



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA **AYUNTAMIENTO DE MARBELLA**

(C.E.I.P. Miguel Hernández)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_47_20160926

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.....	5
1.4.1 Producción de ACS	5
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	5
1.4.3 Unidades Terminales.....	7
1.5 Iluminación.....	10
1.5.1 Iluminación interior	11
1.5.2 Iluminación exterior	12
1.5.3 Sistemas de control	13
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	13
1.6 Otros equipos.....	13
1.7 Resumen de potencias instaladas	17
2. CONSUMOS ANUALES.....	18
2.1 Consumos eléctricos	18
2.2 Consumos térmicos.....	18
2.3 Consumos energéticos totales	19
2.4 Índices energéticos.....	19
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	20
3.1 Medidas eléctricas.....	20
3.1.1 Registros trifásicos	20
3.1.2 Registros monofásicos.....	24
3.2 Medida de nivel de iluminación	26
3.3 Medidas térmicas.....	28
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	28
3.4 Análisis termográfico.....	31
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	32
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	32
4.2 Desglose de consumos térmicos	32
4.3 Contribución de energías renovables	32
5. MEJORAS RECOMENDADAS	33

5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	33
	El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada	
5.2	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	34
5.3	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	37
6.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	39
6.1	Energía solar térmica.....	39
6.2	Biomasa	39
6.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	40

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP MIGUEL HERNANDEZ
Dirección	Avda. Jorge Guillén s/n. San Pedro de Alcántara. Málaga
Tipo de edificio	Centro educativo
Persona de Contacto	951270551
Número de edificios	5
Referencia Catastral	1304107UF2410S0001IU

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Miguel Hernández** que se han auditado se encuentran situadas en la **Avenida Jorge Guillen s/n** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general del CEIP Miguel Hernández

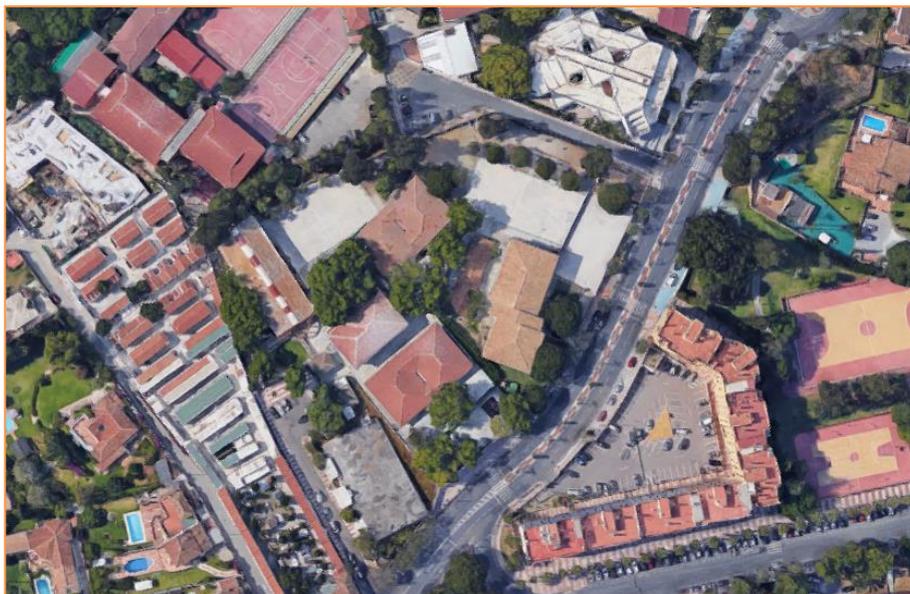


Imagen 2 Vista aérea del CEIP Miguel Hernández

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma
Edificio Helvia	2	623,65	300	7:30-20:00	1986	2015
Edificio Frasquita Larrea	1	540,2	115	8:45-20:00	1977	2015
Edificio María Zambrano	1	547,6	115	8:45-20:00	1977	2015
Edificio María Rosa Gálvez	1	357,77	250	8:45-20:00	1978	2015
Edificio Elvira Lindo	1	606,45	300	8:45-20:00	1986	2015

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Oficinas	40-45	9:00-14:00	Administrativo
Conserjería	3	7:30-20:00	Administrativo
Aulas	700-750	9:00-14:00	Docente
Zona deportiva	-	16:00-18:00	Actividades extraescolares
Todo el edificio	-	18:00-20:00	Limpieza
Aula matinal	-	07:30-09:00	Docente

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta 1	Planta -	Planta -1	Sup. Total (m2)
Administrativo	58	--	--	--	58
Aseos	158	45	--	34	236
Aulas	1.299	649	--	109	2.057
Cocina-comedor	106	--	--	--	106
No habitable	60	--	--	--	60
Otros	121	--	--	--	121
Porche	9	--	--	--	9
Usos múltiples	32	--	--	168	200
Zonas comunes	446	164	21	12	643
Sup. Total (m2)	2.289	857	21	322	3.489

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 59% 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 18%.

Superficie según usos

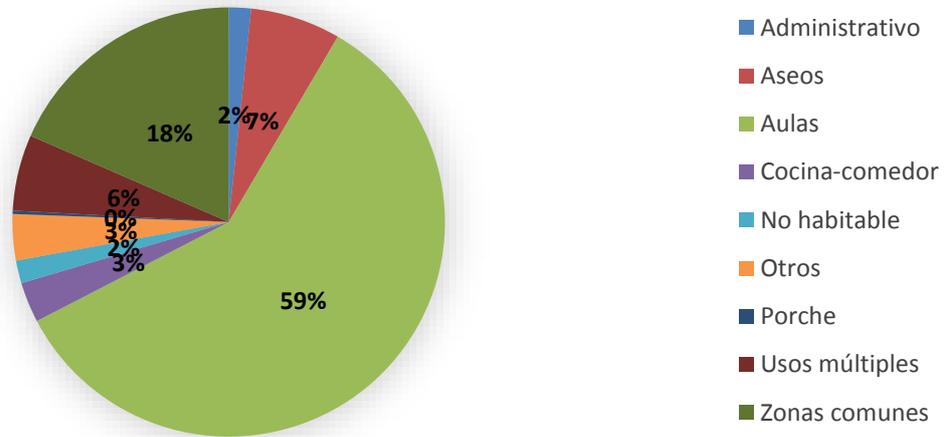


Gráfico 1 Superficie según Usos

Todas las plantas de los edificios que componen el complejo educativo del CEIP Miguel Hernández se pueden consultar en el Anexo de planos.

1.3 Envoltente y cerramientos

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran las normas MV, competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación fue desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación; y concretamente se editaron entre los años 30 y 70 las siguientes normas reguladoras de la envoltente térmica:

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1977; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

El complejo educativo del CEIP Miguel Hernández consta de cinco edificios individuales destinados a la enseñanza, el conjunto se ha ido creando en función de las necesidades del centro de más espacio. Todos son edificios de máximo una altura extra con cubiertas inclinadas de teja cerámica.

Respecto a los cerramientos, podemos encontrar de varios tipos aunque en general predominan las carpinterías de marcos metálicos con vidrios simples, en algunas zonas vidrios armados.

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

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

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características del termo-acumulador eléctrico instalados en el centro para producción-acumulación de ACS de forma local y ubicada en las proximidades del punto de consumo:

Edificio	Planta	Zona	Potencia eléctrica (kW)	Capacidad (litros)
EDIFICIO MARIA ROSA GÁLVEZ	0	Comedor	1,20	75

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1
Generador	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio María Zambrano
Planta	0
Ubicación equipo	Fachada SO
Zona de tratamiento	Aula 4
Servicio	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire
Tecnología	-
Marca	Daitsu
Modelo	DOS-12UIEK-2

Refrigerante	R410a
Año de instalación	-
Potencia Frigorífica (kW)	3.500,00
Potencia Absorbida Frío (kW)	1.170,00
EER	2,99
ESEER	0,00
Potencia Calorífica (kW)	4.000,00
Potencia Absorbida Calor (kW)	1.200,00
COP	3,33
ES COP	0,00
Recuperación de calor (kW)	-
Mes inicio calefacción	Diciembre
Mes final calefacción	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo
Mes final refrigeración	Octubre
días/semana	L-V
horario funcionamiento (mañana)	08:45-14:00
horario funcionamiento (tarde)	15:00-20:00
Sistema de gestión centralizado	No
Control - encendido / apagado	Manual

Tabla 6 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización



Imagen 5 Equipos de producción de frío y calor para climatización

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

Calefacción	4,00 kW
Refrigeración	3,50 kW

Tabla 7 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

1.4.3 Unidades Terminales

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

Unidades interiores – Expansión directa

El centro consta de unidades interiores de diferentes tipologías pared como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores sistemas tipo split 1x1, como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

Característica	1
Unidad terminal	Unidad interior - Split
Tipo	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split
Planta	0
Zona de tratamiento	Aula 4
Marca	Daitsu
Modelo	DS-12UIEK-2
Cantidad	1
Alimentación	(F) 2 tubos
Batería calor	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	4,00
Batería frío	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	3,50
Pot. Abs. (kW)	0,05
Regulación	Manual
Tipo control	Termostato por usuario
Observaciones	-

Tabla 8 Características técnicas de unidades interiores instaladas



Imagen 6 Tipología de unidades interiores instaladas

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Aulas	60,81	4,00	65,78
Total	60,81	4,00	65,78

Tabla 9 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

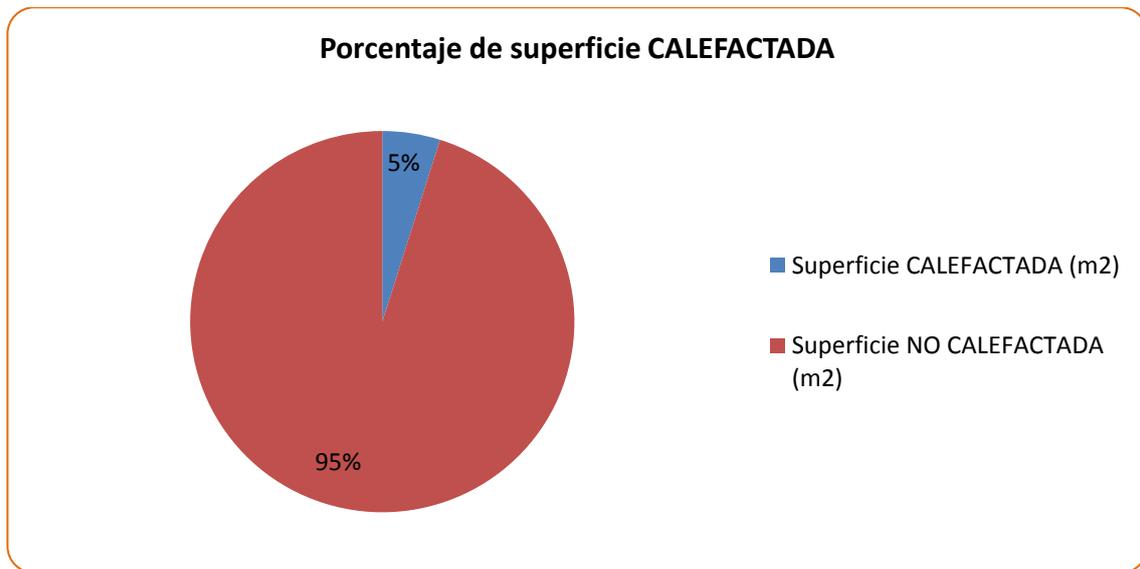


Gráfico 2 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Aulas	60,81	3,50	57,56
Total	60,81	3,50	57,56

Tabla 10 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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

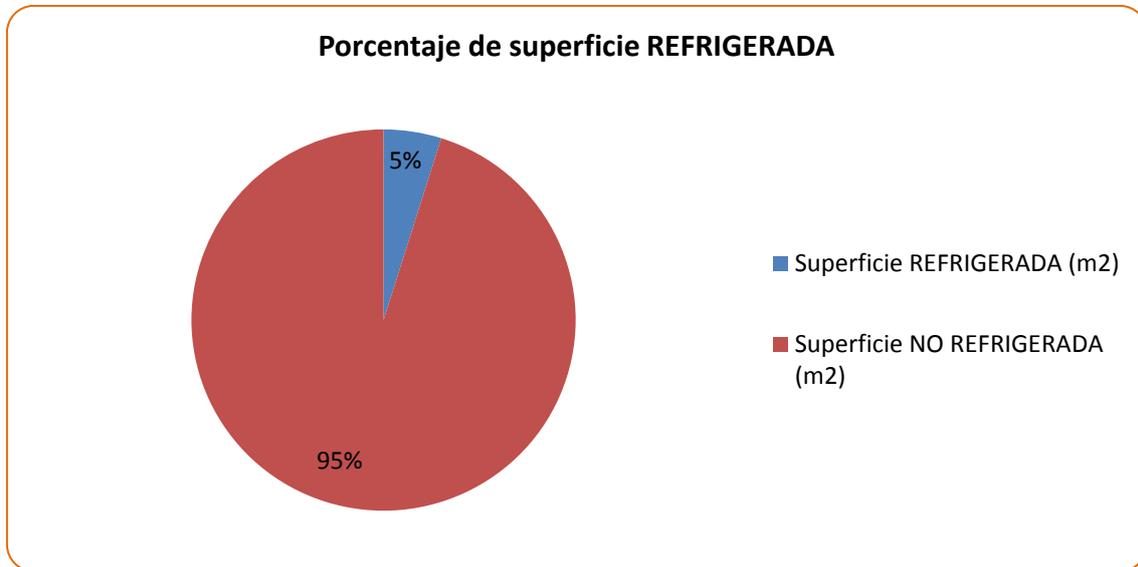


Gráfico 3 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 39,54 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

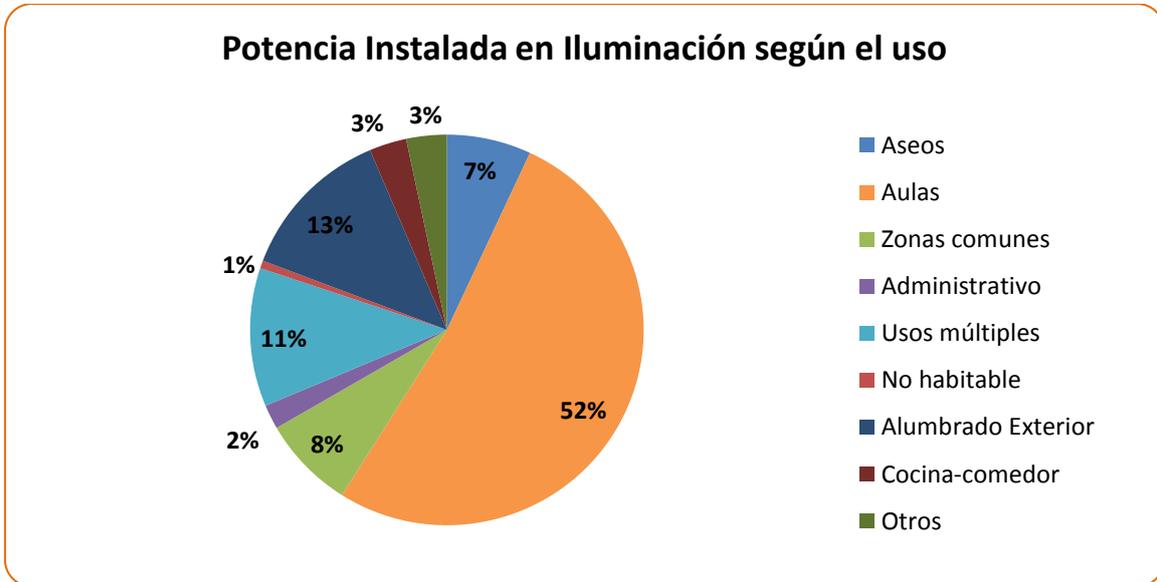


Gráfico 4 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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.

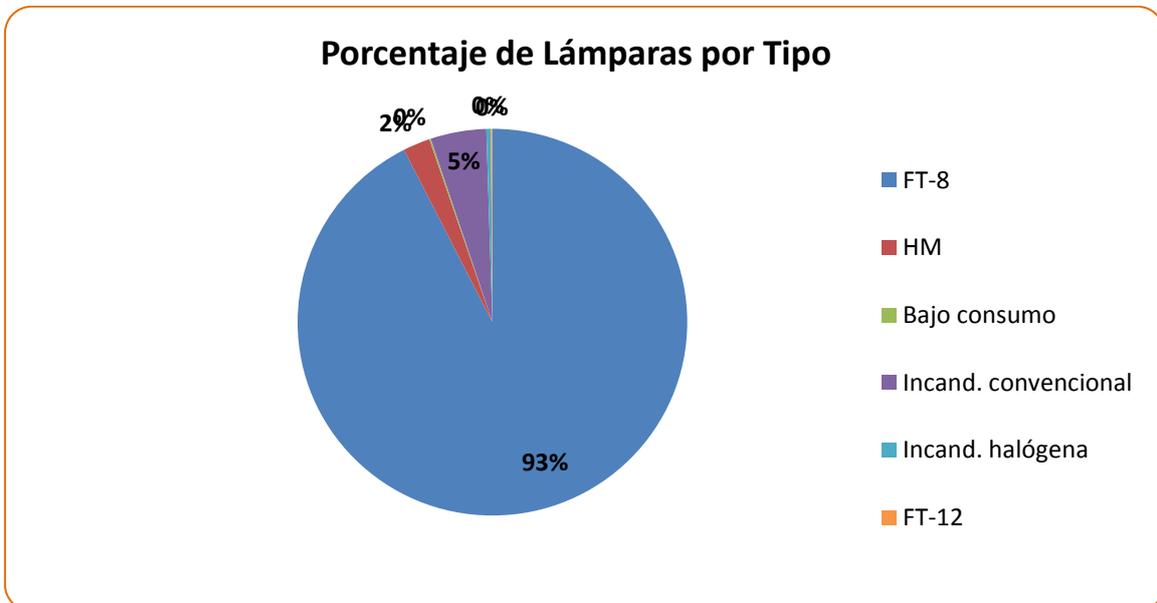


Gráfico 5 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado por zonas 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	421	31,31
FT-8	419	31,23
2	321	27,26
36	310	26,78
18	11	0,48
1	98	3,97
36	86	3,72
18	12	0,26
Incand. convencional	1	0,05
1	1	0,05
40	1	0,05
FT-12	1	0,02
1	1	0,02
20	1	0,02
-	22	3,15
Incand. convencional	14	0,58
1	14	0,58
40	13	0,52
60	1	0,06
Incand. halógena	3	0,15
1	3	0,15
50	3	0,15
Bajo consumo	1	0,02
1	1	0,02
20	1	0,02
HM	4	2,40
1	4	2,40
500	4	2,40
Total general	443	34,46

Tabla 11 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 7 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)
-	36	5,08
Incand. convencional	22	0,88
1	22	0,88
40	22	0,88
HM	14	4,20
1	14	4,20
250	14	4,20
Total general	36	5,08

Tabla 12 Resumen de iluminación exterior

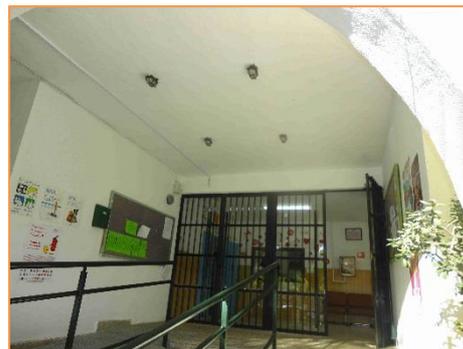


Imagen 8 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

El funcionamiento del alumbrado exterior está programado para activarse a las 19 horas en el periodo invernal y se apaga al inicio de las clases.

En el interior del edificio no existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa de 19 a 9 horas todos los días.

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

1.6 Otros equipos

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

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Audiovisual	33	7,969
DVD/CD	1	0,02
20	1	0,02
Proyector	19	5,422
250	2	0,5
300	1	0,3
400	2	0,8
240	1	0,24
312	7	2,184
233	6	1,398

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
Video VHS	2	0,04
20	2	0,04
DVD	1	0,02
20	1	0,02
Impresora doméstica	1	0,017
17	1	0,017
Television Tubo	4	1,2
300	4	1,2
Proyector portatil	3	0,75
250	3	0,75
Television LCD	2	0,5
250	2	0,5
Electrodoméstico	13	18,955
Frigorifico	3	0,58
220	2	0,44
140	1	0,14
Horno	1	6
6000	1	6
Lavavajillas	1	3,45
3450	1	3,45
Microondas	3	3,2
1200	2	2,4
800	1	0,8
Cafetera	1	0,75
750	1	0,75
Máquina de Café	1	1,5
1500	1	1,5
Armario caliente	1	2
2000	1	2
Refrigerador	1	0,475
475	1	0,475
Kettle / Calienta agua	1	1
1000	1	1
Informático	59	13,652
Impresora	3	1,52
250	1	0,25
340	1	0,34
930	1	0,93
Ordenador sobremesa	30	9
300	30	9
Fotocopiadora	1	1,3
1300	1	1,3
Fax	1	0,011
11	1	0,011
Ordenador	1	0,3
300	1	0,3
Ordenador portatil	5	0,75
150	5	0,75
Portátil	1	0,15

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
150	1	0,15
Impresora doméstica	14	0,399
220	1	0,22
10	5	0,05
20	1	0,02
11	1	0,011
17	3	0,051
16	1	0,016
13	1	0,013
18	1	0,018
Monitor PC	1	0,19
190	1	0,19
Otros	2	0,032
16	2	0,032
Otros	12	3,636
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Ventilador	1	0,07
70	1	0,07
Fotocopiadora	2	2,05
1840	1	1,84
210	1	0,21
Fax	1	0,01
10	1	0,01
Amplificador	1	0,529
529	1	0,529
Otros	5	0,555
10	1	0,01
60	1	0,06
70	2	0,14
345	1	0,345
Matamosquitos	1	0,032
32	1	0,032
Sonido	27	0,703
Altavoz	10	0,2
20	10	0,2
Radio-cd	9	0,198
22	9	0,198
Equipo de música	8	0,305
30	5	0,15
50	2	0,1
55	1	0,055
Radiador eléctrico	25	43,9
Radiador electrico	23	40,9
1500	5	7,5
2000	15	30
1200	2	2,4
1000	1	1
Calefactor	2	3

Tipos de Equipos	Suma de Nº Equipos	Suma de Potencia total (kW)
1500	2	3
Producción de frío y calor	1	1,55
Unidad exterior - Split	1	1,55
1,55	1	1,55
Unidades de tratamiento	1	0,05
Unidad interior - Split	1	0,05
0,05	1	0,05
ACS	1	1,2
Termo-acumulador eléctrico	1	1,2
1,2	1	1,2
Total general	172	91,615

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.

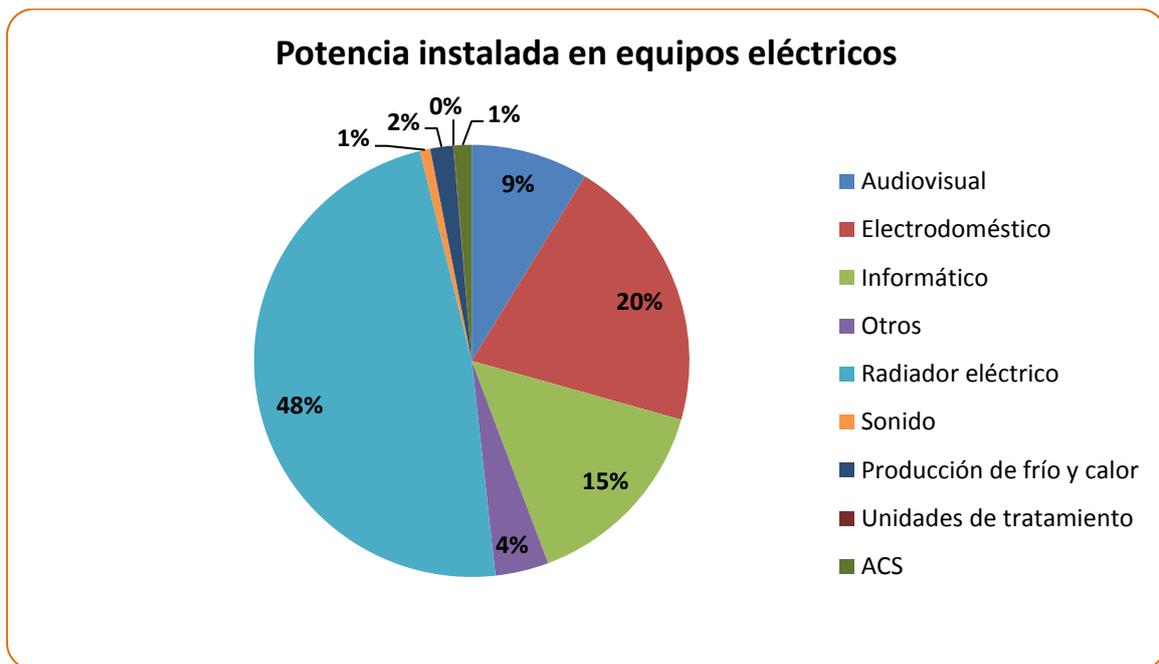


Gráfico 6 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

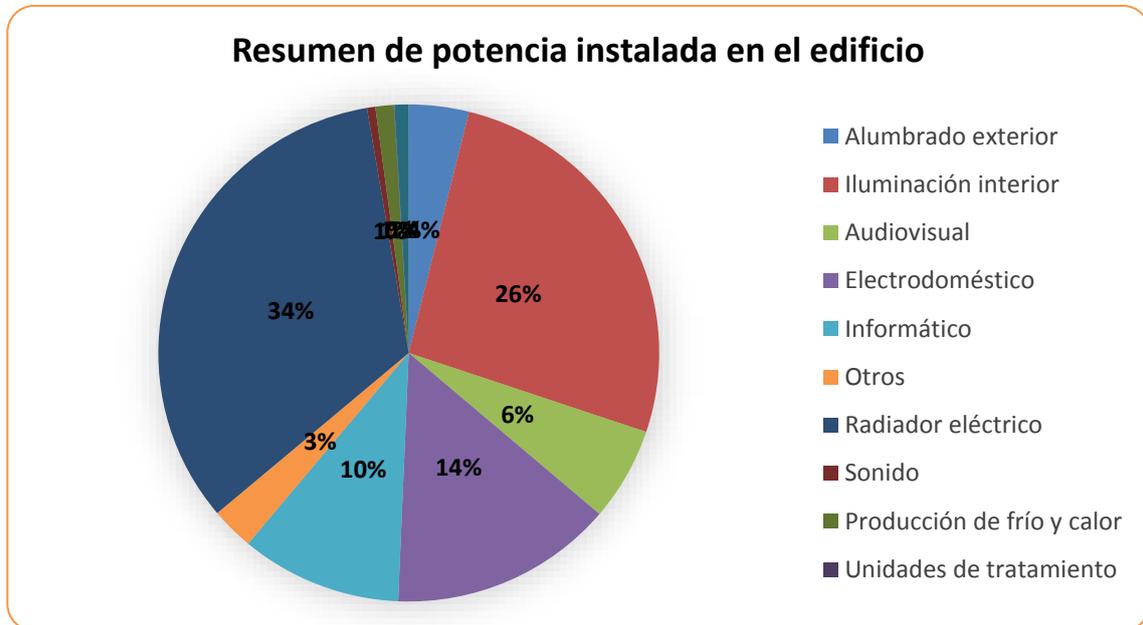


Gráfico 7 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

No fue posible tener acceso a la facturación eléctrica del edificio, ya que la gestión del edificio es competencia de la autoridad portuaria.

2.2 Consumos térmicos

No existe facturación térmica porque el edificio no tiene ningún tipo de consumo de combustible fósil.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

2.3 Consumos energéticos totales

Como se menciona en los apartados anteriores no ha sido posible tener acceso a la facturación eléctrica y no hay ningún consumo térmico en el edificio.

2.4 Índices energéticos

No se pueden presentar los índices energéticos porque no se conocen los consumos eléctricos y no hay consumos térmicos.

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

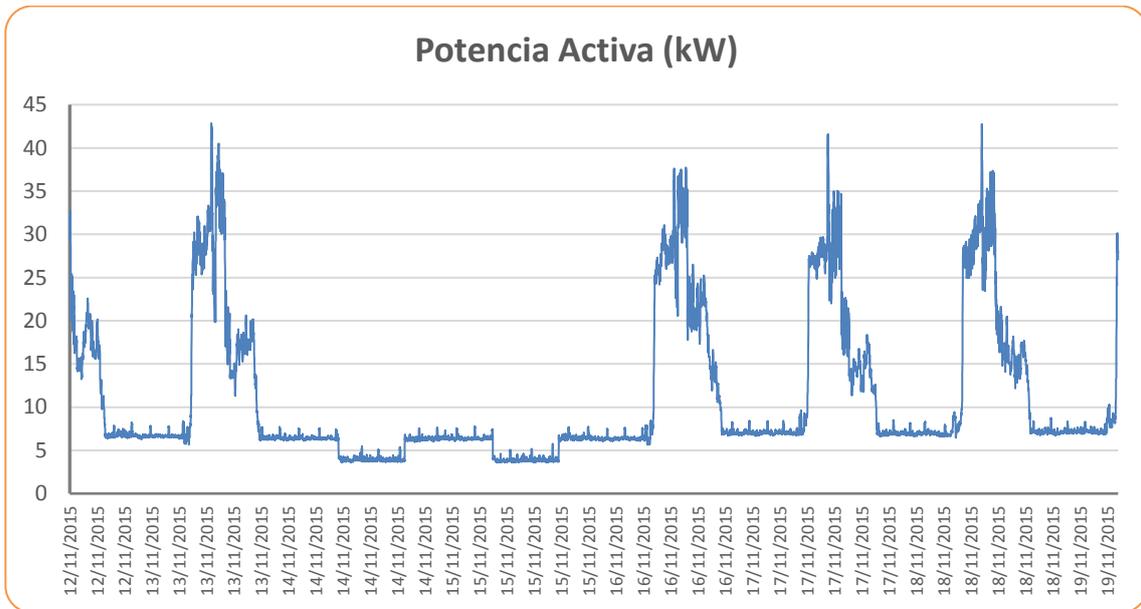


Gráfico 8 Datos de registro de potencia activa desde el 12/11/2015 al 19/11/2015

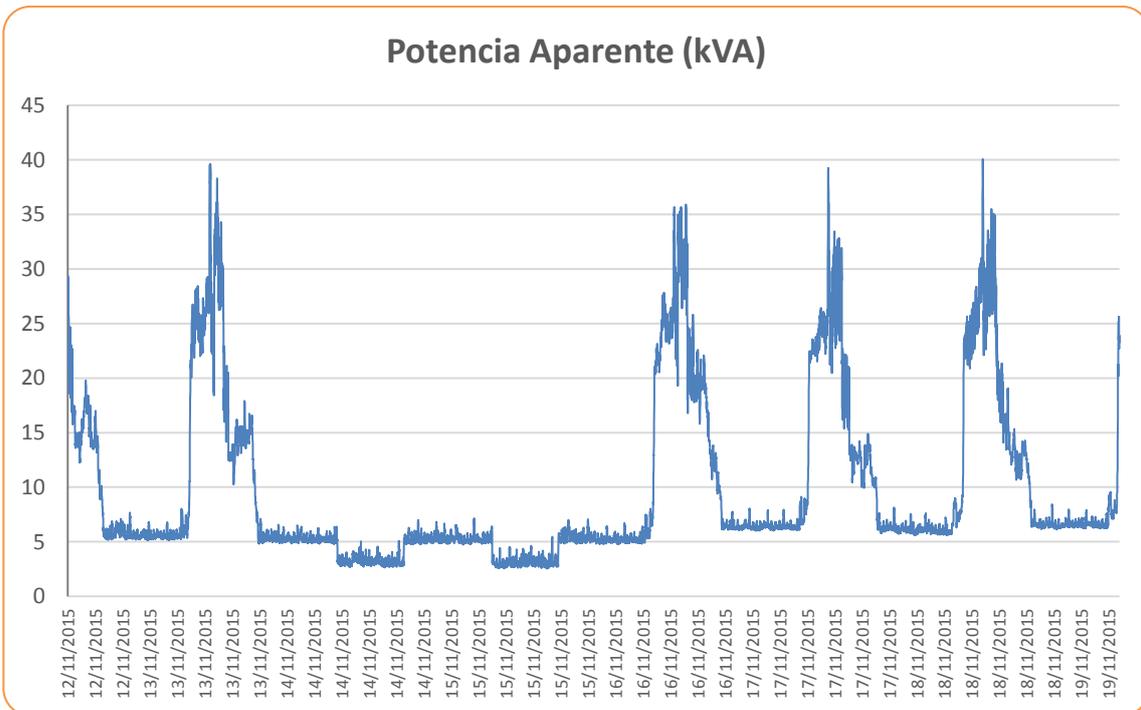


Gráfico 9 Datos de registro de potencia aparente desde el 12/04/2015 al 19/04/2015

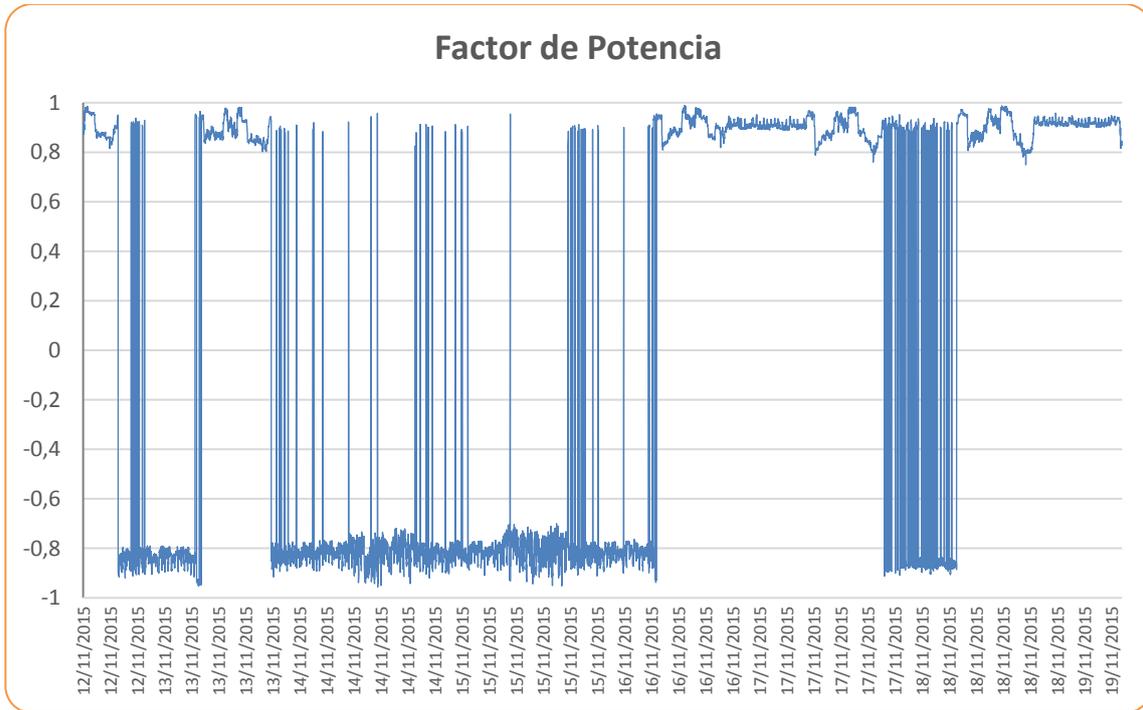


Gráfico 10 Factor de potencia trifásico registrado

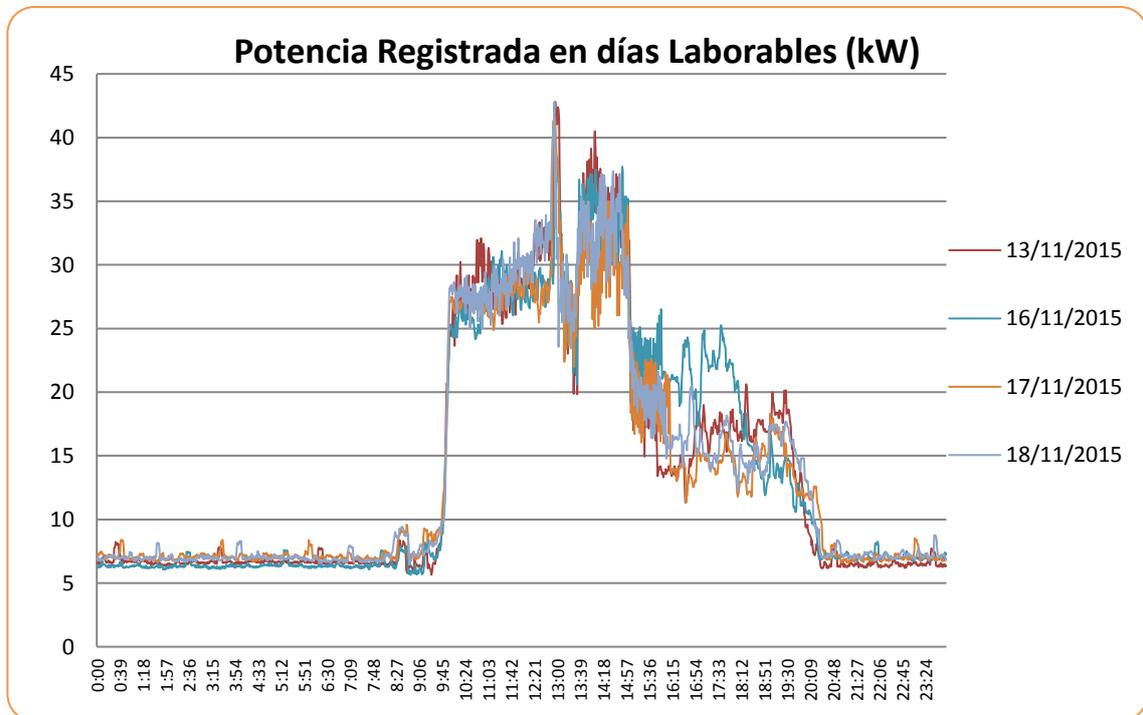


Gráfico 11 Potencia registrada en días lectivos (kW)

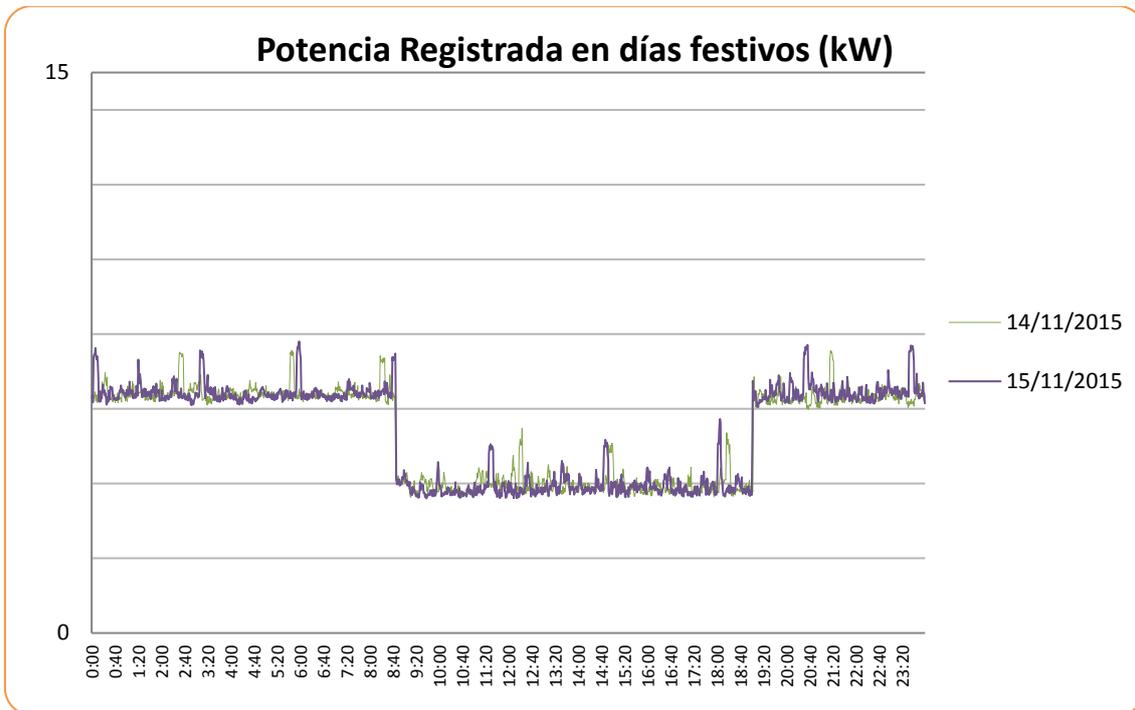


Gráfico 12 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

En esta instalación en particular existe un gran problema con la instalación eléctrica, porque tras realizar las remodelaciones se instalaron nuevos puntos de suministro en las edificaciones más recientes, llegando a tener más de tres contratos en toda la instalación. A fecha de auditoria se están realizando trabajos para agrupar toda la instalación en un mismo contador. El registro trifásico se ha realizado en el cuadro general del edificio principal, de este, según personal del Ayuntamiento nos ha trasladado de que cuelga toda la instalación, por lo que se ha tomado de referencia para el análisis.

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 3,5 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 42 kW aproximadamente.

Durante todos los días de la semana se observa que desde las 19:00 hasta las 08:00 se hace uso de la iluminación exterior.

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

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

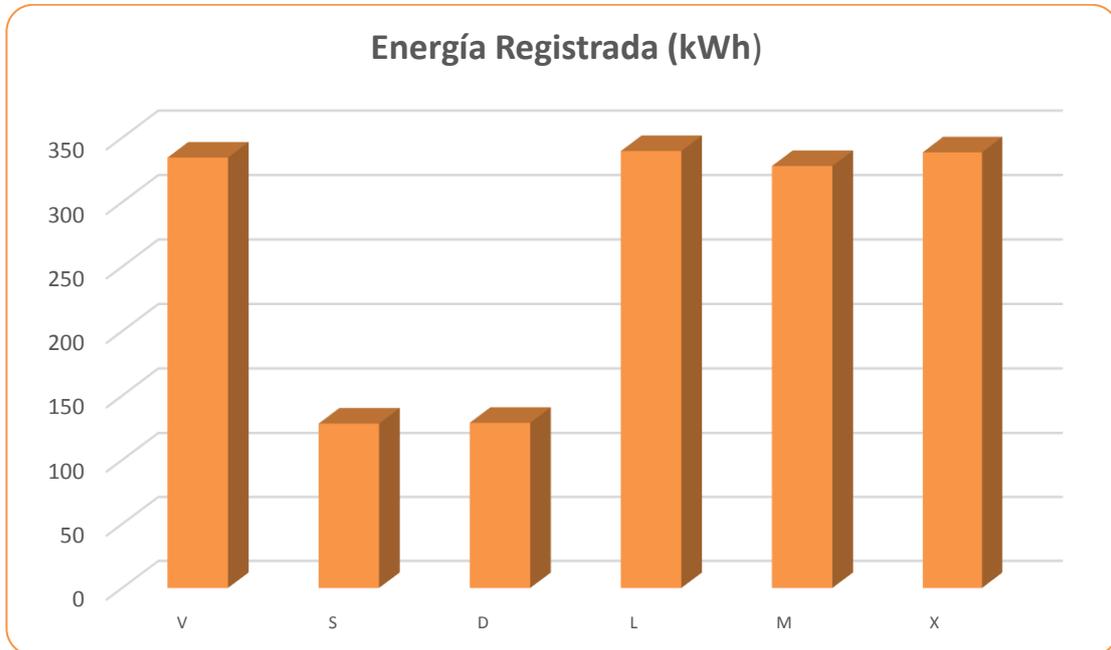


Gráfico 13 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 335,25 kWh y durante los días festivos de 128,52 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 8.404,45 kWh para el mes de Noviembre, no se ha podido realizar una comparación entre lo registrado y lo facturado por la falta de facturación eléctrica.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Secretaria**

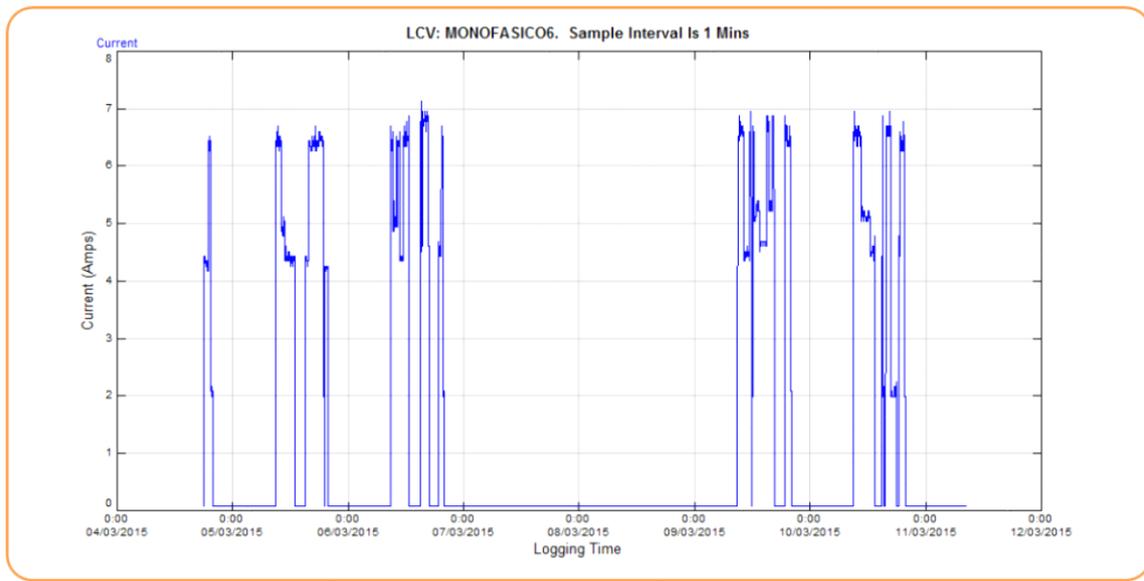


Gráfico 14 Registro de monofásico instalado en secretaria

- **Conserjería y dirección**

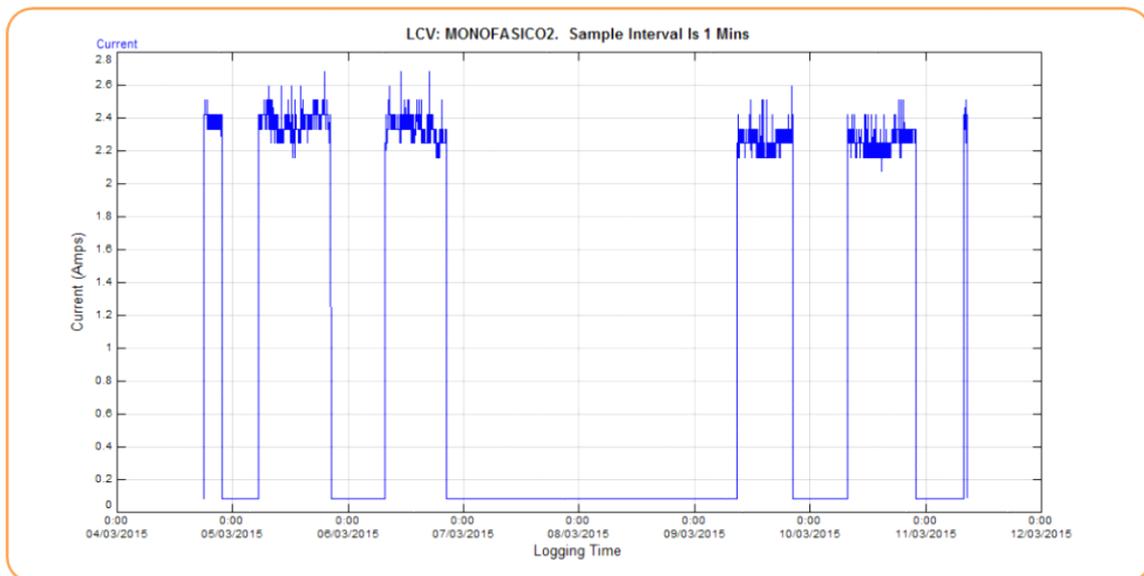


Gráfico 15 Registro de monofásico instalado en conserjería y dirección

- Aula bloque 1

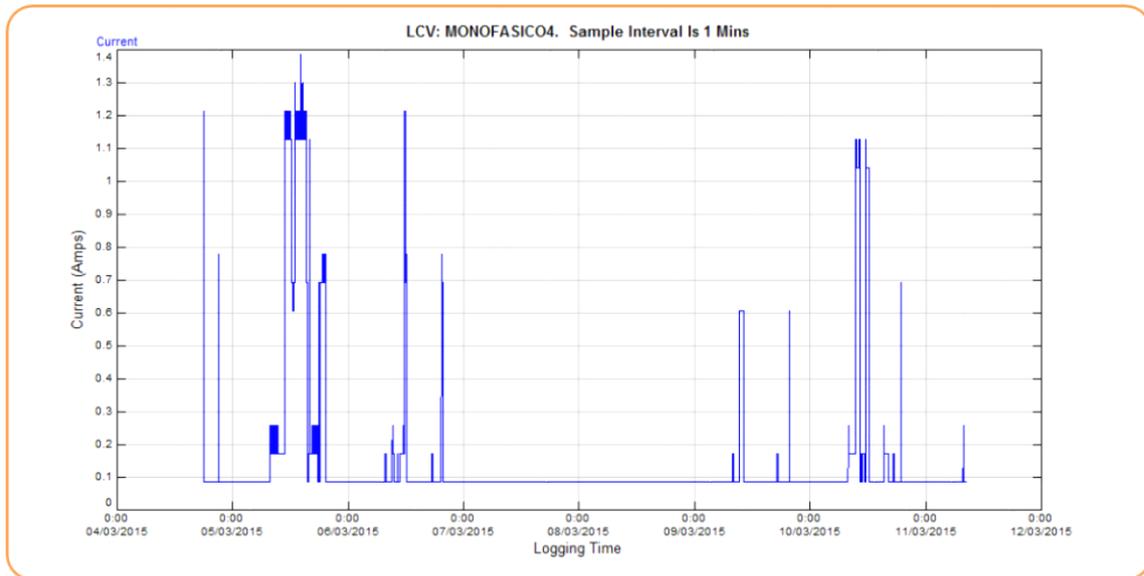


Gráfico 16 Registro de monofásico instalado en aula bloque 1

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

- Secretaria: 5,80 h
- Conserjería y administración: 7,3 h.
- Aula bloque 1: 5 h.

3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio Helvia	0	Sala de Profesores	691,2	54,00	343	300	3,73
Edificio Helvia	0	Distribuidor 1	86,4	15,75	136	150	4,03
Edificio Helvia	0	Oficina Nº14	20	7,50	140	300	1,90
Edificio Helvia	0	Distribuidor 2	86,4	19,10	140	150	3,23
Edificio Helvia	0	Pasillo 1	172,8	48,90	120	150	2,94
Edificio Helvia	0	Aula 3	172,8	19,50	232	300	3,82
Edificio Helvia	1	Aula 9	172,8	19,50	247	300	3,59
Edificio Helvia	1	Aula 21	604,8	59,30	271	300	3,76
Edificio Helvia	1	Aula 22	691,2	59,30	293	300	3,98
Edificio Helvia	1	Pasillo 3	86,4	18,40	316	150	1,49
Edificio Helvia	1	Aula 26	691,2	58,50	298	300	3,96
Edificio Helvia	1	Aula 27	345,6	25,50	307	300	4,41
Edificio Helvia	1	Aula 30	345,6	25,50	362	300	3,74
Edificio Frasquita Larrea	0	Aula 2	518,4	61,20	290	300	2,92
Edificio Frasquita Larrea	0	Aula 3 3ºB	518,4	59,86	323	300	2,68
Edificio Frasquita Larrea	0	Aula P.T.	86,4	15,37	210	300	2,68
Edificio Frasquita Larrea	0	Aula 8	518,4	61,20	290	300	2,92
Edificio Frasquita Larrea	0	Aula 7	518,4	59,86	287	300	3,02
Edificio Frasquita Larrea	0	Biblioteca	259,2	30,50	196	300	4,34
Edificio María Zambrano	0	Aula 3	345,6	60,22	217	300	2,64
Edificio María Zambrano	0	Estudio 5	43,2	19,17	104	300	2,17
Edificio María Zambrano	0	Aula pequeña	43,2	19,17	119	300	1,89
Edificio María Zambrano	0	Aula 1	345,6	60,22	194	300	2,96
Edificio María Rosa Gálvez	0	Pasillo	172,8	29,50	137	150	4,28
Edificio María Rosa Gálvez	0	Comedor	1209,6	105,84	419	200	2,73

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m ²)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Edificio María Rosa Gálvez	0	Estudio Nº1	43,2	12,80	112	300	3,01
Edificio María Rosa Gálvez	0	Aula 1	518,4	53,77	304	300	3,17
Edificio María Rosa Gálvez	0	Aula 2	518,4	52,00	305	300	3,27
Edificio María Rosa Gálvez	1	Aula 9	518,4	53,77	285	300	3,38
Edificio María Rosa Gálvez	1	Estudio Nº2	43,2	12,80	148	300	2,28
Edificio María Rosa Gálvez	1	Aula 8	518,4	52,00	284	300	3,51
Edificio María Rosa Gálvez	1	Aula 7	518,4	52,00	251	300	3,97
Edificio Elvira Lindo	0	Aula 63	691,2	56,51	326	300	3,75
Edificio Elvira Lindo	0	Aula 65	691,2	56,27	352	300	3,49
Edificio Elvira Lindo	0	Aula 66	691,2	54,90	382	300	3,30

Tabla 14 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en algunas de las estancias del centro educativo.

*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

El centro no cuenta con instalación de calefacción, por este motivo no se ha considerado la utilización de equipos 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 15 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo comprendido entre los días 12/11/2015 y 19/11/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Secretaria

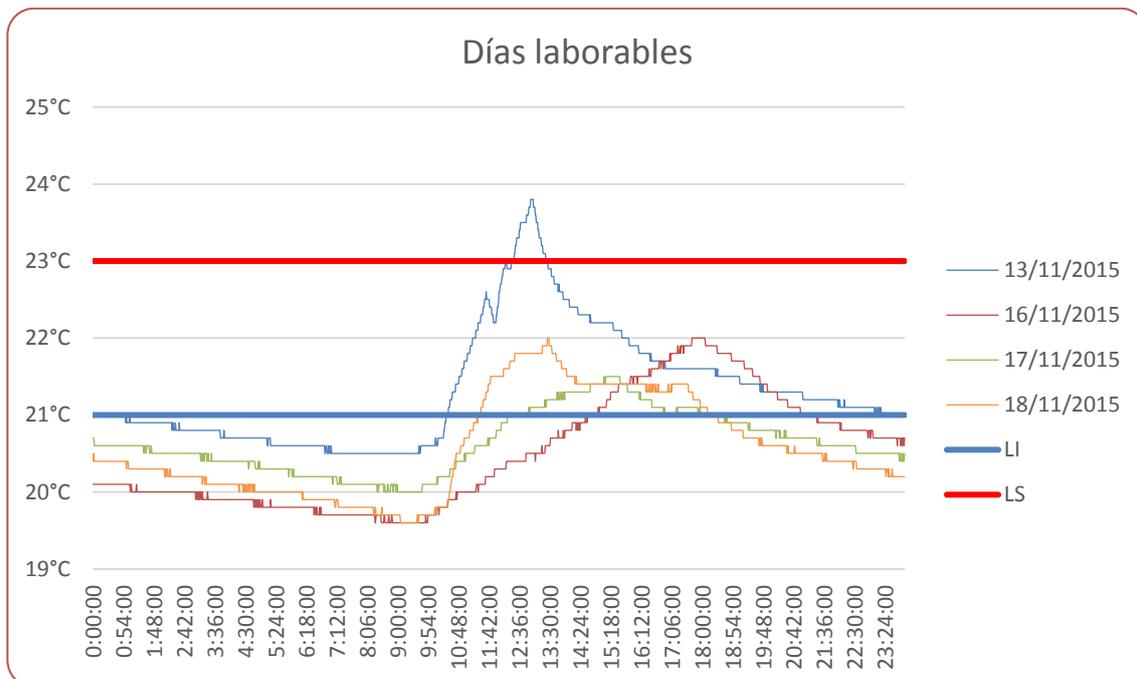


Gráfico 17 Registro de temperatura – INVIERNO – Días laborables



Gráfico 18 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

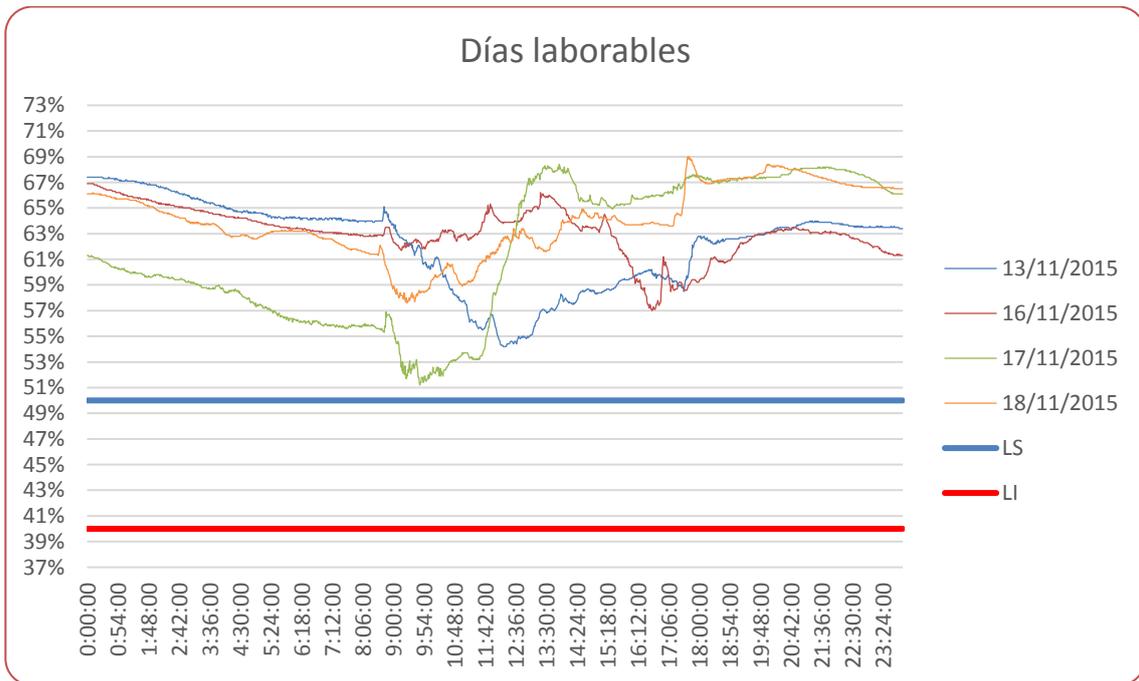


Gráfico 19 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días laborables



Gráfico 20 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

La calefacción del edificio es eléctrica, tiene radiadores eléctricos en las aulas y se utilizan de manera puntual cuando es necesario, en muchas ocasiones y dada la climatología de la zona, en los periodos invernales el uso de estos equipos es muy reducido.

Podemos observar que a las 09:00h de lunes a viernes se incrementa la temperatura del edificio, directamente al factor de ocupación y uso de las salas. Los días no laborales los radiadores eléctricos no funcionan.

Las temperaturas oscilan entre los 20°C y 23°C durante los periodos de ocupación, lo que indica una aportación térmica insuficiente en algunos momentos puntuales (por debajo de 21°C), aunque se puede considerar adecuada y no supera en ningún momento los 23°C que marca el reglamento.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 20°C y los 22°C, superándose de forma puntual (durante los periodos de ocupación) los 23°C, lo que indica un aporte excesivo de calor, que podría limitarse mediante la instalación de elementos de control por zonas o emisores. En algunos momentos la temperatura se encuentra por debajo de los 21°C que marca el reglamento.
- En general, **no se mantiene encendida la calefacción más tiempo de lo necesario.** Por otra parte, existe la posibilidad de ajustar el horario de funcionamiento para evitar la caída tan pronunciada de la temperatura durante los fines de semana.
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 9:00 hasta las 17:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos.**

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

3.4 Análisis termográfico

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Como se comenta en apartador anteriores no ha sido posible tener acceso a la facturación eléctrica, por lo que no ha sido posible realizar un desglose de consumo para comparar el consumo facturado real con el consumo calculado en auditoría.

4.2 Desglose de consumos térmicos

El edificio no cuenta con ningún aporte de combustible fósil para climatizar el edificio por lo que no existe datos referentes a consumos térmicos.

4.3 Contribución de energías renovables

Actualmente no existe contribución de energías renovables para la producción energética del centro.

5. MEJORAS RECOMENDADAS

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 9 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. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

Precio de la energía

Por la falta de datos de facturación se desconocen los costes de energía y termino de potencia.

Inversión

Dadas las circunstancias anteriormente mencionadas no se pueden realizar los cálculos completos de la mejoras de la instalación, por lo que se ha calculado el coste de la inversión a realizar para la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

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			
-	-	-	-	-	-	18.676,33 €	-	-

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada

5.2 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 10 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 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:

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

- 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.

5.3 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.

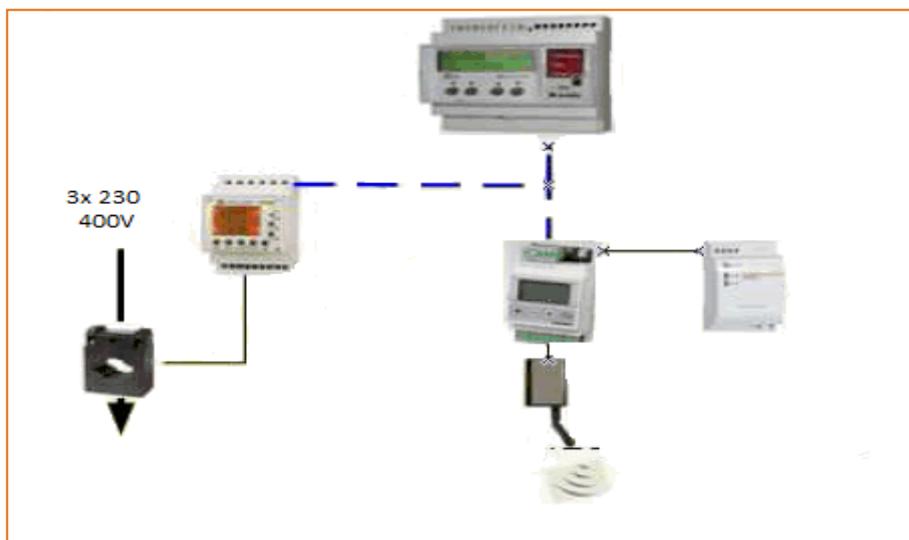


Imagen 11 Esquema de sistema de monitorización

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. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

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. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

6. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

6.1 Energía solar térmica

En los centros docentes la instalación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar térmica es una medida ejemplarizante y educativa del uso de este tipo de energías y de la preocupación y cuidado por el medio ambiente.

A continuación se resumen las consideraciones generales a tener en cuenta en este caso:

- Sólo existe demanda durante los meses lectivos, que coinciden con los meses de menor radiación solar, lo cual disminuye el rendimiento y el ahorro proporcionado por la instalación.
- La demanda de ACS es muy baja. El CTE establece un consumo medio diario por persona a 60°C de 3 litros/persona-día, lo que conlleva instalaciones de pocos captadores solares.
- Debido a que en los meses de verano los centros permanecen cerrados, es necesario implementar algún sistema para disipar la energía generada durante esos meses para evitar el deterioro o incluso averías de los captadores solares.

Desde el punto de vista únicamente de viabilidad económica, debido a la baja demanda de ACS en el centro, con producción local en termo-acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo, y a que el uso es fundamentalmente en los meses de invierno, la implantación de estos sistemas presentan periodos de retorno altos, por este motivo no se considera su instalación.

6.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de sistemas tipo bomba de calor de expansión directa (o bien, radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica), por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. MIGUEL HERNANDEZ	1306
		47
		Rev.03

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.

6.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

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