

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>






## INFORME

# AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Policía Local)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_08_20150923

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.....	6
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Producción de ACS .....	7
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....	10
1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo .....	19
1.4.4 Unidades Terminales.....	21
1.5 Iluminación.....	24
1.5.1 Iluminación interior .....	25
1.5.2 Iluminación exterior .....	27
1.5.3 Sistemas de control .....	27
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	27
1.6 Otros equipos .....	28
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	30
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>31</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	31
2.2 Consumos térmicos.....	34
2.3 Consumos energéticos totales .....	35
2.4 Índices energéticos.....	37
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	37
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	37
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>	<b>38</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	38
3.1.1 Registros trifásicos .....	38
3.1.2 Registros monofásicos.....	40
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	42
3.3 Medidas térmicas.....	44
3.3.1 Análisis del rendimiento de la combustión .....	44
3.3.2 Registradores de temperatura y humedad .....	44
3.4 Análisis termográfico.....	47
3.5 Certificación energética .....	48

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>49</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	49
4.2 Desglose de consumos térmicos .....	50
4.3 Contribución de energías renovables .....	50
<b>5. ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>51</b>
5.1 Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED. ....	51
5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	53
5.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	55
<b>6. MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>62</b>
6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	62
6.2 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	64
6.3 Aislamiento de la red de distribución .....	65
6.4 Implantación de un sistema de monitorización y control.....	69
<b>7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>71</b>
7.1 Aerotermia para la generación térmica de ACS.....	71
7.2 Energía solar térmica.....	77
7.3 Biomasa .....	77
7.4 Fotovoltaica – Autoconsumo .....	77
<b>8. RESUMEN .....</b>	<b>78</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	<b>POLICIA LOCAL DE MARBELLA</b>
Dirección	C/ Juan de la Cierva nº13
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto	Fatima (Auxiliar) Tlf: 952 89 99 00
Número de edificios	2

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones de la **Policía Local** que se han auditado se encuentran situadas en la **C/ Juan de la Cierva nº13** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general del edificio de la Policía Local*



*Imagen 2 Vista aérea del edificio de la Policía Local*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>		<b>1306</b>
			<b>08</b>
			<b>Rev.06</b>

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida (m²)	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio principal	4	2340,04	99 vigilantes y 372 policías, repartidos en 3 turnos	24 horas	1995	2015
Edificio 2	4	2188,5				

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento
Oficina 092	4	24 horas
Denuncias	6	24 horas
Resto de estancias	Variable	07:00-15:00

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 (m²)	Planta 1 (m²)	Planta -1 (m²)	Planta -2 (m²)	Planta -3 (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	420,68	155,32	307,75	13,69	19,95	917,39
Aseos	61,38	24,78	260,91	67,94	3,92	418,93
Aulas	--	--	222,58	--	--	222,58
Cocina-comedor	117,10	--	--	--	--	117,10
Deportivo	--	--	--	445,07	--	445,07
No habitable	60,96	--	168,89	38,55	--	268,40
Otros	40,72	--	52,01	678,80	544,19	1.341,52
Usos múltiples	--	55,00	--	--	--	55,00
Zonas comunes	321,07	72,14	167,91	101,88	--	663,00
Sup. Total (m²)	1.021,91	307,24	1.180,05	1.345,93	568,06	4.448,99

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 el espacio destinado a fines administrativos alcanza el 32% 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 23%.

### Superficie según usos

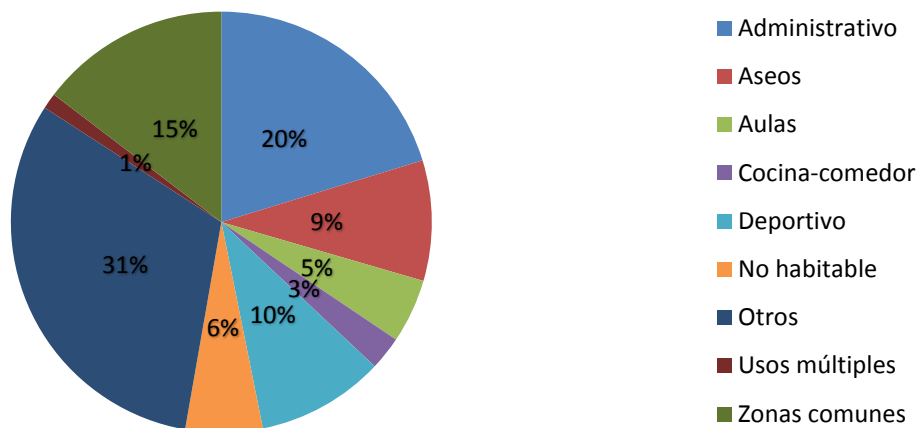
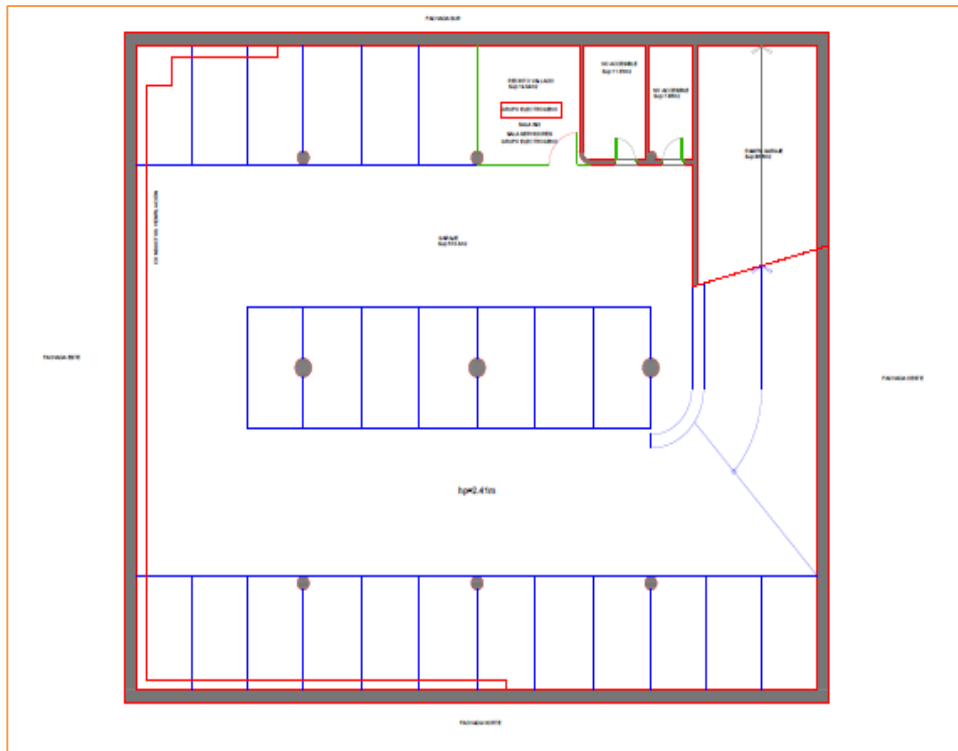
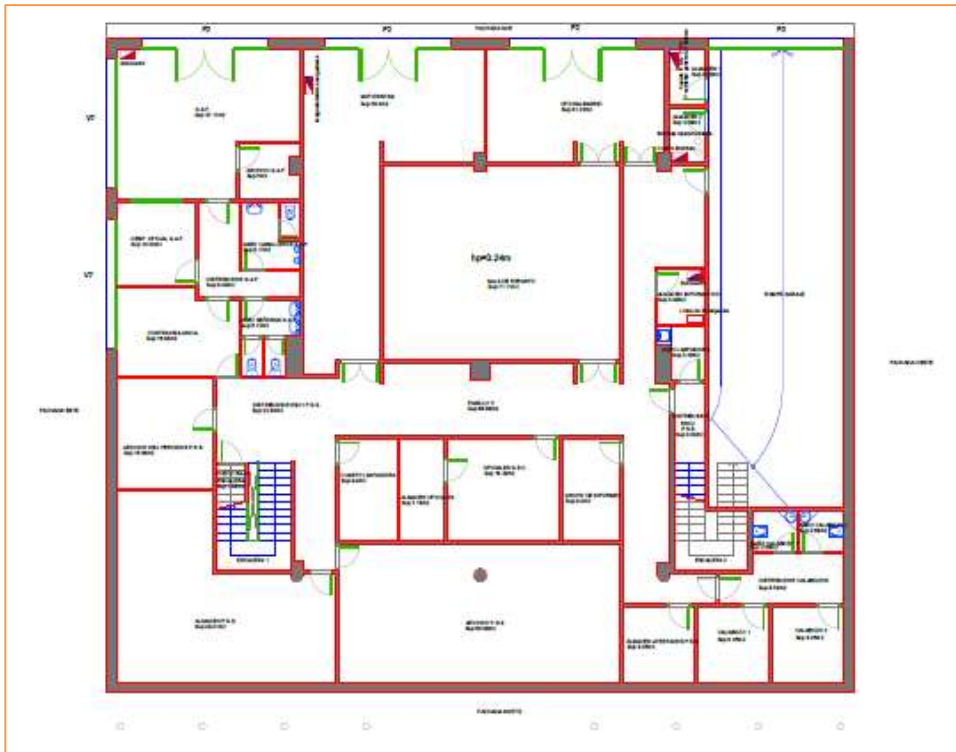


Gráfico 1 Superficie según Usos

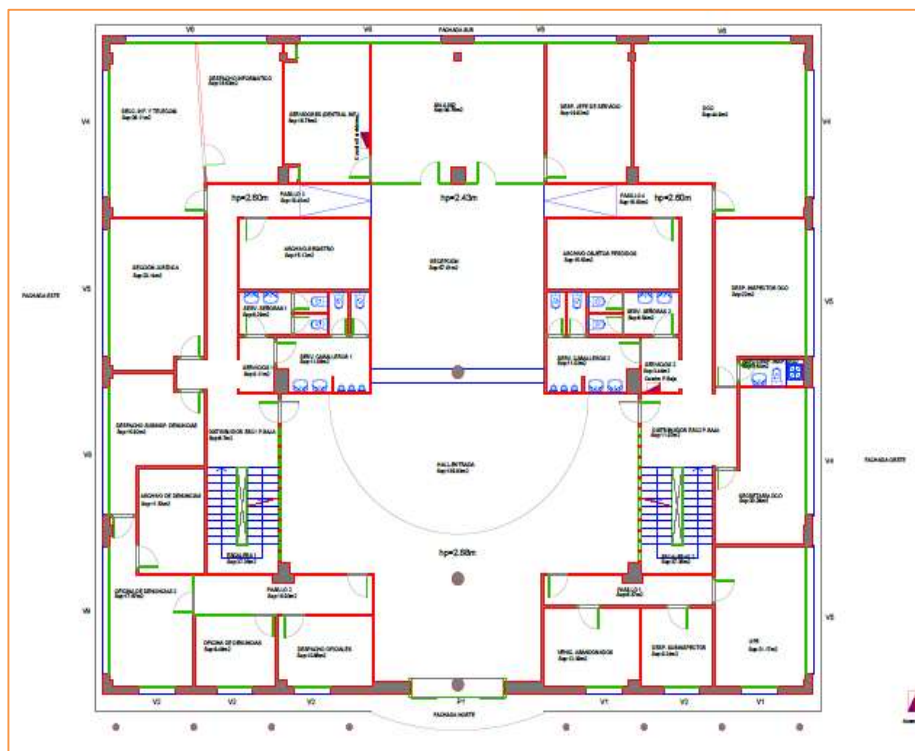
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



Plano 1. Planta Sótano



*Plano 2. Planta Semi-Sótano*



*Plano 3. Planta Baja*







	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</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 1990; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

La policía local cuenta con dos edificios, el principal es un edificio de planta rectangular de 2340m<sup>2</sup> y cuatro plantas (incluyendo un sótano) el acceso se encuentra en la calle Juan de la Cierva dando a un gran hall de entrada. Exteriormente el edificio se distingue por su acabado en hormigón beige combinado con elementos estructurales en azul y un gran ventanal azul central. Cuenta con una cubierta plana y una terraza accesible, en las cuales se encuentran las unidades exteriores de la climatización.

El segundo edificio alberga la cafetería, el gimnasio y el garaje para vehículos oficiales del servicio de Policía Local de Marbella.

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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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 cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, suelo, cassette y conductos).

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 de calor para el agua caliente sanitaria de los vestuarios se lleva a cabo mediante una caldera mural con GLP como combustible, que acumula energía térmica en un depósito de 180 litros de capacidad.

##### 1.4.1 Producción de ACS

Tal y como se menciona anteriormente, la producción de calor para el agua caliente sanitaria de los vestuarios se lleva a cabo mediante una caldera mural con GLP como combustible, ubicada en un cuarto técnico de la planta baja del edificio secundario, que acumula energía térmica en un depósito de 180 litros de capacidad, dicho depósito está equipado con una resistencia eléctrica de 2.500 W.

El suministro de combustible se realiza desde un depósito de almacenamiento de GLP de 2,45 m<sup>3</sup> ubicado en el exterior del edificio.

<b>Nº generador</b>	<b>Tipo 1</b>
<b>Generador</b>	<b>Caldera</b>
<b>Zona de tratamiento</b>	Vestuarios
<b>Servicio</b>	<b>ACS</b>
<b>Combustible</b>	<b>GLP</b>
<b>Tipo</b>	<b>Mural - Estándar</b>
<b>Marca</b>	Saunier Duval
<b>Modelo</b>	Thema Nox F25
<b>Potencia útil nominal (kWt)</b>	<b>24,20</b>
<b>Tipo quemador</b>	Sobrepresión
<b>Regulación quemador</b>	2 marchas
<b>Sistema de gestión centralizado</b>	No
<b>Control - encendido / apagado</b>	Manual
<b>días/semana</b>	L-D
<b>horario funcionamiento/día</b>	24 horas

Tabla 5 Características central de producción de calor – ACS

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	1306
		08
		Rev.06

Número	Tipo 1
Producción de calor	Caldera individual
Edificio	Edificio secundario
Zona de suministro	Vestuarios
Usuarios/día	60
Nº generador	Tipo 1
Volumen Acumulación total (litros)	185
Temperatura de acumulación (°C)	60
Tipo intercambiador de calor	Interacumulador + Resistencia
Circuito recirculación	Si
Solar térmica	No
Observaciones	El depósito consta de una resistencia eléctrica de 2,5 kW

Tabla 6 Características producción-acumulación de ACS

A continuación se muestra el esquema de principio de la instalación

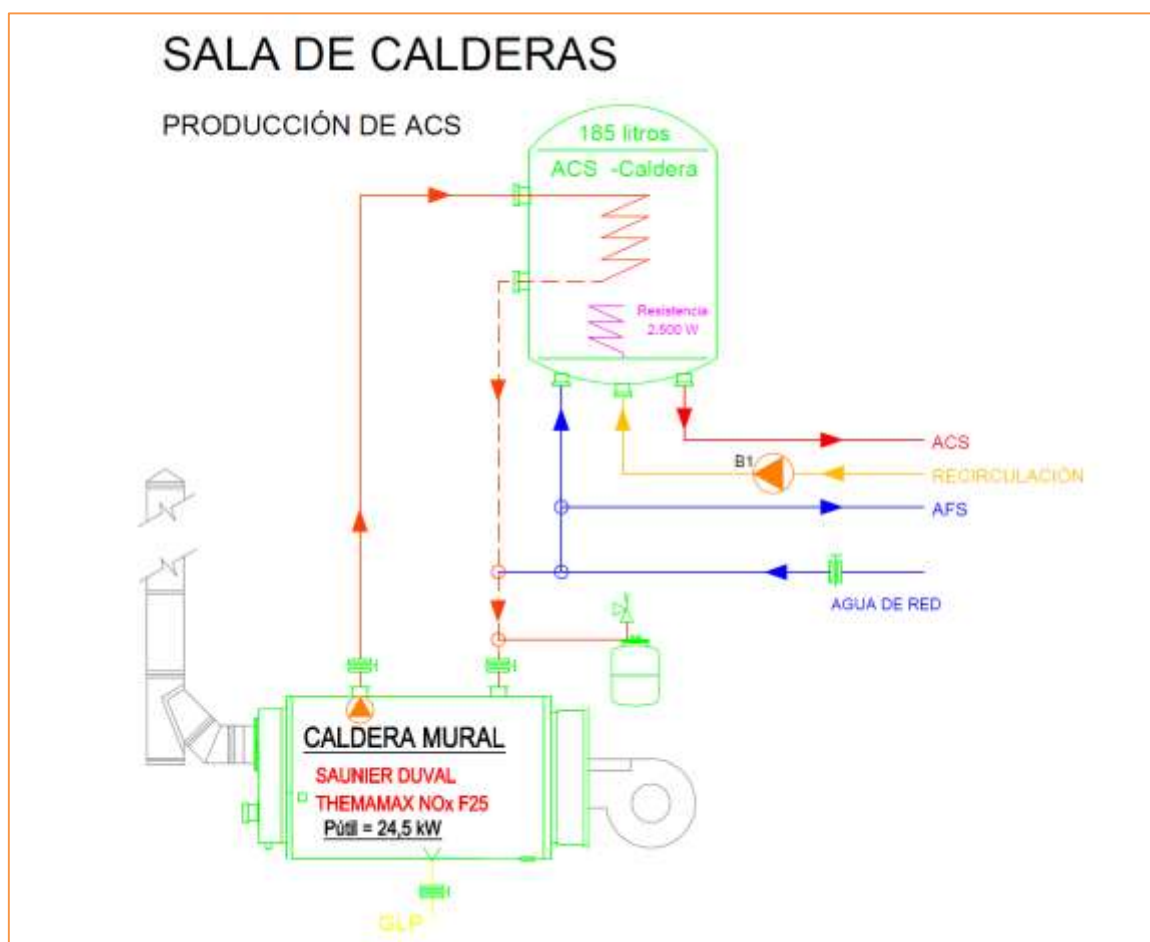


Imagen 4 Esquema de principio – Producción – acumulación de ACS – Edificio secundario



*Imagen 5 Equipos de producción de calor para ACS. Caldera mural - Edificio secundario – Planta baja*



*Imagen 6 Equipos de producción de calor para ACS. Caldera mural - Edificio secundario – Planta baja*



*Imagen 7 Equipos de producción de calor para ACS. Acumulador 185 litros. Edificio secundario – Planta baja*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Terraza	Terraza	Terraza	Terraza
Zona de tratamiento	Servidores (Central Inf.)	Servidores (Central Inf.)	Sala 092	Sala 092
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo func.	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Marca	FUJITSU GENERAL	LG	HIYASU	ACSON
Modelo	AQG25UNANL	AUW186D2	HOB14LACL	ALC 25BR AFDA
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R22
Tipo de unidad interior	Cassette	Cassette	Cassette	Cassette
Año de instalación	1995	1995	1995	1995
Potencia Frigorífica (kW)	7,00	4,80	4,30	7,03
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,65	1,41	1,41	2,76
EER	2,64	3,40	3,05	2,55
Potencia Calorífica (kW)	7,70	5,00	5,00	7,33
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,33	1,46	1,42	2,72
COP	3,30	3,42	3,52	2,69
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L - D	L - D	L - D	L - D
Horario func.	Completo	Completo	Completo	Completo
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

Tabla 7 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización – Edificio principal

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	1	2	2	2
Ubicación equipo	Terraza	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Desp. Jefe de Servicio	Sala de Juntas	Sala de Juntas	Sala de Juntas
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
Marca	ACSON	CARRIER	CARRIER	CARRIER
Modelo	ALC 20BR AFCA	-	-	-
Refrigerante	R22	R410a	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Cassette	Suelo	Suelo	Suelo
Año de instalación	1995	1995	1995	1995
Potencia Frigorífica (kW)	5,74	3,10	3,10	3,10
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,12	1,29	1,29	1,29
EER	2,71	2,40	2,40	2,40
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	5,86	3,30	3,30	3,30
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,14	1,10	1,10	1,10
COP	2,74	3,00	3,00	3,00
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L - D	L - D	L - D	L - D
horario func.	07:00-15:00	07:00-15:00	07:00-15:00	07:00-15:00
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 - Edificio principal*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	2	2	2	2
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Planta Primera Zona Este	Planta Primera Zona Oeste	Planta Baja Izquierda Principio	Planta Baja Derecha Principio
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
Marca	INTERCLISA	ACSON	INTERCLISA	ACSON
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Año de instalación	1995	1995	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	9,50	3,15	9,50	3,15
Potencia Absorbida Frío (kW)	3,17	1,09	3,17	1,09
EER	3,00	2,88	3,00	2,88
Potencia Calorífica (kW)	9,80	3,38	9,80	3,38
Potencia Absorbida Calor (kW)	3,26	0,99	3,26	0,99
COP	3,01	3,42	3,01	3,42
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L - D	L - D	L - D	L - D
horario func.	07:00-15:00	07:00-15:00	07:00-15:00	07:00-15:00
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	En servicio	En servicio	En servicio

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



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	13	14	15	16
Generador	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio Principal
Planta	2	2	2	2
Ubicación equipo	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Cubierta
Zona de tratamiento	Planta Baja Derecha Fondo	Planta Baja Izquierda Fondo	Almacén P.S.S.	Recepción
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamie nto	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Marca	INTERCLISA	INTERCLISA	TECO	INTERCLISA
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R22</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	Conductos	Conductos	Pared	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	<b>9,50</b>	<b>9,50</b>	<b>7,00</b>	<b>9,50</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	3,17	3,17	2,76	3,17
EER	<b>3,00</b>	<b>3,00</b>	<b>2,54</b>	<b>3,00</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>	<b>7,00</b>	<b>9,80</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	3,26	3,26	2,60	3,26
COP	<b>3,01</b>	<b>3,01</b>	<b>2,69</b>	<b>3,01</b>
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L - D	L - D	L - D	L - D
horario func.	07:00-15:00	07:00-15:00	07:00-15:00	07:00-15:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	<b>En servicio</b>	<b>En servicio</b>	<b>Fuera de servicio</b>	<b>En servicio</b>

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	17	18	19	20
Generador	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1	Autónomo BdC - Expansión directa - Split 1x1
Edificio	Edificio Secundario	Edificio Secundario	Edificio Secundario	Edificio Secundario
Planta	-2	-2	-2	-2
Ubicación equipo	Cubierta - Sala de máquinas	Rampa	Rampa	Rampa
Zona de tratamiento	Gimnasio	-	-	-
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
Marca	INTERCLISA	-	-	-
Modelo	RUFV5806901	-	-	-
Refrigerante	R22	-	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	55,00	9,50	9,50	9,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	26,32	3,17	3,17	3,17
EER	2,09	3,00	3,00	3,00
Potencia Calorífica (kW)	62,80	9,80	9,80	9,80
Potencia Absorbida Calor (kW)	22,43	3,26	3,26	3,26
COP	2,80	3,01	3,01	3,01
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L - D	L - D	L - D	L - D
horario func.	Completo	Completo	Completo	Completo
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Observaciones	En servicio	No existe placa de características. Se estima potencia	No existe placa de características. Se estima potencia	No existe placa de características. Se estima potencia

Tabla 11 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización - Edificio secundario

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Nº generador	<b>21</b>
Generador	<b>Autónomo BdC - Expansión directa - Split 3x1</b>
Edificio	<b>Edificio Secundario</b>
Planta	<b>-2</b>
Ubicación equipo	<b>Rampa</b>
Zona de tratamiento	<b>Almacén , zona de máquinas, control y cabinas</b>
Servicio	<b>Calefacción y refrigeración</b>
Combustible	<b>Electricidad</b>
Tipo funcionamiento	<b>Aire-Aire</b>
Condensación / Evaporación	<b>Aire</b>
Marca	<b>HIYASU</b>
Modelo	<b>HOM-30Q4A</b>
Refrigerante	<b>R407c</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>8,00</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	<b>2,67</b>
EER	<b>3,00</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>9,30</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	<b>2,62</b>
COP	<b>3,55</b>
Mes inicio calefacción	<b>Noviembre</b>
Mes final calefacción	<b>Mayo</b>
Mes inicio refrigeración	<b>Junio</b>
Mes final refrigeración	<b>Septiembre</b>
días/semana	<b>L - D</b>
horario func.	<b>Completo</b>
Sistema de gestión centralizado	<b>No</b>
Control - encendido / apagado	<b>Manual</b>
Observaciones	<b>En servicio</b>

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>		1306
			08
			Rev.06

### EDIFICIO PRINCIPAL - FOTOS



*Imagen 8 Equipos de producción de frío y calor para climatización. Edificio Principal – Terraza*



*Imagen 9 Equipos de producción de frío y calor para climatización. Edificio Principal – Cubierta*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	1306
		08
		Rev.06

## EDIFICIO SECUNDARIO - FOTOS



Imagen 10 Equipos de producción de frío y calor para climatización. Equipo partido. Gimnasio. **Edificio secundario**



Imagen 11 Equipos de producción de frío y calor para climatización. Zona de control y galería de tiro – **Edificio secundario**





*Imagen 12 Equipos de producción de frío y calor para climatización. Zona de control y galería de tiro – Edificio secundario*



*Imagen 13 Equipos de producción de frío y calor para climatización. Rampa – Edificio secundario*

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

Calefacción	205,05 kWt
Refrigeración	190,47 kWt

*Tabla 13 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

A continuación se resumen los grupos de bombeo existentes en el centro:

Nº bomba	5
Circuito	Bomba recirculación ACS
Edificio	Edificio 2
Ubicación	Sala de calderas
Denominación	B1
Tipo	Rótor húmedo - simple
Marca	WILO
Modelo	STAR RS 25/6
Variador de frecuencia	No
Potencia abs (kW)	0,08

Tabla 14 Características grupos de bombeo

Nº bomba	1	2	3	4
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión incendios	Grupo de presión incendios
Edificio	Edificio Principal	Edificio Principal	Edificio 2	Edificio 2
Ubicación	Almacen 2	Almacen 2	Instalación Contraincendio	Instalación Contraincendio
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	ESPA	ESPA	-	-
Modelo	MULTI 30 5	MULTI 30 5	-	-
Año de instalación	1995	1995	-	-
Variador de frecuencia	No	No	No	No
Caudal (l/h)	2.580-8.700	2.580-8.700	-	-
Presión disponible (m.c.a.)	20-65	20-65	-	-
Potencia abs (kW)	1,90	1,90	-	-
Observaciones	Fuera de servicio	Fuera de servicio	Fuera de servicio - En reparación	-

Tabla 15 Características grupos de bombeo



 <p><b>SONINGEO ENERGY</b> SERVICIOS ENERGÉTICOS</p>	<p><b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b></p>	1306
		08
		Rev.06



*Imagen 14 Grupos de bombeo – Recirculación de ACS – Edificio secundario*



*Imagen 15 Grupos de bombeo – Grupo de presión agua sanitaria – Fuera de servicio*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

#### 1.4.4 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 diferentes tipologías (pared, techo, suelo, cassette y conductos) como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1 y 3x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

En este caso, no ha sido posible definir las características técnicas de todas las unidades interiores de que consta el centro al encontrarse ubicadas en el interior de los falsos techos y/o sin un acceso claro. Aun así, al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1 y 3x1), 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 16 Tipología de **unidades interiores** instaladas – Cassette - Sala 092 – Edificio principal*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### UTAs - Unidades de tratamiento de aire

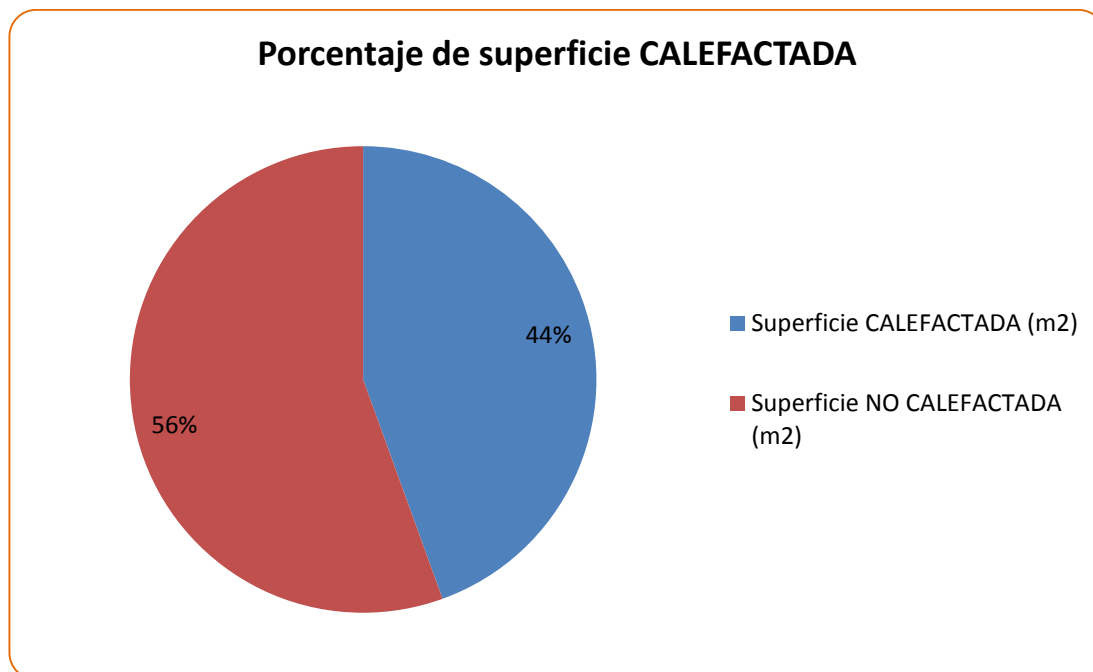
El centro consta de una unidad de tratamiento de aire, destinada al tratamiento de calefacción, refrigeración y ventilación de la zona del gimnasio del edificio secundario. Dicha unidad consta de batería de expansión directa y funciona en combinación con la unidad exterior (sistema 1x1), como parte fundamental del sistema autónomo de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descrito anteriormente.

El consumo eléctrico derivado de este equipo se debe únicamente a los ventiladores de impulsión y retorno., ya que el consumo derivado de la producción térmica depende de los equipos de generación antes descritos. Las características técnicas del conjunto (unidad exterior + unidad interior) están definidas en el apartado anterior.



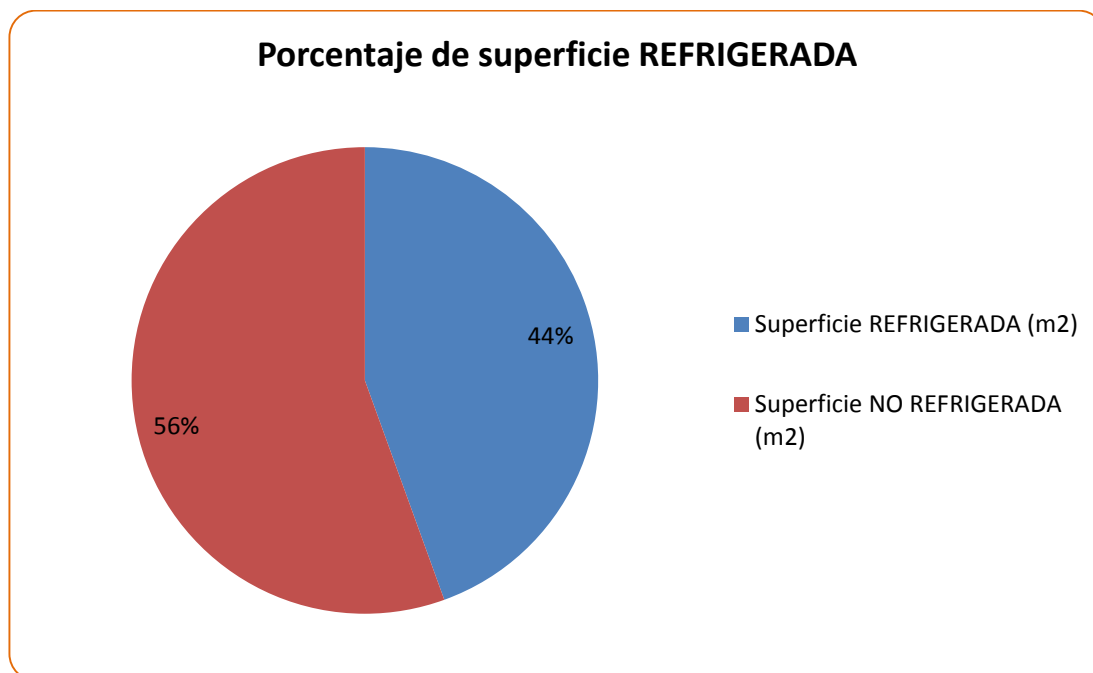
*Imagen 17 Tipología de UTAs instaladas – Equipo partido de expansión directa – Zona gimnasio – Edificio secundario*

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la superficie calefactada en el centro:



*Gráfico 2 Porcentaje de superficie calefactada*

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la superficie refrigerada en el centro:



*Gráfico 3 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 62,38 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Gráfico 4 % 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.

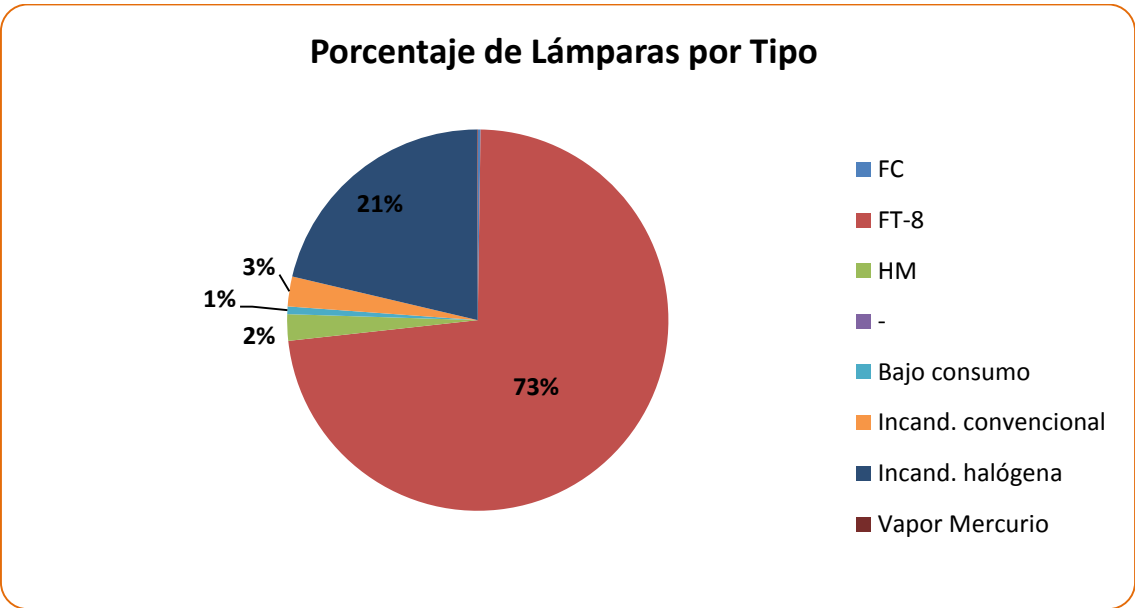


Gráfico 5 % de cada tipo de lámpara instalada

### 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	402	34,05
FT-8	402	34,05
1	56	3,16
36	28	1,21
58	28	1,95
2	100	9,38
36	86	7,43
58	14	1,95
4	246	21,51
18	243	21,00
36	3	0,52
-	406	22,25
FC	3	0,09
1	2	0,04
18	2	0,04
2	1	0,05
26	1	0,05
HM	11	1,50
1	11	1,50
150	6	1,08
70	5	0,42
Incand. convencional	41	2,27
1	41	2,27
40	6	0,24
60	33	1,98
25	2	0,05
Incand. halógena	339	17,97
1	339	17,97
50	303	15,15
100	24	2,40
35	12	0,42
Vapor Mercurio	1	0,13
1	1	0,13
125	1	0,13
Bajo consumo	11	0,30
1	11	0,30
23	1	0,02
26	4	0,10
28	6	0,17
<b>Total general</b>	<b>808</b>	<b>56,30</b>

Tabla 16 Resumen de lámparas instaladas

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

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



*Imagen 18 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)
-	51	6,08
HM	27	4,86
1	27	4,86
150	27	4,86
Incand. convencional	2	0,12
1	2	0,12
60	2	0,12
Incand. halógena	22	1,10
1	22	1,10
50	22	1,10
<b>Total general</b>	<b>51</b>	<b>6,08</b>

*Tabla 17 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 19 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### 1.5.3 Sistemas de control

El funcionamiento del alumbrado exterior está programado en función de la estación del año en la que nos encontremos, es programado de forma manual por el encargado de la instalación.

Las estancias del interior del edificio no están reguladas ni controladas por ningún mecanismo en ninguna de las zonas.

### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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>16</b>	<b>3,76</b>
PROYECTOR	4	0,52
130	4	0,52
VIDEO	1	0,1
100	1	0,1
REPRODUCTOR DVD	1	0,1
100	1	0,1
EQUIPO MULTIMEDIA	9	2,79
310	9	2,79
TELEVISOR DE TUBO	1	0,25
250	1	0,25
<b>Electrodoméstico</b>	<b>11</b>	<b>4,97</b>
MICROONDAS	1	0,4
400	1	0,4
NEVERA	5	1,34
220	2	0,44
250	2	0,5
400	1	0,4
CAMPANA EXTRACTORA	1	0,12
120	1	0,12
LAVAPLATOS	1	1,74
1740	1	1,74
BATIDORA	1	0,25
250	1	0,25
MAQUINA AGUA	1	0,4
400	1	0,4
MAQUINA CAFE EXPRESO	1	0,72
720	1	0,72
<b>Informático</b>	<b>75</b>	<b>16,42</b>
IMPRESORA MULTIFUNCION	8	0,46
30	7	0,21
250	1	0,25
FOTOCOPIADORA	2	1,8
900	2	1,8
ORDENADOR DE MESA	56	13,98
240	2	0,48
250	54	13,5
ORDENADOR PORTATIL	9	0,18
20	9	0,18
<b>Otros</b>	<b>11</b>	<b>1,22</b>
VENTILADOR	5	0,33
60	2	0,12
70	3	0,21
DESTRUCTORA DE PAPEL	1	0,2
200	1	0,2
TELEFONO FIJO	1	0,01
10	1	0,01
EXTRACTOR PEQUEÑO	1	0,03
30	1	0,03
LAMINADORA	3	0,65
150	1	0,15
200	1	0,2
300	1	0,3
<b>Sonido</b>	<b>10</b>	<b>0,29</b>

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>MEGAFONIA</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
20	1	0,02
<b>RADIO</b>	<b>8</b>	<b>0,17</b>
10	7	0,07
100	1	0,1
<b>EQUIPO MUSICA</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>
100	1	0,1
<b>Distribución - Bombas</b>	<b>9</b>	<b>2,89</b>
<b>BOMBA</b>	<b>9</b>	<b>2,89</b>
84	1	0,084
99	2	0,198
100	2	0,2
102	1	0,102
510	1	0,51
898	2	1,796
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>3</b>	<b>0,25</b>
<b>UNIDAD INTERIOR-SPLIT</b>	<b>2</b>	<b>0,1</b>
50	2	0,1
<b>AEROTERMO</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
150	1	0,15
<b>Producción Frio y Calor</b>	<b>5</b>	<b>5,92</b>
<b>RADIADOR ELECTRICO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>VENTILADOR</b>	<b>2</b>	<b>0,08</b>
40	2	0,08
<b>UNIDAD EXTERIOR-SPLIT</b>	<b>2</b>	<b>3,84</b>
1920	2	3,84
<b>ACS</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
<b>TERMO-ACUMULADOR ELECTRICO</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Total general</b>	<b>141</b>	<b>37,22</b>

Tabla 18 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.

### Potencia instalada en equipos eléctricos

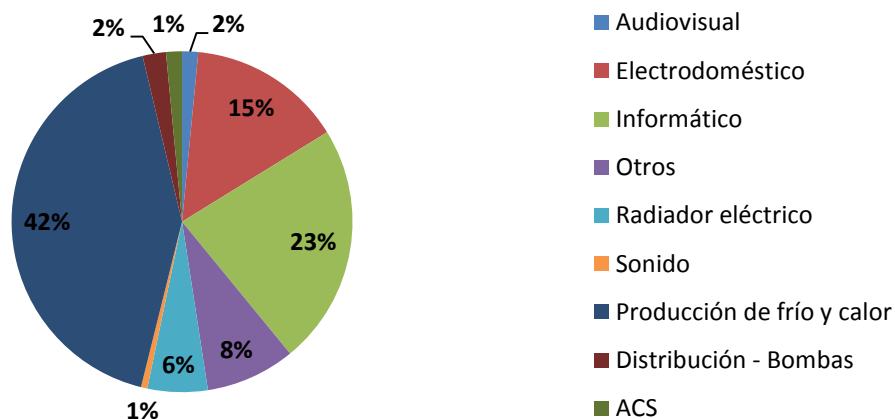


Gráfico 6 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

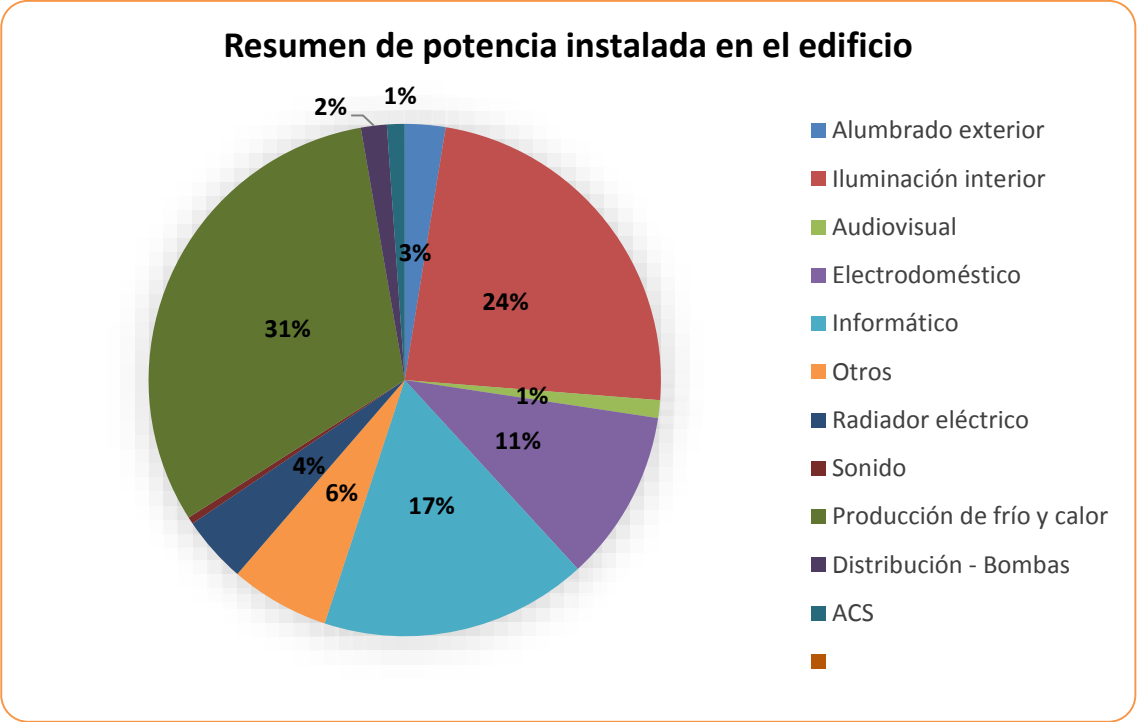


Gráfico 7 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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>	ES0031103718605001PH0F	<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>	200	200	200
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	40,728525	24,437115	16,291410
<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 2013 hasta Diciembre del 2014.

Fecha inicio	Fecha in	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Máximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	3.636	13.831	7.054	37 /76 /71	0,00	3.812,05
31/01/2014	28/02/2014	3.802	14.091	7.384	46 /82 /82	0,00	3.806,74
28/02/2014	31/03/2014	4.060	14.065	7.594	54 /63 /62	0,00	3.978,67
31/03/2014	30/04/2014	5.153	11.776	7.253	65 /63 /58	0,00	3.811,66
30/04/2014	31/05/2014	5.630	12.460	7.623	70 /67 /57	0,00	4.023,99
31/05/2014	30/06/2014	6.119	12.784	7.879	76 /72 /68	0,00	4.165,82
30/06/2014	31/07/2014	7.215	14.516	8.913	93 /88 /80	0,00	4.641,03
31/07/2014	31/08/2014	7.343	15.356	9.361	86 /86 /83	0,00	4.789,19
31/08/2014	30/09/2014	7.003	15.314	9.204	105 /110 /105	0,00	4.682,30
30/09/2014	31/10/2014	5.616	13.878	8.217	70 /75 /65	0,00	4.283,88
31/10/2014	30/11/2014	4.023	13.535	7.284	43 /63 /59	0,00	3.901,91
30/11/2014	31/12/2014	4.169	14.238	7.743	45 /72 /63	0,00	4.078,87

Tabla 19 Facturación eléctrica

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

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	200	200	200
<b>Potencia registrada (kW)</b>	105	110	105

Tabla 20 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

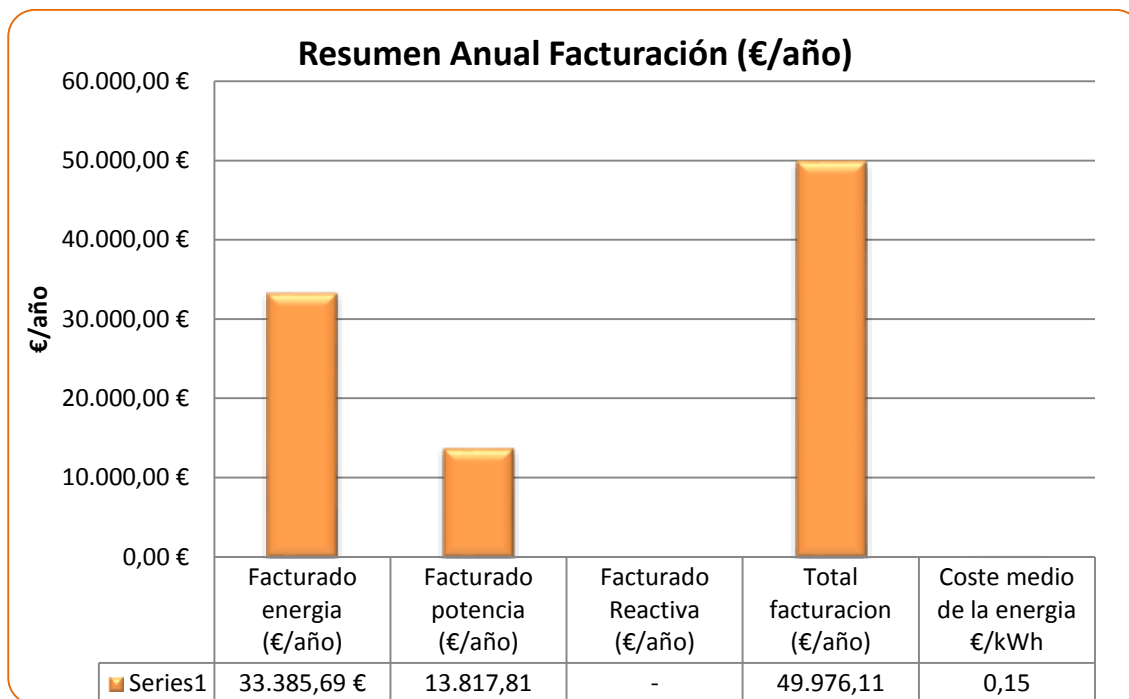


Gráfico 8 Resumen Anual de Facturación

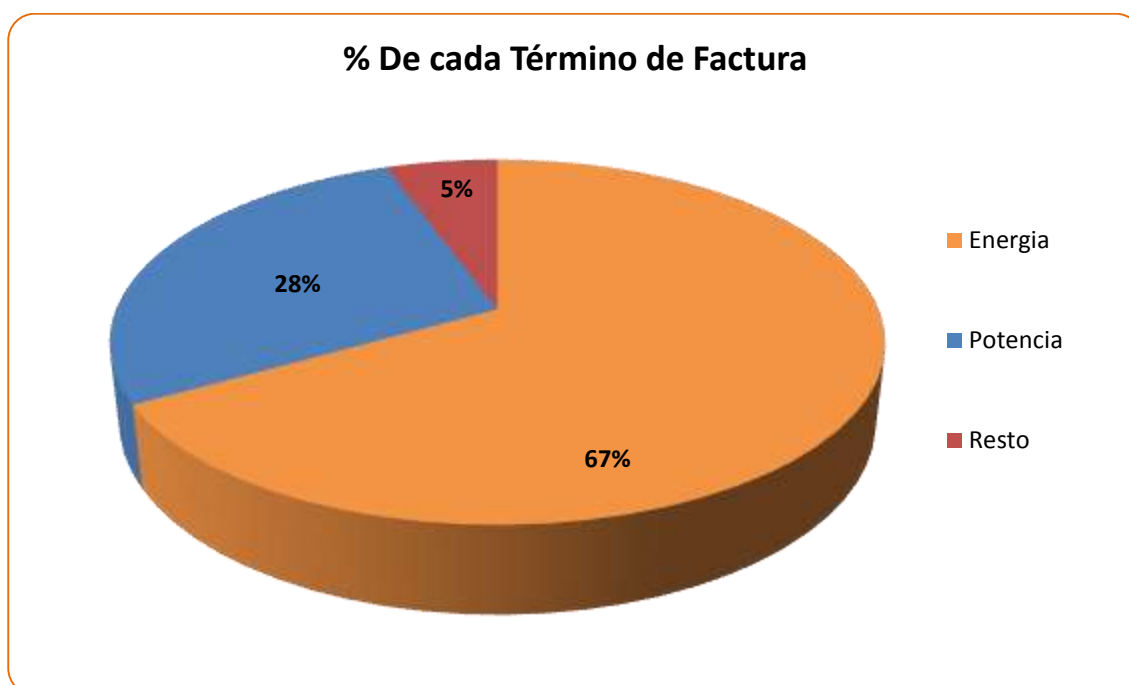


Gráfico 9 Resumen de los términos de Factura

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

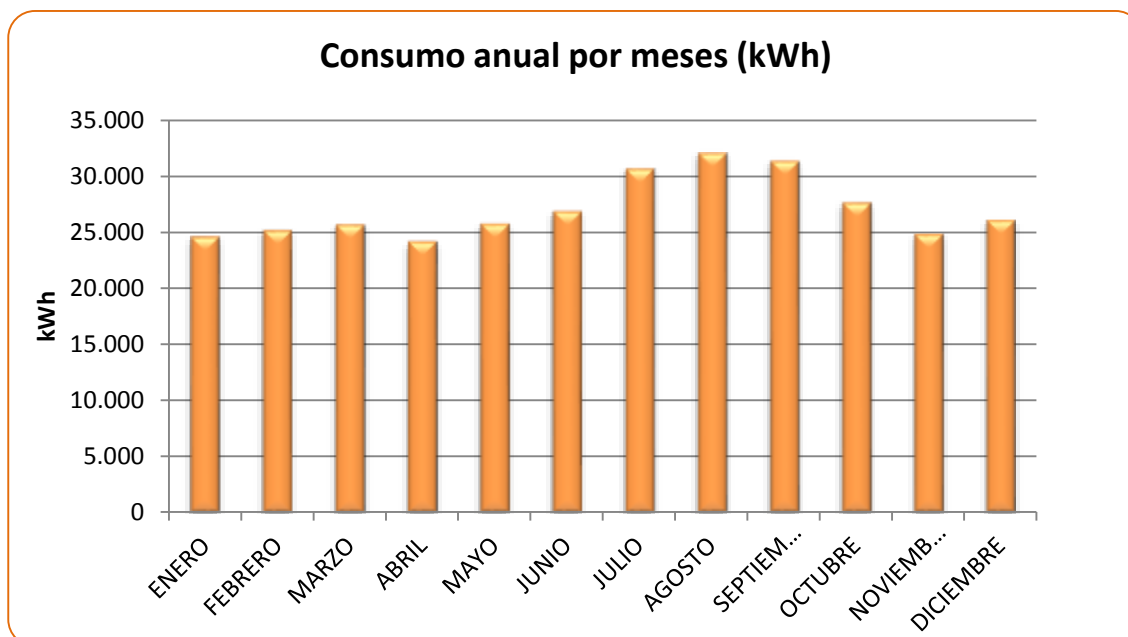


Gráfico 10 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

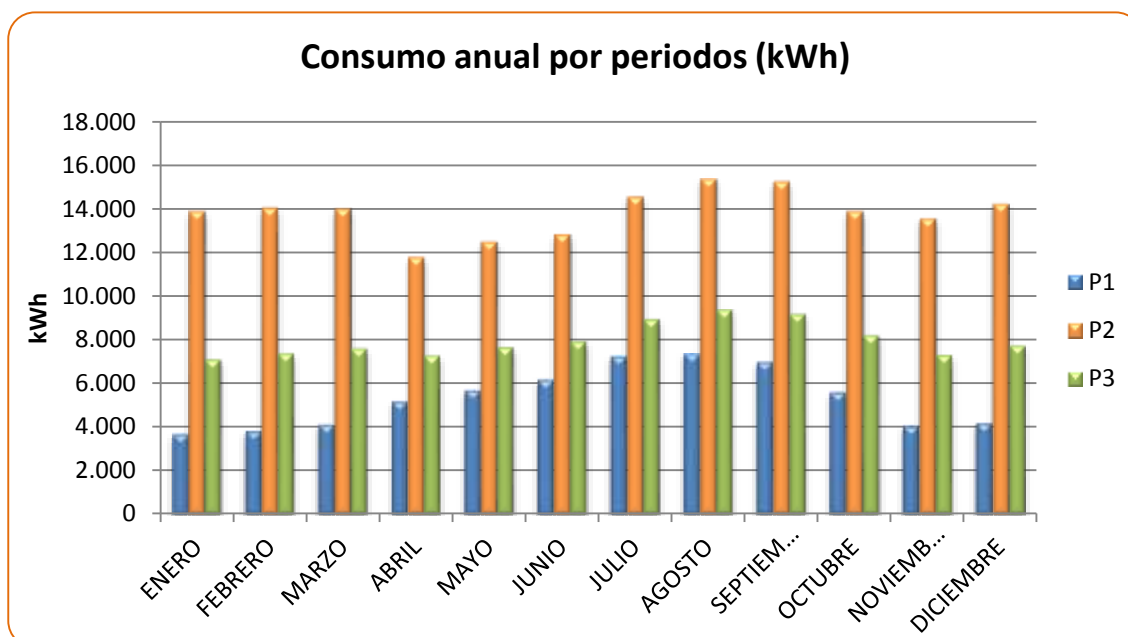


Gráfico 11 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	325.122
Total Facturación (€)	49.976,11
Media mensual de consumo (kWh/mes)	27.094
Media mensual de coste (€/mes)	4.164,68
Coste medio energía (€/kWh)	0,154

Tabla 21 Resumen valores globales de la facturación eléctrica



## 2.2 Consumos térmicos

El combustible utilizado es el gas licuado del petróleo (GLP), suministrado a granel por la empresa REPSOL GAS. El depósito está ubicado en el exterior del centro y da servicio a la caldera mural existente en el edificio secundario para la generación de ACS de los vestuarios.



*Imagen 20 Consumos térmicos. Depósito exterior de GLP. Edificio secundario*

Según la información aportada por el personal de mantenimiento del centro, cuando el depósito se encuentra al 25% de su capacidad se solicita la recarga a la empresa suministradora, que se realiza dos veces al año con cargas comprendidas entre 800 y 900 kg.

Por lo tanto, se estima un consumo anual en torno a 1.600 kg de GLP. El coste económico asociado a este consumo de combustible consta de una parte fija de 51,24 €/mes (IVA no incluido) y de una parte variable de 1,62 €/kg (IVA no incluido), lo que supone un gasto anual de 3.206,88 €/año.

A continuación se muestran los datos globales disponibles de consumo de gas licuado del petróleo (GLP) durante un año completo:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Consumo anual (kg/año)	Consumo anual (kWh PCI/año) <sup>1</sup>	Coste fijo anual (€/año) (IVA no incluido)	Coste variable anual (€/año) (IVA no incluido) <sup>2</sup>	Coste total anual (€/año) (IVA no incluido)	Coste energético unitario (€/kWh PCI) (IVA no incluido)
1.600,00	20.093,02	614,88	2.592,00	3.206,88	0,159601

Tabla 22 Resumen de consumos de GLP

### 2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	325.122,00	20.093,02	345.215,02
Coste (€/año)	49.976,11	3.206,88	53.182,99

Tabla 23 Consumos energéticos anuales totales

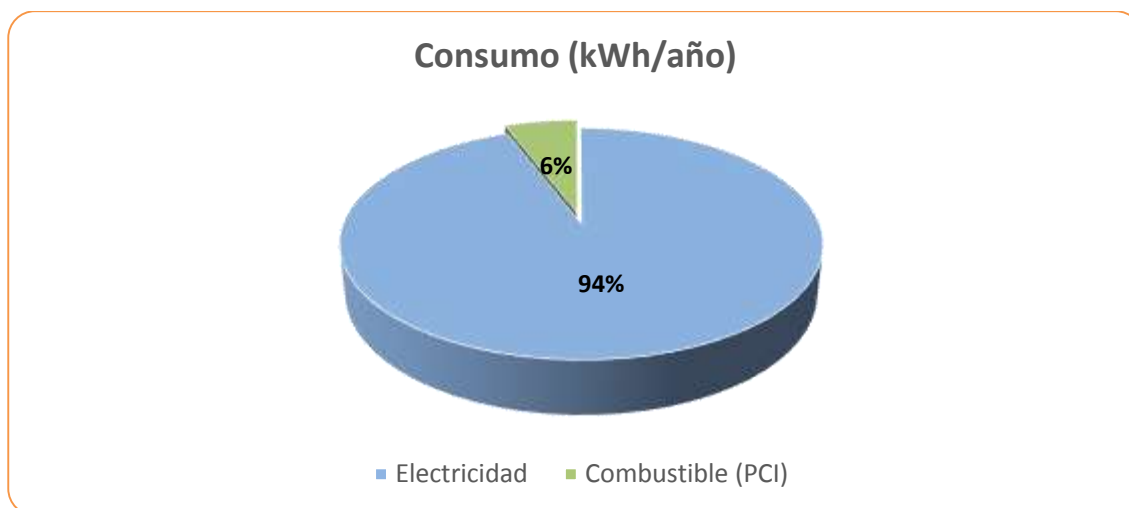
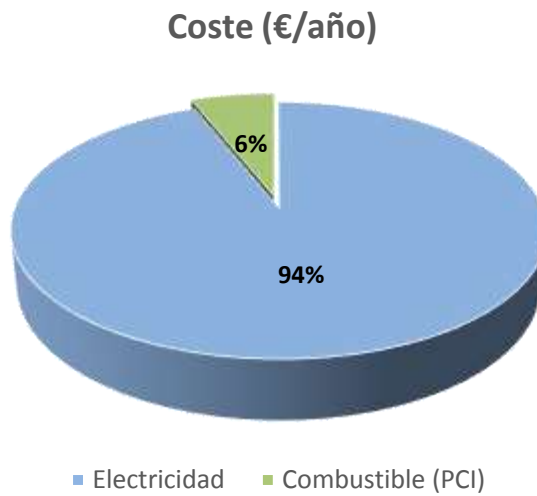


Gráfico 12 Porcentajes de consumos energéticos (kWh/año)

<sup>1</sup> El poder calorífico inferior (PCI) considerado para el GLP es de 12,56 kWh PCI/kg, de acuerdo a las especificaciones del propano comercial.

<sup>2</sup> Se ha considerado un coste fijo de 51,24 €/mes (IVA no incluido) y un coste variable de 0,129 €/kWh PCI de acuerdo a los datos actuales de facturación.



*Gráfico 13 Porcentajes de costes energéticos (€/año)*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

## 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	Variable
Superficie total (m2)	4.528,89
Pot. Instalada iluminación interior (kW)	56,30
Pot. Instalada iluminación exterior (kW)	6,01
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	173,74
Pot. eléctrica total instalada (kW)	236,05

Tabla 24 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	325.122
€/kWh	0,15
kWh/m² Total	71,79
€/m² Total	11,03
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO <sub>2</sub> /año	129,72
Kg CO <sub>2</sub> /m²	28,64
Pot. Iluminación en W/m²	12,43

Tabla 25 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

Para los cálculos de los índices térmicos se han tomado los datos anuales de consumo de combustible. Los índices por m² son respecto a la superficie total del edificio/s.

PARÁMETROS GENERALES TÉRMICOS	
Ocupación diaria	60
Superficie útil total (m²)	4.528,89
Tipo de combustible	GLP
Potencia útil calorífica instalada (kWt)	24,20

Tabla 26 Índices energéticos – Parámetros generales térmicos

ÍNDICES TÉRMICOS	
kWh PCI/año	20.093,02
€/kWh PCI	0,159601
kWh PCI/persona	334,88
€/persona	53,45
Ton CO <sub>2</sub> /año	4,90
Kg CO <sub>2</sub> /m²	1,08

Tabla 27 Resumen Índices energéticos térmicos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>		<b>1306</b>
			<b>08</b>
			<b>Rev.06</b>

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

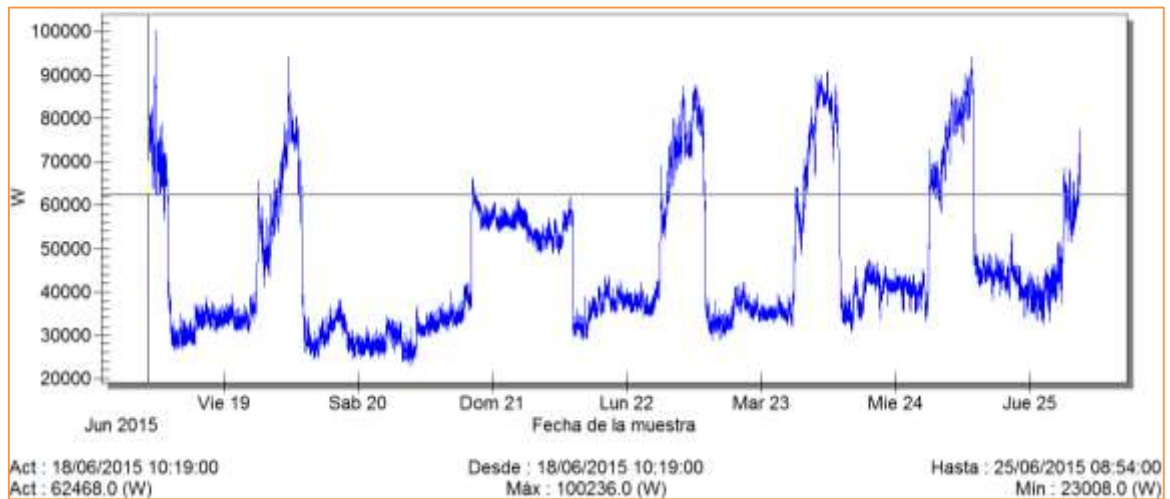


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 18/06/2015 al 25/06/2015

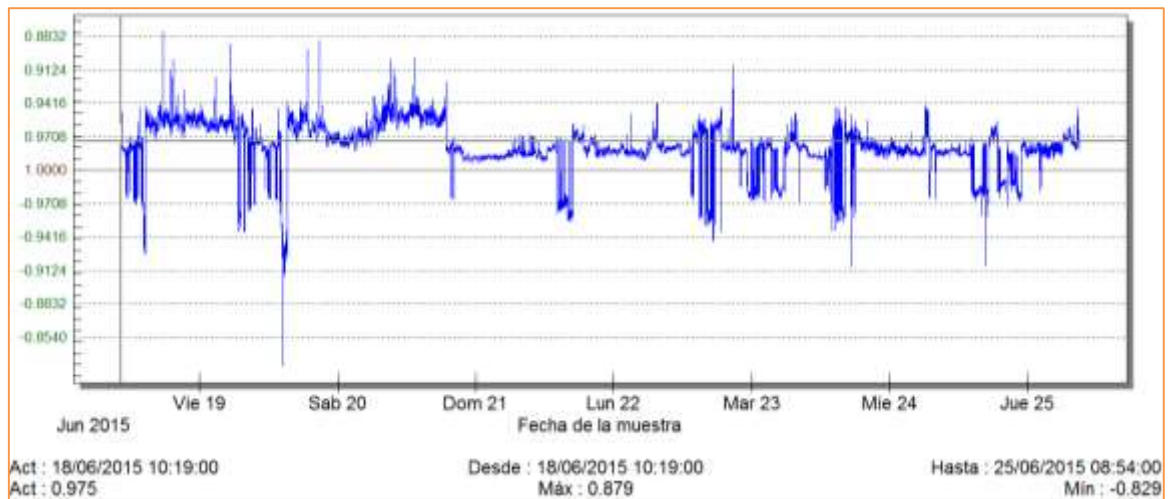


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

### Potencia Registrada en días Laborables (kW)

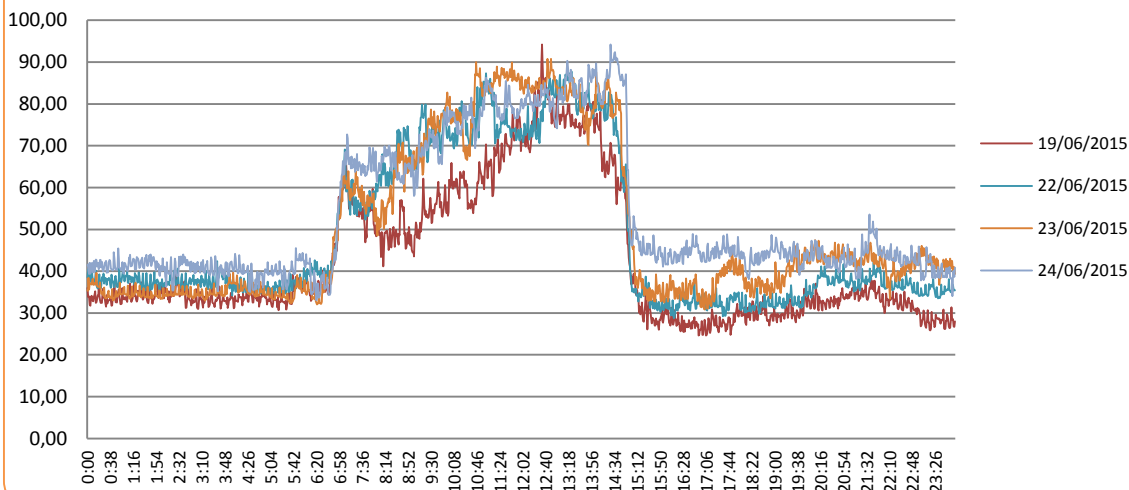


Gráfico 16 Potencia registrada en días laborables (kW)

### Potencia Registrada en días festivos (kW)

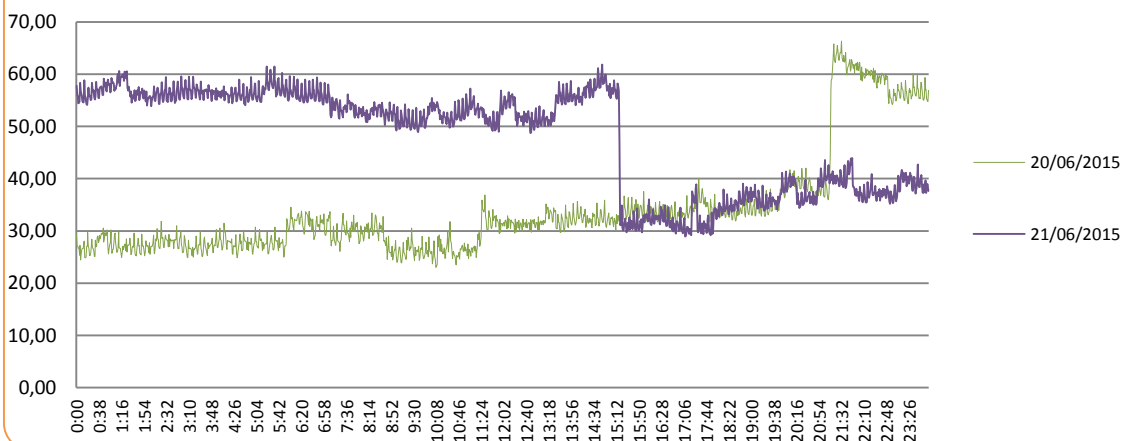


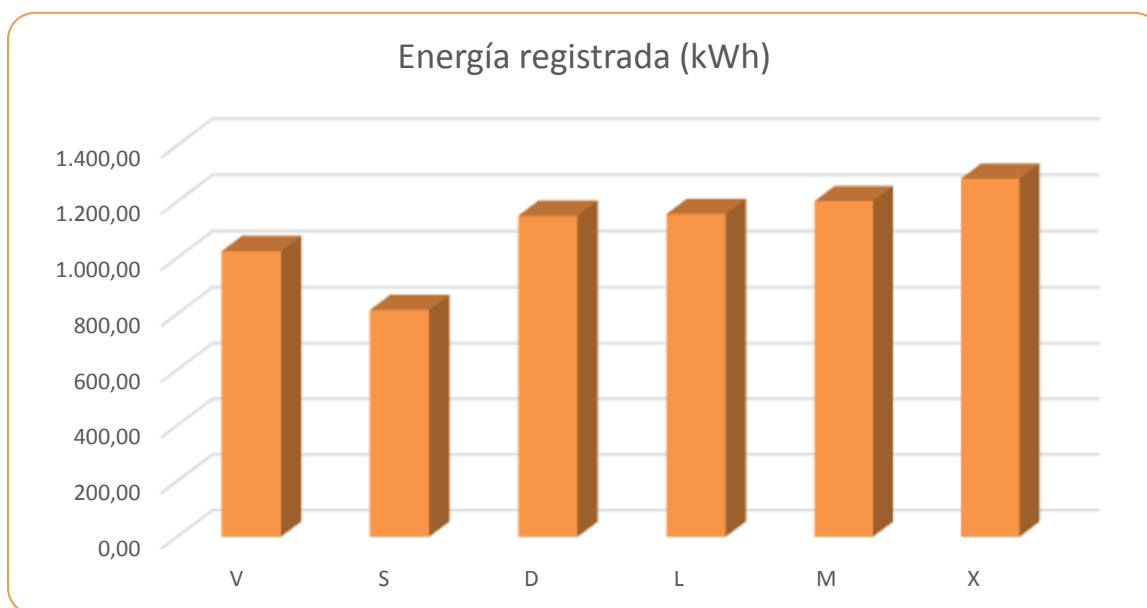
Gráfico 17 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 30 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 110 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 6:00 y 14:30 en horario de máxima afluencia.

Durante todos los días del año la iluminación exterior entra en funcionamiento con un reloj horario, programado de manera premeditada en función de la estación del año.

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



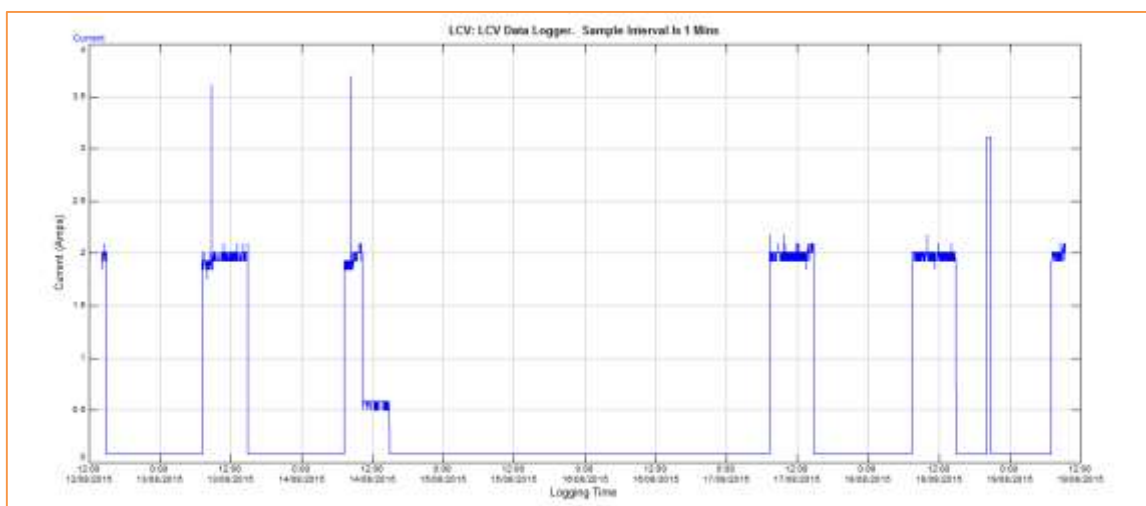
*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborables es de 1.165,73 kWh y durante los días festivos de 981,88 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 33.501,19kWh para el mes de Junio, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Junio de 2014 de un 9,32% 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.

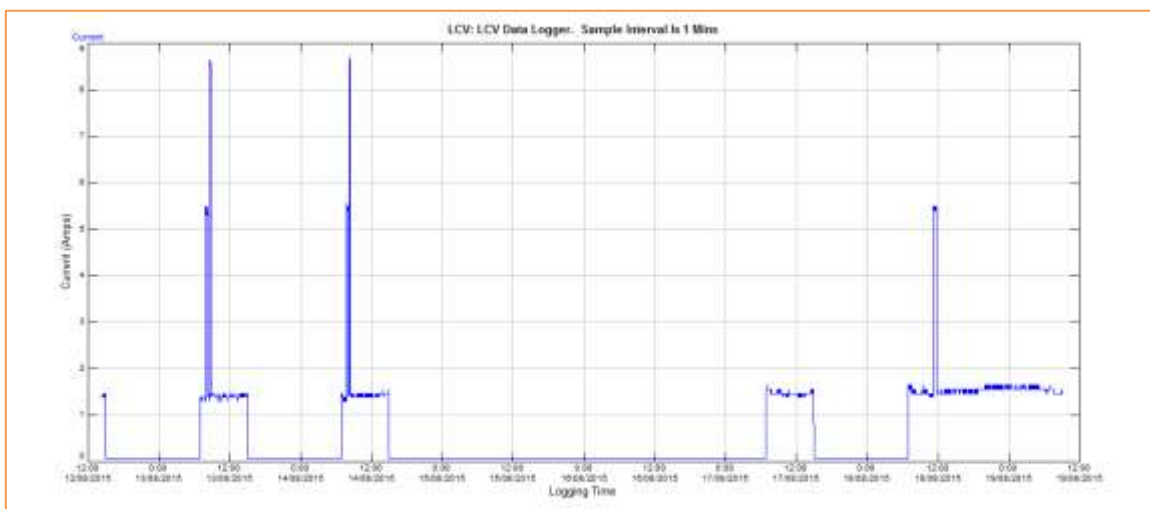
- **Sala de Junta y Sala de personal.**



*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en la Sala de Juntas y Personal.*

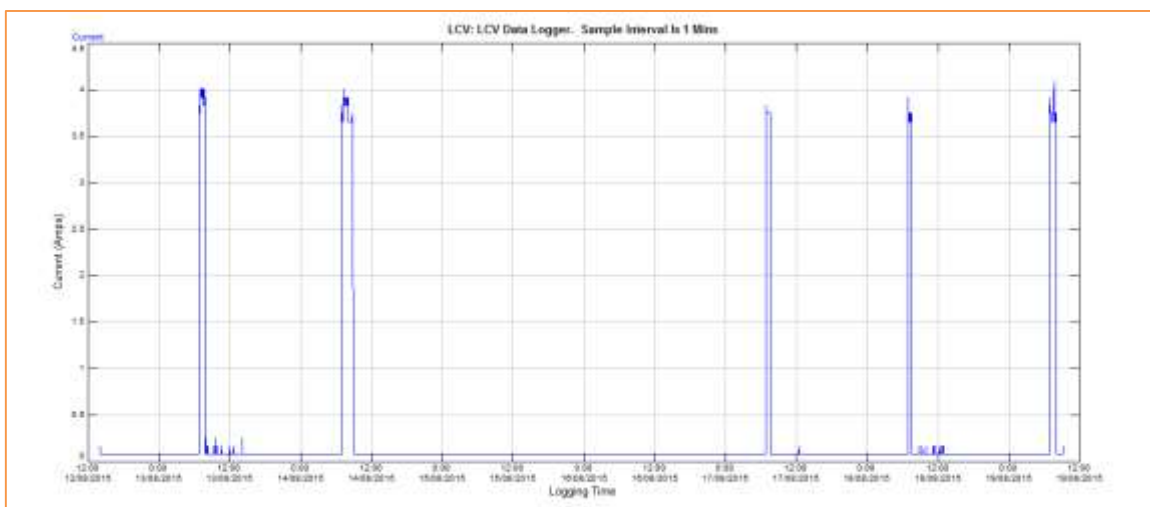


- **Distribuidor 1**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Distribuidor 1*

- **Despacho Dirección**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en Despacho de dirección*

Los registros permiten obtener un horario medio de funcionamiento de los circuitos en los que se ha realizado las mediciones:

- Sala de Juntas y Sala de Personal: 8 h
- Distribuidor 1: 8 h.
- Despacho dirección: 1,2 h.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área ( $m^2$ )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Hall-Entrada	3835,2	139,93	700	200	3,92
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Recepción	924	57,01	430	150	3,77
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Pasillo2	272,8	10,93	370	150	6,75
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Despacho Oficiales	173	10,88	420	500	3,79
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Oficina de Denuncias 1	173	9,48	400	300	4,56
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Oficina de Denuncias 2	223	17,87	400	300	3,12
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Archivo de Denuncias	86,4	11,53	315	200	2,38
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Despacho Subinsp. Denuncias	173	15,92	314	300	3,46
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Distribuidor Esc.1 P.Baja	200	8,70	100	200	22,99
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Pasillo 3	550	19,41	120	150	23,61
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Serv. Señoras 1	150	6,29	200	150	11,92
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Archivo-Registro	173	15,12	160	200	7,15
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Sección Jurídica	345,6	23,14	210	300	7,11
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Secc. Inf. Y Telecom.	259,2	26,11	280	300	3,55
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Despacho Informático	173	18,53	260	300	3,59
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Servidores (Central Inf.)	345,6	18,78	200	200	9,20
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Sala 092	518,4	39,78	235	300	5,55
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Desp. Jefe de Servicio	345,6	19,62	400	500	4,40
EDIFICIO PRINCIPAL	0	D.C.O.	432	44,90	270	300	3,56
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Pasillo 4	550	18,03	345	150	8,84
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Desp. Inspector D.C.O.	345,6	22,00	310	500	5,07
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Aseo Desp. Insp. D.C.O.	50	2,83	375	150	4,71
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Archivo Objetos Perdidos	173	15,53	400	200	2,78
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Servicios 2	50	3,44	344	150	4,23
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Serv. Caballeros 2	250	11,03	125	150	18,13

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Serv. Señoras 2	150	6,54	130	150	17,64
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Distribuidor Esc.2 P.Baja	200	11,97	260	200	6,43
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Secretaría D.C.O.	259,2	20,26	130	500	9,84
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Pasillo 1	173	8,37	130	150	15,90
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Vehic. Abandonado	173	12,39	370	200	3,77
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Despacho Subinspector	173	9,24	350	500	5,35
EDIFICIO PRINCIPAL	0	UPE	345,6	21,17	420	300	3,89
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Distribuidor P.Primer	2150	61,14	795	200	4,42
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Distribuidor Esc.1 P.Primer	150	6,21	115	200	21,00
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Serv. Caballeros P.Primer	200	8,28	260	150	9,29
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Desp. Secretaria Jefe P.L.	173	11,59	322	500	4,64
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Despacho Superintendente Jefe	259,2	23,02	400	500	2,81
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Aseo Sup. Jefe	50	3,69	240	150	5,65
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Despacho Jefe Personal	173	16,25	260	500	4,09
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Personal	345,6	26,97	260	300	4,93
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Sala de Juntas	400	55,00	570	300	1,28
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Secretaría	345,6	22,68	335	500	4,55
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Despacho Consejal	518,4	39,69	210	500	6,22
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Aseo Desp. Consejal	50	4,53	510	150	2,16
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Desp. Secretario Consejal	173	15,12	340	500	3,37
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Distribuidor Esc.2 P.Primer	100	4,79	240	200	8,70
EDIFICIO PRINCIPAL	1	Serv. Señoras P.Primer	100	8,28	145	150	8,33
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Distribuidor Escalera 1 P.S.S.	600	22,83	165	200	15,93
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Almacen Oficiales	86,4	7,18	550	100	2,19
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Oficiales G.S.C.	345,6	18,22	481	300	3,94
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Grupo de Informes	173	9,40	460	300	4,00
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Sala de Reparto	2264	71,11	485	300	6,56
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Motoristas	1050	56,30	210	200	8,88
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	G.A.F.	432	37,11	275	200	4,23
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Archivo G.A.F.	86,4	5,00	270	200	6,40
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Distribuidor G.A.F.	186	8,48	270	200	8,12
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Desp. Oficial G.A.F.	173	10,33	270	500	6,20
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Aseos Señoras G.A.F.	200	6,12	350	150	9,34
EDIFICIO PRINCIPAL	0	Secretaría	518	11,89	648	500	6,72
EDIFICIO PRINCIPAL	-1	Vestuarios Masculino	691,2	42,65	196	150	8,27
SEGUNDO EDIFICIO	-1	Distribuidor Of.Multas	150	5,58	260	200	10,34

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>		<b>1306</b>
			<b>08</b>
			<b>Rev.06</b>

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
SEGUNDO EDIFICIO	-1	Oficina de Multas	345,6	29,05	553	500	2,15
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Taller mecánico	1857,6	350,58	217	200	2,44
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Oficina Taller	173	19,95	380	300	2,28
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Almacén 1 Taller	40	6,82	154	100	3,81
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Almacén 2 Taller	130	14,98	138	100	6,29
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Mecánica Taller	130	14,98	239	200	3,63
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Recepción Galería	210	17,61	130	150	9,17
SEGUNDO EDIFICIO	-3	Almacén Galería Tiro	232,8	25,80	132	100	6,84

*Tabla 28 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

Los valores límite de eficiencia energética de la instalación, en la mayoría de las estancias están por encima de los valores recomendados por el CTE.

Se observan valores de iluminancia media inferiores a los valores recomendados por el IDEA.

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

### 3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en dos aspectos: el análisis del rendimiento de la combustión y el registro de temperatura y humedad en una estancia representativa.

#### 3.3.1 Análisis del rendimiento de la combustión

No ha sido posible realizar el análisis de combustión en la caldera, al existir limitaciones para la introducción de la sonda en el orificio de la salida de humos.

Por otra parte, no se ha producido una demanda térmica continua en la instalación durante la visita en las condiciones requeridas, es decir, caldera a régimen, temperatura de impulsión en torno a 70°C, periodo mínimo de 5 minutos desde la puesta en marcha, etc., que nos proporcione una toma de muestras representativa.

#### 3.3.2 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 29 Condiciones interiores exigidas por el RITE*

## REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 18/06/2015 y 25/06/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio refrigerado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### - Despacho Inspector D.C.O. (Planta baja) – Orientación Oeste

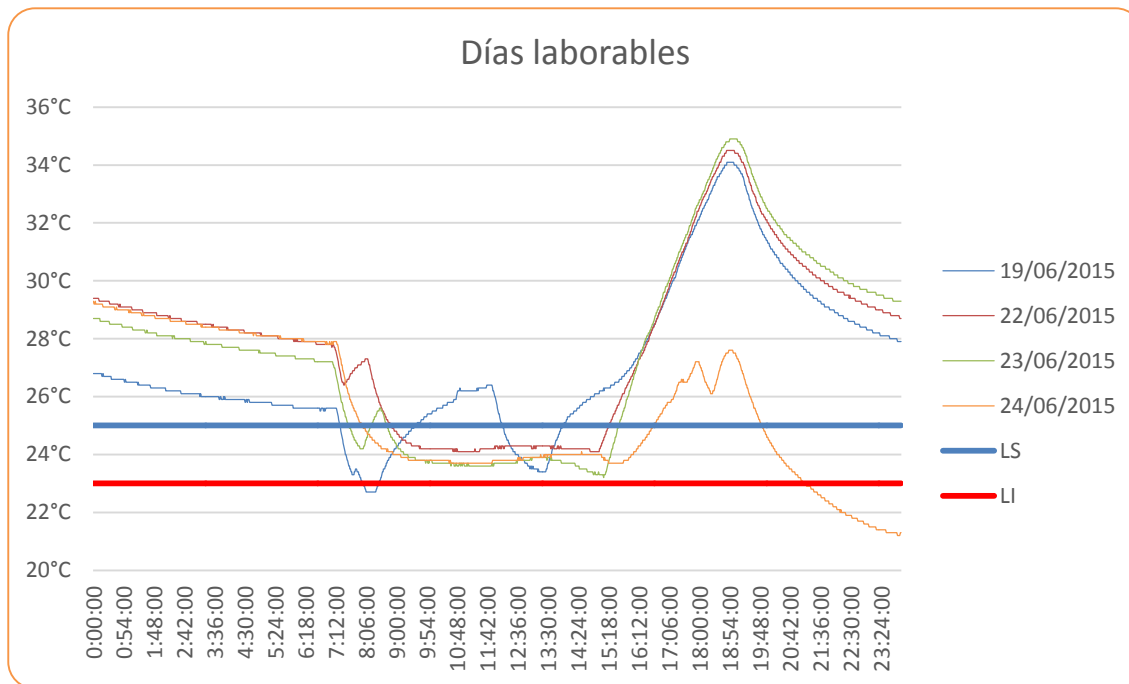


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

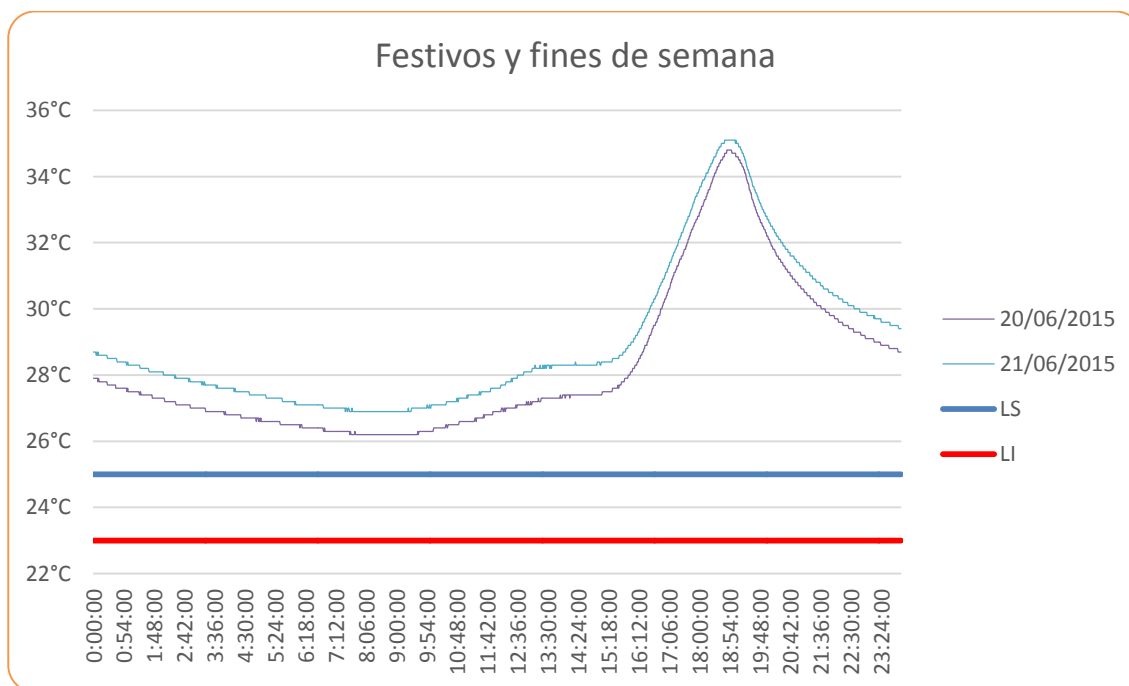


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

### Días laborables

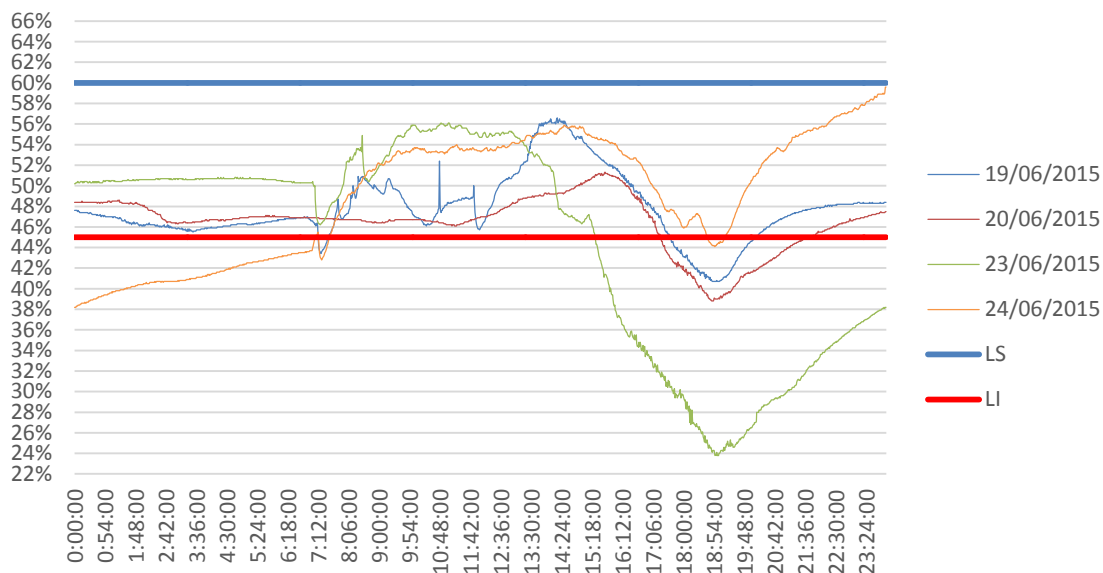


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables

### Festivos y fines de semana

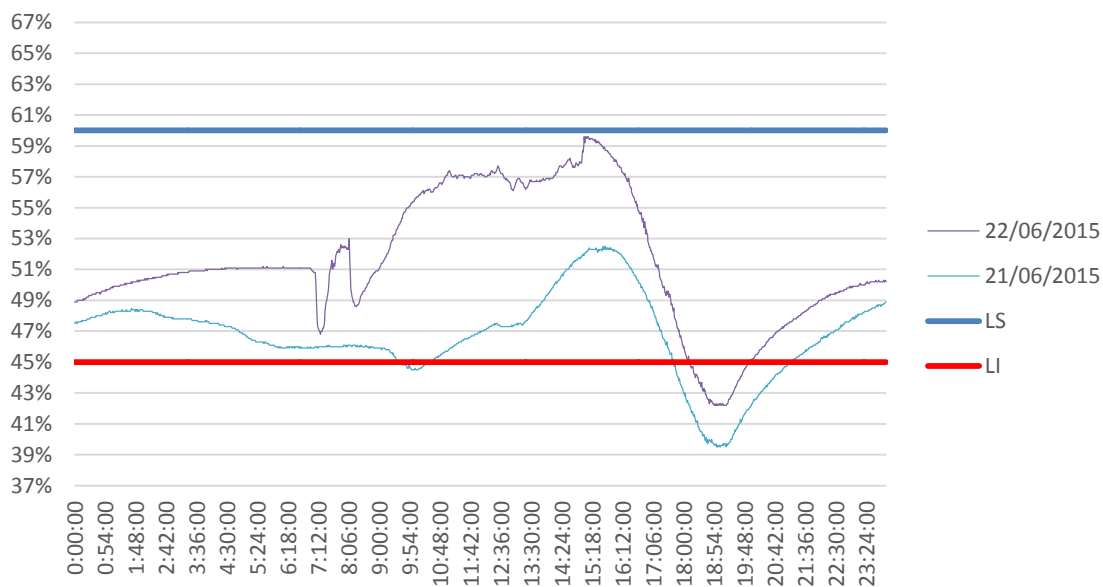


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante los sistemas split tipo bomba de calor antes descritos. Las temperaturas oscilan entre los 23°C y los 25°C durante los periodos de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico adecuado en esta zona.

En los gráficos se puede observar que durante los días laborables (de lunes a viernes) el equipo de climatización se activa a las 7:00h hasta las 15:00h, coincidiendo con el horario de ocupación.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

A partir de las 15:00h la temperatura en la estancia aumenta de forma muy rápida debido a que la estancia consta de una gran superficie de ventana orientada al oeste.

Por lo tanto, se observa que el equipo de climatización se desactiva fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana.

La humedad se sitúa dentro de los límites marcados por la normativa (45-60%) durante el horario de ocupación.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas adecuadas.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25°C, lo cual indica un aporte adecuado de refrigeración en esta estancia durante el periodo de ocupación.
- ☐ En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación de la estancia, disminuyendo desde las 7:00 hasta las 15:00 y a partir de esta hora se va incrementando, coincidiendo con la desactivación del sistema de climatización.

### 3.4 Análisis termográfico

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### 3.5 Certificación energética

Se ha realizado la certificación energética de los edificios que forman el conjunto de la Policía Local, en este caso se han realizado por separado obteniendo los siguientes resultados:

Edificio principal: se ha obtenido una calificación C.

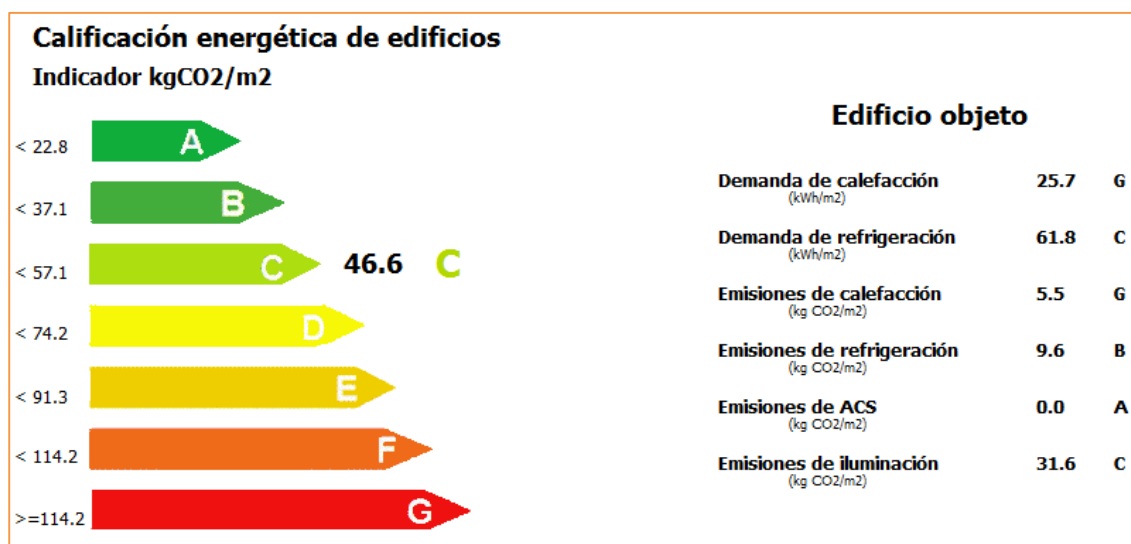


Imagen 21 Etiqueta Certificado Energético

Edificio secundario: se ha obtenido una calificación C.

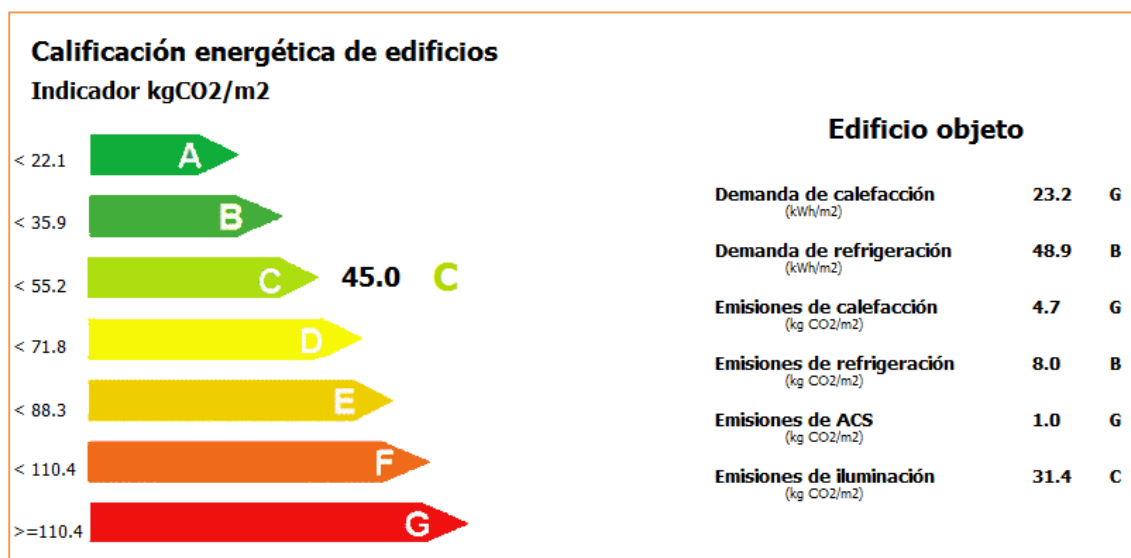


Imagen 22 Etiqueta Certificado Energético

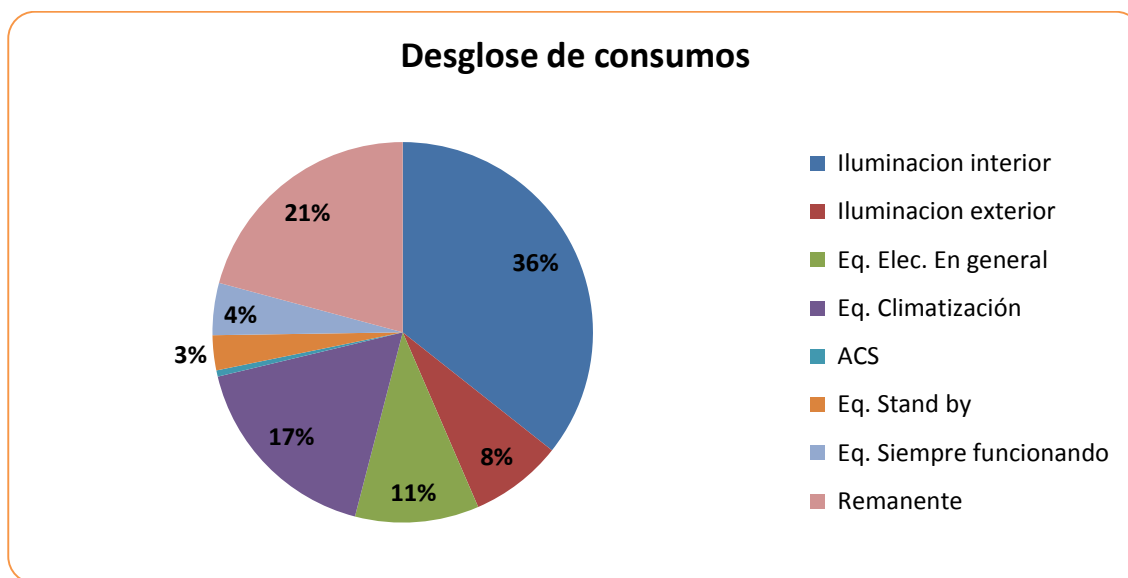
En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética de ambos edificios.



## 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 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, fotocopadoras 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 4%.

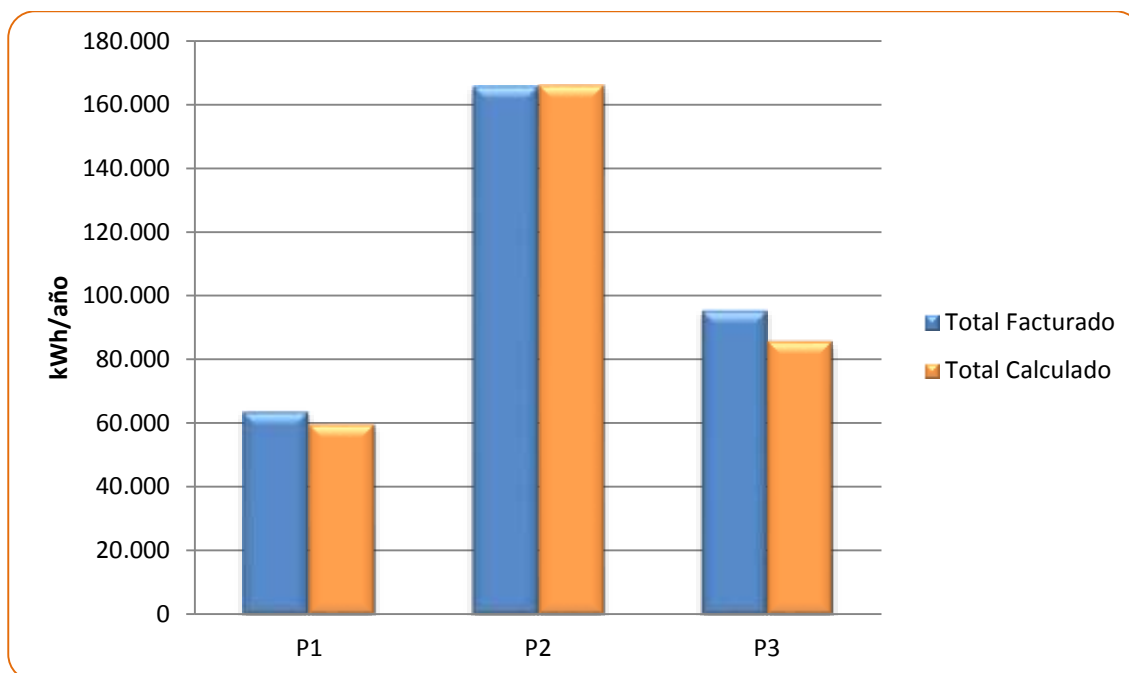


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

#### 4.2 Desglose de consumos térmicos

El consumo de combustible (GLP) de la caldera existente está destinado únicamente a la generación de calor para el servicio de agua caliente sanitaria (ACS) de los vestuarios del edificio secundario.

Por lo tanto, los 20.093,02 kWh PCI/año consumidos en el centro se deben únicamente al servicio de ACS.

#### 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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de la 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 23 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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### Precio de la energía

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

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	22,69%	60,13%	17,19%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,66960
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			
69.661	64,47%	21,43%	8.129,17 €	411,69 €	8.540,86 €	33.386,43 €	3,91	27,79

### 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.

## 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

### Descripción de la mejora

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

### Aplicación de la mejora

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

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

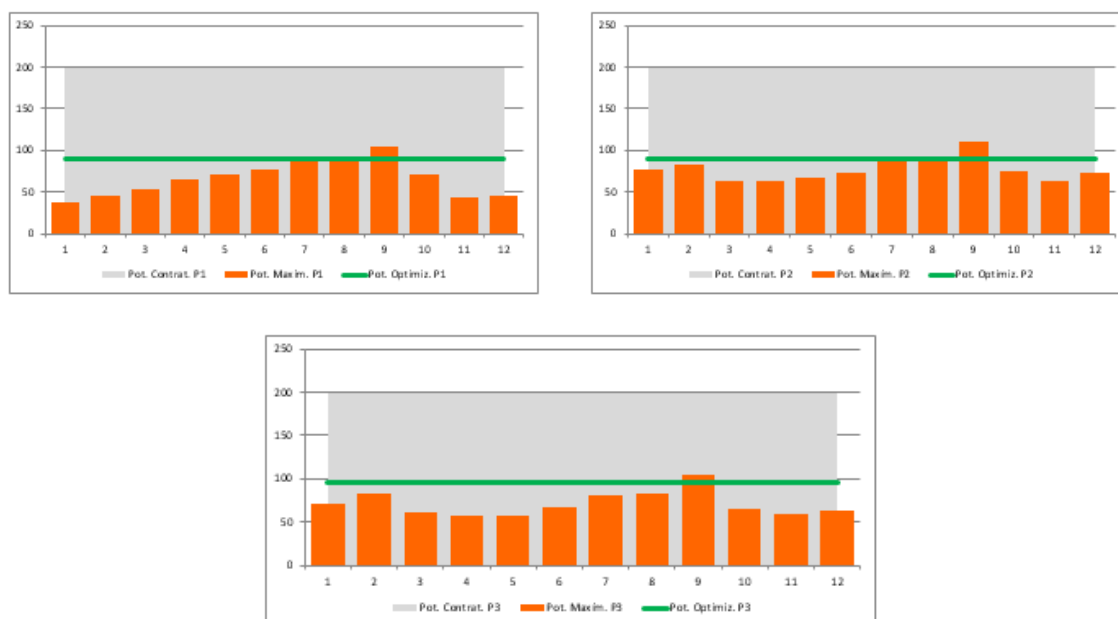


Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **90 / 90 / 95 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia

instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

#### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia a febrero de 2015 fijado para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% debido al impuesto eléctrico.

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	
200	200	200	90	90	95	7.350,47 €

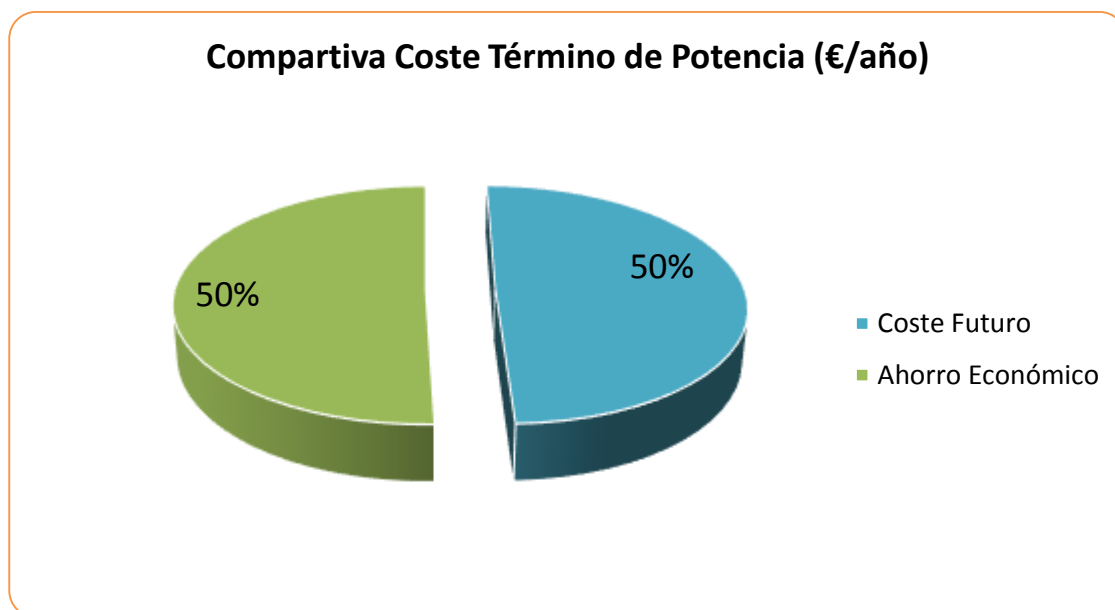


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia-

#### 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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### 5.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

#### INTRODUCCIÓN

Tal y como se muestra en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro consta de equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

#### CRITERIOS DE DISEÑO

De forma general, para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
  - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
  - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
  - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
  - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 25-30%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es:
  - Equipos con funcionamiento habitual en días laborables (L-V) en horario de 8:00h a 19:00h de 0,0945702 €/kWh (calefacción) y 0,0973980 €/kWh. (refrigeración).
  - Equipos con funcionamiento continuo (L-D) en horario de 0:00h a 24:00h de 0,0816332 €/kWh (calefacción) y 0,0817722 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguientes factores reductores (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
  - Factor de antigüedad:

Tipología	Fa - Calefacción	Fa - Refrigeración
Equipos con menos de 5 años	1,00	1,00
Equipos comprendidos entre 5 y 10 años	0,95	0,90
Equipos con más de 10 años	0,90	0,80

Tabla 30 Factor de antigüedad



- Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el centro.

Intensidad	Fp .Calefacción	Fp .Refrigeración
media 8h	0,733	0,853
alta 24h	0,687	0,826

*Tabla 31 Factor de ponderación*

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio  $W/m^2$  se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación existente (por ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).
- El rendimiento estacional considerado para los nuevos equipos propuestos es el recogido en la información técnica de los catálogos de las principales marcas calculado según la EN14825.
- Para el cálculo de la inversión se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

A continuación se resumen el ahorro energético y económico, así como el periodo de amortización derivado de la sustitución de los equipos que utilizan R-22 como refrigerante instalados en el centro.

Zona de tratamiento	Tipología de equipo	Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	horas anuales equivalentes - Refrig.	horas anuales equivalentes - Calef.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
Sala 092	Autónomo Bdc - Expansión directa - Split 1x1 - Cassette	24 horas (L-D)	7,03	7,33	1.284	917	3.982,51	66,0%	462,19	1,59	2.635,20	5,70	SI
Desp. Jefe de Servicio	Autónomo Bdc - Expansión directa - Split 1x1 - Cassette	8 horas (L-V)	5,74	5,86	314	214	740,15	65,8%	85,99	0,30	2.299,15	26,74	NO
Almacén P.S.S.	Autónomo Bdc - Expansión directa - Split 1x1 - Pared	-	7,00	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	Fuera de servicio
Gimnasio	Autónomo Bdc - Expansión directa - Split 1x1 - Conductos	8 horas (L-V)	55,00	62,80	280	226	6.847,70	49,6%	792,85	2,73	15.431,23	19,46	NO
							3.982,51		462,19	1,59	2.635,20	5,70	TOTAL

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### ACTUACIONES PROPUESTAS – RESUMEN DETALLADO

#### SALA 092 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Cassette

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	7,03	7,33	2,55	2,69	1,69	1,66
Propuesto	6,80	7,50	3,21	3,61	6,05	3,90

Tabla 32 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	889,85 €
	Unidad interior	1.010,75 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	63,00 €
	Instalación eléctrica y de control	171,60 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	500,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>2.635,20 €</b>

Tabla 33 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
4.154,20	5.963,88	6.033,45	2.050,94	3.982,51	462,19	2.635,20	5,70

Tabla 34 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>3</sup>	€/año	€ <sup>4</sup>	años	Ton/año
3.982,51	66,0%	462,19	2.635,20	5,70	1,59

Tabla 35 Resumen de resultados principales obtenidos

<sup>3</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>4</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### ACTUACIONES PROPUESTAS – RESUMEN DETALLADO

Despacho Jefe de Servicio – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Cassette

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	5,74	5,86	2,71	2,74	1,85	1,81
Propuesto	6,00	7,00	3,65	3,63	6,76	4,10

Tabla 36 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	769,60 €
	Unidad interior	757,25 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	63,00 €
	Instalación eléctrica y de control	209,30 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	500,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>2.299,15 €</b>

Tabla 37 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWht/año)		(kWh/año)		kWh/año	€/año	€	años
828,20	1.229,46	1.124,03	383,87	740,15	85,99	2.299,15	26,74

Tabla 38 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>5</sup>	€/año	€ <sup>6</sup>	años	Ton/año
740,15	65,8%	85,99	2.299,15	26,74	0,30

Tabla 39 Resumen de resultados principales obtenidos

<sup>5</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>6</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

## ACTUACIONES PROPUESTAS – RESUMEN DETALLADO

### Gimnasio – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	55,00	62,80	1,88	2,52	1,28	1,66
Propuesto	53,40	62,00	2,64	3,13	2,64	3,13

Tabla 40 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	5.864,14 €
	Unidad interior	4.845,56 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	1.459,50 €
	Instalación eléctrica y de control	162,03 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	3.100,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>15.431,23 €</b>

Tabla 41 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto				
(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	(kWh/año)	kWh/año	€/año	€	años
9.365,31	10.492,15	13.807,50	6.959,80	6.847,70	792,85	15.431,23	19,46

Tabla 42 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>7</sup>	€/año	€ <sup>8</sup>	años	Ton/año
6.847,70	49,6%	792,85	15.431,23	19,46	2,73

Tabla 43 Resumen de resultados principales obtenidos

<sup>7</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>8</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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 24 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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

## 6.2 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

Tal y como se menciona en el apartado de mejoras propuestas, la sustitución de alguno de los equipos de climatización con R-22 como combustible presenta periodos de retorno de la inversión muy elevados y, por lo tanto, no se consideran dentro del ámbito de las mejoras propuestas.

Aun así, las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

Por estos motivos, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, en esta auditoría se recomienda invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:

- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### 6.3 Aislamiento de la red de distribución

#### Objetivos y situación actual

El objetivo de esta medida es la disminución de las pérdidas térmicas en la red de distribución debidas a la falta de aislamiento en sus componentes (tuberías y valvulería principalmente). Una instalación aislada de acuerdo a las exigencias actuales puede llegar a conseguir un ahorro energético en la distribución de aproximadamente un 75-80% respecto a instalaciones sin aislar.

En este caso, aun existiendo aislamiento en todos los tramos, las propiedades de conductividad del mismo son potencialmente mejorables al tratarse de una instalación antigua. Hay que tener en cuenta que las exigencias reglamentarias anteriores eran inferiores a las que marca el RITE actual. Por otro lado, la conductividad del aislamiento, y con ello las pérdidas, va aumentando con el paso de los años al deteriorarse. Como se puede ver en la gráfica siguiente, la conductividad de una espuma flexible depende de varios factores, tales como la temperatura, la densidad, la humedad, y el deterioro o envejecimiento del material.

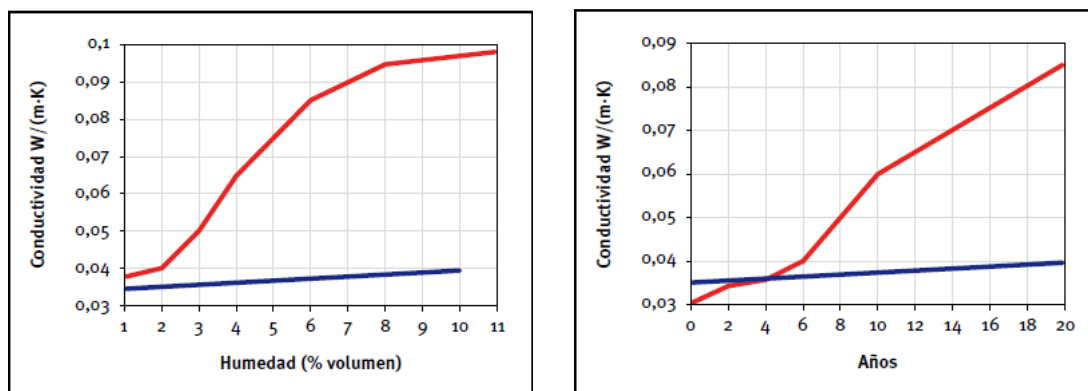
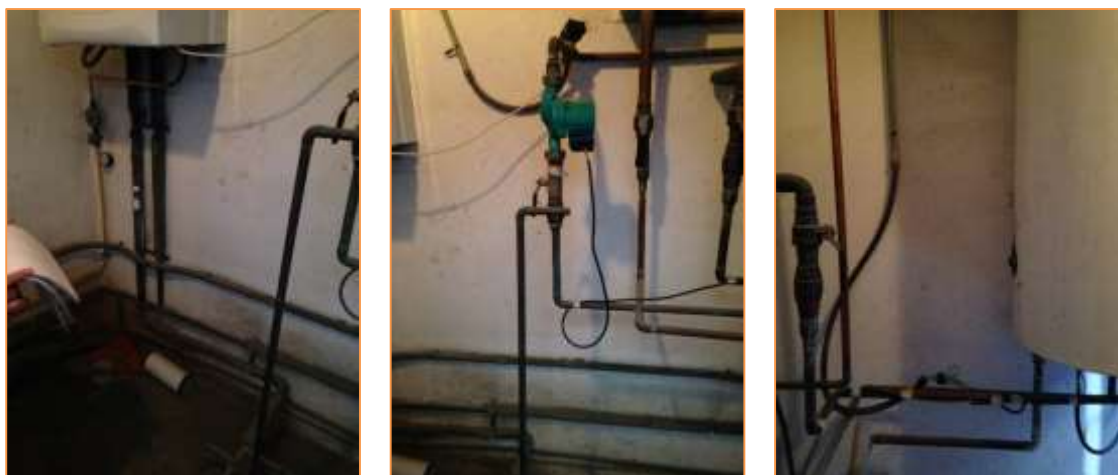


Imagen 25 Variación de la conductividad frente a la humedad y la antigüedad de la instalación<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Fuente: Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles (IDAE, 2008)

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

A continuación se muestran imágenes del estado actual del aislamiento de la sala de calderas del centro:



*Imagen 26 Estado de aislamiento en conducciones*

Como objetivos secundarios se tendrían los siguientes:

- Disminución de la potencia de generación necesaria en caso de abordar simultáneamente una sustitución de caldera.
- Mantenimiento de temperaturas superficiales de la red dentro de límites de seguridad para los usuarios del edificio.

#### Descripción de la mejora

La medida será de aplicación a todos los tramos de tuberías u otros componentes accesibles en la sala de calderas y en la tubería vista de distribución a radiadores. Por lo tanto, el alcance está limitado a la longitud de la red que no vaya embutida en muros o suelos, donde sea posible acometer la mejora.

La ejecución más habitual es mediante espumas flexibles en forma de coquilla.

Al tratarse de actuaciones de rehabilitación, hay que tener en cuenta que incluso en los casos en los que no se pueda llegar al espesor recomendado por el RITE, el mayor porcentaje de ahorro se produce en los primeros 10 mm de espesor.

El RITE actual establece una obligación de carácter prestacional relativa al diseño de aislamiento de las redes de distribución, donde las pérdidas de conducciones están limitadas a un máximo del 4% de la potencia total transportada. El reglamento propone además un procedimiento simplificado de diseño de aislamiento que establece los espesores mínimos de aislamientos recomendados para cada diámetro de tubería y para una conductividad del material preestablecida.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

A continuación se presentan tres escenarios diferentes en lo que al grado de aislamiento se refiere. En cada uno de ellos se comparan las pérdidas de potencia (W/m) producidas en las tuberías con las pérdidas producidas una vez instalado el aislamiento de acuerdo al RITE.

-Escenario 1: Tubería desnuda

-Escenario 2: Tubería con aislamiento antiguo. Más de 10 años de antigüedad, 3% de humedad y espesor inferior al establecido por el RITE.

-Escenario 3: Tubería con aislamiento antiguo. Más de 20 años de antigüedad, 3% de humedad y espesor inferior al establecido por el RITE.

Las pérdidas están calculadas de acuerdo a la guía técnica del IDAE: “Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos”, en base a una temperatura exterior media de 15° y una temperatura del fluido 85°/70°C: Por otro lado, para la estimación de los valores de conductividad del aislamiento en los diferentes escenarios propuestos se ha tomado como referencia la guía del IDAE “Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles”.

Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C)						
ANTES - Tubería desnuda			DESPUÉS - Aislamiento RITE			
Material	Calibre	Pérdidas (W/m)	Tipo	Conduct. térmica	Espesor	Pérdidas
		(W/m)		(W/m-K)	(mm)	(W/m)
Acero	DN25	34,45	Elastómero extruido	0,037	25	11,93
	DN32	44,76			30	13,08
	DN40	51,73			30	14,44
	DN50	65,23			30	17,09
	DN65	83,86			30	20,57
	DN80	98,29			30	23,3

Tabla 44 Escenario 1. Pérdida de potencia en conducciones desnudas

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### Estudio de ahorro energético y económico

De acuerdo a los datos anteriores y teniendo en cuenta el estado del aislamiento, así como el rendimiento estacional de la instalación, se obtienen los siguientes resultados:

Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C)						
	Ahorro Energético Anual			Ahorro Económico Anual	Inversión	Retorno simple
	(W/m)	(kWh/m)	(%)	(€/m)	(€/m)	(años)
DN25	22,52	24,10	<b>65,37%</b>	4,44	11,67	<b>2,63</b>
DN32	31,68	33,90	<b>70,78%</b>	6,25	14,36	<b>2,30</b>
DN40	37,29	39,90	<b>72,09%</b>	7,35	15,65	<b>2,13</b>
DN50	48,14	51,51	<b>73,80%</b>	9,49	17,94	<b>1,89</b>
DN65	63,29	67,72	<b>75,47%</b>	12,48	21,11	<b>1,69</b>
DN80	74,99	80,24	<b>76,29%</b>	14,79	24,42	<b>1,65</b>

*Tabla 45 Ahorro energético y económico – Mejora de aislamientos partiendo de **tubería desnuda***

Para los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Horario de funcionamiento correspondiente al periodo de funcionamiento del ACS.
- El precio del GLP se ha tomado de los precios actuales aplicados por la empresa suministradora al ayuntamiento. 1,62 €/kg (IVA no incluido).
- Inversión de acuerdo a las tarifas de los principales fabricantes, incluyendo el precio de instalación.

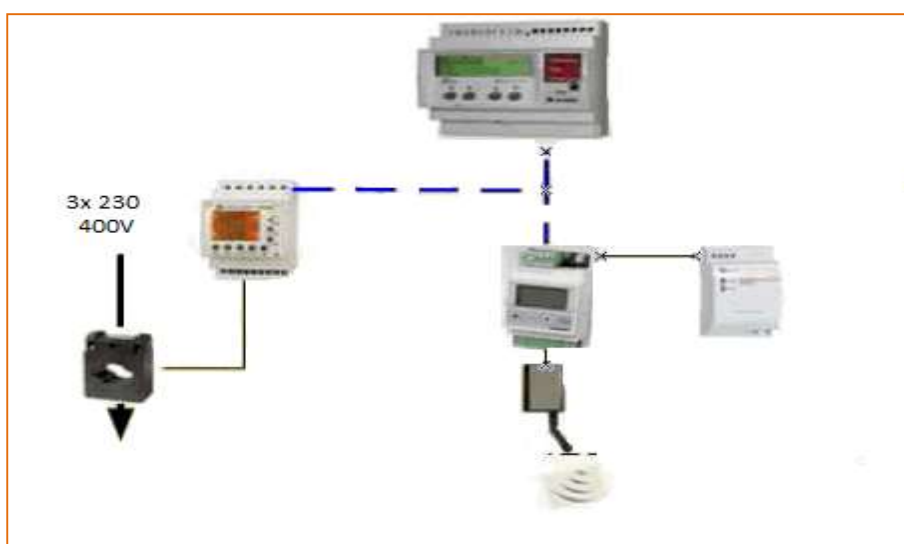
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

#### 6.4 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 27 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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</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>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Aerotermia para la generación térmica de ACS

#### Objetivos y situación actual

La Directiva Europea 2009/28 relativa al fomento de energía procedente de fuentes renovables considera en el punto 31, que las bombas de calor permiten la utilización del calor aerotérmico a un nivel de temperatura útil necesitan electricidad u otra energía auxiliar para funcionar.

Tal como se menciona en apartados anteriores, actualmente la generación de agua caliente sanitaria (ACS) para los vestuarios de la policía se lleva a cabo mediante una caldera mural con GLP como combustible que alimenta un depósito inter-acumulador de 185 litros de capacidad.



Imagen 28 Equipos de producción de calor para ACS. Caldera mural - Edificio secundario – Planta baja



Imagen 29 Equipos de producción de calor para ACS. Acumulador 185 litros. Edificio secundario – Planta baja



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### Consumo energético actual

Tal y como se menciona en apartados anteriores, el combustible utilizado es el gas licuado del petróleo (GLP), suministrado a granel por la empresa REPSOL GAS. El depósito está ubicado en el exterior del centro y da servicio a la caldera mural existente en el edificio secundario para la generación de ACS de los vestuarios.



*Imagen 30 Consumos térmicos. Depósito exterior de GLP. Edificio secundario*

Según la información aportada por el personal de mantenimiento del centro, cuando el depósito se encuentra al 25% de su capacidad se solicita la recarga a la empresa suministradora, que se realiza dos veces al año con cargas comprendidas entre 800 y 900 kg.

Por lo tanto, se estima un consumo anual en torno a 1.600 kg de GLP. El coste económico asociado a este consumo de combustible consta de una parte fija de 51,24 €/mes (IVA no incluido) y de una parte variable de 1,62 €/kg (IVA no incluido), lo que supone un gasto anual de 3.206,88 €/año.

A continuación se muestran los datos globales disponibles de consumo de gas licuado del petróleo (GLP) durante un año completo:

Consumo anual (kg/año)	Consumo anual (kWh PCI/año)	Coste fijo anual (€/año) (IVA no incluido)	Coste variable anual (€/año) (IVA no incluido)	Coste total anual (€/año) (IVA no incluido)	Coste energético unitario (€/kWh PCI) (IVA no incluido)
1.600,00	20.093,02	614,88	2.592,00	3.206,88	0,159601

*Tabla 46 Resumen de consumos de GLP*



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	1306
		08
		Rev.06

### Descripción de la propuesta de implantación de energías renovables

Se propone la implantación de la aerotermia para la producción de ACS de los vestuarios de la policía, estableciendo unos criterios de diseño que permitan generar toda la demanda mediante energía procedente de fuentes renovables.

Se recomienda por lo tanto suprimir el suministro de GLP ya que el coste energético asociado es muy elevado.

A continuación se muestra el esquema de principio de la instalación de producción térmica una vez incorporada la instalación de aerotermia:

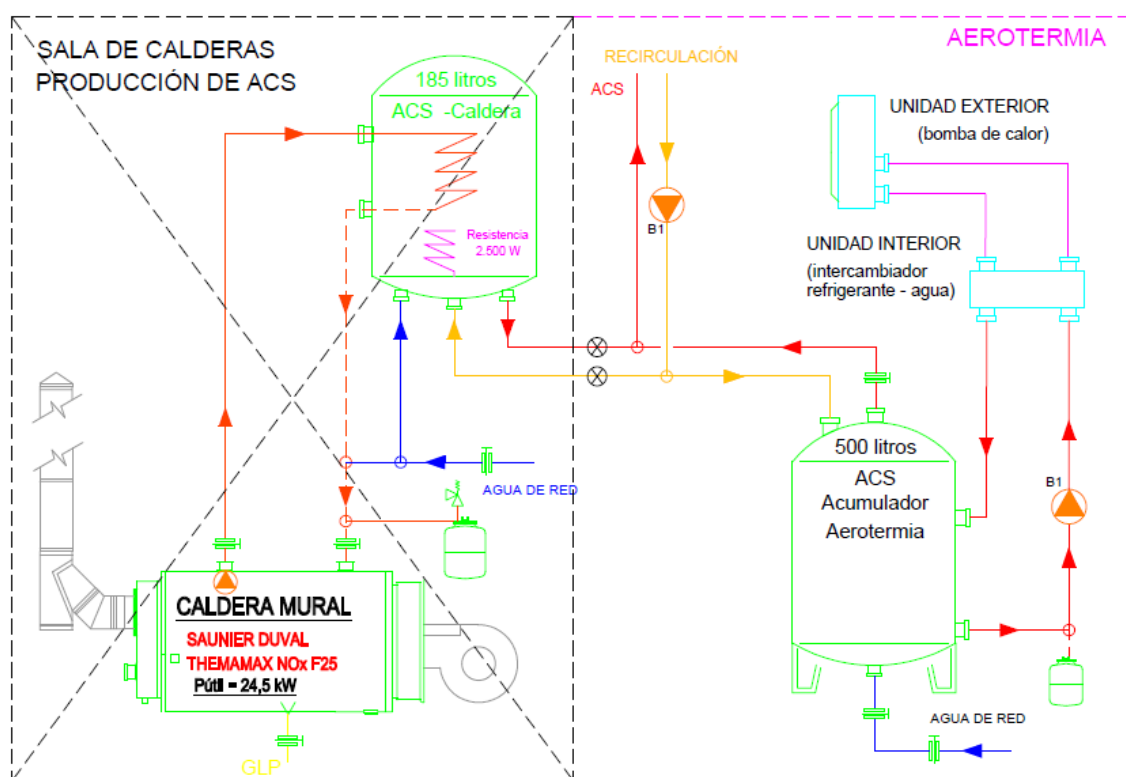


Imagen 31 Esquema de principio – Implantación de aerotermia

De acuerdo a este esquema, se propone la implantación de una bomba de calor con una potencia útil nominal de 11 kW, que trabaja contra una acumulación de 500 litros.

Se trata de un sistema que puede alcanzar los 80°C sin necesidad de utilizar resistencias eléctricas, por este motivo no es necesario mantener la instalación antigua con GLP como combustible.

La directiva establece que, a efectos del rendimiento mínimo de las bombas de calor que debe considerarse como energía renovable, sólo se tendrán en cuenta aquéllas con un rendimiento medio estacional SPF superior a  $1,15 \times \frac{1}{\eta}$ , siendo  $\eta$  la eficiencia del sistema de energía, calculado como el cociente entre la producción total bruta de electricidad y el consumo primario de energía para la producción de electricidad.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

Si la eficiencia del sistema de energía ( $\eta$ ) se fija en 45,5% (en base a los datos de Eurostat), el SPF mínimo de las bombas de calor accionadas eléctricamente (SCOPnet) que debe considerarse como energía renovable según la directiva es de 2,5. Por lo tanto, sólo deben tenerse en cuenta las bombas de calor cuya producción supere de forma significativa la energía primaria necesaria para impulsarlas.

#### Estudio energético, económico y medioambiental

Los condicionantes que se han tenido en cuenta para elaborar el estudio se resumen a continuación:

- Capacidad térmica de la bomba de calor de 11 kW y 500 litros de acumulación. Con un rendimiento estacional de 2,50 (para una temperatura de acumulación de 60°C).
- Horario de apertura del centro: De 0 a 24 horas en tres turnos de trabajo de lunes a domingo.
- La cantidad de energía aerotérmica capturada por bombas de calor que debe considerarse procedente de fuentes renovables, a efectos de la Directiva Europea 2009/28, se calculará de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$E_{RES} = Q_{\text{útil}} \times (1 - 1/SPF)$$

- Prioridad de funcionamiento de la instalación de aerotermia en el periodo tarifario nocturno (P3) con un precio de la energía de 0,075633 €/kWh.
- El resto del tiempo de funcionamiento se reparte a lo largo del día, entre los periodos P2 y P3, con un precio medio de la energía de 0,098932 €/kWh.
- Las condiciones de contratación eléctrica actuales admiten el aumento de potencia que supone la instalación de la aerotermia. Se debe tener en cuenta que en el apartado de mejoras eléctricas, se ha considerado ajustar la potencia contratada a la que realmente demandaban las instalaciones, de manera que se reduce de 200/200/200 a 90/90/95kW en cada uno de los periodos. En el estudio económico desarrollado en este apartado se considera el incremento que sufriría este término de potencia en la facturación, teniendo en cuenta la situación más desfavorable.

Al tratarse de una auditoría en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

Capítulo	Descripción	Importe
Producción	Unidad Exterior	3.951,00 €
Unidades de tratamiento	Intercambiador refrigerante agua y depósito de acumulación de 500 litros	6.640,00 €
Distribución térmica	Circuito frigorífico y conexión con instalación existente	4.666,21 €
Control y Fuerza	Instalación eléctrico y de control. Contador de energía térmica.	3.924,77 €
Puesta en Marcha	Puesta en marcha y medios auxiliares	363,85 €
<b>TOTAL (PVP)</b>		<b>19.545,83 €</b>
<b>TOTAL (Descuento)</b>		<b>13.600,27 €</b>

Tabla 47 Valoración económica – Implantación de aerotermia

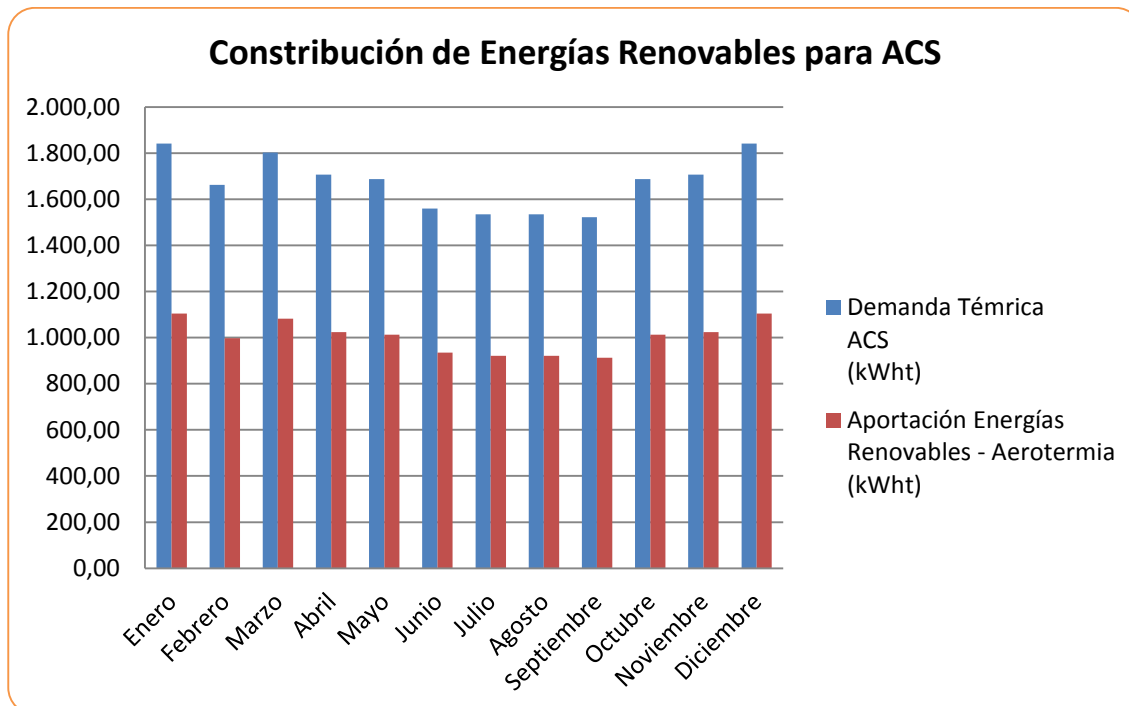
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

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

	SITUACIÓN ACTUAL		APLICACIÓN MEJORA	
	Consumo Actual Caldera ACS (kWh PCI)	Demanda Térmica ACS (kWht)	Demanda cubierta Bomba de Calor (kWht)	Demanda cubierta Caldera (kWht)
Enero	2.630,86	1.841,60	1.841,60	0,00
Febrero	2.376,26	1.663,38	1.663,38	0,00
Marzo	2.576,05	1.803,24	1.803,24	0,00
Abril	2.439,91	1.707,94	1.707,94	0,00
Mayo	2.411,62	1.688,14	1.688,14	0,00
Junio	2.227,74	1.559,42	1.559,42	0,00
Julio	2.192,38	1.534,67	1.534,67	0,00
Agosto	2.192,38	1.534,67	1.534,67	0,00
Septiembre	2.174,70	1.522,29	1.522,29	0,00
Octubre	2.411,62	1.688,14	1.688,14	0,00
Noviembre	2.439,91	1.707,94	1.707,94	0,00
Diciembre	2.630,86	1.841,60	1.841,60	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>28.704,32</b>	<b>20.093,02</b>	<b>20.093,02</b>	<b>0,00</b>
<b>Cobertura Total (%)</b>	100 %		100 %	0 %
<b>Aporte renovable (%)</b>	0		60%	
<b>Emisiones de CO2 (Tn)</b>	5,10		3,21	0,00
<b>Coste Energético (€/año)</b>	3.206,88		707,17	0,00
<b>Incremento Término de Potencia (€/año)</b>	-		376,74	
<b>Inversión (€)</b>	-		13.600,27	
<b>Amortización (años)</b>	-		6,41	
<b>Emisiones de CO2 evitadas (Tn)</b>	-		1,90	

Tabla 48 Estudio energético, económico y medioambiental

De acuerdo a las características térmicas y de acumulación de la instalación seleccionada, se obtiene una contribución de energías renovables del 60% para el servicio de ACS de los vestuarios.



*Gráfico 30 Contribución de Energías renovables para ACS*

### Resumen de la implantación de energías renovables

A continuación se resumen los resultados alcanzados:

Producción Energética (Renovables)		Ahorro Económico		Inversión	Retorno simple	Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas
(kWh)	%	(€/año)	%	(€)	(años)	(Tn/año)
12.055,81	60%	2.122,97	66%	13.600,27	6,41	1,90

*Tabla 49 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

### 7.2 Energía solar térmica

No se propone su instalación en este centro, ya que, tal como se expone en el apartado anterior, se ha considerado la implantación de la aerotermia como contribución de energías renovables para la producción térmica del centro.

### 7.3 Biomasa

No se ha considerado su implantación al optar en este centro por fuentes alternativas de energías renovables para la producción energética.

### 7.4 Fotovoltaica – Autoconsumo

Se adjunta la propuesta correspondiente en el informe de energías renovables. Los resultados alcanzados mediante la implantación de la misma se muestran a continuación.

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
79.827	99,31%	0,69%	24,38%	8.141,16	69.507,50	1,52	<b>8,54</b>	31,85

*Tabla 50 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (FV)*

## 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>10</sup>	€/año	€ <sup>11</sup>	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	69.661	64,47%	8.540,86	33.386,43	3,91	27,79
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	7.350,47	-	-	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>73.643,51</b>	<b>-</b>	<b>16.353,52</b>	<b>36.021,63</b>	<b>2,03</b>	<b>29,38</b>

Tabla 51 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

A continuación se resumen los resultados alcanzados con la aplicación de la medida de sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante desarrollada en el apartado de **instalaciones térmicas**:

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>12</sup>	€/año	€ <sup>13</sup>	años	Ton/año
<b>3.982,51</b>	<b>66,0%</b>	<b>462,19</b>	<b>2.635,20</b>	<b>5,70</b>	<b>1,59</b>

Tabla 52 Resumen de resultados principales obtenidos

<sup>10</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>11</sup> Todos los precios son sin IVA

<sup>12</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>13</sup> Todos los precios son sin IVA

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>POLICIA LOCAL</b>	<b>1306</b>
		<b>08</b>
		<b>Rev.06</b>

A continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de implantación de energías renovables para generación térmica (Aeroterminia):

Producción Energética (Renovables)		Ahorro Económico		Inversión	Retorno simple	Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas
(kWh)	%	(€/año)	%	(€)	(años)	(Tn/año)
12.055,81	60%	2.122,97	66%	13.600,27	6,41	1,90

Tabla 53 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (Aeroterminia)

A continuación se resumen los resultados alcanzados mediante la propuesta de implantación de energías renovables para generación eléctrica (Fotovoltaica):

Producción FV (kWh)	Autocons. (%)	Inyección a red (%)	Cobertura (%)	Ahorro económico (€/año)	Inversión (€)	Inv. (€/Wp)	Amort. (años)	Ahorro emisiones (tn Co2)
79.827	99,31%	0,69%	24,38%	8.141,16	69.507,50	1,52	8,54	31,85

Tabla 54 Resumen resultados alcanzados mediante la implantación de energías renovables (FV)

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.
- Aislamiento de la red de distribución térmica.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- 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.