






INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. Xarblanca)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_27_20160229

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 Envolverte y cerramientos.....	4
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	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	9
1.5 Iluminación.....	11
1.5.1 Iluminación interior	12
1.5.2 Iluminación exterior	13
1.5.3 Sistemas de control	14
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	14
1.6 Otros equipos	15
1.7 Resumen de potencias instaladas	17
2. CONSUMOS ANUALES.....	18
2.1 Consumos eléctricos	18
2.2 Consumos térmicos.....	21
2.3 Consumos energéticos totales	21
2.4 Índices energéticos.....	21
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	21
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	21
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	22
3.1 Medidas eléctricas.....	22
3.1.1 Registros trifásicos	22
3.1.2 Registros monofásicos.....	26
3.2 Medida de nivel de iluminación	28
3.3 Medidas térmicas.....	30
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	30
3.4 Análisis termográfico.....	33
3.5 Certificación energética	33
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	34
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	34

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

4.2	Desglose de consumos térmicos	35
4.3	Contribución de energías renovables	36
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	38
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	38
5.2	Ajuste de la potencia eléctrica contratada	40
5.3	Instalación de batería de condensadores	42
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	44
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	44
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	46
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	48
7.1	Energía solar térmica.....	48
7.2	Biomasa	48
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	48
7.4	RESUMEN	50

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Xarblanca
Dirección	Urbanización Xarblanca, Calle la Pimienta, s/n, 29602 Marbella, Málaga
Tipo de edificio	Centro Educativo
Persona de Contacto	Antonio J. Casero Martín 671 56 54 85
Número de edificios	3
Referencia Catastral	0243102UF3404S

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Xarblanca** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle la Pimienta** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vistas generales del CEIP Xarblanca



Imagen 2 Vista aérea del CEIP Xarblanca

CEIP Xarblanca	Nº plantas	Sup. Útil m²	Ocupación	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio Administración	3	1590	101	7:00 a 19:00	2007	2014	Sustitución del grupo de presión
Edificio Aulas	3	1335	536	9:00 a 19:30			
Edificio Gimnasio	1	279	30	9:00 a 14:00			

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

Los meses de Julio y Agosto el centro permanece cerrado.

CEIP Xarblanca	Ocupación	Horario de funcionamiento	Uso
Aulas	27 por aula	9:00 a 19:30	Educativo
Comedor	189	14:00 a 16:00	Cocina-comedor
Gimnasio	30	9:00 a 14:00	Deportivo

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m²)	Planta 1 (m²)	Planta -1 (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	111	--	20	131
Aseos	57	90	35	182
Aulas	300	483	294	1.077
Cocina-comedor	--	--	276	276
Deportivo	--	165	--	165
No habitable	10	28	41	79
Usos múltiples	59	147	--	207
Zonas comunes	209	119	90	418
Sup. Total (m²)	746	1.031	756	2.533

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 42% 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 17%.

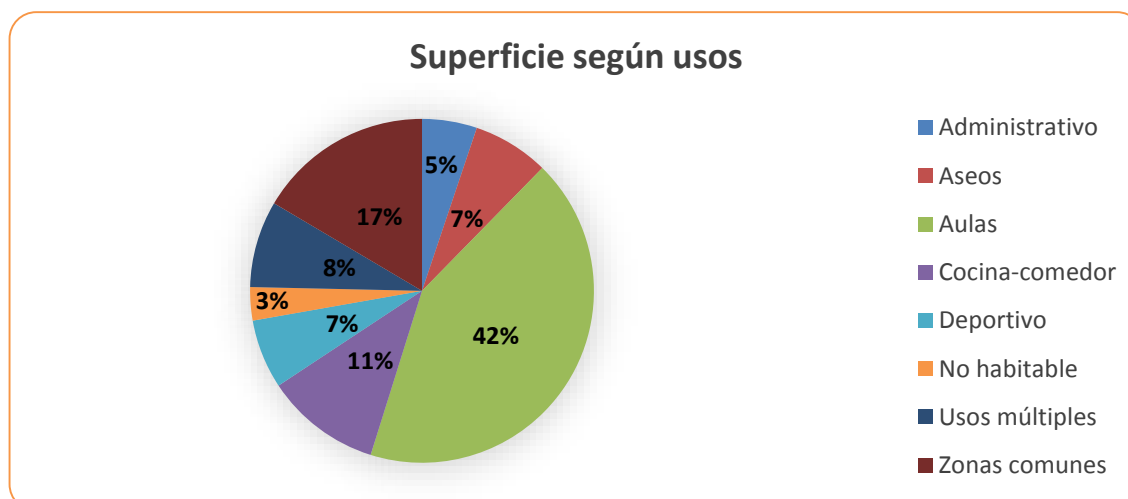

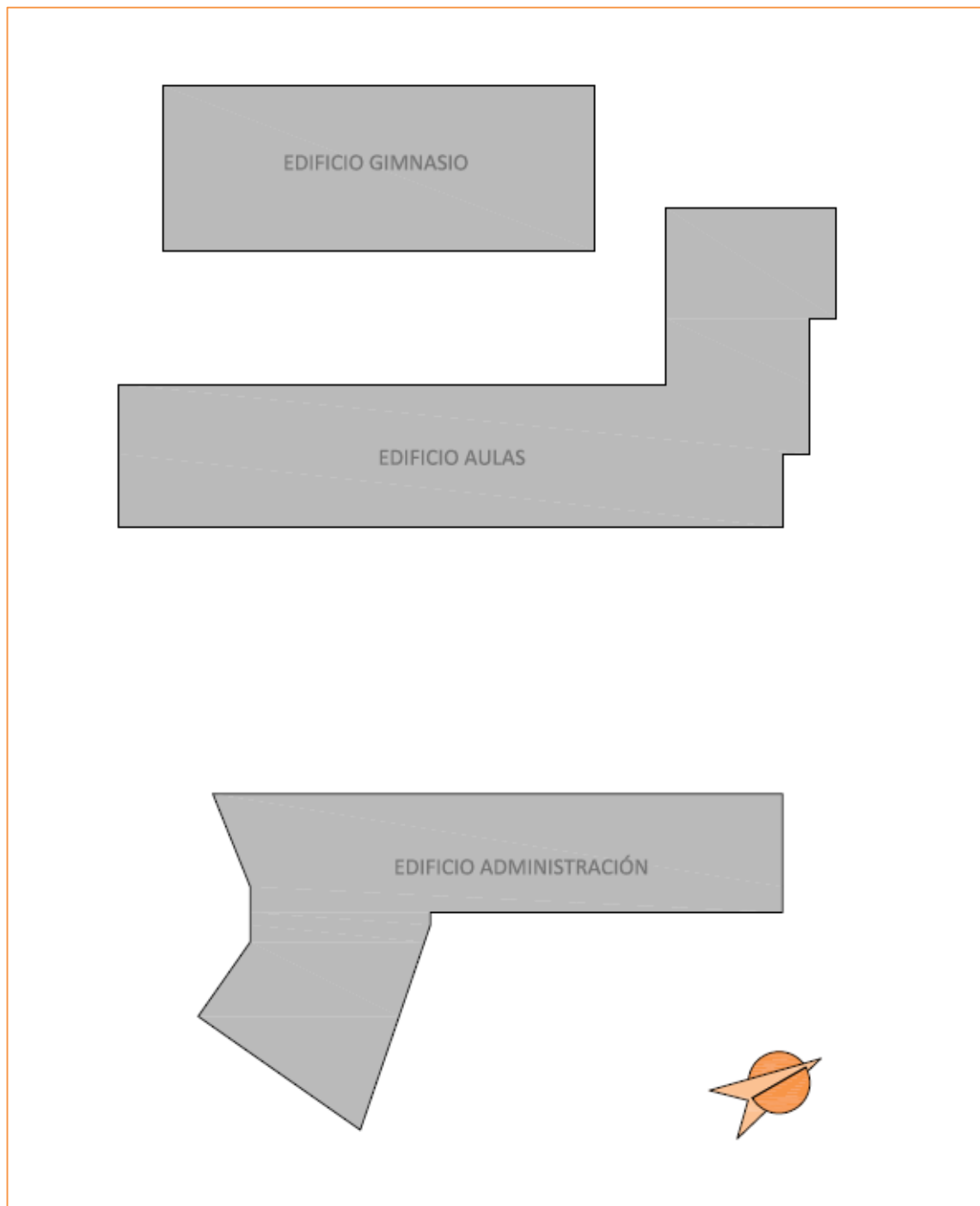


Gráfico 1 Superficie según Usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

A continuación se muestra el croquis general del centro educativo:



Plano 1 Croquis general

En el anexo de Planos se encuentran los croquis por planta de cada uno de los edificios.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

1.3 Envolverte 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 envolvente 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 2008; y por lo tanto lo hizo bajo las normas marcadas por el CTE.

El complejo educativo consta de tres edificios situados en paralelo y cuyas fachadas principales se orientan al SE y NO en todos ellos. El primero que encontramos desde la Calle de la Pimienta es el de Administración, después un patio intermedio, el Edificio Aulas, otro patio, el Gimnasio y por último la pista deportiva exterior.

El cerramiento vertical de los edificios está compuesto por una doble hoja de ladrillo con aislamiento térmico y cámara de aire intermedias. El acabado exterior está compuesto por un mortero monocapa de tipo vicryl. Las cubiertas son todas ellas planas.



Imagen 3 Envolverte térmica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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



Imagen 4 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

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

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se lleva a cabo de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo. En el caso del Edificio Gimnasio, existe una instalación solar térmica para la producción de ACS.

1.4.1 Producción de ACS

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

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio Administración	1	Aseo niñas	1,20	80	En servicio
Edificio Administración	-1	Cocina	1,20	80	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos – Aseo niñas y cocina

Tal y como se comenta anteriormente, el Edificio Gimnasio cuenta con una instalación solar térmica compuesta por 3 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en depósitos interacumuladores horizontales de 150 litros de capacidad cada uno de ellos. El apoyo para la producción se realiza mediante dos termos - acumuladores instalados en la estancia de Material Deportivo.

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

Tipo	Instalación Termosifón	
Servicio	ACS	
Captadores	Nº	3
	Tipo	Plano
	Marca	DISOL
	Modelo	ICARUS 21L

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

Tipo	Instalación Termosifón	
Captadores	Superficie bruta (m2)	6,27
	Superficie de apertura (m2)	5,76
	Orientación	-13 °
Intercambiador de calor	Marca:	DISOL
	Modelo:	TI 150 ICB
	Potencia (kW)	0,0
Acumulación solar	Depósito 1 (litros)	150,0
	Depósito 2 (litros)	150,0
	Depósito 3 (litros)	150,0
	Total (litros)	450,0
Observaciones	INACCESIBLE	

Tabla 6 Características instalación solar térmica

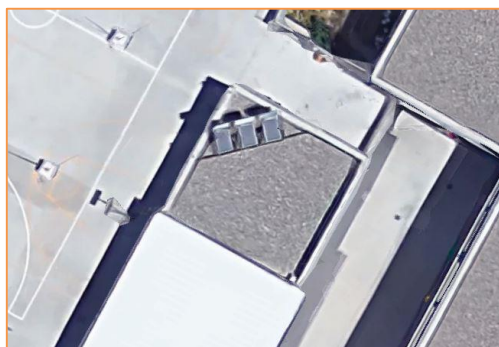


Imagen 6 Instalación solar térmica

Los equipos de apoyo para la producción de ACS en el Edificio Gimnasio poseen las siguientes características:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)	Observaciones
Edificio Gimnasio	0	Material deportivo	1,20	80	En servicio
Edificio Gimnasio	0	Material deportivo	1,20	80	En servicio

Tabla 7 Características producción-acumulación local de ACS



*Fotografía 1. Termo acumuladores eléctricos - **Material Deportivo***

1.4.2 Distribución - Grupos de bombeo

Existe un grupo de presión compuesto por dos bombas de funcionamiento alterno, cuyas características son las siguientes:

Nº bomba	1	2
Circuito	Grupo de presión agua sanitaria	Grupo de presión agua sanitaria
Edificio	Edificio Administración	Edificio Administración
Ubicación	Cuarto grupo de presión	Cuarto grupo de presión
Denominación	B1	B2
Tipo	Rótor seco - simple	Rótor seco - simple
Marca	ESPA	ESPA
Modelo	MULTI55 6 N	MULTI55 6 N
Variador de frecuencia	No	No
Caudal (l/h)	3960-19980	3960-19980
Presión disponible (m.c.a.)	72-18	72-18
Potencia abs (kW)	4,20	4,20

Tabla 8 Características Grupo de Presión



Imagen 7 Grupo de Presión

1.4.3 Unidades Terminales

A continuación se resumen las características técnicas del tipo de convectores eléctricos de que consta el centro para cubrir las necesidades de calefacción:

Característica	Tipo 1
Estancia	Aula 3
Unidad terminal	Convector
Marca	Atlantic
Modelo	F117-CHEP 10
Tipo	Pared
Servicio	Calefacción
Batería calor	Resistencia eléctrica
Regulación	Termostato por Usuario
Pot. Abs. (kW)	1,5
Unidades	52

Tabla 9 Características Convectores Eléctricos



Imagen 8 Convectores eléctricos

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

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

Zona	Superficie Calefactada (m ²)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m ²)
Administrativo	68,19	6,00	87,99
Aulas	1.171,16	33,00	28,18
Cocina-comedor	241,99	3,00	12,40
Zonas comunes	280,05	4,50	16,07
Usos múltiples	59,36	1,50	25,27
Total	1.820,75	48,00	26,36

Tabla 10 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En los siguientes gráficos se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y la superficie calefactada en el centro:

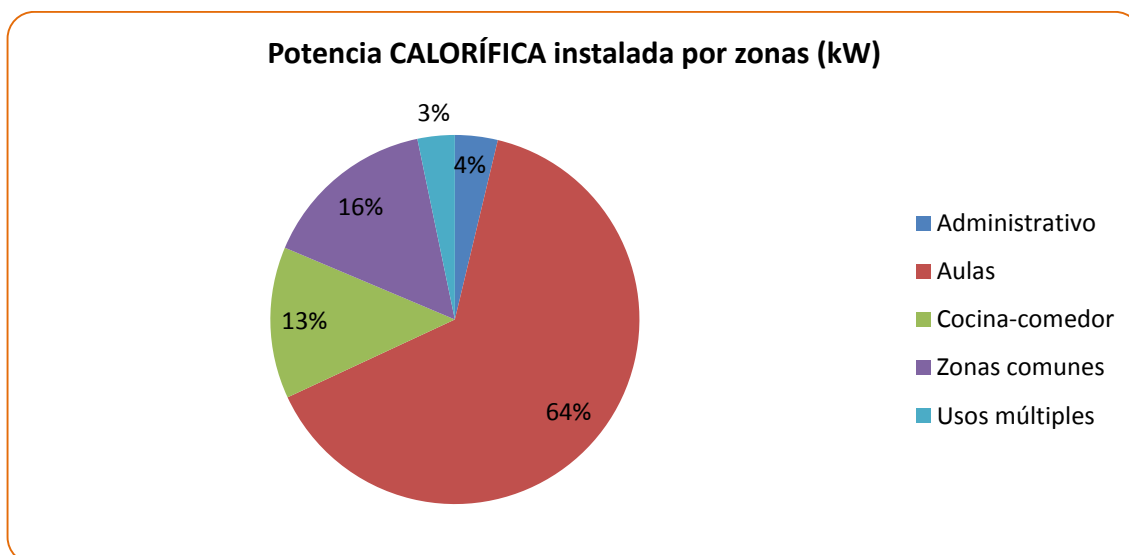


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

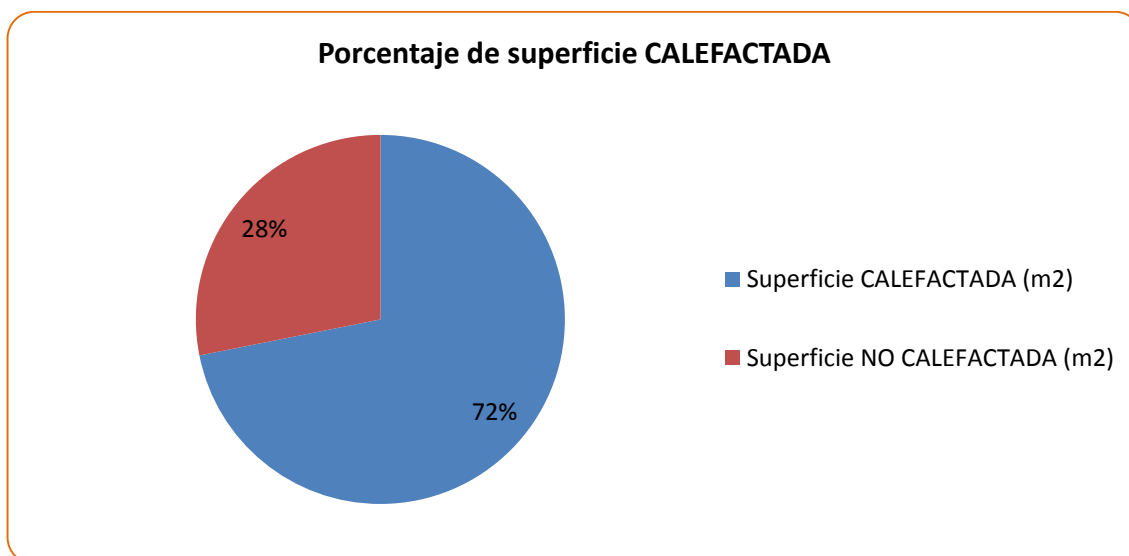


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 39,47 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

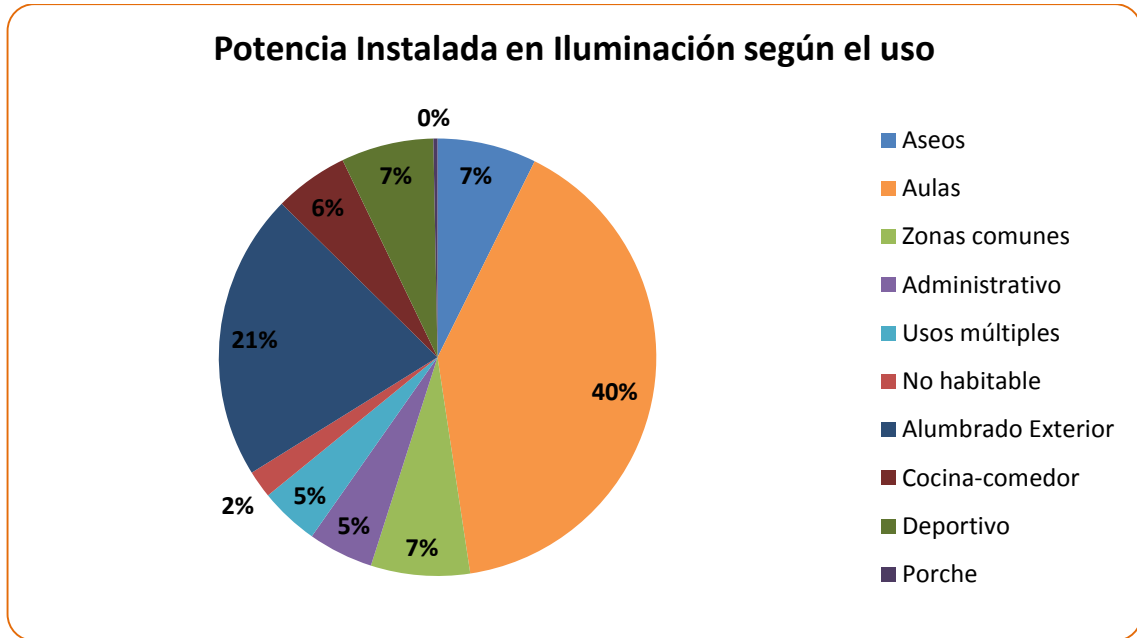


Gráfico 4 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

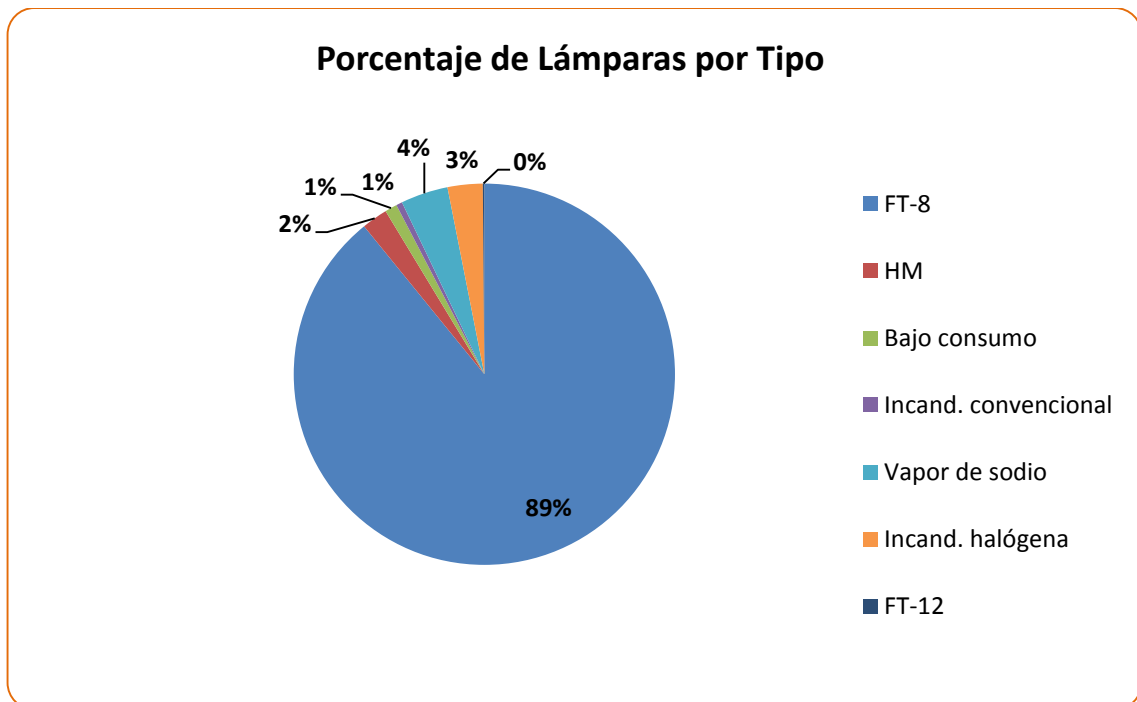


Gráfico 5 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	330	27,54
FT-8	329	27,52
1	19	0,82
36	19	0,82
2	310	26,70
36	308	26,61
18	2	0,09
FT-12	1	0,02
1	1	0,02
20	1	0,02
-	36	3,55
Incand. convencional	4	0,15
1	4	0,15
40	3	0,12
25	1	0,03
Incand. halógena	23	0,70
1	23	0,70
42	11	0,46
20	12	0,24
HM	9	2,70
1	9	2,70
250	9	2,70
Total general	366	31,09

Tabla 11 Resumen de lámparas instaladas

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





Imagen 9 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	25	2,16
FT-8	25	2,16
2	25	2,16
36	25	2,16
-	47	6,22
Vapor de sodio	31	4,57
1	31	4,57
150	30	4,50
70	1	0,07
Bajo consumo	8	0,21
1	8	0,21
26	8	0,21
HM	8	1,44
1	8	1,44
150	8	1,44
Total general	72	8,38

Tabla 12 Resumen de iluminación exterior



Imagen 10 Luminarias situadas en el exterior del edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA		1306
	AYUNTAMIENTO DE MARBELLA		27
	C.E.I.P. XARBLANCA		Rev.08

1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ningún espacio interior de los edificios.

Sin embargo, existe un reloj instalado en el cuadro eléctrico para la regulación de una parte del alumbrado exterior:

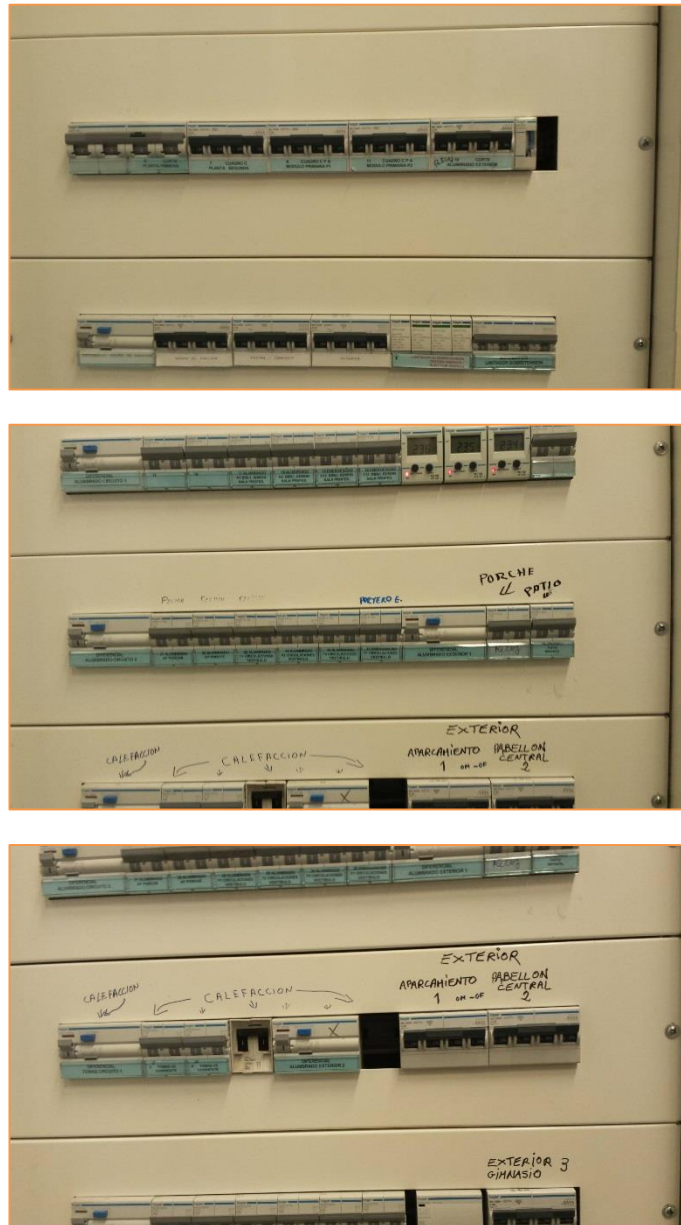


Imagen 11 Cuadro eléctrico Conserjería

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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	28	6,78
DVD/CD	4	0,052
20	1	0,02
12	2	0,024
8	1	0,008
Proyector	19	5,62
310	9	2,79
287	6	1,722
233	1	0,233
270	1	0,27
315	1	0,315
290	1	0,29
Television Tubo	5	1,108
130	1	0,13
300	3	0,9
78	1	0,078
Electrodoméstico	15	29,385
Horno	3	15,7
6000	2	12
3700	1	3,7
Lavavajillas	1	2,8
2800	1	2,8
Mesa caliente	1	2
2000	1	2
Microondas	2	3,7
1200	1	1,2
2500	1	2,5
Extractor	1	0,03
30	1	0,03
Cafetera	1	0,8
800	1	0,8
Nevera	3	0,685
475	1	0,475
105	2	0,21
Tostador	2	1,77
1120	1	1,12
650	1	0,65
Máquina de café	1	1,9
1900	1	1,9
Informático	64	17,714
Ordenador sobremesa	36	10,8
300	36	10,8
Rack	5	0,213
45	1	0,045
26	1	0,026
16	2	0,032
110	1	0,11
Fotocopiadora	2	2,94
1500	1	1,5
1440	1	1,44
Fax	1	0,027
27	1	0,027
Ordenador Portatil	12	1,69
150	11	1,65
40	1	0,04

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total(kW)
Impresora doméstica	1	0,01
10	1	0,01
Impresora oficina	7	2,034
310	1	0,31
400	1	0,4
450	1	0,45
29	1	0,029
65	1	0,065
390	2	0,78
Otros	7	22,761
Trituradora de papel	2	0,47
240	1	0,24
230	1	0,23
Ventilador	1	0,055
55	1	0,055
Ascensor	2	22
11000	2	22
Máquina plastificar	1	0,22
220	1	0,22
Mata insectos	1	0,016
16	1	0,016
Termo eléctrico	4	4,8
Termo-acumulador eléctrico	4	4,8
1200	4	4,8
Sonido	24	1,395
Altavoz	3	0,426
170	1	0,17
128	2	0,256
Minicadena música	4	0,491
240	1	0,24
50	1	0,05
16	1	0,016
185	1	0,185
Radio-CD	11	0,196
20	5	0,1
15	4	0,06
18	2	0,036
Piano	1	0,02
20	1	0,02
Equipo de música	3	0,087
30	1	0,03
50	1	0,05
7	1	0,007
Mesa mezcla	1	0,04
40	1	0,04
Amplificador	1	0,135
135	1	0,135
Radiador eléctrico	55	84,5
Calefactor eléctrico	1	2
2000	1	2
Convector	54	82,5
1500	51	76,5
2000	3	6
Distribución - Bombas	2	8,4
Grupo de presión	2	8,4
4200	2	8,4
Total general	199	175,735

Tabla 13 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.

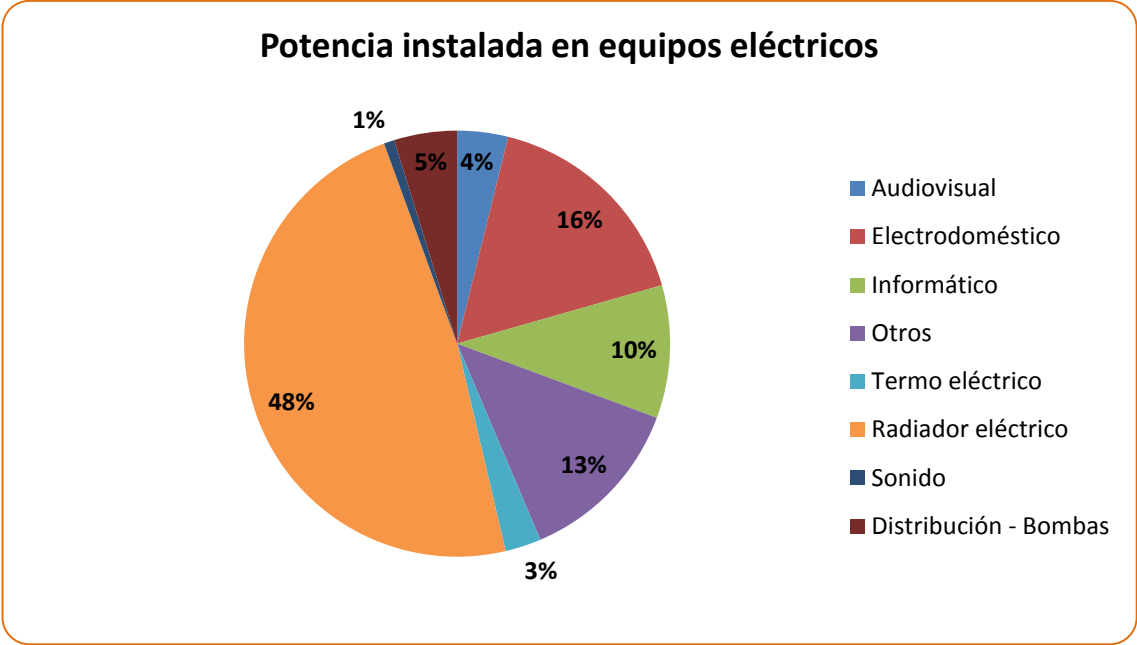


Gráfico 6 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

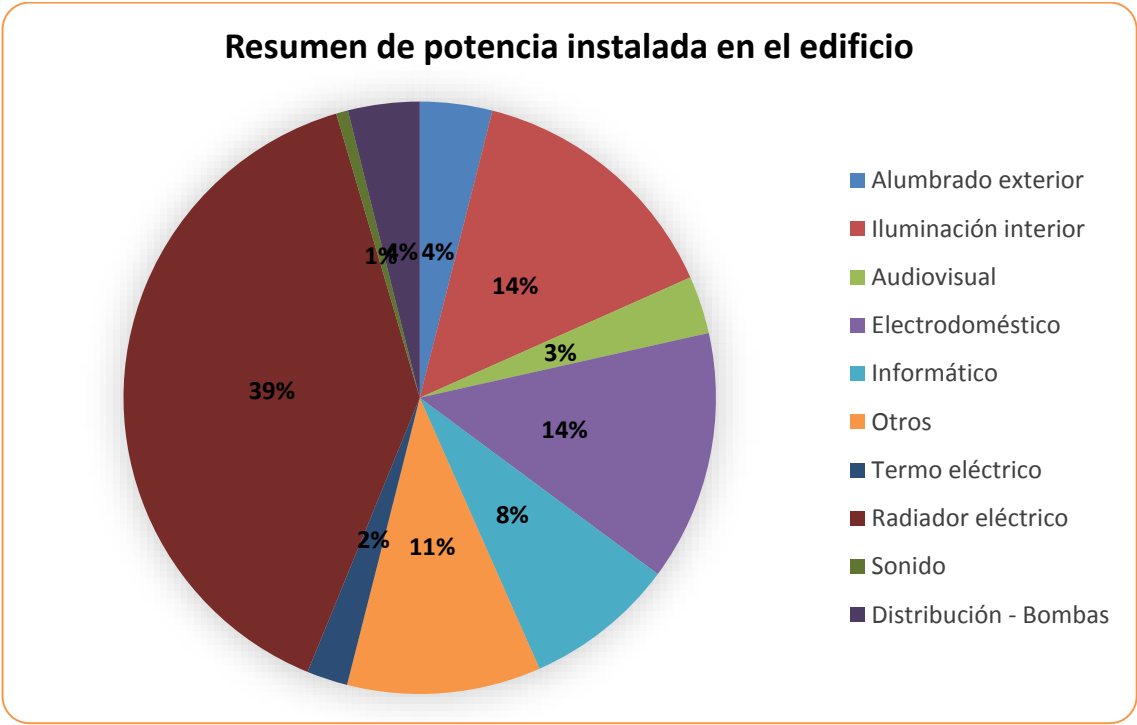


Gráfico 7 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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	ES0031104662440001NA0F	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	16,29141
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 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	946	5.732	615	25 /62 /7	67,95	1.404,22
31/01/2014	28/02/2014	802	4.892	681	23 /69 /8	62,41	1.255,51
28/02/2014	31/03/2014	980	4.671	429	47 /51 /5	145,00	1.373,23
31/03/2014	30/04/2014	1.901	2.620	528	46 /37 /7	135,52	1.255,19
30/04/2014	31/05/2014	2.081	2.396	366	45 /29 /4	155,74	1.281,86
31/05/2014	30/06/2014	1.521	2.143	496	40 /28 /20	108,14	1.126,68
30/06/2014	31/07/2014	190	851	470	9 /7 /6	7,17	696,77
31/07/2014	31/08/2014	145	807	453	5 /7 /6	8,80	685,68
31/08/2014	30/09/2014	1.599	2.122	505	43 /28 /8	125,29	1.154,30
30/09/2014	31/10/2014	1.724	2.759	384	41 /38 /4	161,91	1.290,79
31/10/2014	30/11/2014	609	4.407	384	20 /51 /7	163,25	1.300,53
30/11/2014	31/12/2014	566	3.901	543	20 /57 /10	62,99	1.160,92

Tabla 14 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **1.204,17 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	80	80	80
Potencia registrada (kW)	47	69	20

Tabla 15 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

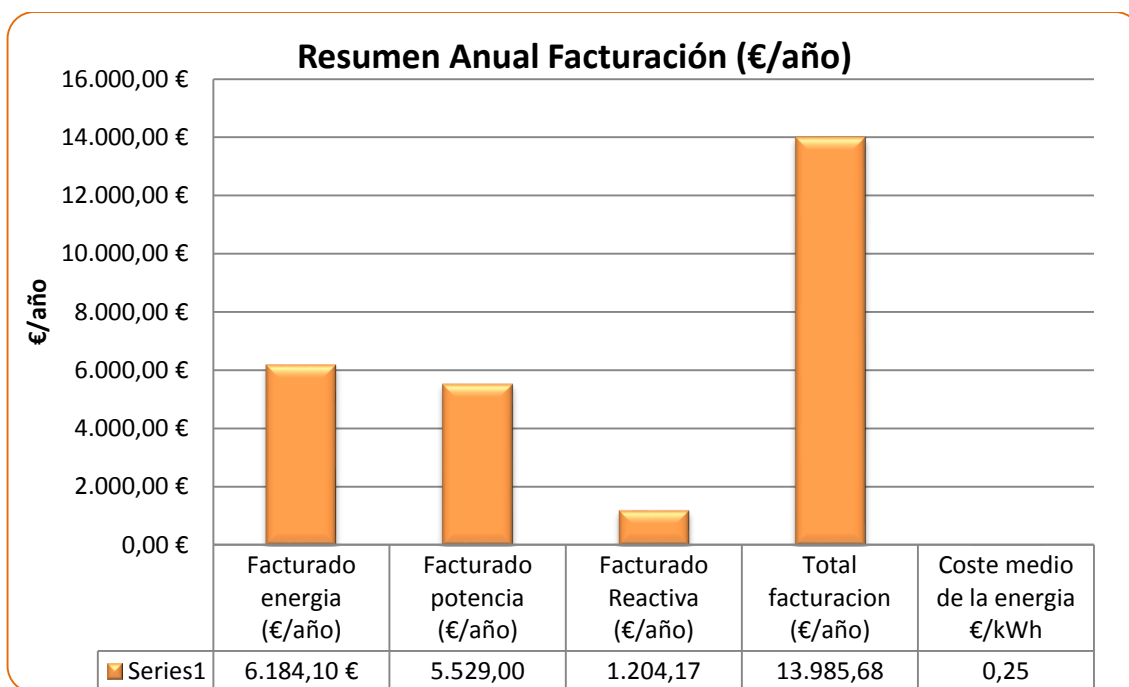


Gráfico 8 Resumen Anual de Facturación

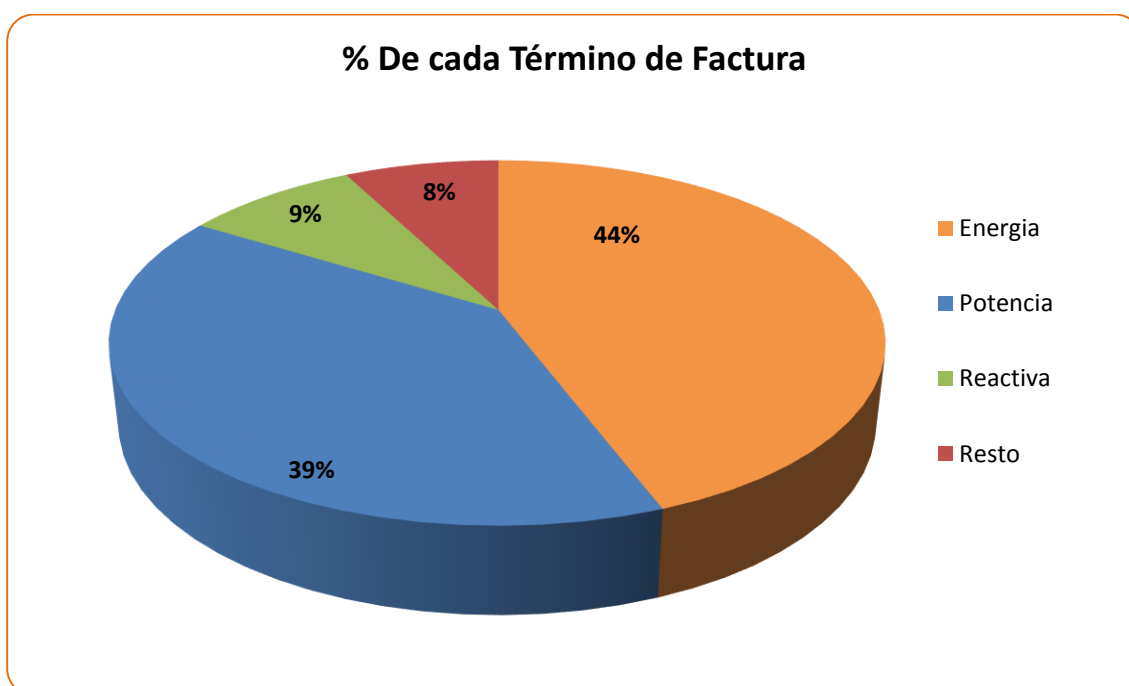


Gráfico 9 Resumen de los términos de Factura

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

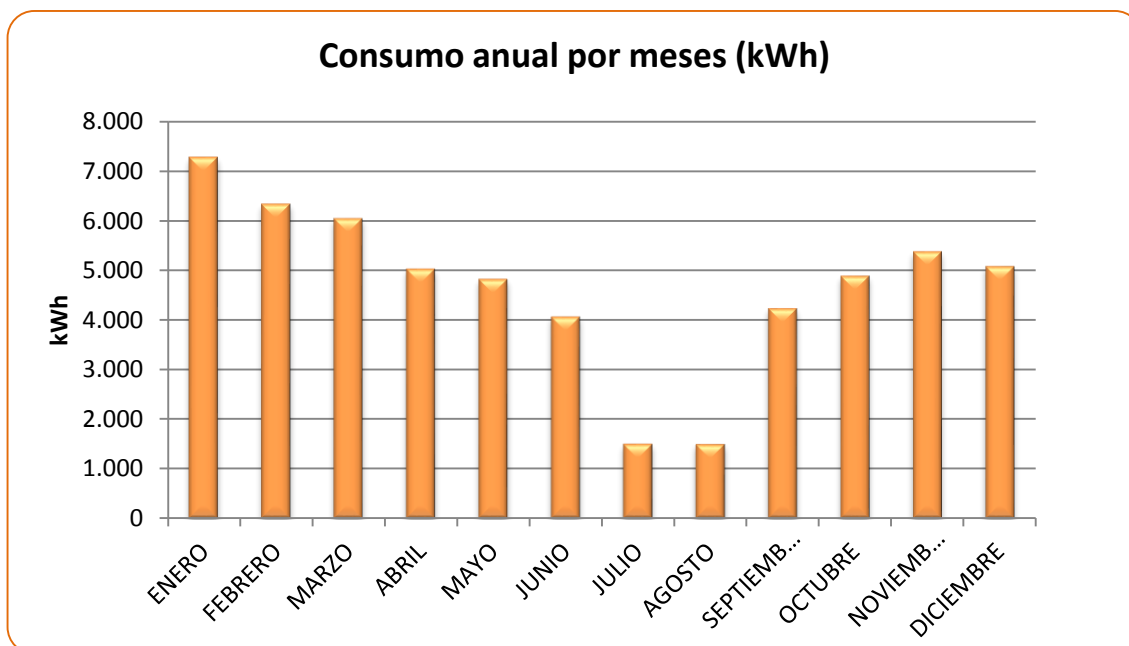


Gráfico 10 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

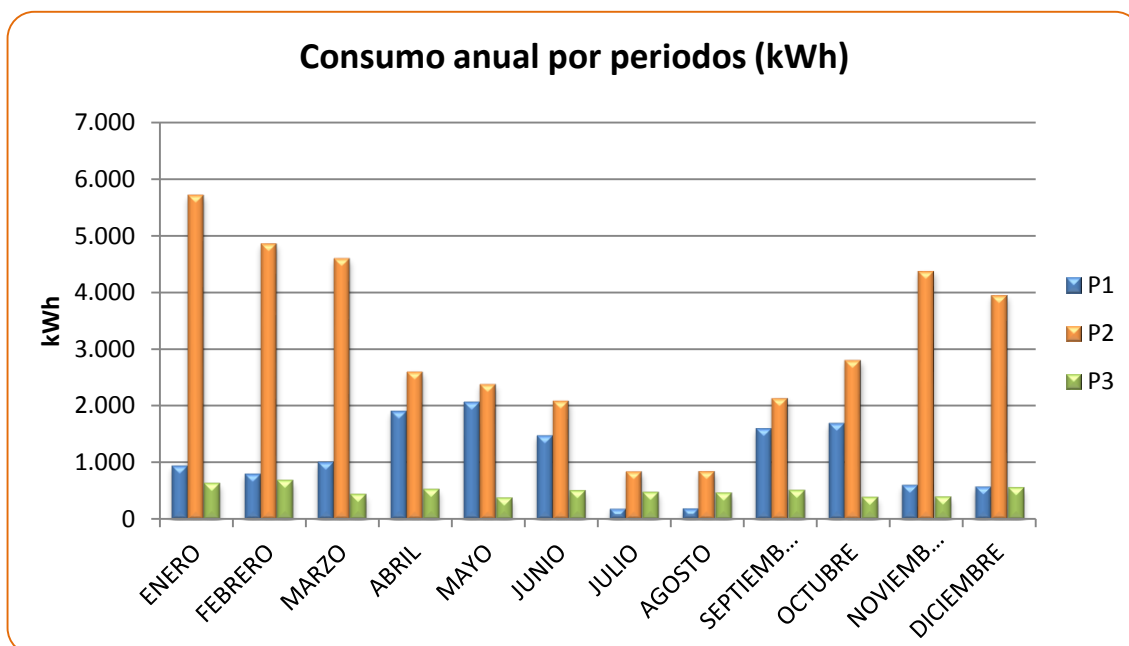


Gráfico 11 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	56.219
Total Facturación (€)	13.985,68
Media mensual de consumo (kWh/mes)	4.685
Media mensual de coste (€/mes)	1.165,47
Coste medio energía (€/kWh)	0,249

Tabla 16 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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)	56.219,00	-	56.219,00
Coste (€/año)	13.985,68	-	13.985,68

Tabla 17 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	667
Superficie total (m²)	2.533,37
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	30,97
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	8,50
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	175,74
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	215,20

Tabla 18 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	56.219,00
€/kWh	0,25
kWh/m² Total	22,19
€/m² Total	5,52
kWh/persona uso	84,29
€/persona uso	20,97
Ton CO ₂ /año	22,43
Kg CO ₂ /m²	8,85
Pot. Iluminación en W/m²	12,22

Tabla 19 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

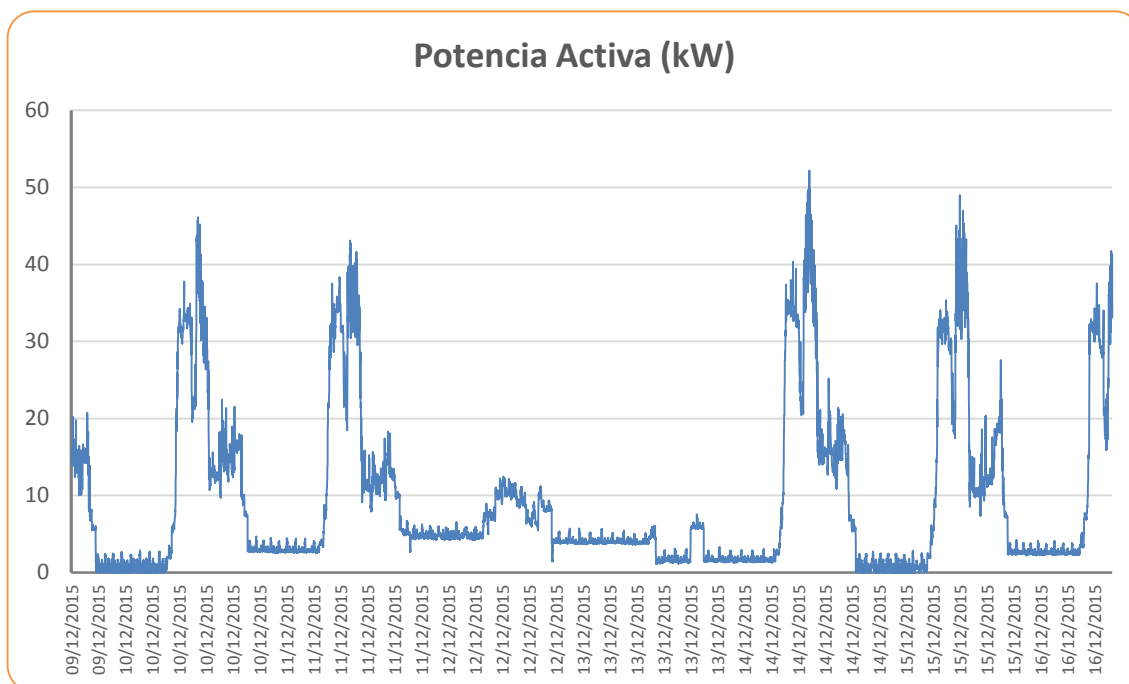


Gráfico 12 Datos de registro de potencia activa desde el 09/12/2015 al 16/12/2015

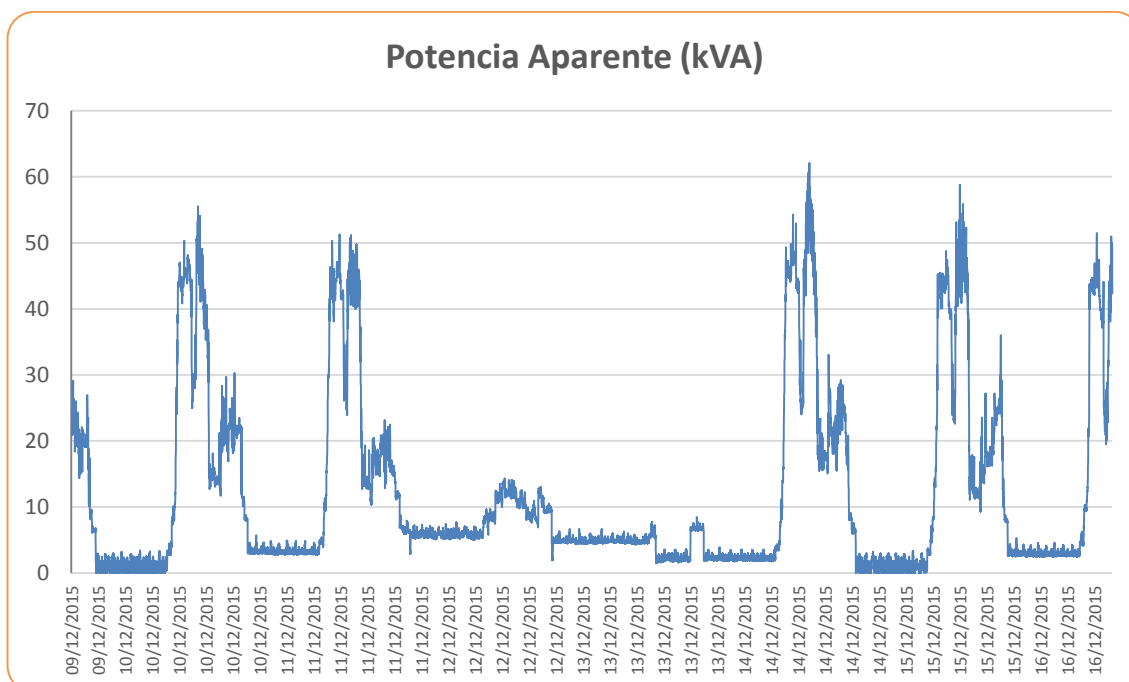


Gráfico 13 Datos de registro de potencia aparente desde el 09/12/2015 al 16/12/2015

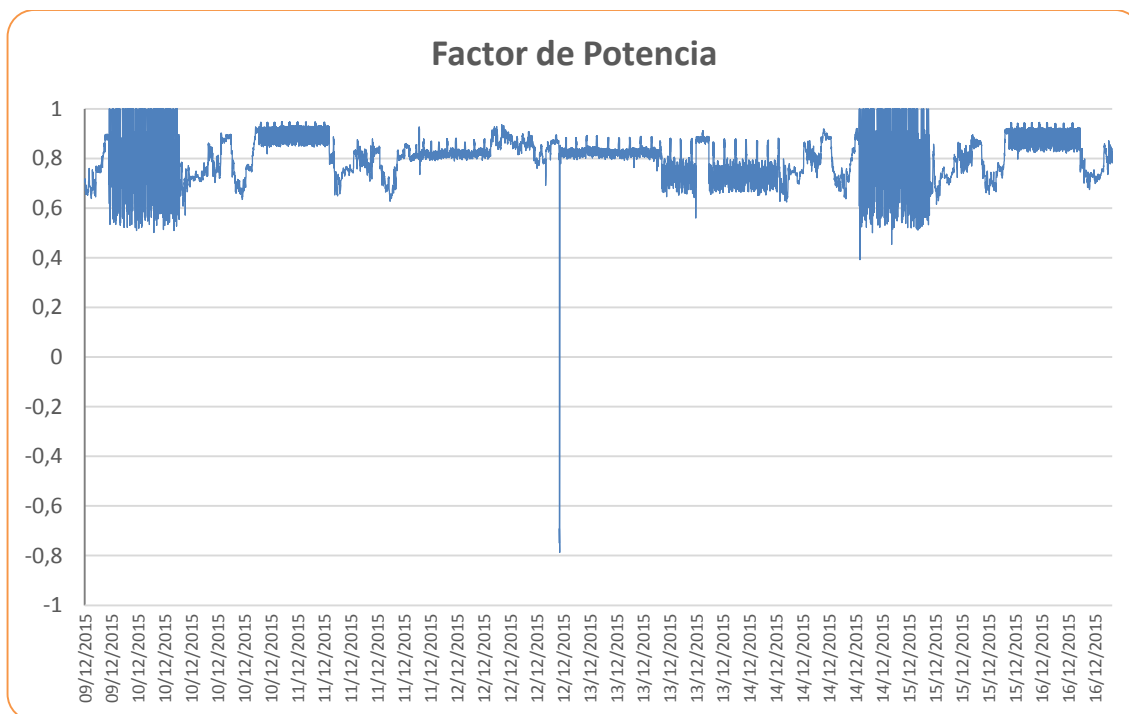


Gráfico 14 Factor de potencia trifásico registrado

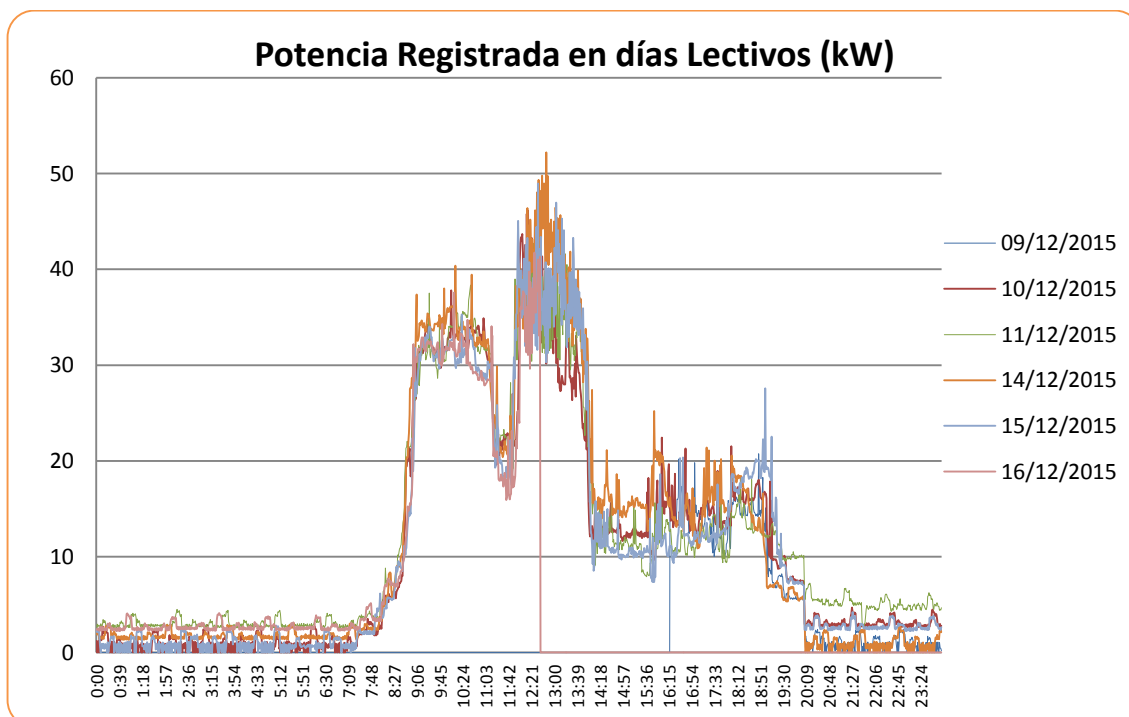


Gráfico 15 Potencia registrada en días lectivos (kW)

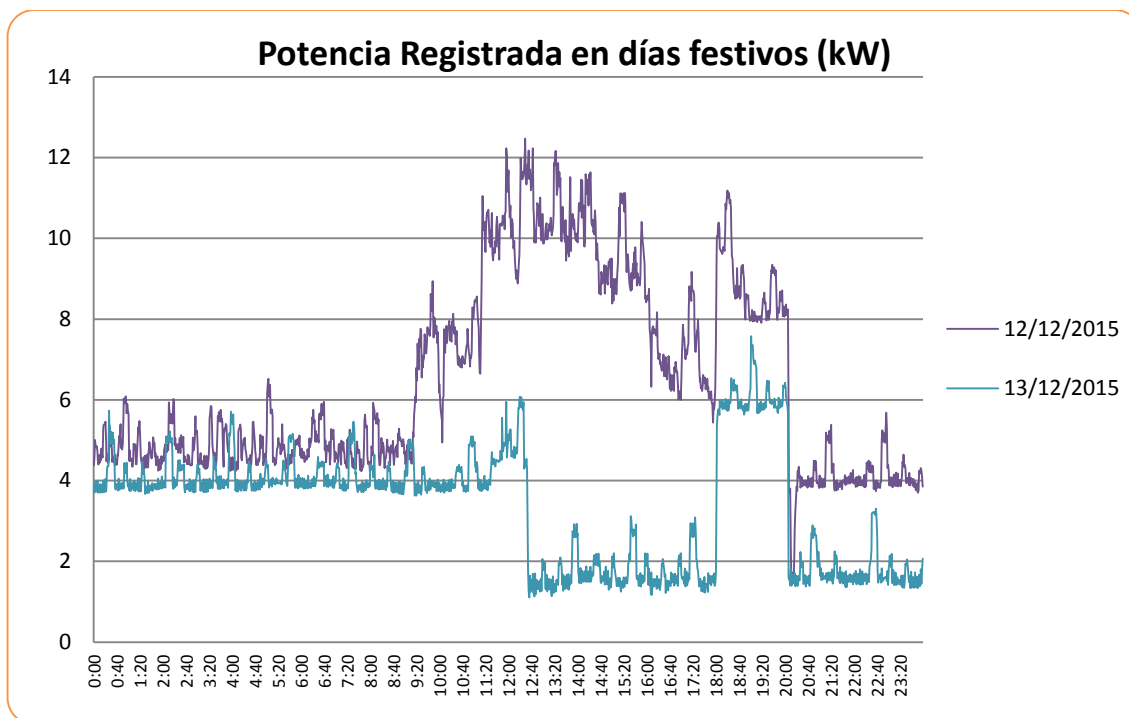


Gráfico 16 Potencia registrada en días festivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones.

Se observa una demanda de potencia máxima de 52,5 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas.

Durante los días lectivos el horario principal de uso es de 7:00 a 20:00. También se observa que la máxima demanda tiene lugar en horario de 9:00 a 11:00 y de 12:00 a 14:00 coincidiendo con las clases.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos y/o los termos eléctricos instalados.

Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa aumento del uso normal de la instalación desde viernes tarde hasta domingo a las 12h con motivo de la fiesta de navidad.

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

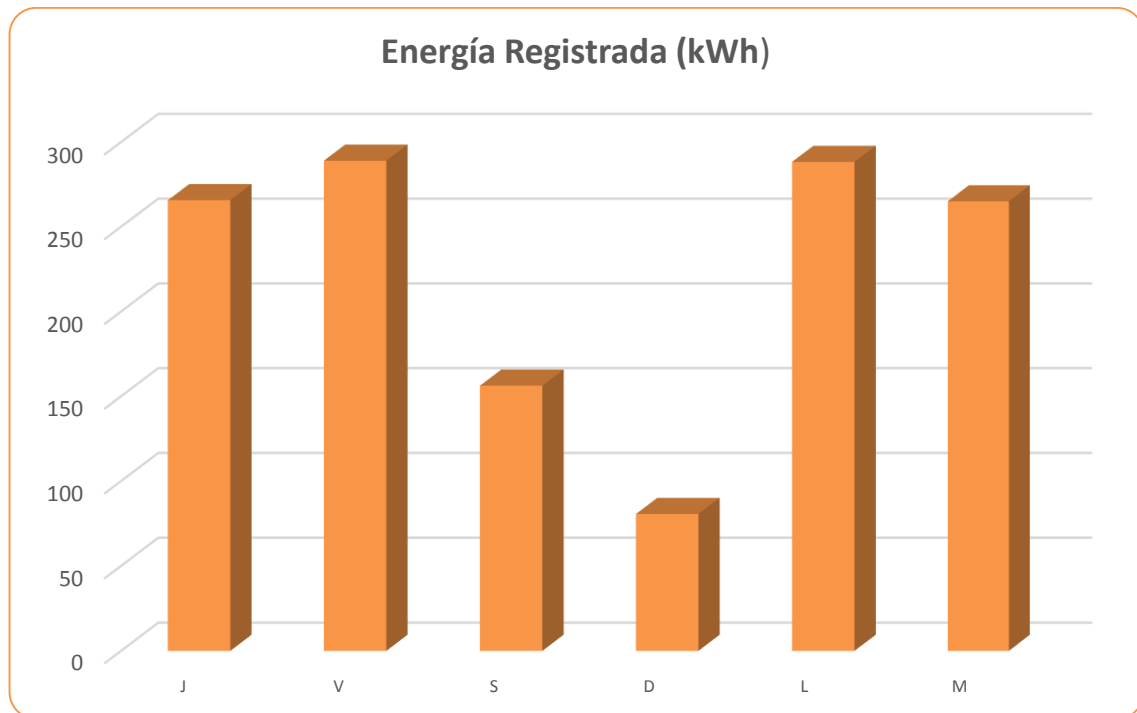


Gráfico 17 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 276,99 kWh y durante los días festivos de 118,43 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 5891,28 kWh para el mes de diciembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en diciembre de 2014 de un 15,89% superior; este desvío se explica por el consumo debido a los convectores eléctricos, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tienen 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.

- Secretaría, Usos múltiples, Dirección y Jefe de Estudios

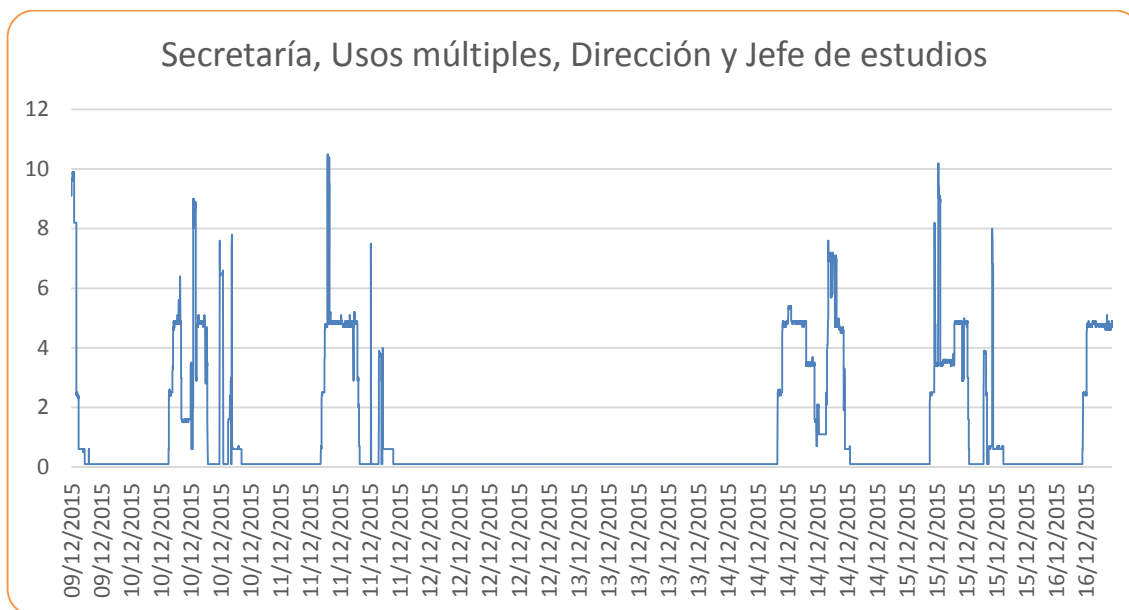


Gráfico 18 Registro de monofásico instalado en Secretaría, Usos múltiples Dirección y Jefe de Estudios

- Sala de Profesores y Aseos PB



Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en la Sala de Profesores y Aseos PB

- **Biblioteca**

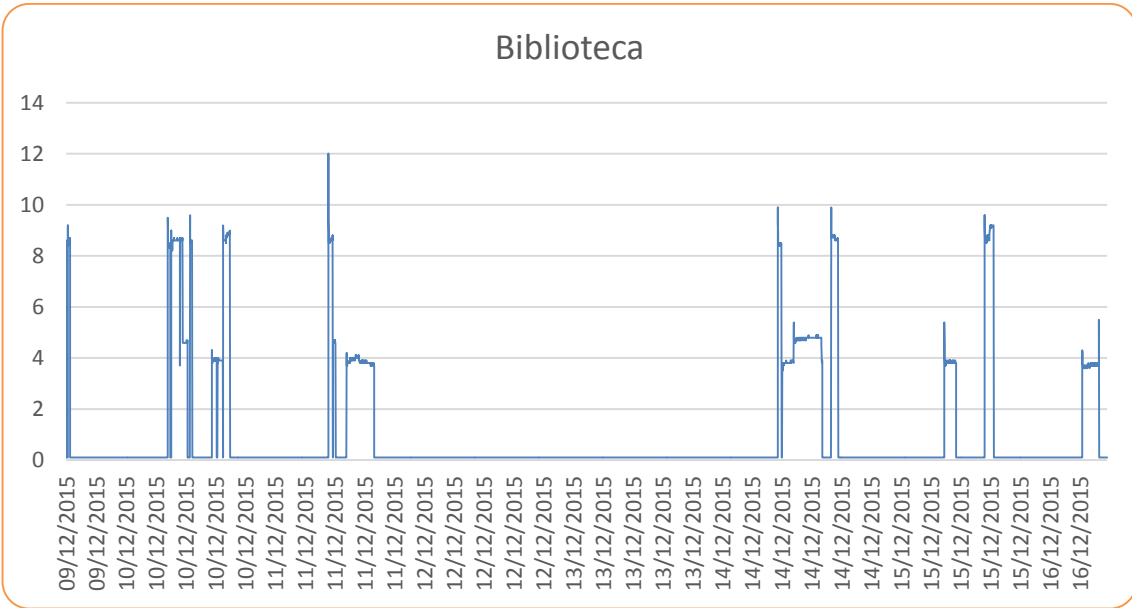


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en la Biblioteca

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

- Secretaría, Usos múltiples, Dirección y Jefe de Estudios: 3'07 h/día (L-V)
- Sala de Profesores y Aseos PB: 4'82 h/día (L-V)
- Biblioteca: 3'23 h/día (L-V)

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría)*.

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Aulas	-1	Aula 1	734,4	49,00	482	300	3,11
Aulas	-1	Aula 2	734,4	49,00	416	300	3,60
Aulas	-1	Aula 3	734,4	49,00	393	300	3,81
Aulas	-1	Aula 4	734,4	49,00	410	300	3,66
Aulas	-1	Aula 5	734,4	49,00	434	300	3,45
Aulas	-1	Aula 6	734,4	49,00	496	300	3,02
Aulas	-1	Almacén 1	43,2	3,00	322	100	4,47
Aulas	-1	Almacén 2	86,4	7,00	170	100	7,26
Aulas	0	Aula 7	734,4	50,00	457	300	3,21
Aulas	0	Aula 8	734,4	50,00	486	300	3,02
Aulas	0	Aula 9	734,4	50,00	465	300	3,16
Aulas	0	Aula 10	734,4	50,00	446	300	3,29
Aulas	0	Aula 11	734,4	50,00	491	300	2,99
Aulas	0	Aula 12	734,4	50,00	488	300	3,01
Aulas	0	Distribuidor aseos	86,4	17,00	254	150	2,00
Aulas	0	Aseo alumnas	110,4	22,00	253	150	1,98
Aulas	0	Aseo alumnas	259,2	22,00	253	150	4,66
Aulas	0	Aseo profesores	86,4	4,00	565	150	3,82
Aulas	0	Aseo alumnos	345,6	17,00	548	150	3,71
Aulas	1	Aula 13	734,4	51,00	441	300	3,27
Aulas	1	Aula 14	734,4	51,00	431	300	3,34
Aulas	1	Aula 15	734,4	51,00	415	300	3,47
Aulas	1	Aula 16	734,4	51,00	478	300	3,01
Aulas	1	Aula 17	734,4	51,00	478	300	3,01
Aulas	1	Aula 18	734,4	51,00	458	300	3,14
Aulas	1	Distribuidor aseos	86,4	17,00	161	150	3,16

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Gimnasio	1	Profesor	86,4	6,00	301	300	4,78
Gimnasio	1	Almacén general	172,8	14,00	451	100	2,74
Gimnasio	1	Gimnasio	2700	165,0	491	300	3,33
Admón.	-1	Comedor 1	777,6	139,1	321	300	1,74
Admón.	-1	Comedor 2	1036,8	102,8	313	300	3,22
Admón.	-1	Espacios comunes	518,4	61,36	318	150	2,66
Admón.	-1	Espacios comunes	172,8	61,36	335	150	0,84
Admón.	-1	Pasillo -1	172,8	29,12	135	150	4,40*
Admón.	-1	Instalaciones	43,2	16,20	214	100	1,25
Admón.	-1	Alm grupo de presión	86,4	12,00	394	100	1,83
Admón.	0	Pasillo 0	1036,8	137,3	434	150	1,74
Admón.	0	Usos múltiples	691,2	59,36	429	300	2,71
Admón.	0	Conserjería	172,8	11,25	421	300	3,65
Admón.	0	Secretaría	345,6	23,85	485	300	2,99
Admón.	0	Dirección	172,8	10,50	460	300	3,58
Admón.	0	Jefe de estudios	259,2	14,04	534	300	3,46
Admón.	0	Aseo femenino	86,4	14,50	492	150	1,21
Admón.	0	Aseo masculino	43,2	16,00	526	150	0,51
Admón.	0	Sala de profesores	691,2	51,41	465	300	2,89
Admón.	1	Pasillo 1	432	81,34	240	150	2,21
Admón.	1	Biblioteca	950,4	141,1	305	300	2,21
Admón.	1	Grupo 2	777,6	42,92	512	300	3,54
Admón.	1	Grupo 4	777,6	42,92	509	300	3,56
Admón.	1	Recursos	345,6	40,32	295	300	2,91
Admón.	1	Informática	777,6	50,44	513	300	3,01
Admón.	1	Aseo niñas	86,4	4,80	525	150	3,43
Admón.	1	Aseo niños	86,4	4,80	196	150	9,18

Tabla 20 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en numerosos aseos en los que se han realizado las mediciones.

Sin embargo, se aprecian niveles de iluminancia excesivos en algunas de las Aulas.

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

3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en 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 21 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 09/12/2015 y 16/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Conserjería

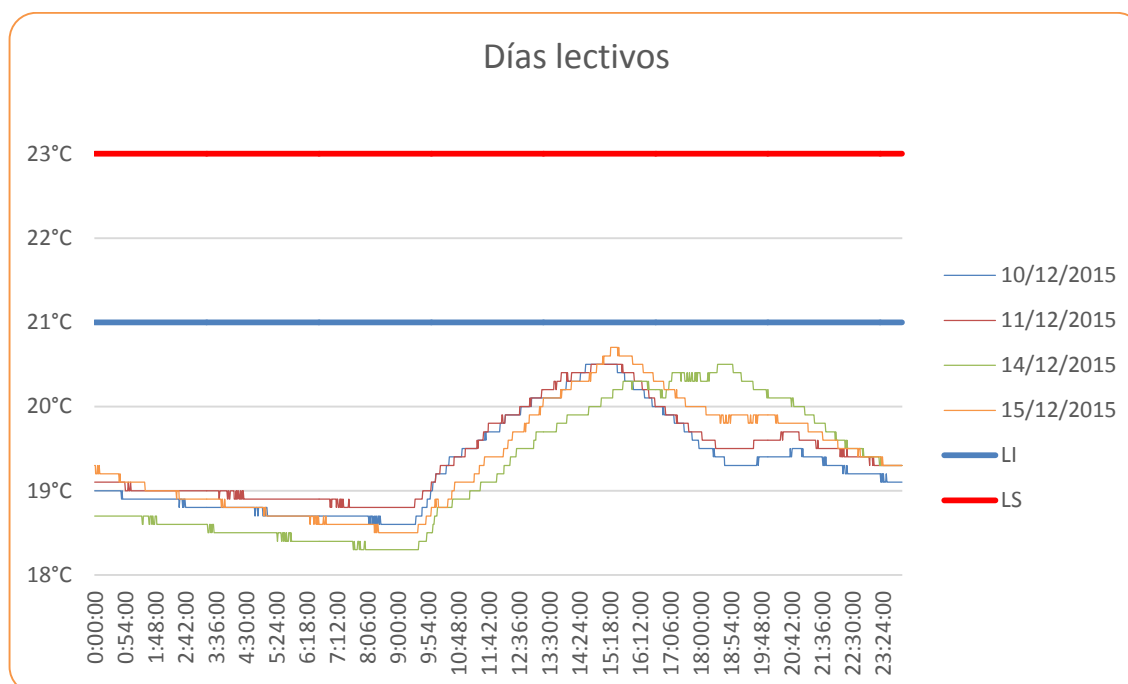


Gráfico 21 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos

Festivos y fines de semana

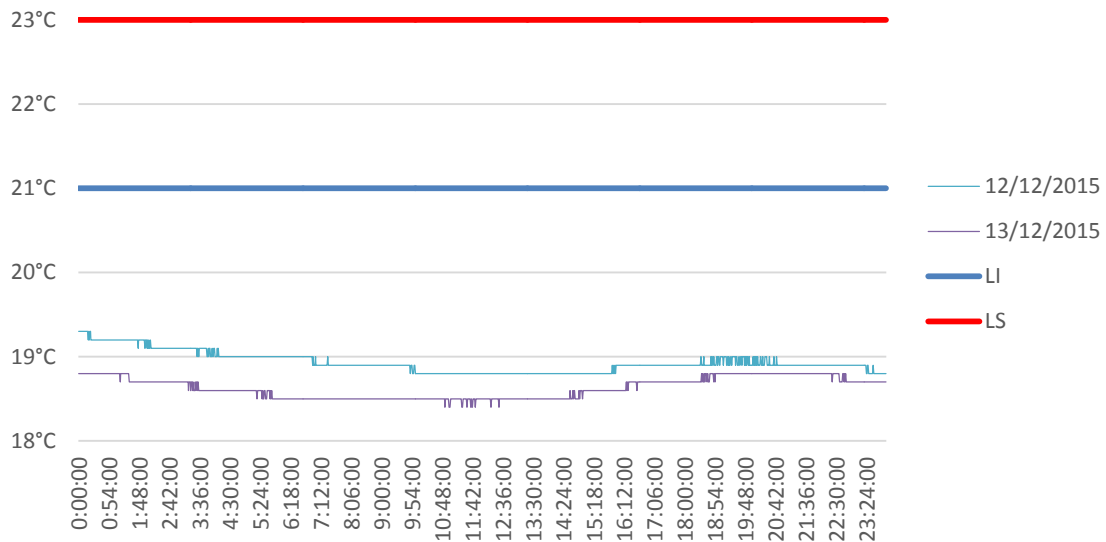


Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

Días lectivos

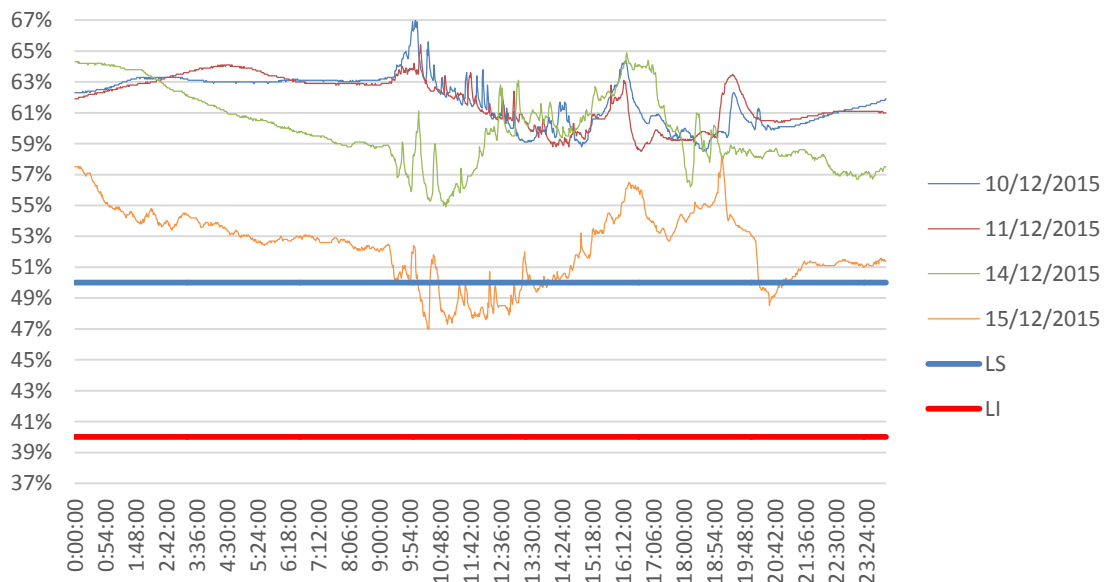


Gráfico 23 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos

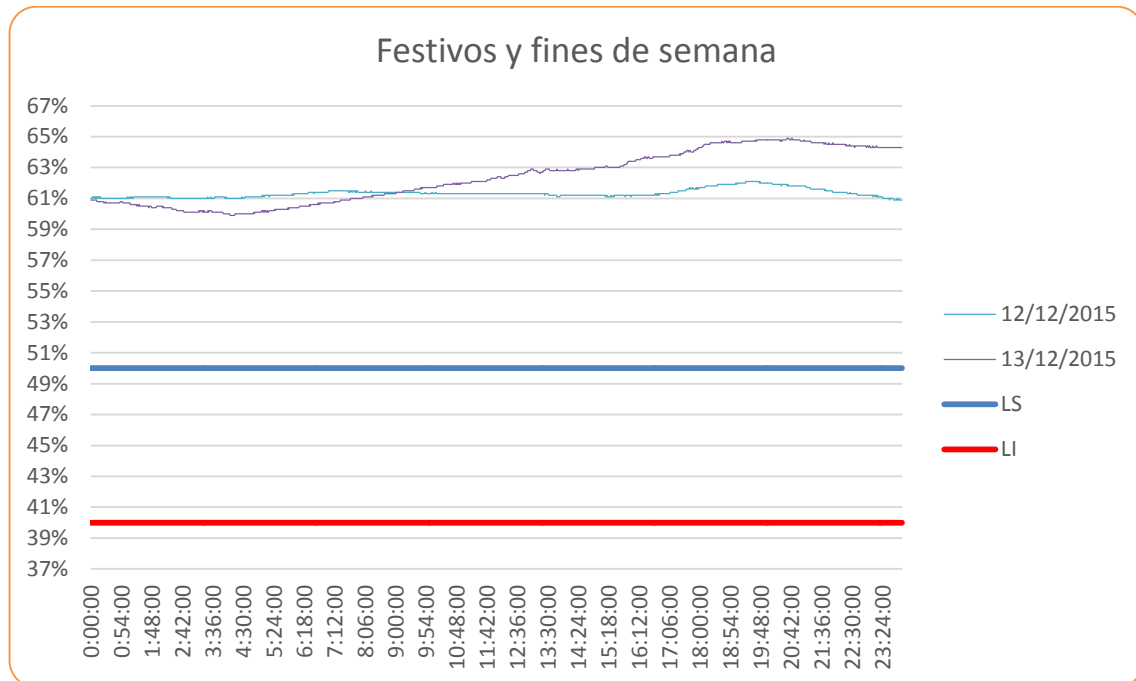


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

El ascenso de la temperatura en la estancia se inicia a las 10:00h hasta las 15:00h de lunes a viernes aproximadamente; coincidiendo con el periodo de máxima ocupación.

En ningún momento de la semana se alcanzan las condiciones de confort exigidas por el RITE (21°C mínimo).

Durante el periodo registrado se aprecia que en los fines de semana la temperatura registrada se encuentra en torno a los 18,5-19 ° C.

La humedad relativa registrada se encuentra por encima de la exigida por la normativa en todo momento.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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 centro educativo se ha obtenido una calificación C.

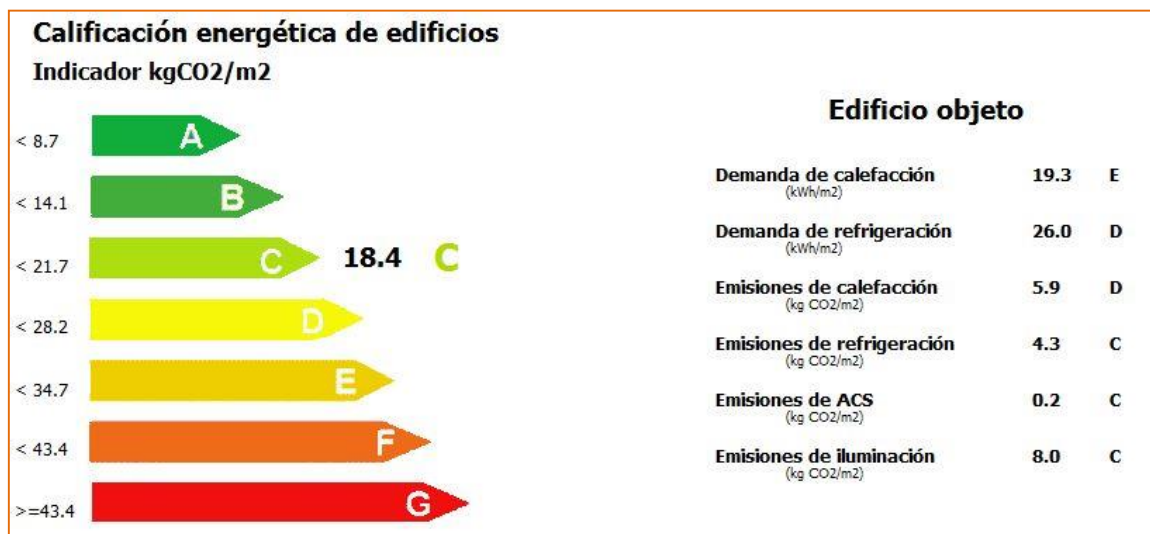


Imagen 12 Etiqueta Certificado Energético

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

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:

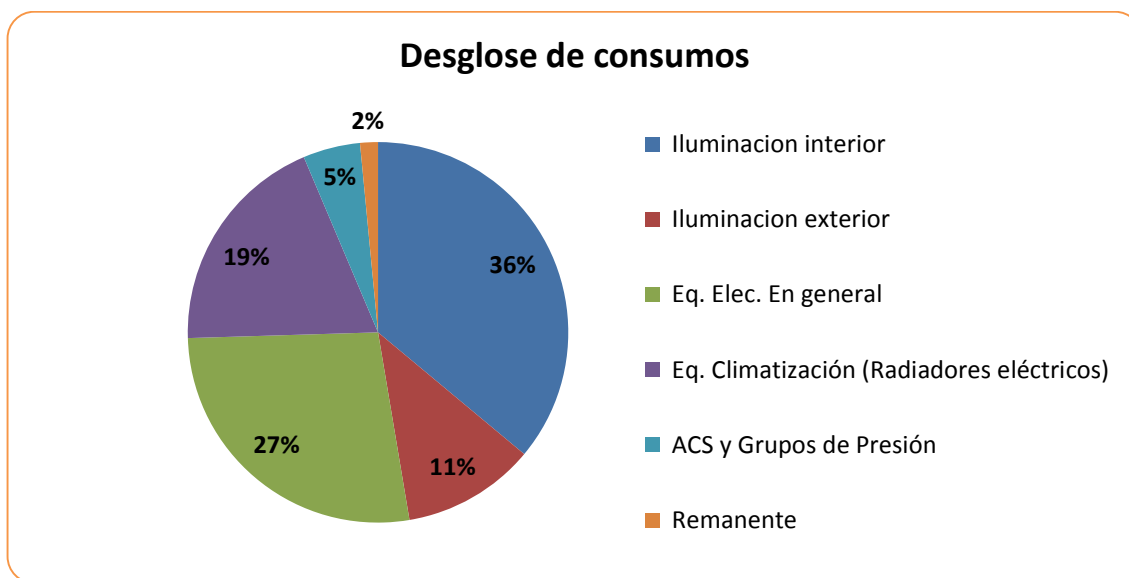


Gráfico 25 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde con la iluminación exterior, los equipos de producción de agua caliente sanitaria, y el grupo de presión instalados.

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 3%.

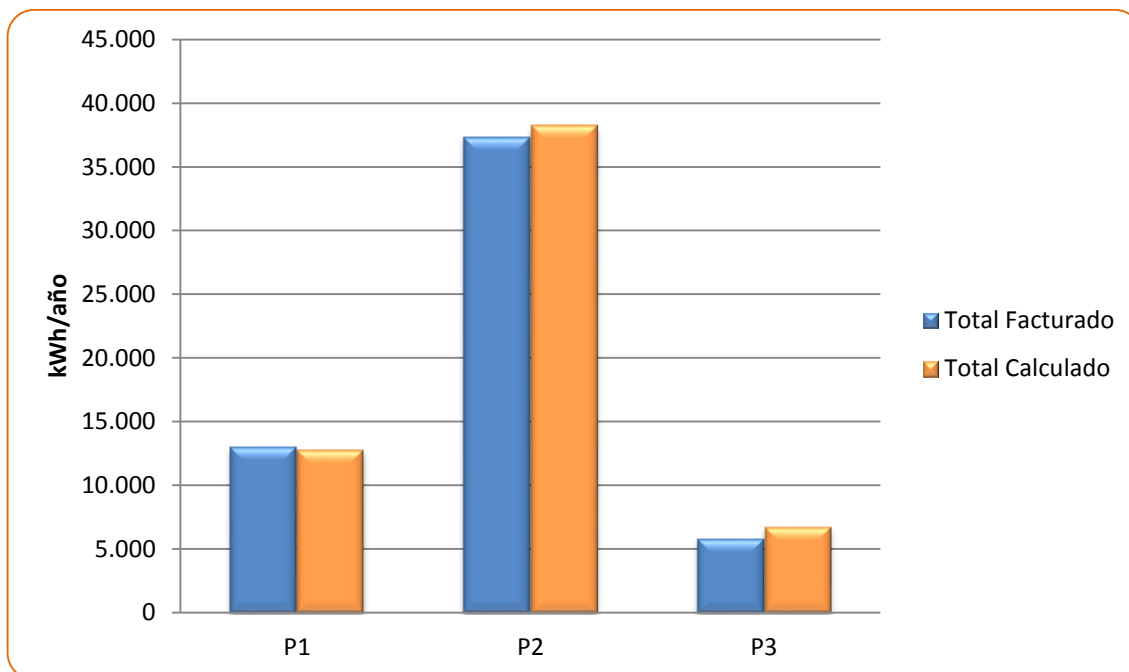


Gráfico 26 Desglose de consumos por periodo

Este desvío, se debe en gran parte al peso que tienen los convectores ya que su uso es muy variable de un año a otro y depende de las condiciones climáticas exteriores.

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

ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) del Edificio Gimnasio está cubierta por medio de una instalación solar térmica con apoyo de termos eléctricos.

A continuación se resume la contribución energética anual de dicha instalación a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el edificio, calculada de acuerdo a las características de la instalación existente, descrita en el apartado correspondiente:

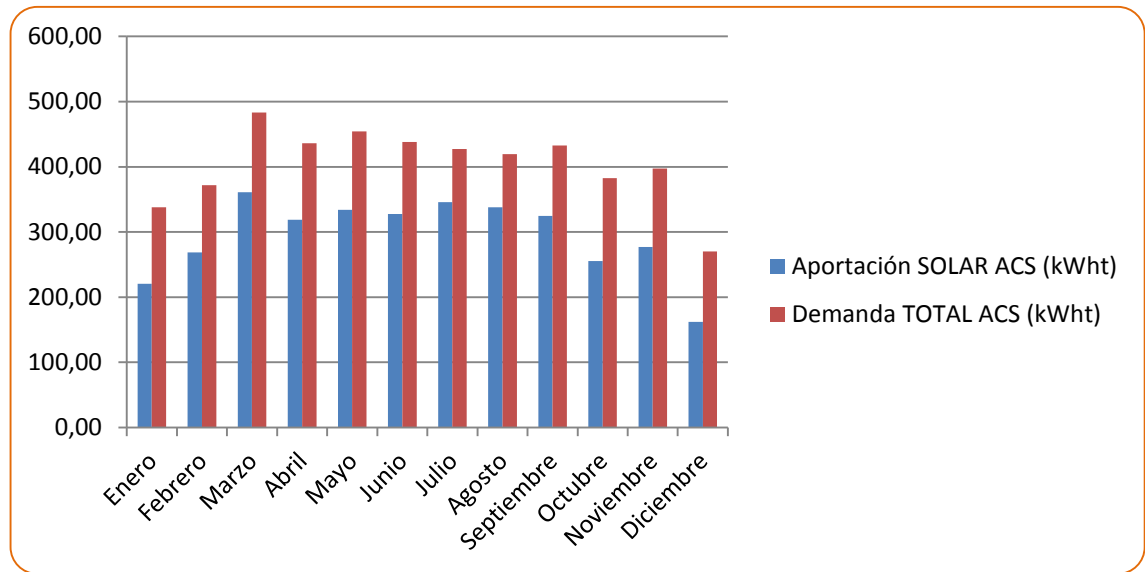


Gráfico 27 Resumen de contribución solar a la producción de ACS en el Edificio Gimnasio

Dicha contribución energética referenciada al conjunto del centro educativo se representa a continuación:

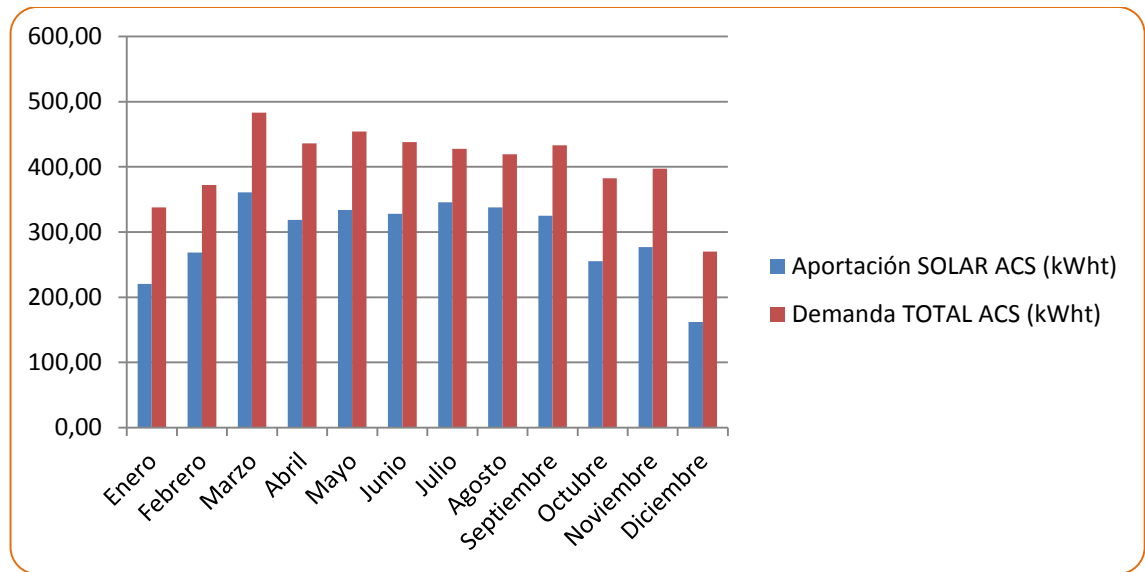


Gráfico 28 Resumen de contribución solar a la producción de ACS en el Centro Educativo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

En la siguiente tabla se muestran los datos globales de contribución solar anual a la producción de ACS del centro:

Demanda Térmica de ACS (kWht)	4.850,97
Aportación Solar Anual (kWht / %)	3.533,37 72,84%
kgCO₂ evitados al año	1.409,82
Ahorro Económico (€/año)	366,21

Tabla 22 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

De acuerdo a estos datos, 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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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 13 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 C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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	27,11%	71,42%	1,47%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,37918
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			
11.414	54,71%	20,30%	1.412,81 €	194,80 €	1.607,61 €	18.962,91 €	11,80	4,55

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 C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

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

Descripción de la mejora

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

Aplicación de la mejora

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

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

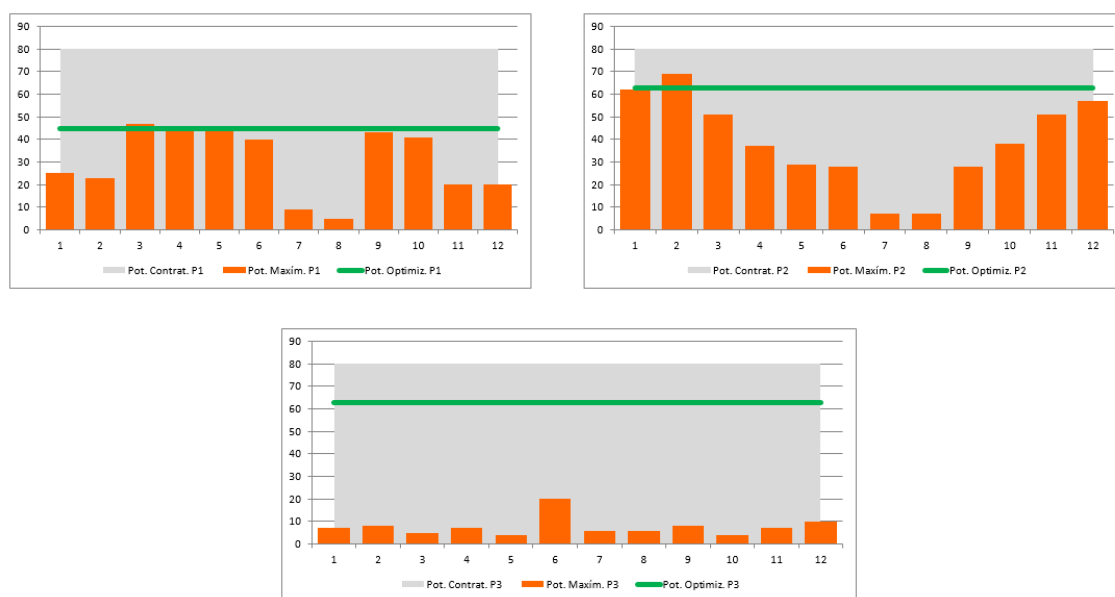


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **45 / 63 / 63 kW** en los tres periodos.

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

Cálculo de ahorros

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

Tipo de tarifa	P1 (€/kW año)	P2 (€/kW año)	P3 (€/kW año)
3.0 A	42,81	25,69	17,12

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

POT CONTRATADA			POTENCIA RECOMENDADA			Ahorro económico €/año
P1	P2	P3	P1	P2	P3	
80	80	80	45	63	63	1.688,10 €

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

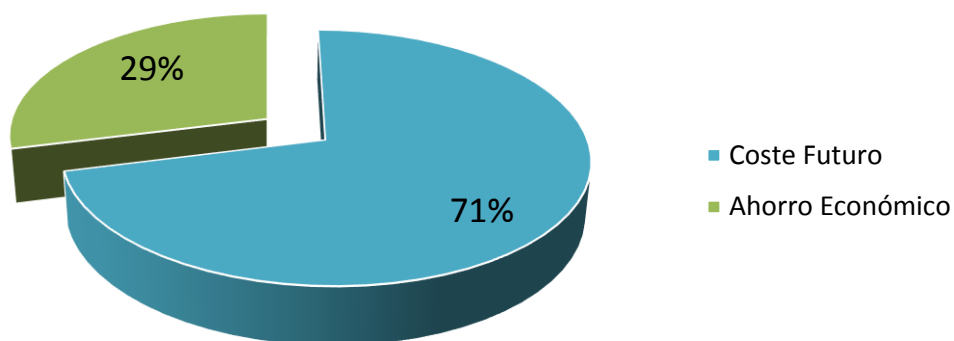


Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

5.3 Instalación de batería de condensadores

Descripción actuación: instalar una batería de condensadores para conseguir compensar el consumo de energía inductiva producida por los equipos consumidores.

Descripción de la mejora

La energía reactiva está asociada a la energía inductiva generada por los campos magnéticos internos de motores, transformadores (receptores) y otros elementos. Estos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento, entregándola durante la destrucción de los mismos.

Existen algunos efectos negativos que se derivan del consumo de este tipo de energía:

- Costes económicos para el consumidor.
- Caídas de tensión.
- Pérdida de potencia.
- Sobrecargas en las redes de distribución.

Las compañías comercializadoras de energía eléctrica penalizan económicamente a sus clientes cuando se produce un exceso de consumo de ésta. Estas penalizaciones se aplican cuando el factor de potencia de la instalación es inferior a 0,95.

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

- Reducción en el recibo de electricidad.
- Aumento de la potencia disponible.
- Disminución de pérdidas por efecto Joule en los conductores y transformadores.
- Reducción de las caídas de tensión aguas arriba del punto de conexión del equipo de compensación.

Aplicación de la mejora

Con la instalación de la batería de condensadores se consigue que el factor de potencia de la instalación se encuentre por encima de 0,95 que es el valor mínimo exigido por la comercializadora eléctrica para no sufrir penalización económica.

A partir de los datos de las facturas eléctricas del último año se observa que existe penalización por energía reactiva, por lo que se recomienda la instalación de una batería de condensadores automática para la compensación global de la potencia reactiva en el cuadro general de la instalación.

En la siguiente tabla se muestran las características que tiene que tener la batería de condensadores necesaria para obtener un factor de potencia por encima de 0,95 y por tanto eliminar la penalización por energía reactiva existente en la facturación:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
73,27	12,5+2x25	62,5

Tabla 23 Características de batería de condensadores

Inversión

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

El coste de implantación de este sistema es de 1.094,38 €.

La inversión incluye una batería de condensadores con regulación automática de la potencia calculada, interruptor y diferencial correspondiente, regulador de medida trifásico y la mano de obra correspondiente de montaje, conexionado y puesta en servicio.

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

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	%	€/año	€ ¹	años	Ton/año
--	--	1265,74	1.094,38	0,86	--

Tabla 24 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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.

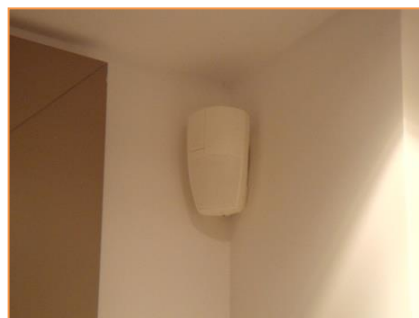


Imagen 14 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- ☐ Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- ☐ En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- ☐ Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- ☐ Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- ☐ Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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.

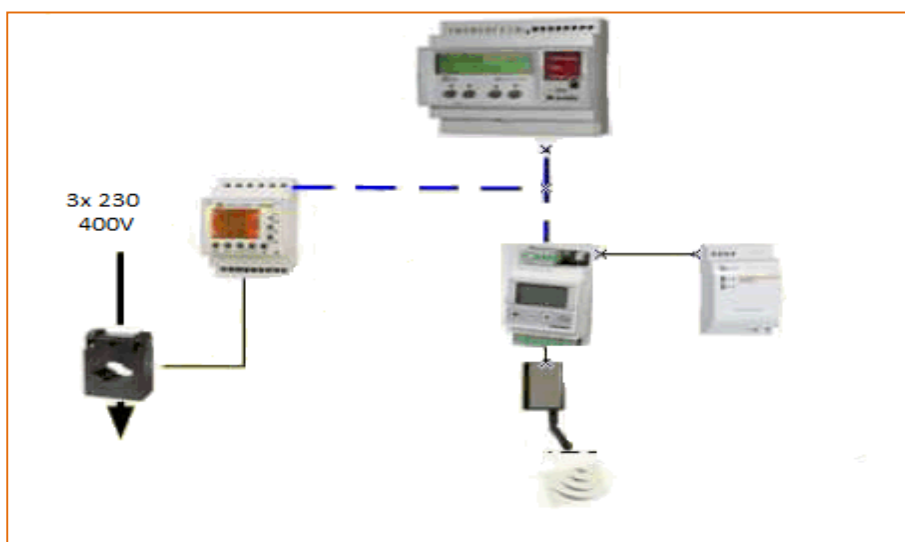


Imagen 15 Esquema de sistema de monitorización

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.

Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

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 convectores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

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

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

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

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:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. XARBLANCA	1306
		27
		Rev.08

- 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.

7.4 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	% ²	€/año	€ ³	años	Ton/año
Sustitución iluminación existente por tecnología LED	11.414	54,71%	1.607,61	18.962,91	11,8	4,55
Ajuste de Potencia eléctrica contratada	-	-	1.688,10	-	-	-
Instalación de Batería de condensadores	-	-	1.265,74	1.094,38	0,86	-
TOTAL ELÉCTRICAS	11.414	-	4.561,45	20.057,29	4,40	4,55

Tabla 25 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.

² Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

³ Todos los precios son sin IVA