

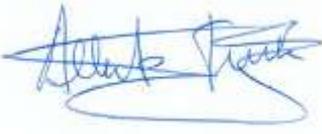


INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Polideportivo Guadaiza)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_64_20151110

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

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....	1
1.1 Datos generales del centro	1
1.2 Planos y distribución	2
1.3 Envoltente y cerramientos.....	5
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	6
1.4.1 Producción de ACS	6
1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo	10
1.5 Iluminación.....	13
1.5.1 Iluminación interior.....	14
1.5.2 Iluminación exterior	15
1.5.3 Sistemas de control	16
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	16
1.6 Otros equipos.....	17
1.7 Resumen de potencias instaladas.....	19
2. CONSUMOS ANUALES.....	20
2.1 Consumos eléctricos	20
2.2 Consumos térmicos.....	23
2.1 Consumos energéticos totales	23
2.2 Índices energéticos.....	23
2.2.1 Índices energéticos eléctricos	23
2.2.2 Índices energéticos térmicos.....	23
3. MEDICIONES REALIZADAS	24
3.1 Medidas eléctricas.....	24
3.1.1 Registros trifásicos	24
3.1.2 Registros monofásicos.....	27
3.2 Medida de nivel de iluminación	28
3.3 Medidas térmicas.....	29
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	29
3.4 Análisis termográfico.....	32
3.5 Certificación energética	32
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	33
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	33
4.2 Desglose de consumos térmicos	35

4.3	Contribución de energías renovables	35
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	36
5.1	Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED:	36
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	38
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	38
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	40
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	42
7.1	Energía solar térmica.....	42
7.2	Fotovoltaica - Autoconsumo	42
8.	RESUMEN	43

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	Conjunto Polideportivo Guadaiza
Dirección	CALLE TORRENTE BALLESTER 29660- NUEVA ANDALUCIA
Tipo de edificio	Centro Deportivo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Carlos Merallo (Director de deportes) 952 799 508
Número de edificios	6 (2 de ellos se tiene pensado derruir)

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Polideportivo Guadaiza** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Torrente Ballester** en la localidad de **Nueva Andalucía**



Imagen 1 Vista general del Polideportivo Guadaiza



Imagen 2 Vista aérea del Polideportivo Guadaiza

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Útil. m ²	Horario	Año de construcción
Edificio Vestuarios	1	273	08:30-23:30	2015
Edificio Bar	1	69	16:00-23:00	2013
Edificio Grupo de Presión	1	30,8	-	-
Edificio Aseos	1	-	-	-
Edificio Piscina	1	-	-	1999
Edificio Bar Piscina	1	-	-	1999

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

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	Sup. Total (m2)
Administrativo	25	25
Aseos	61	61
Cocina-comedor	20	20
No habitable	26	26
Usos múltiples	36	36
Vestuarios	164	164
Zonas comunes	46	46
Sup. Total (m2)	378	378

Tabla 3 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 vestuarios abarca el 43% 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 12%.

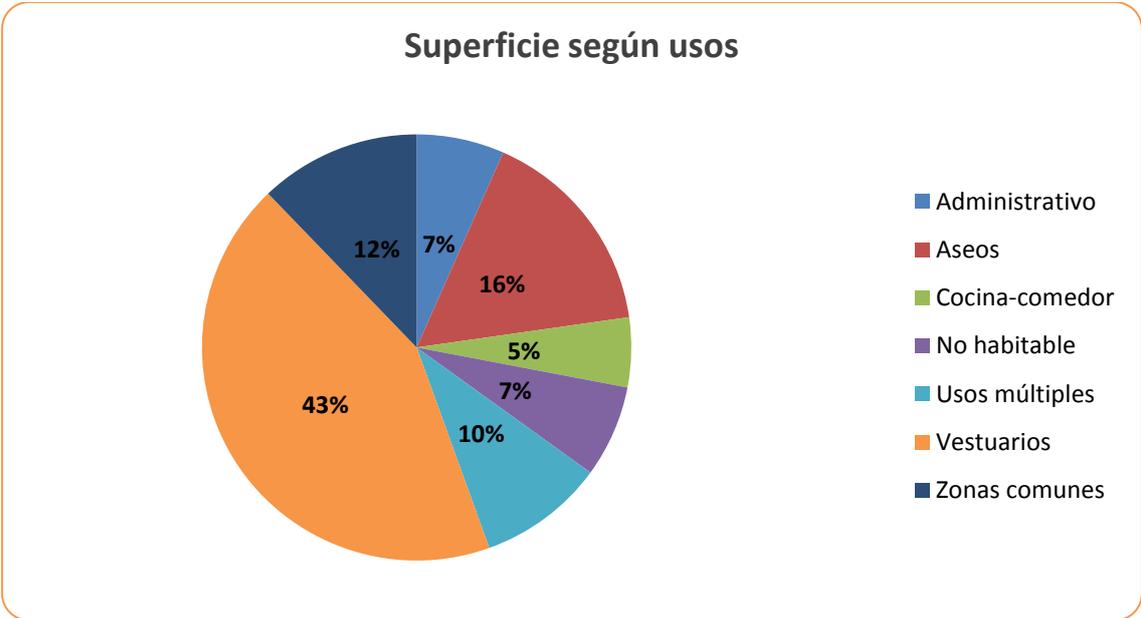
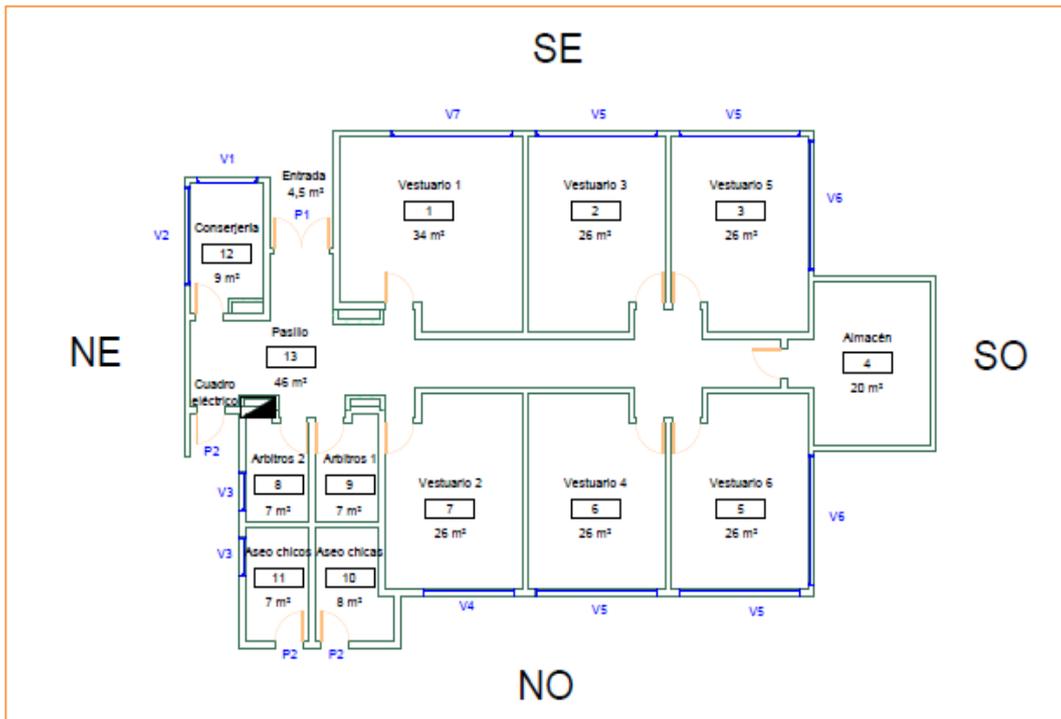
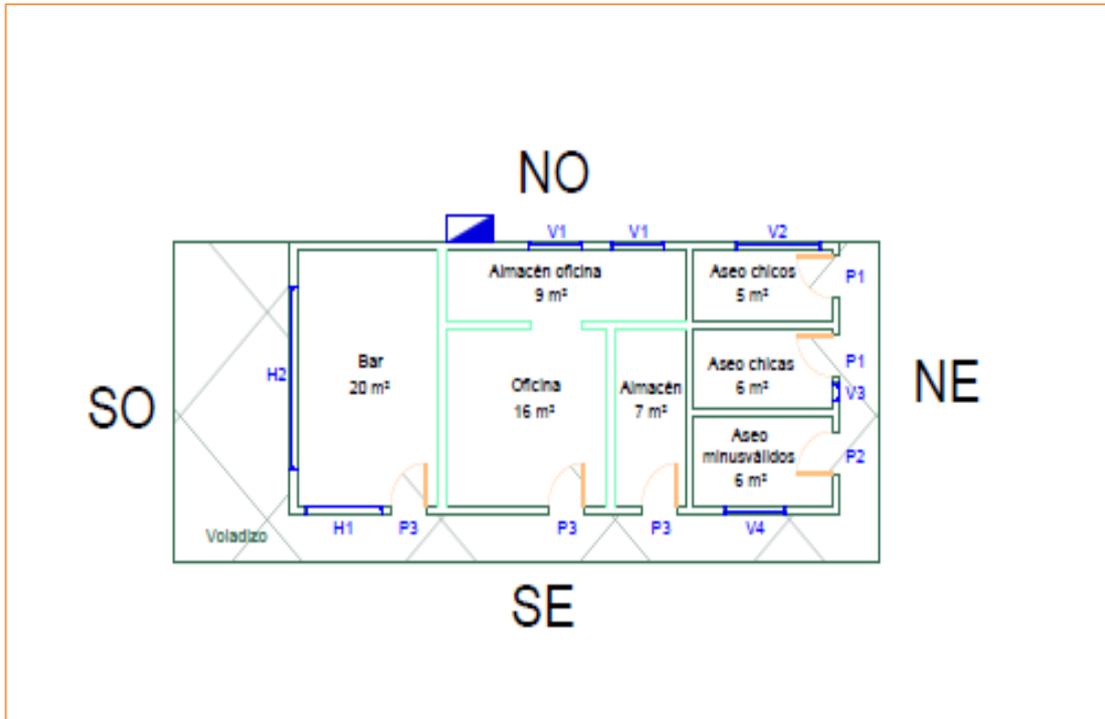


Gráfico 1 Superficie según Usos

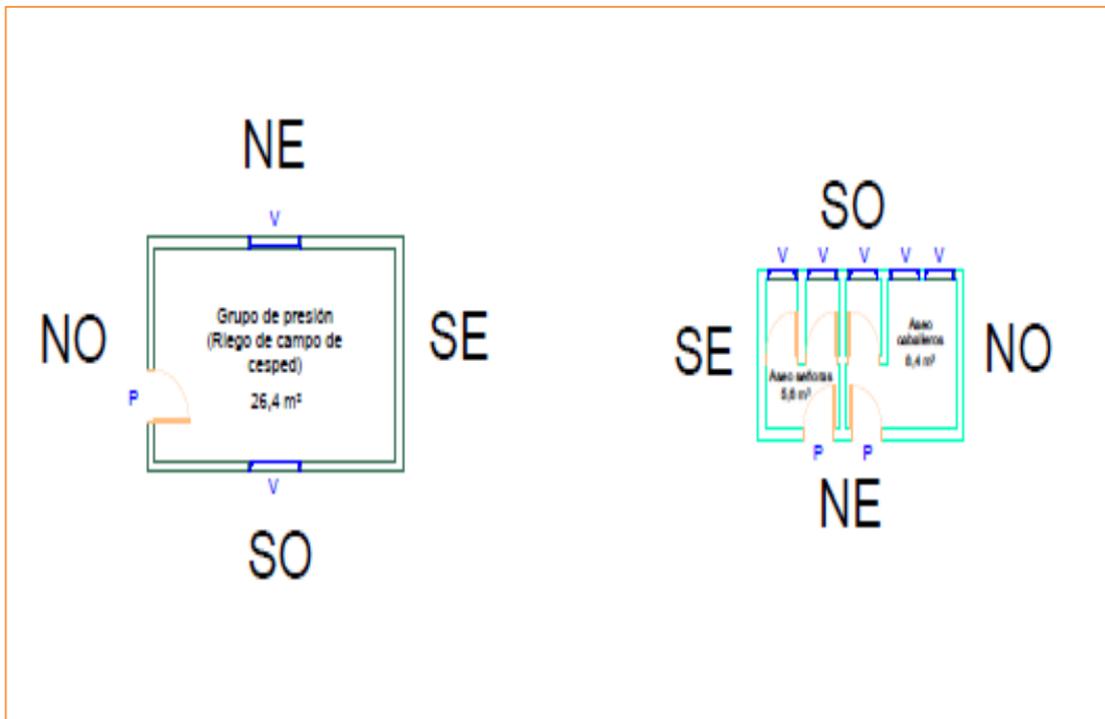
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



Plano 1 Edificios Vestuarios



Plano 2 Edificio Bar



Plano 3 Edificios Aseos y Grupo de Presión

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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 complejo, y por tanto sus edificios, de los cuales dos están pendientes de derribo en la actualidad, fueron construidos según la ficha catastral en 1999; y por lo tanto lo hicieron bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

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

Los dos últimos edificios en ser añadidos al complejo se construyeron según la ficha catastral, en 2013 y 2015 y por lo tanto lo hicieron bajo las normas marcadas por el CTE.

El Polideportivo Guadaiza es una parcela sin divisiones horizontales de 21.495 m², de los cuales, solo 11.132 m² están construidos y se reparten entre sus diferentes edificios y canchas deportivas. El complejo cuenta con un total de seis edificios, de los cuales dos van a ser derruidos debido a un desprendimiento de tierra que los dejó inservibles y por lo que ahora se encuentran en estado de abandono. Para sustituir las funciones de estos en 2015 se ha construido el edificio 'Vestuarios'. Este último se distingue por tener un diseño más moderno, con acabados en estructuras metálicas y pintura azul y blanca, mientras que el resto de edificios de la parcela se caracterizan por su diseño sencillo de planta rectangular y colores neutros.

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



Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro cuenta con una bomba de calor aerotérmica ubicada en la cubierta del edificio de vestuarios y da servicio de ACS, ya que la instalación de energía solar térmica compuesta por 6 captadores planos se encuentra fuera de servicio.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

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

1.4.1 Producción de ACS

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante una bomba de calor aerotérmica que acumula la energía térmica en dos depósitos acumuladores de 500 litros de capacidad ya que la instalación solar térmica compuesta por 6 captadores solares planos se encuentra fuera de servicio.

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

Tipo	Intercambiador independiente	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	6
	Tipo	Plano
	Marca	Sime
	Modelo	Sime Plano 182
	Superficie bruta (m2)	2,09
	Superficie de apertura (m2)	1,8
	Inclinación	45°
	Orientación	S
Circuito primario	Bomba (Marca)	DAB

	Bomba (Marca)	VSA 65/180 EVO
Circuito secundario	Bomba (Marca)	DAB
	Bomba (Marca)	VS 35/150
Intercambiador de calor	Tipo	Serpentín en depósito
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	500,00
	Depósito 2 (litros)	500,00
	Total (litros)	1.000,00
Observaciones	Las placas solares se encuentran desconectadas	

Tabla 4 Características instalación solar térmica



Imagen 4 Instalación solar térmica



Imagen 5 Instalación solar térmica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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

Nº generador	1
Generador	Bomba de calor
Edificio	Edificio Vestuarios
Planta	1
Ubicación equipo	Cubierta
Zona de tratamiento	Vestuario edificio
Servicio	ACS
Combustible	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter
Marca	Fujitsu
Modelo	WOYG112LCT
Refrigerante	R410a
Año de instalación	2015
Potencia Calorífica (kW)	10,80
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,54
COP	4,25
Sistema de gestión centralizado	No
Control - encendido / apagado	Programado
Observaciones	Esta bomba de calor da suministro a dos depósitos acumuladores. (Definidos en ACS)

Tabla 5 Características instalación de apoyo para generación de ACS

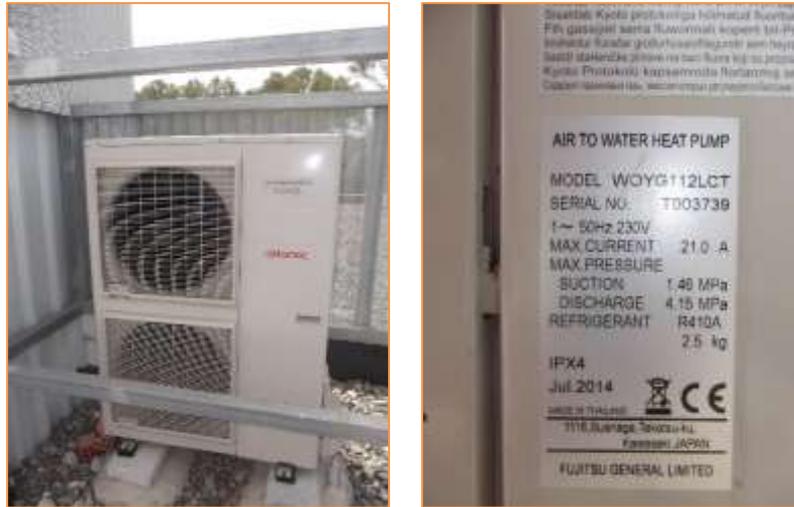


Imagen 6 Instalación de apoyo para generación de ACS



Imagen 7 Instalación de apoyo para generación de ACS

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

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio vestuarios	1	Vestuarios	6,00	500	En servicio
Edificio vestuarios	1	Vestuarios	6,00	500	En servicio

Tabla 6 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 8 Termos acumuladores eléctricos

1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo

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

Nº bomba	1	2	3	4
Circuito	Primario producción de calor	Secundario ACS	Primario ACS	Bomba recirculación piscina
Edificio	Edificio Vestuarios	Edificio Vestuarios	Edificio Vestuarios	Piscina
Ubicación	Cubierta	Cubierta	Cubierta	Sótano piscina
Denominación	B1	B2	B3	B4
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor húmedo - simple	Rótor seco - simple
Marca	WILO	DAB	DAB	-
Año de instalación	2015	2015	2015	-
Variador de frecuencia	No	No	Si	No
Potencia abs (kW)	0,06	0,056	0,078	2,00

Tabla 7 Características grupos de bombeo

Nº bomba	5	6	7
Circuito	Bomba recirculación piscina	Grupo de presión riego	Grupo de presión riego
Edificio	Piscina	Edificio 6	Edificio 6
Ubicación	Sótano piscina	Semisótano	Semisótano
Denominación	B5	B6	B7
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Variador de frecuencia	No	No	No
Potencia abs (kW)	2,00	7,50	7,50

Tabla 8 Características grupos de bombeo



Imagen 9 Grupos de bombeo – Primario producción de calor



Imagen 10 Grupos de bombeo – Secundario ACS

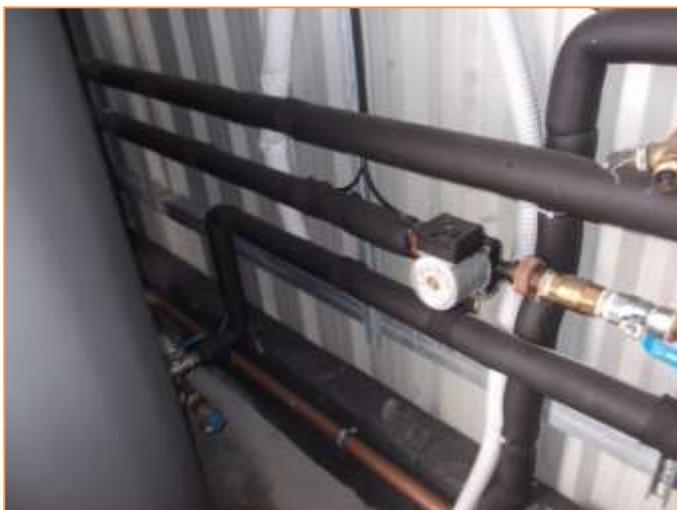


Imagen 11 Grupos de bombeo – Primario ACS



Imagen 12 Grupos de bombeo – Recirculación piscina



Imagen 13 Grupos de bombeo – Recirculación piscina



Imagen 14 Grupos de bombeo – Grupo de presión de riego

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 186,80 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Gráfico 2 % 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 deportivo.

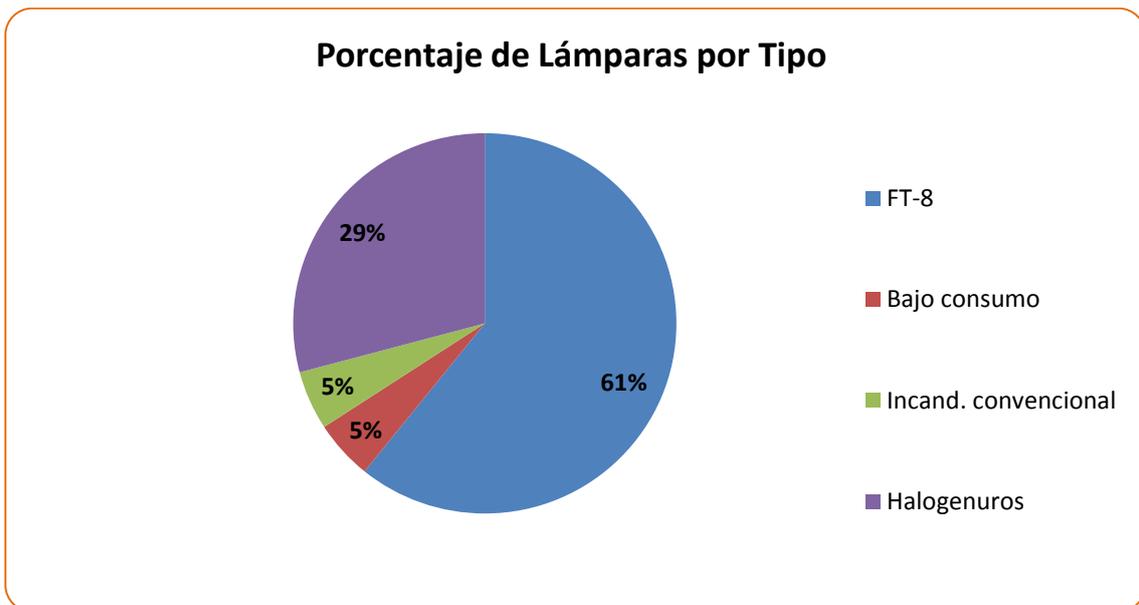


Gráfico 3 % de cada tipo de lámpara instalada

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	64	5,53
FT-8	64	5,53
4	55	4,75
18	55	4,75
2	9	0,78
36	9	0,78
-	18	0,61
Incand. convencional	10	0,44
1	9	0,36
40	9	0,36
2	1	0,08
40	1	0,08
Bajo consumo	8	0,17
1	8	0,17
18	6	0,11
40	1	0,04
26	1	0,03
Total general	82	6,14

Tabla 9 Resumen de lámparas instaladas

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





Imagen 15 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

Tipo	Nº Lum.	Pot. (kW)
EM	2	0,17
FT-8	2	0,17
2	2	0,17
36	2	0,17
-	73	180,48
Incand. convencional	9	0,36
1	9	0,36
40	9	0,36
Bajo consumo	12	0,12
1	12	0,12
10	12	0,12
Halogenuros	52	180,00
1	28	4,00
125	24	3,00
250	4	1,00
4	20	160,00
2000	20	160,00
2	4	16,00
2000	4	16,00
Total general	75	180,65

Tabla 10 Resumen de iluminación exterior



Imagen 16 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

El alumbrado de las torres es proporcional al uso de los campos de fútbol.

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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)
Audiovisual	1	0,25
Televisión LCD	1	0,25
250	1	0,25
Electrodoméstico	18	13,654
Frigorífico	1	0,425
425	1	0,425
Lavavajillas	1	1
1000	1	1
Microondas	1	0,8
800	1	0,8
Congelador	2	1,52
760	2	1,52
Freidora	1	3,5
3500	1	3,5
Nevera arcón	2	2
1000	2	2
Frigorífico botellero	3	1,125
375	3	1,125
Lavadora	2	1,1
550	2	1,1
Grifo de Cerveza	1	0,484
484	1	0,484
Máquina de café	1	0,6
600	1	0,6
Molinillo de café	2	0,5
250	2	0,5
Vitrina expositora	1	0,6
600	1	0,6
Informático	2	1,5
Ordenador sobremesa	1	0,3
300	1	0,3
Fotocopiadora	1	1,2
1200	1	1,2
Otros	3	0,67
Ventilador	1	0,07
70	1	0,07
Otros	2	0,6
100	1	0,1
500	1	0,5

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Sonido	9	1,066
Altavoz	6	0,9
150	6	0,9
Equipo de música	2	0,066
50	1	0,05
16	1	0,016
Amplificador	1	0,1
100	1	0,1
Radiador eléctrico	1	2
Radiador eléctrico	1	2
2000	1	2
ACS	1	14,54
Instalación de aerotérmica	1	14,54
14540	1	14,54
Total general	35	33,68

Tabla 11 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.

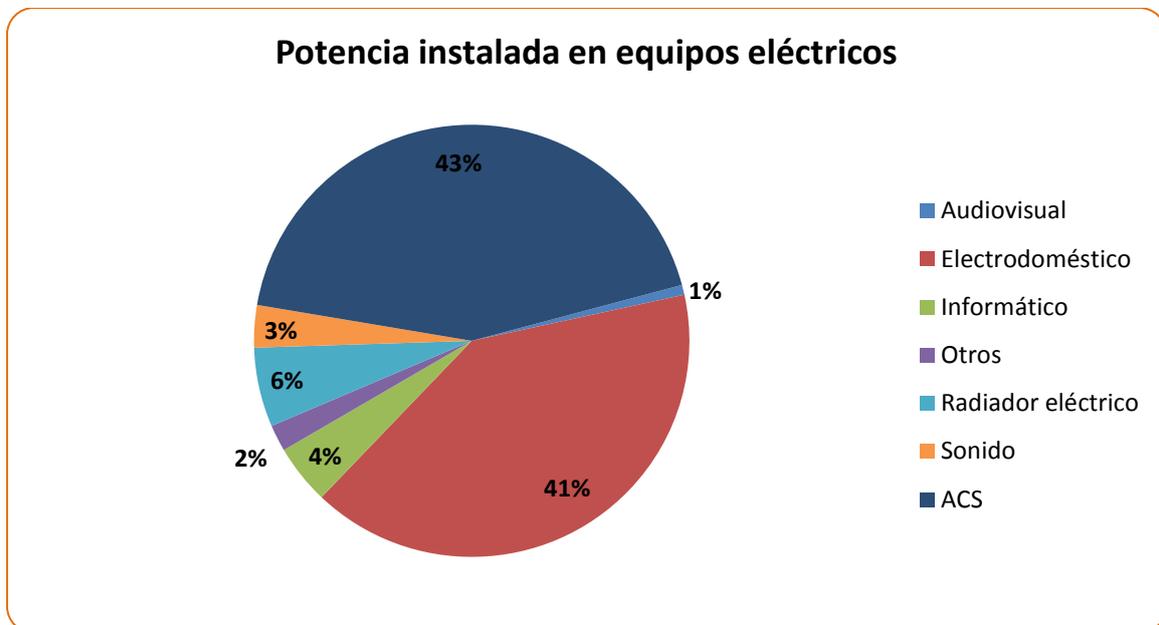


Gráfico 4 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

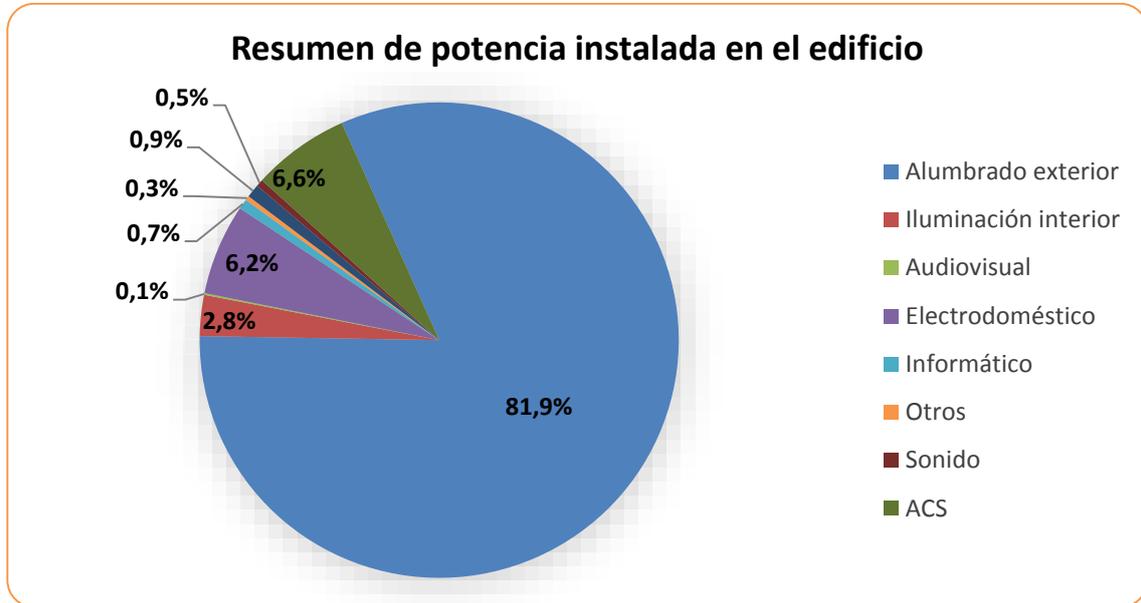


Gráfico 5 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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:

CUPS	ES0031103663074001LB0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,291410
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
31/12/2013	31/01/2014	5.552	2.762	1.505	74,2 /64,96 /11,76	0,00	1.736,25
31/01/2014	28/02/2014	4.834	2.590	1.414	73,36 /73,08 /16,24	7,12	1.587,98
28/02/2014	31/03/2014	4.186	3.477	1.467	74,8 /73,08 /16,24	0,00	1.650,70
31/03/2014	30/04/2014	727	3.979	1.619	19,52 /73,12 /19,64	0,00	1.186,77
30/04/2014	31/05/2014	1.182	4.074	1.514	24,36 /73,36 /16,24	0,00	1.271,68
31/05/2014	30/06/2014	1.352	4.083	2.082	32,48 /73,96 /32,48	0,00	1.339,04
30/06/2015	31/07/2014	1.928	5.390	2.631	32,48 /73,48 /31,28	0,00	1.628,99
31/07/2014	31/08/2014	1.695	6014	2.795	28 /84 /64	0,00	1.701,55
31/08/2015	30/09/2014	1.669	6.950	2.702	76 /83 /29	0,00	1.804,64
30/09/2015	31/10/2014	2.147	6.411	1.922	73 /73 /21	0,00	1.738,84
31/10/2014	30/11/2014	5.820	2.955	1.467	69 /60 /11	18,94	1.820,98
30/11/2014	31/12/2014	5.623	3.302	1.756	71 /62 /16	0,00	1.858,45

Tabla 12 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **26,06 €/año**, dado que se trata de un importe muy bajo se desprecia, pero se recomienda al Ayuntamiento que hagan un seguimiento de este concepto por si a lo largo del tiempo se viera incrementado y por tanto sería necesario colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica.

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Potencia registrada (kW)	76	84	74

Tabla 13 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

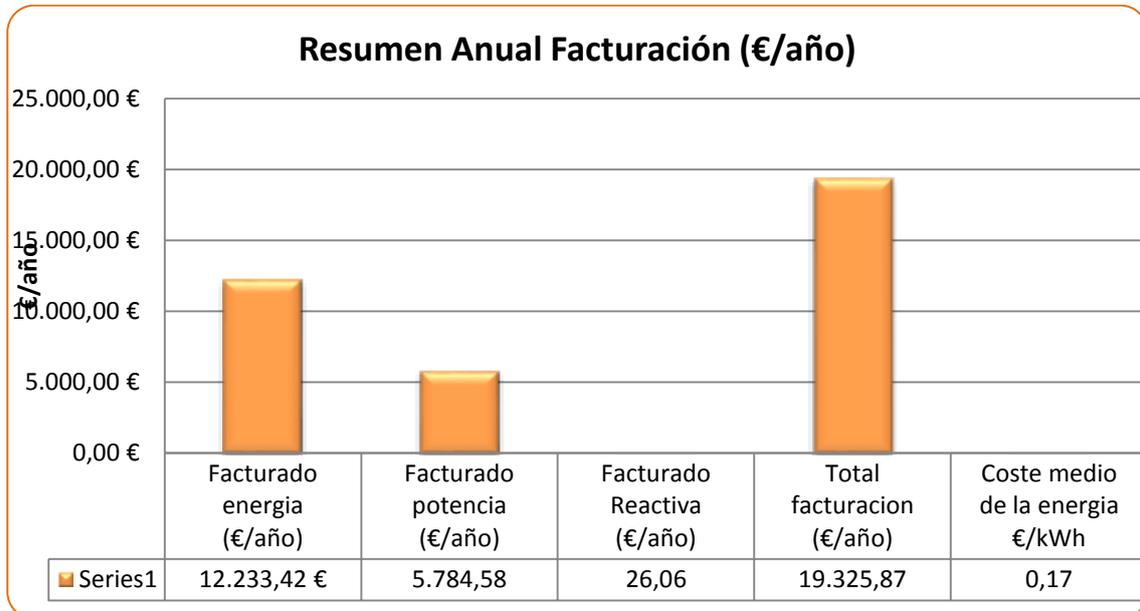


Gráfico 6 Resumen Anual de Facturación

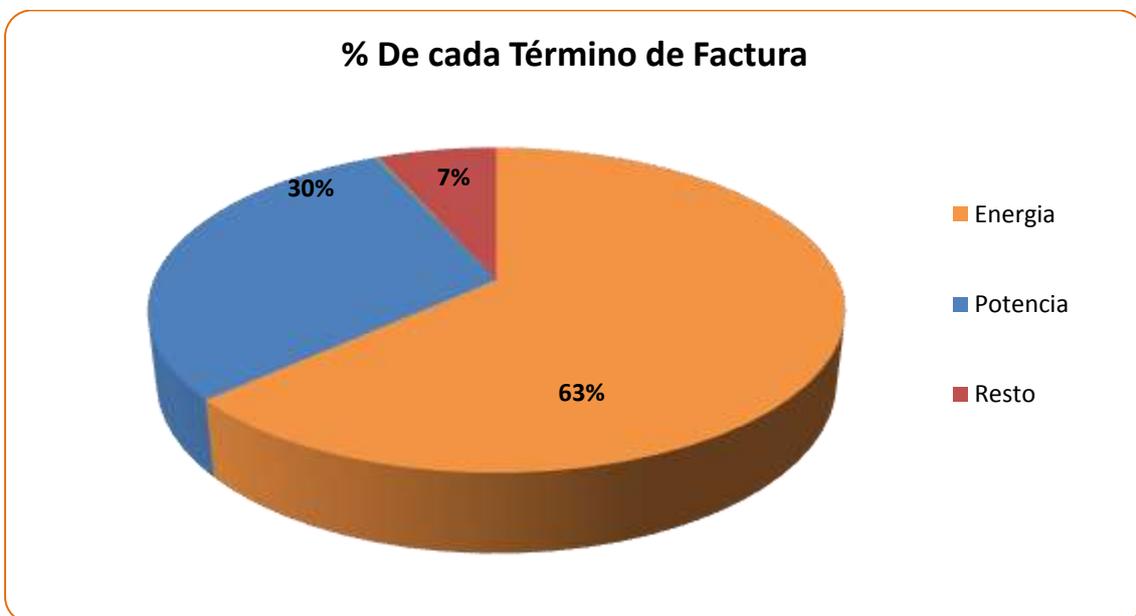


Gráfico 7 Resumen de los términos de Factura

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

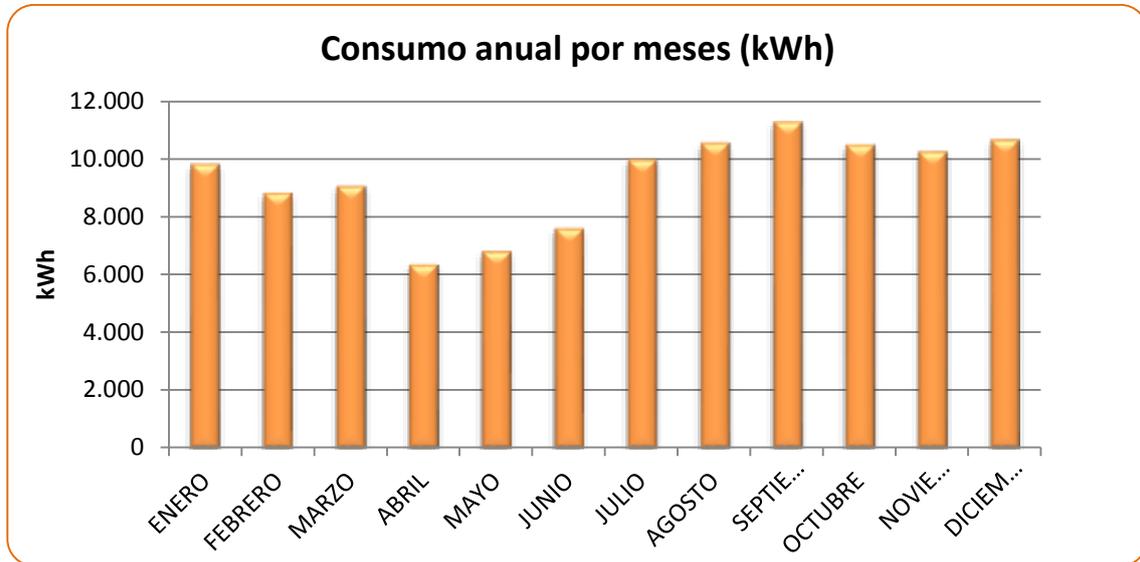


Gráfico 8 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

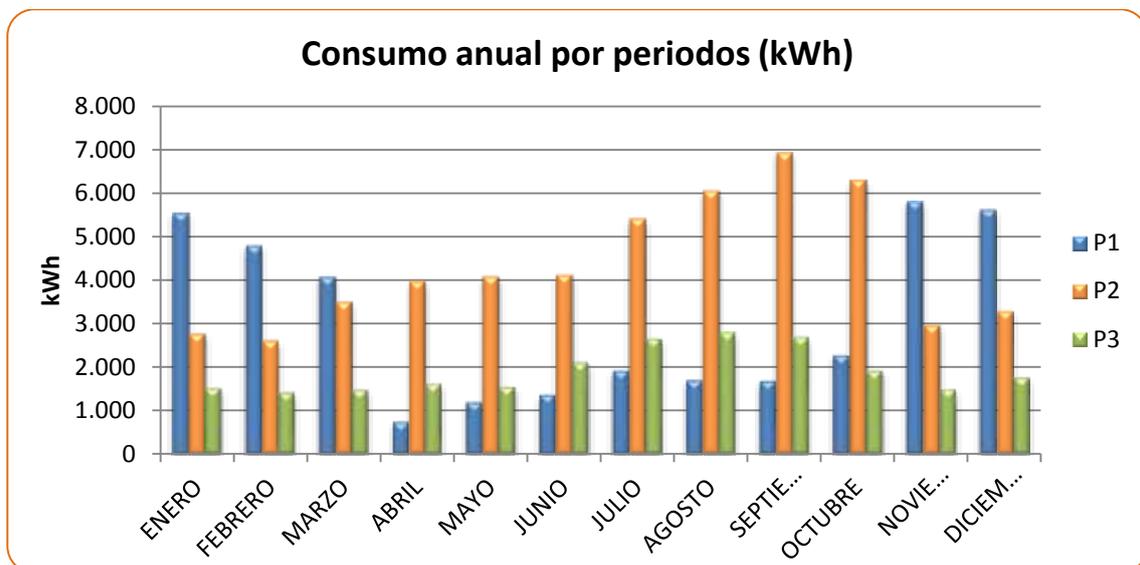


Gráfico 9 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	111.576
Total Facturación (€)	19.325,87
Media mensual de consumo (kWh/mes)	9.298
Media mensual de coste (€/mes)	1.610,49
Coste medio energía (€/kWh)	0,173

Tabla 14 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

2.2 Consumos térmicos

No existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

2.3 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	111.576,00	-	111.576,00
Coste (€/año)	19.325,87	-	19.325,87

Tabla 15 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 ²)	382,90
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	6,14
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	180,65
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	39,28
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	226,08

Tabla 16 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	111.576,00
€/kWh	0,17
kWh/m ² Total	291,40
€/m ² Total	50,47
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO ₂ /año	44,52
Kg CO ₂ /m ²	116,27
Pot. Iluminación en W/m ²	16,04

Tabla 17 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

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

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

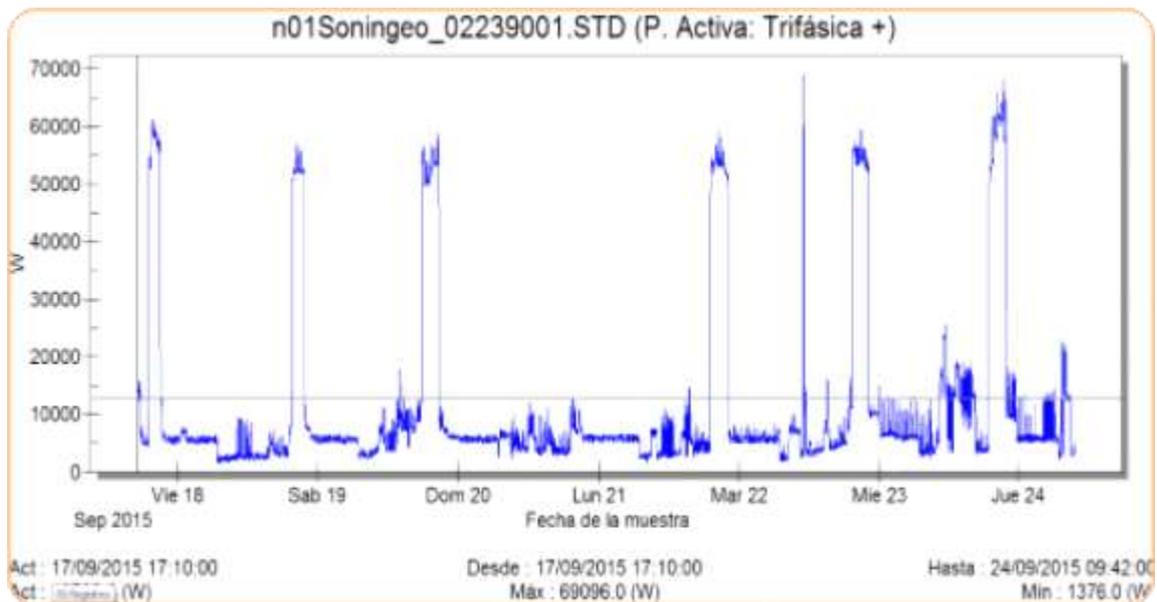


Gráfico 10 Datos de registro de potencia activa desde el 17/09/2015 al 24/09/2015

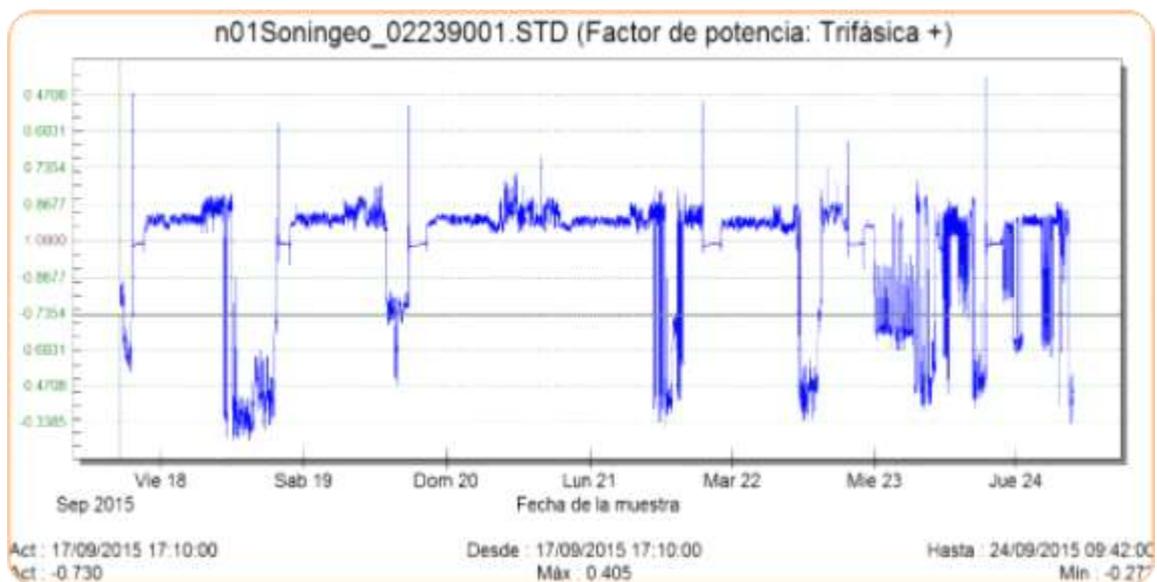


Gráfico 11 Factor de potencia trifásico registrado

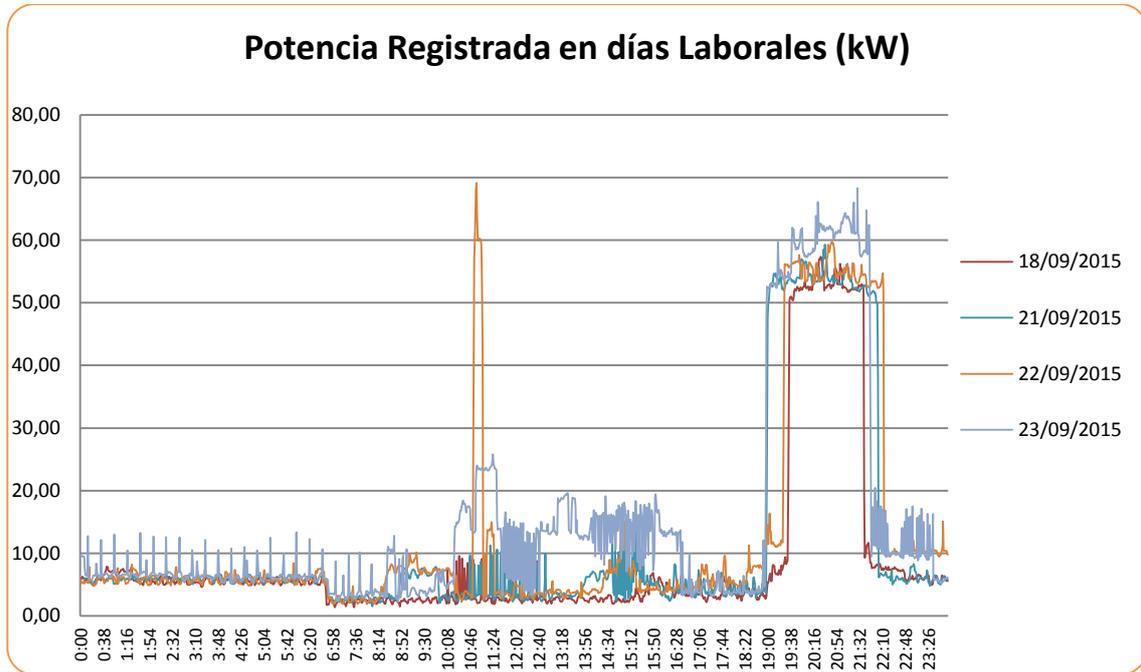


Gráfico 12 Potencia registrada en días laborales kW)

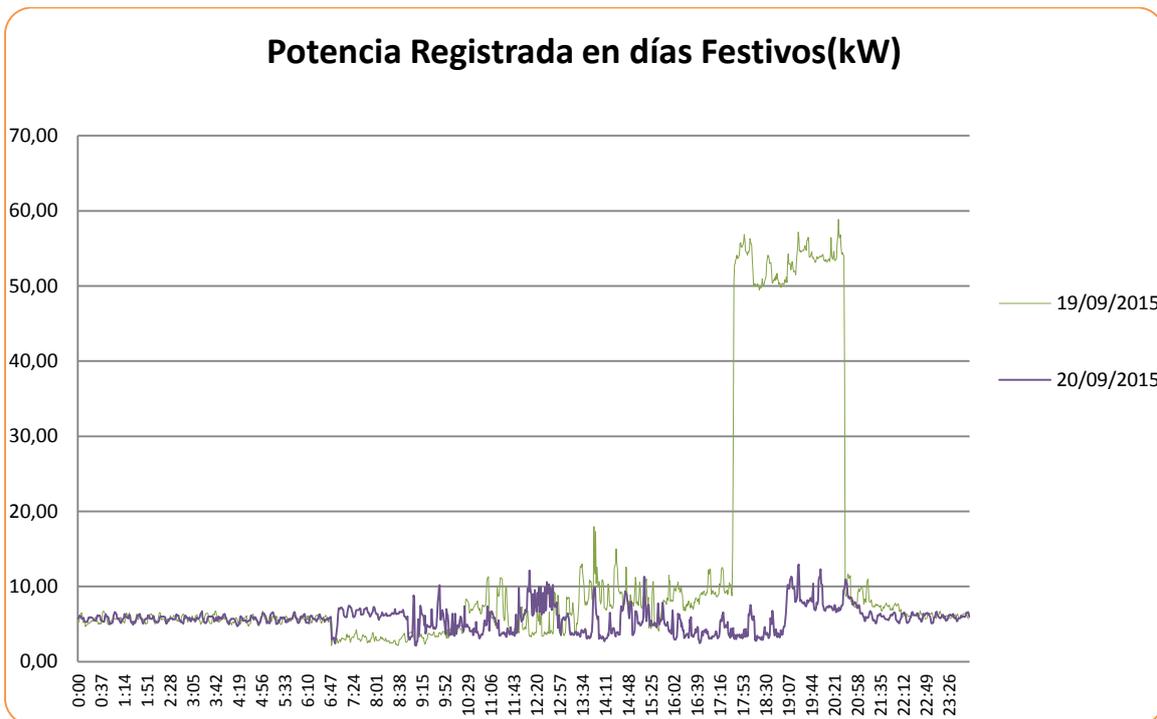


Gráfico 13 Potencia registrada en días festivos (kW)

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 5kW en horario nocturno, referente al alumbrado exterior.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 52kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas

EL gran peso de la instalación es la iluminación de los campos de futbol

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

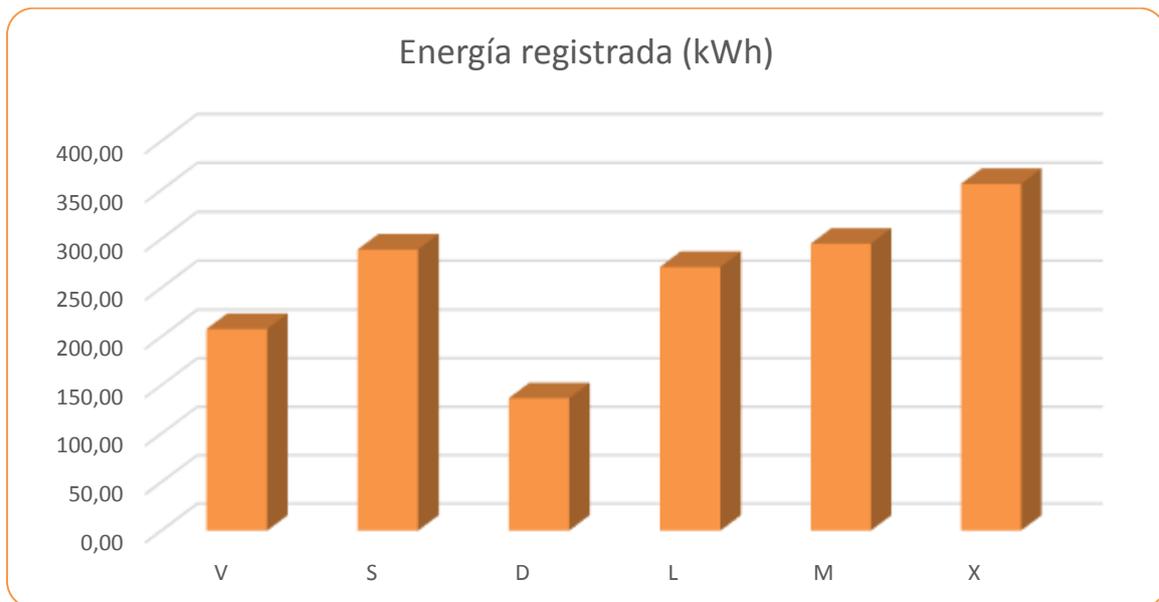


Gráfico 14 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 287,77 kWh y durante los días festivos de 207 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 7.950,91 kWh para el mes de Agosto, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en Agosto de 2014 de un 28 % inferior este desvío se explica por el uso variable de los campos de futbol de la instalación cuya iluminación tiene un peso muy importante en la instalación.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Vestuarios 1 y 2**

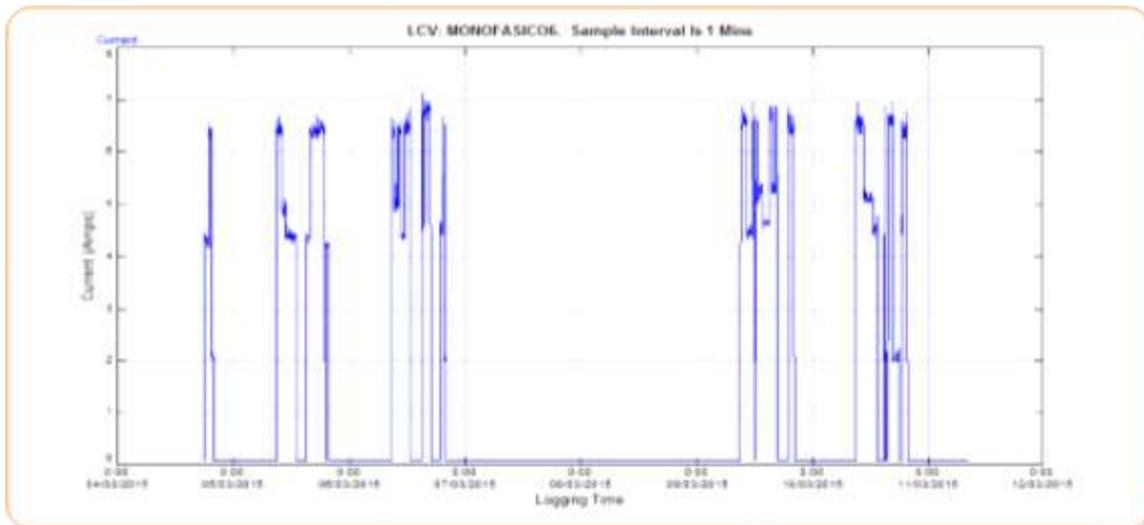


Gráfico 15 Registro de monofásico instalado en vestuarios 1 y 2

- **Campo de Futbol**

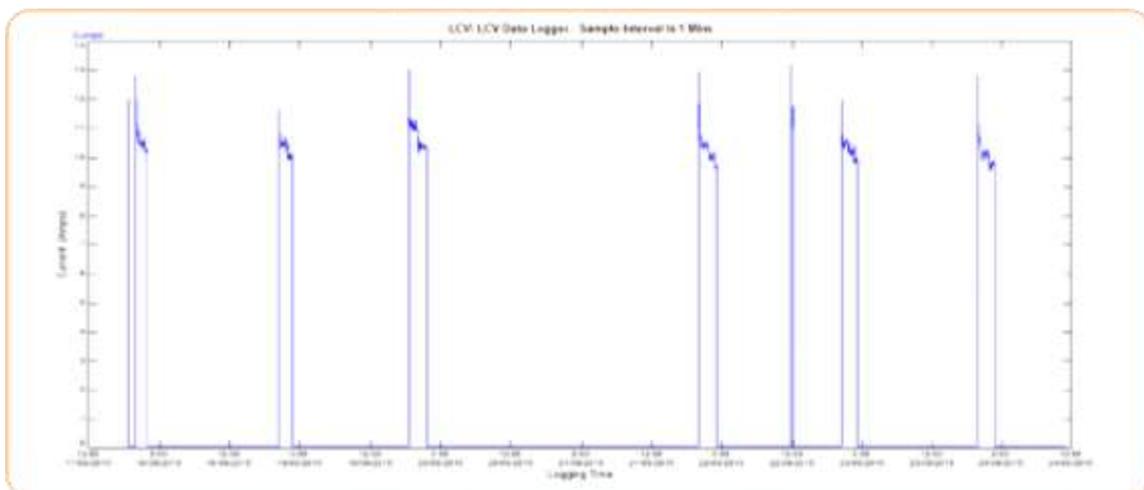


Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en el campo de futbol

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

- Vestuarios 1 y 2: 3 h
- Campo de futbol: 1 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/m²) 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.

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
VESTUARIOS	0	Pasillo	604,8	46,00	387	150	3,40
VESTUARIOS	0	Conserjería	345,6	9,00	687	300	5,59
VESTUARIOS	0	Vestuario 1	691,2	34,00	746	150	2,73
VESTUARIOS	0	Vestuario 2	432	26,00	323	150	5,14
VESTUARIOS	0	Vestuario 3	432	26,00	395	150	4,21
VESTUARIOS	0	Vestuario 4	432	26,00	424	150	3,92
VESTUARIOS	0	Vestuario 5	432	26,00	787	150	2,11
VESTUARIOS	0	Vestuario 6	432	26,00	683	150	2,43
VESTUARIOS	0	Almacén	259,2	20,00	683	150	1,90
VESTUARIOS	0	Aseo chicos	172,8	8,00	695	150	3,11
VESTUARIOS	0	Aseo chicas	172,8	8,00	450	150	4,80

Tabla 18 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia superan los valores mínimos 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 19 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 17/09/2015 y 24/09/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Conserjería (Planta baja) – Orientación N**

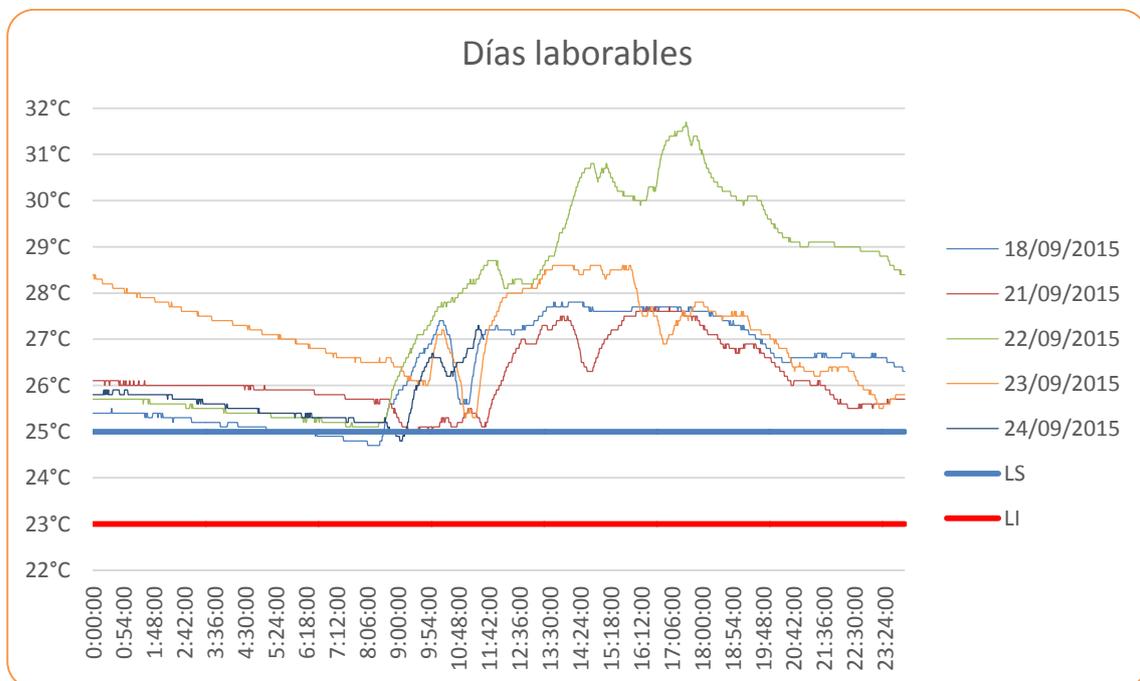


Gráfico 17 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables



Gráfico 18 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

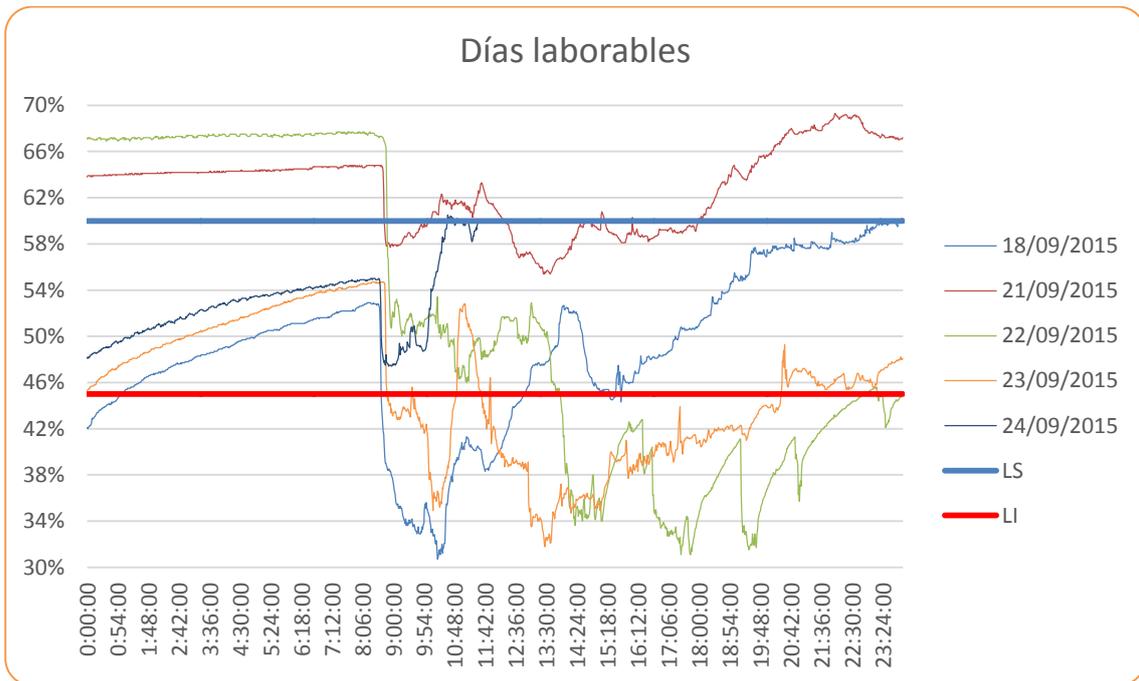


Gráfico 19 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



Gráfico 20 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Se trata de un edificio que no cuenta con sistemas de climatización, de modo que la zona donde se llevan a cabo las mediciones no se trata mediante ninguna unidad de tratamiento. Las temperaturas oscilan entre los 25°C y los 32°C durante los periodos de ocupación, superando los 25°C reglamentarios, lo que indica que sería necesario un aporte frigorífico en esta zona.

La humedad se sitúa entre 30 y 70% durante los periodos de ocupación sobrepasando los límites establecidos tanto inferior como superior (45-60%).

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Sería necesario un aporte térmico.** En general las temperaturas se encuentran entre los 25°C y los 32°C, lo cual indica necesidad de un sistema de refrigeración, ya que se encuentra muy por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C).
- ❑ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 8:30 hasta las 17:30 y a partir de esa hora va disminuyendo.

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, para edificios vestuarios.

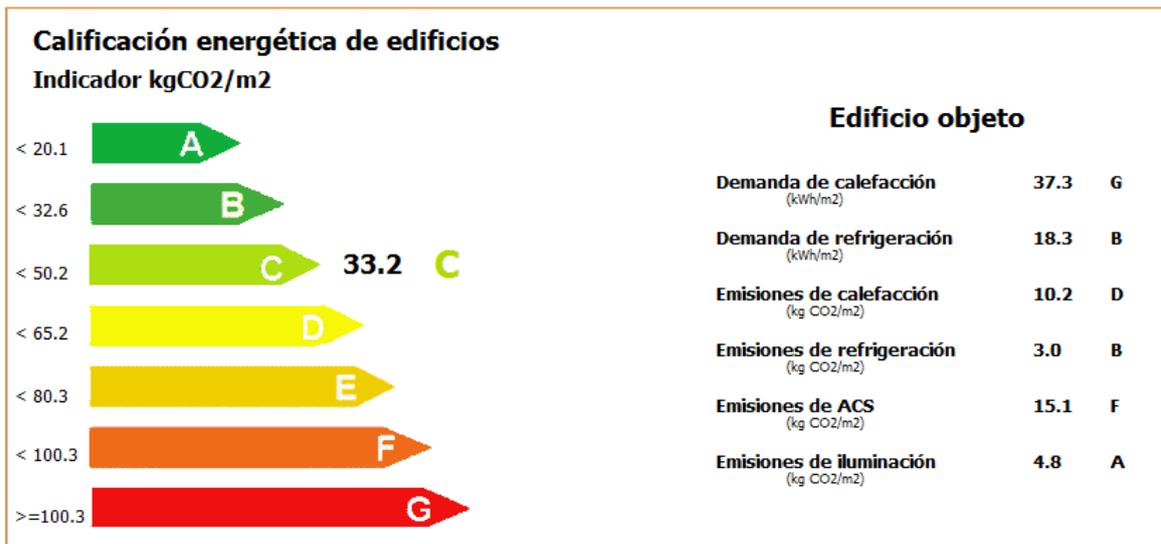


Imagen 17 Etiqueta Certificado Energético

Para el edificio del Bar, la calificación es una letra C.

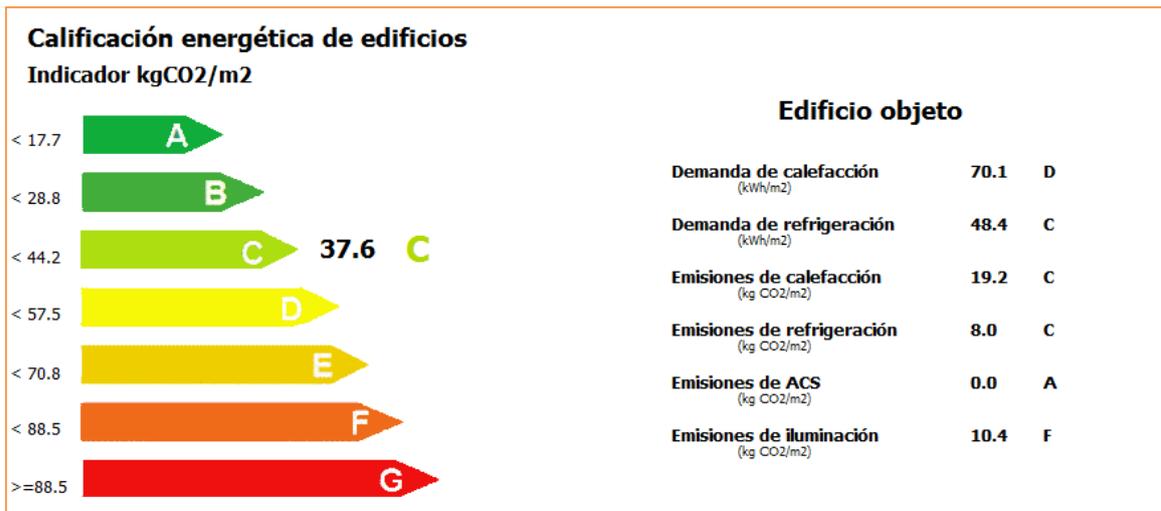


Imagen 18 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

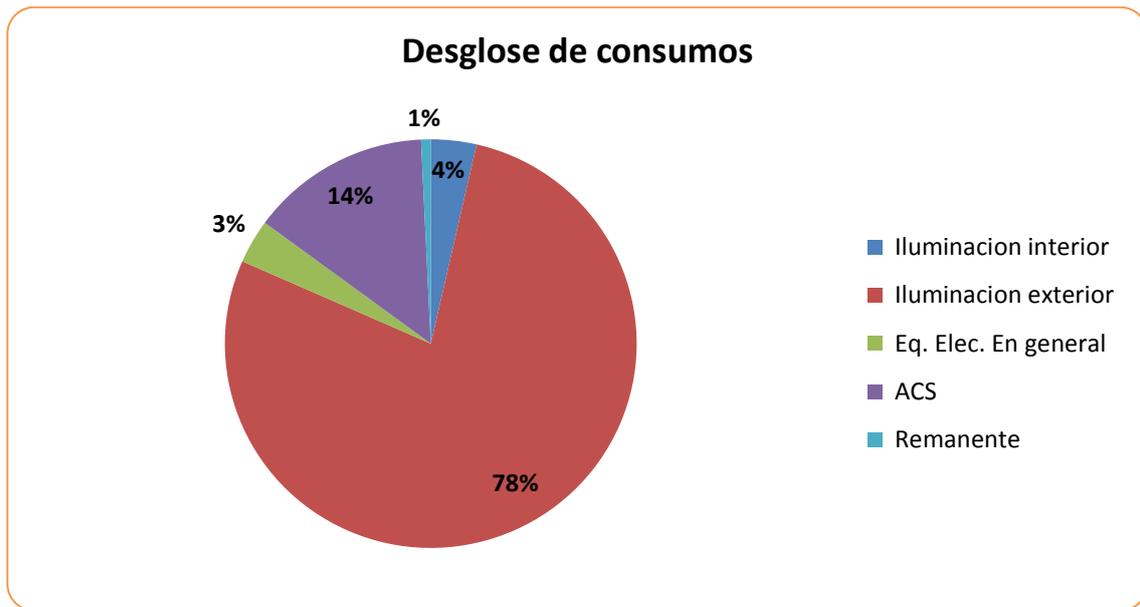


Gráfico 21 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación exterior, y los equipos de ACS 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 4%.

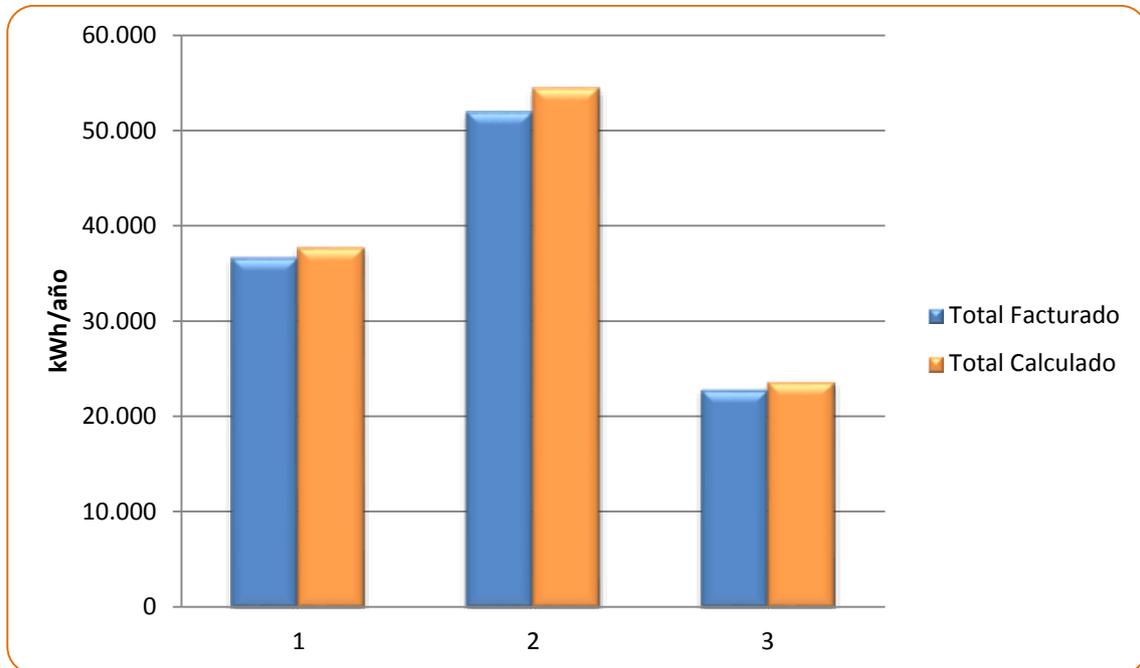


Gráfico 22 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

4.2 Desglose de consumos térmicos

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

4.3 Contribución de energías renovables

El centro consta de una bomba de calor aerotérmica para producción de agua caliente sanitaria (ACS).

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 19 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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	16,55%	83,45%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,10125
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 ₂ evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
2.249	54,15%	2,02%	272,13 €	39,29 €	311,42 €	4.420,69 €	14,20	0,90

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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 20 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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.

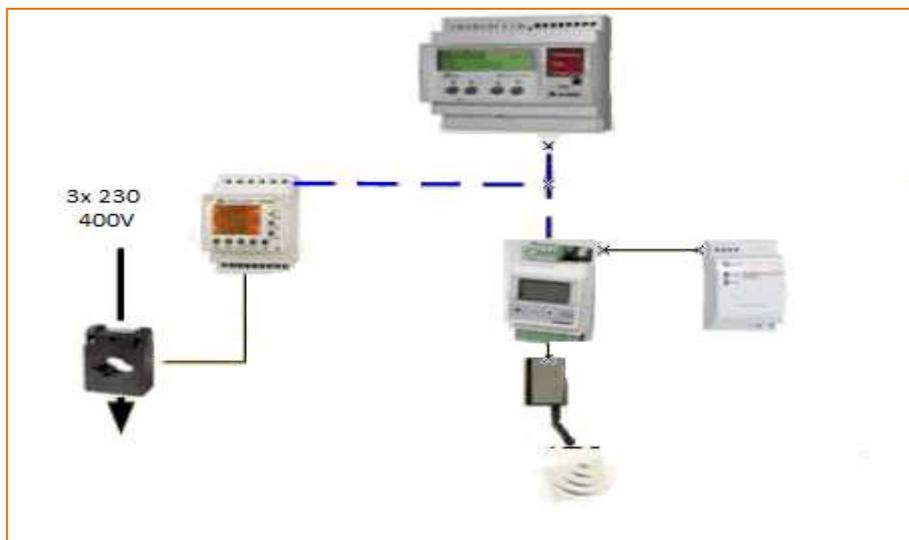


Imagen 21 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA POLIDEPORTIVO GUADAIZA	1306
		64
		Rev.06

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 de aerotérmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS.

7.2 Fotovoltaica - Autoconsumo

La incertidumbre existente actualmente en España en relación a la regulación de la generación eléctrica mediante fuentes renovables y el nuevo sistema de retribución basado en un precio de mercado más unos incentivos variables en base a diferentes tipologías de instalaciones, ha dejado prácticamente como única alternativa viable la instalación fotovoltaica de autoconsumo con inyección cero a la red, donde los excedentes producidos en lugar de verterlos a la red, se limitan.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo de estas características se encuentran los siguientes:

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

En este caso, al no existir en el centro una demanda eléctrica estable durante todos los días del año, la implantación de un sistema de energía solar fotovoltaico de este tipo llevaría asociado un periodo de retorno muy elevado. Por este motivo 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 ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución iluminación por tecnología LED.	2.249	54,15%	311,42 €	4.420,69 €	14,20	0,90
TOTAL ELÉCTRICAS	8.642	-	311,42 €	4.420,69 €	14,20	0,90

Tabla 20 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA