



## INFORME

# AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(Nave Servicios Operativos)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_06_20151218

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

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Datos generales del centro .....	1
1.2 Planos y distribución .....	3
1.3 Envolverte y cerramientos.....	6
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor para calefacción.....	7
1.4.2 Producción de ACS .....	8
1.4.3 Producción de frío y calor para climatización .....	12
1.4.4 Distribución - Grupos de bombeo .....	18
1.4.5 Unidades Terminales.....	21
1.5 Iluminación.....	25
1.5.1 Iluminación interior .....	26
1.5.2 Iluminación exterior .....	27
1.5.3 Sistemas de control .....	28
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	28
1.6 Otros equipos .....	29
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	34
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>35</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	35
2.2 Consumos térmicos.....	38
2.3 Consumos energéticos totales .....	38
2.4 Índices energéticos.....	38
2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....	38
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	38
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>	<b>39</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	39
3.1.1 Registros trifásicos .....	39
3.1.2 Registros monofásicos.....	42
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	44
3.3 Medidas térmicas.....	46
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad.....	46
3.4 Análisis termográfico.....	49
3.5 Certificación energética .....	49

<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>50</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	50
4.2 Desglose de consumos térmicos.....	52
4.3 Contribución de energías renovables .....	52
<b>5. ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>	<b>53</b>
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	53
5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....	55
5.4 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante .....	57
<b>6. MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>62</b>
6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....	62
6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control.....	64
<b>7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>66</b>
7.1 Energía solar térmica.....	66
7.2 Biomasa .....	66
7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo .....	66
<b>8. RESUMEN .....</b>	<b>68</b>

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

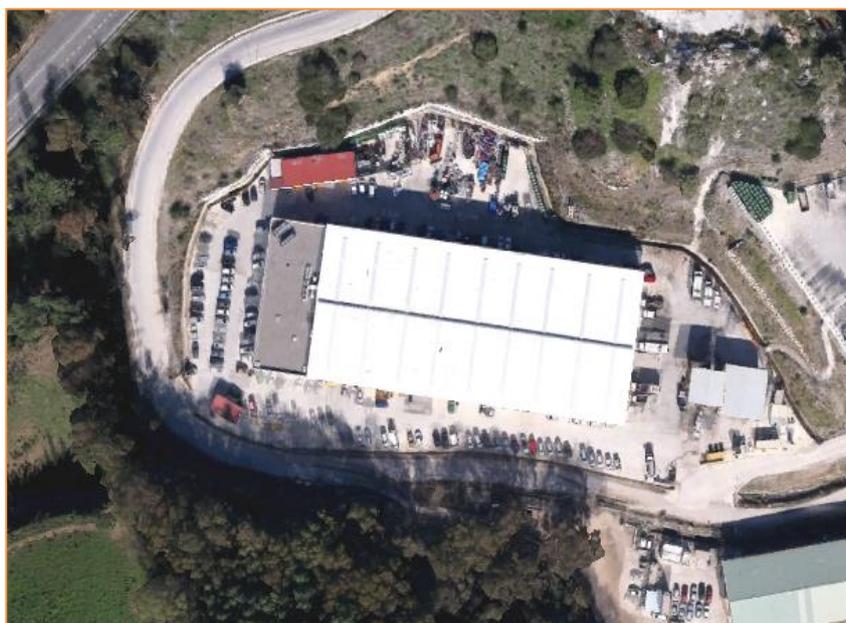
Denominación del Centro	NAVE DE SERVICIOS OPERATIVOS DE MARBELLA
Dirección	Carretera de Ojen
Tipo de edificio	Otros
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Jose Ignacio (Conserje) Tlf: 661 626 283
Número de edificios	Cuatro

*Tabla 1 Resumen datos generales*

Las instalaciones de la **Nave de los Servicios Operativos** que se han auditado se encuentran situadas en la **Carretera Ojen** en la localidad de **Marbella**.



*Imagen 1 Vista general de la Nave de Servicios Operativos*



*Imagen 2 Vista aérea de la Nave de Servicios Operativos*

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil. m <sup>2</sup>	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio principal	2	5499,19	Variable	- Variable	2010	
Edificio Almacenes	1	189,40	Uso Puntual; Estancias no habitables		2010	
Caseta Grupo de Presión 1	1	35,69			2010	
Caseta Grupo de Presión 2	1	10,66			2010	

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO PRINCIPAL	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Zonas oficinas	33	06:30-16:00 L-V	Administrativo
Despacho RSU	2 a 3	24 horas (Solo Cierran el Domingo por la Tarde)	Administrativo
Nave-Taller RSU	8	06:00-21:00 (Solo Cierran el Domingo por la tarde)	Taller-Almacén
Oficinas Nave-Taller RSU	3	07:30-14:30 (Solo cierran el Domingo por la tarde)	Oficina
Fiestas	12	08:00-15:30 (Invierno) I-V / 08:00-14:30 (Verano) L-V	Taller-Almacén
Imprenta	2	8:15-14:45 L-V	Imprenta
Taller Fontanería	14	07:30-15:00	Taller-Almacén
Servicios Operativos Albañilería	1	07:30-14:30	Taller-Almacén
Electricidad	3 a 4	08:00-15:00	Taller-Almacén
Servicio de Tráfico	1	07:00-13:00	Taller-Almacén
Taller Carpintería Madera	5	7:30-14:00	Taller-Almacén
Cerrajería	4	07:30-14:00	Taller-Almacén
Zona oficinas	Taller Pintura	07:30-14:00	Taller-Almacén
Taller Albañilería	1	07:30-14:00	Taller-Almacén

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

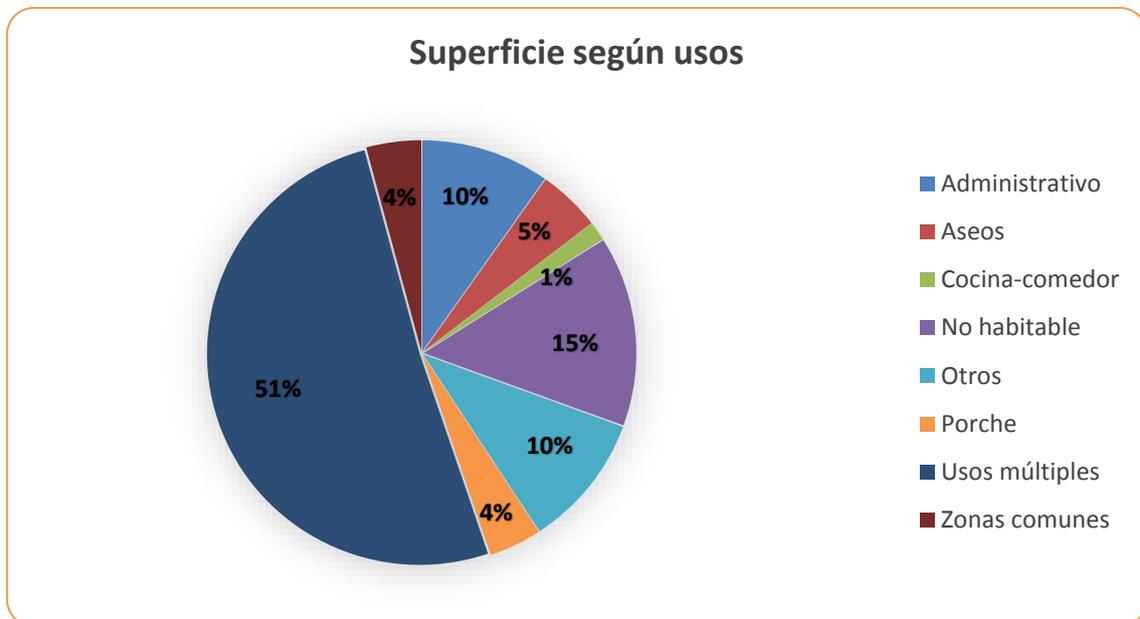
### 1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m <sup>2</sup> )	Planta 1 (m <sup>2</sup> )	Sup. Total (m <sup>2</sup> )
Administrativo	131	430	561
Aseos	264	10	274
Cocina-comedor	83	--	83
No habitable	717	118	835
Otros	586	--	586
Porche	230	--	230
Usos múltiples	2.926	--	2.926
Zonas comunes	194	45	240
<b>Sup. Total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>5.131</b>	<b>604</b>	<b>5.735</b>

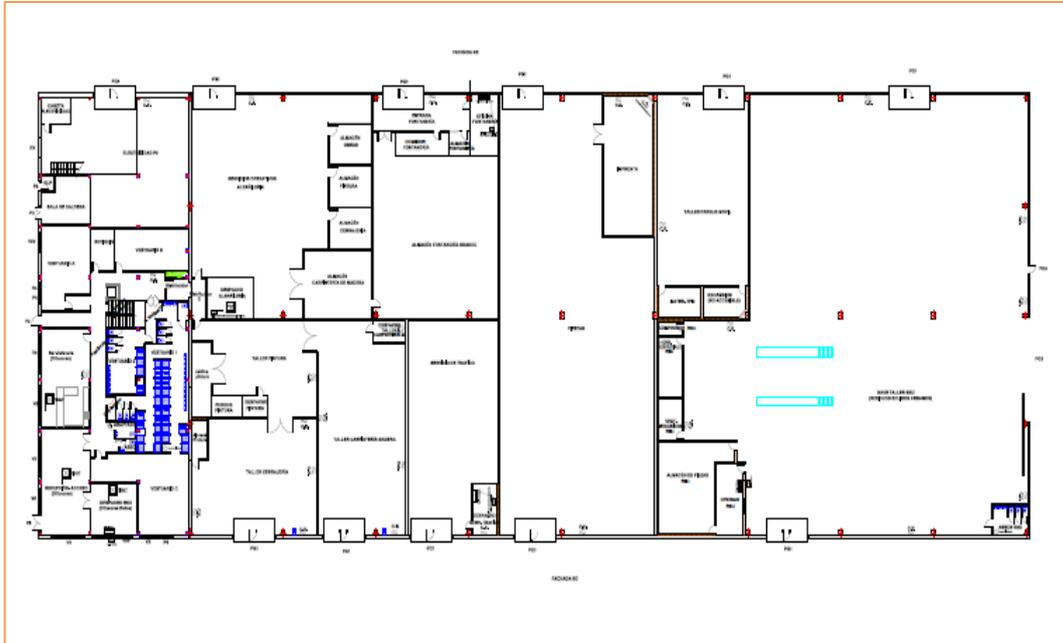
*Tabla 4 Distribución de Superficie por usos*

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a usos múltiples abarca el 51% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el de espacios no habitables con un 15%.



*Gráfico 1 Superficie según Usos*

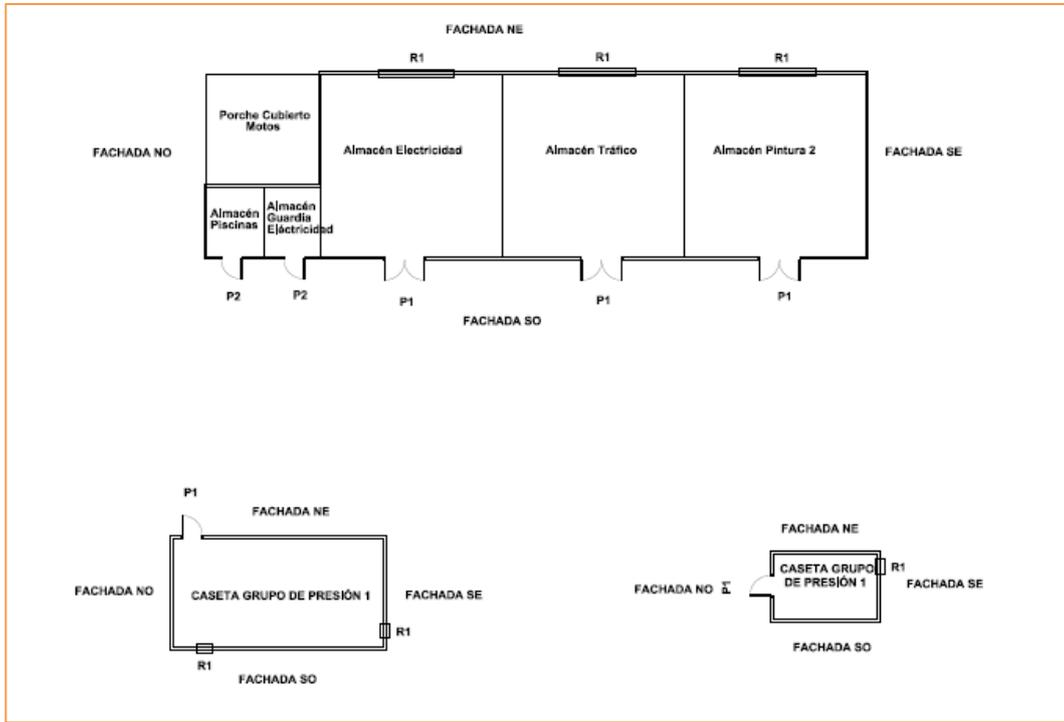
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



Plano 1 Planta Baja



Plano 2 Planta Primera y Cubierta



*Plano 3 Planta Segunda*

### 1.3 Envoltente y cerramientos

En 1999 se publica la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación que tiene como principal objetivo el de regular el sector de la edificación. En materia de reglamentación era preciso actualizar una reglamentación que había quedado profundamente obsoleta por lo que la ley insta y autoriza al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación mediante Real Decreto que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Los documentos básicos que regulan la envoltente térmica y los cerramientos son:

DB SI: Seguridad Caso de Incendio

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección frente al Ruido

DB HE: Ahorro de energía

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 2010; y por lo tanto lo hizo bajo las normas marcadas por el CTE.

Anteriormente los servicios operativos de Marbella se encontraban dispersos en diferentes locales de alquiler, por lo que en 2010 se construye un edificio que pueda reunirlos todos. Se trata de una nave de planta rectangular, de 5500m<sup>2</sup>, acabada en hormigón, con grandes puertas de acceso a cada una de sus divisiones para la entrada de vehículos y cubierta plana. Junto a la nave, se encuentran tres edificios más pequeños con las mismas características constructivas, dos de ellos alojan los grupos de presión de las instalaciones y el tercero, algo mayor que los anteriores, acoge varios almacenes.

El acceso a los distintos departamentos del edificio se hace por grandes puertas metálicas, las zonas administrativas cuentan con ventanas de vidrio simple y doble y marco de PVC.



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

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

La climatización de este centro, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas en fachada y cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, cassette y conductos). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

La central de producción térmica se encuentra ubicada en la sala de calderas de la planta baja del edificio y da apoyo a la generación de ACS, que se lleva a cabo mediante una instalación de energía solar térmica compuesta por 10 captadores planos.

Por otra parte, aunque se trate de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, cuenta con dos extractores de aire situados en cubierta y destinados a la ventilación general del centro.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se complementa de forma local mediante dos termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo.

##### 1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor para calefacción

A continuación se describen las características de los equipos generadores de calor existentes en el centro:

<b>Nº generador</b>	<b>Tipo 1</b>
<b>Generador</b>	<b>Caldera</b>
<b>Zona de tratamiento</b>	Edificio completo
<b>Servicio</b>	<b>ACS</b>
<b>Combustible</b>	<b>Butano</b>
<b>Tipo</b>	<b>Mural - Estándar - Estanca</b>
<b>Marca</b>	VAILLANT
<b>Modelo</b>	VMW ES 242/4-5M R1
<b>Año de instalación</b>	2011
<b>Potencia útil nominal (kWt)</b>	<b>23,70</b>
<b>Regulación quemador</b>	Modulante
<b>Sistema de gestión centralizado</b>	No
<b>Control - encendido / apagado</b>	Manual
<b>Mes inicio calefacción</b>	Noviembre
<b>Mes final calefacción</b>	Mayo
<b>días/semana</b>	L-V
<b>horario funcionamiento/día (por la mañana)</b>	07:00-15:00
<b>Observaciones</b>	Grupo hidráulico incorporado

*Tabla 5 Características central de producción de calor*

Las imágenes de la sala de calderas se muestran a continuación:



*Imagen 4 Sala de calderas*

#### 1.4.2 Producción de ACS

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 10 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en un depósito acumulador de 1.000 litros de capacidad, con apoyo de la central térmica que genera el ACS en un inter-acumulador de 1.000 litros de capacidad conectado en serie con el depósito solar.

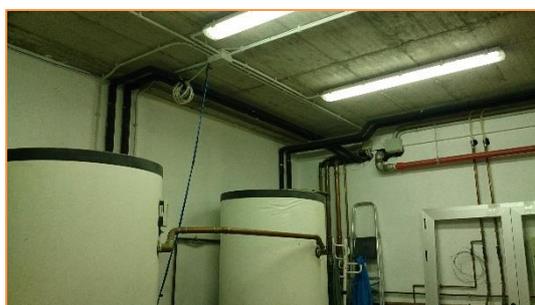
A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

Tipo	Instalación con interacumulador	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	10
	Tipo	Plano
	Marca	Promasol
	Modelo	Titanio V-1
	Superficie bruta (m2)	2
	Inclinación	45°
	Orientación	Sur
Circuito primario	Bomba (Marca)	WILO
	Bomba (Marca)	ST25/6-3 P
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	1.000,00
	Total (litros)	1.000,00
Observaciones	Energía auxiliar: Caldera tipo 1	

*Tabla 6 Características instalación solar térmica*



*Imagen 5 Instalación solar térmica – Captadores solares planos*



*Imagen 6 Instalación solar térmica – Acumulación y bomba solar*

A continuación se resumen las características de la instalación de apoyo para producción de ACS:

Número	Tipo 1
Producción de calor	Caldera individual
Edificio	Nave SS OO
Zona de suministro	Vestuarios
Nº generador	Tipo 1
Volumen de acumulación 1	1.000
Volumen Acumulación total	1.000
Circuito recirculación	Si
Solar térmica	Si
Número de captadores	10
Volumen de acumulación solar	1000

*Tabla 7 Características instalación de apoyo para generación de ACS*



*Imagen 7 Instalación de apoyo para generación de ACS – Caldera mural estanca*



*Imagen 8 Instalación de apoyo para generación de ACS –Acumulación*

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

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Nave SS OO	0	Aseo Taller RSU	1,20	50	En servicio
Nave SS OO	0	Vestuario 1	3,00	300	En servicio

Tabla 8 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 9 Termos acumuladores eléctricos – Aseo Taller RSU



Imagen 10 Termos acumuladores eléctricos – Vestuario 1

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

### 1.4.3 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Techo Despacho Albañilería	Fachada SO	Techo Despacho Servicio de Tráfico	Fachada Oficinas RSU
Zona de tratamiento	Despacho Albañilería	Despacho RSU	Despacho Servicio de Tráfico	Oficinas RSU
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll
Marca	LG	MIDEA	SAMSUNG	AIRTECO
Modelo	ATNH186ELFC	MISSION-350U	AQV09PSAX	LT1269YPS
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R22
Tipo de unidad interior	Cassette	Pared	Pared	Pared
Potencia Frigorífica (kW)	5,28	3,50	2,50	3,52
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,56	1,09	0,74	1,18
EER	3,38	3,23	3,40	2,98
ESEER	-	6,50	-	-
Potencia Calorífica (kW)	5,95	3,80	3,30	3,64
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,52	1,03	0,91	1,19
COP	3,91	3,71	3,63	3,06
ESCOP	-	5,10	-	-
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-V	L-D	L-V	L-D
horario funcionamiento (mañana)	07:30-14:00	00:00-24:00	07:00-13:00	00:00-24:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO
Planta	0	1	1	1
Ubicación equipo	Techo Oficina Fontanería	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio
Zona de tratamiento	Oficinas Fontanería	Oficina 9 y Almacén Oficina 9	Oficina 9 y Cuarto Cámara Vigilancia y Servidores	Oficina 7 / Despacho 7
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	FUJITSU	FUJITSU	FUJITSU	AIRWELL
Modelo	AOH12USCC	AOY18LMAK2	AOY18LMAK2	GC 43 DCI R410 AW
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>Pared</b>	<b>Cassette</b>	<b>Cassette</b>	<b>Conductos</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>3,25</b>	<b>5,50</b>	<b>5,50</b>	<b>12,50</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,35	1,65	1,65	6,40
EER	<b>2,41</b>	<b>3,33</b>	<b>3,33</b>	<b>1,95</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>3,95</b>	<b>6,30</b>	<b>6,30</b>	<b>14,00</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,28	1,65	1,65	6,40
COP	<b>3,09</b>	<b>3,82</b>	<b>3,82</b>	<b>2,19</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-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:30-15:00	06:30-16:00	06:30-16:00	06:30-16:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split 1x1
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio
Zona de tratamiento	DTTC / Despacho DTTC	Oficina 4 / Recepción Oficina 4	Despacho RSU	Oficina 1
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL
Modelo	GC 43 DCI R410 AW	AWAU-GCD 030-H11	AWAU-GCD 030-H11	GC 18 DCI INV R410
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Conductos	Conductos	Conductos	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	12,50	7,50	7,50	5,00
Potencia Absorbida Frío (kW)	6,40	2,49	2,49	1,55
EER	1,95	3,01	3,01	3,23
Potencia Calorífica (kW)	14,00	8,70	8,70	6,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	6,40	2,55	2,55	1,60
COP	2,19	3,41	3,41	3,75
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-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	06:30-16:00	06:30-16:00	06:30-16:00	06:30-16:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	13	14	15	16
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio
Zona de tratamiento	<b>Oficina 3</b>	<b>Bar-Cafetería</b>	<b>Recepción-Acceso</b>	<b>Oficina 2</b>
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL	AIRWELL
Modelo	GC 18 DCI INV R410	GC 18 DCI INV R410	AWAU-GCD 030-H11	AWAU-GCD 030-H11
Refrigerante	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>	<b>R410a</b>
Tipo de unidad interior	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>	<b>Conductos</b>
Potencia Frigorífica (kW)	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>7,50</b>	<b>7,50</b>
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,55	1,55	2,49	2,49
EER	<b>3,23</b>	<b>3,23</b>	<b>3,01</b>	<b>3,01</b>
Potencia Calorífica (kW)	<b>6,00</b>	<b>6,00</b>	<b>8,70</b>	<b>8,70</b>
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,60	1,60	2,55	2,55
COP	<b>3,75</b>	<b>3,75</b>	<b>3,41</b>	<b>3,41</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-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	06:30-16:00	06:30-16:00	06:30-16:00	06:30-16:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	17	18
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split 1x1
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO
Planta	1	1
Ubicación equipo	Cubierta Edificio	Cubierta Edificio
Zona de tratamiento	Oficina 6	Oficina 5
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	AIRWELL	AIRWELL
Modelo	AWAU-GCD 036-H11	AWAU-GCD 036-H11
Refrigerante	R410a	R410a
Tipo de unidad interior	Conductos	Conductos
Potencia Frigorífica (kW)	9,70	9,70
Potencia Absorbida Frío (kW)	4,60	4,60
EER	2,11	2,11
Potencia Calorífica (kW)	11,00	11,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	4,60	4,60
COP	2,39	2,39
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Mayo	Mayo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	06:30-16:00	06:30-16:00
Sistema de gestión centralizado	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual

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



Imagen 11 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Despacho albañilería y RSU



*Imagen 12 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Equipos en cubierta*



*Imagen 13 Equipos de producción de frío y calor para climatización - Equipos en cubierta*



*Imagen 14 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Equipos en cubierta y oficina taller RSU*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

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

<b>Calefacción</b>	<b>136,04 kW</b>
<b>Refrigeración</b>	<b>118,45 kW</b>

Tabla 14 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

#### 1.4.4 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2	3	4
<b>Circuito</b>	<b>Grupo de presión agua sanitaria</b>	<b>Grupo de presión agua sanitaria</b>	<b>Grupo de presión incendios</b>	<b>Grupo de presión incendios</b>
<b>Edificio</b>	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO
<b>Ubicación</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 1</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 1</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 1</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 1</b>
<b>Denominación</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
<b>Tipo</b>	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
<b>Marca</b>	BLOCH	BLOCH	ESPA	ESPA
<b>Modelo</b>	V 10-75T	V 10-75T	VE121 6	MULTI35 8N
<b>Año de instalación</b>	<b>2011</b>	<b>2011</b>	<b>2011</b>	<b>2011</b>
<b>Variador de frecuencia</b>	No	No	No	No
<b>Caudal (l/h)</b>	mín.2/máx.23	mín.2/máx.24	mín.100/máx.500	mín.33/máx.165
<b>Pot. abs (kW)</b>	5,50	5,50	7,50	3,60

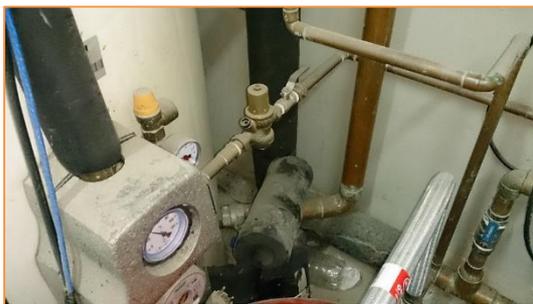
Tabla 15 Características grupos de bombeo

Nº bomba	5	6	7	8
<b>Circuito</b>	<b>Grupo de presión - Tratamiento aljibe</b>	<b>Grupo de presión - Otros</b>	<b>Grupo de presión - Lavadero de Camiones RSU</b>	<b>Grupo de presión - Gasolinera RSU</b>
<b>Edificio</b>	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO	Nave SS OO
<b>Ubicación</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 1</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 1</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 2</b>	<b>Caseta Grupo de Presión 2</b>
<b>Denominación</b>	<b>B5</b>	<b>B6</b>	<b>B7</b>	<b>B8</b>
<b>Tipo</b>	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
<b>Marca</b>	AQUA	IRIS	PEDROLLO	KRIPSOL
<b>Modelo</b>	HC 897-1	500M	F40 /160A	U9V-450/8T
<b>Año de instalación</b>	<b>2011</b>	-	<b>2011</b>	<b>2011</b>
<b>Variador de frecuencia</b>	No	No	No	No
<b>Caudal (l/h)</b>	2,00	-	mín.6000/máx.42000	mín.3600/máx.15600
<b>Presión disponible (m.c.a.)</b>	81,6	-	-	-
<b>Pot. abs (kW)</b>	0,02	0,50	4,00	3,37

Tabla 16 Características grupos de bombeo

Nº bomba	9	10
Circuito	Grupo de presión - Otros	Primario Solar térmica
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO
Ubicación	Caseta Grupo de Presión 2	Sala de calderas
Denominación	B9	B10
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor húmedo - simple
Marca	MERCABOMBA	WILO
Modelo	RXM-100	ST25/6-3 P
Variador de frecuencia	No	No
Potencia abs (kW)	0,75	0,08

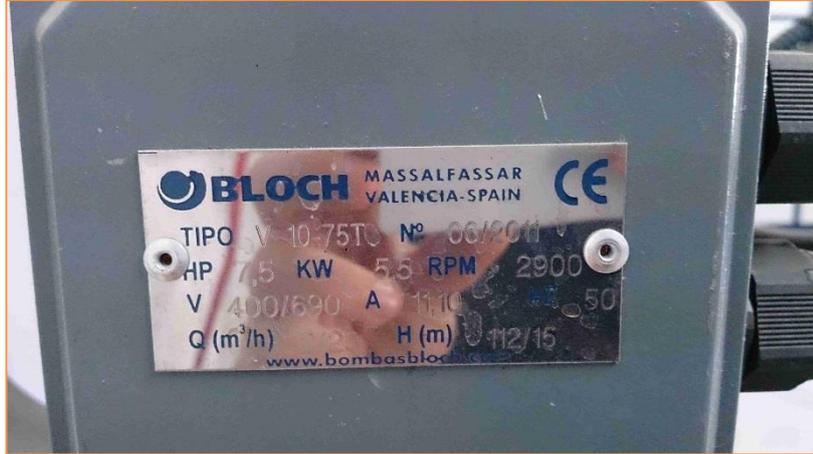
*Tabla 17 Características grupos de bombeo*



*Imagen 15 Grupos de bombeo – Primario solar térmica*



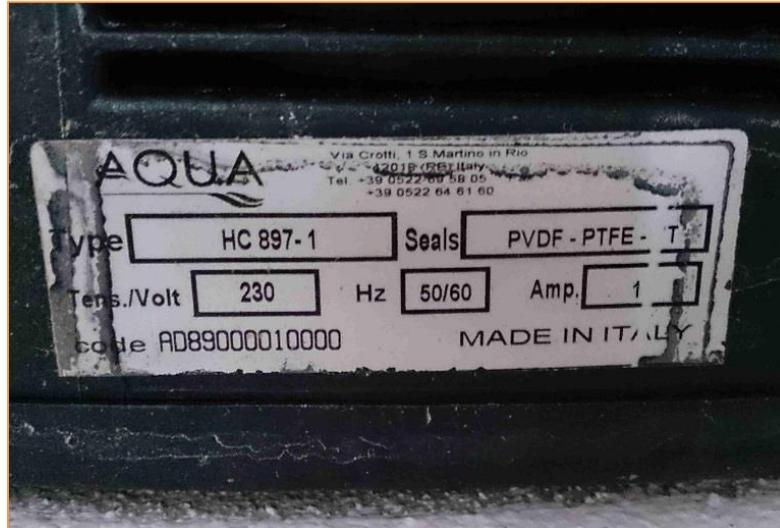
*Imagen 16 Grupos de bombeo - Bomba recirculación ACS y antilegionella*



*Imagen 17 Grupos de bombeo – Grupo de presión de agua sanitaria*



*Imagen 18 Grupos de bombeo – Grupo de presión incendios – Grupo de presión tratamiento aljibe*



*Imagen 19 Grupos de bombeo - Grupo de presión tratamiento aljibe*

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

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



Imagen 20 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Sistema autónomo de expansión directa tipo cassette y pared**



Imagen 21 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Sistema autónomo de expansión directa tipo conductos**

### UTAs - Unidades de tratamiento de aire

El centro consta de unidades de tratamiento de aire con recuperadores de calor del aire extraído, destinados al suministro del aire primario. Dichas unidades se encuentran ubicadas en cubierta y se encargan de la ventilación general del edificio.

Nº	Tipo 1	Tipo 2
Tipo	<b>Climatizadora</b>	<b>Climatizadora</b>
Servicio	Ventilación	Ventilación
Edificio	Nave SS OO	Nave SS OO
Planta	1	1
Zona de tratamiento	<b>Ventilación general</b>	<b>Ventilación general</b>
Marca	MUNDOCLIMA	MUNDOCLIMA
Modelo	MU-RECO-3000	MU-RECO-3000
Modo	Todo aire exterior	Todo aire exterior
Recuperador de calor	Placas	Placas
Ventilador de impulsión - VF	Si	Si
Potencia abs (kW)	0,60	0,60
Ventilador de retorno - VF	Si	Si
Potencia abs (kW)	0,60	0,60

Tabla 18 Características técnicas de **UTAs** instaladas



Imagen 22 Tipología de **UTAs** instaladas – **Climatizadora Tipo 1**



Imagen 23 Tipología de **UTAs** instaladas – **Climatizadora Tipo 2**

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	593,66	163,73	275,80
Cocina-comedor	54,70	6,00	109,69
No habitable	17,05	12,60	739,00
Zonas comunes	59,80	8,70	145,48
<b>Total</b>	<b>725,21</b>	<b>191,03</b>	<b>263,41</b>

Tabla 19 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

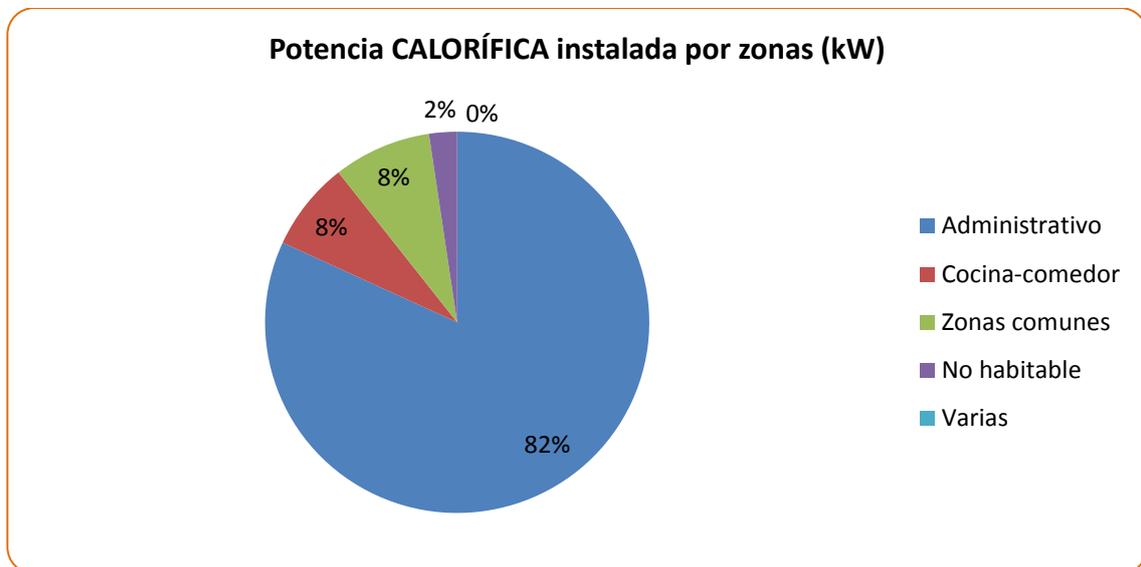


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

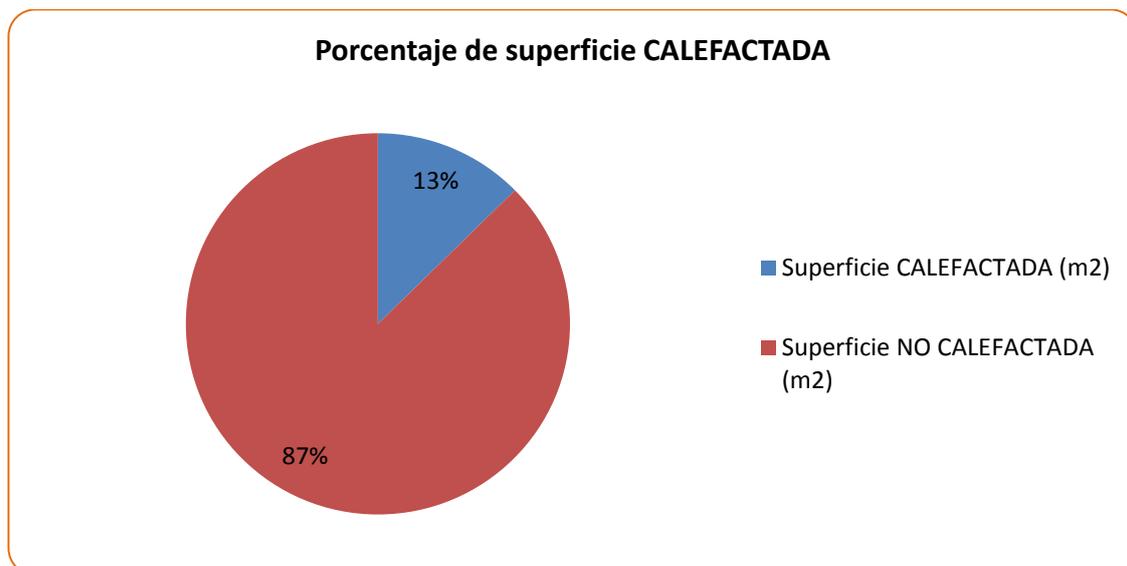


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	593,66	143,15	241,13
Cocina-comedor	54,70	5,00	91,41
No habitable	17,05	11,00	645,16
Zonas comunes	59,80	7,50	125,42
<b>Total</b>	<b>725,21</b>	<b>166,65</b>	<b>229,80</b>

Tabla 20 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

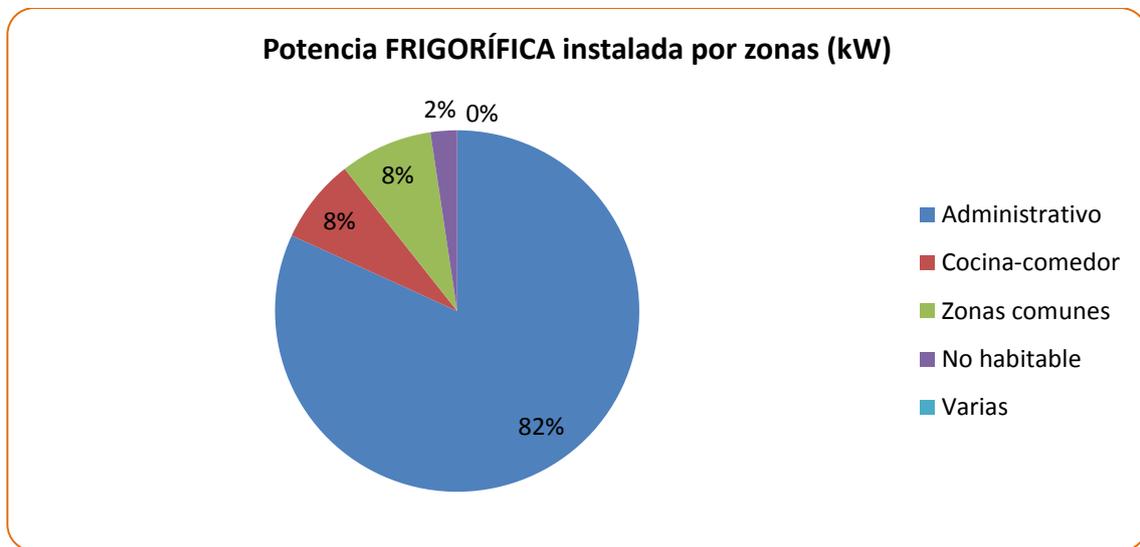


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

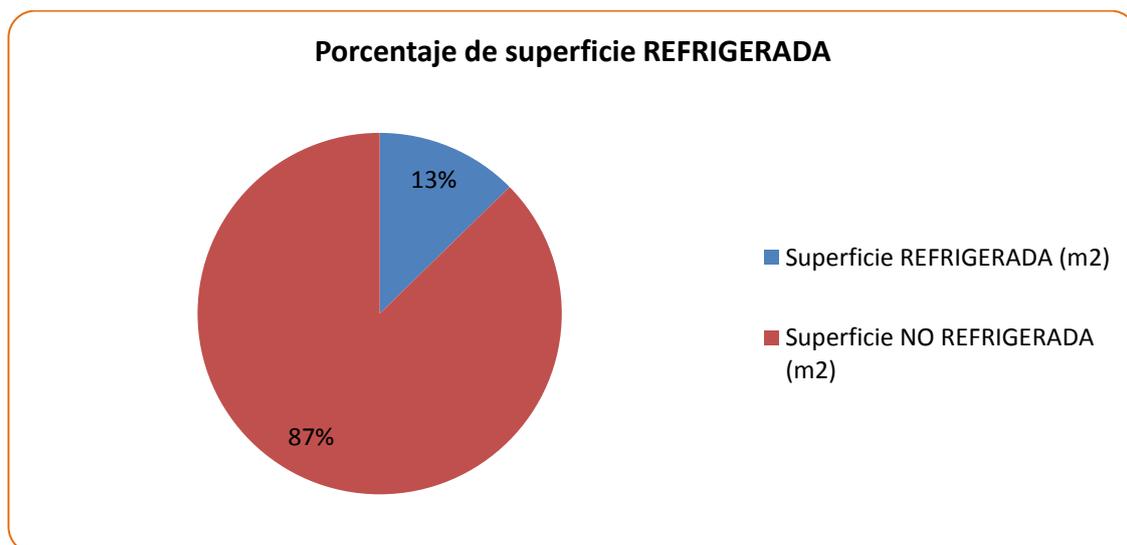


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 50,64kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

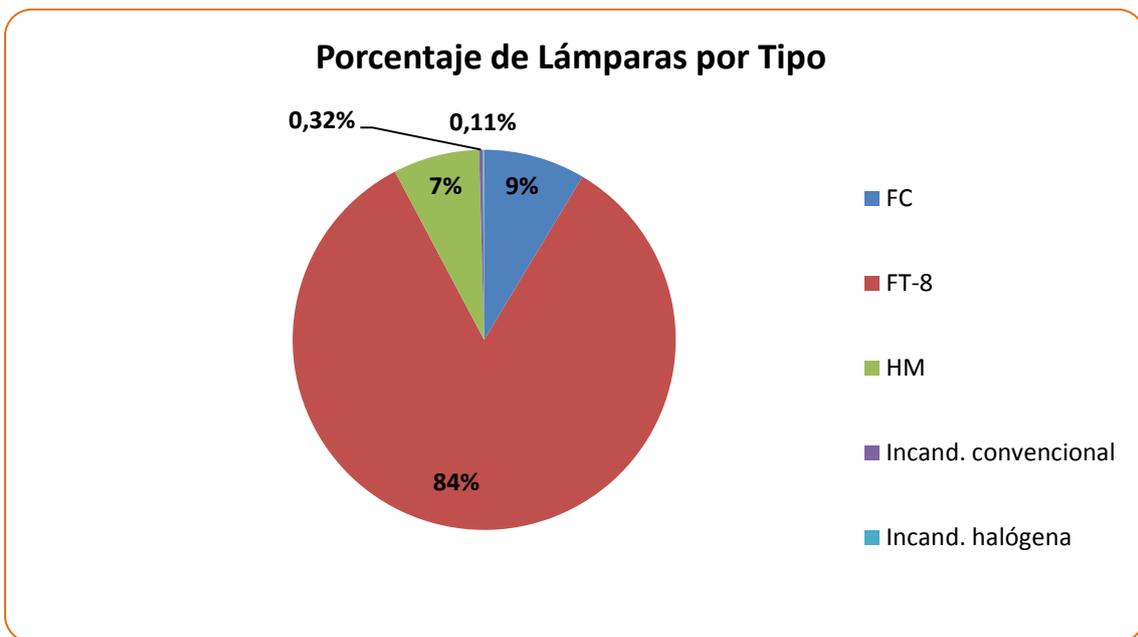


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Suma de kW TOTAL
EM	265	25,42
FT-8	265	25,42
1	5	0,15
18	3	0,06
36	2	0,09
2	132	14,21
18	1	0,04
36	77	6,65
58	54	7,52
4	128	11,06
18	128	11,06
-	94	17,91
Incand. convencional	3	0,18
1	3	0,18
60	3	0,18
Incand. halógena	1	0,07
1	1	0,07
70	1	0,07
FC	40	2,08
2	40	2,08
26	40	2,08
HM	50	15,58
1	50	15,58
250	31	7,87
400	19	7,71
<b>Total general</b>	<b>359</b>	<b>43,33</b>

Tabla 21 Resumen de lámparas instaladas

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



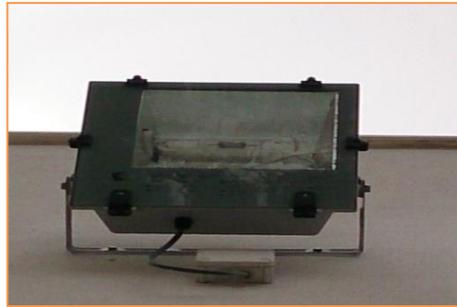
*Imagen 24 Tipos de luminarias instaladas*

### 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.	Suma de kW TOTAL
-	19	7,31
HM	19	7,31
1	19	7,31
250	1	
400	18	7,31
<b>Total general</b>	<b>19</b>	<b>7,31</b>

*Tabla 22 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 25 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### **1.5.3 Sistemas de control**

El funcionamiento del alumbrado exterior está programado para activarse dependiendo de la época del año, se controla por medio de un reloj horario de programación manual.

### **1.5.4 Condiciones de funcionamiento**

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

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa de 19 a 08 horas todos los días del año, siendo más tardío el encendido en los meses de más aporte solar.

### 1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Audiovisual</b>	<b>4</b>	<b>1,05</b>
<b>Televisión LCD</b>	<b>3</b>	<b>0,75</b>
250	3	0,75
<b>Televisión Tubo</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Bomba</b>	<b>1</b>	<b>7,5</b>
<b>Bomba</b>	<b>1</b>	<b>7,5</b>
7500	1	7,5
<b>Electrodoméstico</b>	<b>46</b>	<b>19,169</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>11</b>	<b>3,85</b>
350	11	3,85
<b>Microondas</b>	<b>8</b>	<b>6,4</b>
800	8	6,4
<b>Extractor</b>	<b>15</b>	<b>0,515</b>
30	14	0,42
95	1	0,095
<b>Cafetera</b>	<b>5</b>	<b>3,04</b>
600	4	2,4
640	1	0,64
<b>Nevera</b>	<b>2</b>	<b>0,44</b>
220	2	0,44
<b>Grifo de Cerveza</b>	<b>1</b>	<b>0,484</b>
484	1	0,484
<b>Nevera arcón</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1000	1	1
<b>Tostador</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1000	1	1
<b>Aspiradora</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Surtidor agua</b>	<b>1</b>	<b>0,44</b>
440	1	0,44
<b>Informático</b>	<b>91</b>	<b>39,087</b>
<b>Multifunción</b>	<b>2</b>	<b>0,709</b>
700	1	0,7
9	1	0,009
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>55</b>	<b>16,5</b>
300	55	16,5
<b>Fotocopiadora</b>	<b>11</b>	<b>16,388</b>
1500	2	3
1920	1	1,92
450	2	0,9
4000	1	4
2400	1	2,4
225	1	0,225
1300	1	1,3
1340	1	1,34
1303	1	1,303
<b>Ordenador Portátil</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
150	1	0,15
<b>Impresora oficina</b>	<b>10</b>	<b>2,168</b>
250	2	0,5
31	1	0,031
350	3	1,05
32	1	0,032
80	1	0,08
285	1	0,285
190	1	0,19
<b>Plotter</b>	<b>2</b>	<b>0,202</b>
92	1	0,092
110	1	0,11
<b>Expendedor Ticket</b>	<b>3</b>	<b>0,075</b>
25	3	0,075
<b>Plotter</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
350	1	0,35
<b>Centralita Vigilancia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Servidor</b>	<b>2</b>	<b>0,4</b>
200	2	0,4
<b>Modem</b>	<b>1</b>	<b>0,05</b>
50	1	0,05
<b>Lector Código de Barras</b>	<b>1</b>	<b>0,075</b>
75	1	0,075
<b>Expendedor de Tickets</b>	<b>1</b>	<b>0,02</b>
20	1	0,02
<b>Otros</b>	<b>55</b>	<b>115,389</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
350	1	0,35
<b>Plastificadora</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Secador de manos</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1000	1	1
<b>Ventilador</b>	<b>2</b>	<b>0,12</b>
60	2	0,12
<b>Máquina expendedora</b>	<b>4</b>	<b>2,8</b>
750	3	2,25
550	1	0,55
<b>Alarma Seguridad</b>	<b>2</b>	<b>0,08</b>
40	2	0,08
<b>Máquina expendedora café</b>	<b>1</b>	<b>1,8</b>
1800	1	1,8
<b>Multcadena</b>	<b>2</b>	<b>0,25</b>
250	1	0,25
0	1	0
<b>Taladro de columna</b>	<b>3</b>	<b>3,446</b>
1500	1	1,5
1200	1	1,2
746	1	0,746
<b>Motor puerta garaje</b>	<b>11</b>	<b>7,7</b>
700	11	7,7
<b>Amoladora eléctrica</b>	<b>1</b>	<b>0,7</b>

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
700	1	0,7
<b>Afiladora</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>
200	1	0,2
<b>Compresor</b>	<b>3</b>	<b>17</b>
1500	1	1,5
10000	1	10
5500	1	5,5
<b>Ingletadora</b>	<b>2</b>	<b>2,98</b>
1490	2	2,98
<b>Soldador eléctrico</b>	<b>4</b>	<b>6,4</b>
(en blanco)	2	0
3600	1	3,6
2800	1	2,8
<b>Taladro</b>	<b>1</b>	<b>1,1</b>
1100	1	1,1
<b>Encuadernadora</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1000	1	1
<b>Guillotina</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Troqueladora</b>	<b>1</b>	<b>0,37</b>
370	1	0,37
<b>Tupi espigadora</b>	<b>1</b>	<b>3,728</b>
3728	1	3,728
<b>Copiadora</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
4000	1	4
<b>Saca grueso</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
4000	1	4
<b>Labrante</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
4000	1	4
<b>Cerradora</b>	<b>1</b>	<b>5,2</b>
5200	1	5,2
<b>Cuadradora</b>	<b>1</b>	<b>0,745</b>
745	1	0,745
<b>Extractor de virutas y polvo</b>	<b>1</b>	<b>7,5</b>
7500	1	7,5
<b>Calefactor/Ventilador</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>
1500	1	1,5
<b>Máquina corte de hierro</b>	<b>1</b>	<b>2,2</b>
2200	1	2,2
<b>Equipo de corte por plasma</b>	<b>1</b>	<b>30</b>
30000	1	30
<b>Máquina Limpiadora de Suelos</b>	<b>1</b>	<b>2,42</b>
2420	1	2,42
<b>Plataforma Elevadora</b>	<b>1</b>	<b>2,2</b>
2200	1	2,2
<b>Sonido</b>	<b>31</b>	<b>1,84</b>
<b>Altavoz</b>	<b>16</b>	<b>0,94</b>
120	1	0,12
150	4	0,6
20	11	0,22
<b>Minicadena música</b>	<b>2</b>	<b>0,24</b>
120	2	0,24

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
<b>Radio-CD</b>	<b>11</b>	<b>0,44</b>
40	11	0,44
<b>Emisora Radio</b>	<b>1</b>	<b>0,07</b>
70	1	0,07
<b>Megafono</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>
150	1	0,15
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>9</b>	<b>14,9</b>
<b>Radiador electrico</b>	<b>8</b>	<b>12,9</b>
900	1	0,9
1500	2	3
2000	4	8
1000	1	1
<b>Calefactor</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Distribución - Bombas</b>	<b>9</b>	<b>19,954</b>
<b>Bomba</b>	<b>9</b>	<b>19,954</b>
20	1	0,02
500	1	0,5
750	1	0,75
7500	1	7,5
3600	1	3,6
4000	1	4
3370	1	3,37
82	1	0,082
132	1	0,132
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>2</b>	<b>2,4</b>
<b>Climatizadora</b>	<b>2</b>	<b>2,4</b>
1200	2	2,4
<b>ACS</b>	<b>5</b>	<b>15,345</b>
<b>Bomba</b>	<b>2</b>	<b>11</b>
5500	2	11
<b>Caldera y grupo hidrónico</b>	<b>1</b>	<b>0,145</b>
145	1	0,145
<b>Termo-acumulador eléctrico</b>	<b>2</b>	<b>4,2</b>
1200	1	1,2
3000	1	3
<b>Producción Frio y Calor</b>	<b>18</b>	<b>45,735</b>
<b>Unidad exterior - Split</b>	<b>13</b>	<b>27,985</b>
900	1	0,9
1085	1	1,085
910	1	0,91
1190	1	1,19
1350	1	1,35
1650	1	1,65
6400	1	6,4
2550	2	5,1
1600	3	4,8
4600	1	4,6
<b>Unidad Exterior - Multi-split</b>	<b>5</b>	<b>17,75</b>
1650	1	1,65
6400	1	6,4
2550	2	5,1

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
4600	1	4,6
<b>Total general</b>	<b>271</b>	<b>282,369</b>

Tabla 23 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

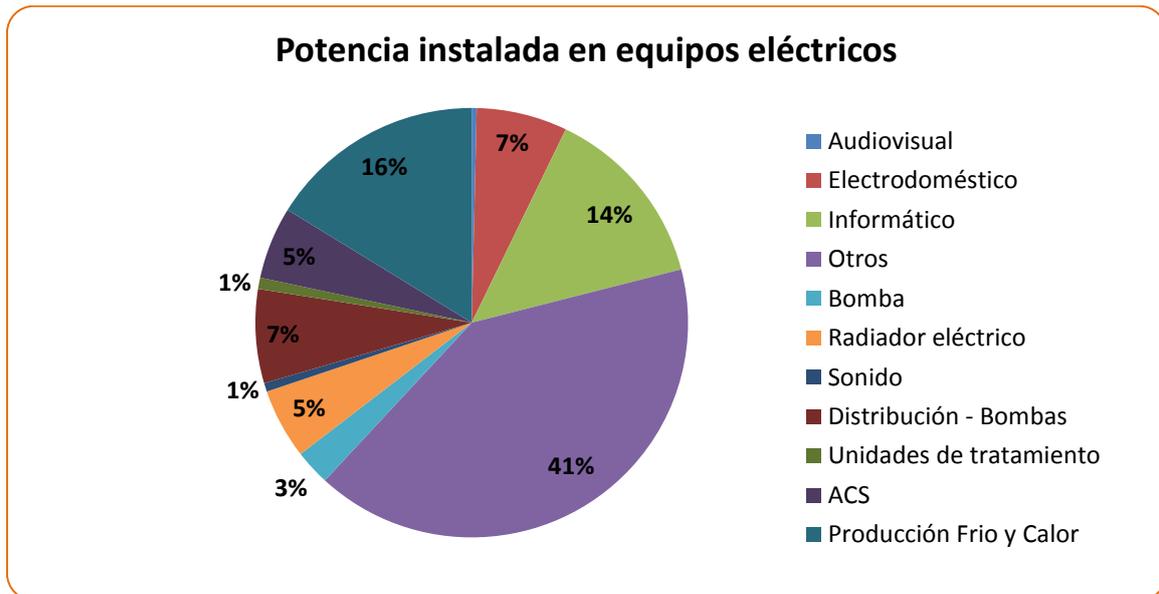


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

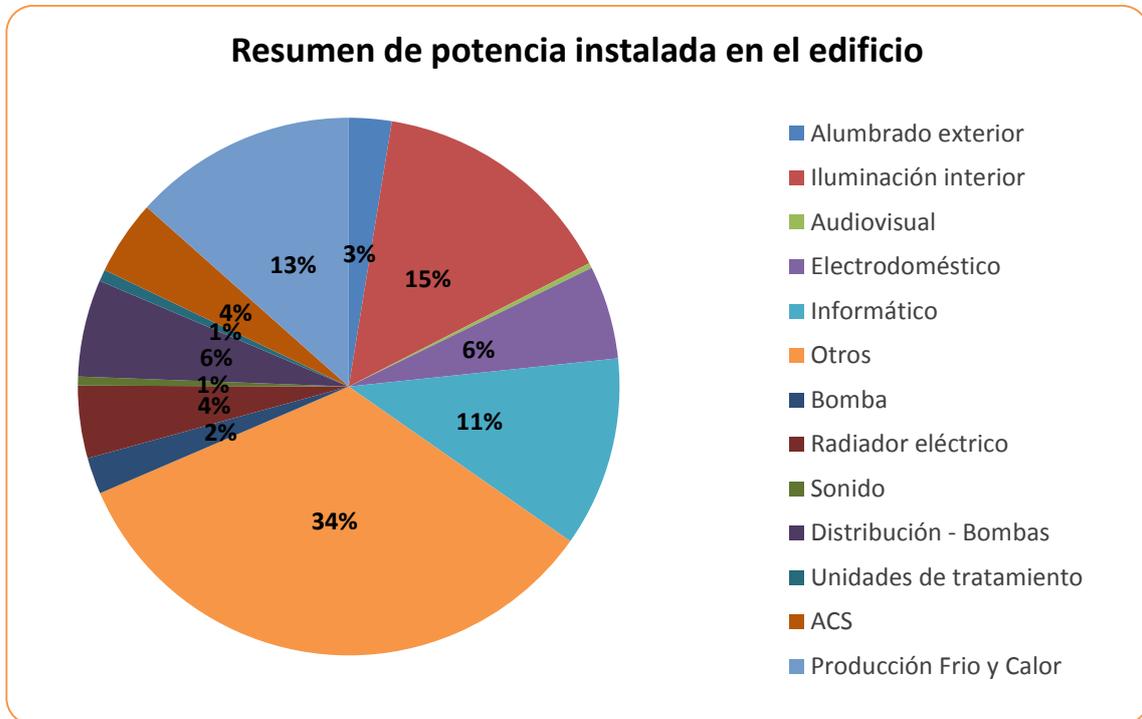


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

## 2. CONSUMOS ANUALES

### 2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

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

<b>CUPS</b>	ES0031105013479001FPOF	<b>Tarifa de acceso</b>	3.1 A
<b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>			
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>
<b>Potencia contratada (kW)</b>	322	322	322
<b>Término de potencia (€/kW año)</b>	59,173468	36,490689	8,367731
<b>Término de energía (€/kWh)</b>	0,108967	0,093459	0,069520

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
01/01/2014	31/01/2014	3.601	11.350	8.538	40 /80 /76	0,00	4.601,28
31/01/2014	28/02/2014	3.111	10.019	7.776	40 /80 /72	0,00	4.435,39
28/02/2014	31/03/2014	3.100	9.626	8.066	52 /72 /60	0,00	4.411,83
31/03/2014	30/04/2014	5.054	6.590	7.546	68 /68 /64	0,00	4.305,28
30/04/2014	31/05/2014	5.650	7.076	8.495	72 /64 /64	0,00	4.487,12
31/05/2014	30/06/2014	5.525	7.262	8.710	68 /72 /64	0,00	4.527,70
30/06/2014	31/07/2014	6543	8.191	9.181	72 /76 /72	0,00	4.768,34
31/07/2014	31/08/2014	5.958	8.384	10.604	72 /84 /84	0,00	4.825,93
31/08/2014	30/09/2014	6.631	8.906	9.592	76 /76 /76	0,00	4.880,34
30/09/2014	31/10/2014	5.459	8.559	8.709	64 /68 /72	0,00	4.645,85
31/10/2014	30/11/2014	3.295	9.492	8.382	40 /68 /64	0,00	4.467,39
30/11/2014	31/12/2014	3.383	9.948	8.512	40 /76 /76	0,00	4.530,12

Tabla 24 Facturación eléctrica

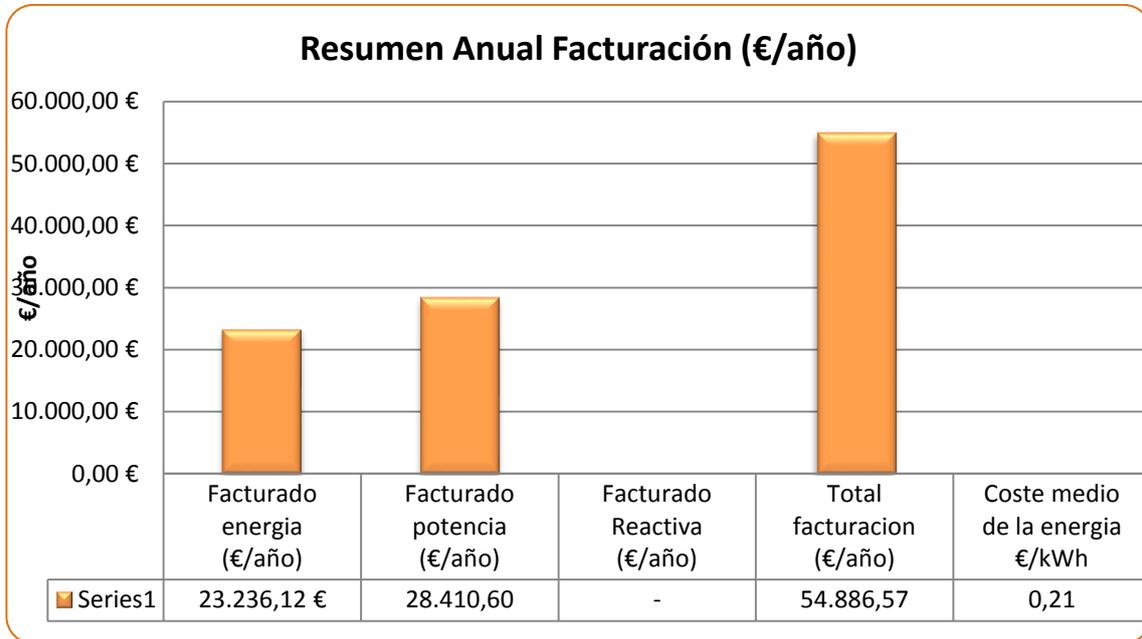
A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva.

	P1	P2	P3
<b>Potencia contratada (kW)</b>	322	322	322
<b>Potencia registrada (kW)</b>	76	84	84

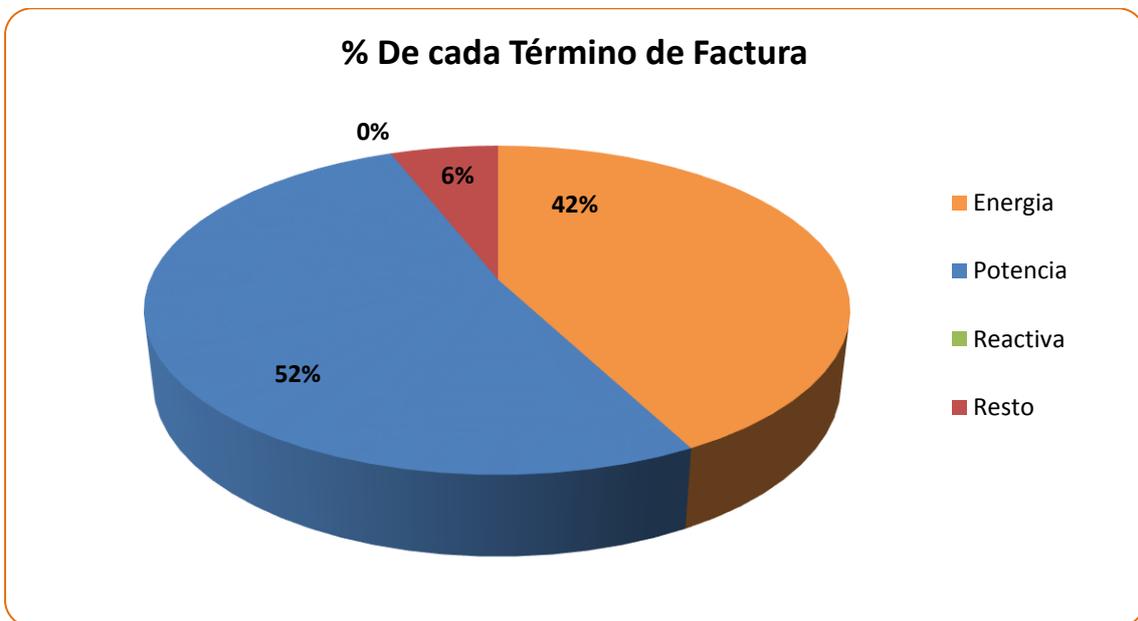
Tabla 25 Potencias contratada y registrada

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 10 Resumen Anual de Facturación*



*Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura*

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

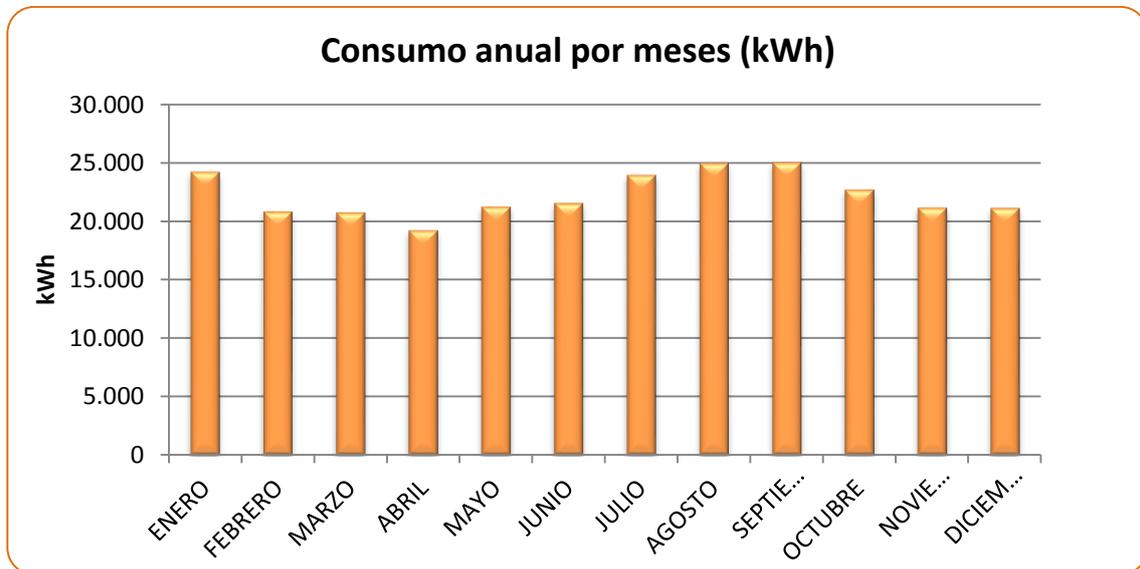


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

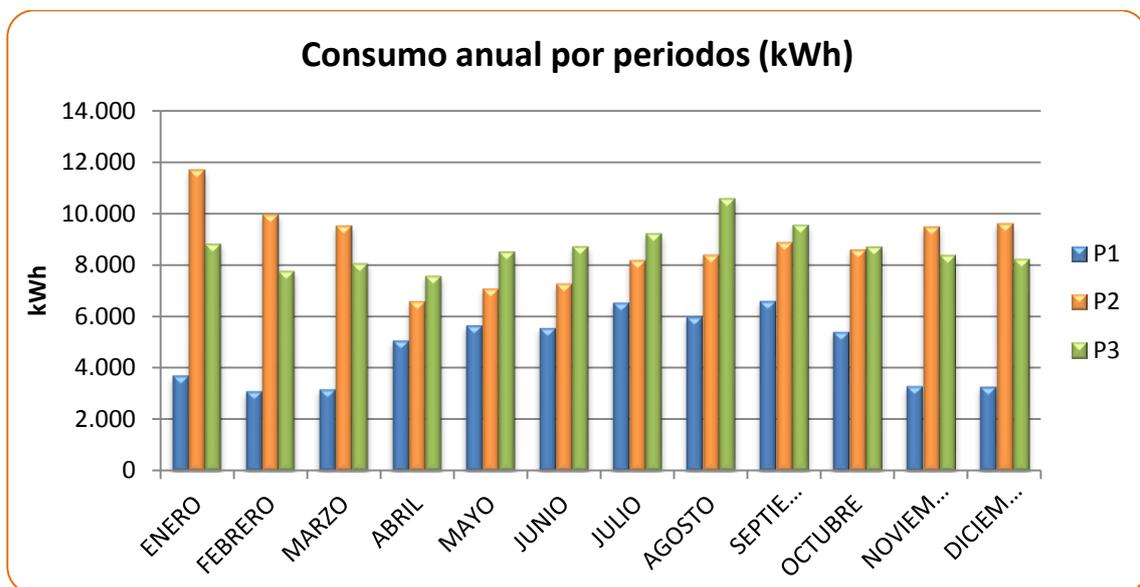


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	266.824
Total Facturación (€)	54.886,57
Media mensual de consumo (kWh/mes)	22.235
Media mensual de coste (€/mes)	4.573,88
Coste medio energía (€/kWh)	0,206

Tabla 26 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	1306
		06
		Rev.03

## 2.2 Consumos térmicos

No disponemos de los datos de consumo de Gas propano, por lo que no se puede desglosar el consumo térmico.

## 2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	266.824,00	-	266.824,00
Coste (€/año)	54.886,57	-	54.886,57

Tabla 27 Consumos energéticos anuales totales

## 2.4 Índices energéticos

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

### 2.4.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	-
Superficie total (m <sup>2</sup> )	5.734,99
Pot. Instalada iluminación interior (kW)	50,78
Pot. Instalada iluminación exterior (kW)	7,31
Pot. instalada equipos eléctricos (kW)	282,37
Pot. eléctrica total instalada (kW)	333,15

Tabla 28 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	266.824,00
€/kWh	0,21
kWh/m <sup>2</sup> Total	46,53
€/m <sup>2</sup> Total	9,57
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO <sub>2</sub> /año	106,46
Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	18,56
Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup>	8,85

Tabla 29 Resumen Índices energéticos eléctricos

### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores existe suministro de gas propano pero no existe ningún tipo de información de los consumos del mismo.

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

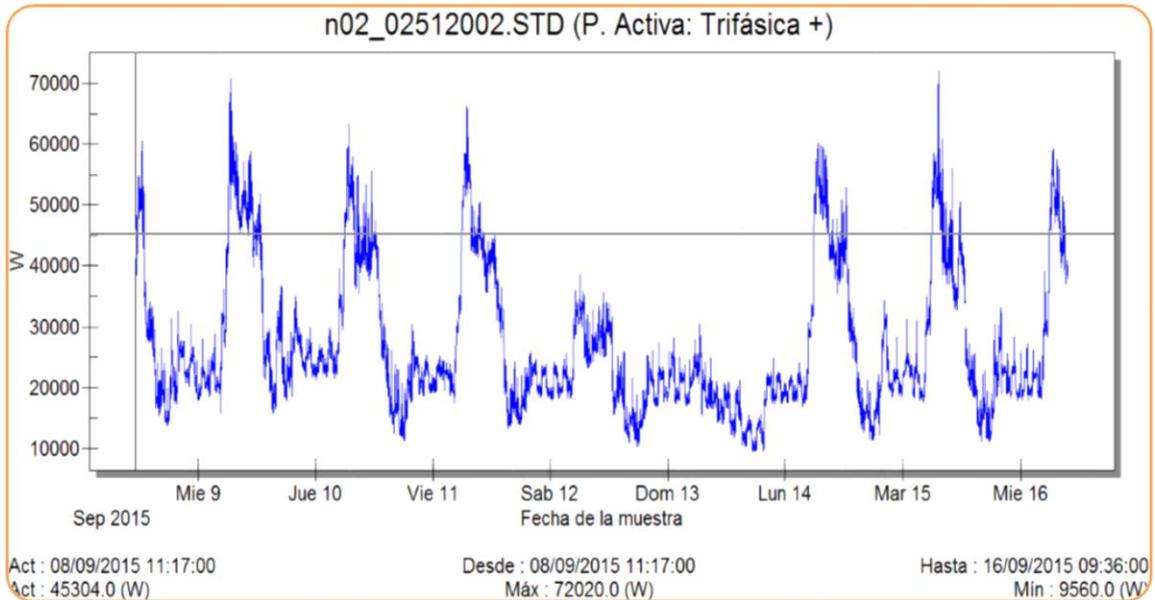


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 09/09/2015 al 16/09/2015

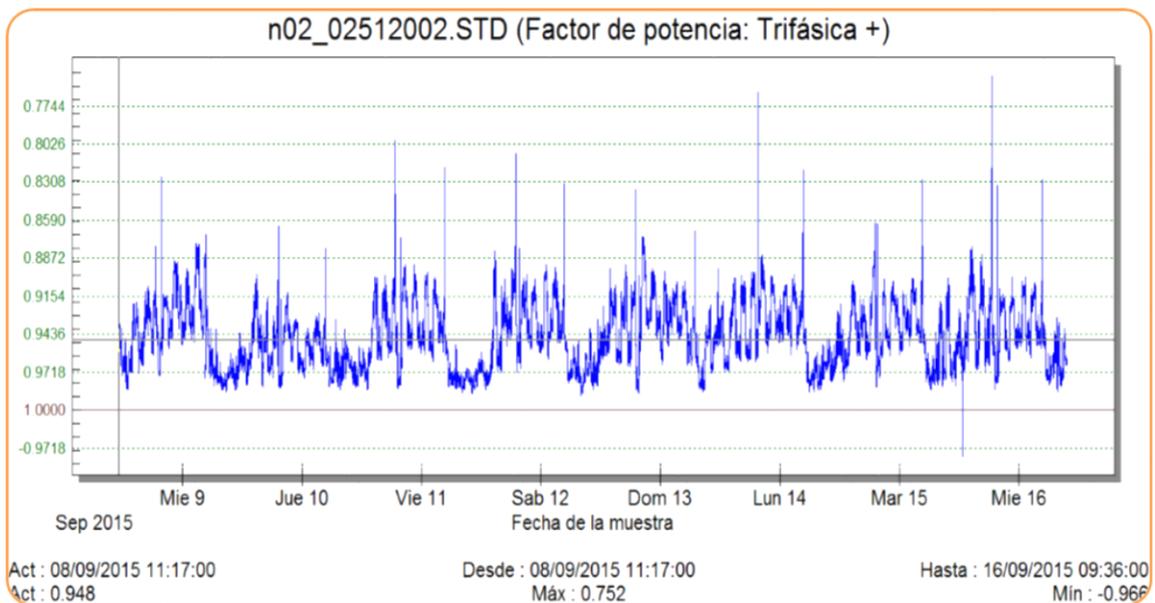
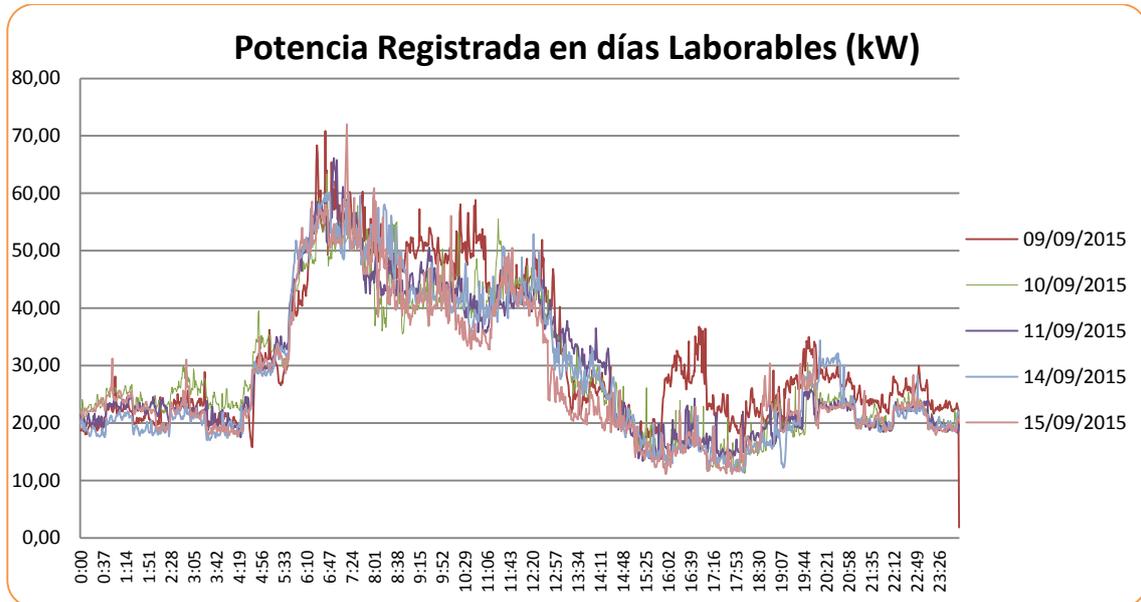
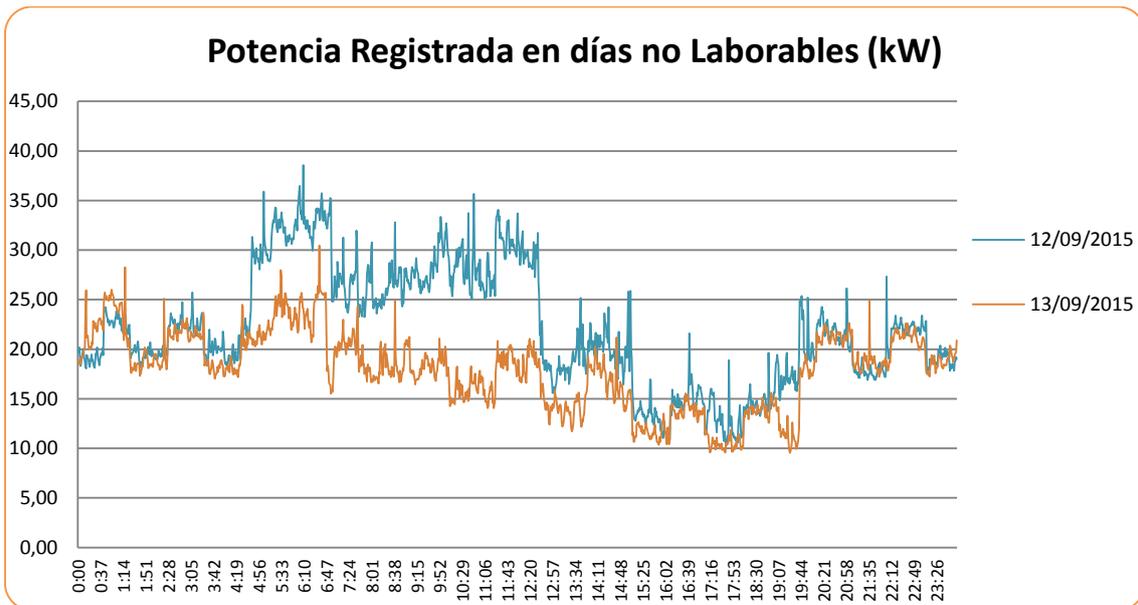


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado



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



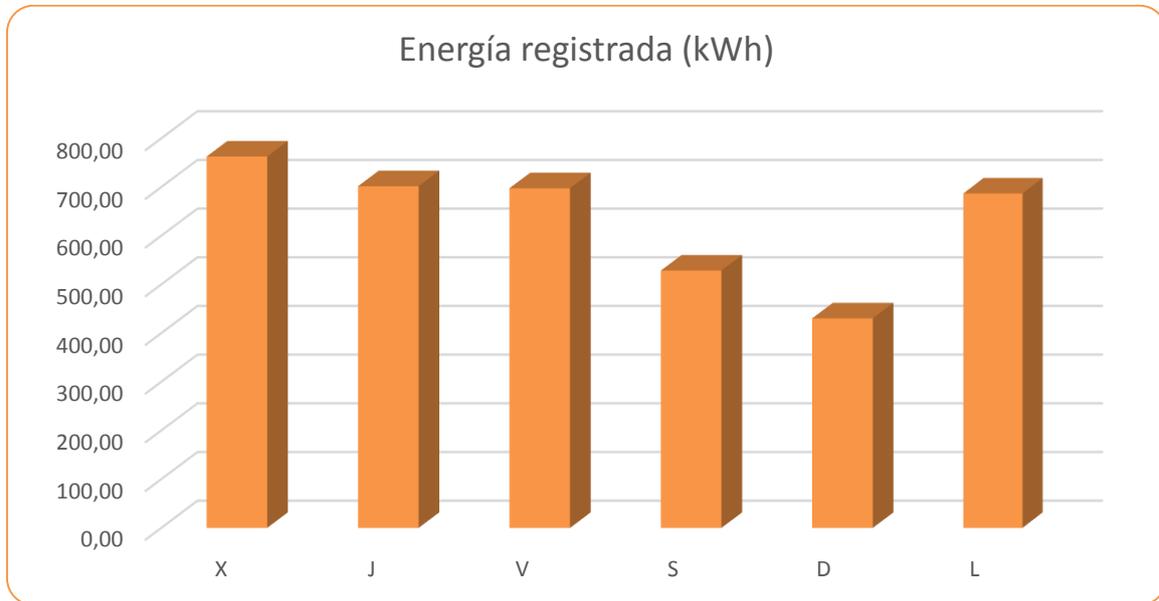
*Gráfico 17 Potencia registrada en días no laborales (kW)*

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 10 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente e iluminación que funciona de manera constante en horarios nocturnos.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 70 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:00 y 15:00.

Durante todos los días, el alumbrado exterior funciona en el periodo nocturno.

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



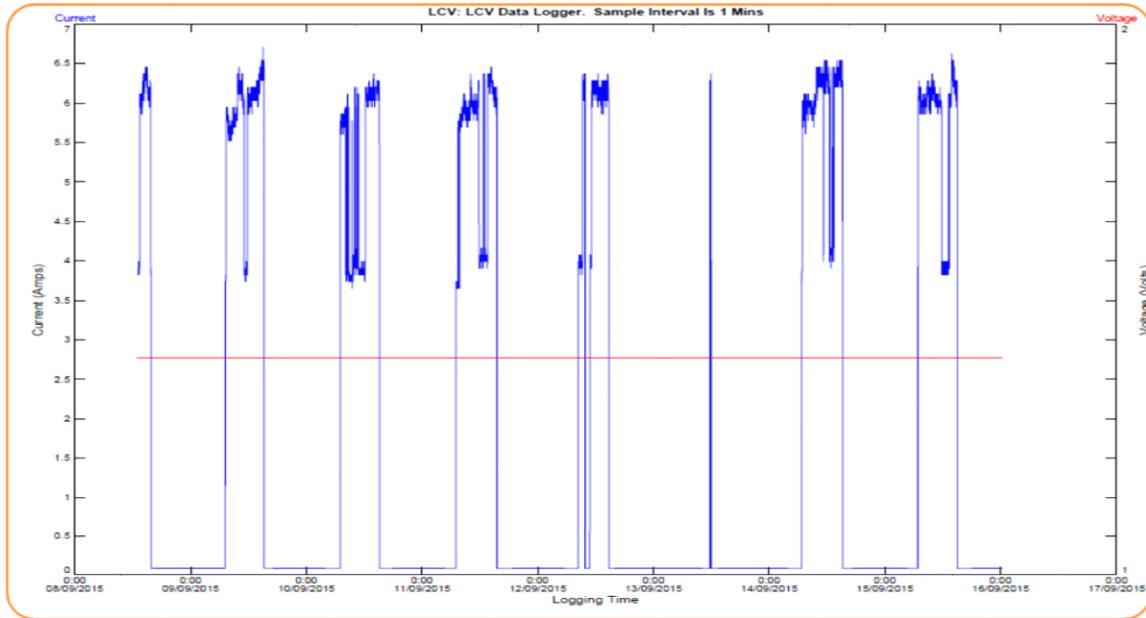
*Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días laborales es de 703,72 kWh y durante los días festivos de 479,41 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 19.317,23kWh para el mes de Septiembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Septiembre de 2014 de un 22,81% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

**3.1.2 Registros monofásicos**

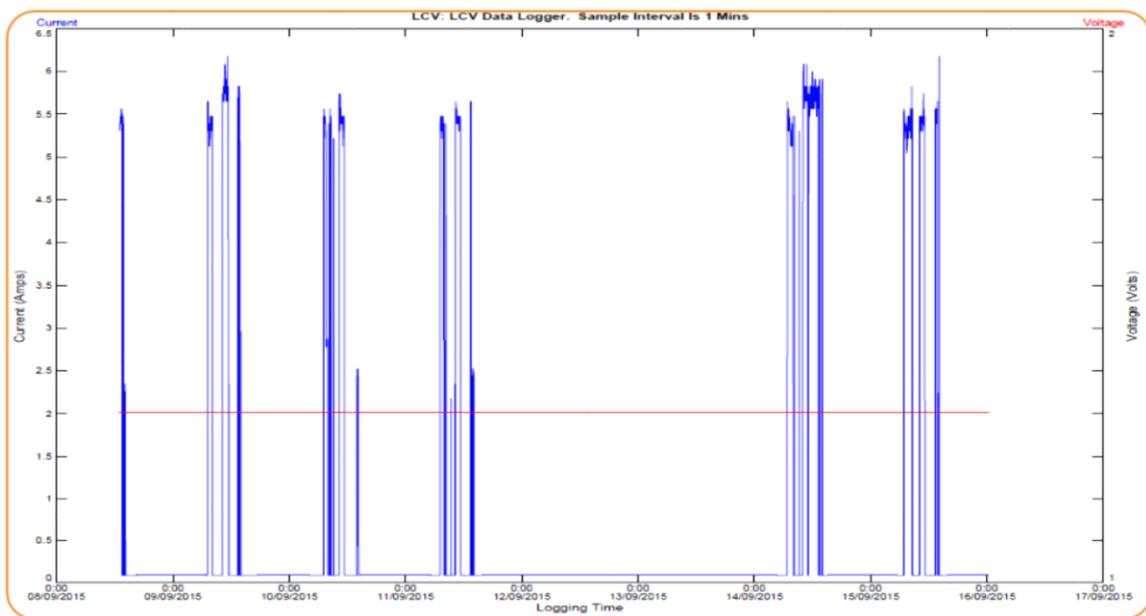
A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- **Oficina 7 y despacho 7**



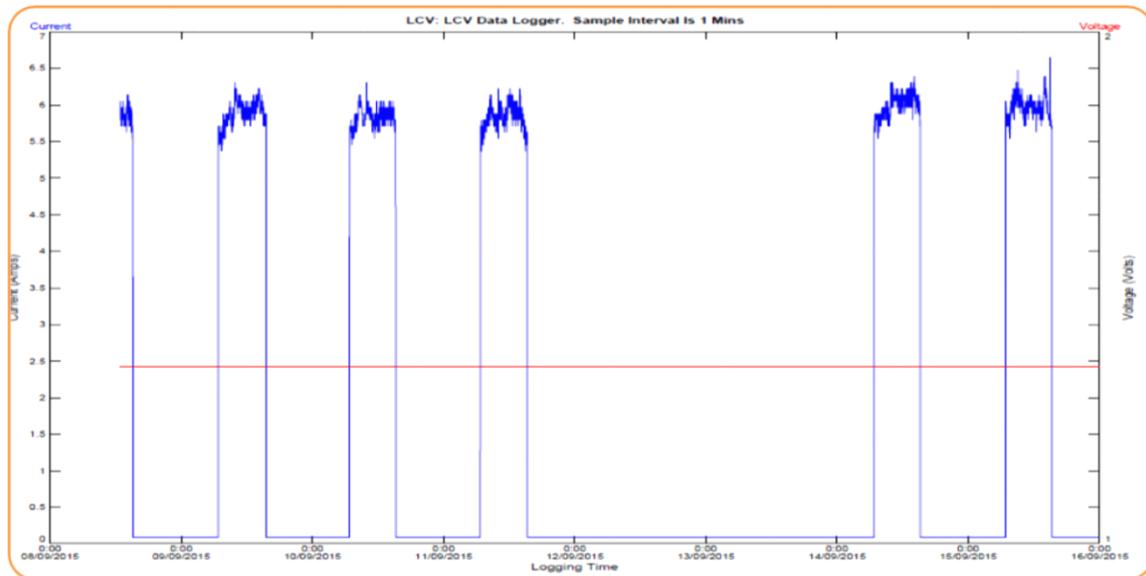
*Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en la oficina 7 y despacho 7*

- **Recepción, oficina 6 y despacho 6**



*Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en recepción, oficina 6 y despacho 6*

- **Delegación de tráfico y transportes.**



*Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en la delegación de tráfico y transportes.*

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

- Oficina 7 y despacho 7: 5,72 h
- Recepción, oficina 6 y despacho 6: 2,27 h.
- Delegación de tráfico y transportes.: 6,29 h.

### 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<sup>2</sup>) 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.

Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
0	Botiquín	278,40	11,00	918	100	2,76
0	Vestuario B	417,60	35,30	362	150	3,27
0	Distribuidor 1	139,20	5,58	598	150	4,17
0	Distribuidor 2	139,20	6,60	632	150	3,34
0	Vestuario 2	278,40	27,47	375	150	2,70
0	Sala de Caldera	417,60	23,75	339	100	5,19
0	Oficinas RSU	518,40	23,70	689	300	3,17
0	Almacén de Piezas RSU	950,40	65,00	384	100	3,81
0	Vest. Mecánicos RSU	172,80	11,59	530	150	2,81
0	Herr. Especiales RSU	259,20	17,30	516	150	2,90
0	Mater. TPM	172,80	14,30	391	150	3,09
0	Imprenta	2644,80	79,73	1019	300	3,26
0	Despacho Serv. Tráfico	432,00	14,22	983	300	3,09
0	Despacho Serv. Tráfico	86,40	14,22	983	300	0,62
0	Almacén Pintura	86,40	7,09	534	100	2,28
0	Despacho Pintura	86,40	6,10	534	300	2,65
0	Oficina Fontanería	172,80	19,70	235	300	3,73
0	Comedor Fontanería	172,80	14,33	400	200	3,01
0	Despacho Albañilería	86,40	22,11	628	300	0,62
0	Almacén Cerrajería	86,40	20,00	170	100	2,54
0	Almacén Pintura	86,40	20,00	182	100	2,37
0	Caseta Electricidad	172,80	9,18	703	100	2,68
1	Despacho DTTC	86,40	9,90	480	300	1,82
1	Oficina 9	691,20	43,06	638	300	2,52
1	Almacén Oficina 9	172,80	10,75	800	100	2,01
1	Cuarto Cámaras de Vigilancia y Servidores	86,40	6,30	591	100	2,32

Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
1	Oficina 7	691,20	41,25	1234	300	1,36
1	Despacho 7	345,60	14,00	1031	300	2,39
1	Recepción Oficina 6	172,80	10,26	730	150	2,31
1	Oficina 6	777,60	38,87	1090	300	1,84
1	Aseo Caballeros	52,00	6,29	253	150	3,27
1	Recepción Oficina 4	345,60	16,25	819	150	2,60
1	Oficina 4	518,40	24,79	942	300	2,22
1	Recepción Oficina 2	345,60	17,83	766	150	2,53
1	Oficina 2	518,40	27,64	1075	300	1,74
1	Oficina 1	518,40	28,00	940	300	1,97
1	Oficina 3	518,40	28,50	694	300	2,62
1	Oficina 5	1296,00	55,42	1263	300	1,85

*Tabla 30 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

Los valores medios de iluminancia son acordes a los recomendados.

### 3.3 Medidas térmicas

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

#### 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 31 Condiciones interiores exigidas por el RITE

### REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 08/09/2015 y 16/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Delegación de tráfico, transporte y circulación (Planta baja) – Orientación O**

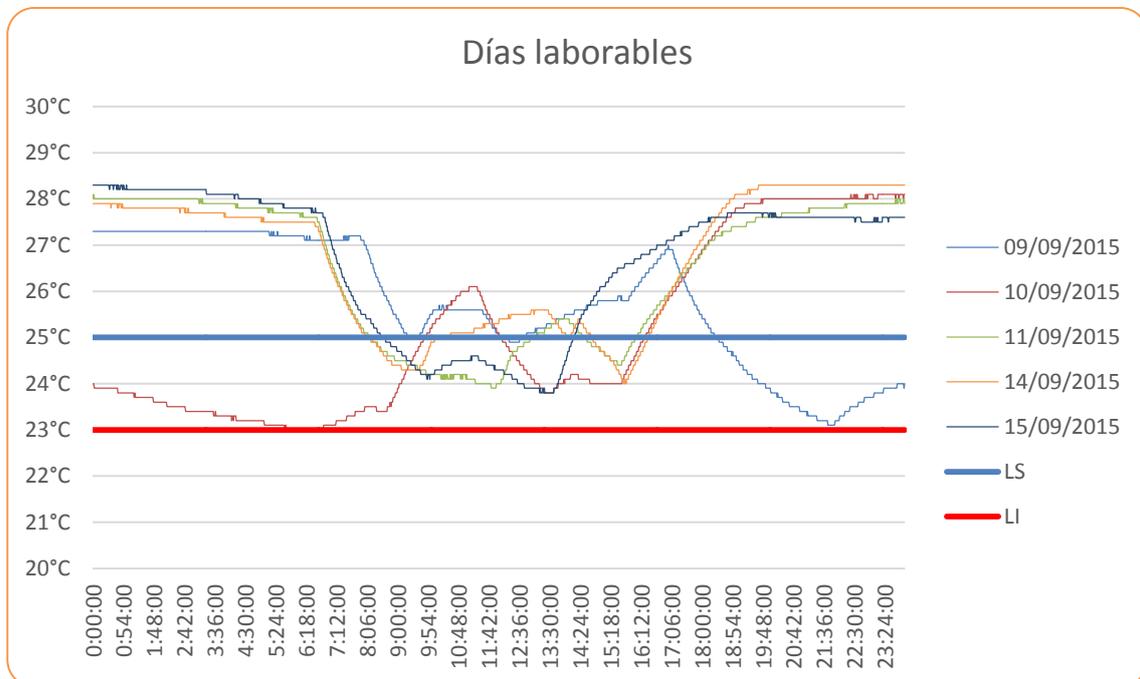
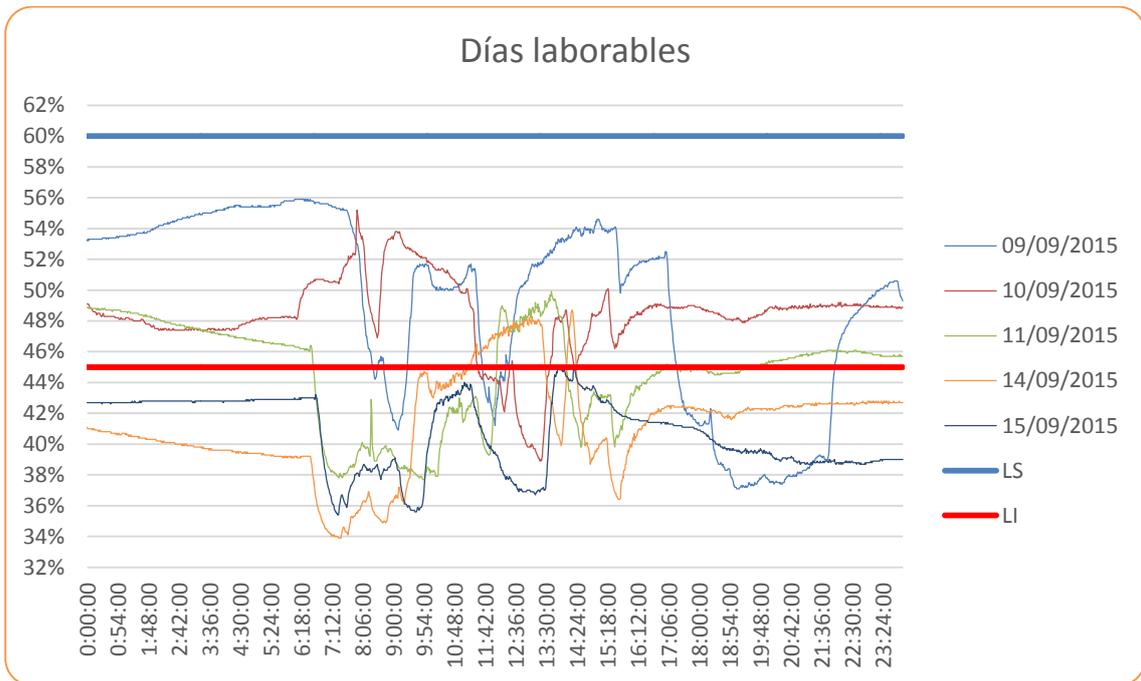


Gráfico 22 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



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



**Gráfico 24 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables**



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

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

El sistema de refrigeración permanece activo desde las 6:45h hasta las 15:30h, manteniendo la temperatura entre los 24-26°C durante los periodos de ocupación, sobrepasando ligeramente el límite superior establecido por la normativa (25°C) en algunos momentos.

Se observa como los fines de semana el sistema de refrigeración sigue el mismo patrón de comportamiento, por lo que el equipo permanece activo. Por otro lado, el equipo se desactiva fuera de los periodos de ocupación.

La humedad se sitúa por debajo del límite inferior requerido por la normativa (45%) durante una parte importante del horario de ocupación, oscilando entre el 34 y 55%.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 23°C y los 25°C, sobrepasando durante varios periodos de ocupación los 25°C, lo cual indica un aporte inadecuado de refrigeración, aunque no es significativo.
- ❑ El sistema de refrigeración se mantiene activo o parcialmente activo fuera del horario de ocupación del centro, por lo que habría que programar el sistema para evitar funcionamientos innecesarios.
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, disminuyendo desde las 6:45 hasta las 15:30h.

### 3.4 Análisis termográfico

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

### 3.5 Certificación energética

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

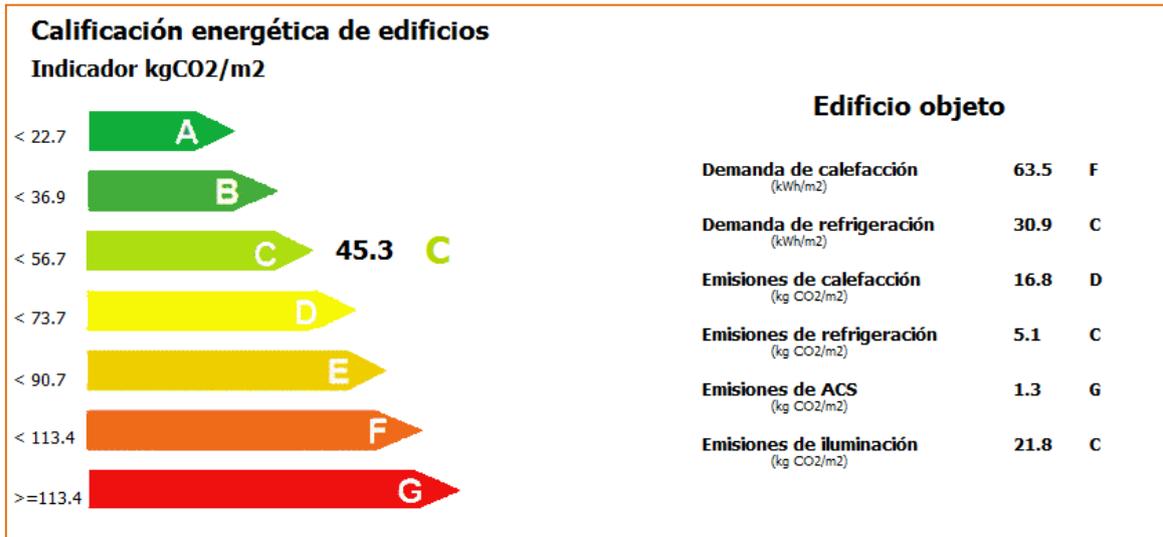


Imagen 26 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética de la Nave de los Servicios Operativos.

#### 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:

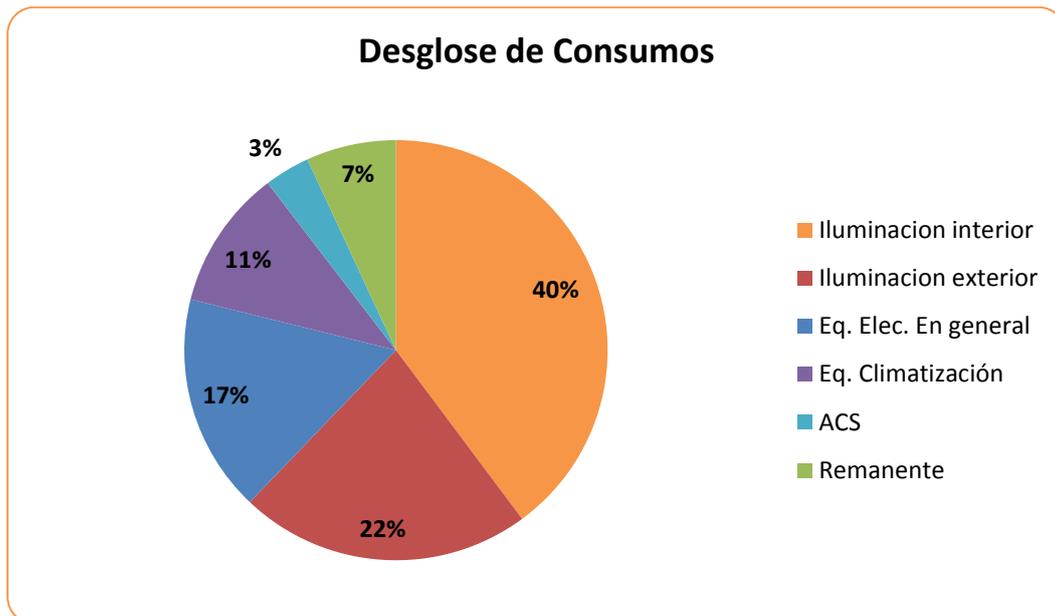


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

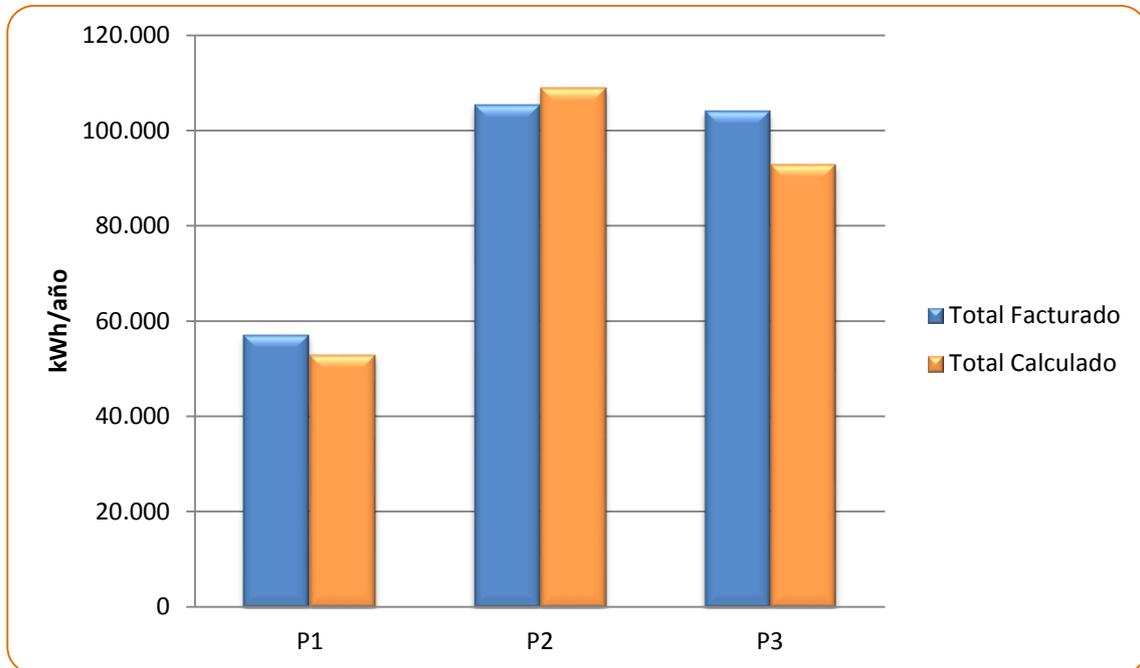
Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior y la iluminación exterior, equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

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

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

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

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



*Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

#### 4.2 Desglose de consumos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores existe consumo de gas propano, de la caldera de apoyo al sistema de energía solar térmica, pero no se tiene información de los datos de consumo, por lo que no se puede realizar el desglose de consumos térmicos.

#### 4.3 Contribución de energías renovables

##### ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro está cubierta por medio de una instalación solar térmica con apoyo de caldera.

Debido a no poder tener acceso a los consumos de combustible no se puede realizar la estimación del aporte solar térmico en la instalación.

Dado que el edificio es de reciente construcción, se cree que la instalación cumple con las exigencias actuales del CTE – DB-HE4, que requiere una cobertura solar anual mínima del 50% para la zona climática IV correspondiente a Marbella.

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

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

#### Descripción de la mejora

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

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

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



Imagen 27 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>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

### Precio de la energía

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

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,11454	0,09824	0,07307
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	27,31%	51,45%	21,24%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	9,73458
Precio de la potencia (€/kW y año)	36,45

### Inversión

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

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

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total			
	%	%	€/año	€/año	€/año	€	Años	Ton/año
56.972	56,11%	21,35%	5.545,95 €	423,07 €	5.969,02 €	45.340,23 €	7,60	22,73

### 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

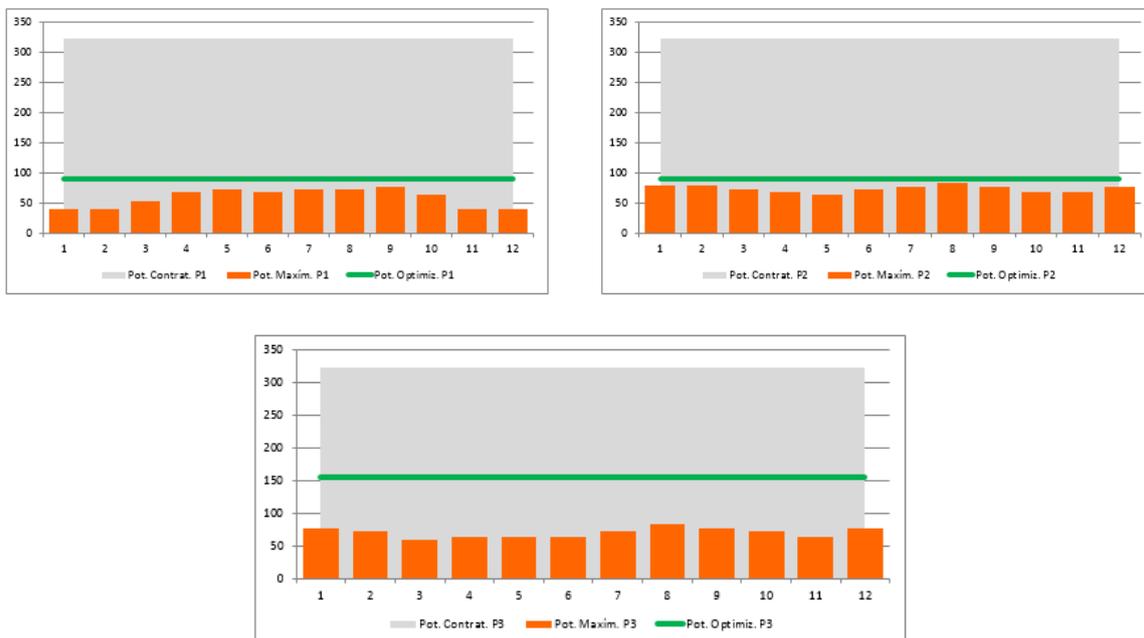
### Descripción de la mejora

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



*Gráfico 28 Potencias registradas y óptimas por periodo*

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **90/ 90 / 156 kW** para cada uno de los períodos.

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

### Cálculo de ahorros

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

Tipo de tarifa	P1 (€/kW año)	P2 (€/kW año)	P3 (€/kW año)
3.1 A	62,20	38,36	8,80

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	
322	322	322	90	90	156	20.886,54 €

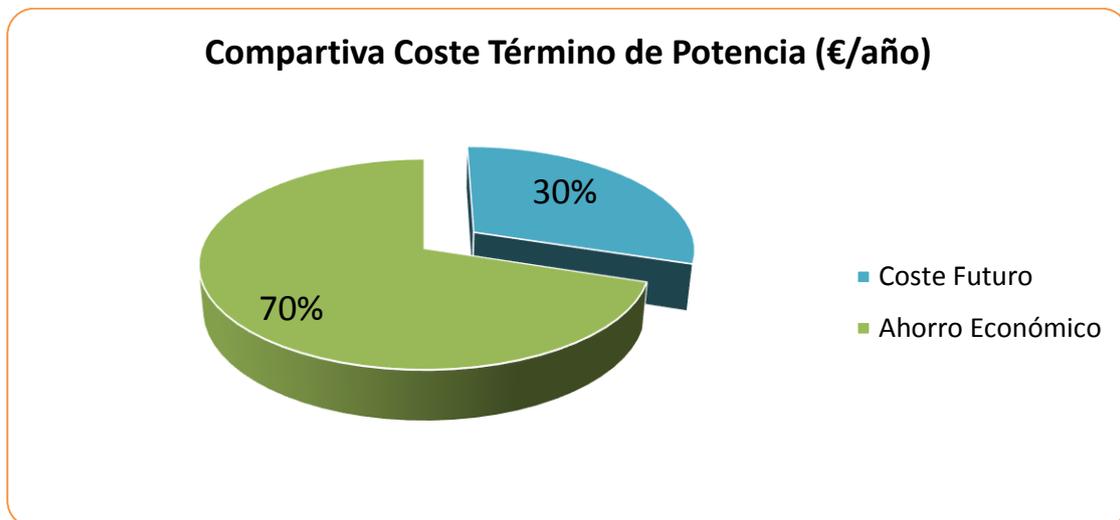


Gráfico 29 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan. Dada la inaccesibilidad a los trafos de intensidad para poder realizar el ajuste de potencia, se ha estimado que se trata de trafos 500/5.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	1306
		06
		Rev.03

#### 5.4 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.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

### CRITERIOS DE DISEÑO

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

- 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 30-25%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es:
  - Equipo con funcionamiento habitual en días laborables (L-V) en horario de 7:00h a 15:00h de 0,0887666 €/kWh (calefacción) y 0,0925695 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguiente factor reductor (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
  - 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 24 h	0,661	0,816

*Tabla 32 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<sup>2</sup> 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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

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 AYUNTAMIENTO DE MARBELLA NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</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.

Horario	Capacidad Frigorífica (kW)	Capacidad Calorífica (kW)	horas anuales equivalentes - Refrig.	horas anuales equivalentes - Calif.	Ahorro energético (kWh)	Ahorro energético (%)	Ahorro económico (€)	Emisiones evitadas (tn CO2)	Inversión (€)	Periodo de retorno simple (años)	Actuación propuesta
media 24 h	3,52	3,64	742	724	986,74	56,8%	89,51	0,39	1.094,95	12,23	SI
											TOTAL

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

### RESUMEN DETALLADO

#### OFICINAS RSU – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Pared

Equipo	Capacidad de Refrigeración (kW)	Capacidad de Calefacción (kW)	EER	COP	SEER	SCOP
Actual	3,52	3,64	2,98	3,06	2,43	2,02
Propuesto	3,30	3,50	3,37	3,76	5,77	4,57

Tabla 33 Características de los equipos a sustituir

Capítulo	Descripción	Presup.
Producción Tratamiento Distribución térmica Instalación eléctrica y de control Mano de obra	Unidad Exterior	284,70 €
	Unidad interior	219,05 €
	Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire	149,40 €
	Instalación eléctrica y de control	241,80 €
	Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares	200,00 €
	<b>TOTAL</b>	<b>1.094,95 €</b>

Tabla 34 Resumen de inversión

Demanda		Consumo eléctrico		Ahorro		Inversión	Periodo retorno simple
Calefacción	Refrigeración	Actual	Propuesto	kWh/año	€/año	€	años
(kWh/año)		(kWh/año)					
1.741,97	2.131,94	1.737,40	750,66	986,74	89,51	1.094,95	12,23

Tabla 35 Ahorros energéticos y económicos

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	% <sup>1</sup>	€/año	€ <sup>2</sup>	años	Ton/año
<b>986,74</b>	56,8%	89,51	1.094,95	12,23	0,39

Tabla 36 Resumen de resultados principales obtenidos

<sup>1</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	1306
		06
		Rev.03

## 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 28 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>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</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

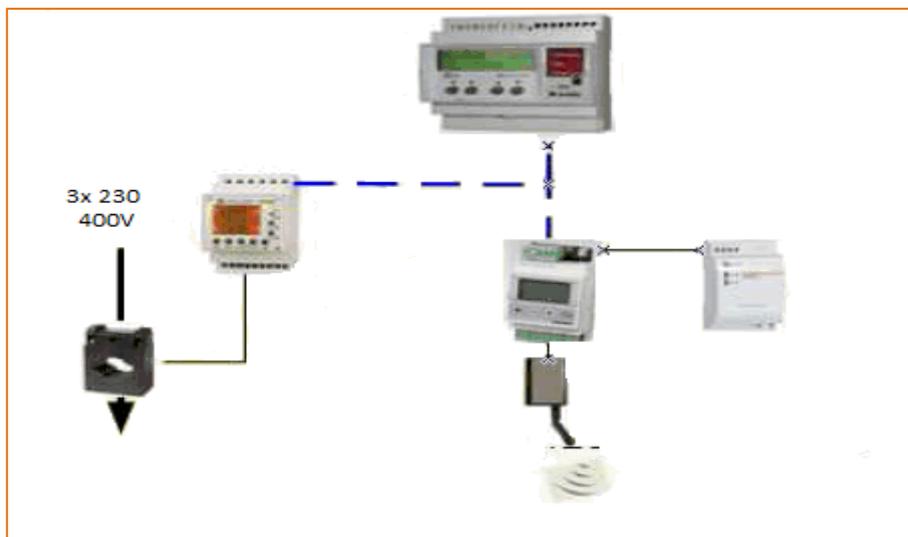
El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

## 6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

### Descripción de la mejora

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

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



*Imagen 29 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>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</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>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	1306
		06
		Rev.03

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con una instalación solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS.

### 7.2 Biomasa

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

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

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible.

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

Por otra parte, el centro ya cuenta con una contribución de energías renovables para la producción térmica mediante la instalación solar térmica.

### 7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>NAVE SERVICIOS OPERATIVOS</b>	<b>1306</b>
		<b>06</b>
		<b>Rev.03</b>

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

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

## 8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
	kWh	% <sup>3</sup>	€/año	€ <sup>4</sup>	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	56.972	21,35%	5.969,02 €	45.340,23 €	7,60	22,73
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	20.886,54 €	-	-	-
<b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>	<b>56.972</b>	<b>-</b>	<b>26.855,56</b>	<b>45.340,23</b>	<b>1,69</b>	<b>22,73</b>

Tabla 37 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>5</sup>	€/año	€ <sup>6</sup>	años	Ton/año
43.442,20	35,9%	4.827,95	45.284,85	9,38	17,33

Tabla 38 Resumen de resultados principales obtenidos

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

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

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

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

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

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