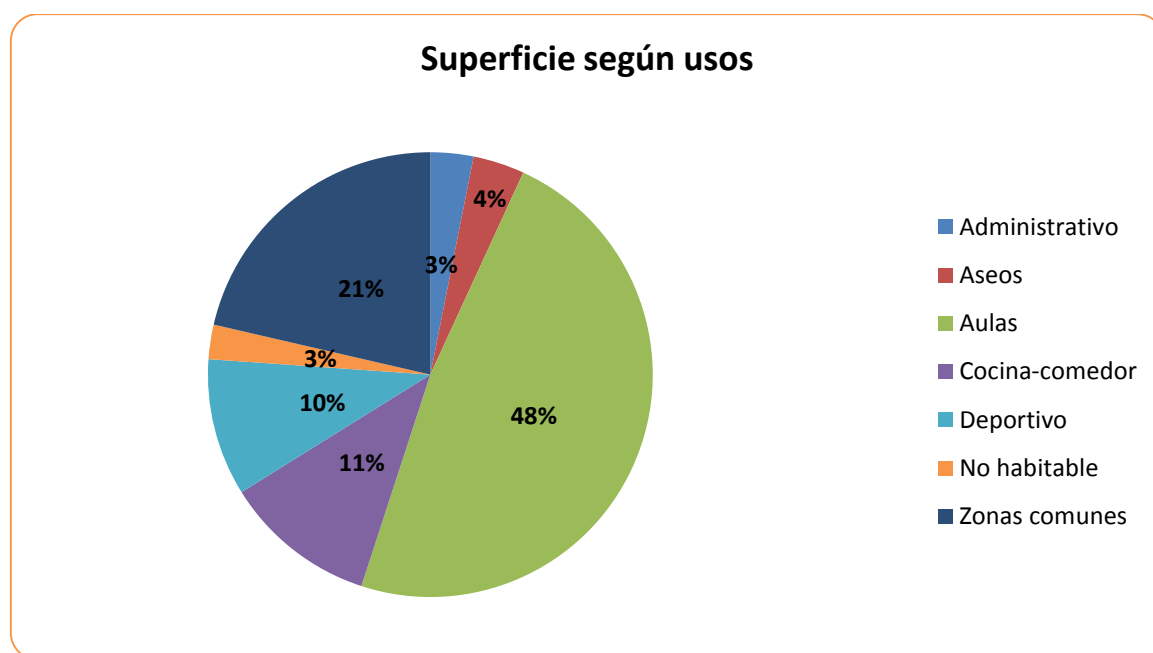
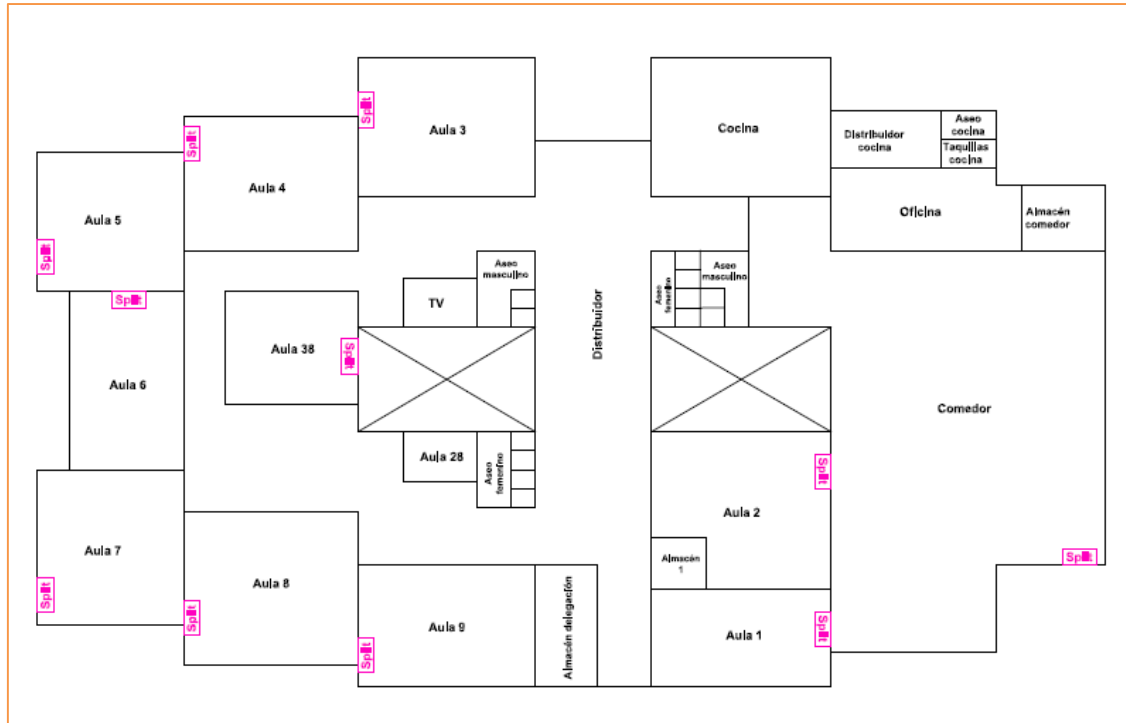


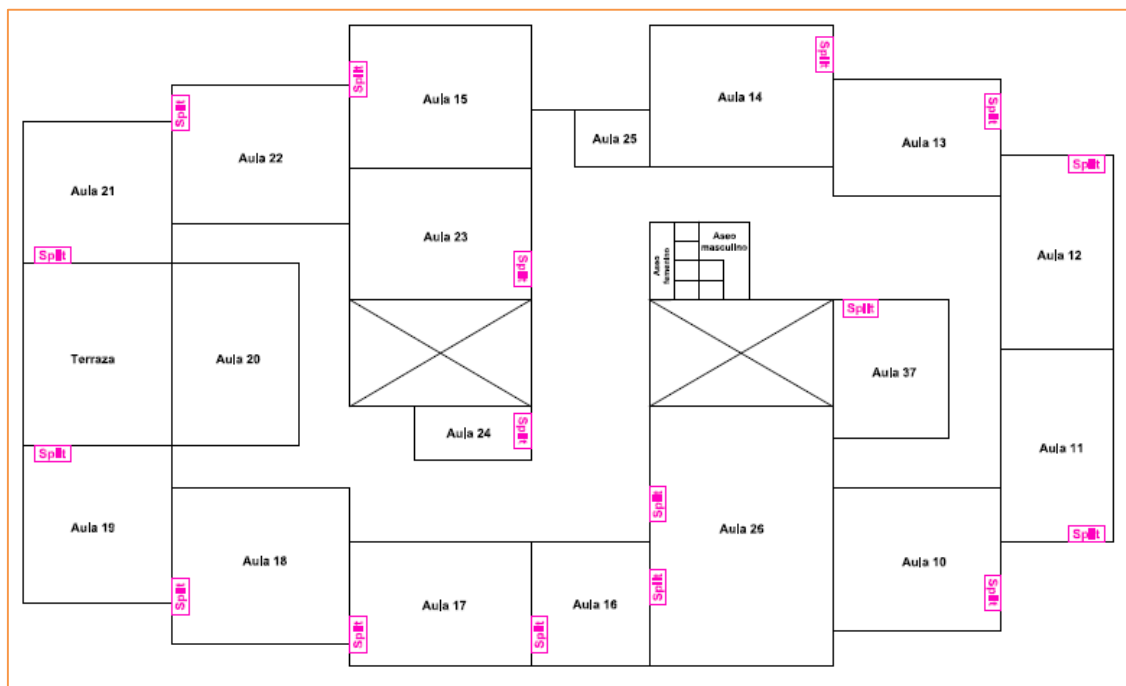
Gráfico 1 Superficie según Usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>		<b>1306</b>
			<b>31</b>
			<b>Rev.06</b>

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

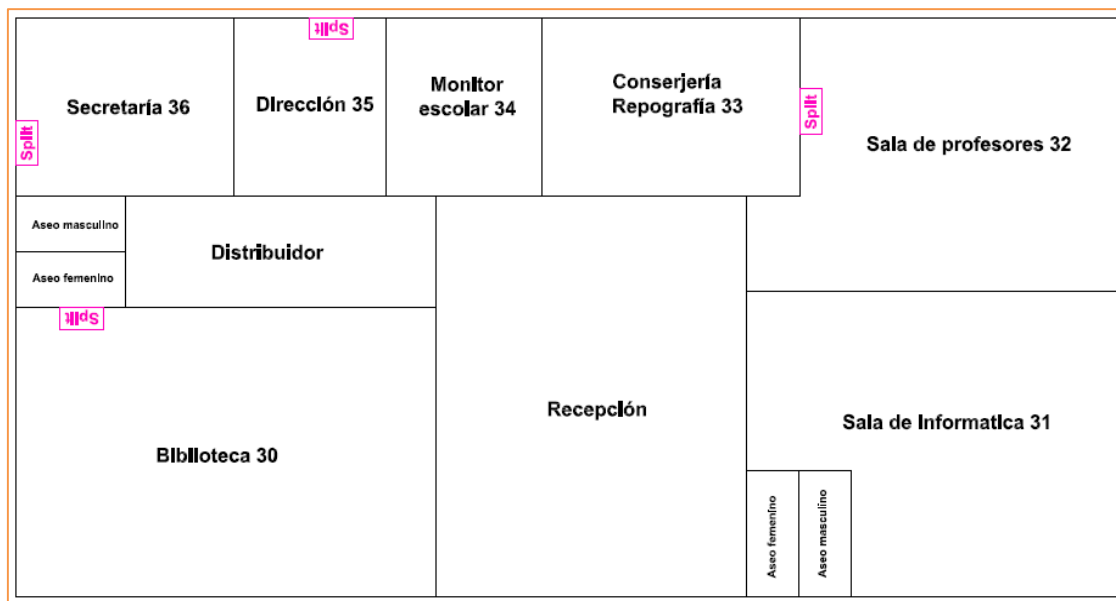


*Plano 1 Edificio Principal – Planta Baja*

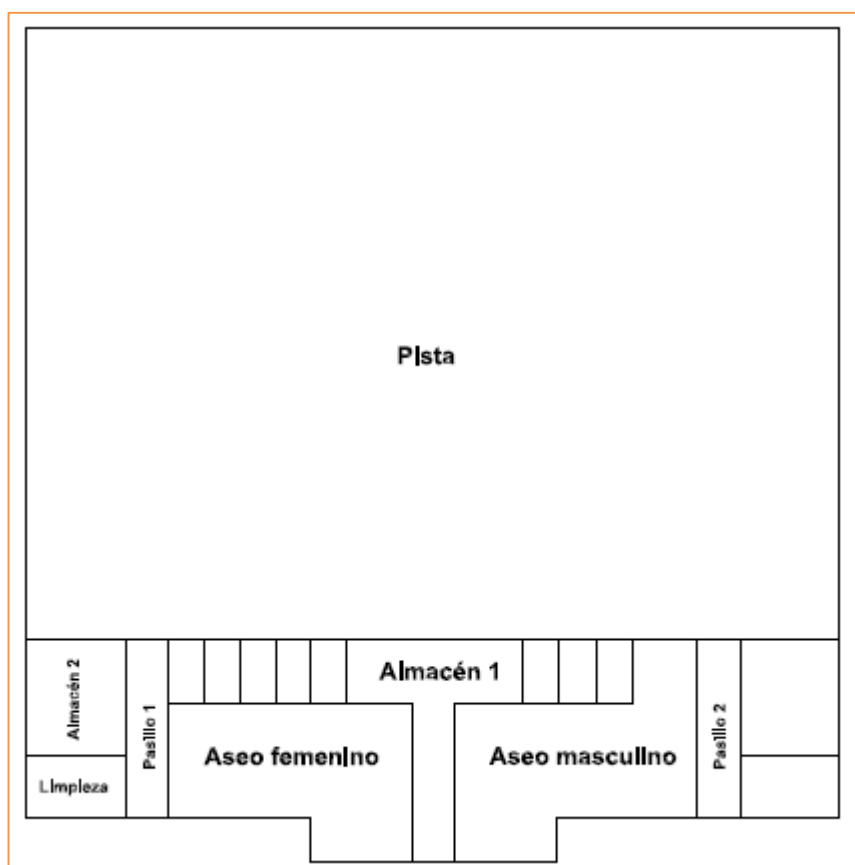


*Plano 2 Edificio Principal – Planta Primera*





*Plano 3 Edificio Administración*



*Plano 4 Gimnasio*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

### 1.3 Envolverte 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 centro educativo, según la ficha catastral, fue construido en 1975; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

Sin embargo en el año 2013 se reformó la cubierta del edificio principal y por tanto se tuvo que realizar bajo las Normas Básicas de la Edificación.

Las normas que regulaban la envolvente térmica y los cerramientos eran:

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

Los edificios en planta tienen forma rectangular, el acceso al edificio principal se encuentra a través de un porche que conecta los edificios principales y de administración. Todas las fachadas de los edificios están terminadas con un revestimiento de ladrillo caravista y las cubiertas de todo el centro educativo son inclinadas a dos aguas formadas por teja curva cerámica.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

#### 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 tipo pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

Adicionalmente, el centro consta de manera puntual con radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

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.

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio principal	0	Almacén 2	1,20	75	En servicio
Edificio Principal	0	Cocina	7,60	11	En servicio

*Tabla 7 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos – Almacén 2 y cocina*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

#### 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	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	FACHADA E1 (PATIO 1)	FACHADA OESTE	FACHADA SUR	FACHADA SUR
Zona de tratamiento	Aula 2. 3 años A	Aula 1. Matinal	Aula 3. 1ºA	Aula 4. 4 años B
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA
Modelo	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2014	2014	2014	2014
Potencia Frigorífica (kW)	5,12	5,12	5,12	5,12
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,60	1,60	1,60	1,60
EER	3,20	3,20	3,20	3,20
ESEER	6,10	6,10	6,10	6,10

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	1	2	3	4
Potencia Calorífica (kW)	5,27	5,27	5,27	5,27
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,46	1,46	1,46	1,46
COP	3,61	3,61	3,61	3,61
ES COP	3,80	3,80	3,80	3,80
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 8 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	FACHADA ESTE	FACHADA ESTE	FACHADA ESTE	FACHADA NORTE
Zona de tratamiento	Aula 5. 5 años C	Aula 6. 5 años B	Aula 7. 5 años A	Aula 8. 4 años A
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA
Modelo	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Año de instalación	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,60	1,60	1,60	1,60
EER	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>
ESEER	6,10	6,10	6,10	6,10
Potencia Calorífica (kW)	<b>5,27</b>	<b>5,27</b>	<b>5,27</b>	<b>5,27</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,46	1,46	1,46	1,46
COP	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>
ES COP	3,80	3,80	3,80	3,80


	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	5	6	7	8
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 9 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*



Nº generador	9	10	11	12
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	1	1
Ubicación equipo	FACHADA NORTE	FACHADA O2 (PATIO 2)	FACHADA S2 (PATIO 2)	FACHADA NORTE
Zona de tratamiento	Aula 9. 3 años B	Aula 38. Grupo 1 Infantil	Aula 24. Pedagogía Terapéutica	Aula 26. Usos Múltiples
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll
Marca	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	ORBEGOZO
Modelo	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-09-H4	ABR 242
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R407c</b>
Año de instalación	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>	<b>2,64</b>	<b>7,00</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,60	1,60	0,82	2,85
EER	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>3,22</b>	<b>2,46</b>
ESEER	6,10	6,10	5,60	6,10
Potencia Calorífica (kW)	<b>5,27</b>	<b>5,27</b>	<b>2,78</b>	<b>7,70</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,46	1,46	0,77	2,80
COP	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>2,75</b>
ES COP	3,80	3,80	3,80	3,80

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	9	10	11	12
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 10 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*


Nº generador	13	14	15	16
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	FACHADA NORTE	FACHADA OESTE	FACHADA NORTE	FACHADA SUR
Zona de tratamiento	Aula 26. UsosMúltiples	Aula 10. 1ºB	Aula 11. 2ºA	Aula 12. 2ºB
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	ORBEGOZO	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA
Modelo	ABR 242	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4
Refrigerante	<b>R407c</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Año de instalación	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>7,00</b>	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>	<b>5,12</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,85	1,60	1,60	1,60
EER	<b>2,46</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>
ESEER	6,10	6,10	6,10	6,10
Potencia Calorífica (kW)	<b>7,70</b>	<b>5,27</b>	<b>5,27</b>	<b>5,27</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,80	1,46	1,46	1,46
COP	<b>2,75</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>
ES COP	3,80	3,80	3,80	3,80

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	13	14	15	16
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 11 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*

Nº generador	21	22	23	24
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	FACHADA NORTE	FACHADA NORTE	FACHADA S3 (TERRAZA TRANSITABLE)	FACHADA E3 (TERRAZA TRANSITABLE)
Zona de tratamiento	Aula 17. 4ºC	Aula 18. 5ºC	Aula 19. 5ºC	Aula 20. 5ºC
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA
Modelo	MUPR-18-H4	MUPR-18-H4	MUPR-24-H4	MUPR-24-H4
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2014	2014	2014	2014
Potencia Frigorífica (kW)	5,12	5,12	6,45	6,45
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,60	1,60	2,01	2,01
EER	3,20	3,20	3,21	3,21
ESEER	6,10	6,10	6,10	6,10
Potencia Calorífica (kW)	5,27	5,27	7,33	7,33
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,46	1,46	2,45	2,45
COP	3,61	3,61	2,99	2,99


	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	21	22	23	24
ESCOP	3,80	3,80	3,80	3,80
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 12 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*

Nº generador	25	26	27	28
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	FACHADA N3 (TERRAZA TRANSITABLE)	FACHADA ESTE	FACHADA E2 (PATIO 2)	FACHADA N1 (PATIO 1)
Zona de tratamiento	Aula 21. 6ºC	Aula 22. 6ºB	Aula 23. 6ºA	Aula 37. 3ºB
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 Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA
Modelo	MUPR-24-H4	MUPR-24-H4	MUPR-18-H4	MUPR-24-H4
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Año de instalación	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>	<b>2014</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>6,45</b>	<b>6,45</b>	<b>5,12</b>	<b>6,45</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,01	2,01	1,60	2,01
EER	<b>3,21</b>	<b>3,21</b>	<b>3,20</b>	<b>3,21</b>
ESEER	6,10	6,10	6,10	5,90
Potencia Calorífica (kW)	<b>7,33</b>	<b>7,33</b>	<b>5,27</b>	<b>7,33</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,45	2,45	1,46	2,45
COP	<b>2,99</b>	<b>2,99</b>	<b>3,61</b>	<b>2,99</b>



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	25	26	27	28
ESCOP	3,80	3,80	3,80	3,80
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 13 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*

Nº generador	29	30	31	32
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Edificio Administración	Edificio Administración	Edificio Administración	Edificio Administración
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	FACHADA OESTE	FACHADA OESTE	FACHADA NORTE	FACHADA NORTE
Zona de tratamiento	Biblioteca	Secretaría	Dirección	Sala de Profesores
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 Inverter
Marca	GENERAL	GENERAL	GENERAL	FUJITSU
Modelo	AOG24UNBNL	AOH12USCC	AOH12USCC	AOYR18LCC
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	2014	2014	2014	2014
Potencia Frigorífica (kW)	6,80	3,25	3,25	5,29
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,40	1,35	1,35	1,72
EER	2,83	2,41	2,41	3,08
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	7,40	3,95	3,95	6,29
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,40	1,28	1,28	1,73
COP	3,08	3,09	3,09	3,64
ESCOP	-	-	-	-

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	29	30	31	32
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015	01/10/2015
Mes final calefacción	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014	01/05/2014
Mes inicio refrigeración	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015	16/06/2015
Mes final refrigeración	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015	30/09/2015
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00	09:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30	15:00-22:30
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

*Tabla 14 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*



*Imagen 5 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>183,88 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>171,21 kW</b>

*Tabla 15 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

#### **1.4.3 Unidades Terminales**

El centro consta de unidades interiores de tipo 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.

Al tratarse de sistemas de climatización partidos 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.

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	64,95	14,19	218,48
Aulas	1.476,52	169,69	114,93
<b>Total</b>	<b>1.541,47</b>	<b>183,88</b>	<b>119,29</b>

Tabla 16 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

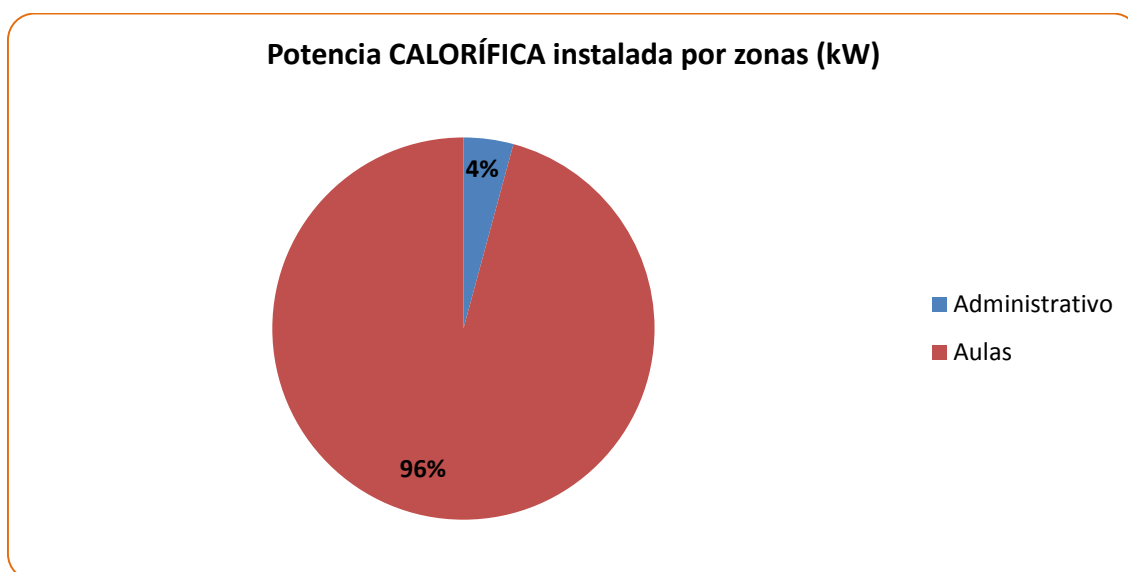


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

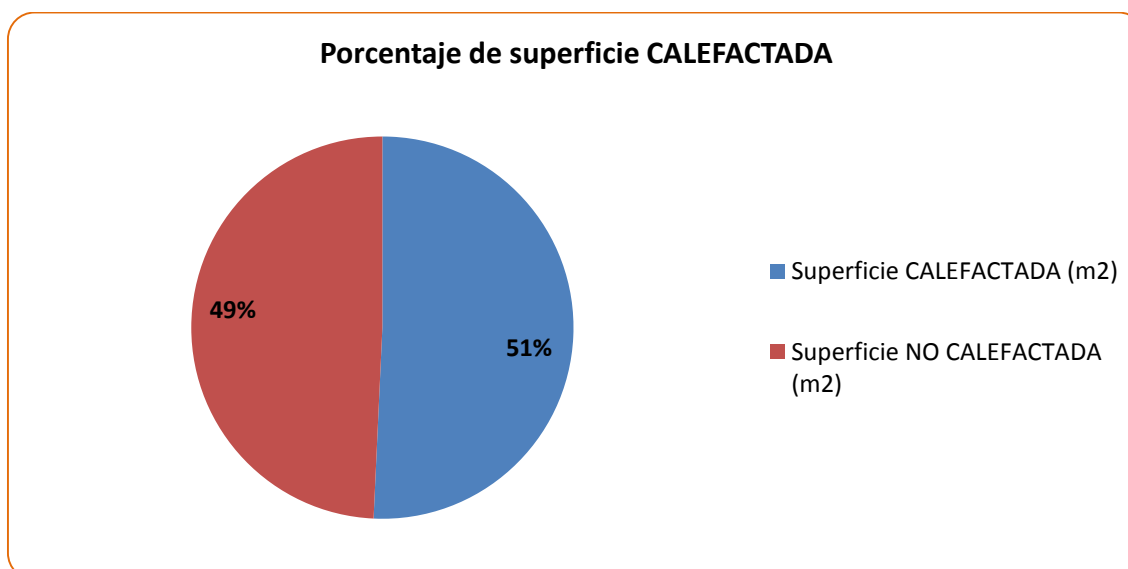


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	64,95	11,79	181,52
Aulas	1.476,52	159,42	107,97
<b>Total</b>	<b>1.541,47</b>	<b>171,21</b>	<b>111,07</b>

Tabla 17 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

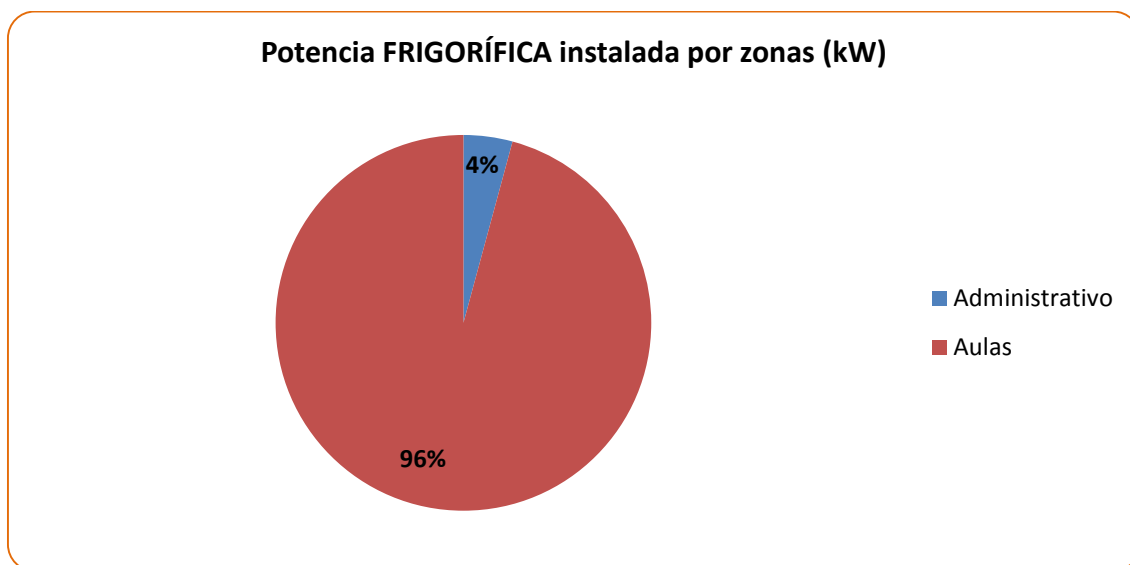


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

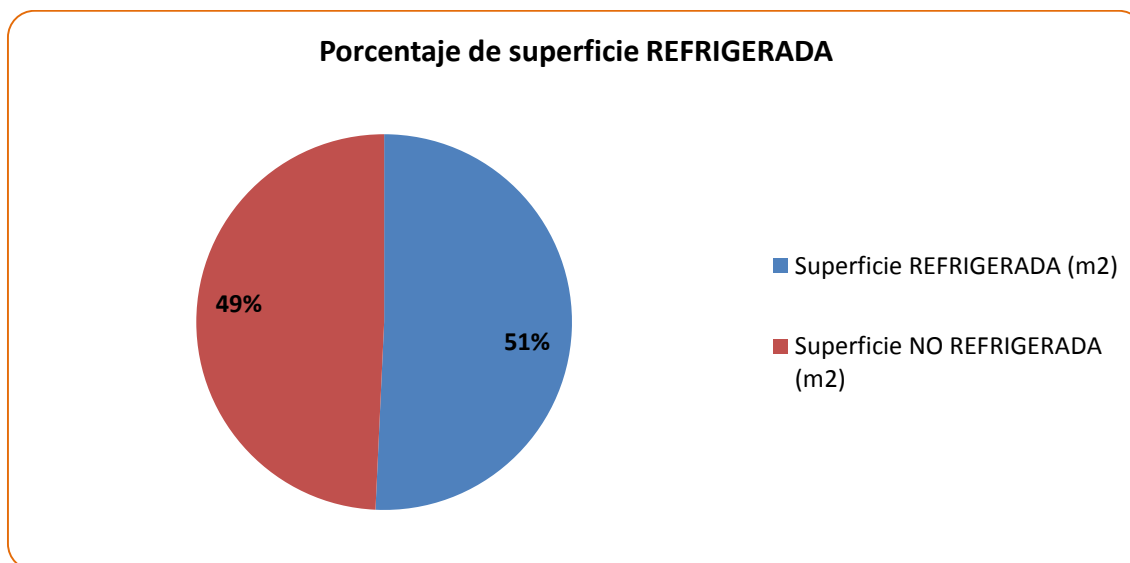


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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



### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 38,77 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

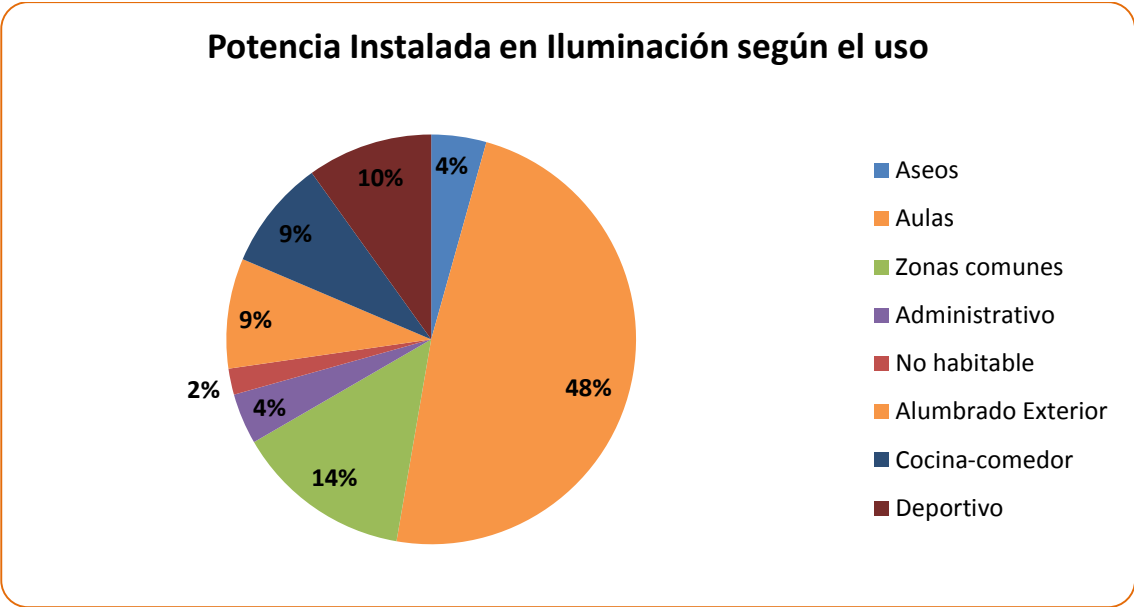


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

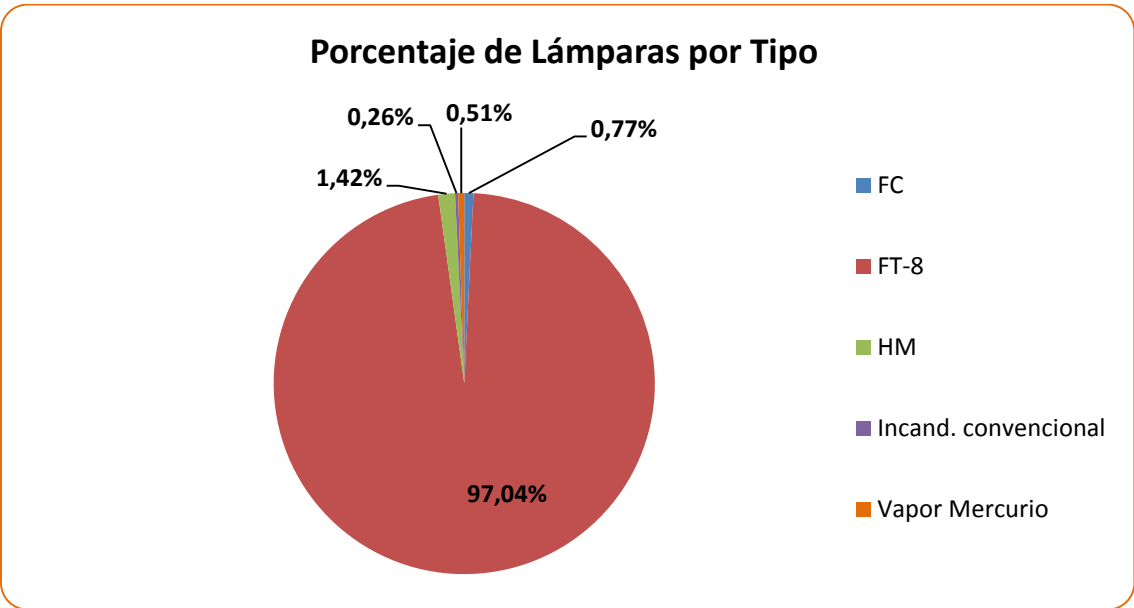


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

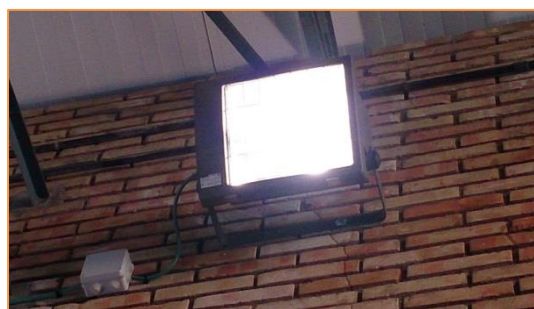
En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

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	370	31,56
FT-8	370	31,56
2	364	31,41
36	363	31,36
18	1	0,04
1	6	0,15
36	1	0,04
18	5	0,11
-	8	3,84
HM	8	3,84
1	8	3,84
400	8	3,84
<b>Total general</b>	<b>378</b>	<b>35,40</b>

*Tabla 18 Resumen de lámparas instaladas*

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



*Imagen 6 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)
EM	10	0,86
FT-8	10	0,86
2	10	0,86
36	10	0,86
-	15	2,51
HM	3	1,26
1	3	1,26
400	2	0,96
250	1	0,30
Vapor Mercurio	4	0,53
1	4	0,53
125	3	0,38
150	1	0,15
FC	6	0,60
1	6	0,60
100	6	0,60
Incand. convencional	2	0,12
1	2	0,12
60	2	0,12
<b>Total general</b>	<b>25</b>	<b>3,37</b>

Tabla 19 Resumen de iluminación exterior

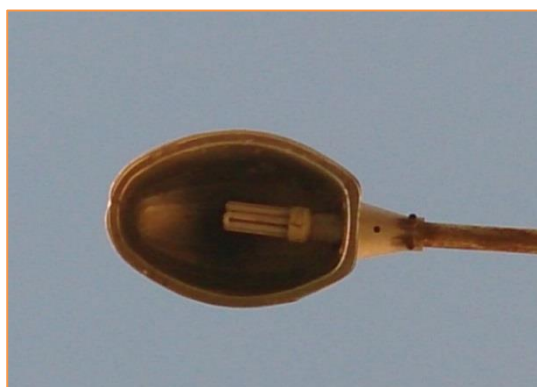


Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

### **1.5.3    Sistemas de control**

No existe ningún tipo de control de iluminación interior en el centro sin embargo, el alumbrado exterior perteneciente a los porches está programado para encenderse de 16:00 a 3:00.

### **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 16:00 a 3:00 horas todos los días lectivos del año.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</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>33</b>	<b>7,922</b>
DVD/CD	2	0,06
20	1	0,02
40	1	0,04
<b>Proyector</b>	<b>24</b>	<b>6,052</b>
233	18	4,194
350	1	0,35
312	4	1,248
260	1	0,26
<b>Video VHS</b>	<b>1</b>	<b>0,04</b>
40	1	0,04
<b>Pizarra Digital</b>	<b>3</b>	<b>1,12</b>
420	1	0,42
350	2	0,7
<b>Televisión Tubo</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
150	1	0,15
<b>Proyector diapositivas</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>
250	2	0,5
<b>Electrodoméstico</b>	<b>18</b>	<b>32,685</b>
<b>Lavavajillas</b>	<b>1</b>	<b>14,7</b>
14700	1	14,7
<b>Máquina de café</b>	<b>1</b>	<b>0,75</b>
750	1	0,75
<b>Mesa Caliente</b>	<b>1</b>	<b>3,5</b>
3500	1	3,5
<b>Microondas</b>	<b>4</b>	<b>3,1</b>
800	3	2,4
700	1	0,7
<b>Extractor</b>	<b>1</b>	<b>0,045</b>
45	1	0,045
<b>Nevera</b>	<b>1</b>	<b>0,22</b>
220	1	0,22
<b>Freidora</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Congeladores de Alcon</b>	<b>2</b>	<b>1,8</b>
900	2	1,8
<b>Lavadora</b>	<b>1</b>	<b>1,02</b>
1020	1	1,02
<b>Kettle / Caliente agua</b>	<b>2</b>	<b>3,6</b>
2000	1	2
1600	1	1,6
<b>Tostador</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Frigorífico</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
350	1	0,35
<b>Surtidor agua</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>
100	1	0,1
<b>Informático</b>	<b>68</b>	<b>20,16883</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>49</b>	<b>14,7</b>
300	49	14,7
<b>Plastificadora</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Scaner</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
150	1	0,15

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Fotocopiadora</b>	<b>2</b>	<b>1,575</b>
1300	1	1,3
275	1	0,275
<b>Fax</b>	<b>1</b>	<b>0,027</b>
27	1	0,027
<b>Ordenador portátil</b>	<b>6</b>	<b>0,9</b>
150	6	0,9
<b>Switch</b>	<b>2</b>	<b>0,01683</b>
3,53	1	0,00353
13,3	1	0,0133
<b>Impresora doméstica</b>	<b>3</b>	<b>1,2</b>
250	2	0,5
700	1	0,7
<b>Impresora oficina</b>	<b>2</b>	<b>1,05</b>
700	1	0,7
350	1	0,35
<b>Servidor</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>
250	1	0,25
<b>Otros</b>	<b>11</b>	<b>4,881</b>
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
150	1	0,15
<b>Plancha</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Cortafiambres S25 Iberica de Cortadoras</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>
200	1	0,2
<b>Matamosquitos</b>	<b>1</b>	<b>0,011</b>
11	1	0,011
<b>Máquina plastificar</b>	<b>2</b>	<b>0,52</b>
220	1	0,22
300	1	0,3
<b>Calefactor con Ventilador</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Clima Nueva Mecánico S.A. Tipo AC 563 Nº 5678 NUME</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
0	4	0
<b>Termo Eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>8,8</b>
<b>Termo Eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>8,8</b>
1,2	1	1,2
7,6	1	7,6
<b>Sonido</b>	<b>88</b>	<b>6,943</b>
<b>Altavoz</b>	<b>73</b>	<b>4,47</b>
20	18	0,36
50	50	2,5
800	1	0,8
700	1	0,7
55	2	0,11
<b>Megafonía</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
50	1	0,05
<b>Minicadena música</b>	<b>4</b>	<b>0,385</b>
120	1	0,12
100	1	0,1
70	1	0,07
95	1	0,095
<b>Radio-CD</b>	<b>6</b>	<b>0,088</b>
15	5	0,075
13	1	0,013
<b>Amplificador</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>
500	1	0,5
<b>Mesa mezcla</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
50	1	0,05
<b>Altavoz Autoamplificado</b>	<b>2</b>	<b>1,4</b>
700	2	1,4
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>5</b>	<b>9,5</b>
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>5</b>	<b>9,5</b>
1500	1	1,5
2000	4	8
<b>Producción de frío y calor</b>	<b>32</b>	<b>58,45</b>
<b>Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1</b>	<b>32</b>	<b>58,45</b>
1,6	19	30,4
0,82	1	0,82
2,85	2	5,7
2,45	6	14,7
2,4	1	2,4
1,35	2	2,7
1,73	1	1,73
<b>Total general</b>	<b>257</b>	<b>292,09966</b>

Tabla 20 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.

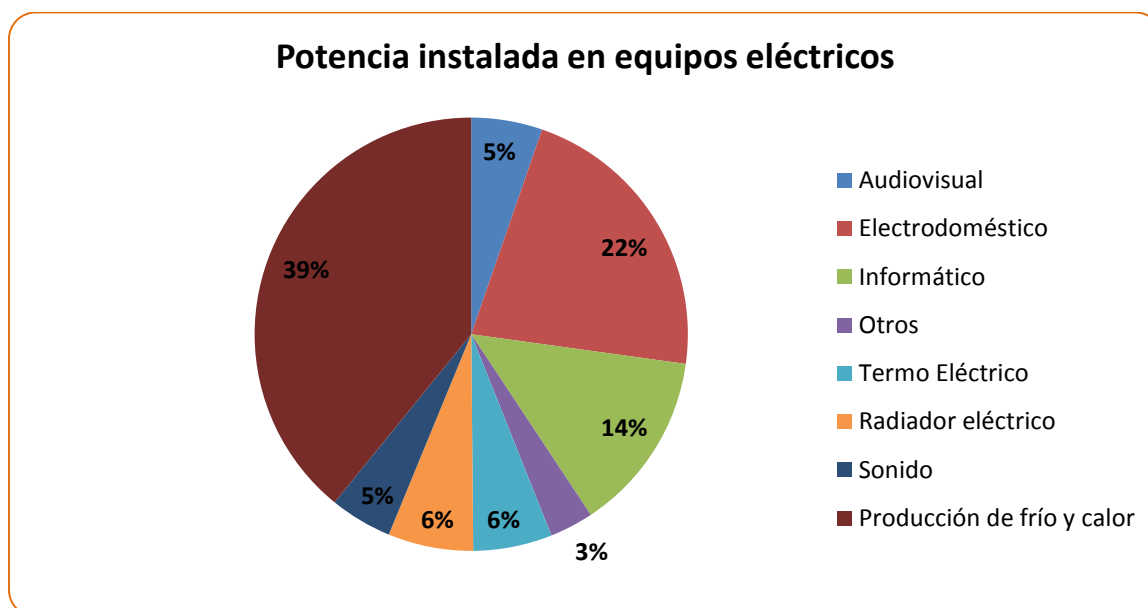


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos



### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

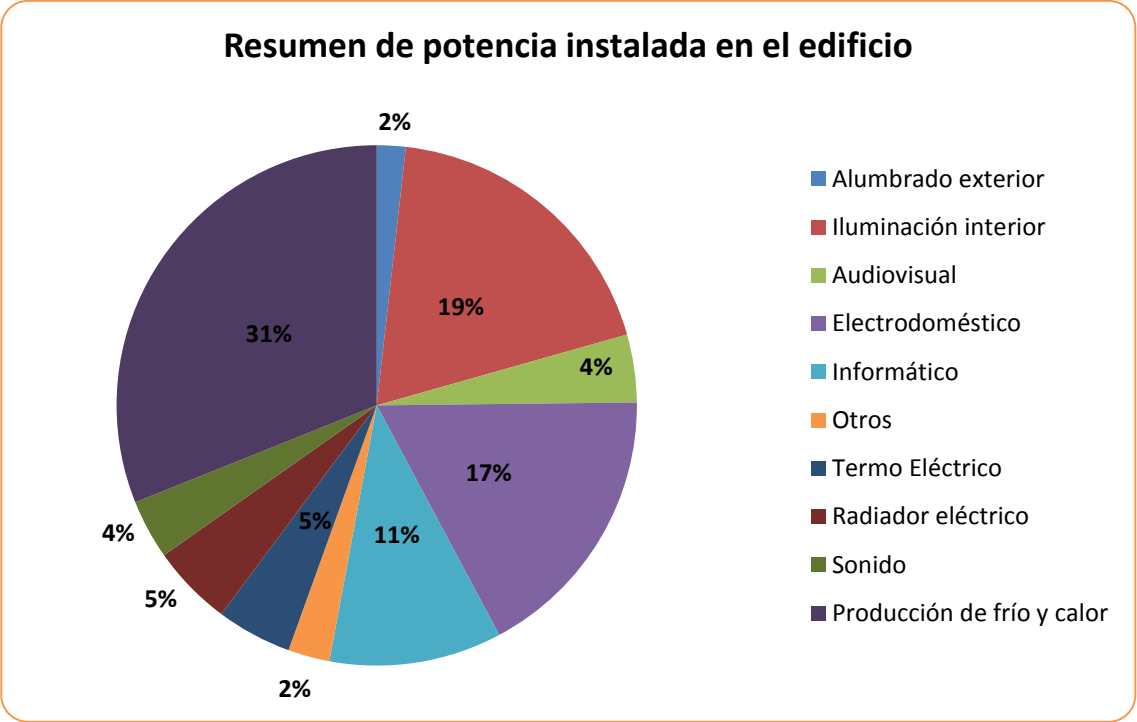


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</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>	ES0031103471214002ND0F	<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>	23,01	23,01	23,01
<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 del 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
07/01/2014	05/02/2014	846	6.980	854	25 /74 /8	0,00	1.431,44
05/02/2014	04/03/2014	501	4.489	1.337	9 /63 /60	0,00	1.177,28
04/03/2014	04/04/2014	1.254	5.509	860	43 /46 /6	0,00	1.384,61
04/04/2014	07/05/2014	2.006	2.868	914	41 /41 /5	0,00	1.176,59
07/05/2014	05/06/2014	2.350	3.082	783	44 /42 /5	0,00	1.217,39
05/06/2014	07/07/2014	1.701	2.353	873	37,3 /39,93 /5,59	0,00	1.020,10
07/07/2014	04/08/2014	507	989	688	37,37 /39,93 /5,59	0,00	624,30
04/08/2014	04/09/2014	686	1.333	715	37 /39 /5	0,00	722,48
04/09/2014	03/10/2014	2.232	2.940	818	42 /40 /7	0,00	1.166,27
03/10/2014	06/11/2014	1.867	4.517	993	42 /43 /9	0,00	1.404,26
06/11/2014	04/12/2014	780	5.587	816	36 /50 /9	0,00	1.240,50
04/12/2014	08/01/2015	790	4.552	955	33 /68 /9	0,00	1.343,15

Tabla 21 Facturación eléctrica

A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva.

	P1	P2	P3
<b>Potencia contratada (kW)</b>	23,01	23,01	23,01
<b>Potencia registrada (kW)</b>	44	74	60

Tabla 22 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 inferior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

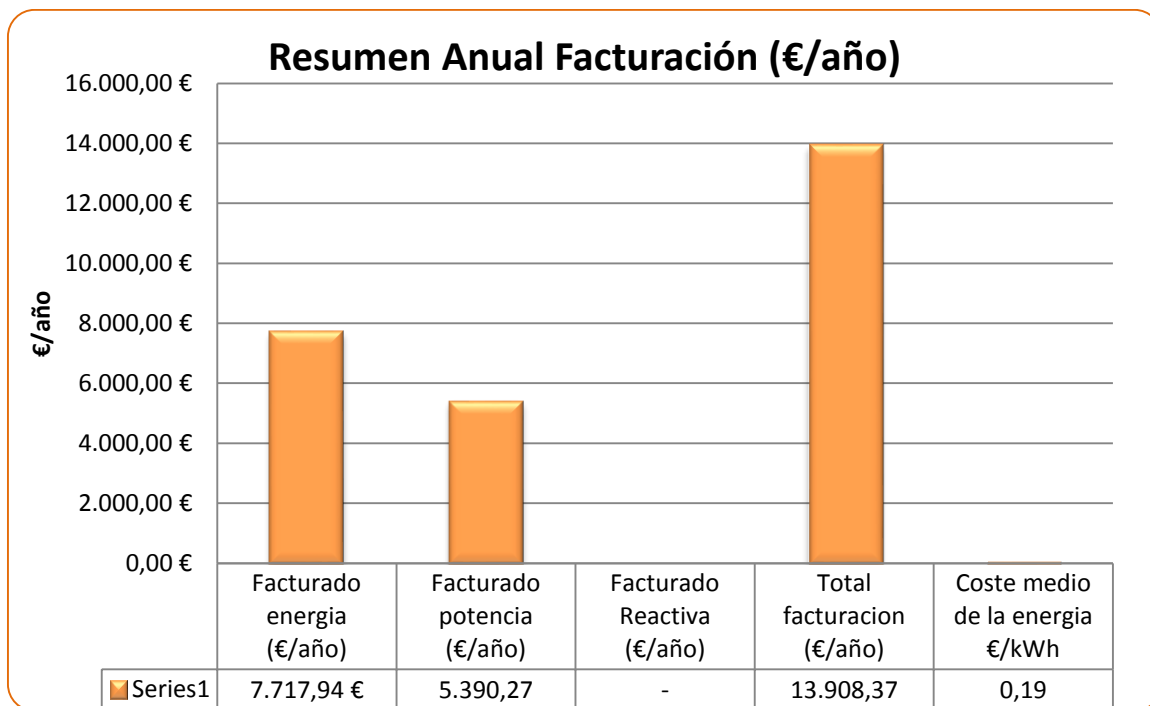


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

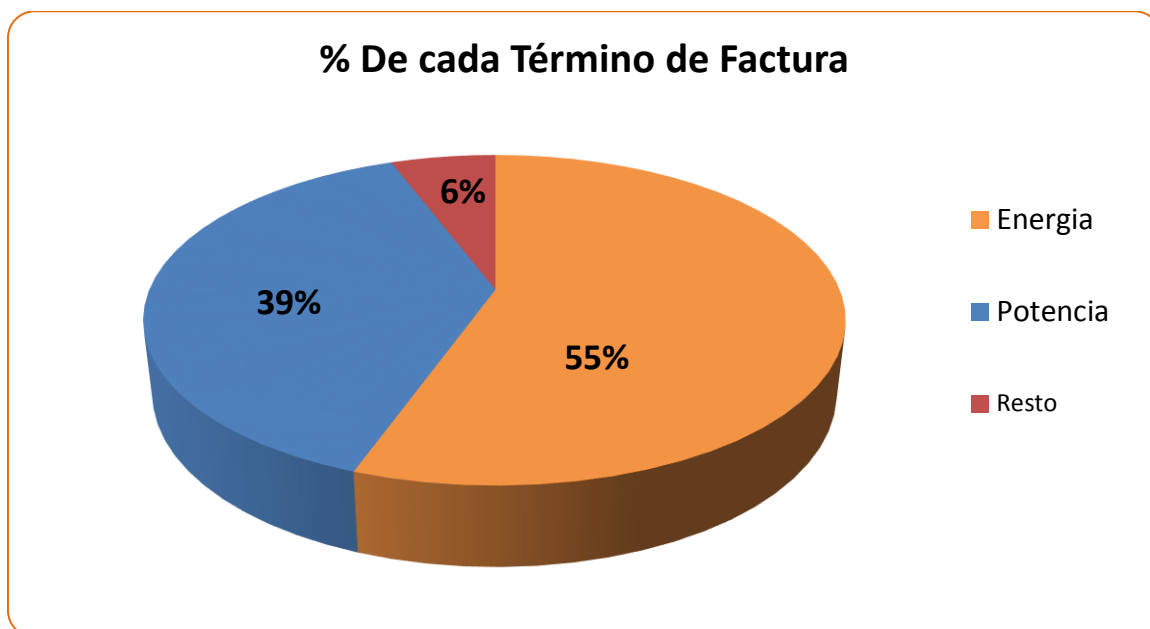


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

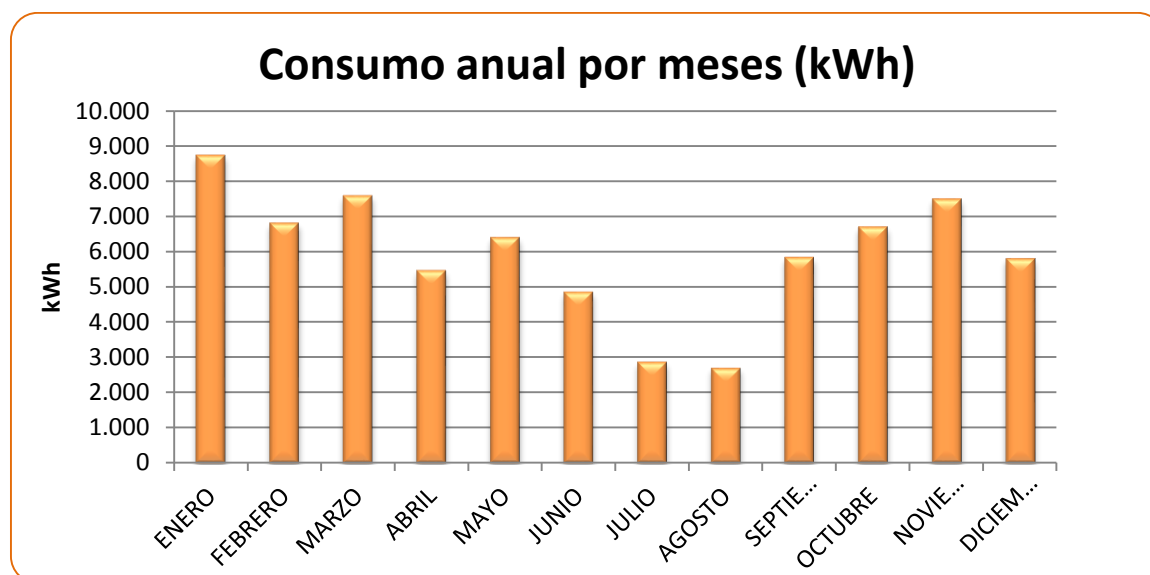


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

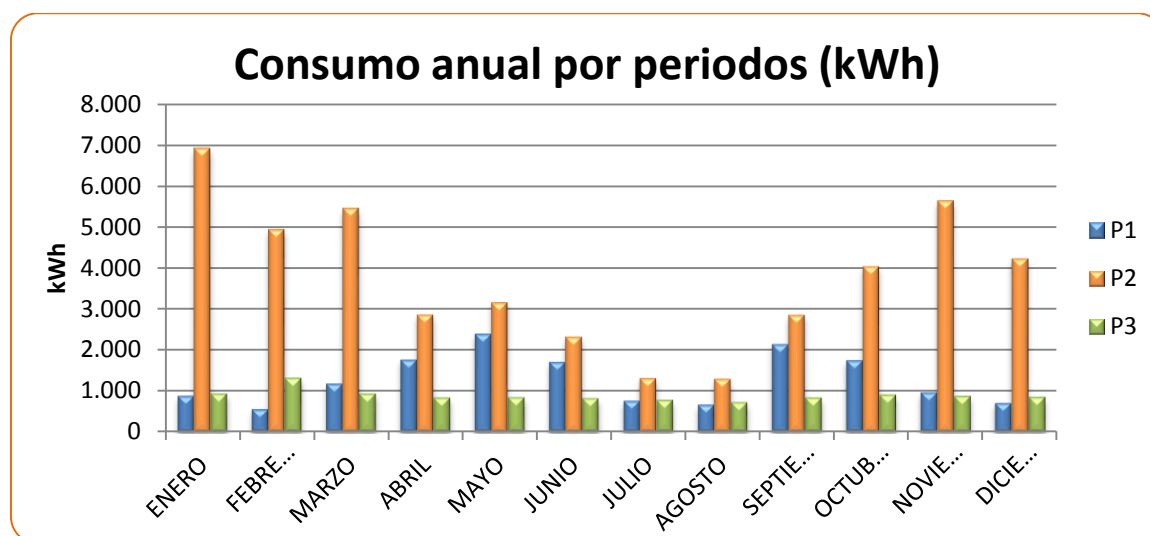


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	71.325
Total Facturación (€)	13.908,37
Media mensual de consumo (kWh/mes)	5.944
Media mensual de coste (€/mes)	1.159,03
Coste medio energía (€/kWh)	0,195

Tabla 23 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</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)	71.325	-	71.325
Coste (€/año)	13.908,37	-	13.908,37

Tabla 24 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	650
Superficie total (m²)	3.038,37
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	35,40
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	3,37
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	149,35
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	188,12

Tabla 25 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	71.325
€/kWh	0,19
kWh/m² Total	23,47
€/m² Total	4,58
kWh/persona uso	109,73
€/persona uso	21,40
Ton CO <sub>2</sub> /año	28,46
Kg CO <sub>2</sub> /m²	9,37
Pot. Iluminación en W/m²	11,65

Tabla 26 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

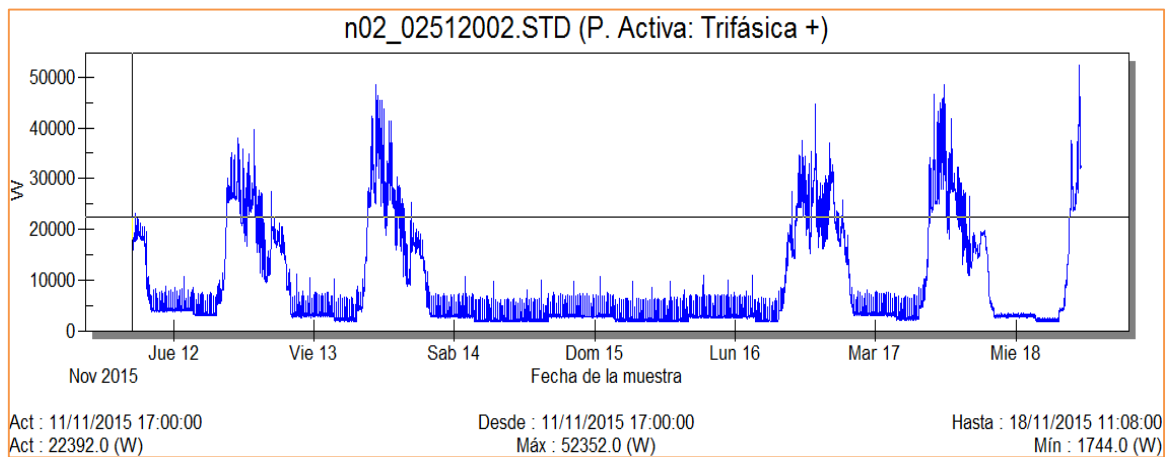


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 11/11/2015 al 18/11/2015

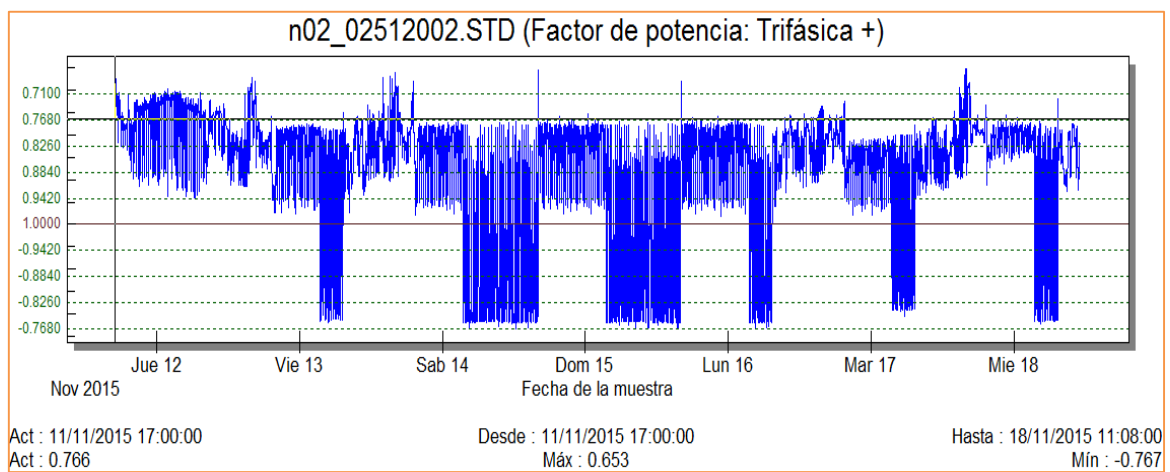


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

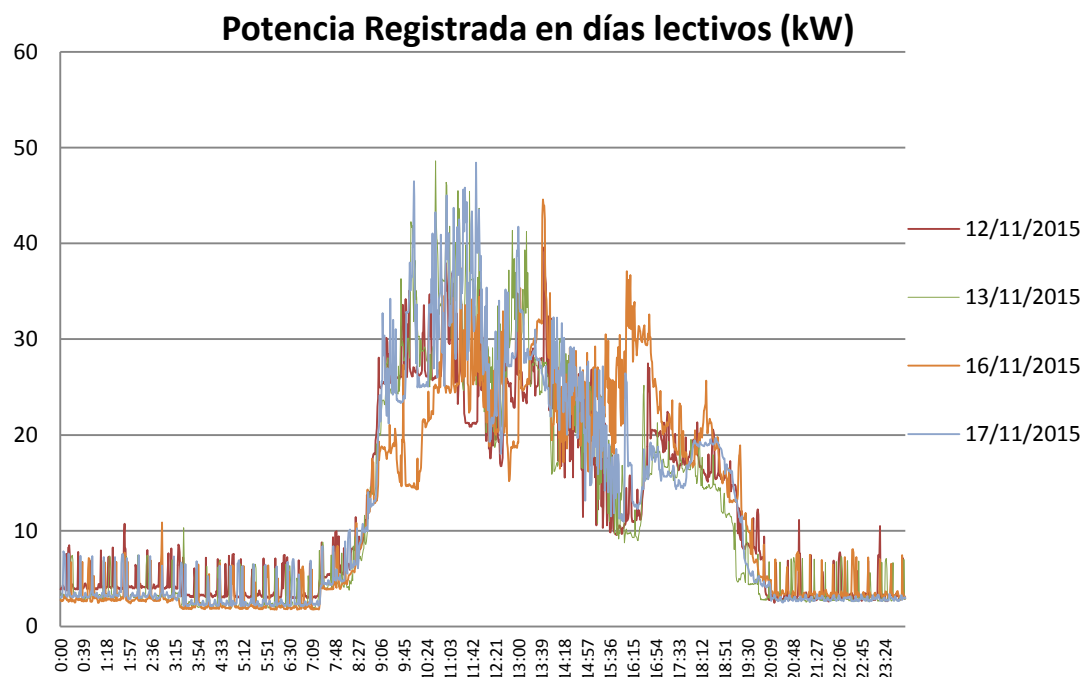


Gráfico 16 Potencia registrada en días lectivos (kW)

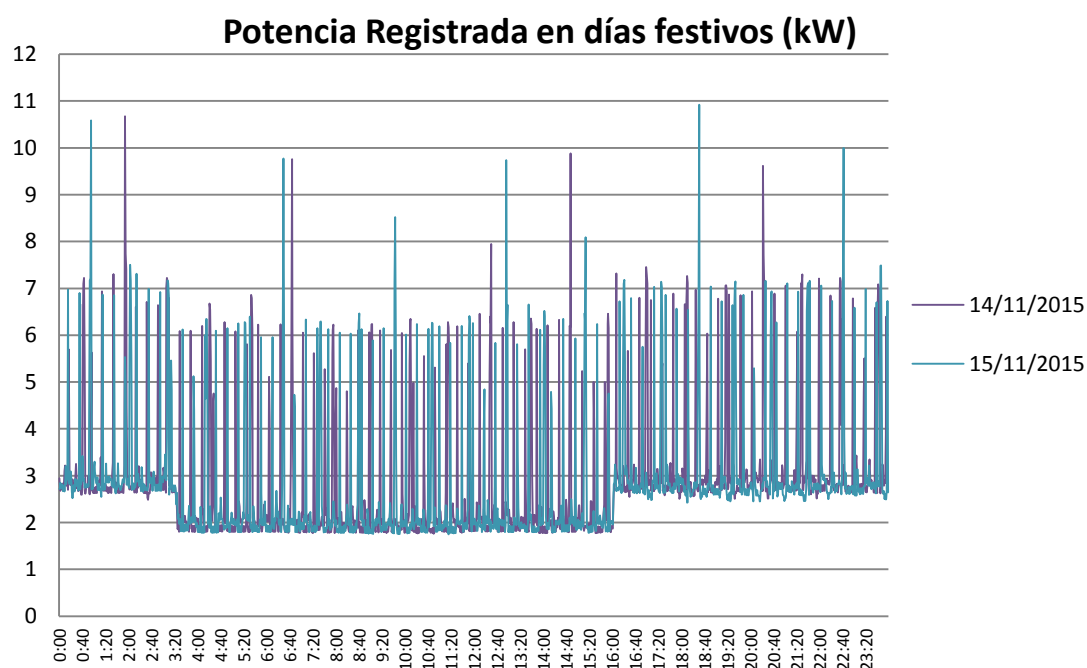


Gráfico 17 Potencia registrada en días FESTIVOS (kW)

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 1,8 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

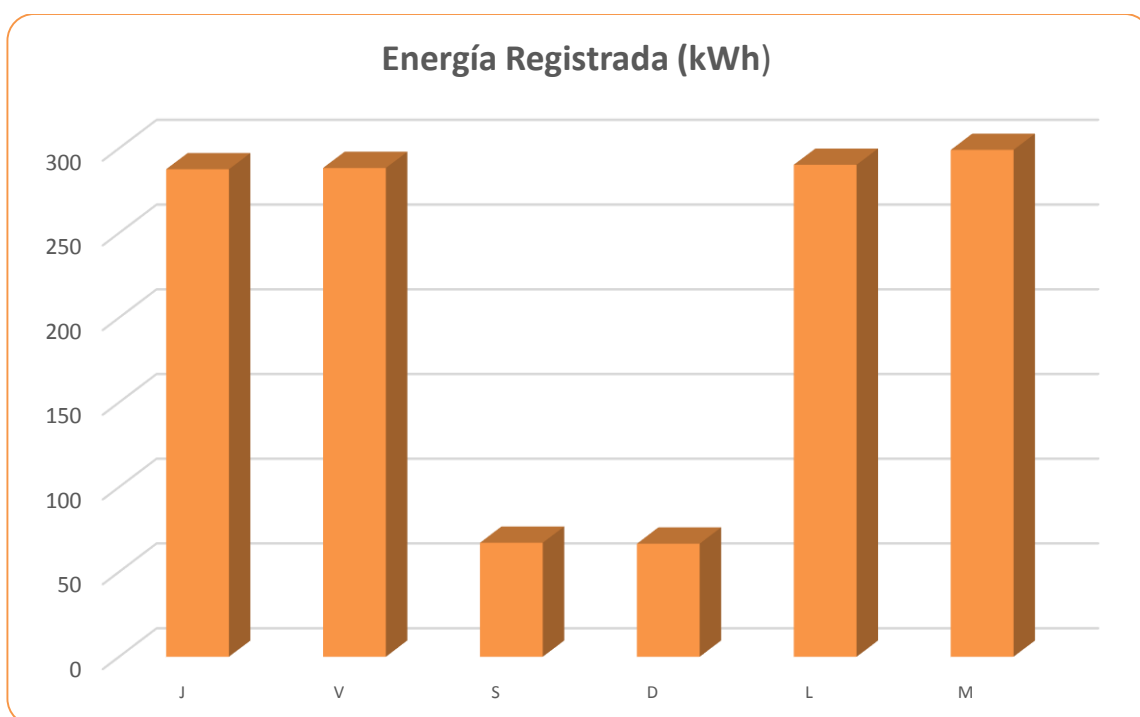
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 48,62 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 8:00 y 20:00.

Durante los días lectivos también se observa que desde las 16:00 hasta las 3:00 se hace uso de la iluminación exterior de los porches.

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 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días lectivos es de 291,33 kWh y durante los días festivos de 66,87 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 6.719,79 kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en noviembre de 2014 de un 10,38% 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.

#### - Recepción, conserjería y monitor escolar

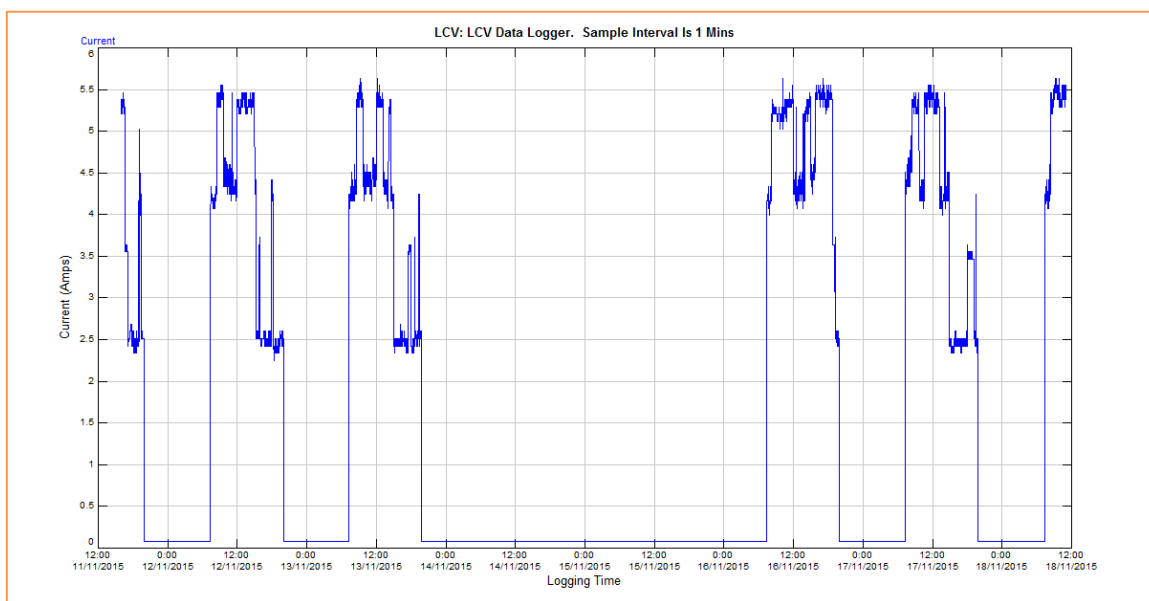


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en recepción, conserjería y monitor escolar.

#### - Aulas 1,2,3 y 9

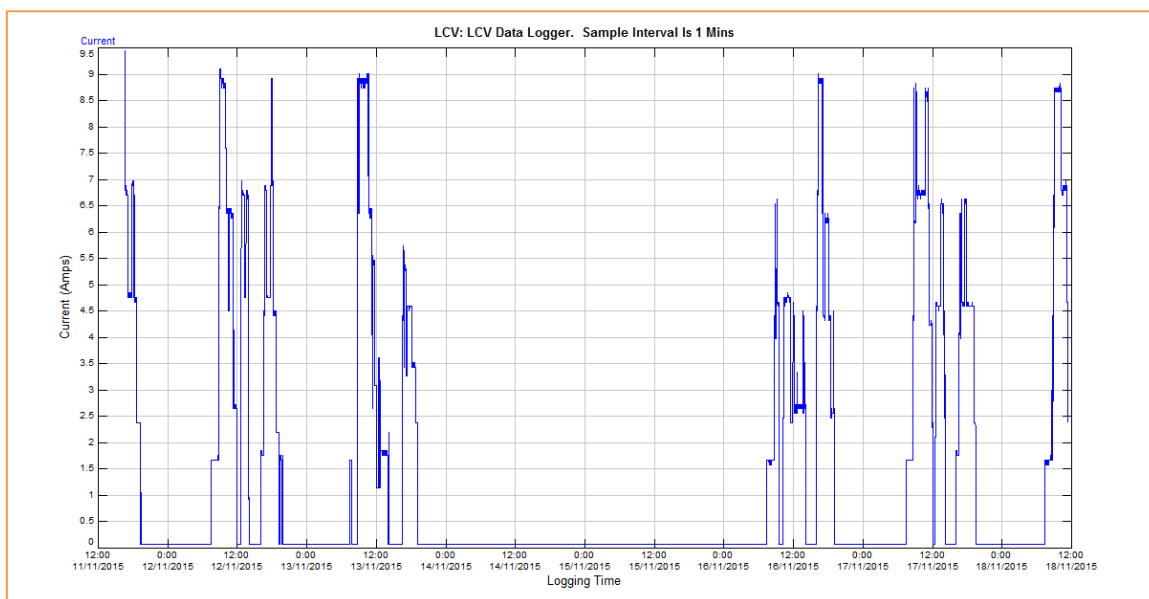
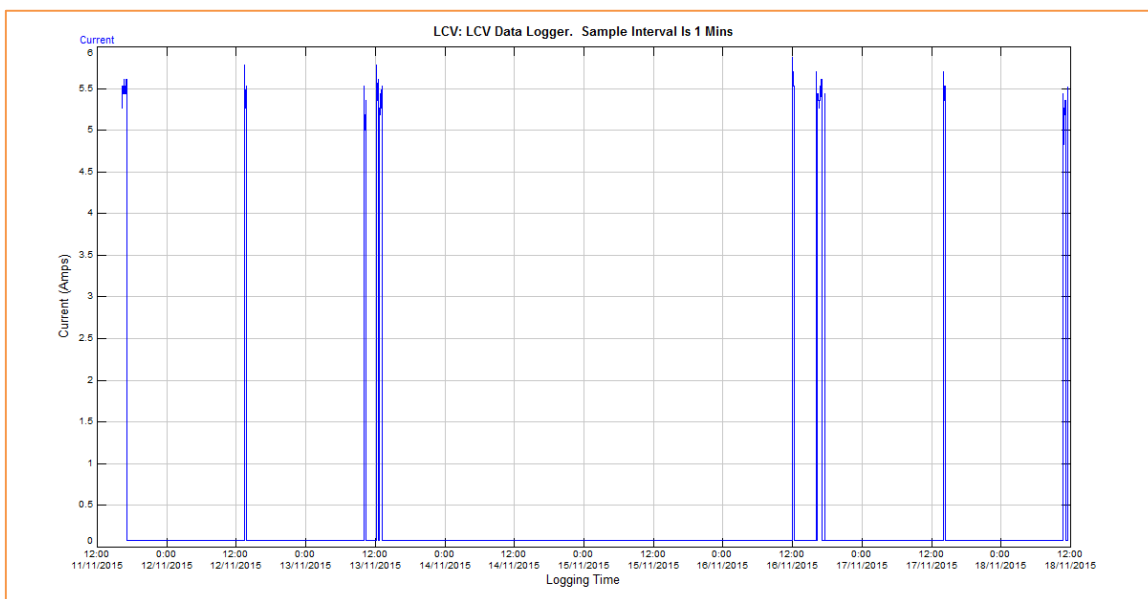


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en aulas 1,2,3 y 9

- **Sala informática**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en sala de informática.*

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

- Recepción, conserjería y monitor escolar: 8h
- Aulas 1,2,3 y 9: 3h
- Sala de informática: 1h

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</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	Ubicación	Potencia (W)	Área ( $m^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio principal	Aula 2. 3 años A	518,4	51,83	332	300	3,01
Edificio principal	Aseo 2	21,6	2,88	667	150	1,12
Edificio principal	Aula 1. Matinal	518,4	38,30	583	300	2,32
Edificio principal	Recepción	259,2	19,80	545	300	2,40
Edificio principal	Distribuidor P0	777,6	109,20	355	200	2,01
Edificio principal	Pasillo P0	1036,8	142,50	354	200	2,06
Edificio principal	Aula 3. 1ªA	691,2	50,40	456	300	3,01
Edificio principal	Aseo Chicos	86,4	8,75	760	150	1,30
Edificio principal	Aula 4. 4 años B	691,2	48,14	531	300	2,70
Edificio principal	Aula 5. 5 años C	691,2	50,40	502	300	2,73
Edificio principal	Aula 6. 5 años B	691,2	51,66	554	300	2,42
Edificio principal	Aula 7. 5 años A	691,2	50,63	518	300	2,64
Edificio principal	Aseo Chicas	86,4	8,64	854	150	1,17
Edificio principal	Aula 8. 4 años A	691,2	48,97	523	300	2,70
Edificio principal	Aula 9. 3 años B	691,2	52,08	530	300	2,50
Edificio principal	Distribuidor P1	1.123,2	162,84	379	200	1,82
Edificio principal	Aula 37. 3ªB	691,2	55,46	493	300	2,53
Edificio principal	Aula 10. 1ªB	691,2	49,80	418	300	3,32
Edificio principal	Aula 11. 2ªA	691,2	49,88	504	300	2,75
Edificio principal	Aula 12. 2ªB	518,4	46,40	600	300	1,86
Edificio principal	Aula 13. 3ªA	518,4	49,20	590	300	1,79
Edificio principal	Aula 14. 4ªA	691,2	49,20	598	300	2,35
Edificio principal	Pasillo 1	518,4	65,00	438	200	1,82
Edificio principal	Aseo Chicos	172,8	8,75	492	150	4,01
Edificio principal	Aseo Chicas	86,4	8,64	605	150	1,65

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

Edificio	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio Administración	Distribuidor	259,2	17,50	325	200	4,56
Edificio Administración	Aseo Femenino	86,4	3,00	564	150	5,11
Edificio Administración	Aseo Masculino	86,4	3,00	556	150	5,18
Edificio Administración	Secretaría	345,6	15,51	360	300	6,20
Edificio Administración	Dirección	172,8	12,21	315	300	4,49
Edificio Administración	Aseo Chicas	86,4	8,64	510	150	1,96
Edificio Administración	Aseo Chicos	86,4	8,75	628	150	1,57
Edificio Administración	Pasillo 1	43,2	65,00	240	200	0,28
Gimnasio	Pista	2.880	303,00	465	200	2,04
Gimnasio	Aseo-Chicas	172,8	21,90	444	150	1,78
Gimnasio	Aseo-Chicos	172,8	21,90	384	150	2,05

*Tabla 27 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

Se observa que los valores medidos de iluminancia son están por encima de los recomendados e todas las estancias medidas, sin embargo, el valor de eficiencia energética sólo sobrepasa el valor máximo indicado por la norma en varias de las estancias del edificio de administración.

### 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 28 Condiciones interiores exigidas por el RITE

### REGISTRO INVIERNO

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

#### - Dirección

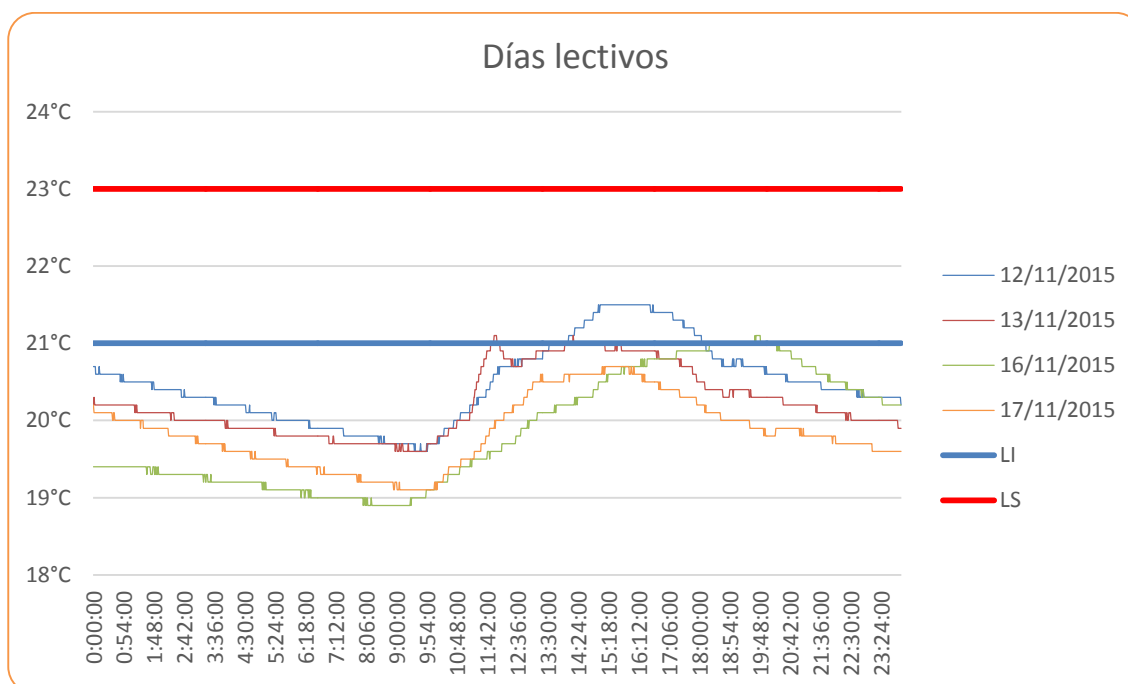


Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

### Festivos y fines de semana

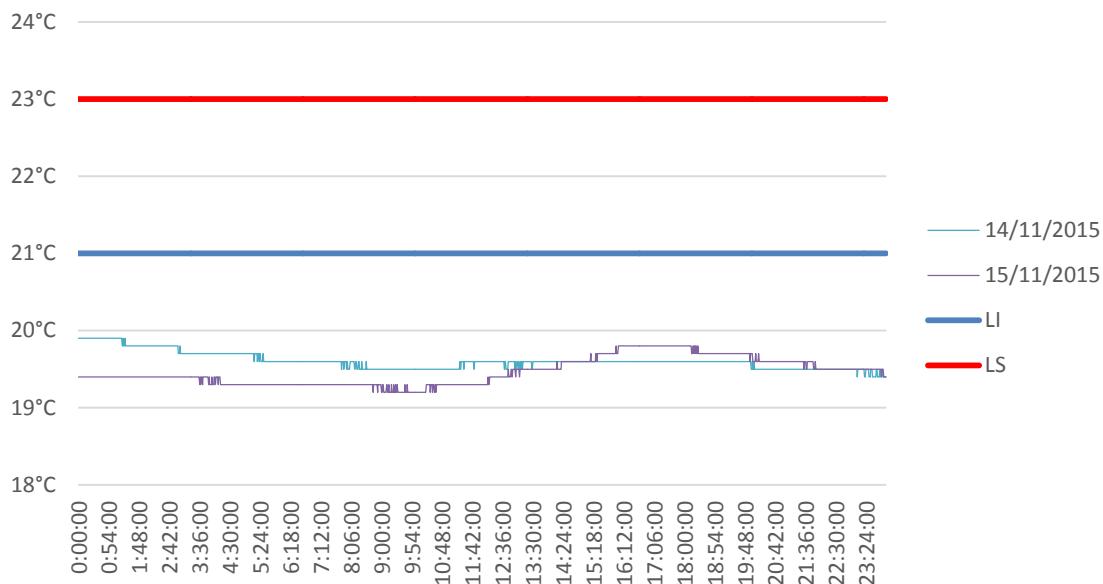


Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

### Días lectivos

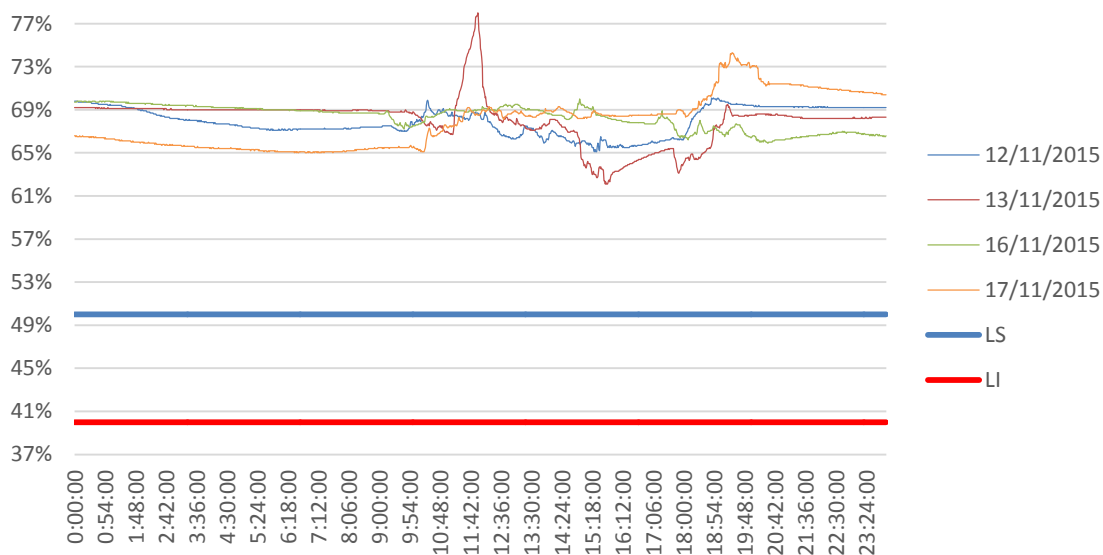
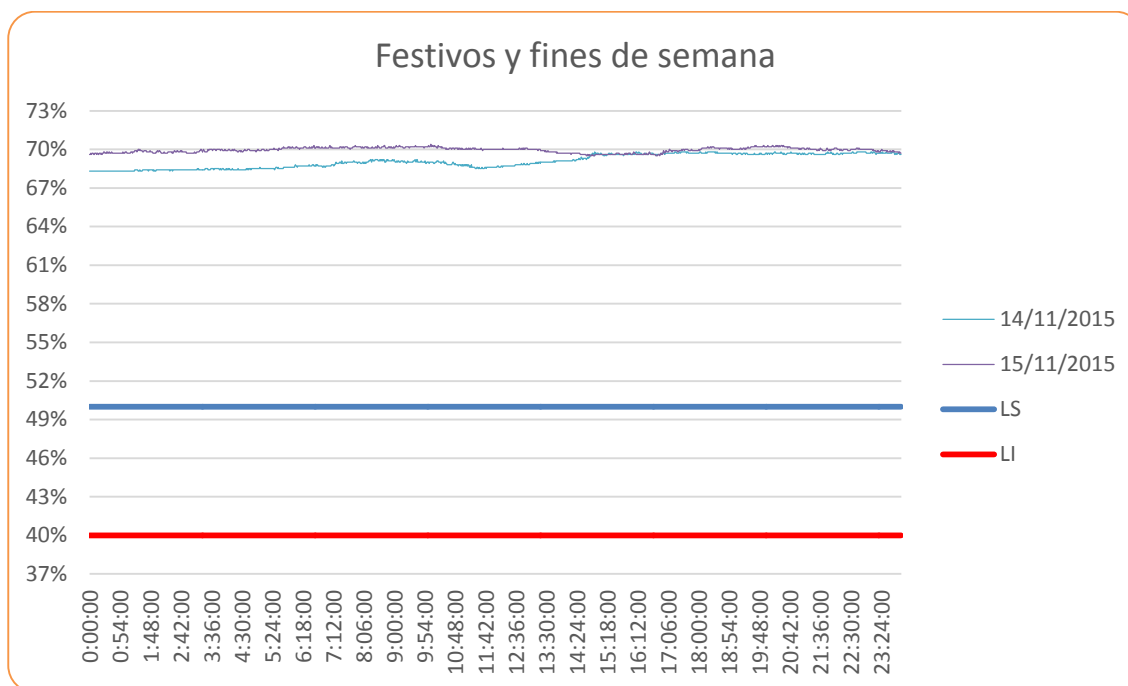


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



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

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo pared.

La producción de calor para calefacción se inicia a las 09:30 hasta las 16:00 de lunes a viernes aproximadamente. Durante el periodo registrado se aprecia que los fines de semana el sistema de calefacción permanece desactivado.

A primera hora de la mañana, cuando se activa el sistema, la temperatura es de unos 19,5 °C y aumenta hasta el fin de la jornada lectiva hasta los 21 °C. A partir de las 16:00, cuando cesa la jornada, se observa como el sistema se desactiva descendiendo la temperatura hasta los 19,5 °C.

La aportación térmica es insuficiente, solo en casos puntuales está por encima del límite inferior que marca el reglamento (21 °C), en líneas generales está por debajo.

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, superándose de forma puntual los 21°C, de manera que podría regularse mediante la instalación de elementos de control por zonas o emisores
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 9:30 hasta las 16:00 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 se han obtenido las siguientes calificaciones:

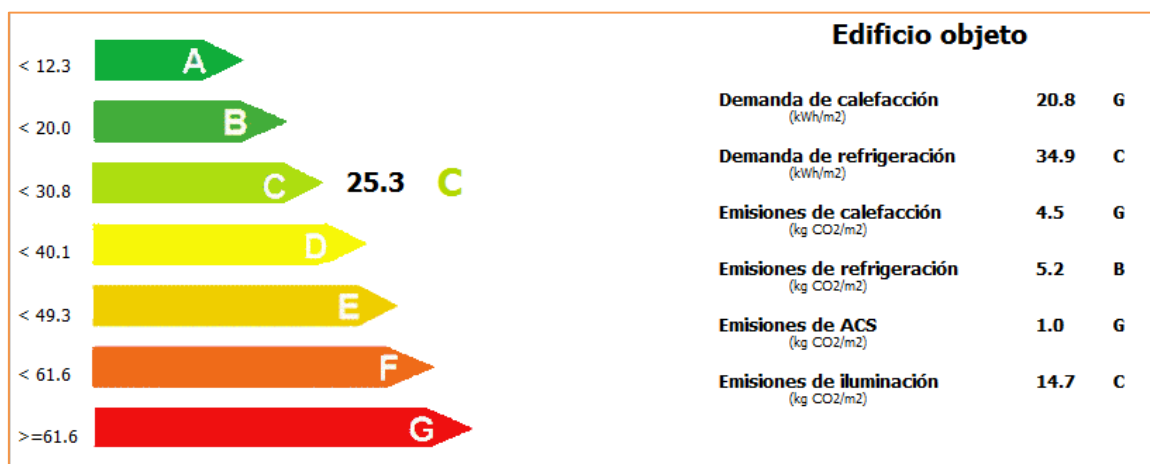


Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético – Edificio Principal

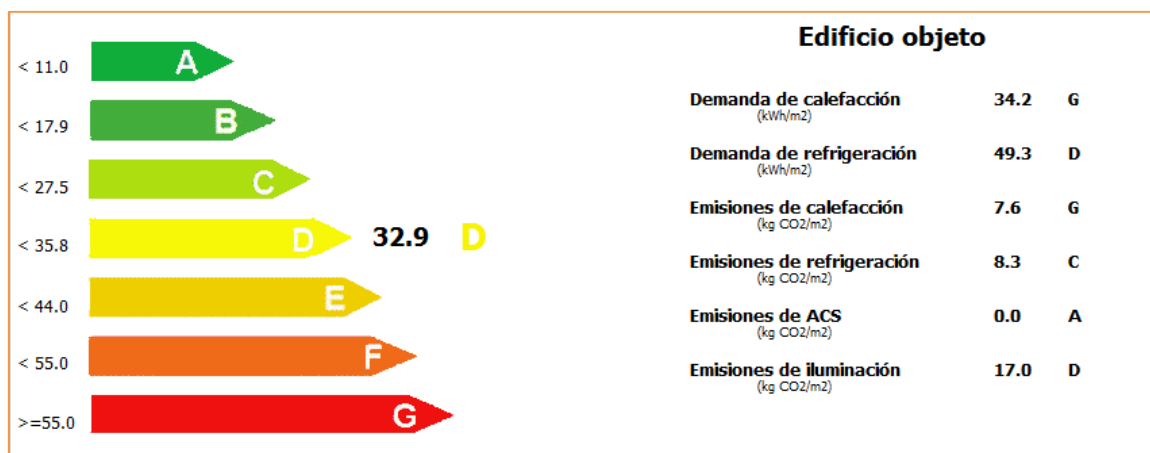


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético – Edificio Administración



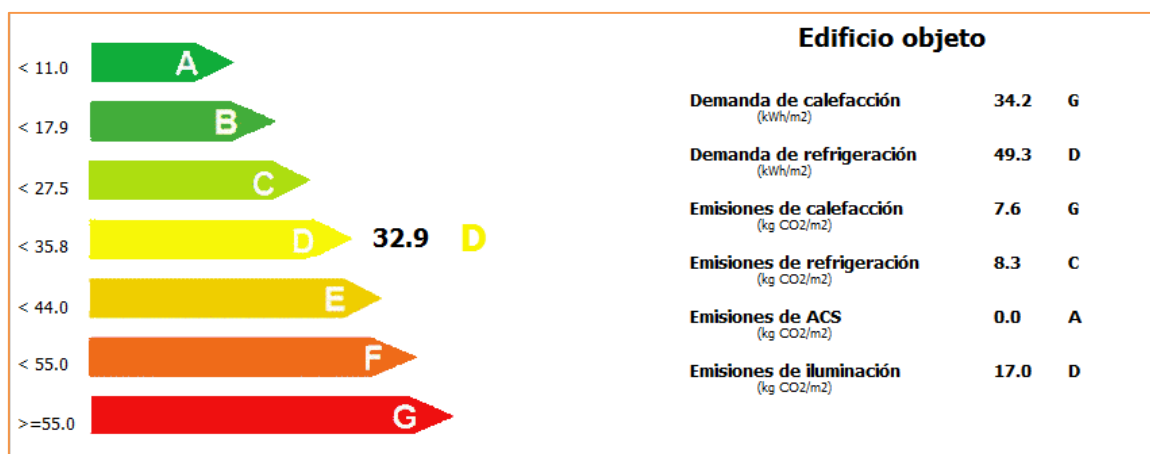


Imagen 10 Etiqueta Certificado Energético – Edificio Administración

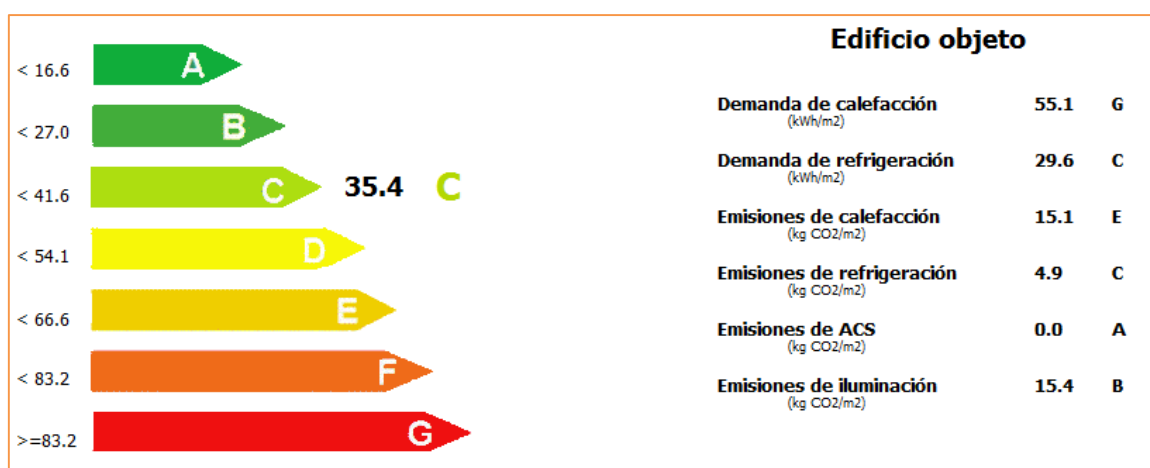


Imagen 11 Etiqueta Certificado Energético – Gimnasio

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de las certificaciones energéticas de los edificios.

#### 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:

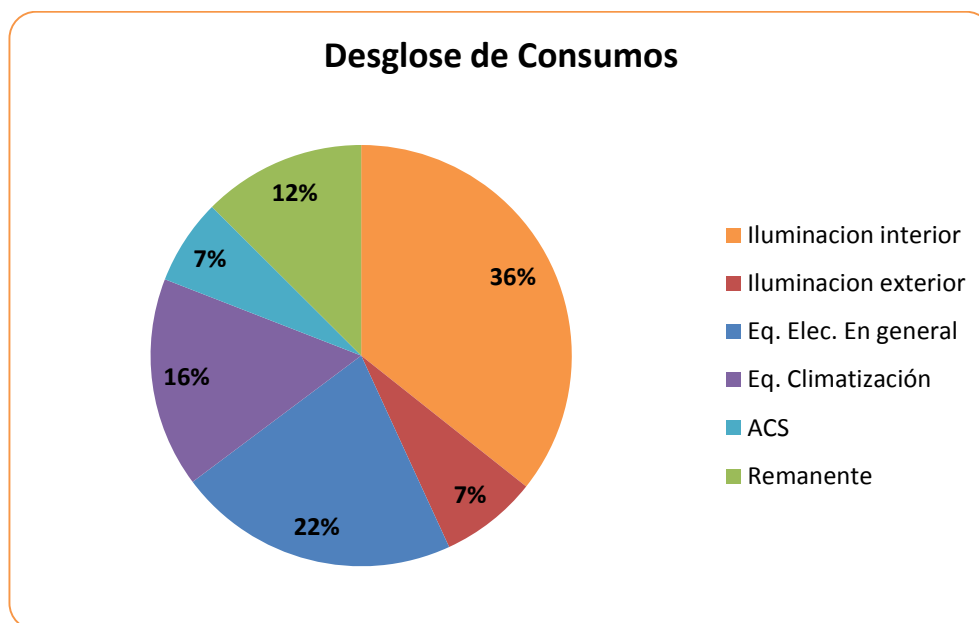


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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 2%.

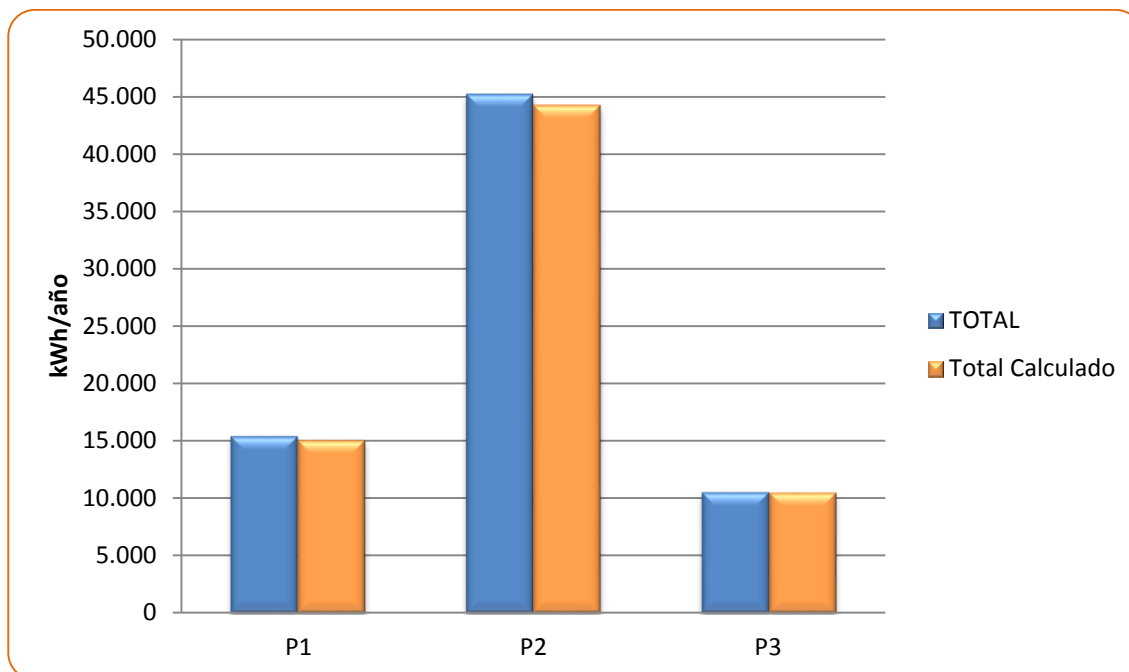


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

#### 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</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 12 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. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</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	24,94%	71,46%	3,60%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,23387
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			
13.322	54,19%	18,68%	1.629,82 €	215,82 €	1.845,64 €	22.190,66 €	12,02	5,32

### 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. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>		<b>1306</b>
			<b>31</b>
			<b>Rev.06</b>

## 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 encima 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 máxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

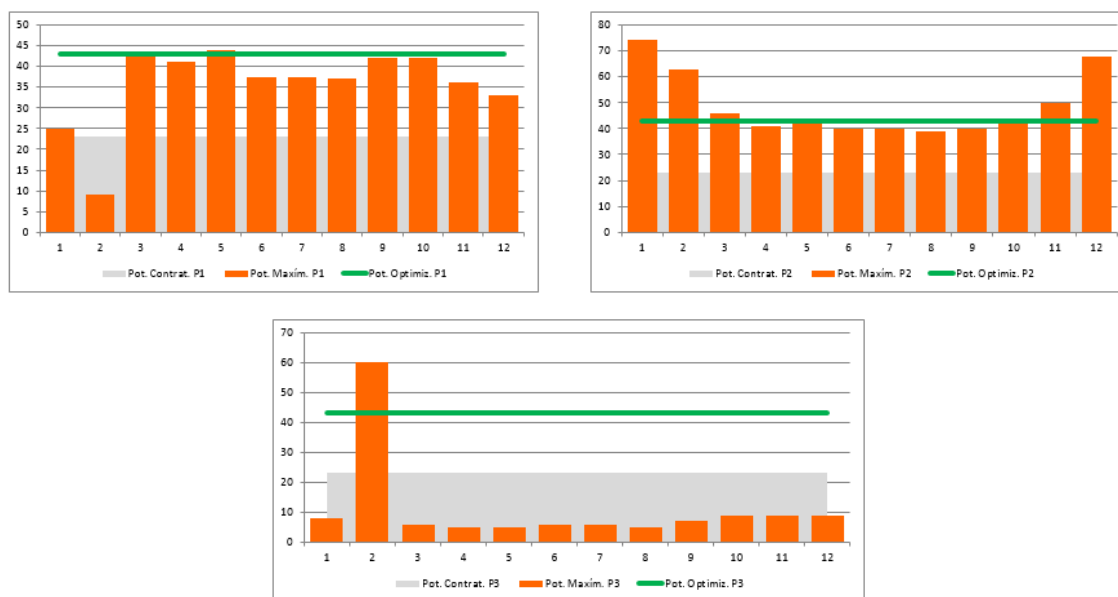


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro 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 aumentar la potencia contratada a **44 / 44 / 74 kW** para cada uno de los periodos.

Sin embargo, solo se puede aumentar la potencia hasta **43/43/43** debido a que el contador mide de forma directa. Se recomienda revisar el boletín eléctrico de la instalación para por si fuese posible llevar a cabo este aumento.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

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	
23,01	23,01	23,01	43	43	43	1.613,20

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

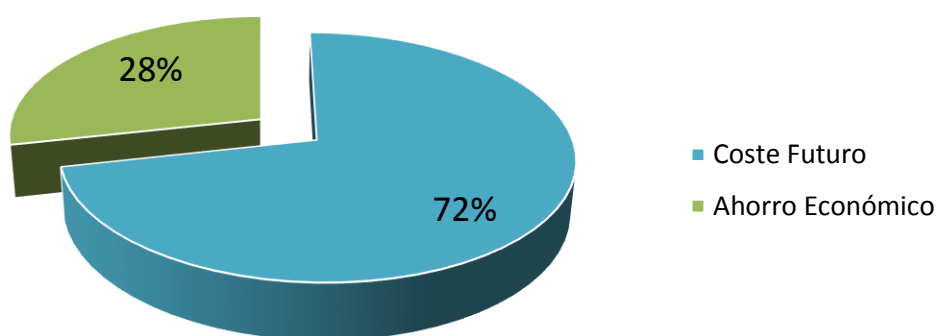


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

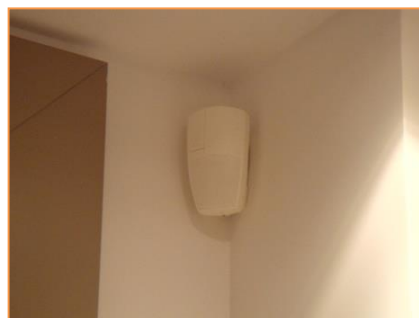
### 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

**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 13 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 Electrónicos



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

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.

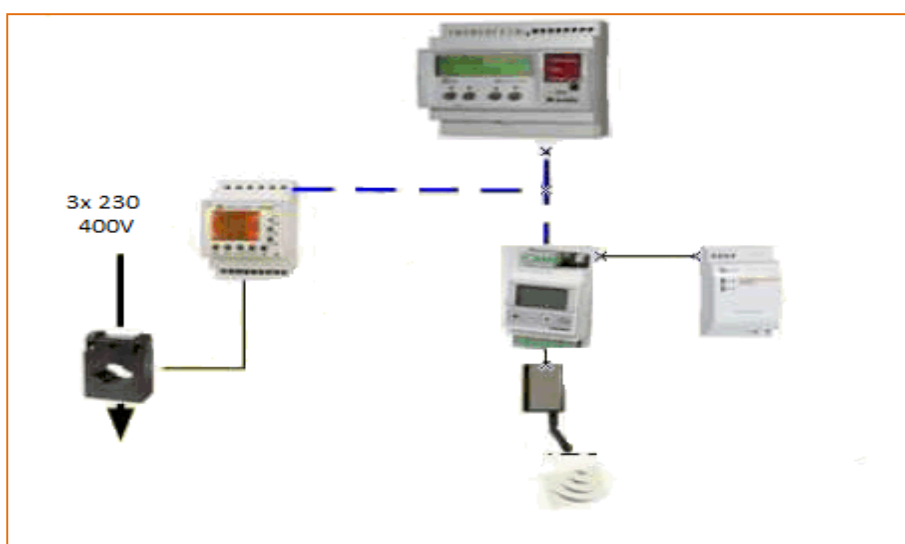
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

## 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 14 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 datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</b>

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. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</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. 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.
- 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. FERNÁNDEZ MAYORALAS</b>	<b>1306</b>
		<b>31</b>
		<b>Rev.06</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, 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>1</sup>	€/año	€ <sup>2</sup>	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	13.322	54,19	1.845,64	22.190,66	12,02	5,32
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.613,20	-	-	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>13.322</b>	<b>-</b>	<b>3.458,84</b>	<b>22.190,66</b>	<b>6,41</b>	<b>5,32</b>

Tabla 29 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>1</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>2</sup> Todos los precios son sin IVA