






## INFORME


### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(COLEGIO J.R JIMENEZ)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_42_20160309

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 .....	2
1.3 Envolverte y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS .....	6
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	9
1.4.3 Unidades Terminales.....	15
1.5 Iluminación.....	19
1.5.1 Iluminación interior .....	20
1.5.2 Iluminación exterior .....	21
1.5.3 Sistemas de control .....	22
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	22
1.6 Otros equipos .....	22
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	26
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>27</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	27
2.2 Consumos térmicos.....	31
2.3 Consumos energéticos totales .....	32
2.4 Índices energéticos.....	32
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	32
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	33
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS.....</b>	<b>34</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	34
3.1.1 Registros trifásicos .....	34
3.1.2 Registros monofásicos.....	38
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	40
3.3 Medidas térmicas .....	42
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	42
3.4 Análisis termográfico.....	46
3.5 Certificación energética .....	47
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>48</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	48

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

4.2	Desglose de consumos térmicos .....	50
4.3	Contribución de energías renovables .....	50
<b>5.</b>	<b>ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>51</b>
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	51
5.2	Instalación de batería de condensadores .....	53
<b>6.</b>	<b>MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>55</b>
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	55
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	57
<b>7.</b>	<b>PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>59</b>
7.1	Energía solar térmica.....	59
7.2	Biomasa .....	59
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo .....	60
<b>8.</b>	<b>RESUMEN .....</b>	<b>61</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	1306
		42
		Rev.05

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Juan Ramón Jiménez
Dirección	Av. Cánovas del Castillo, s/n, 29601 Marbella, Málaga
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Secretaría 951 27 09 49; Dirección 671 53 41 95
Número de edificios	1
Referencia Catastral	0531102UF3403S0001QB

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Juan Ramón Jiménez** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Cánovas del Castillo s/n** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general del CEIP Juan Ramón Jiménez

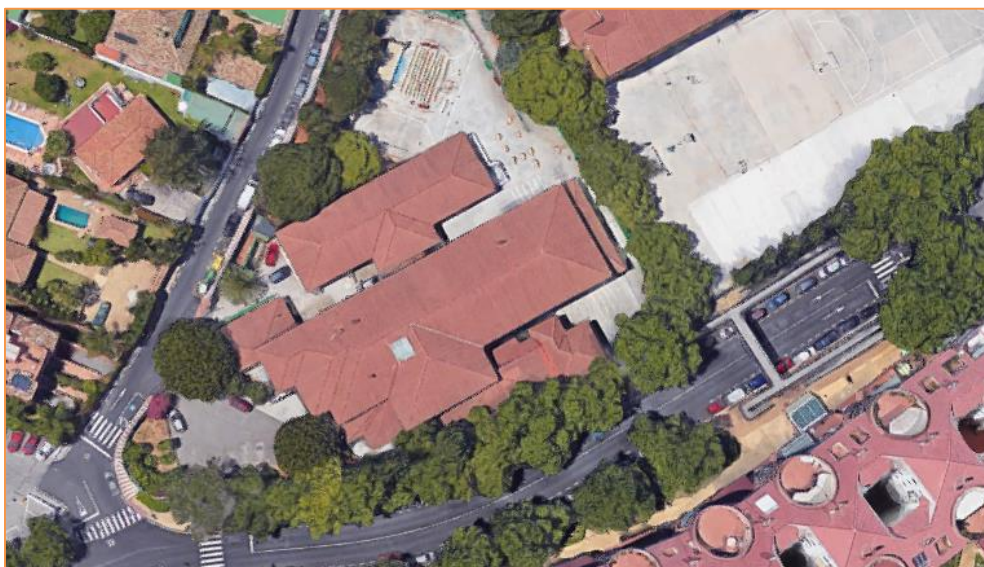


Imagen 2 Vista aérea del CEIP Juan Ramón Jiménez

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>		<b>1306</b>
			<b>42</b>
			<b>Rev.05</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m <sup>2</sup>	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio principal	3	3250	475	De Septiembre a Junio de 07:30 a 20:00; Julio-Agosto de 8:00 a 16:00	1982	2014

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

La última reforma realizada en el colegio fue en el 2014, con la rehabilitación de uno de los muros. En 2011 se hizo una reforma de algunos de los cuadros eléctricos del colegio. La instalación de climatización se realizó en 2010.

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Aula 4	22	07:30-09:00	Educativo (aula matinal)
Comedor	170	14:00-15:00	Comedor
Cocina	4	09:00-17:00	Cocina
Aulas	22	09:00-14:00	Educativo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

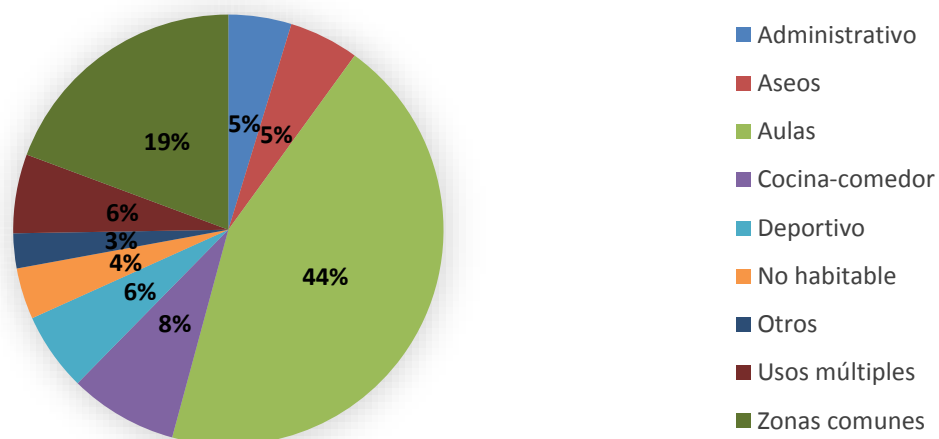
## 1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta 1	Planta -1	Sup. Total (m <sup>2</sup> )
Administrativo	124	--	--	124
Aseos	77	60	--	137
Aulas	483	589	82	1.153
Cocina-comedor	213	--	--	213
Deportivo	154	--	--	154
No habitable	79	22	--	101
Otros	68	--	--	68
Usos múltiples	102	--	53	155
Zonas comunes	312	135	57	504
Sup. Total (m <sup>2</sup> )	1.611	805	192	2.608

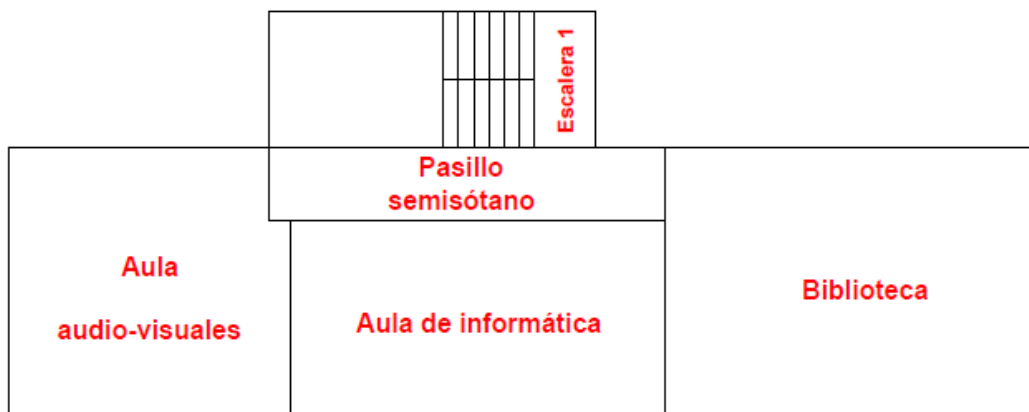
Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

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 44% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 19%.





*Plano 2 Planta Primera*



*Plano 3 Planta Semisótano*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

### 1.3 Envoltente y cerramientos

En 1977 el gobierno decidió crear un marco unificado para toda la normativa relacionada con la edificación; es así como las normas MV se transformaron en las Normas Básicas de la Edificación (NBE).

Como desarrollo operativo de dichas normas, se elaboraron las Normas Tecnológicas de la Edificación, con especificaciones sin carácter de obligado cumplimiento.

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

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

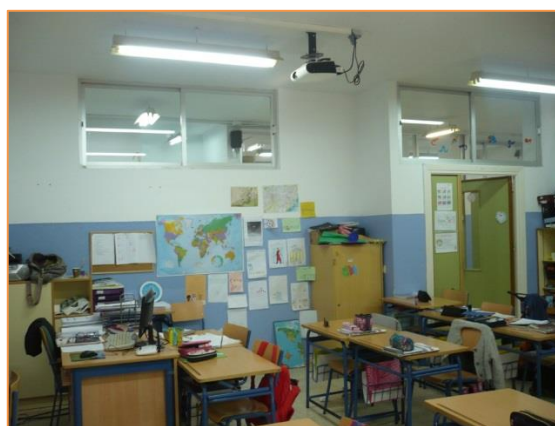
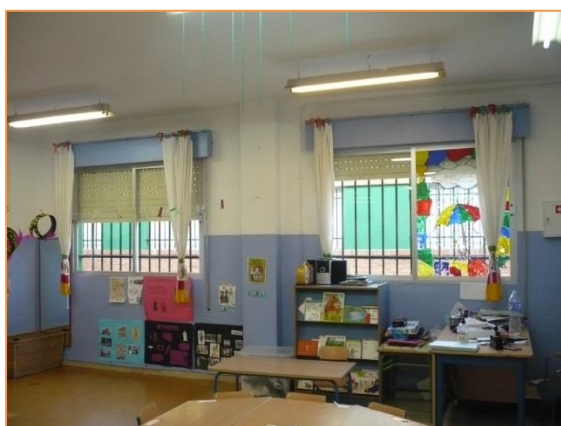
NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1982; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El edificio tiene fachadas de ladrillo visto, las carpinterías exteriores son de aluminio con vidrio simple y en algunas ocasiones de vidrio armado a efectos de seguridad. Las cubiertas del edificio son inclinadas a doble vertiente o con tres vertientes construidas con teja cerámica.

La cubierta también varía en función del bloque del que se trate: en el ala Este existe una cubierta plana que alberga los equipos de las instalaciones, y en el ala Sur la cubrición se resuelve mediante una cubierta tradicional de 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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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 pared. Se trata de equipos autónomos tipo Split 1x1.

El centro consta de un sistema de calefacción complementario, compuesto por dos convectores 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.

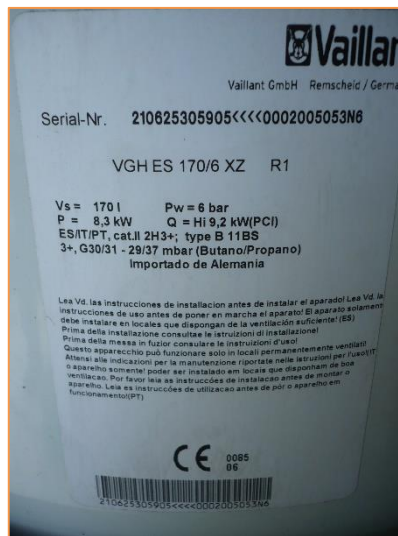
La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo mediante un acumulador de gas ubicado en el cuarto de calefacción y con una acumulación de 160 litros. Complementando esta producción de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

##### 1.4.1 Producción de ACS

La producción de ACS se lleva a cabo mediante un acumulador de gas con un acumulación de 160 litros y ubicado en el cuarto de calefacción. Dicha producción se complementa con termos-acumuladores eléctricos.

Nº generador	Tipo 1
Generador	Acumulador a gas
Zona de tratamiento	Edificio principal
Servicio	ACS
Combustible	GLP
Marca	Vaillant
Modelo	VGH ES 170/6 XZ R1
Potencia útil nominal (kWt)	8,30
Tipo quemador	Atmosférico

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



*Imagen 4 Acumulador de gas*


A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro como complemento de la 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	0	Baño (Pasillo educación infantil)	2,00	75	En servicio
Edificio Principal	0	Almacén limpiadoras	2,00	50	En servicio
Edificio Principal	0	Cuarto calefacción	-	-	Fuera de servicio

*Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos - Baño*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>		1306
			42
			Rev.05



*Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos – Almacén limpiadora*



*Imagen 6 Termos acumuladores eléctricos – Cuarto calefacción*


	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada NE	Fachada SE	Fachada SE	Fachada SO
Zona de tratamiento	Jefatura de estudios	Sala de profesorado	Aula 4	Aula 3
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	DAITSU	MITSUBISHI ELECTRIC	DAITSU	DAITSU
Modelo	ASD12UC	MUH-GA50VB	DOS-12UM	DOS-12UM
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>3,20</b>	<b>5,00</b>	<b>3,52</b>	<b>3,52</b>
Potencia Abs. Frío (kW)	1,20	1,72	1,12	1,12
EER	<b>2,67</b>	<b>2,91</b>	<b>3,14</b>	<b>3,14</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>3,25</b>	<b>5,20</b>	<b>3,96</b>	<b>3,96</b>
Potencia Abs. Calor (kW)	1,18	1,55	1,18	1,18
COP	<b>2,75</b>	<b>3,35</b>	<b>3,36</b>	<b>3,36</b>
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento	Variable	Variable	07:00-14:00	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 7 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>


Nº generador	5	6	7	8
Generador	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada SE	Fachada NE	Fachada SE	Fachada SE
Zona de tratamiento	<b>Aula 18</b>	<b>Aula 17</b>	<b>Aula 11</b>	<b>Aula 12</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	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll
Marca	DAITSU	DAITSU	SAMSUNG	SAMSUNG
Modelo	ASD12UI	ASD12UI	AQV12NSAX	AQV12NSAX
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>	<b>Pared</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>	<b>3,30</b>	<b>3,30</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,09	1,09	1,03	1,03
EER	<b>3,21</b>	<b>3,21</b>	<b>3,21</b>	<b>3,21</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>3,55</b>	<b>3,55</b>	<b>4,00</b>	<b>4,00</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,98	0,98	1,11	1,11
COP	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>	<b>3,61</b>
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	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 8 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split	Autónomo de expansión directa tipo BdC- Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada SE	Fachada SE	Fachada NO	Fachada NO
Zona de tratamiento	Aula 13	Aula 14	Aula 15	Aula 16
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	SAMSUNG	SAMSUNG	DAITSU	DAITSU
Modelo	AQV12NSAX	AQV12NSAX	DOS-12UM	DOS-12UM
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	3,30	3,30	3,52	3,52
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,03	1,03	1,12	1,12
EER	3,21	3,21	3,14	3,14
Potencia Calorífica (kW)	4,00	4,00	3,96	3,96
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,11	1,11	1,18	1,18
COP	3,61	3,61	3,36	3,36
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	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 9 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

Nº generador	13	14	15	16
Generador	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split	Autónomo de expansión directa tipo Bdc- Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada NO	Fachada NO	Fachada NO	Fachada NO
Zona de tratamiento	Aula 19	Aula 20	Aula 21	Aula 22
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	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	CU-UW12GKE	CU-UW12GKE	CU-UW12GKE	CU-UW12GKE
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Pared	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	3,30	3,30	3,30	3,30
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,08	1,08	1,08	1,08
EER	3,06	3,06	3,06	3,06
Potencia Calorífica (kW)	3,70	3,70	3,70	3,70
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,06	1,06	1,06	1,06
COP	3,49	3,49	3,49	3,49
Mes inicio calefacción	Diciembre	Diciembre	Diciembre	Diciembre
Mes final calefacción	Febrero	Febrero	Febrero	Febrero
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	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 10 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización





*Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1*



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



*Imagen 9 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1*



*Imagen 10 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1*

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

Calefacción	62,19 kW
Refrigeración	55,68 kW

*Tabla 11 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

### 1.4.3 Unidades Terminales

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

#### Unidades interiores – Expansión directa

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



*Imagen 11 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Split 1x1 de pared***

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

### Conectores eléctricos

El centro consta de un sistema de calefacción complementario, compuesto por dos conectores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

Característica	1	2
Unidad terminal	Convector eléctrico	Convector eléctrico
Tipo	Pared	Pared
Servicio	Calefacción	Calefacción
Edificio	Radiador	Radiador
Planta	0	0
Zona de tratamiento	Aula 6	Pequeño grupo 1
Marca	Ansonic	Ansonic
Modelo	Cp-200	Cp-200
Cantidad	1	1
Batería calor	Resistencia eléctrica	Resistencia eléctrica
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	2,00	2,00
Pot. Abs. (kW)	2,00	2,00
Tipo control	Usuario	Usuario



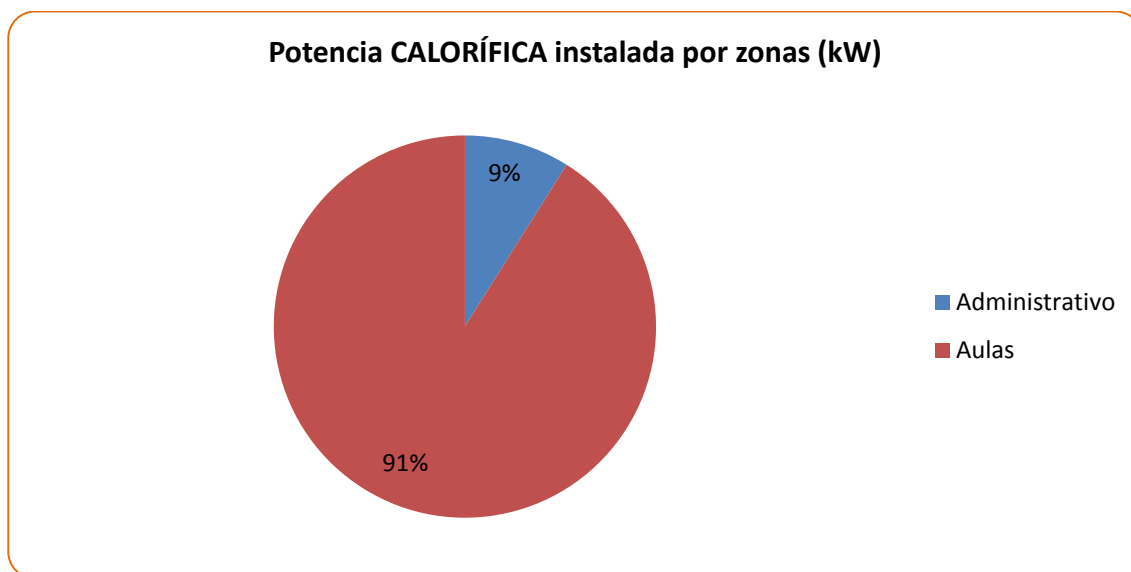
Imagen 12 Tipología de **unidades interiores** instaladas- **Conectores eléctricos de pared**

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

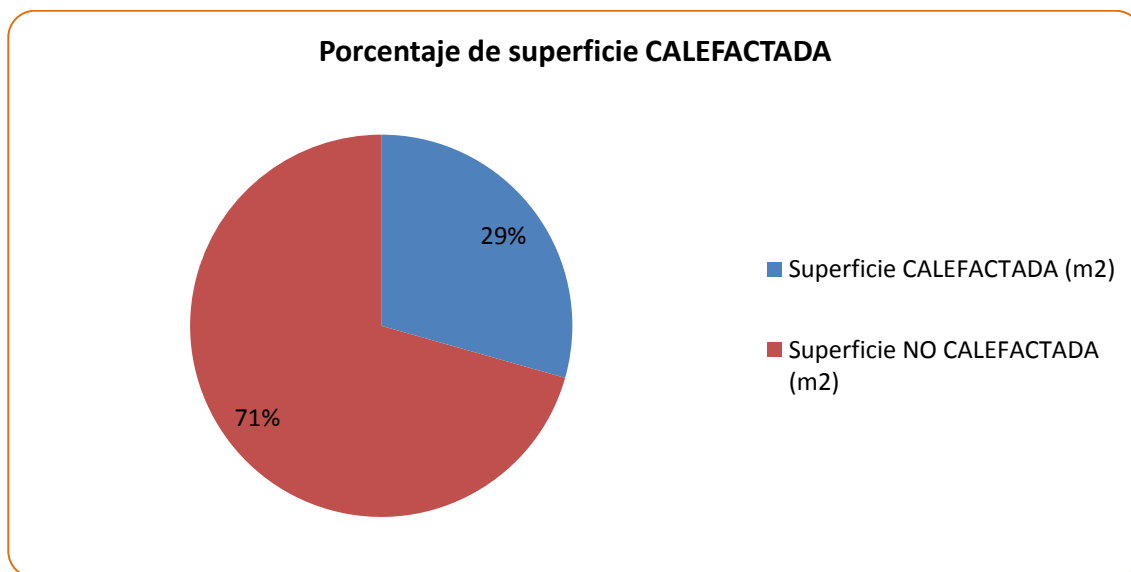
Zona	Superficie Calefactada (m <sup>2</sup> )	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/ m <sup>2</sup> )
Administrativo	68,50	8,45	123,36
Aulas	698,00	57,74	82,72
<b>Total</b>	<b>766,50</b>	<b>66,19</b>	<b>86,35</b>

*Tabla 12 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*



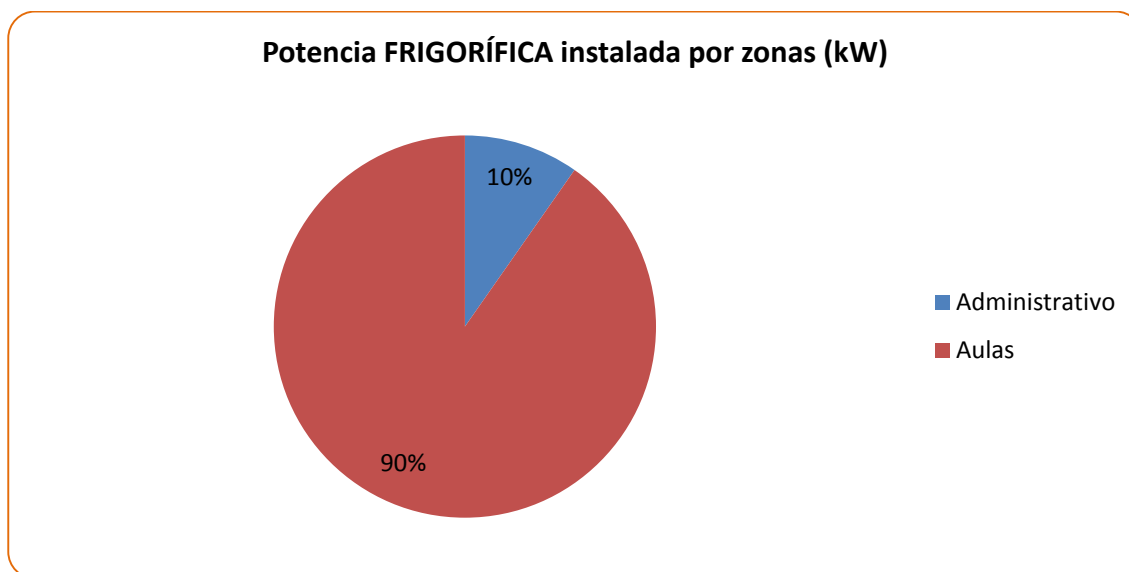
*Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada*

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

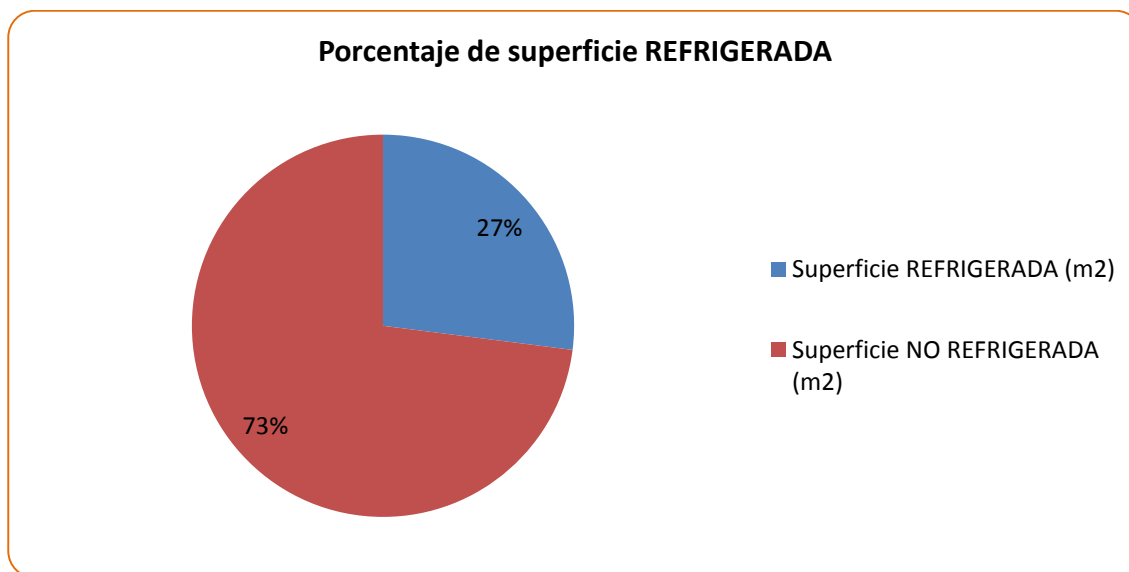
Zona	Superficie Refrigerada (m²)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/ m²)
Administrativo	68,50	8,20	119,71
Aulas	636,00	47,48	74,65
<b>Total</b>	<b>704,50</b>	<b>55,68</b>	<b>79,03</b>

*Tabla 13 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 32,96 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

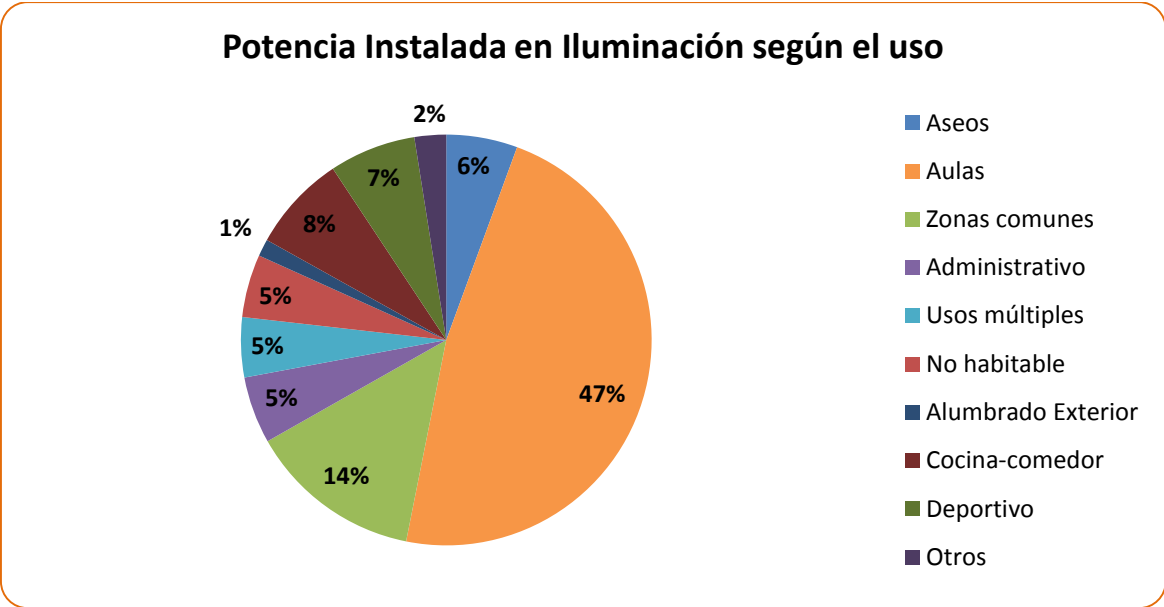


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

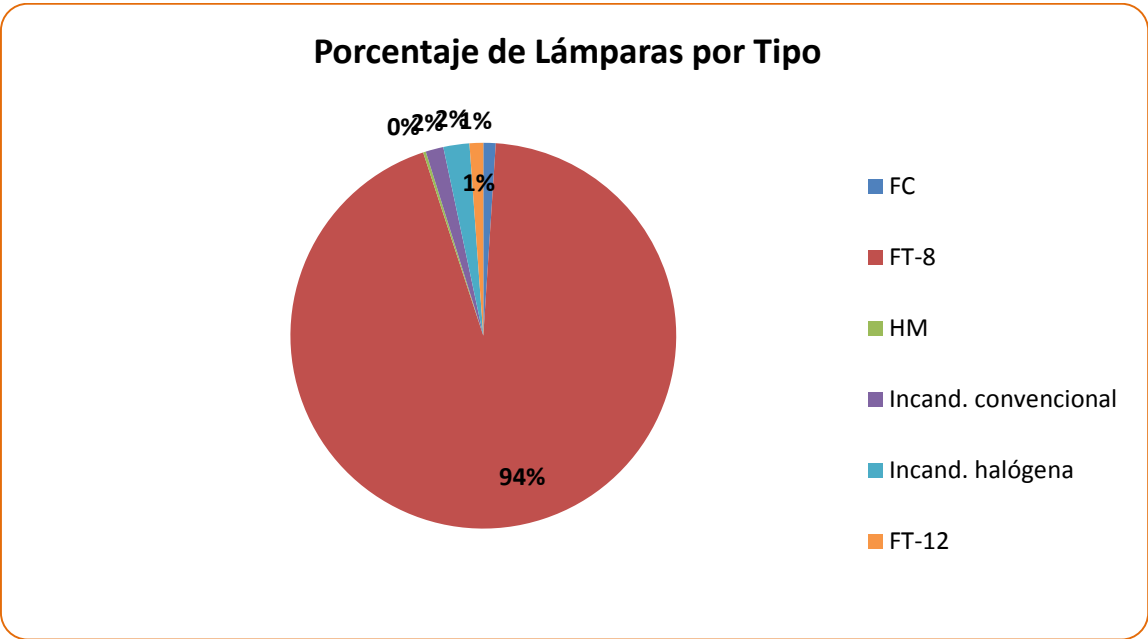


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada



### 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	454	31,17
FT-8	447	30,74
2	371	27,74
36	269	23,24
18	101	4,36
58	1	0,14
1	76	3,00
36	40	1,73
18	24	0,52
58	10	0,70
22	2	0,05
FT-12	7	0,43
2	3	0,29
40	3	0,29
1	4	0,14
40	2	0,10
20	2	0,05
-	34	1,34
Incand. convencional	13	0,55
1	13	0,55
40	10	0,40
25	1	0,03
60	2	0,12
FC	4	0,10
1	4	0,10
26	4	0,10
Incand. halógena	17	0,69
1	17	0,69
40	11	0,44
42	6	0,25
<b>Total general</b>	<b>488</b>	<b>32,51</b>

Tabla 14 Resumen de lámparas instaladas

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



*Imagen 13 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)
-	9	0,44
FC	5	0,13
1	5	0,13
26	5	0,13
Incand. halógena	2	0,08
1	2	0,08
42	2	0,08
HM	2	0,23
1	2	0,23
100	2	0,23
<b>Total general</b>	<b>9</b>	<b>0,44</b>

*Tabla 15 Resumen de iluminación exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>



*Imagen 14 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### 1.5.3 Sistemas de control

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

### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento


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.

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


## 1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
<b>Audiovisual</b>	<b>32</b>	<b>6,10</b>
<b>DVD/CD</b>	<b>8</b>	<b>0,16</b>
20	8	0,16
<b>Proyector</b>	<b>13</b>	<b>3,27</b>
240	1	0,24
233	4	0,93
270	5	1,35
190	1	0,19
280	2	0,56
<b>Video VHS</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
20	1	0,02
<b>Televisión Tubo</b>	<b>3</b>	<b>0,90</b>
300	3	0,90
<b>Televisión LCD</b>	<b>7</b>	<b>1,75</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>


<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Suma de Nº Equipos</b>	<b>Suma de Potencia total (kW)</b>
250	7	1,75
<b>Electrodoméstico</b>	<b>27</b>	<b>33,17</b>
<b>Lavavajillas</b>	<b>1</b>	<b>8,50</b>
8500	1	8,50
<b>Mesa Caliente</b>	<b>1</b>	<b>2,40</b>
2400	1	2,40
<b>Microondas</b>	<b>3</b>	<b>4,10</b>
1200	1	1,20
700	1	0,70
2200	1	2,20
<b>Extractor</b>	<b>1</b>	<b>0,20</b>
200	1	0,20
<b>Cafetera</b>	<b>5</b>	<b>5,40</b>
900	1	0,90
1500	1	1,50
1100	2	2,20
800	1	0,80
<b>Nevera</b>	<b>7</b>	<b>2,59</b>
105	1	0,11
1035	2	2,07
170	1	0,17
101	1	0,10
90	1	0,09
56	1	0,06
<b>Freidora</b>	<b>2</b>	<b>4,00</b>
2000	2	4,00
<b>Kettle / Calienta agua</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>
1000	1	1,00
<b>Tostador</b>	<b>3</b>	<b>2,28</b>
1000	1	1,00
600	1	0,60
680	1	0,68
<b>Nevera arcón</b>	<b>2</b>	<b>0,50</b>
250	2	0,50
<b>Lavadora</b>	<b>1</b>	<b>2,20</b>
2200	1	2,20
<b>Informático</b>	<b>85</b>	<b>21,16</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>41</b>	<b>12,30</b>
300	41	12,30
<b>Rack</b>	<b>4</b>	<b>0,13</b>
32	1	0,03
16	2	0,03
64	1	0,06
<b>Scanner</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
17	1	0,02
<b>Fotocopiadora</b>	<b>2</b>	<b>2,13</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Suma de Nº Equipos</b>	<b>Suma de Potencia total (kW)</b>
299	1	0,30
1827	1	1,83
<b>Fax</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
16	1	0,02
<b>Ordenador Portátil</b>	<b>7</b>	<b>1,05</b>
150	7	1,05
<b>Impresora doméstica</b>	<b>24</b>	<b>5,26</b>
10	5	0,05
400	2	0,80
1200	1	1,20
460	1	0,46
340	2	0,68
350	1	0,35
17	6	0,10
580	1	0,58
21	1	0,02
11	1	0,01
495	2	0,99
13	1	0,01
<b>Servidor</b>	<b>1</b>	<b>0,20</b>
200	1	0,20
<b>Router</b>	<b>4</b>	<b>0,06</b>
16	4	0,06
<b>Otros</b>	<b>25</b>	<b>21,39</b>
<b>Secador de manos</b>	<b>1</b>	<b>1,50</b>
1500	1	1,50
<b>Trituradora de papel</b>	<b>1</b>	<b>0,36</b>
360	1	0,36
<b>Plancha</b>	<b>1</b>	<b>1,75</b>
1750	1	1,75
<b>Otros</b>	<b>15</b>	<b>11,26</b>
250	1	0,25
1500	1	1,50
50	2	0,10
1100	2	2,20
107	5	0,54
700	1	0,70
5600	1	5,60
185	2	0,37
<b>Máquina expendedora</b>	<b>2</b>	<b>2,30</b>
500	1	0,50
1800	1	1,80
<b>Máquina plastificar</b>	<b>3</b>	<b>1,22</b>
220	1	0,22
500	2	1,00
<b>Compresor</b>	<b>2</b>	<b>3,00</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
1500	2	3,00
<b>Sonido</b>	<b>34</b>	<b>1,04</b>
<b>Altavoz</b>	<b>9</b>	<b>0,18</b>
20	9	0,18
<b>Radio-CD</b>	<b>10</b>	<b>0,31</b>
20	1	0,02
40	6	0,24
16	2	0,03
17	1	0,02
<b>Equipo de música</b>	<b>14</b>	<b>0,45</b>
30	2	0,06
10	2	0,02
20	3	0,06
70	1	0,07
50	2	0,10
12	1	0,01
25	2	0,05
75	1	0,08
<b>Amplificador</b>	<b>1</b>	<b>0,10</b>
100	1	0,10
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>22</b>	<b>39,76</b>
<b>Deshumidificador</b>	<b>1</b>	<b>0,22</b>
220	1	0,22
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>18</b>	<b>36,00</b>
1500	1	1,50
2000	16	32,00
2500	1	2,50
<b>Calefactor</b>	<b>3</b>	<b>3,54</b>
40	1	0,04
1500	1	1,50
2000	1	2,00
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>2</b>	<b>4,00</b>
<b>Radiador</b>	<b>2</b>	<b>4,00</b>
2000	2	4,00
<b>ACS</b>	<b>3</b>	<b>6,00</b>
<b>Termo-acumulador eléctrico</b>	<b>3</b>	<b>6,00</b>
2000	3	6,00
<b>Producción Frio y Calor</b>	<b>20</b>	<b>18,76</b>
<b>Ventilador</b>	<b>4</b>	<b>0,19</b>
50	1	0,05
45	3	0,14
<b>Unidad exterior - Split</b>	<b>16</b>	<b>18,57</b>
1198,501873	1	1,20
1720	1	1,72
1180	4	4,72
1090	2	2,18

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	1306
		42
		Rev.05

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
1108	4	4,43
1080	4	4,32
<b>Total general</b>	<b>250</b>	<b>151,37</b>

Tabla 16 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

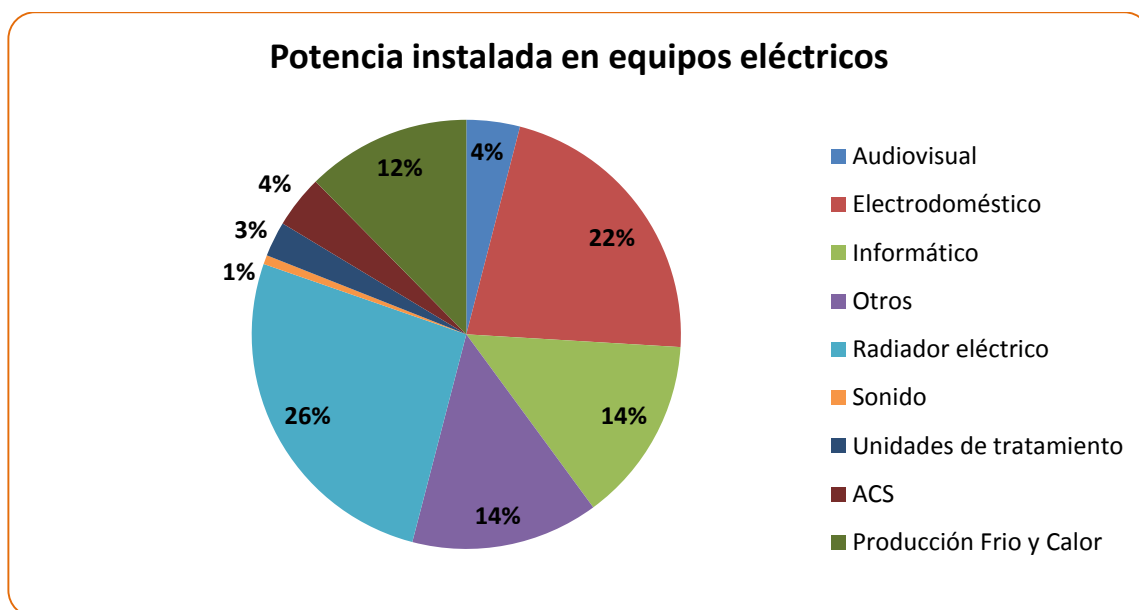


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

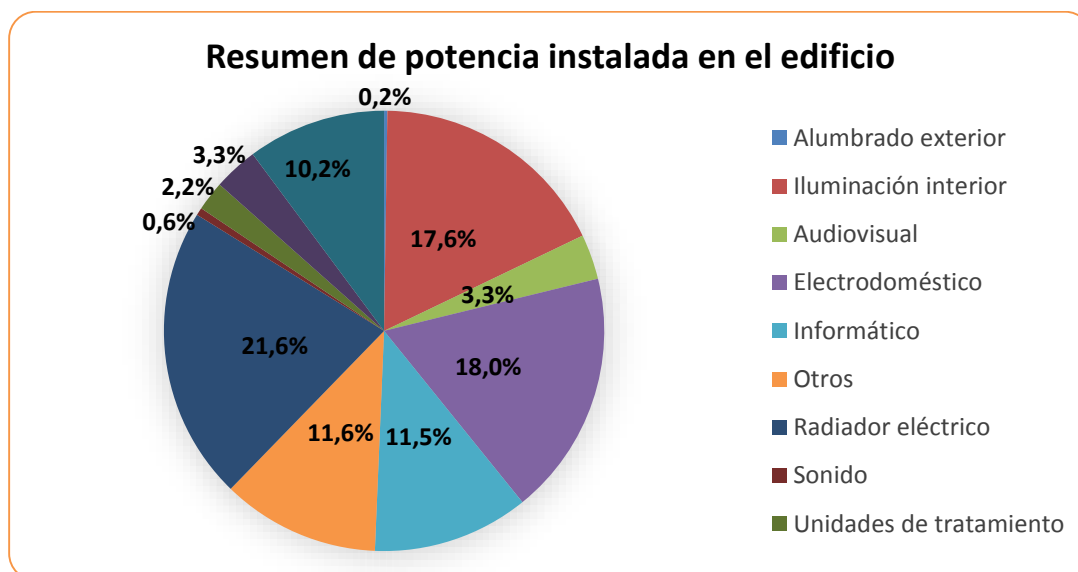


Gráfico 9 Potencia instalada por usos



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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>	ES0031103599061001YJ0F	<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>	64,02	64,02	64,02
<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 Diciembre del 2014 hasta Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2014	31/01/2015	870	7641	1149	33 /66 /16	0,00	1.555,87
31/01/2015	28/02/2015	725	6096	1027	34 /65 /17	0,00	1.300,22
28/02/2015	31/03/2015	727	6593	932	30 /57 /12	27,73	1.405,71
31/03/2015	30/04/2015	2505	3295	635	48 /48 /12	31,25	1.246,20
30/04/2015	31/05/2015	2559	3237	572	44 /40 /8	43,73	1.269,28
31/05/2015	30/06/2015	2601	3557	933	48 /44 /16	41,80	1.325,45
30/06/2015	31/07/2015	1186	1665	687	28 /16 /8	33,75	883,75
31/07/2015	31/08/2015	657	1393	664	20 /20 /8	17,43	743,31
31/08/2015	30/09/2015	2666	3544	757	56 /48 /12	45,12	1.289,15
30/09/2015	31/10/2015	2204	4088	711	52 /44 /12	48,48	1.293,84
31/10/2015	30/11/2015	704	5794	750	25 /53 /9	42,25	1.259,02
30/11/2015	31/12/2015	665	5023	838	25 /53 /10	21,17	1.166,36

Tabla 17 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **352,71 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	64,02	64,02	64,02
<b>Potencia registrada (kW)</b>	56	66	17

Tabla 18 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se encuentra ajustada según la potencia demandada, por tanto la instalación no requiere ningún cambio en su contratación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

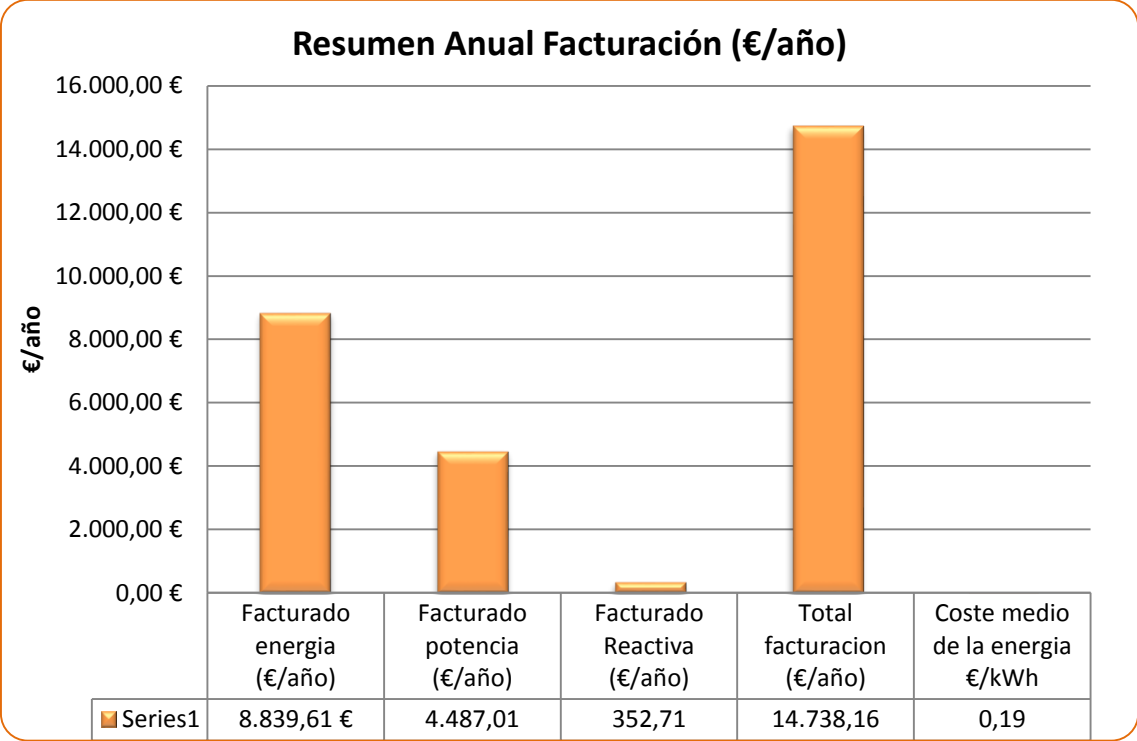


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

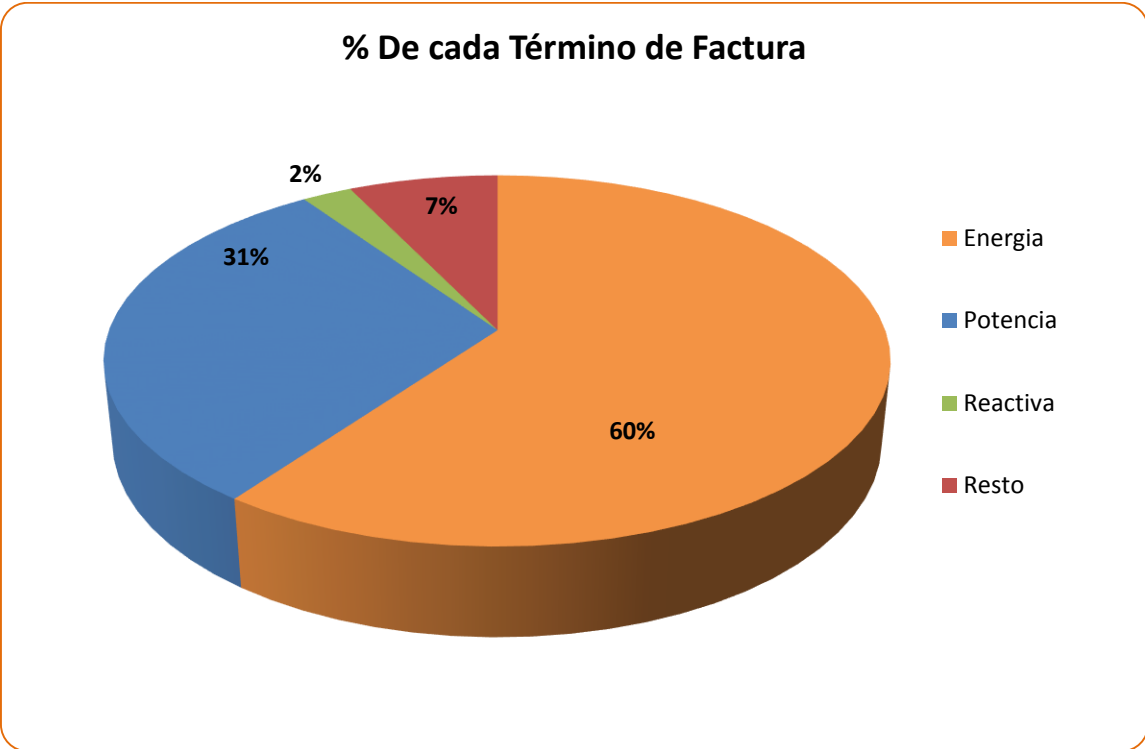


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

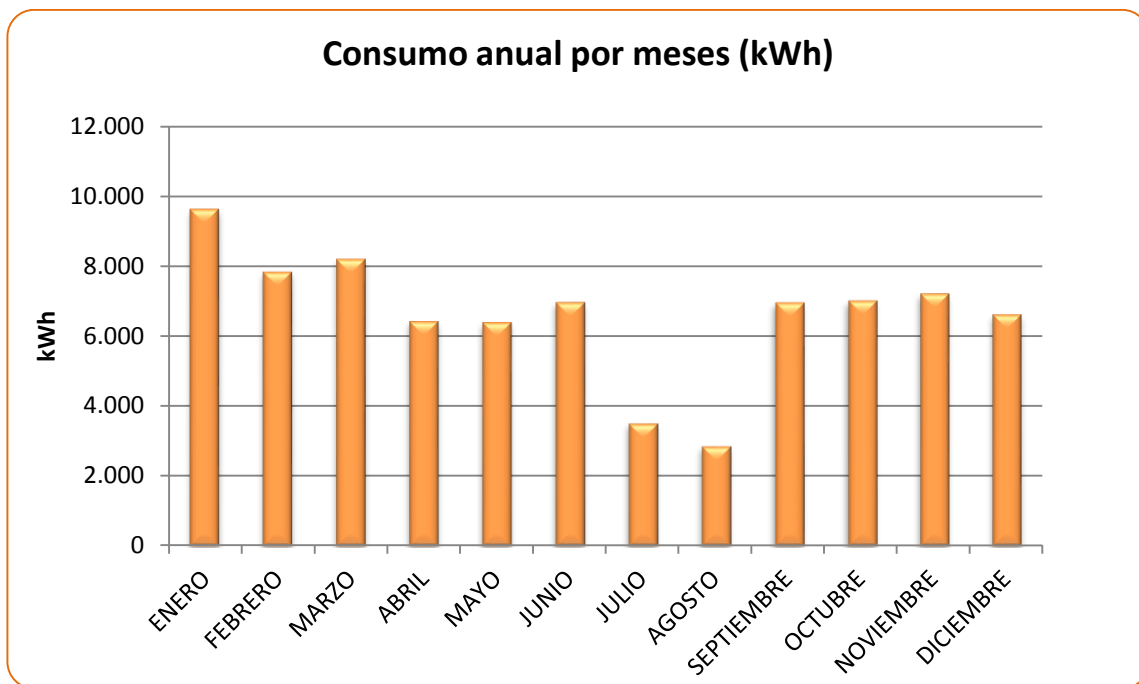


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

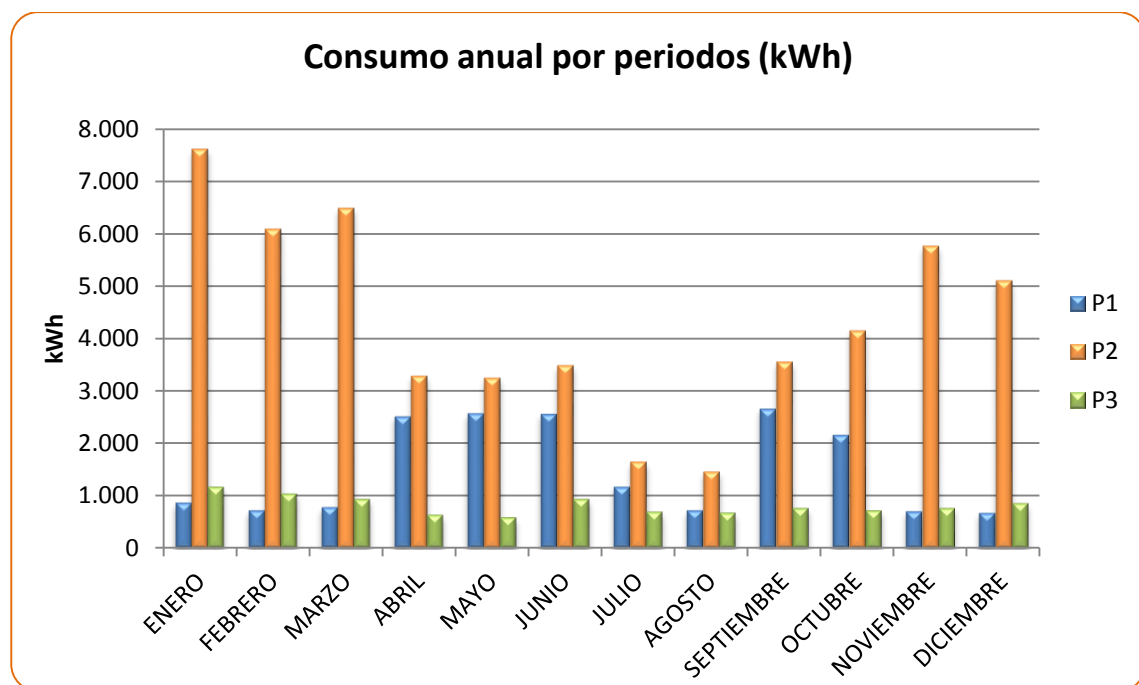



Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	79.650
Total Facturación (€)	14.738,16
Media mensual de consumo (kWh/mes)	6.638
Media mensual de coste (€/mes)	1.228,18
Coste medio energía (€/kWh)	0,185

*Tabla 19 Resumen valores globales de la facturación eléctrica*

 <b>SONINGEO ENERGY</b> SERVICIOS ENERGÉTICOS	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

## 2.2 Consumos térmicos

No ha sido posible obtener los datos del consumo de combustible en el centro para la producción térmica.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

### 2.3 Consumos energéticos totales

	Consumo (kWh/año)	Coste (€/año)
Electricidad	79.650,00	14.738,16
Combustible (PCI)	-	-
<b>Total</b>	<b>79.650,00</b>	<b>14.738,16</b>

Tabla 20 Consumos energéticos anuales totales

### 2.4 Índices energéticos

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

#### 2.4.1 Índices energéticos eléctricos


Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el 1 de Enero y el 31 de Diciembre de 2014.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	475
Superficie total (m²)	2.607,80
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	32,51
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	0,44
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	151,37
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	184,32

Tabla 21 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	79.650,00
€/kWh	0,19
kWh/m² Total	30,54
€/m² Total	5,65
kWh/persona uso	167,68
€/persona uso	31,03
Ton CO <sub>2</sub> /año	31,78
Kg CO <sub>2</sub> /m²	12,19
Pot. Iluminación en W/m²	12,47

Tabla 22 Resumen Índices energéticos eléctricos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

#### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

Como se ha comentado anteriormente, no ha sido posible obtener los datos del consumo de combustible en el centro para la producción térmica.

PARÁMETROS GENERALES TÉRMICOS	
Ocupación	475
Superficie útil total (m <sup>2</sup> )	2607,8
Tipo de combustible	GLP
Potencia útil calorífica instalada (kWt)	8,3

*Tabla 23 Índices energéticos – Parámetros generales térmicos*



### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

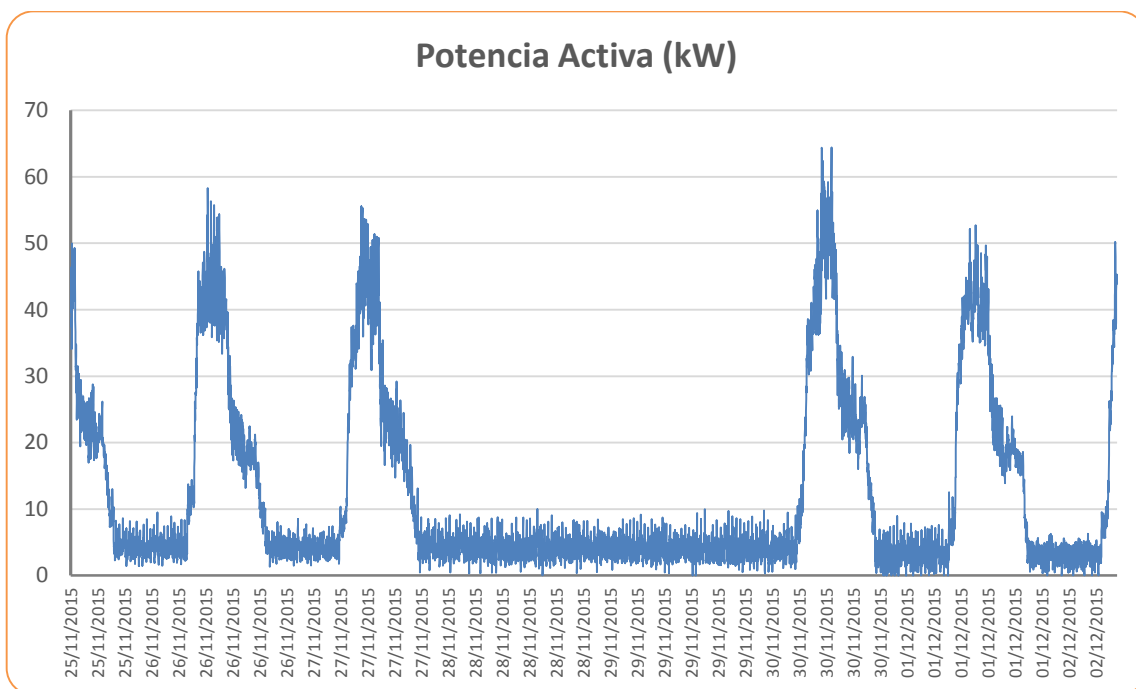


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 25/11/2015 al 02/12/2015

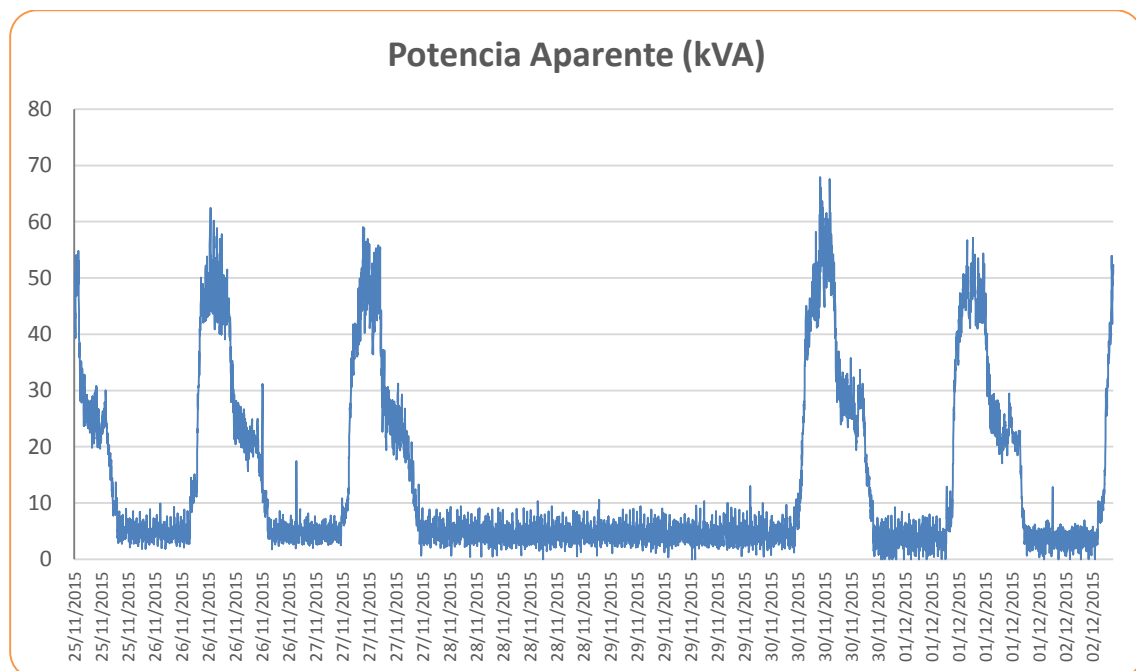


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 25/11/2015 al 02/12/2015

### Factor de Potencia

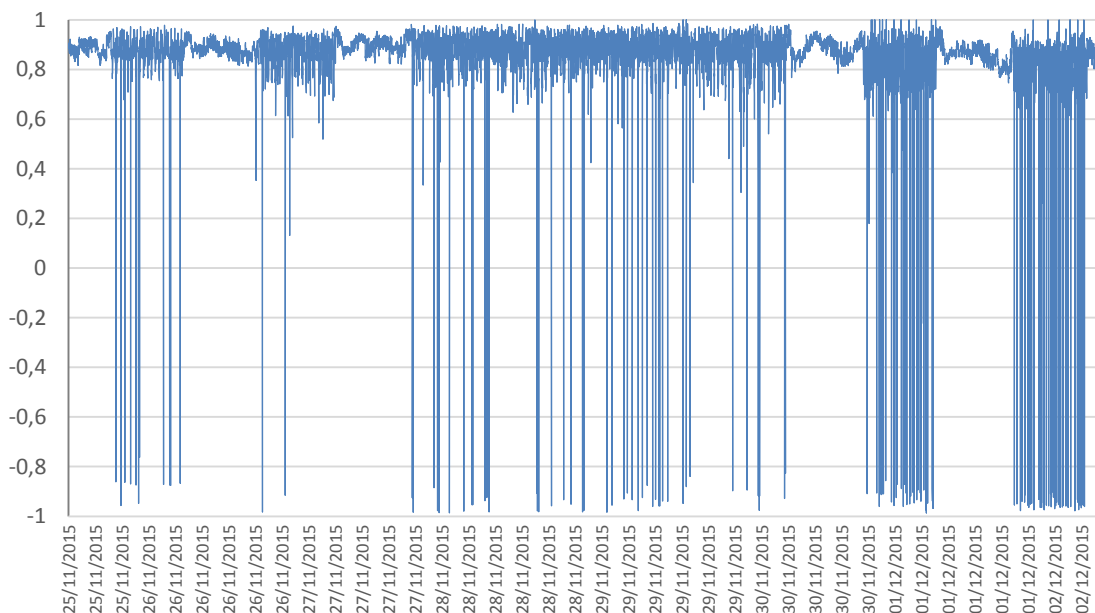


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días Laborables (kW)

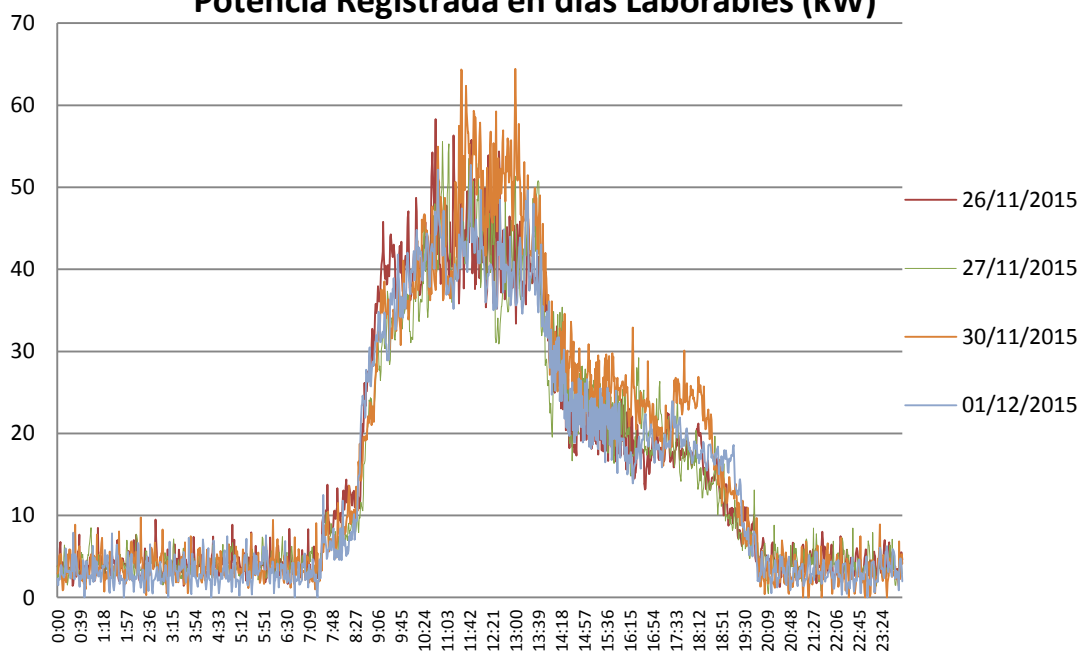
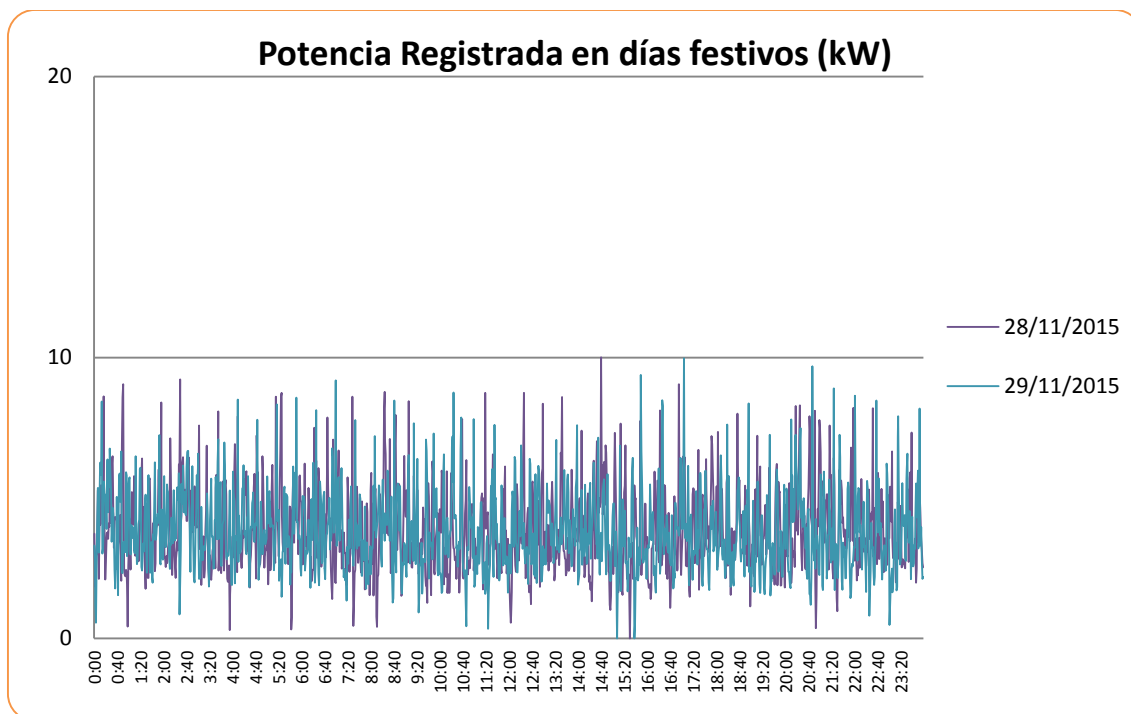


Gráfico 17 Potencia registrada en días lectivos (kW)



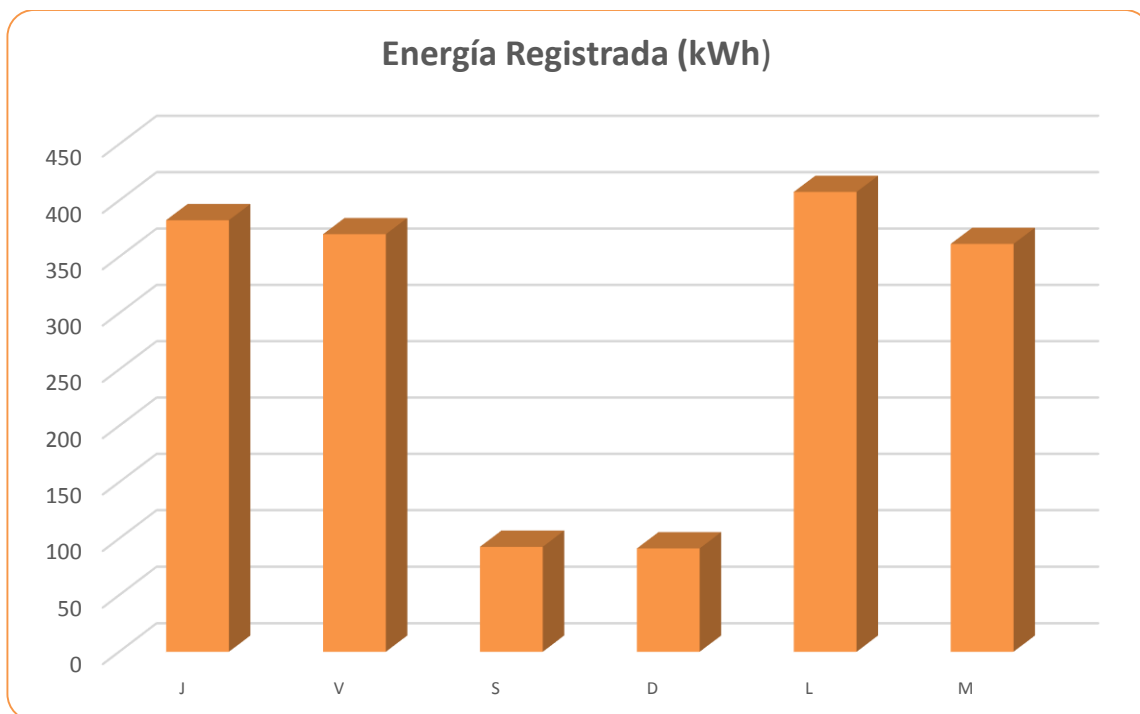
*Gráfico 18 Potencia registrada en días no lectivos (kW)*

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

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 60 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. Aunque la franja horaria con más ocupación oscila entre las 9 y las 14.

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

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



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

El valor medio durante los días lectivos es de 380,48 kWh y durante los días festivos de 92,01 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 8.529,79 kWh para el mes de Noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Noviembre de 2014 de un 17,68% superior; 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.

#### - Aseos y almacén



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en -Aseos y almacén

#### - Pasillo

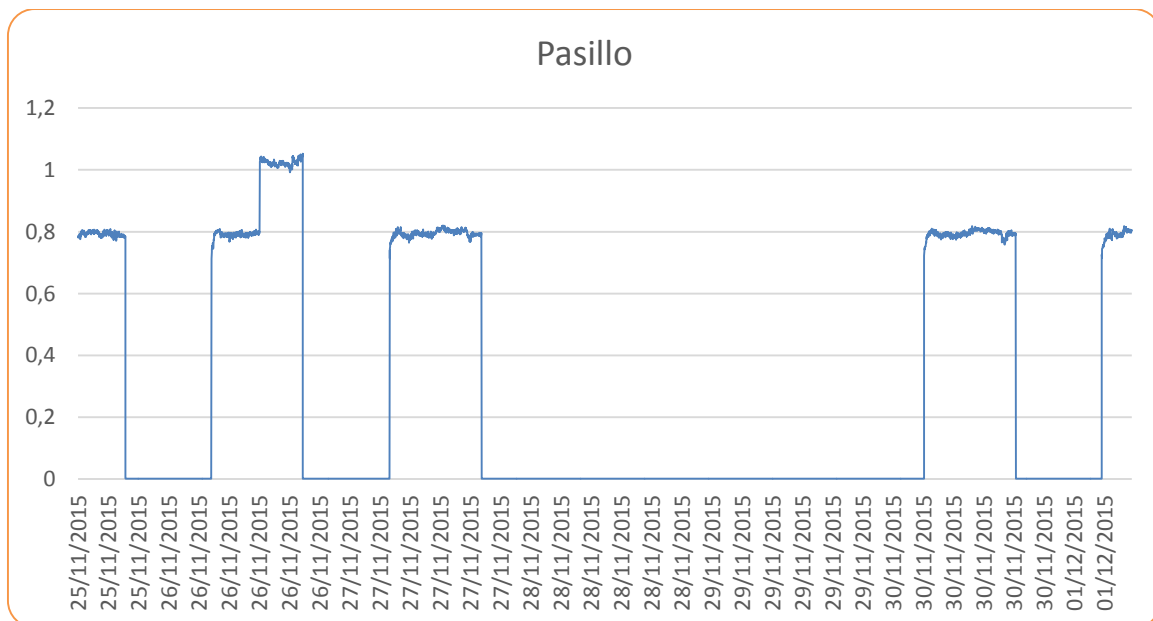


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en pasillo



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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.

Tipo de estancias	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área ( $m^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Zonas comunes	-1	Pasillo semisótano	259,2	30,00	217	200	3,98
Usos múltiples	-1	Biblioteca	518,4	53,00	231	300	4,23
Aulas	-1	Aula de informática	432	40,50	277	300	3,85
Zonas comunes	-1	Escalera 1	86,4	27,00	241	150	1,33
Zonas comunes	-1	Escalera 1	86,4	27,00	214	150	1,50
Zonas comunes	0	Pasillo dirección	129,6	8,00	282	200	5,74
Administrativo	0	Secretaría	86,4	17,00	207	300	2,46
Administrativo	0	Dirección	172,8	14,50	350	300	3,40
Administrativo	0	Dirección	96	14,50	350	300	1,89
Administrativo	0	Jefatura de estudios	259,2	12,50	379	300	5,47
Administrativo	0	Reprografía	345,6	12,00	506	300	5,69
Administrativo	0	Sala de profesorado	518,4	56,00	319	300	2,90
Aseos	0	Aseo Adultos	21,6	4,00	139	150	3,88
Aseos	0	Aseo niñas	21,6	4,00	103	150	5,24
Aulas	0	Aula 4	1036,8	45,00	406	300	5,67
Aulas	0	Aula 3	192	51,00	570	300	0,66
Aulas	0	Aula 3	518,4	51,00	570	300	1,78
Aulas	0	Aula 3	172,8	51,00	570	300	0,59
Aulas	0	Aula 5	950,4	40,00	494	300	4,81
Aulas	0	Aula 6	518,4	40,00	261	300	4,97
Aulas	0	Aula 8	604,8	40,00	306	300	4,94
Aulas	0	Aula 10	518,4	40,00	350	300	3,70
Aulas	0	Aula 10	139,2	40,00	350	300	0,99
Aulas	0	Aula 9	518,4	40,00	361	300	3,59
Aulas	0	Aula 9	139,2	40,00	361	300	0,96
Aulas	0	Pequeño grupo 1	43,2	22,00	399	300	0,49
Aulas	0	Pequeño grupo 1	345,6	22,00	399	300	3,94
Aulas	0	Pequeño grupo 1	69,6	22,00	399	300	0,79
Zonas comunes	0	Pasillo talleres	86,4	9,50	250	150	3,64
Aulas	0	Aula textil	388,8	48,00	340	300	2,38
Aulas	0	Aula textil	86,4	48,00	340	300	0,53
Aulas	0	Aula textil	48	48,00	340	300	0,29

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>		<b>1306</b>
			<b>42</b>
			<b>Rev.05</b>

Tipo de estancias	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Usos múltiples	0	Taller carpintería	864	102,00	286	300	2,96
Usos múltiples	0	Taller carpintería	172,8	102,00	286	300	0,59
Cocina-comedor	0	Comedor	1814,4	160,00	258	200	4,40
Cocina-comedor	0	Cocina oficina	691,2	52,50	342	200	3,85
No habitable	0	Despensa	172,8	9,00	322	150	5,96
Aulas	0	Pequeño grupo 8	345,6	26,00	310	300	4,29
No habitable	0	Almacén limpiadoras	43,2	9,00	95	150	5,05
Zonas comunes	1	Distribuidor rampa	172,8	33,00	194	200	2,70
Aulas	1	Aula 18	518,4	40,00	273	300	4,75
Aulas	1	Aula 17	518,4	45,00	267	300	4,31
Zonas comunes	1	Pasillo 3	561,6	58,00	191	200	5,07
Aulas	1	Aula 13	518,4	42,00	236	300	5,23
Aulas	1	Aula 15	518,4	42,00	243	300	5,08
Aulas	1	Aula 15	139,2	42,00	243	300	1,36
Aulas	1	Aula 16	518,4	42,00	343	300	3,60
Aulas	1	Aula 16	139,2	42,00	343	300	0,97
Aseos	1	Aseo 1	21,6	3,00	142	150	5,07
Aulas	1	Pequeño grupo 3	345,6	18,50	371	300	5,04
Zonas comunes	1	Pasillo 4	259,2	27,00	215	200	4,47
Aulas	1	Aula 20	518,4	48,00	323	300	3,34
Aulas	1	Pequeño grupo 4	259,2	30,00	305	300	2,83
Aulas	1	Pequeño grupo 4	21,6	30,00	305	300	0,24
No habitable	1	Almacén 3	24	12,00	54	150	3,70
Aseos	1	Baño	64,8	6,00	254	150	4,25
Aseos	1	Baño	84	6,00	254	150	5,51

Tabla 24 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en varias estancias como puede ser algunas aulas, aseos y zonas comunes.

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



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

### 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:

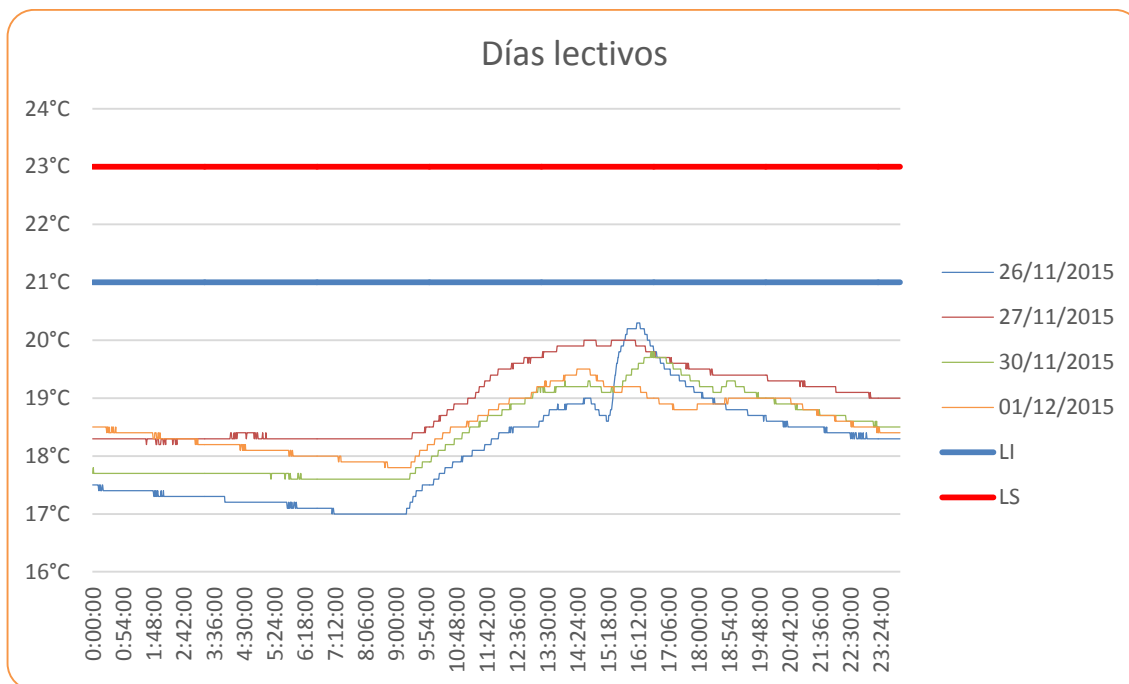
Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

*Tabla 25 Condiciones interiores exigidas por el RITE*

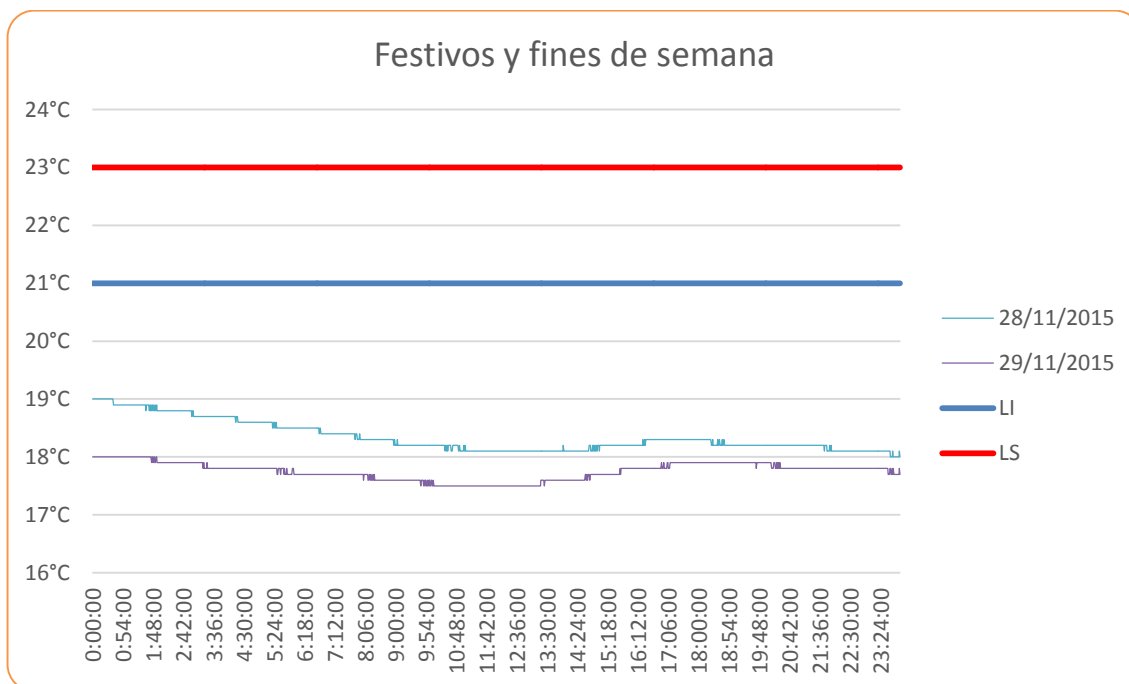
#### REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 25/11/2015 y 02/11/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

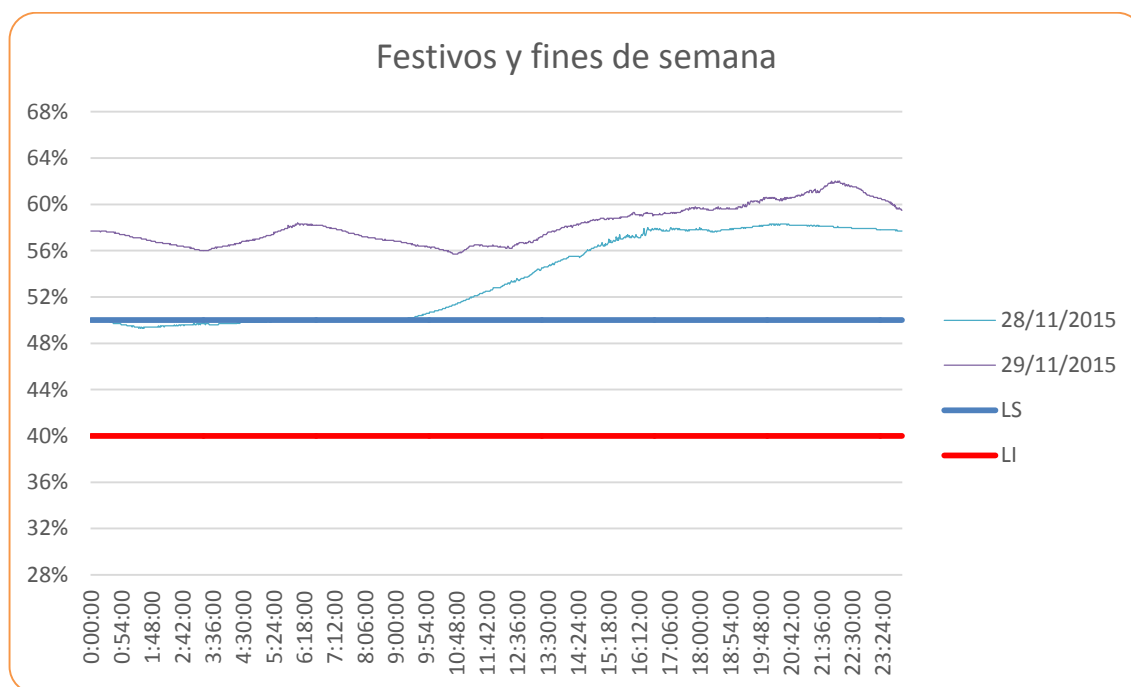
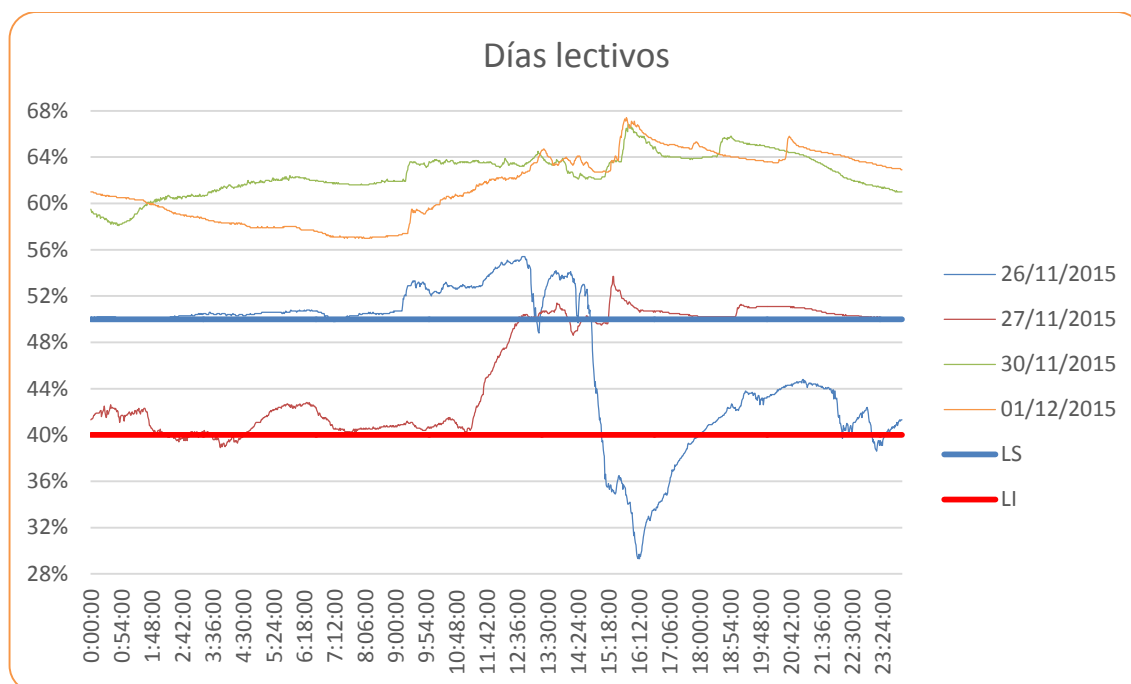
- **Secretaría (Planta baja)**



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



*Gráfico 24 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos*



Esta zona se trata mediante radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica.

La temperatura comienza a ascender a partir de las 9:00h coincidiendo con el inicio de la jornada lectiva y con el aumento de la carga térmica del edificio (iluminación, personas...).

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>


Durante el periodo de ocupación la temperatura se mantiene por debajo del límite inferior establecido (21°C) por lo que la aportación térmica es insuficiente.

Se observa como no se mantienen encendidos los equipos fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana.

Los días 30/11/2015 y 01/12/2015 la humedad se mantiene por encima del límite superior requerido (50%) mientras que los días 26/11/2015 y 27/11/2015 se encuentra dentro del intervalo normativo (40-50%)

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 16:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- ☐ No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos.**

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

### 3.4 Análisis termográfico

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

### 3.5 Certificación energética

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

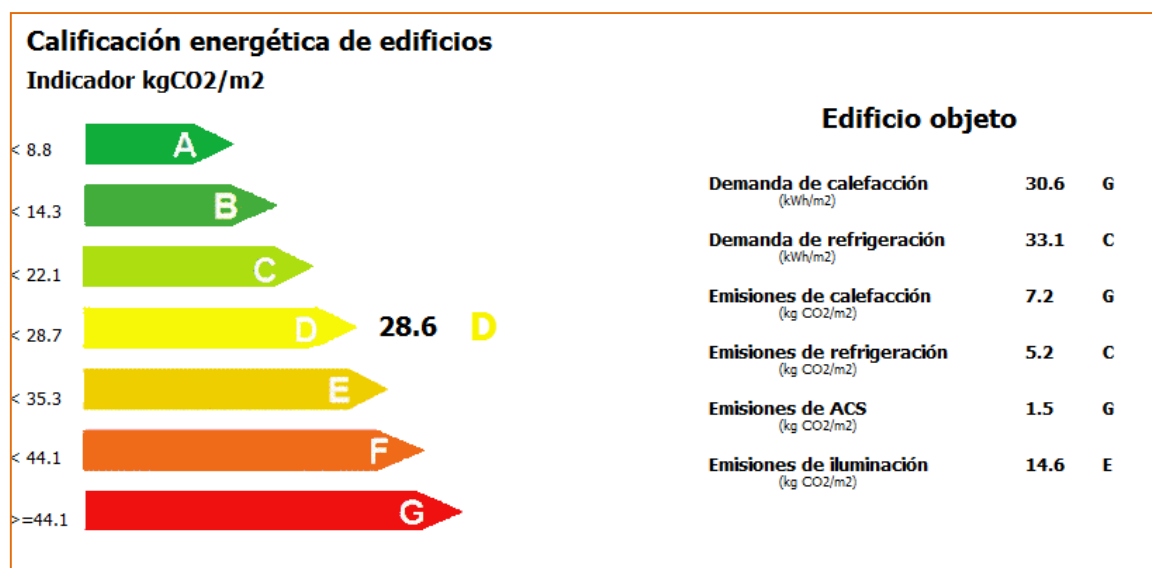


Imagen 15 Etiqueta Certificado Energético

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:

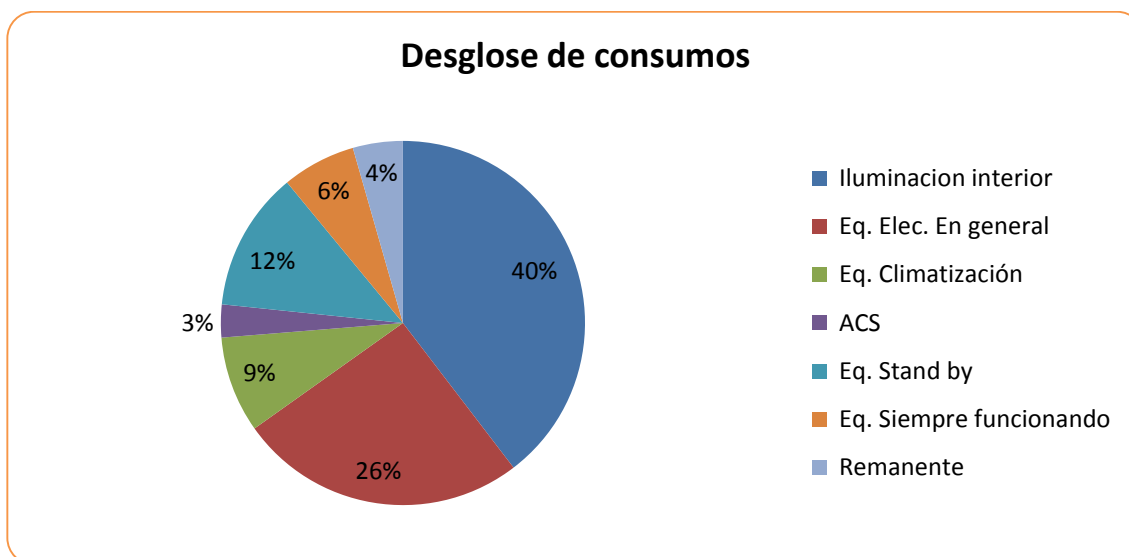


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde a los aparatos eléctricos que están en modo espera (stand by). Este apartado engloba, por ejemplo, a:

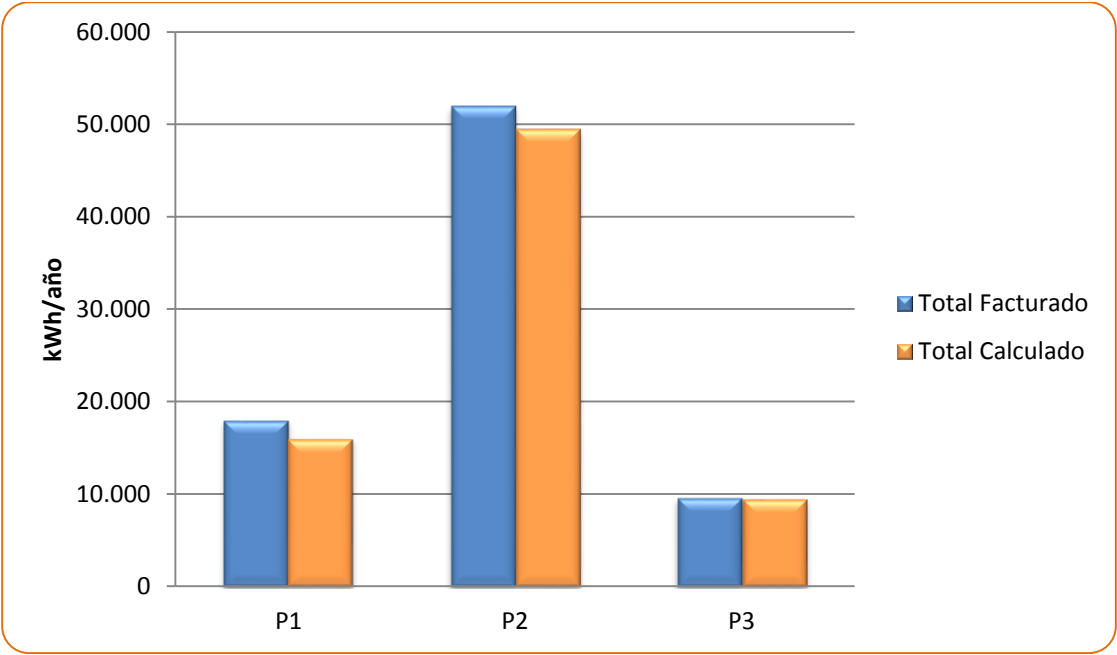
- Ordenadores, tanto de sobremesa como portátiles conectados a la red eléctrica.
- Impresoras, fotocopias y escáneres.
- Televisores, proyectores, DVD, etc.
- Teléfonos con base de recarga.
- Equipos de sonido.

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 6%.



*Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

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

Como se ha comentado anteriormente, no ha sido posible obtener los datos del consumo de combustible en el centro 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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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 16 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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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	24,52%	71,48%	4%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,20603
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			
16.224	54,63%	20,37%	1.980,21 €	204,95 €	2.185,16 €	20.749,63 €	9,50	6,47

### 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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
28,26	6,25+2x12,5	31,25

Tabla 26 Características de batería de condensadores

### Inversión

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

El coste de implantación de este sistema es de 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
--	--	370,74	831,23	2,24	--

Tabla 27 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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.

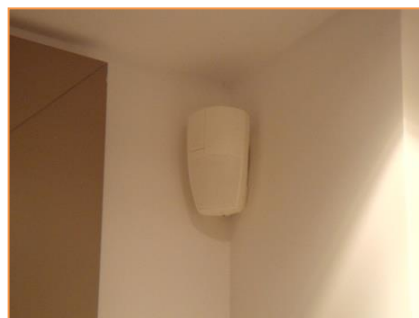


Imagen 17 Detectores de presencia

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 regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

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.

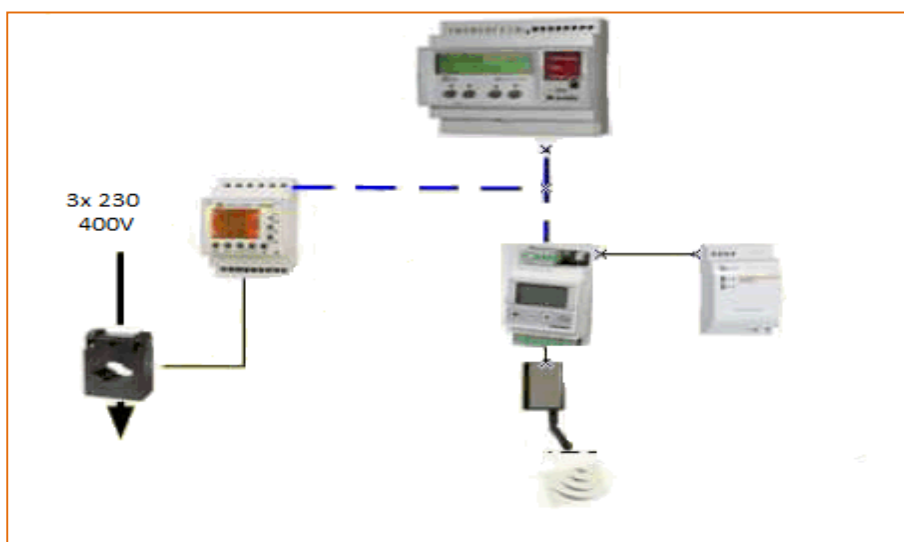
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</b>

## 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 18 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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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 y radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

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

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>COLEGIO J.R JIMENEZ</b>	<b>1306</b>
		<b>42</b>
		<b>Rev.05</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 iluminación por tecnología LED	16.224	20,37%	2.185,16 €	20.749,63 €	9,50	6,47
Instalación de Batería de condensadores	--	--	370,74	831,23	2,24	--
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	16.224	20,37	2.555,9	21.580,86	8,44	6,47

Tabla 28 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 aseos.
- 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