



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. Miguel de Cervantes)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_36_20160307

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.....	7
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	8
1.4.1 Producción de ACS	8
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	10
1.4.3 Unidades Terminales.....	22
1.5 Iluminación.....	25
1.5.1 Iluminación interior.....	26
1.5.2 Iluminación exterior	27
1.5.3 Sistemas de control	27
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	27
1.6 Otros equipos.....	28
1.7 Resumen de potencias instaladas	30
2. CONSUMOS ANUALES.....	31
2.1 Consumos eléctricos	31
2.2 Consumos térmicos.....	34
2.3 Consumos energéticos totales	34
2.4 Índices energéticos.....	34
2.4.1 Índices energéticos eléctricos	34
2.4.2 Índices energéticos térmicos.....	34
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	35
3.1 Medidas eléctricas.....	35
3.1.1 Registros trifásicos	35
3.1.2 Registros monofásicos.....	39
3.2 Medida de nivel de iluminación	41
3.3 Medidas térmicas.....	41
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	41
3.4 Análisis termográfico.....	44
3.5 Certificación energética	44

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	45
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	45
4.2 Desglose de consumos térmicos.....	46
4.3 Contribución de energías renovables	46
5. ACTUACIONES PROPUESTAS	47
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	47
6. MEJORAS RECOMENDADAS	49
6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	49
6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control.....	51
7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	53
7.1 Energía solar térmica.....	53
7.2 Biomasa	53
7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo	54
8. RESUMEN	55

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP Miguel de Cervantes
Dirección	Calle Fray Agustín de San Pascual s/n
Tipo de edificio	Centro educativo
Persona de Contacto	Maripaz Ortega (Directora): 671 560986
Número de edificios	4

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Miguel de Cervantes** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Fray Agustín de San Pascual s/n** en la localidad de **Marbella**.



Imagen 1 Vista general del CEIP Miguel de Cervantes

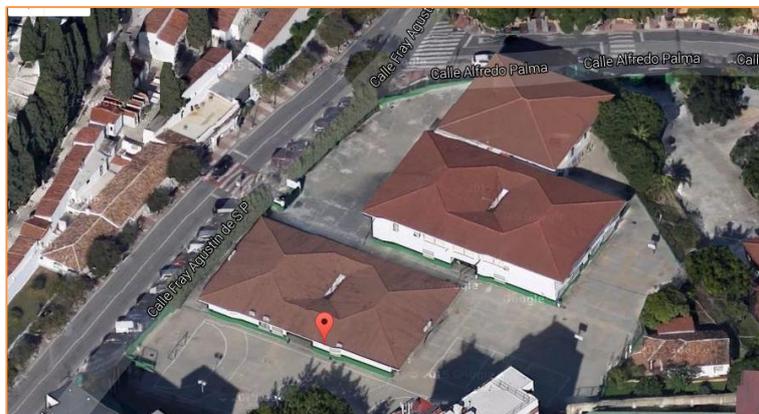


Imagen 2 Vista aérea del CEIP Miguel de Cervantes

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Construida. m ²	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Módulo de Infantil	2	625,70	160	(*)	1980		(**)
Módulo de Primaria 1	1	502,50	105	(*)	1980	2015	(**)
Módulo de Primaria 2	2	1753,33	235	(*)	1980	2015	(**)
Aula Específica (Antigua casa conserje)	1	50,50	5	(*)	1980		(**)

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO	Nº Personas	Horario de Funcionamiento
Zona oficinas	4	9:00-14:00
Aulas	500	9:00-14:00
Zona deportiva	-	16:00-19:00
Comedor	-	14:00-16:00
Limpieza	3	16:00-20:00
Aula Matinal	-	7:30-9:00

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m ²)	Planta 1 (m ²)	Planta (m ²)	Sup. Total (m ²)
Administrativo	98	--	--	98
Aseos	103	63	--	165
Aulas	756	788	--	1.544
Cocina-comedor	191	--	--	191
Otros	59	3	--	62
Porche	151	--	--	151
Zonas comunes	234	105	--	338
(en blanco)	--	--	--	--
Sup. Total (m ²)	1.591	959	--	2.549

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 61% 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 13%.

Superficie según usos

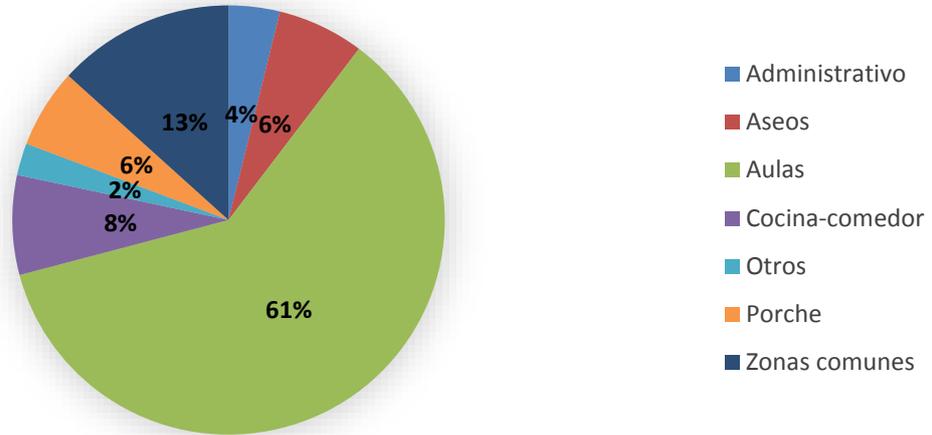
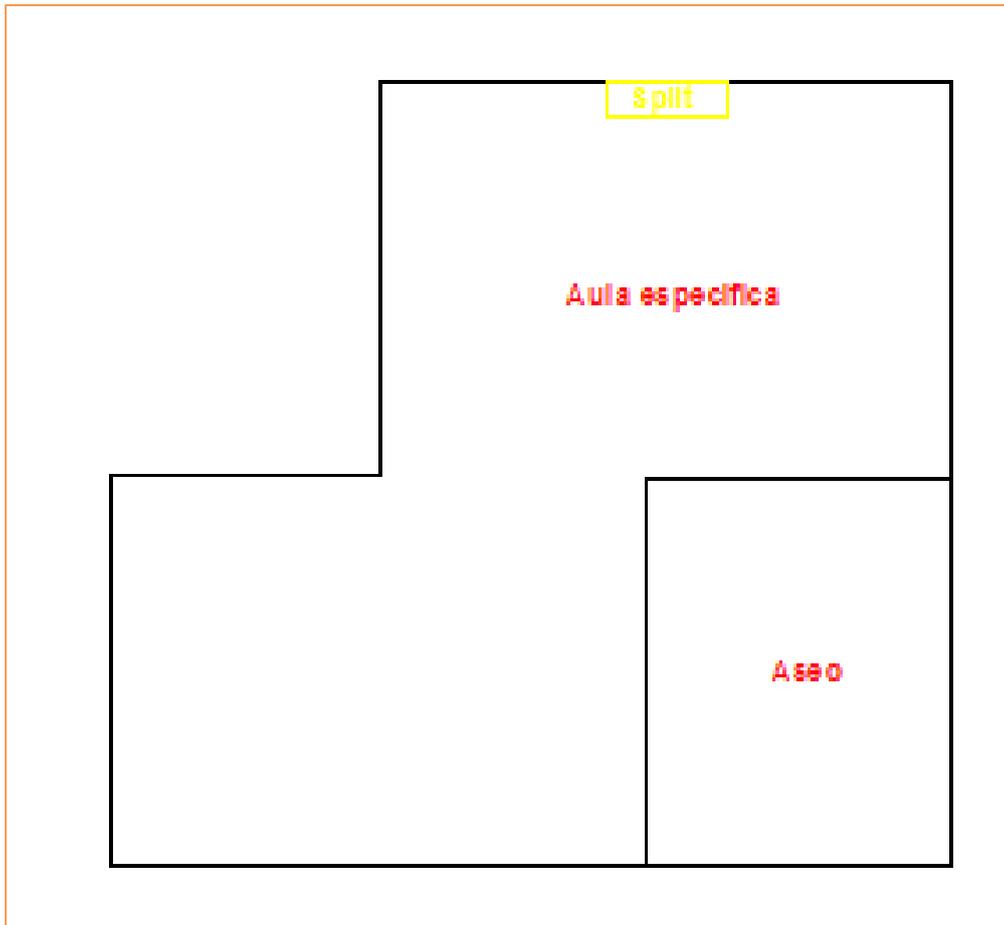
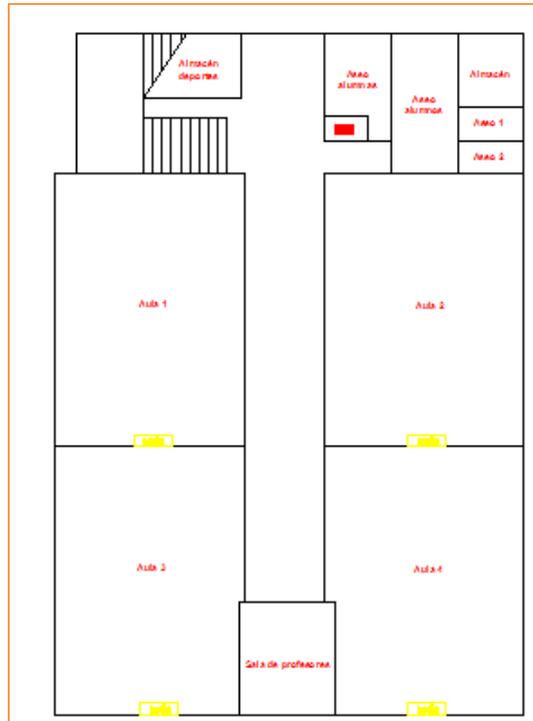


Gráfico 1 Superficie según Usos

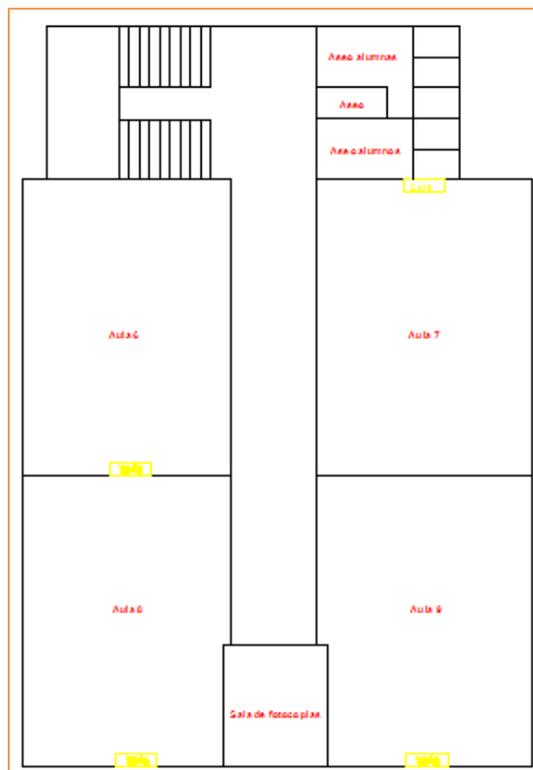
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



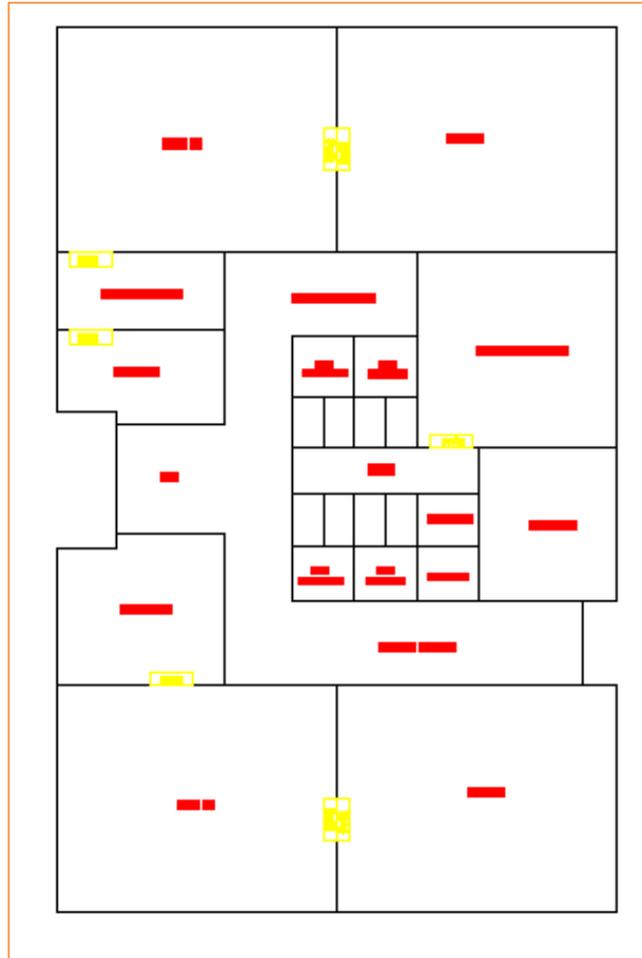
Plano 1 Aula Especifica/Casa Conserje



Plano 2 Planta Baja Modulo Infantil 1



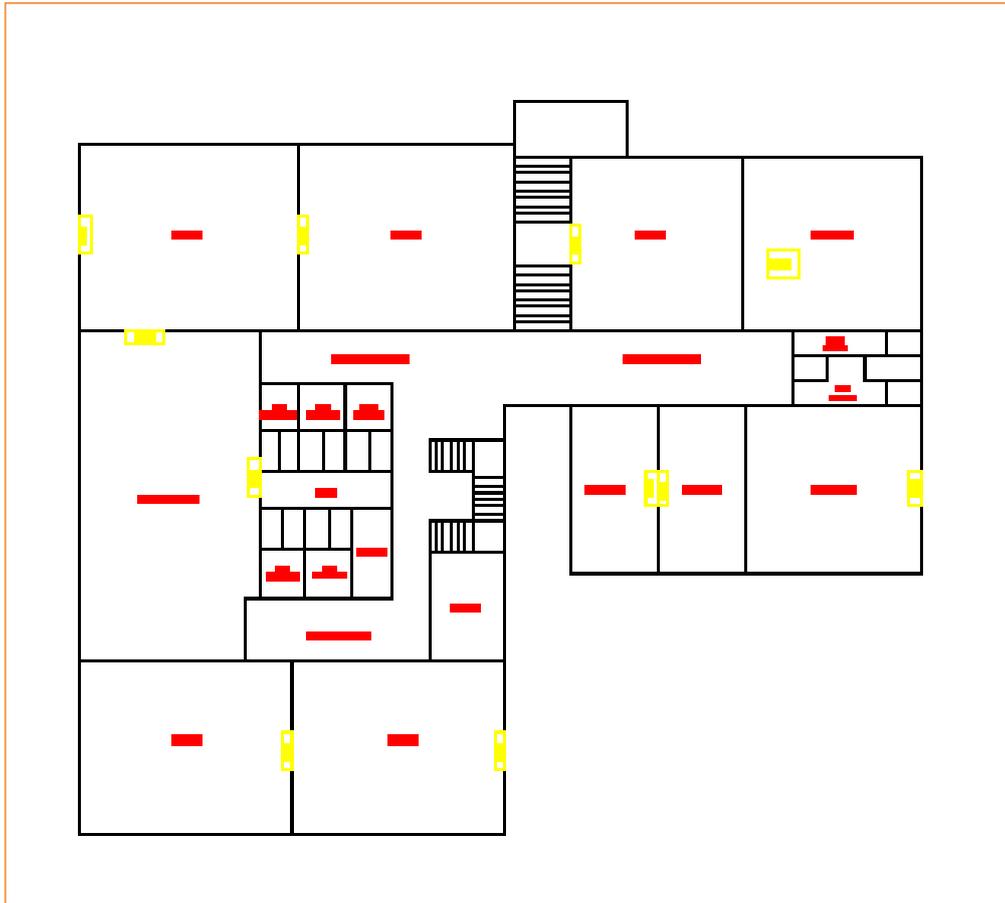
Plano 3 Planta Primera Modulo Infantil 1



Plano 4 Modulo Primaria 1



Plano 5 Planta Baja Modulo Primaria 2



Plano 6 Planta Primaria Modulo Primaria 2

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 1980; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

El colegio se divide en tres edificios los cuales son de edificaciones similares, donde predominan cerramiento de fábrica de ladrillo y revocados con una monocapa pintada.

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 cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared y cassette). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

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

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

1.4.1 Producción de ACS

A continuación se resumen las características de los termos-acumuladores eléctricos instalados en el centro 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
Módulo de Primaria 2	0	Cocina	1,60	75	En servicio
Aula Específica	0	Aseo de Aula específica	2,00	50	En servicio

Tabla 5 Características producción-acumulación local de ACS



Imagen 4 Termos acumuladores eléctricos - Cocina



Imagen 5 Termos acumuladores eléctricos– Aseo aula específica

1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

Nº generador	1	2	3	4
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil
Planta	1	0	0	1
Ubicación equipo	Fachada NO2	Fachada NE	Fachada SE	Fachada SE
Zona de tratamiento	Aula 7	Aula 2	Aula 4	Aula 9
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	1,01	1,01	1,01
EER	3,47	3,47	3,47	3,47
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	4,25	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	1,12	1,12	1,12
COP	3,79	3,79	3,79	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil
Planta	0	1	0	1
Ubicación equipo	Fachada SE	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SO
Zona de tratamiento	Aula 3	Aula 8	Aula 1	Aula 6
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	1,01	1,01	1,01
EER	3,47	3,47	3,47	3,47
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	4,25	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	1,12	1,12	1,12
COP	3,79	3,79	3,79	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Módulo de Primaria 1			
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta (Acceso desde Fachada SO)	Cubierta (Acceso desde Fachada SO)	Cubierta (Acceso desde Fachada SO)	Cubierta (Acceso desde Fachada NO)
Zona de tratamiento	Secretaría	Dirección	Jefe Estudios	Aula 13
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-UE9PKE	CU-UE9PKE	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	2,50	2,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	0,70	0,70	1,01
EER	3,47	3,57	3,57	3,47
Potencia Calorífica (kW)	4,25	3,30	3,30	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	0,82	0,82	1,12
COP	3,79	4,02	4,02	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	Puntual	Puntual	Puntual	-
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

Tabla 8 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	13	14	15	16
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Módulo de Primaria 1			
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Cubierta (Acceso desde Fachada NO)	Cubierta (Acceso desde Fachada SE)	Cubierta (Acceso desde Fachada SE)	Patio
Zona de tratamiento	Aula 14	Aula 18	Aula 19	Sala de Profesores
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	LG
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	S18AHP
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	5,42
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	1,01	1,01	1,80
EER	3,47	3,47	3,47	3,01
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	4,25	5,80
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	1,12	1,12	1,81
COP	3,79	3,79	3,79	3,20
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	Puntual
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	17	18	19	20
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Módulo de Primaria 2			
Planta	0	1	1	0
Ubicación equipo	Fachada SO	Fachada SO	Fachada SO	Fachada SO
Zona de tratamiento	Aula 32	Aula 41	Salón de Actos	Aula 25
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	LG	PANASONIC
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	S24AHP	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	7,03	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	1,01	2,33	1,01
EER	3,47	3,47	3,02	3,47
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	7,03	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	1,12	2,36	1,12
COP	3,79	3,79	2,98	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	Puntual	9:00-14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	21	22	23	24
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Módulo de Primaria 2			
Planta	0	1	1	1
Ubicación equipo	Fachada NO	Fachada NO	Fachada NO	Fachada NE1
Zona de tratamiento	Aula 31	Aula 40	Aula 39	Aula 45
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	1,01	1,01	1,01
EER	3,47	3,47	3,47	3,47
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	4,25	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	1,12	1,12	1,12
COP	3,79	3,79	3,79	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	25	26	27	28
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc - Split
Edificio	Módulo de Primaria 2			
Planta	1	1	0	0
Ubicación equipo	Fachada NE2	Fachada NE2	Fachada SE	Fachada SE
Zona de tratamiento	Aula 38	Aula 36	Aula 26	Aula 27
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	DAIKIN	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	RZQ71D7V1B	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	7,10	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,21	1,01	1,01	1,01
EER	3,21	3,47	3,47	3,47
Potencia Calorífica (kW)	8,00	4,25	4,25	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,34	1,12	1,12	1,12
COP	3,42	3,79	3,79	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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

Nº generador	29	30	31	32
Generador	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split	Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC - Split
Edificio	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil	Módulo de Infantil
Planta	1	0	0	1
Ubicación equipo	Fachada NO2	Fachada NE	Fachada SE	Fachada SE
Zona de tratamiento	Aula 7	Aula 2	Aula 4	Aula 9
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC	PANASONIC
Modelo	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1	CU-RE12JKE-1
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	3,50	3,50	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,01	1,01	1,01	1,01
EER	3,47	3,47	3,47	3,47
Potencia Calorífica (kW)	4,25	4,25	4,25	4,25
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,12	1,12	1,12	1,12
COP	3,79	3,79	3,79	3,79
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Mayo	Mayo	Mayo	Mayo
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	5	5	5	5
horario funcionamiento (mañana)	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00	9:00-14:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual

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



*Imagen 6 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC
– Split 1x1 - Módulo Infantil*



*Imagen 7 Equipos de producción de frío y calor para climatización –Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC
– Split 1x1 - Módulo Infantil*



Imagen 8 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc – Split 1x1 - Módulo de Primaria 1



Imagen 9 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc – Split 1x1 – Módulo de Primaria 1



Imagen 10 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo Bdc – Split 1x1 – Módulo de Primaria 1



Imagen 11 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1 – Módulo de Primaria 2



Imagen 12 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1 – Módulo de Primaria 2



Imagen 13 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1 – Módulo de Primaria 2



Imagen 14 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1 – Módulo de Primaria 2



Imagen 15 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1 – Módulo de Primaria 2



Imagen 16 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC – Split 1x1 – Aula específica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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

Calefacción	148,71 kW
Refrigeración	126,08 kW

Tabla 14 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 y cassette) como elementos destinados al tratamiento de calefacción y refrigeración de las diferentes estancias a las que dan servicio. Dichas unidades funcionan en combinación con las unidades exteriores (sistemas tipo split 1x1), como parte fundamental de los sistemas autónomos de climatización tipo bomba de calor de expansión directa descritos anteriormente.

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



Imagen 17 Tipología de unidades interiores instaladas – De pared

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

Zona	Superficie Calefactada (m2)	Pot. Calorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	87,55	16,65	190,18
Aulas	1.578,40	124,06	78,60
Total	1.665,95	140,71	84,46

Tabla 15 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

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

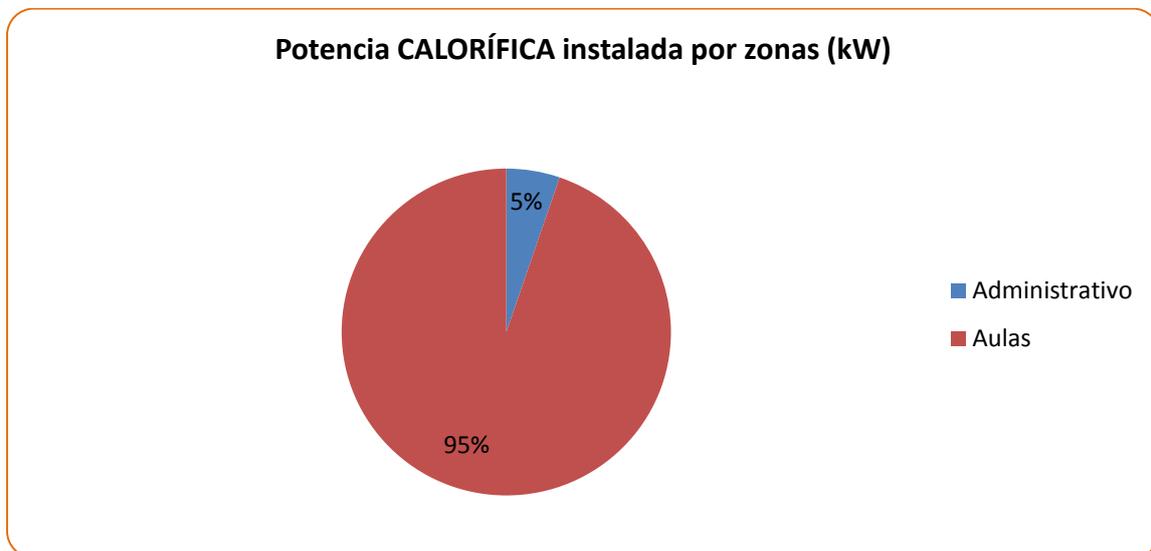


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

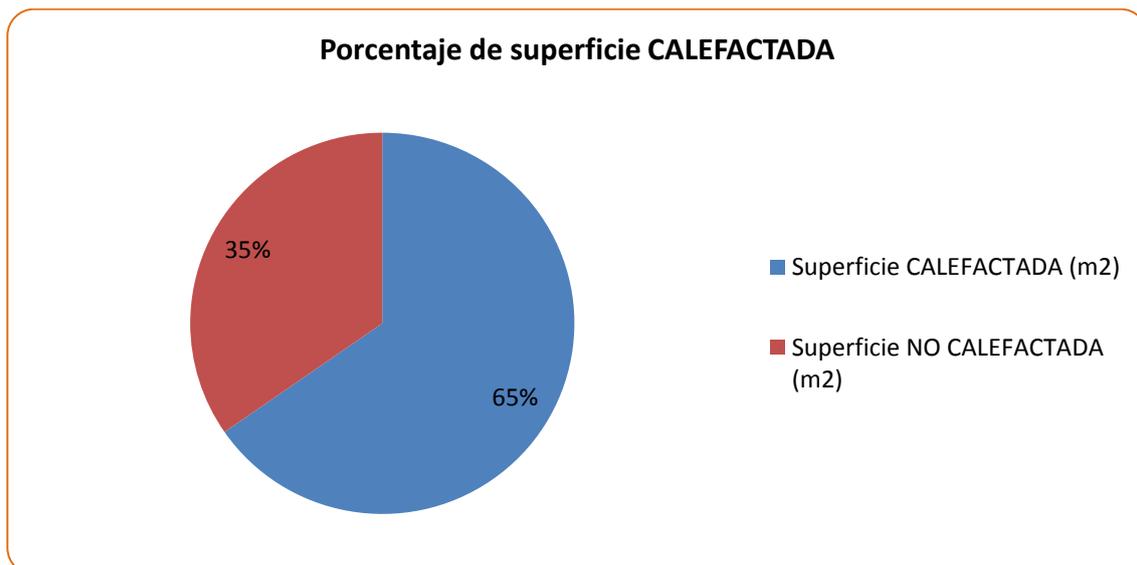


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	87,55	13,90	158,77
Aulas	1.578,40	105,06	66,56
Total	1.665,95	118,96	71,41

Tabla 16 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

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



Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

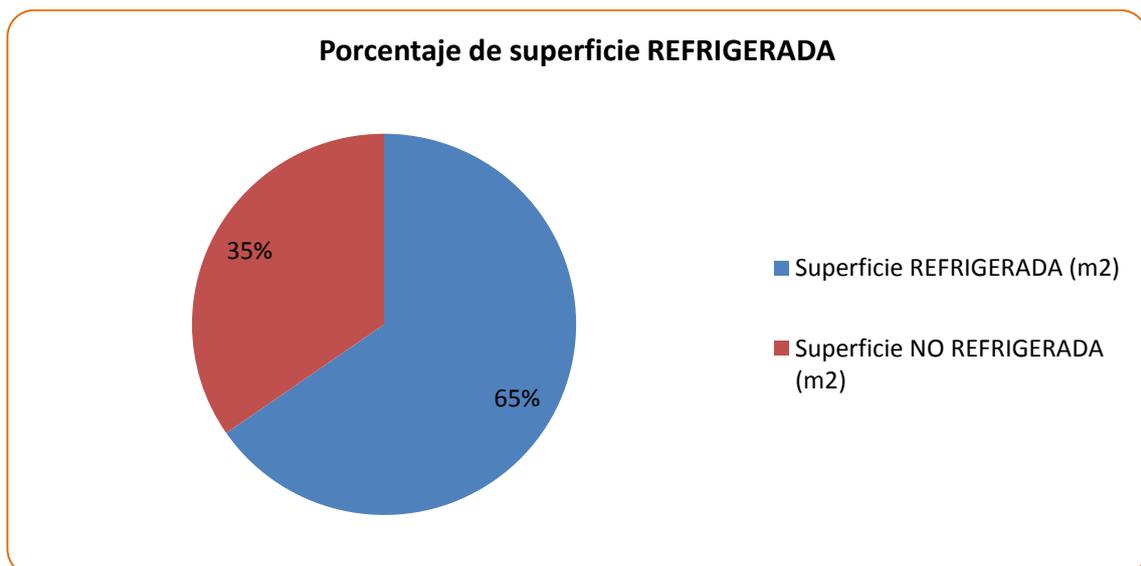


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 95,17 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

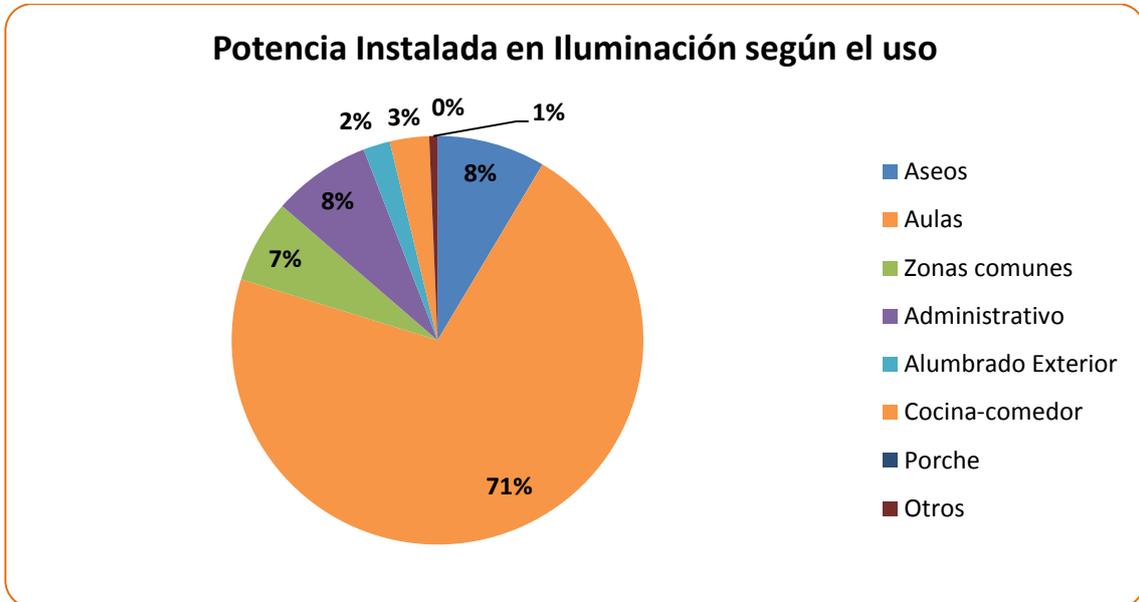


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

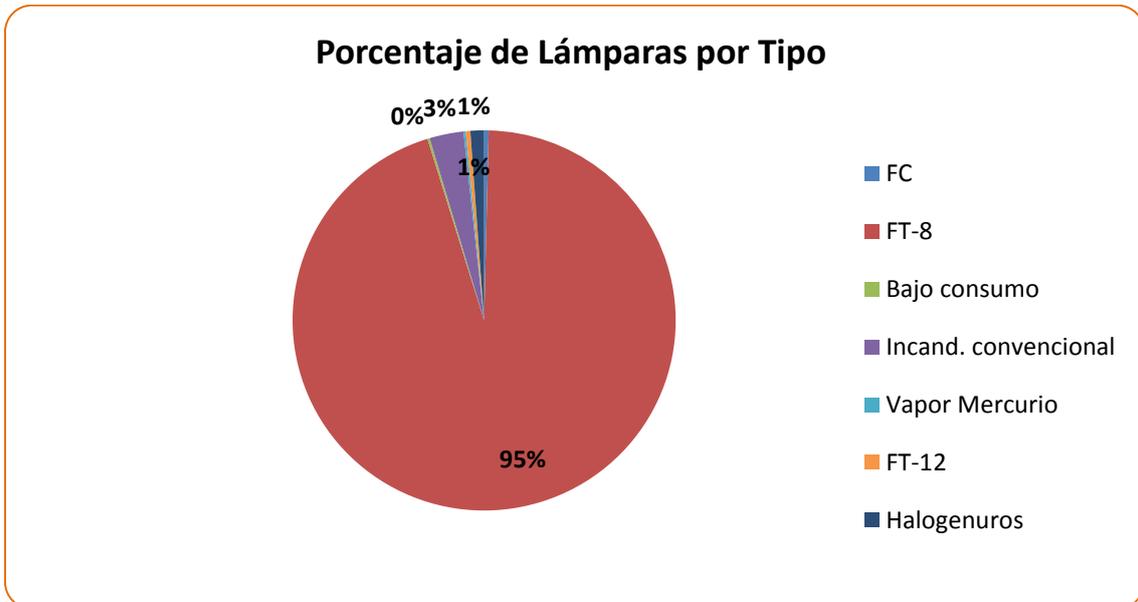


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

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

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
EM	330	92,39
FT-8	325	91,93
1	154	41,97
36	153	41,95
18	1	0,02
2	171	49,96
36	160	47,09
18	5	0,37
58	6	2,51
Incand. convencional	2	0,29
1	2	0,29
60	2	0,29
FT-12	1	0,05
2	1	0,05
40	1	0,05
FC	2	0,12
1	2	0,12
25	2	0,12
-	13	0,78
Incand. convencional	13	0,78
1	13	0,78
60	13	0,78
Total general	343	93,17

Tabla 17 Resumen de lámparas instaladas

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



Imagen 18 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
-	8	2,01
Vapor Mercurio	1	0,13
1	1	0,13
125	1	0,13
Halogenuros	6	1,80
1	6	1,80
250	4	1,00
400	2	0,80
Bajo consumo	1	0,08
1	1	0,08
80	1	0,08
Total general	8	2,01

Tabla 18 Resumen de iluminación exterior



Imagen 19 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Audiovisual	27	7,302
DVD/CD	1	0,017
17	1	0,017
Proyector	23	6,435
315	11	3,465
245	10	2,45
260	2	0,52
Television LCD	1	0,25
250	1	0,25
Television tubo	2	0,6
300	2	0,6
Electrodoméstico	17	30,77
Frigorífico	1	0,35
350	1	0,35
Horno	1	12,5
12500	1	12,5
Lavavajillas	1	3,45
3450	1	3,45
Máquina de café	1	1,3
1300	1	1,3
Mesa caliente	1	2,4
2400	1	2,4
Microondas	4	4,8
1200	4	4,8
Cafetera	4	4,7
750	2	1,5
1600	2	3,2
Nevera	2	0,18
90	2	0,18
Frigorífico Industrial	1	0,84
840	1	0,84
Botellero	1	0,25
250	1	0,25
Informático	57	25,944
Ordenador sobremesa	38	18,998
300	34	10,2
2199	2	4,398
2200	2	4,4
Rack	1	0,15
150	1	0,15
Scaner	3	0,051
17	3	0,051
Fotocopiadora	2	3,35
1500	1	1,5
1850	1	1,85
Fax	1	0,36
360	1	0,36
Ordenador Portátil	6	0,54
90	6	0,54
Impresora doméstica	6	2,495
340	4	1,36
685	1	0,685
450	1	0,45
Otros	4	0,57

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
Trituradora de papel	1	0,39
390	1	0,39
Ventilador	3	0,18
60	3	0,18
(en blanco)		0,1
(en blanco)		0
(en blanco)		0
REMANENTE		0,1
(en blanco)		0,1
Sonido	22	3,006
Altavoz	4	0,08
20	4	0,08
Radio-CD	13	2,373
20	1	0,02
14	10	0,14
15	1	0,015
2198	1	2,198
Amplificador	2	0,286
30	1	0,03
256	1	0,256
Otros	2	0,027
15	1	0,015
12	1	0,012
Mesa de mezclas	1	0,24
240	1	0,24
Radiador eléctrico	4	8,5
Radiador eléctrico	4	8,5
2000	3	6
2500	1	2,5
Producción de frío y calor	33	40,71
Sistema autónomo de expansión directa tipo BdC -		
Split	33	40,71
1,12	25	28
0,82	2	1,64
1,81	1	1,81
2,36	2	4,72
2,34	1	2,34
1,1	2	2,2
ACS	2	3,6
Termo-acumulador eléctrico	2	3,6
1,6	1	1,6
2	1	2
Total general	166	120,502

Tabla 19 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

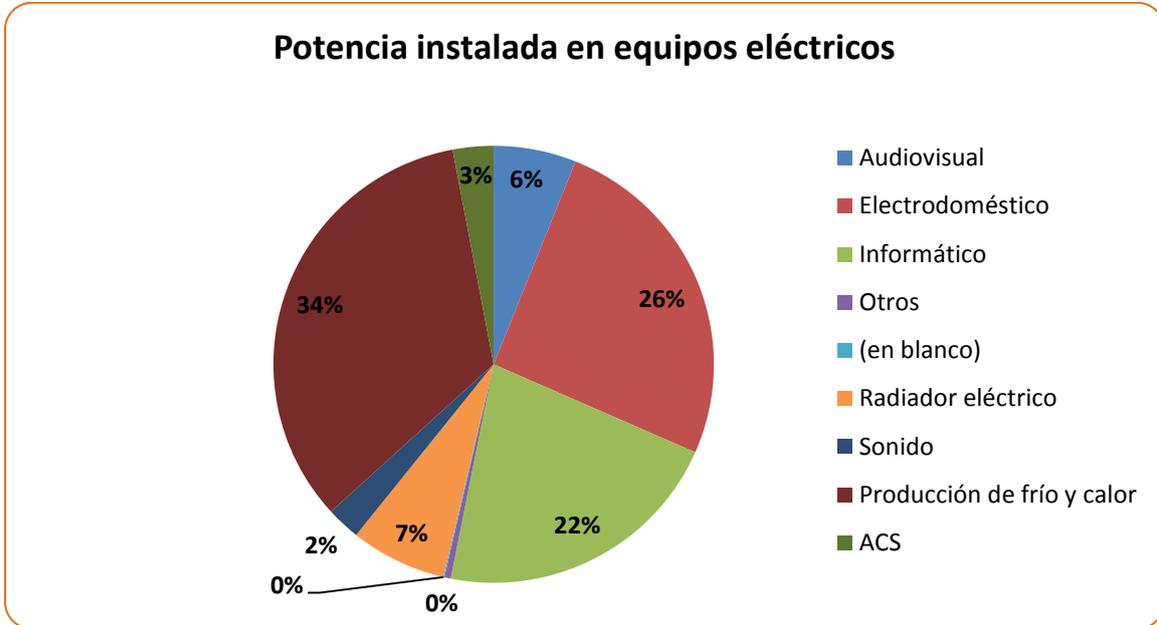


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

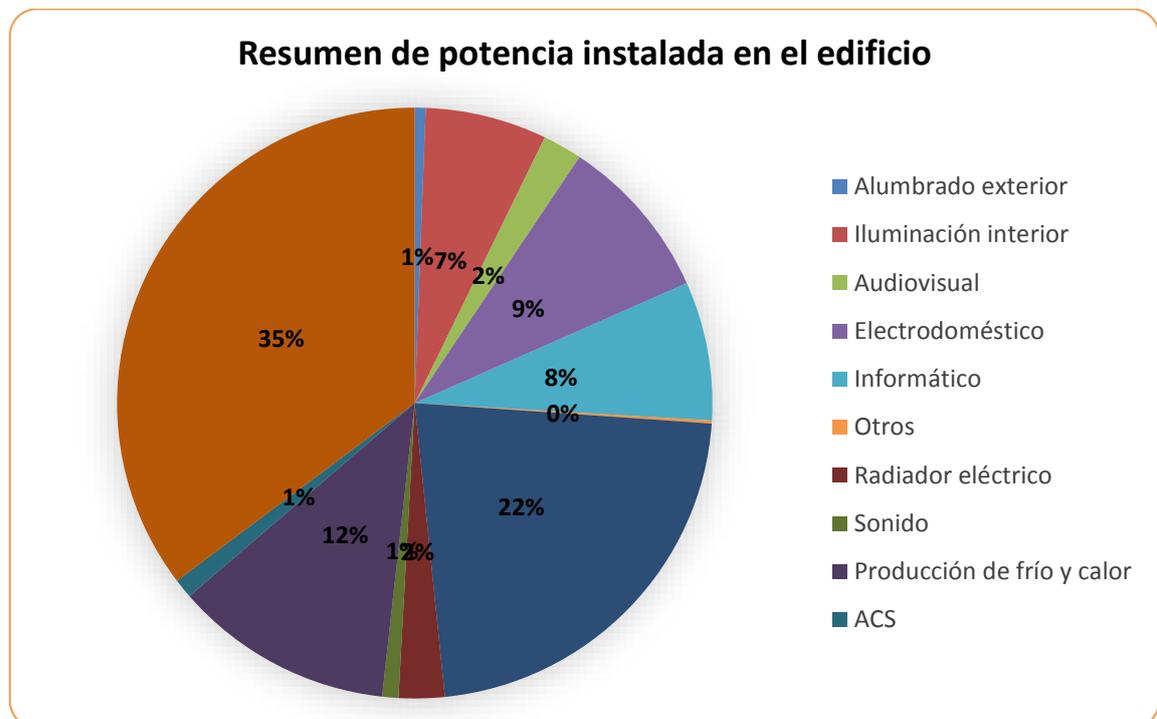


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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	ES0031103006719001AJ0F	Tarifa de acceso	2.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
		P1	
Potencia contratada (kW)		42,043426	
Término de potencia (€/kW año)		0,115187468	
Término de energía (€/kWh)		0,123387	

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Marzo del 2014 hasta Febrero del 2015.

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
24/03/2014	10/04/2014	2963	//	0,00	496,14
10/04/2014	19/05/2014	3931	//	0,00	681,09
19/05/2014	17/07/2014	7595	//	0,00	1.308,28
17/07/2014	17/09/2014	7433	//	0,00	1.290,05
17/09/2014	17/10/2014	4590	//	0,00	860,21
17/10/2014	17/12/2014	8449	//	0,00	1.453,21
17/12/2014	16/02/2015	9733	//	0,00	1.680,26

Tabla 20 Facturación eléctrica

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

Respecto a la potencia contratada no se puede analizar si se encuentra ajustada correctamente debido a que la tarifa contratada es una 2.1A y por tanto el contador no posee maxímetro para poder saber cuál es la máxima de potencia demandada por la instalación.

Sin embargo, en el registro obtenido por el analizador de redes colocado en la instalación a lo largo de una semana se puede ver que el edificio ha demandado una potencia de 38,76 kW, la cual se encuentra muy por encima de la contratada. Por todo esto se recomienda hacer un seguimiento de este punto de suministro durante un periodo representativo.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

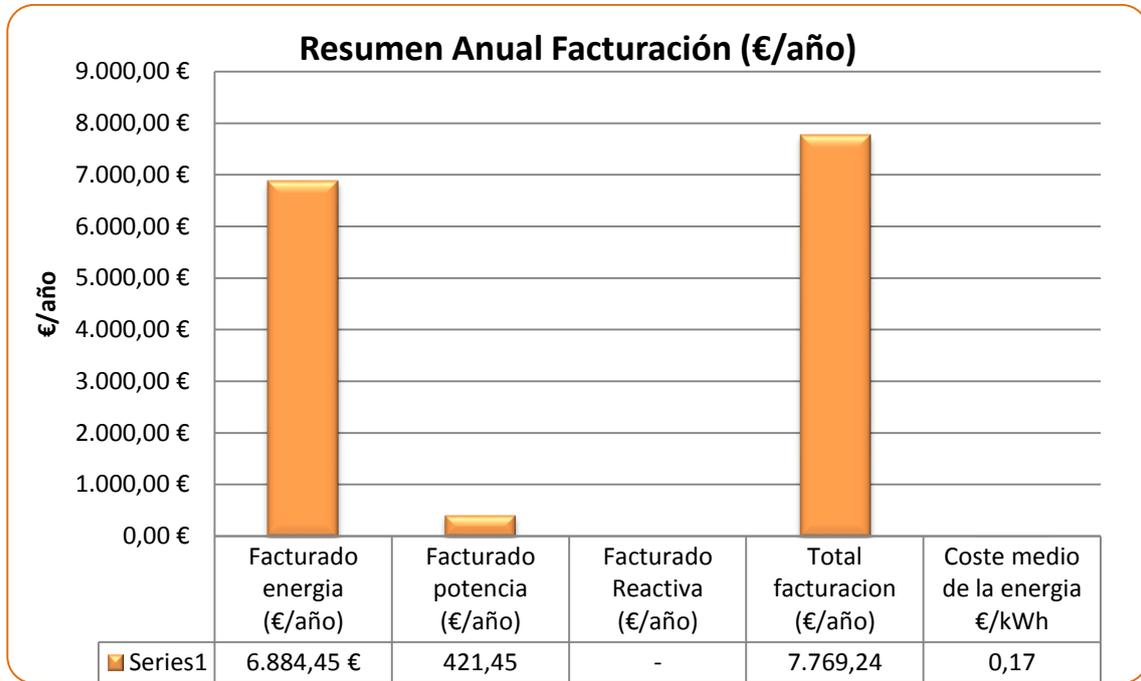


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

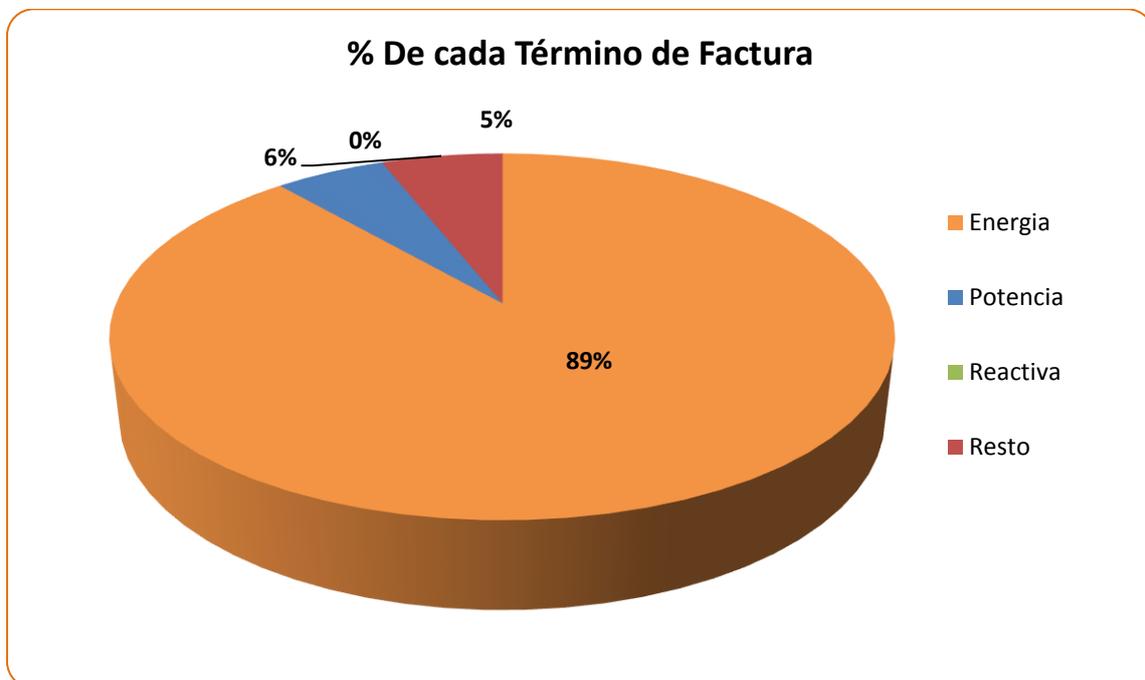


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

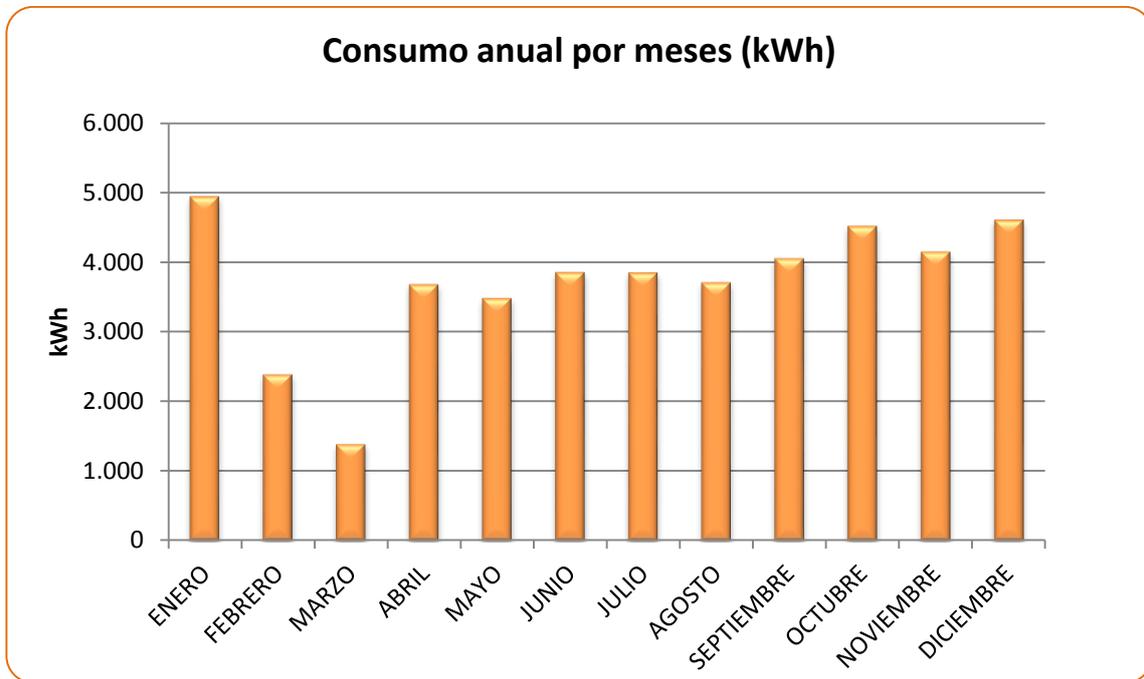


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	44.694
Total Facturación (€)	7.769,24
Media mensual de consumo (kWh/mes)	3.725
Media mensual de coste (€/mes)	647,44
Coste medio energía (€/kWh)	0,174

Tabla 21 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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)	44.694	-	44.694
Coste (€/año)	7.769,24	-	7.769,24

Tabla 22 Consumos energéticos anuales totales

2.4 Índices energéticos

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

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre el Marzo 2014 y Febrero de 2015.

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	505
Superficie total (m ²)	2.549,46
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	22,59
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	2,01
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	120,50
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	145,09

Tabla 23 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	44.694,00
€/kWh	0,27
kWh/m ² Total	17,53
€/m ² Total	4,78
kWh/persona uso	88,50
€/persona uso	24,11
Ton CO ₂ /año	17,83
Kg CO ₂ /m ²	6,99
Pot. Iluminación en W/m ²	8,86

Tabla 24 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

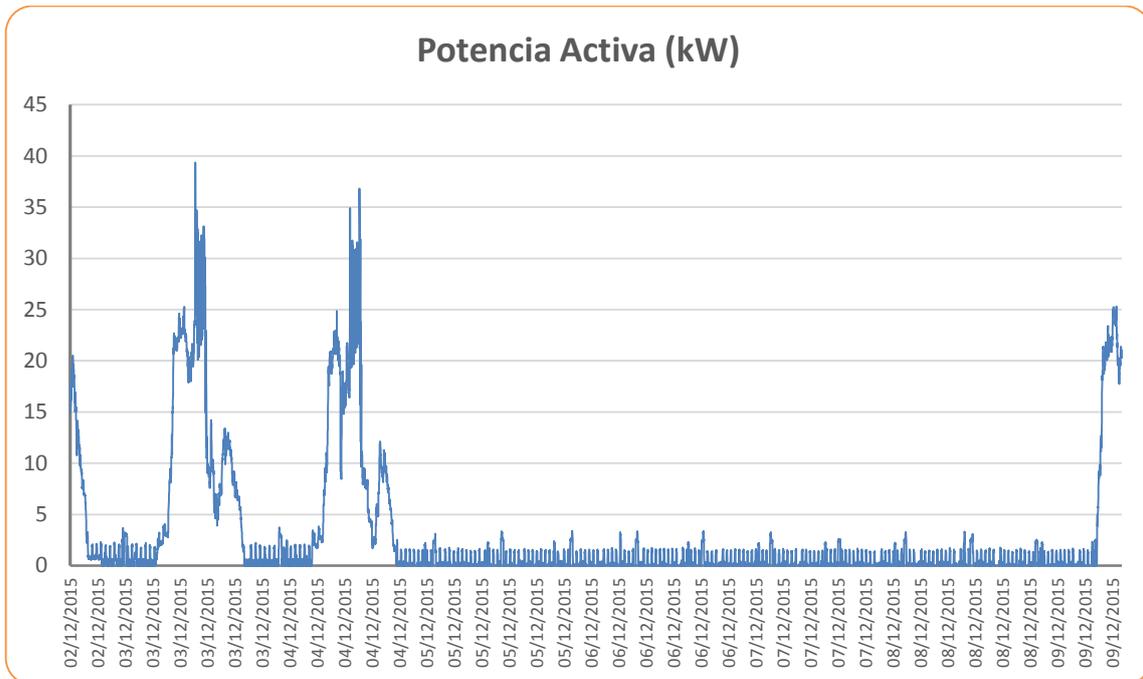


Gráfico 13 Datos de registro de potencia activa

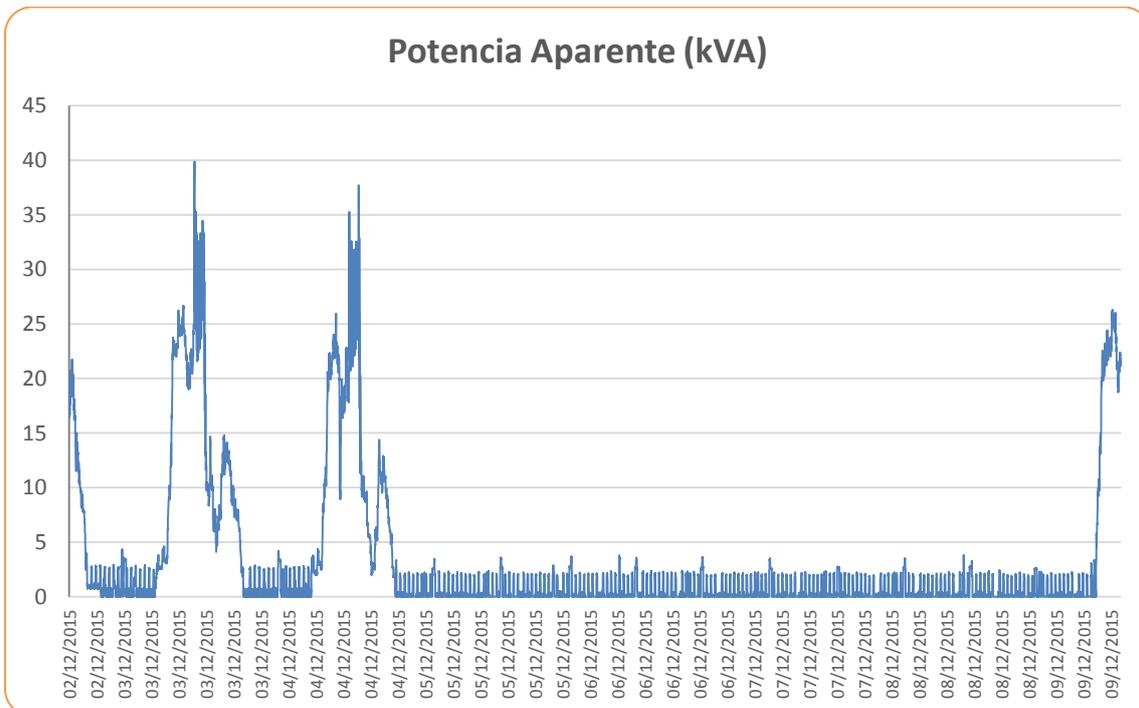


Gráfico 14 Datos de registro de potencia aparente

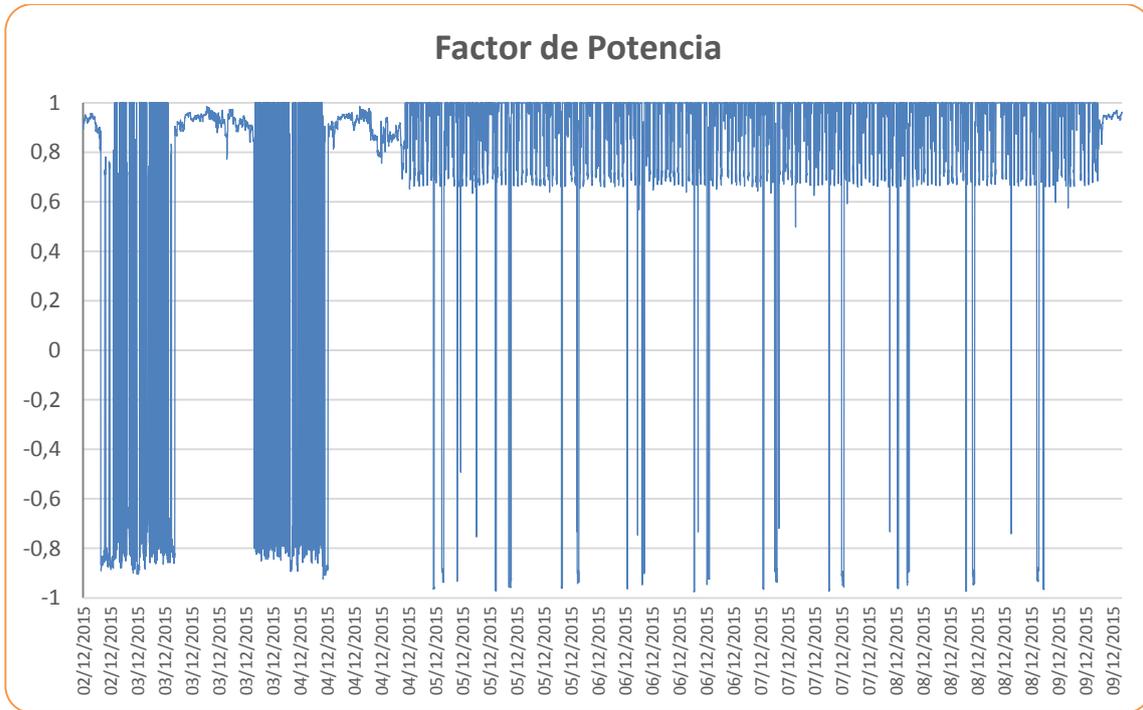


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

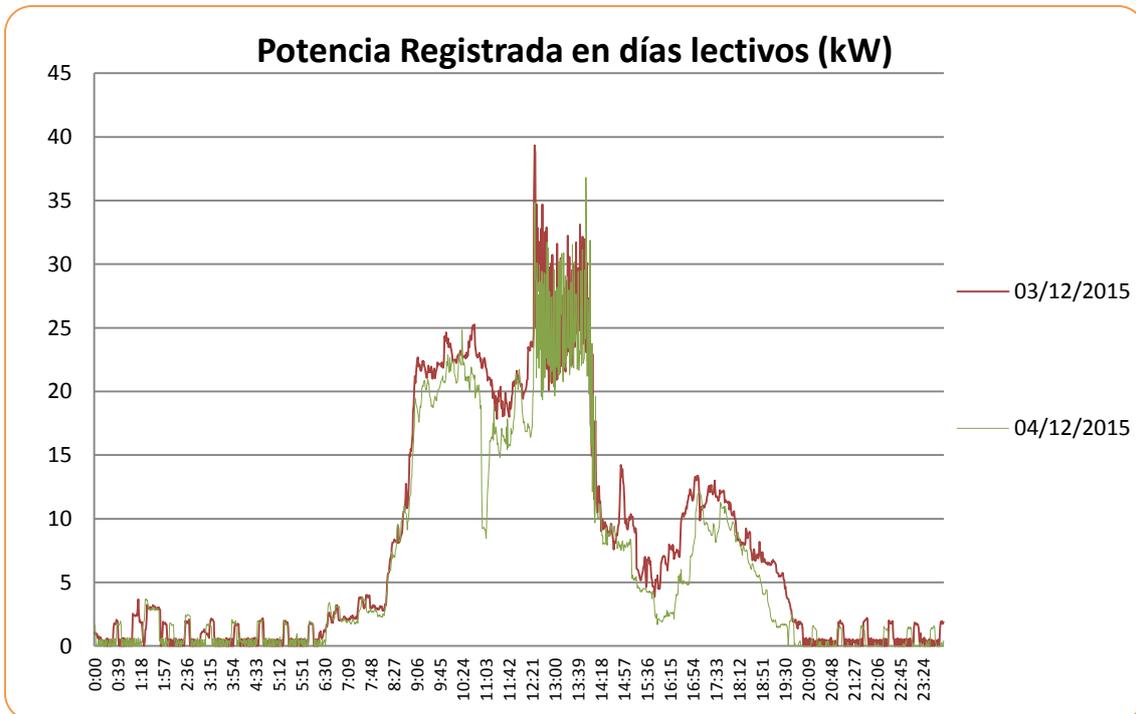


Gráfico 16 Potencia registrada en días lectivos (kW)

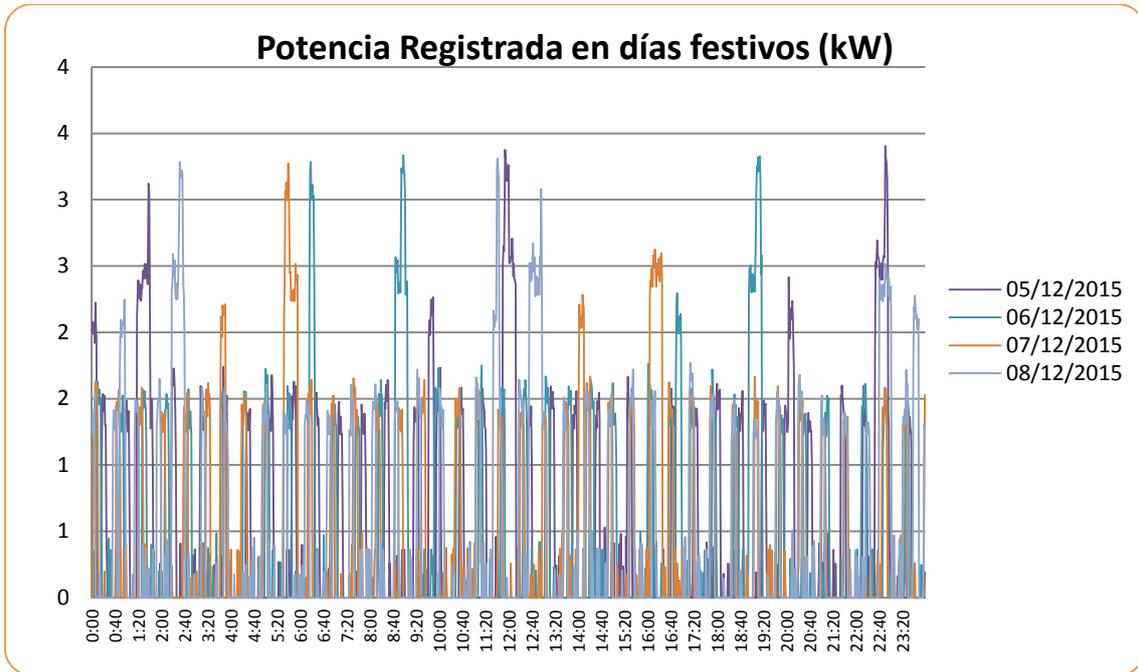


Gráfico 17 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0.2 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 38,76 kW y un horario principal de uso entre 8:00 y 14:30.

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

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

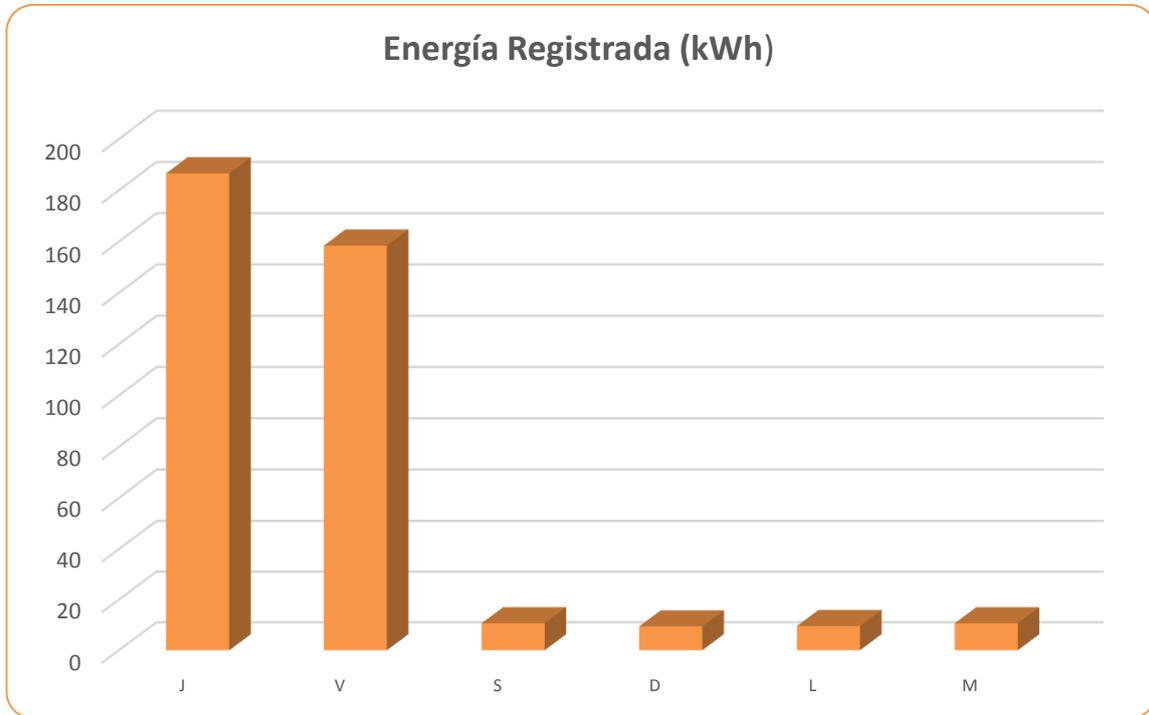


Gráfico 18 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 172,53 kWh y durante los días festivos de 40,35 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2.749,31 kWh para el mes de diciembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en diciembre de 2015 de un 40,35% inferior; este desvío se explica debido a que la semana en la que se ha realizado no se puede tomar por representativa, ya que existían 4 días festivos

3.1.2 Registros monofásicos

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

- 5ºB + Iluminación Parcial de Pasillo

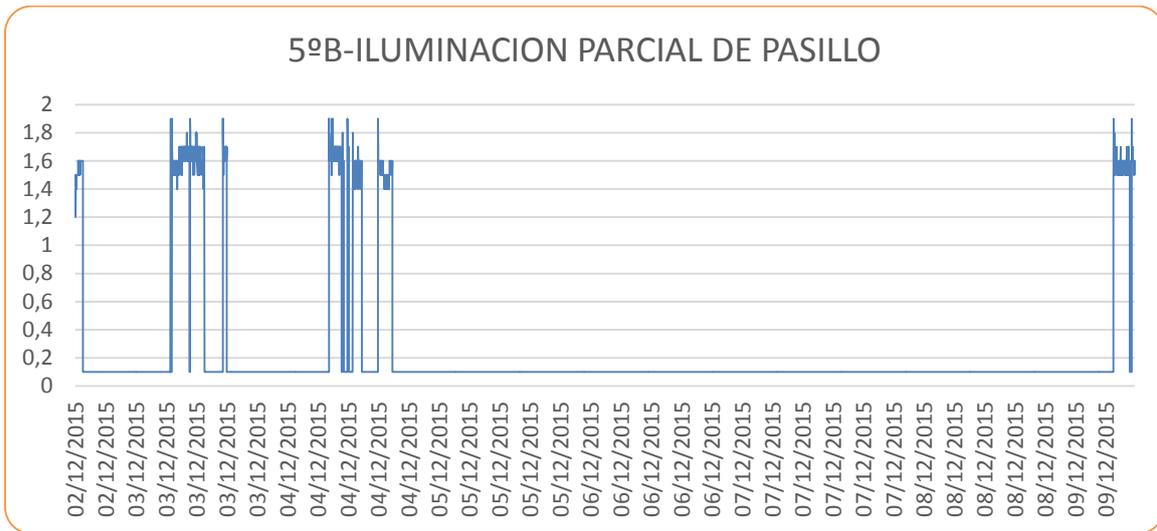


Gráfico 19 Registro de monofásico instalado en 5º b + Iluminación Parcial de Pasillo

- Clima Secretaria

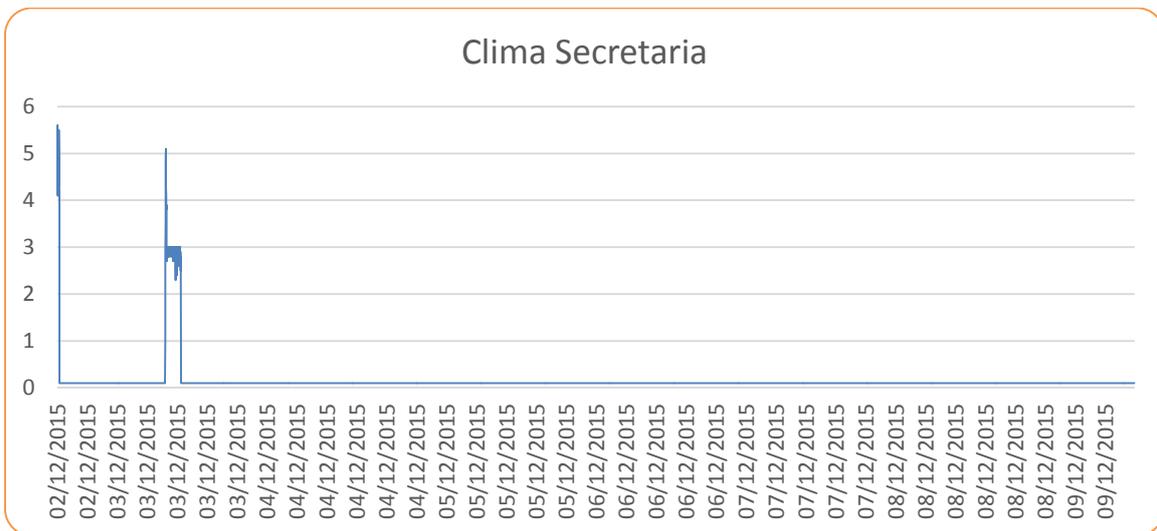


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en el clima de secretaría

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.

Ubicación	Potencia (W)	Área (m^2)	Iluminancia Media (lux)	Valor s/ Norma (lux)	VEEI
Pasillo	259,20	16,68	378,00	150,00	4,11
Aseo Alumnas	60,00	5,90	227,00	300,00	4,48
Aula 1	345,60	53,30	275,00	500,00	2,36
Aula 2	345,60	52,90	206,00(*)	300,00	3,17
Aula 3	345,60	53,30	305,00	300,00	2,13
Sala Profesores	43,20	10,00	992,00	500,00	0,44
Escalera PB-P1	120,00	12,40	654,00	150,00	1,48
Pasillo	259,20	16,68	366,00	150,00	4,25

Tabla 25 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en el caso del Aula 2, en el resto de estancias se encuentra por encima de lo recomendado.

*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 ($^{\circ}C$)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 26 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 02/12/2015 y 09/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Sala de profesores (Módulo de primaria 1 - Planta baja)**

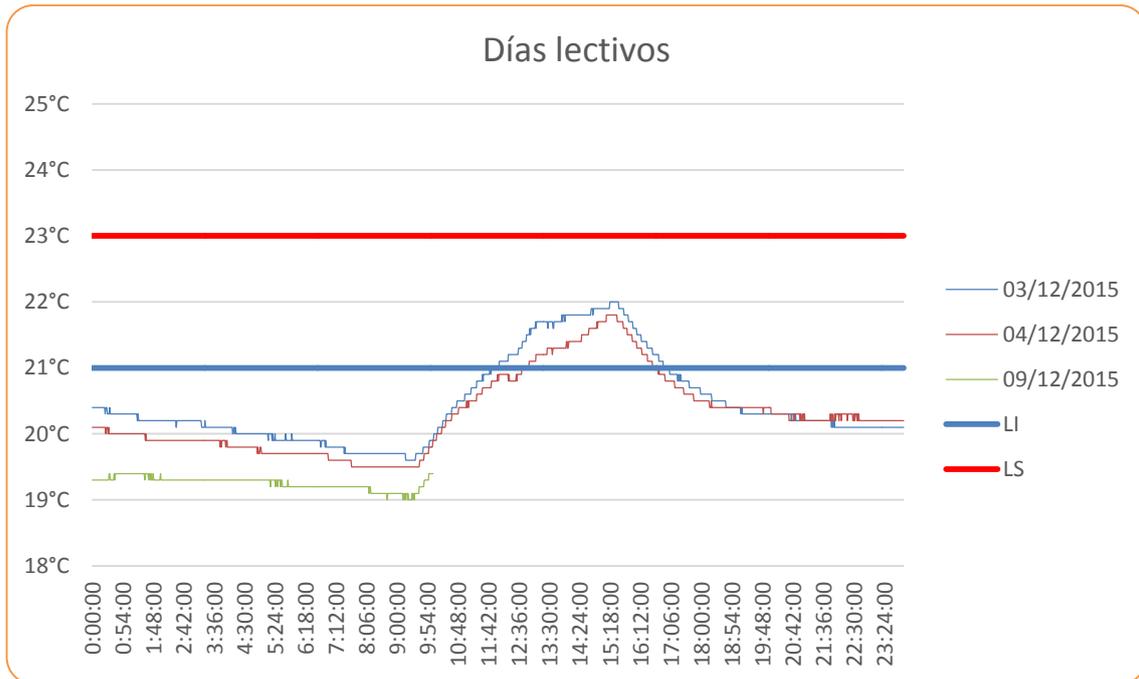


Gráfico 22 Registro de temperatura – INVIERNO – Días lectivos



Gráfico 23 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

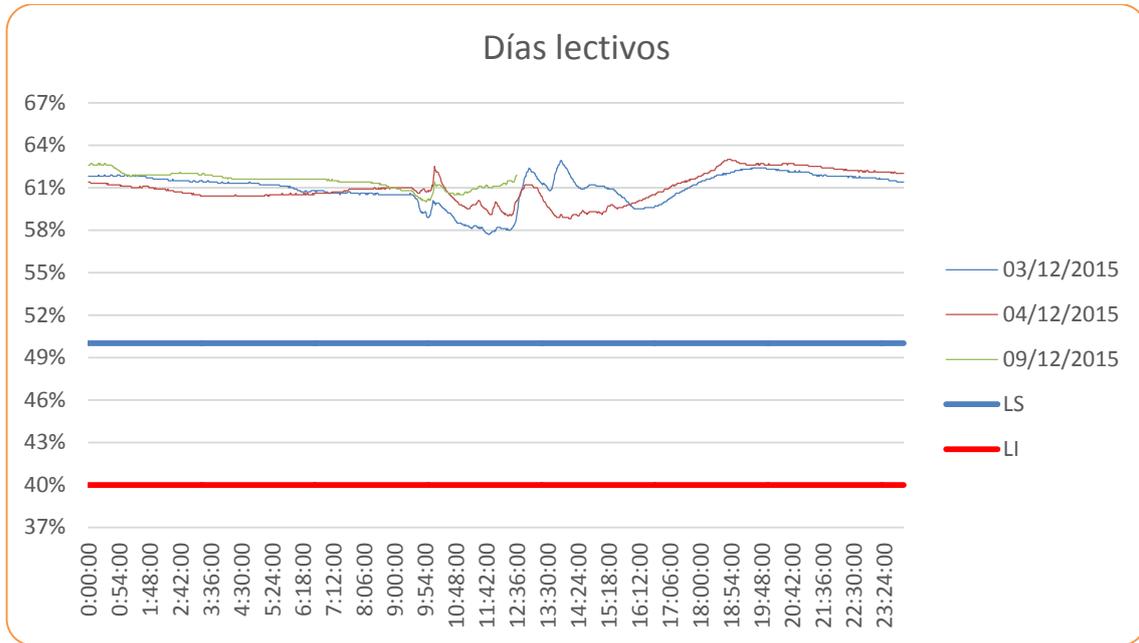


Gráfico 24 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo de expansión directa tipo BdC (Split 1x1) con unidad exterior situada en el patio y unidad interior de pared.

La producción de calor para calefacción se inicia a las 09:00h debido a la activación del sistema de climatización y con el aumento de la carga térmica del edificio. Durante la jornada lectiva las temperaturas se mantienen dentro del intervalo normativo 21-23°C, excepto en el periodo inicial donde la temperatura se mantiene por debajo del límite establecido (21°C). La aportación

térmica parece adecuada excepto en casos puntuales en que las temperaturas permanecen por debajo del intervalo normativo (21-23°C).

Se observa como el equipo se desactiva fuera del periodo de ocupación y durante los fines de semana.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (50%) durante todo el periodo de ocupación.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecian aportaciones térmicas suficientes.** En general las temperaturas se encuentran entre los 21°C y los 23°C durante los periodos de ocupación, excepto en el periodo inicial donde la temperatura se mantiene por debajo del límite establecido (21°C).
- En general, **no se mantiene encendida la calefacción más tiempo de lo necesario.**
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 09:00 hasta las 14:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivo.**

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

Se ha realizado la certificación de tres de los cuatro edificios que componen el CEIP Miguel de Cervantes, quedando exento el correspondiente a la antigua casa del conserje por no contar con los 50m² necesarios, se ha obtenido una calificación C.

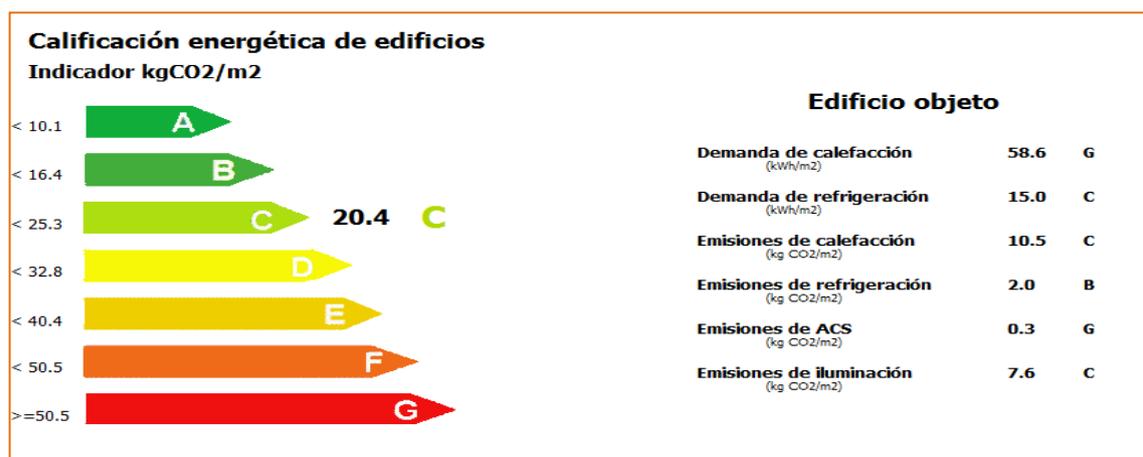


Imagen 20 Etiqueta Certificado Energético

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

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

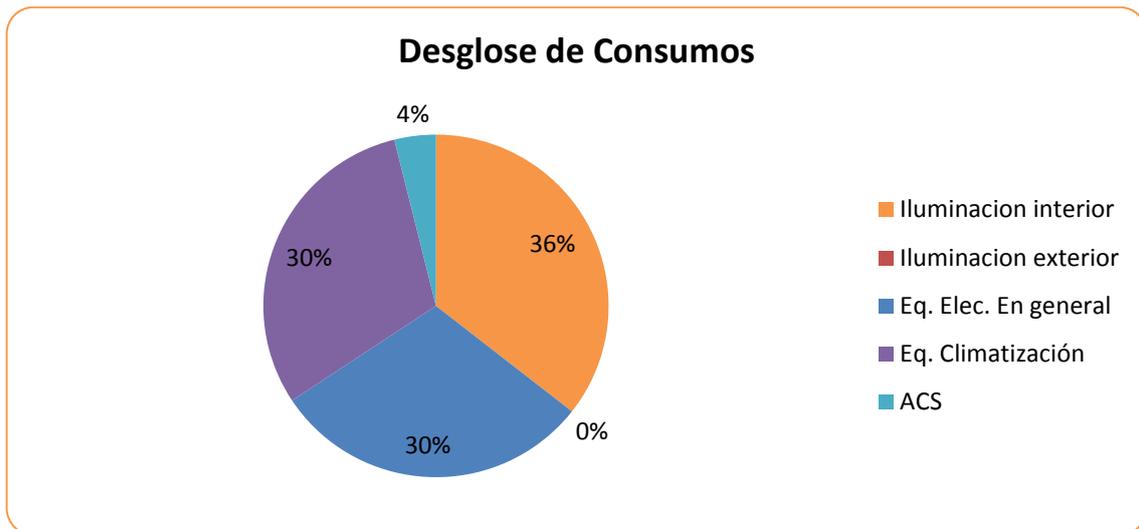


Gráfico 26 Desglose de consumos eléctricos

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

Por otra parte, existe un consumo energético destacable que corresponde a los termo acumuladores eléctricos encargados de la producción de agua caliente sanitaria.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor de 3%.

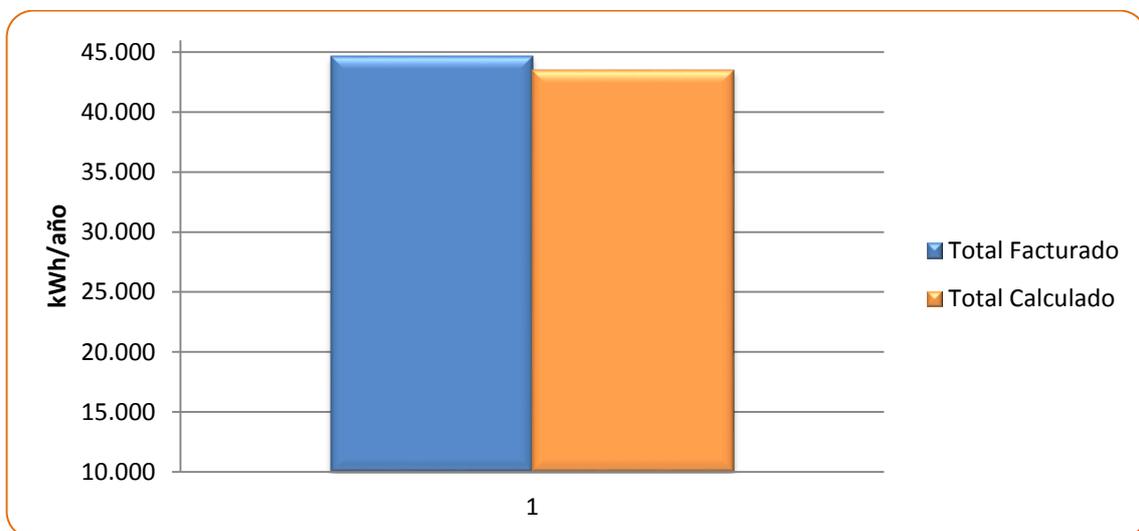


Gráfico 27 Desglose de consumos por periodo

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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

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

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 21 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 MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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)	0,12339	0,00000	0,00000
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	100,00%	0,00%	0,00%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	11,51875
Precio de la potencia (€/kW y año)	42,04

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			
8.483	54,84%	18,98%	977,17 €	211,70 €	1.188,87	13.044,81 €	10,97	3,38

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.

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 22 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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

Ahorro energético

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

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

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

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

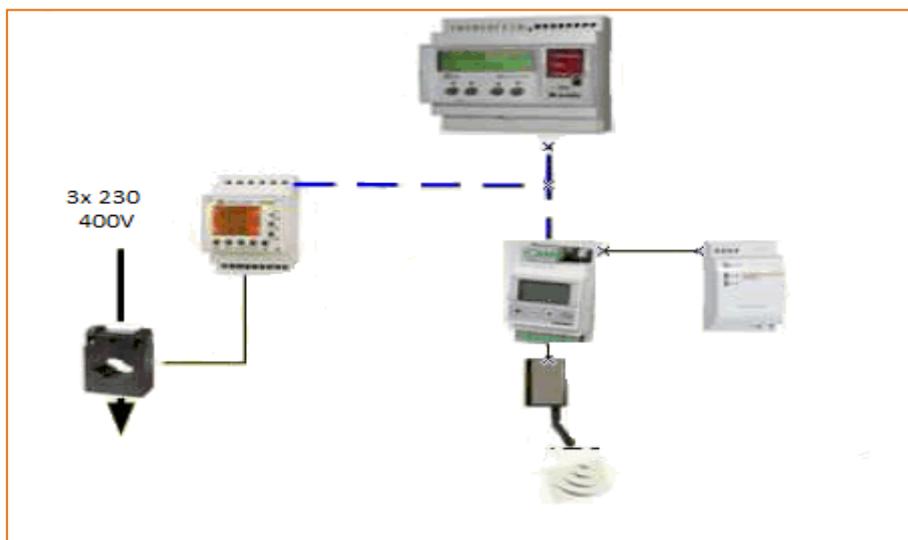


Imagen 23 Esquema de sistema de monitorización

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 MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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 MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que la demanda de agua caliente sanitaria en el centro es muy reducida, produciéndose de forma local mediante termos acumuladores eléctricos ubicados en las proximidades de los puntos de consumo. Se trata de un uso muy esporádico.

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.

7.2 Biomasa

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

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA MIGUEL DE CERVANTES	1306
		36
		Rev.05

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.

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:

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

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

8. RESUMEN

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

Propuestas de Mejora	Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
	kWh	% ¹	€/año	€ ²	años	Ton/año
Sustitución de la iluminación existente por tecnología LED	8.483	54,84%	1.188,87 €	13.044,81	10,97	3,38
TOTAL ELÉCTRICAS	8.483	-	1.188,87 €	13.044,81	10,97	3,38

Tabla 27 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA