



INFORME

AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(Tenencia Nueva Andalucía)

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_20_20160112

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.....	6
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	7
1.4.1 Producción de ACS	7
1.4.2 Producción de frío y calor para climatización	8
1.4.3 Unidades Terminales.....	13
1.5 Iluminación.....	18
1.5.1 Iluminación interior	19
1.5.2 Iluminación exterior	20
1.5.3 Sistemas de control	21
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	21
1.6 Otros equipos	21
1.7 Resumen de potencias instaladas	24
2. CONSUMOS ANUALES.....	25
2.1 Consumos eléctricos	25
2.2 Consumos térmicos.....	28
2.1 Consumos energéticos totales	28
2.2 Índices energéticos.....	28
2.2.1 Índices energéticos eléctricos	28
2.2.2 Índices energéticos térmicos.....	28
3. MEDICIONES REALIZADAS.....	29
3.1 Medidas eléctricas.....	29
3.1.1 Registros trifásicos	29
3.1.2 Registros monofásicos.....	33
3.2 Medida de nivel de iluminación	35
3.3 Medidas térmicas.....	36
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad	36
3.4 Análisis termográfico.....	39
3.5 Certificación energética	40
4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO	41
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	41

4.2	Desglose de consumos térmicos	42
4.3	Contribución de energías renovables	42
5.	ACTUACIONES PROPUESTAS	43
5.1	Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	43
5.2	Instalación de batería de condensadores	45
6.	MEJORAS RECOMENDADAS	47
6.1	Sistemas de regulación y control de la iluminación interior	47
6.2	Implantación de un sistema de monitorización y control.....	49
7.	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	51
7.1	Energía solar térmica.....	51
7.2	Biomasa	51
7.3	Fotovoltaica - Autoconsumo	51
8.	RESUMEN	52

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	TENENCIA DE ALCALDÍA NUEVA ANDALUCIA
Dirección	Avda Miguel de Cervantes 15, 29660 MARBELLA (MÁLAGA)
Tipo de edificio	Edificio Administrativo
Persona de Contacto (Nombre, tlf, email)	Mari Carmen (Administrativa), Tlf.- 952 761 615
Número de edificios	Dos

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones de la **Tenencia Alcaldía** que se han auditado se encuentran situadas en **Avda Miguel de Cervantes** en la localidad de **Nueva Andalucía**.



Imagen 1 Vista general de la Tenencia de Nueva Andalucía

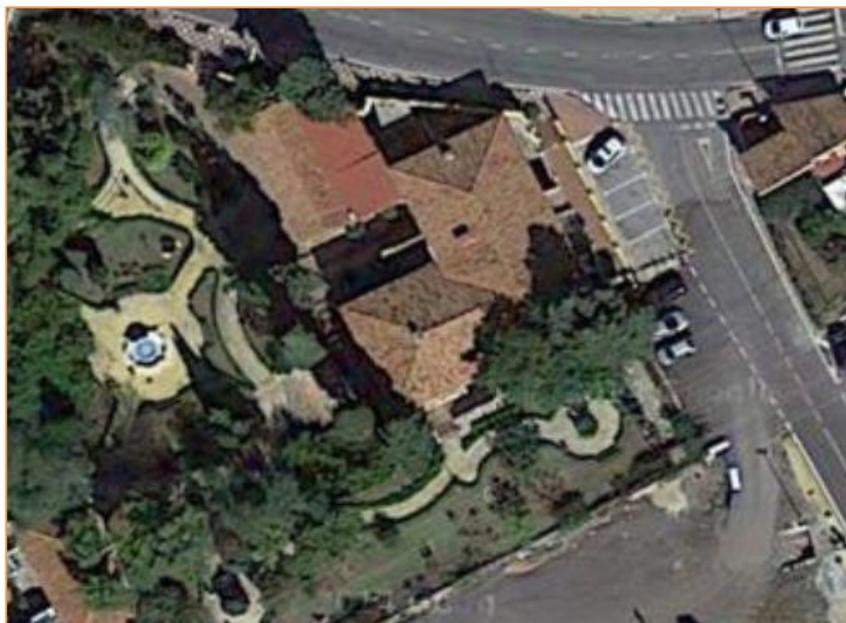


Imagen 2 Vista aérea de la Tenencia de Nueva Andalucía

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

EDIFICIO	Nº plantas	Superficie Util. m2	Nº personas	Horario	Año de construcción	Año última reforma	Reformas realizadas
Edificio principal	3	840,3		07:15-18:00	1969	1995	Adaptación
Edificio Biblioteca	2	109,36	40	Inv: 09:30-21:00 Verano: 09:30-20:00	1969	1995	Adaptación

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

EDIFICIO PRINCIPAL	Nº personas	Horario de funcionamiento	Uso
Asociación de Vecinos Al Andalus	15	Oct-May (L-V: 16:00-20:00) // Todo el año (V: 20:00-22:00)	Asociación de Vecinos // Cursos Educativos
Oficina Extranjeros (INACCESIBLE)	Entre 5 y 10	Horario no Específico	Cursos Educativos
Limpieza	6	Recogida y almacenamiento de Material de Limpieza	Almacenaje Material de Limpieza
Oficinas Tenencia de Alcaldía	25 personal administrativo - 25 usuarios	07:15-18:00	Administrativo
Asociación Alcohólicos Anónimos	15	Horario no Específico	Asociación
Asociación Coro (INACCESIBLE)	20	Horario no Específico	Asociación
Almacén Eléctricida-Mantenimiento	2	Ocupación Esporádica	Almacén

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0	Planta 1	Planta -1	Sup. Total (m2)
Administrativo	272,99	231,31	--	504,30
Aseos	47,18	--	3,20	50,38
No habitable	55,34	--	150,30	205,64
Usos múltiples	72,25	20,86	--	93,11
Zonas comunes	52,89	25,71	17,63	96,23
Sup. Total (m2)	500,65	277,88	171,13	949,66

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 fines administrativos abarca el 53% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas no habitables (almacenes) con un 13%.

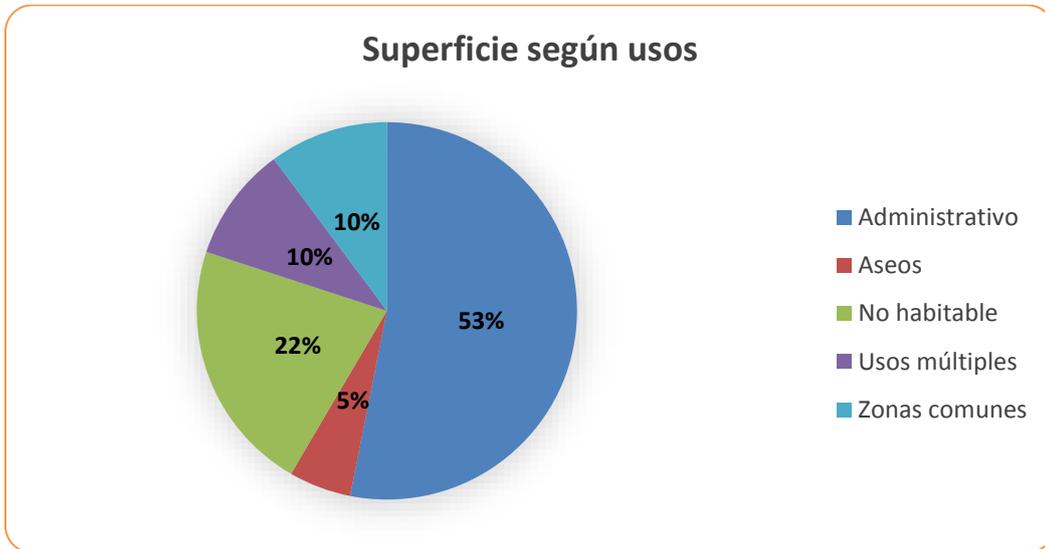
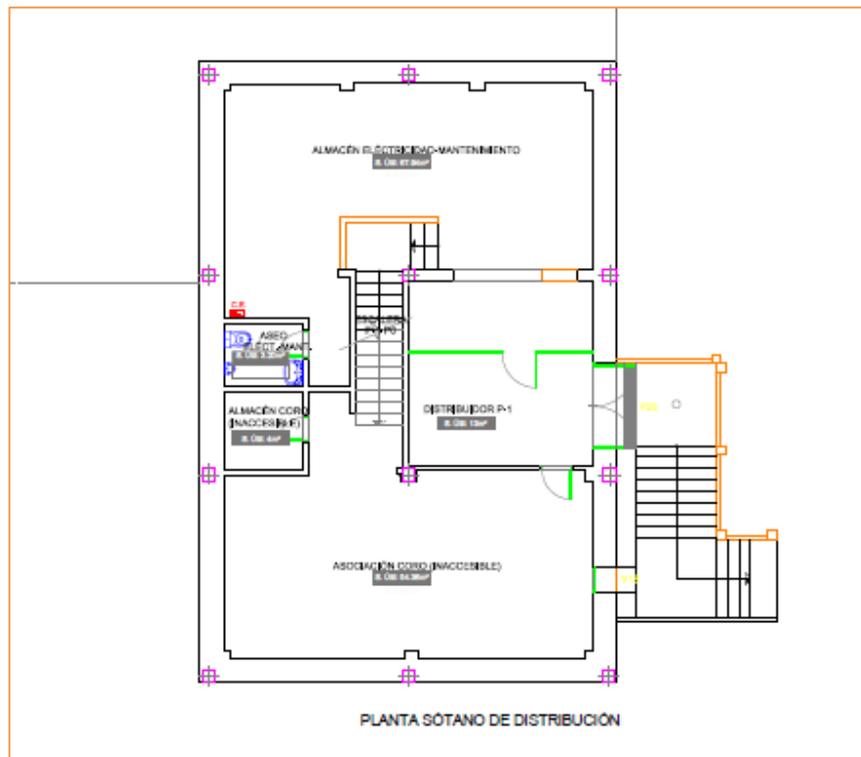
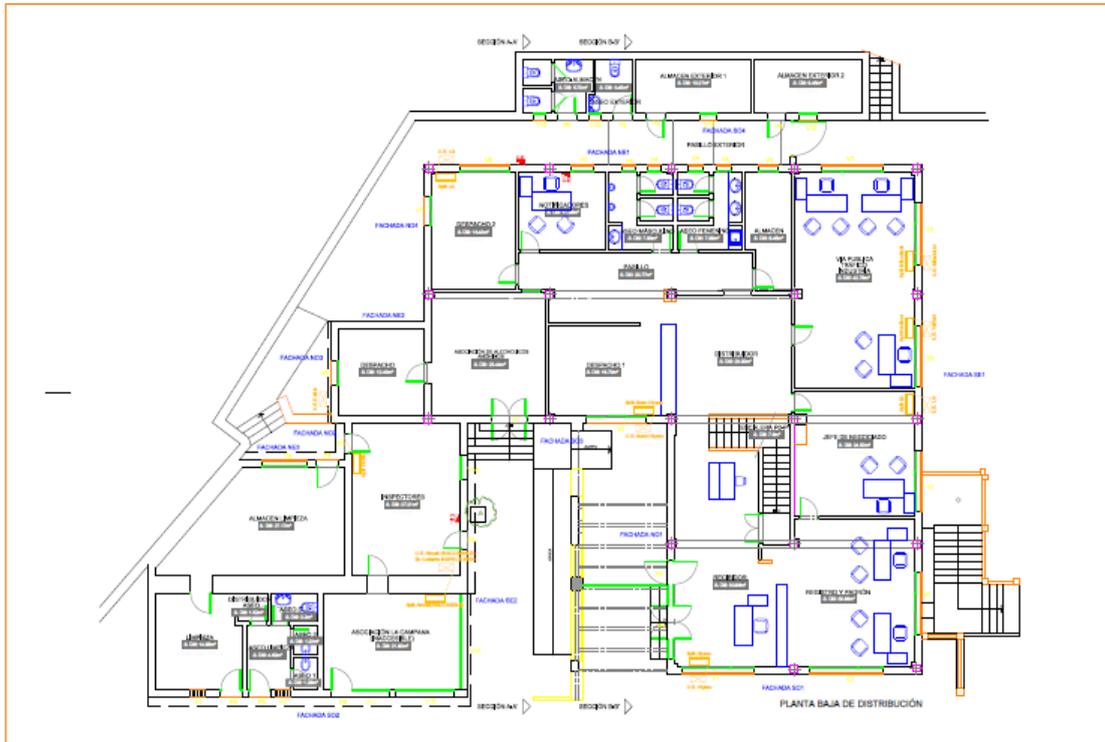


Gráfico 1 Superficie según Usos

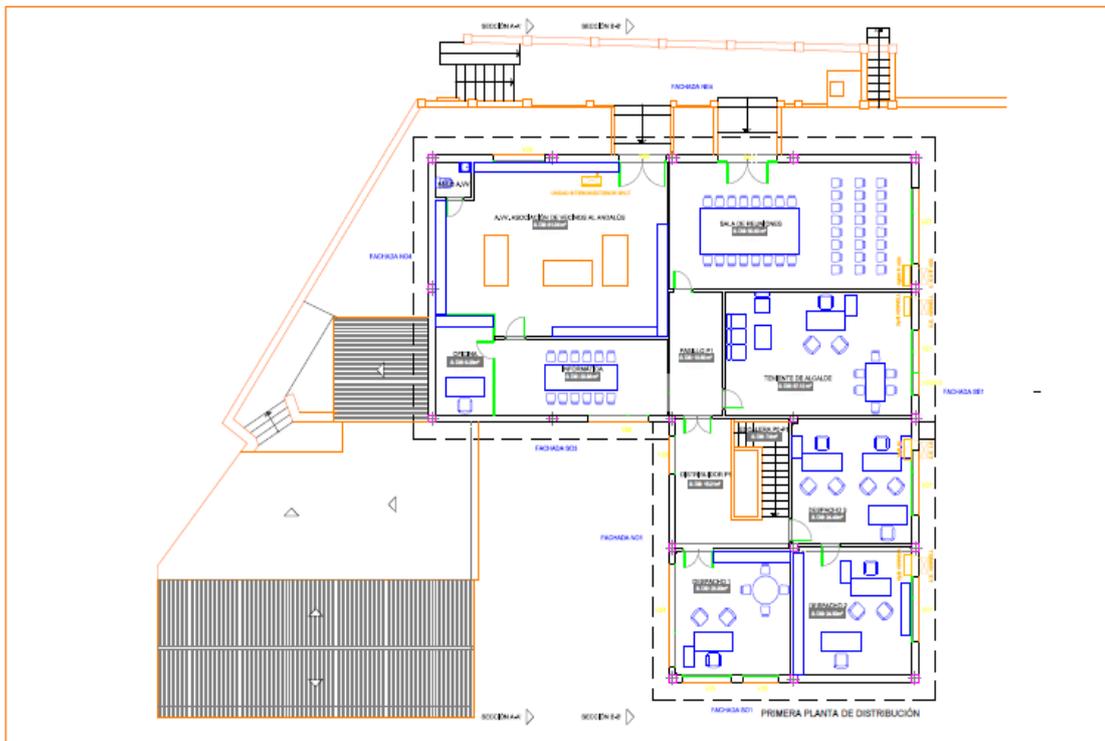
A continuación se muestran los planos por planta de la instalación:



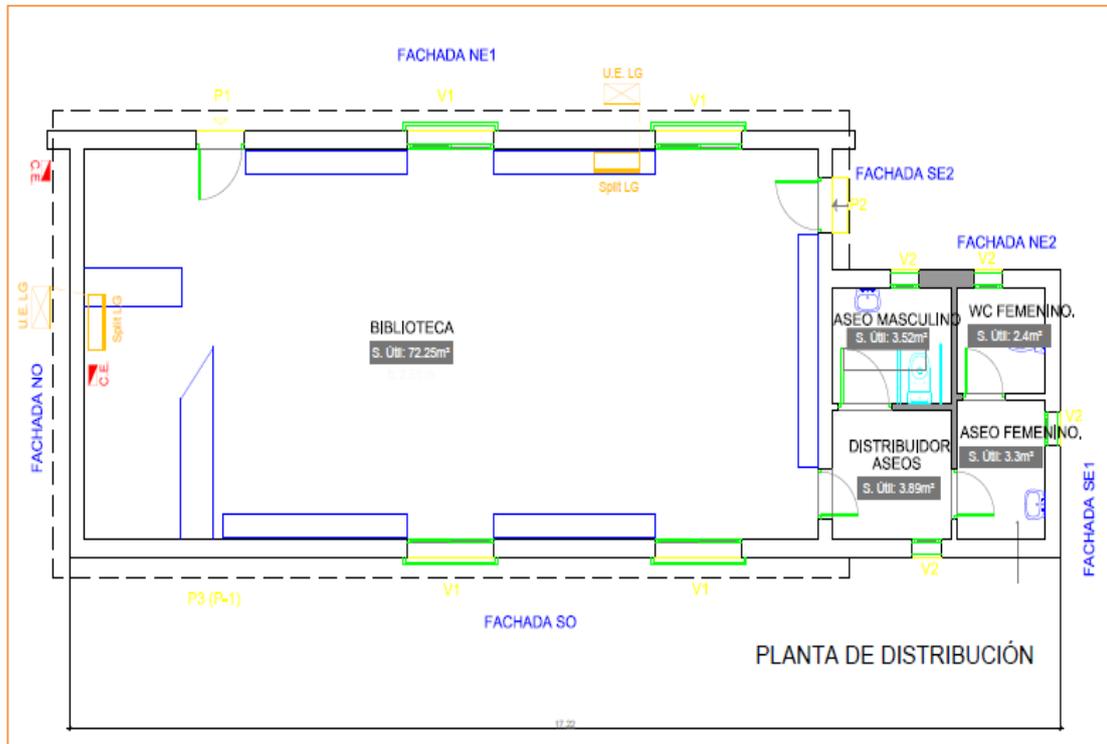
Plano 1 Planta Sótano



Plano 2 Planta Baja



Plano 3 Planta Segunda



Plano 4. Biblioteca

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 envolvente 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 1969; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

Las fachadas de ambos edificios están rematadas con revoco blanco.

La cubierta es de tipo inclinada convencional inclinada a cuatro aguas en los dos edificios y está conformada por teja curva cerámica.

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



Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

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 tipo pared. Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

El centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.4.1 Producción de ACS

Tal y como se comenta anteriormente, el centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

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	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada NE1	Fachada SE1	Fachada SE1	Fachada SE1
Zona de tratamiento	Despacho 2	Vía Pública, Tráfico, Industria	Vía Pública, Tráfico, Industria	Jefe de Negociado
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	Compresor Scroll Inverter
Marca	LG	MITSUBISHI	VAILLANT	LG
Modelo	ASUW096ADRO	SRC25ZD-S	VA 6-035	USUW096H4A0
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	-	-	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	2,63	2,50	3,44	2,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	0,65	0,78	1,07	0,69
EER	4,05	3,21	3,21	3,62
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	3,60	3,40	3,82	3,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	0,87	0,94	1,27	0,86
COP	4,14	3,62	3,01	3,72
ES COP	-	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	-	-	-	-

Tabla 5 Características de los equipos de producción de frío y calor para climatización

Nº generador	5	6	7	8
Generador	Unidad exterior - Split			
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	0	0	0	0
Ubicación equipo	Fachada SO1	Fachada SO3	Fachada NO3	Cubierta Inspectores
Zona de tratamiento	Recibidor	Despacho 1	Inspectores	Oficina Extranjeros
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	HIYASU	HIYASU	DAIKIN	AIRWELL
Modelo	HOR24LCC	HO-24LA	RXS35E2V1B	GC 12 RC DCI 230V R410 AW
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	-	-	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	7,10	6,50	3,40	3,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	2,21	2,15	1,00	1,03
EER	3,21	3,02	3,40	3,40
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	8,10	6,80	4,00	3,60
Potencia Absorbida Calor (kW)	2,24	1,99	1,08	1,05
COP	3,62	3,42	3,70	3,43
ES COP	-	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00	Variable
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00	Variable
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	-	-	-	-

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

Nº generador	9	10	11	12
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal	Edificio principal
Planta	1	1	1	1
Ubicación equipo	Fachada NO4	Fachada SE1	Fachada SE1	Fachada SE1
Zona de tratamiento	A.VV. Asociación de Vecinos Al Andalucía	Sala de Reuniones	Teniente de Alcalde	Despacho 3
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll	Compresor Scroll Inverter
Marca	HTW	HIYASU	AIRWELL	LG
Modelo	HTWP12B6	HOS-18UM	WDI 18 230V R410 AW	USUW096H4A0
Refrigerante	R410a	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	-	-	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	5,27	5,00	2,50
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,34	1,87	1,56	0,69
EER	2,61	2,82	3,21	3,62
ESEER	-	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	3,50	5,86	5,30	3,20
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,20	1,99	1,55	0,86
COP	2,92	2,94	3,42	3,72
ES COP	-	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	-	07:00-14:00	07:00-14:00	07:00-14:00
horario funcionamiento (tarde)	Oct-May (L-V: 16:00-20:00) // Todo el año (V: 20:00-22:00)	16:00-19:00	16:00-19:00	16:00-19:00
Sistema de gestión centralizado	No	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-	-
Observaciones	-	-	-	-

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

Nº generador	13	14	15
Generador	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split	Unidad exterior - Split
Edificio	Edificio principal	Edificio Biblioteca	Edificio Biblioteca
Planta	1	0	0
Ubicación equipo	Fachada SE1	Fachada NE1	Fachada NO
Zona de tratamiento	Despacho 2	Biblioteca	Biblioteca
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Combustible	Electricidad	Electricidad	Electricidad
Tipo funcionamiento	Aire-Aire	Aire-Aire	Aire-Aire
Condensación / Evaporación	Aire	Aire	Aire
Tecnología	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter	Compresor Scroll Inverter
Marca	AIRWELL	LG	LG
Modelo	GC 12 RC DCI 230V R410 AW	ASUW1865DH2	ASUW2465DH2
Refrigerante	R410a	R410a	R410a
Año de instalación	-	-	-
Potencia Frigorífica (kW)	3,50	5,28	7,03
Potencia Absorbida Frío (kW)	1,03	2,00	3,00
EER	3,40	2,64	2,34
ESEER	-	-	-
Potencia Calorífica (kW)	3,60	6,07	8,08
Potencia Absorbida Calor (kW)	1,05	2,30	3,30
COP	3,43	2,64	2,45
ESCOP	-	-	-
Recuperación de calor (kW)	-	-	-
Mes inicio calefacción	Noviembre	Noviembre	Noviembre
Mes final calefacción	Marzo	Marzo	Marzo
Mes inicio refrigeración	Junio	Junio	Junio
Mes final refrigeración	Septiembre	Septiembre	Septiembre
días/semana	L-V	L-V	L-V
horario funcionamiento (mañana)	07:00-14:00	09:30-14:00	09:30-14:00
horario funcionamiento (tarde)	16:00-19:00	14:00-20:00 (VERANO) // 14:00-21:00 (INVIERNO)	14:00-20:00 (VERANO) // 14:00-21:00 (INVIERNO)
Sistema de gestión centralizado	No	No	No
Control - encendido / apagado	Manual	Manual	Manual
Centralita - marca / modelo	-	-	-
Observaciones	-	Fuera de servicio	-

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



Imagen 4 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	72,13 kW
Refrigeración	63,65 kW

Tabla 9 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

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 tipo 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	2	3	4	5
Unidad terminal	Unidad interior - Split				
Tipo	Pared	Pared	Suelo	Pared	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración				
Edificio	Unidad interior - Split				
Planta	0	0	0	0	0
Zona de tratamiento	Recibidor	Jefe de Negociado	Despacho 1	Vía Pública,Tráfico, Industria	Vía Pública,Tráfico, Industria
Marca	HIYASU	LG	HIYASU	MITSUBISHI	VAILLANT
Modelo	HSA24LCC	USNW096H4A0	HB-24LA	SKM25ZD-S	VA 6-035 NHI
Cantidad	1	1	1	1	1
Alimentación	(F) 2 tubos				
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	8,10	3,20	6,80	3,40	3,82
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	7,10	2,50	6,50	2,50	3,44
Pot. Abs. (kW)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Regulación	Válvula de expansión electrónica				
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	-	-	-	-	-

Tabla 10 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas

Característica	6	7	8	9	10
Unidad terminal	Unidad interior - Split				
Tipo	Pared	Pared	Pared	Pared	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración				
Edificio	Unidad interior - Split				
Planta	0	0	0	1	1
Zona de tratamiento	Despacho 2	Inspectores	Oficina Extranjeros	Despacho 2	Despacho 3
Marca	LG	DAIKIN	AIRWELL	AIRWELL	LG
Modelo	ASNW096ADR0	FTXS35D3VMW	IU DELTA 12 R410 ELECTRA	IU DELTA 12 R410 ELECTRA	USNW096H4A0
Cantidad	1	1	1	1	1
Alimentación	(F) 2 tubos				
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	3,60	4,00	3,60	3,60	3,20
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	2,63	3,40	3,50	3,50	2,50
Pot. Abs. (kW)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Regulación	Válvula de expansión electrónica				
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	-	-	-	-	-

*Tabla 11 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas*

Característica	11	12	13	14	15
Unidad terminal	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split
Tipo	Pared	Pared	Suelo	Pared	Pared
Servicio	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración	Calefacción y refrigeración
Edificio	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split	Unidad interior - Split
Planta	1	1	1	0	0
Zona de tratamiento	Teniente de Alcalde	Sala de Reuniones	A.VV. Asociación de Vecinos Al Andalucía	Biblioteca	Biblioteca
Marca	AIRWELL	HIYASU	HTW	LG	LG
Modelo	WDI 18 230V R410 AW	HS-18UM	HTWP12B6	ASNW1865DH2	ASNW2465DH2
Cantidad	1	1	1	1	1
Alimentación	(F) 2 tubos	(F) 2 tubos	(F) 2 tubos	(F) 2 tubos	(F) 2 tubos
Batería calor	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Calorífica Unitaria (kW)	5,30	5,86	3,50	6,07	8,08
Batería frío	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a	R-410a
Pot. Frigorífica Unitaria (kW)	5,00	5,27	3,50	5,28	7,03
Pot. Abs. (kW)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Característica	11	12	13	14	15
Regulación	Válvula de expansión electrónica				
Tipo control	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario	Usuario
Observaciones	-	-	-	Fuera de servicio	-

*Tabla 12 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas*



*Imagen 5 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)
Administrativo	420,14	57,98	138,00
Aulas	144,50	14,15	97,92
Total	564,64	72,13	127,75

Tabla 13 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):

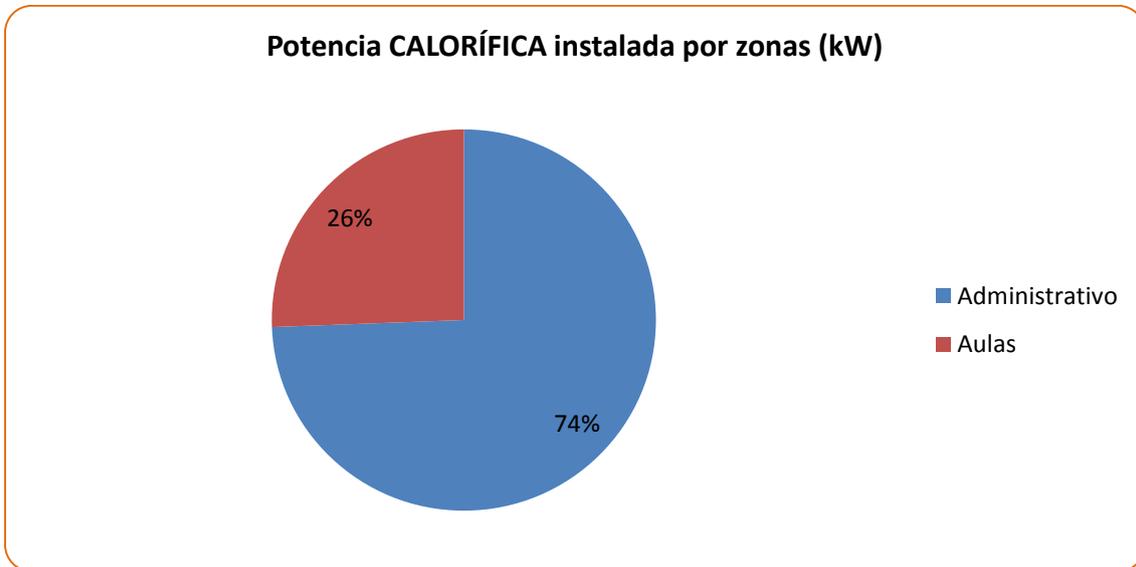


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

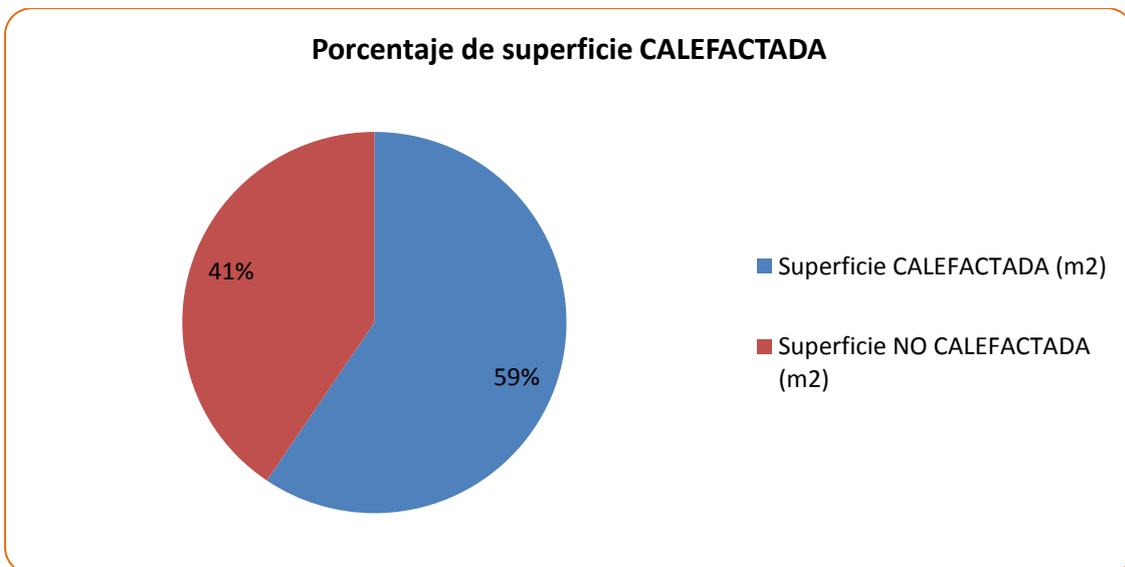


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

Zona	Superficie Refrigerada (m2)	Pot. Frigorífica (kW)	Ratio (W/m2)
Administrativo	420,14	51,34	122,20
Aulas	144,50	12,31	85,19
Total	564,64	63,65	112,73

Tabla 14 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):

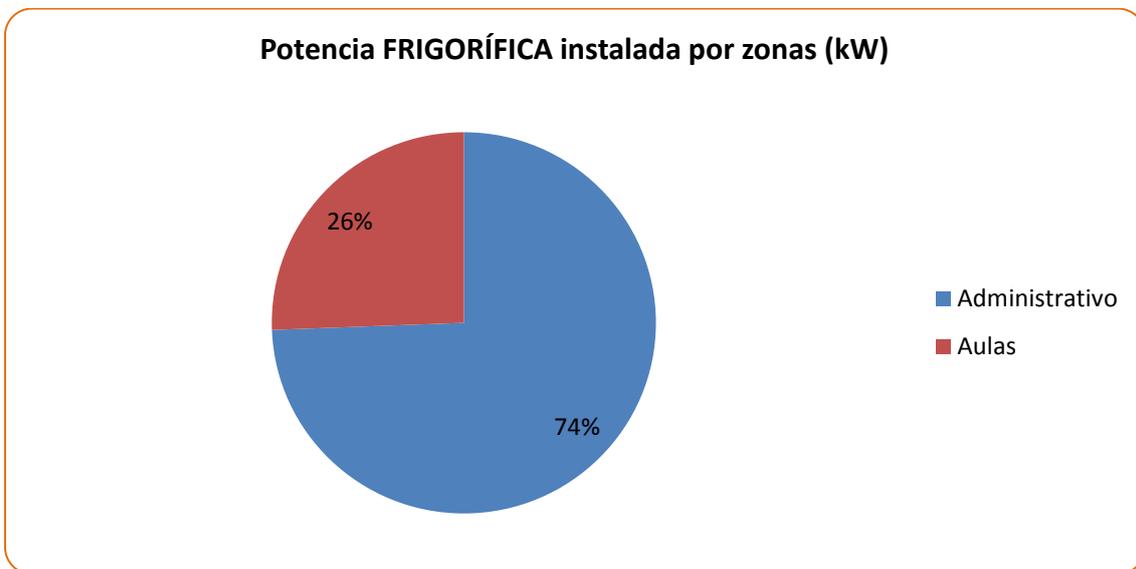


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

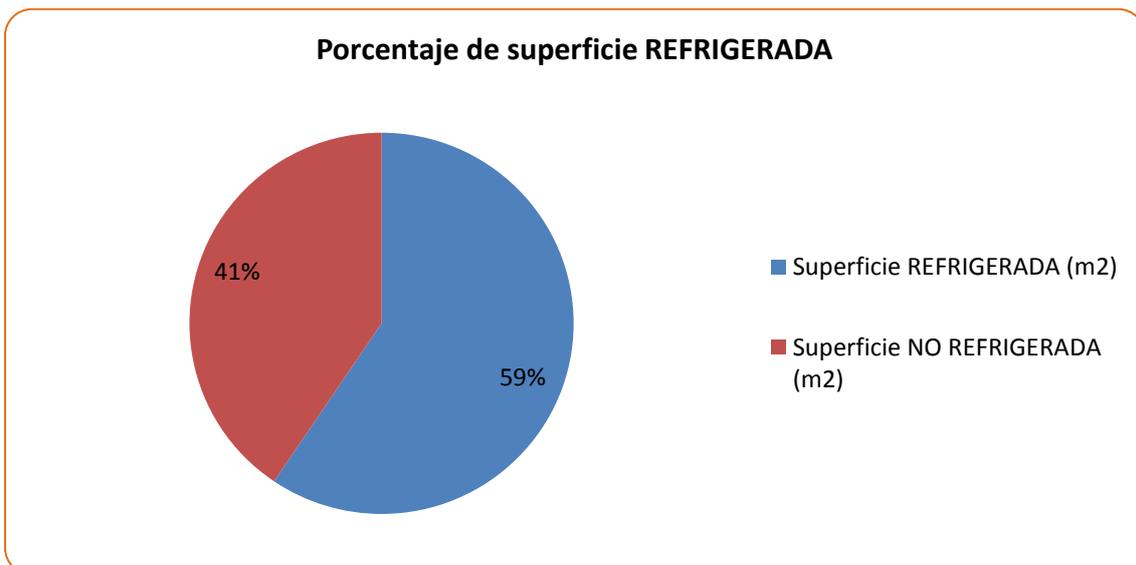


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 12,59 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.

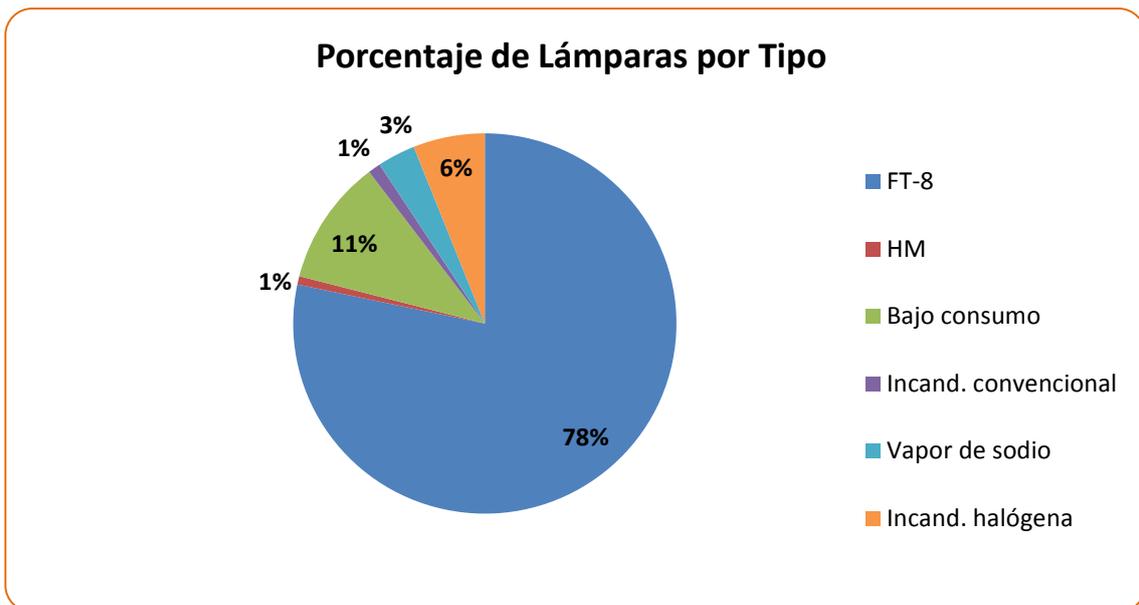


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

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.	kW TOTAL
EM	110	9,26
FT-8	110	9,26
1	22	0,83
18	3	0,06
36	8	0,35
32	11	0,42
2	78	6,70
18	1	0,04
36	77	6,65
4	10	1,73
36	10	1,73
-	23	1,00
Incand. convencional	3	0,12
1	3	0,12
40	3	0,12
Incand. halógena	17	0,85
1	17	0,85
50	17	0,85
Bajo consumo	3	0,03
1	3	0,03
11	3	0,03
Total general	133	10,26

Tabla 15 Resumen de lámparas instaladas

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





Imagen 6 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.	kW TOTAL
EM	1	0,09
FT-8	1	0,09
2	1	0,09
36	1	0,09
-	38	2,25
Bajo consumo	27	0,30
1	27	0,30
11	27	0,30
HM	2	0,60
1	2	0,60
250	2	0,60
Vapor de sodio	9	1,35
1	9	1,35
150	9	1,35
Total general	39	2,33

Tabla 16 Resumen de iluminación exterior



Imagen 7 Luminarias situadas en el exterior del edificio

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

1.5.3 Sistemas de control

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

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Dado que las secciones de iluminación del centro 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 19:00 a 7:00 horas todos los días del año.

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	3	0,708
DVD/CD	1	0,008
8	1	0,008
Proyector	1	0,4
400	1	0,4
Televisión Tubo	1	0,3
300	1	0,3
Electrodoméstico	13	11,993
Frigorífico	3	0,555
130	1	0,13
75	1	0,075
350	1	0,35
Horno	1	1,5
1500	1	1,5
Microondas	1	0,8
800	1	0,8
Cafetera	1	0,6
600	1	0,6
Nevera doméstica	1	0,098
98	1	0,098
Kettle / Calienta agua	4	7,4
2000	1	2
1000	1	1
2200	2	4,4
Tostador	1	0,6
600	1	0,6
Surtidor agua	1	0,44
440	1	0,44
Informático	45	17,5029
Ordenador sobremesa	27	8,1
300	27	8,1
Rack	1	1,3
1300	1	1,3
Fotocopiadora	4	5,684
1500	2	3
1100	1	1,1
1584	1	1,584
Ordenador Portátil	2	0,3

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
150	2	0,3
Impresora Ticket	1	0,018
18	1	0,018
Impresora oficina	10	2,1009
250	1	0,25
50	1	0,05
37	1	0,037
450	2	0,9
302	2	0,604
9,9	1	0,0099
170	1	0,17
80	1	0,08
Otros	11	7,754
Secador de manos	2	2,6
1300	2	2,6
Plancha	1	2,2
2200	1	2,2
Amoladora	1	0,3
300	1	0,3
Cargador Batería Taladro	2	0,174
87	2	0,174
Máquina Fichar Empleador	1	0,06
60	1	0,06
Máquina expendedora	2	2,4
600	1	0,6
1800	1	1,8
Pistola de Silicona	2	0,02
10	2	0,02
Sonido	9	0,353
Altavoz	5	0,12
30	2	0,06
20	3	0,06
Mini cadena música	1	0,12
120	1	0,12
Radio-CD	2	0,053
40	1	0,04
13	1	0,013
Amplificador	1	0,06
60	1	0,06
Radiador eléctrico	4	5
Radiador eléctrico	4	5
1200	1	1,2
1000	1	1
1400	2	2,8
Unidades de tratamiento	10	0,567
Ventilador	10	0,567
30	1	0,03
130	1	0,13
60	1	0,06
50	4	0,2
45	1	0,045
54	1	0,054
48	1	0,048
Producción Frío y Calor	15	24,39
Sistema autónomo de expansión directa - Unidad exterior - Split	15	24,39
870	1	0,87
940	1	0,94
1270	1	1,27

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
1480	2	2,96
2240	1	2,24
2150	1	2,15
1080	1	1,08
1340	2	2,68
1990	1	1,99
1560	1	1,56
1050	1	1,05
2300	1	2,3
3300	1	3,3
Total general	110	68,2679

Tabla 17 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.

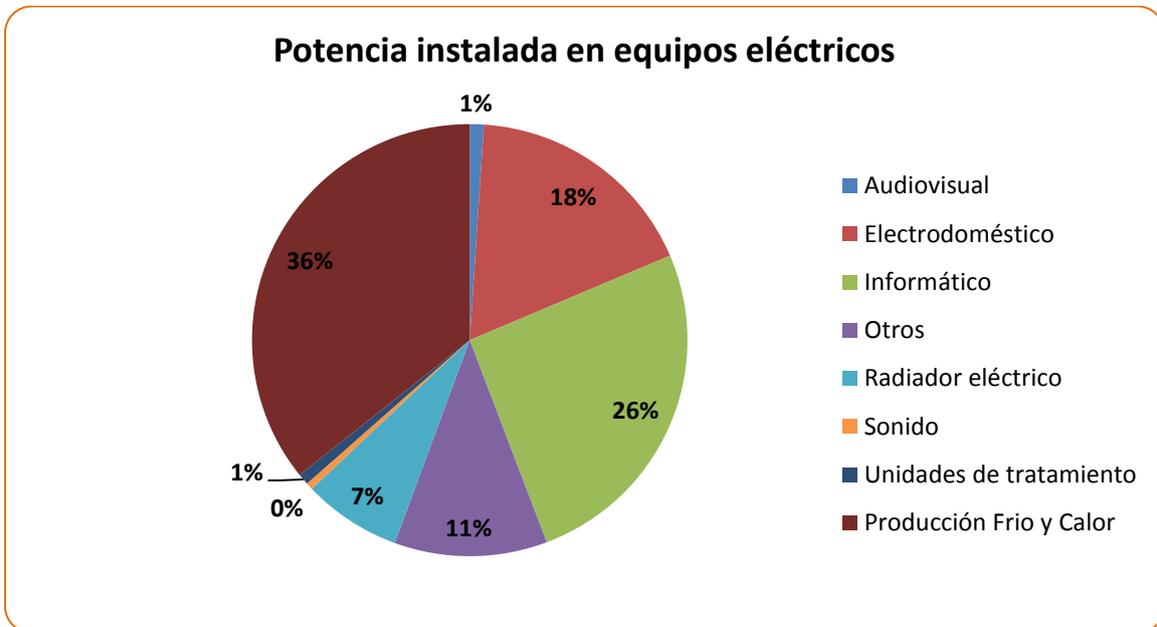


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

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

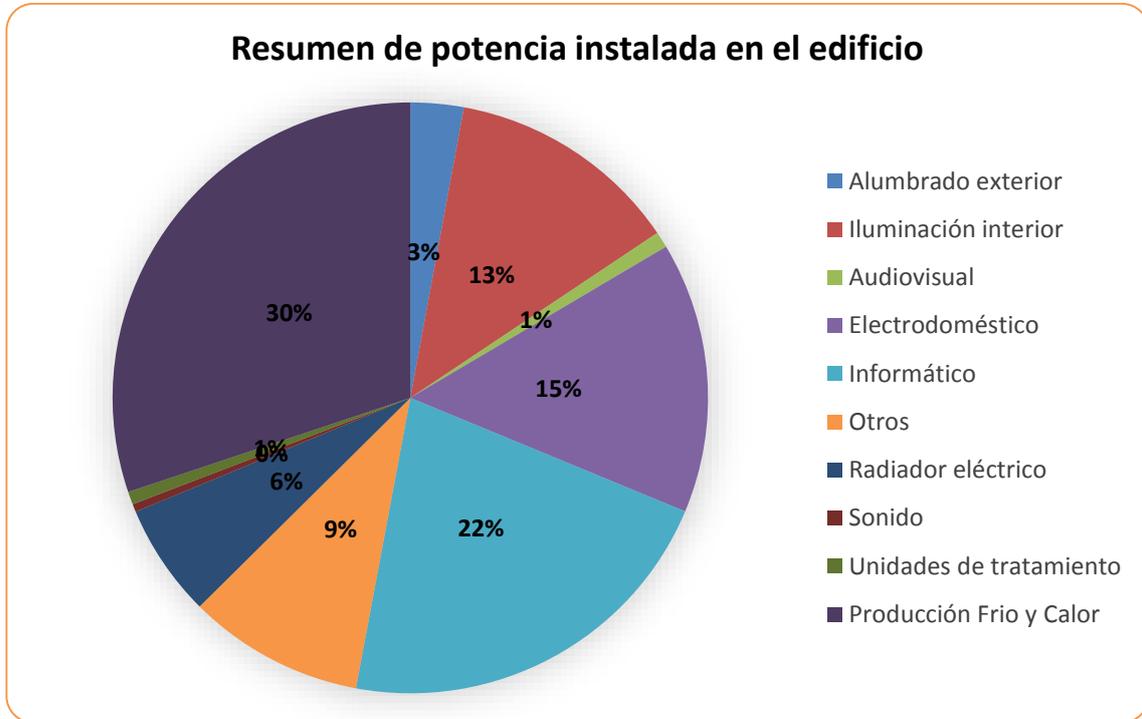


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

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

CUPS	ES0031103018740001AV0F	Tarifa de acceso	3.0 A
CONDICIONES DE CONTRATACION			
	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	32,87	32,87	32,87
Término de potencia (€/kW año)	40,728525	24,437115	16,29141
Término de potencia (€/kW día)	0,111585	0,066951	0,044634
Término de energía (€/kWh)	0,140053	0,110182	0,075633

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

Fecha inicio	Fecha Fin	Consumo P1 (kWh)	Consumo P2 (kWh)	Consumo P3 (kWh)	Potencia Maximétrica (kW)	Facturado Reactiva (€)	Base imponible (€)
22/01/2014	18/02/2014	1.899	3.482	949	32,87 /32,87 /32,87	0,00	933,62
18/02/2014	20/03/2014	1.895	3.473	947	32,87 /32,87 /32,87	19,64	978,30
20/03/2014	22/04/2014	1.872	3.432	936	32,87 /32,87 /32,87	24,76	998,15
22/04/2014	22/05/2014	1.472	2.698	735	32,87 /32,87 /32,87	26,01	822,84
22/05/2014	20/06/2014	806	1.477	806	32,87 /32,87 /32,87	40,75	579,42
20/06/2014	22/07/2014	927	1.700	463	32,87 /32,87 /32,87	40,27	651,37
22/07/2014	21/08/2014	950	1.741	474	32,87 /32,87 /32,87	34,65	638,86
21/08/2014	29/08/2014	0	0	0	0 /0 /0	0,00	67,73
29/08/2014	22/09/2014	1.064	2.255	1.697	18 /16 /11	14,53	720,59
22/09/2014	21/10/2014	845	2.370	1.784	13 /14 /14	26,60	746,10
21/10/2014	20/11/2014	1.103	2.844	1.752	16 /18 /18	24,79	839,29
20/11/2014	18/12/2014	1.143	3.127	1.816	15 /26 /23	15,63	859,33
18/12/2014	22/01/2015	1.553	4.306	2.527	25 /31 /26	4,49	1.161,98

Tabla 18 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **272,12 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

	P1	P2	P3
Potencia contratada (kW)	32,87	32,87	32,87
Potencia registrada (kW)	33	33	33

Tabla 19 Potencias contratada y registrada

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

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

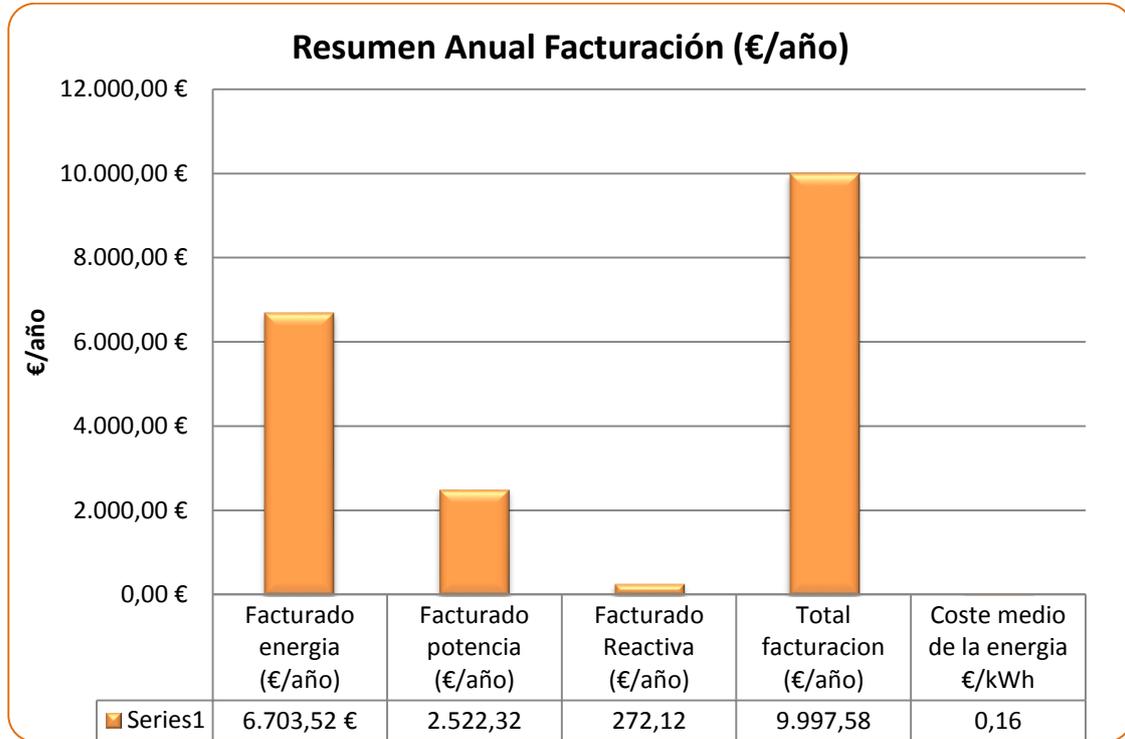


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

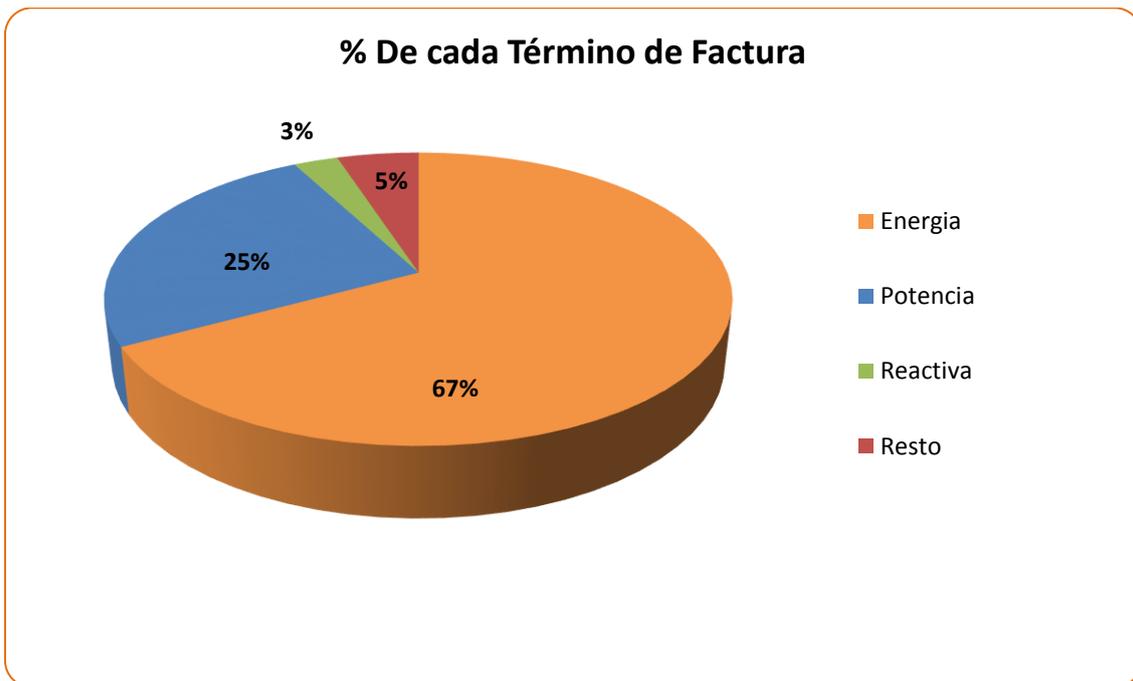


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

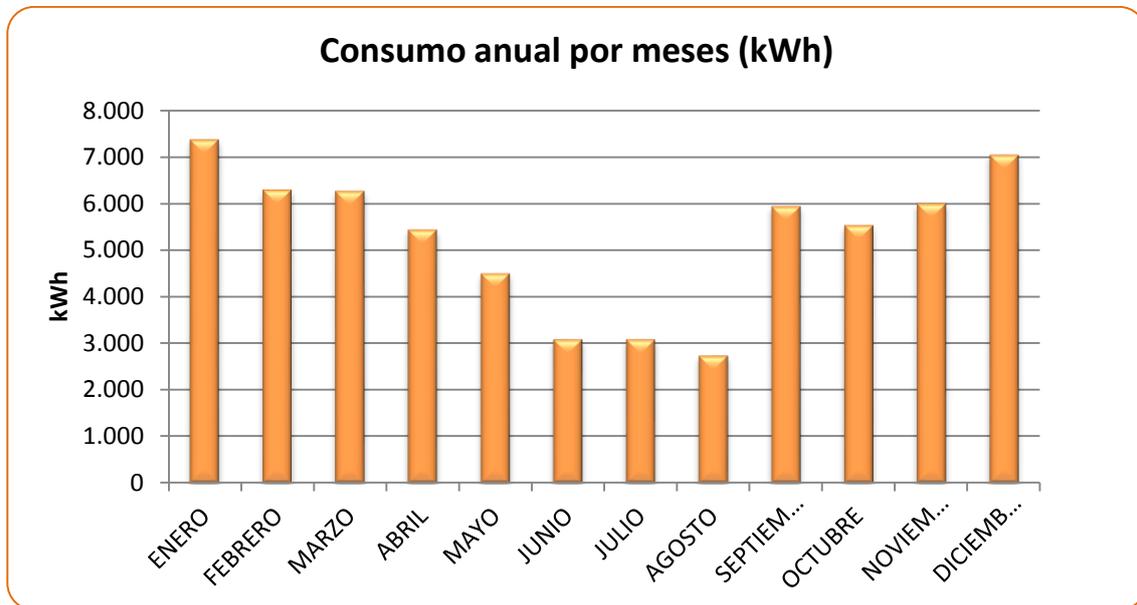


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

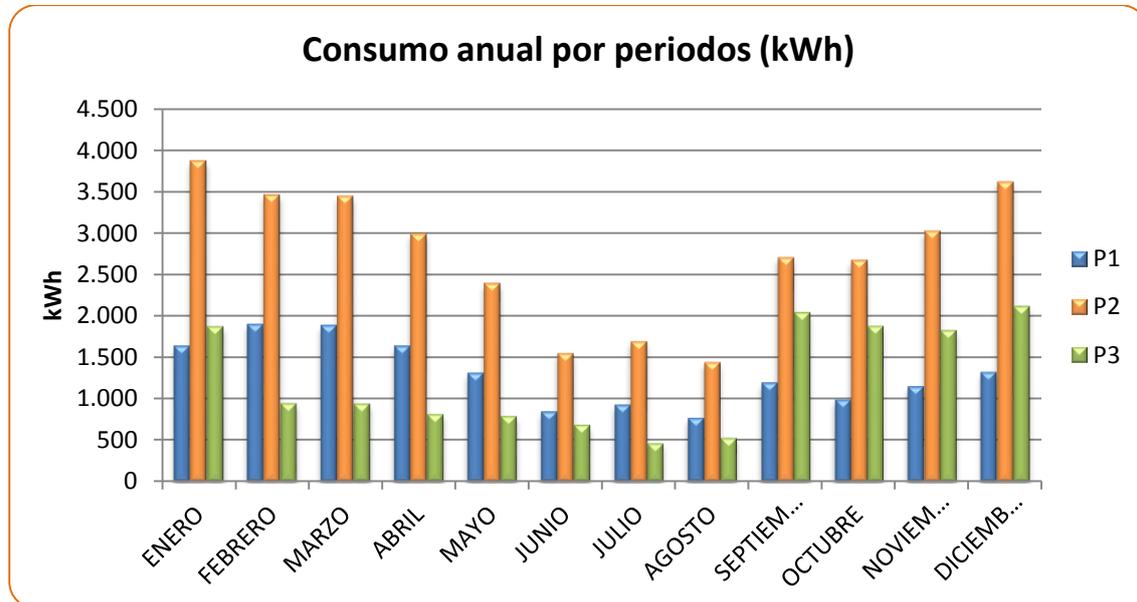


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

Total Consumo energía (kWh)	63.320
Total Facturación (€)	9.997,58
Media mensual de consumo (kWh/mes)	5.277
Media mensual de coste (€/mes)	833,13
Coste medio energía (€/kWh)	0,158

Tabla 20 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

2.2 Consumos térmicos

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

2.1 Consumos energéticos totales

	Electricidad	Combustible (PCI)	Total
Consumo (kWh/año)	63.320	-	63.320
Coste (€/año)	9.997,58	-	9.997,58

Tabla 21 Consumos energéticos anuales totales

2.2 Índices energéticos

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

2.2.1 Índices energéticos eléctricos

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

PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS	
Nº de personas que utilizan la instalación	Variable
Superficie total (m ²)	949,66
Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)	10,26
Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)	2,33
Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)	68,27
Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)	80,86

Tabla 22 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

ÍNDICES ELÉCTRICOS	
kWh/año	63.320
€/kWh	0,16
kWh/m ² Total	66,68
€/m ² Total	10,53
kWh/persona uso	-
€/persona uso	-
Ton CO ₂ /año	25,26
Kg CO ₂ /m ²	26,60
Pot. Iluminación en W/m ²	10,80

Tabla 23 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.2.2 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

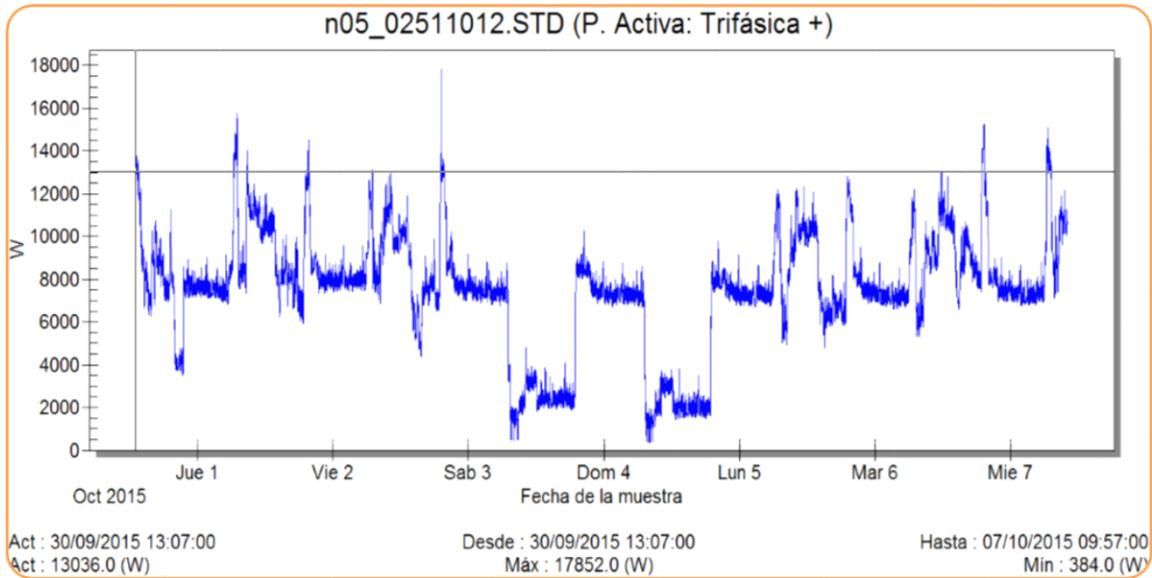


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 30/09/2015 al 7/10/2015

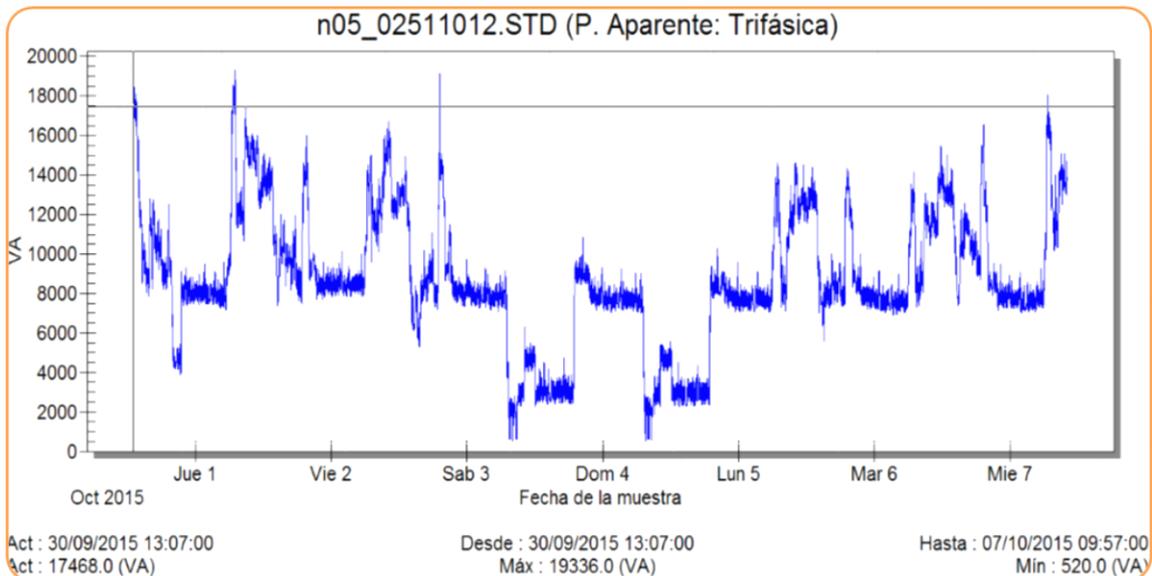


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 30/09/2015 al 7/10/2015

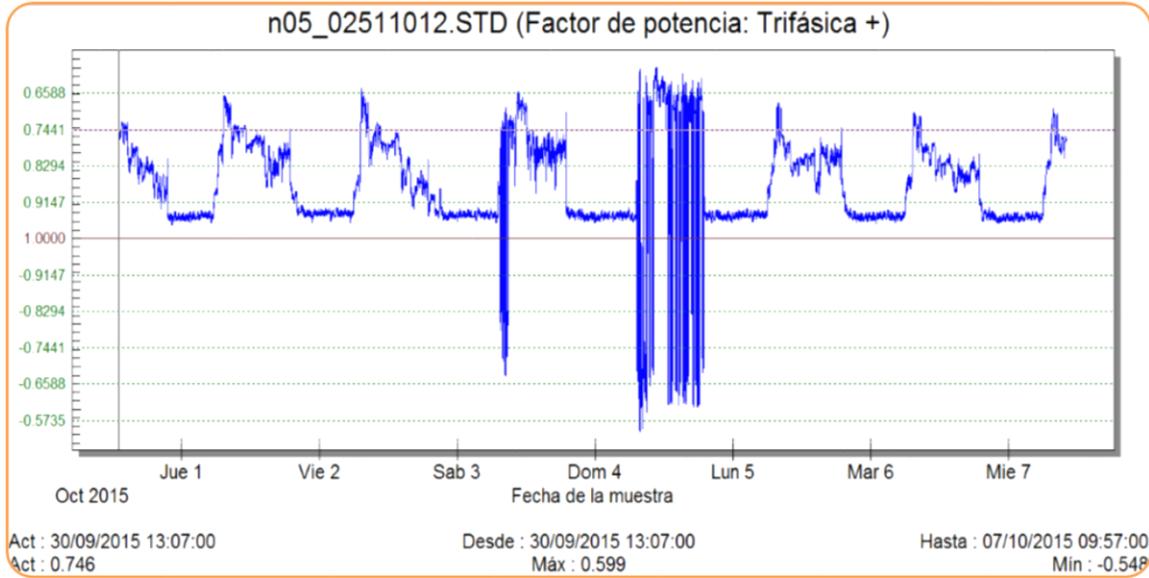


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

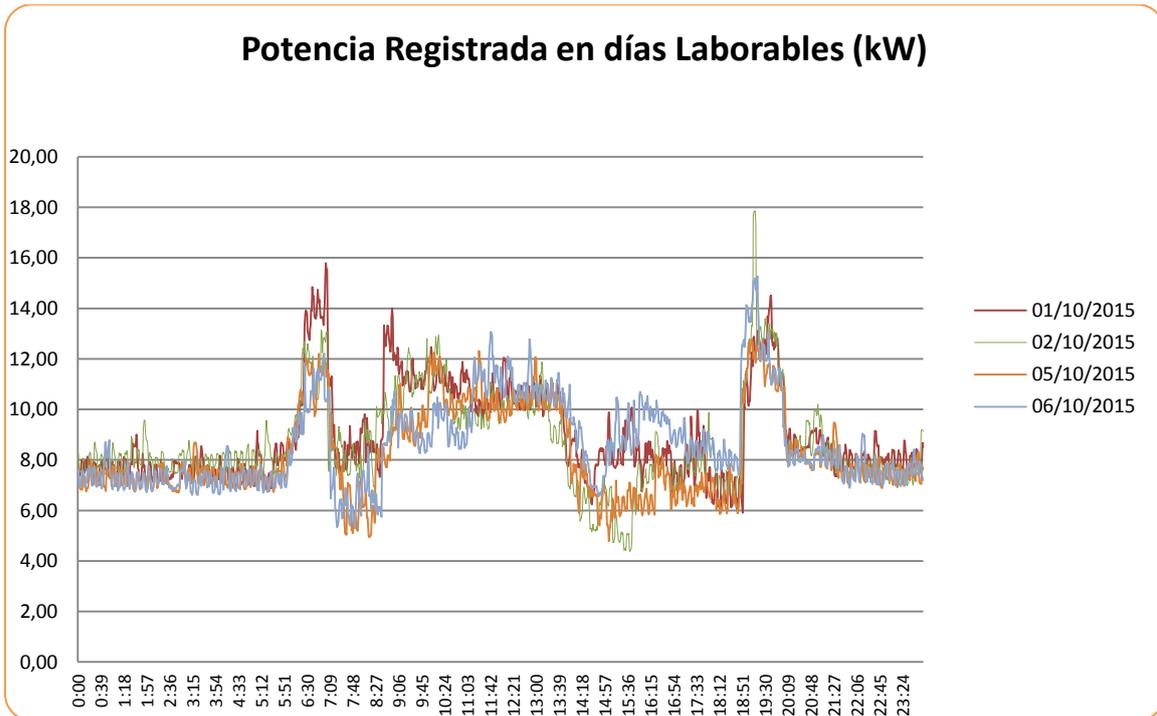


Gráfico 17 Potencia registrada en días laborables (kW)

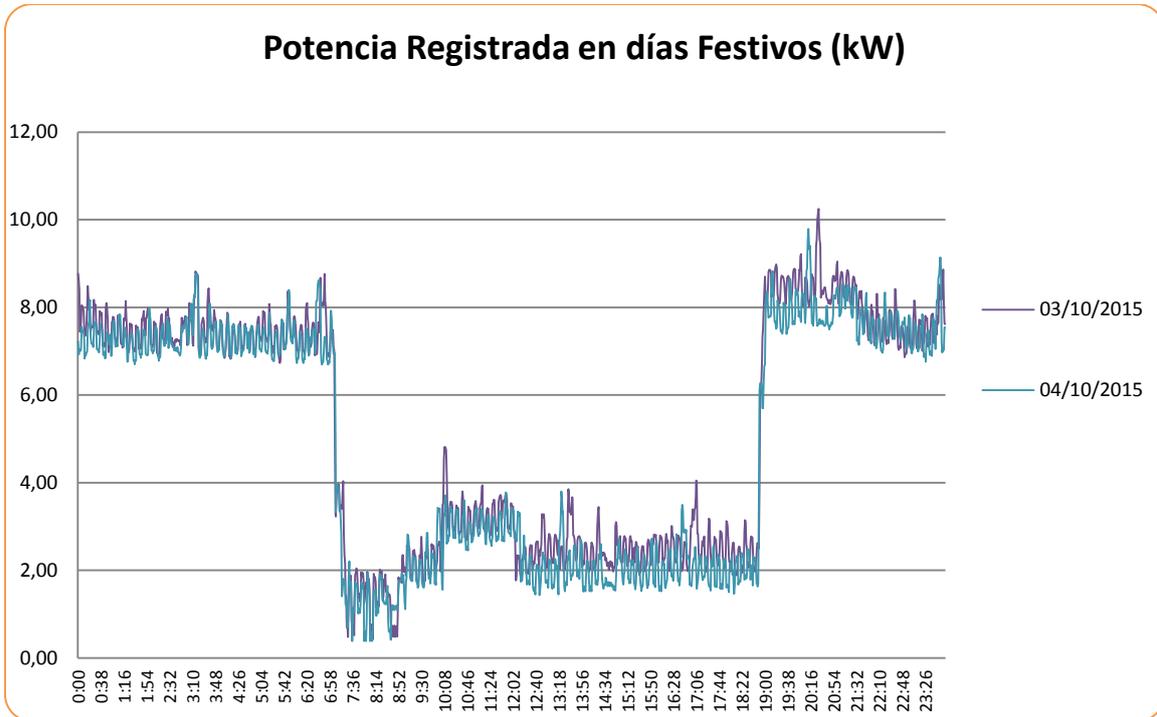


Gráfico 18 Potencia registrada en días festivos kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 1,5kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborales son muy homogéneos con una potencia máxima de 17,41 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:00 y 19:00.

En el registro se puede ver como el alumbrado exterior se encuentra funcionando desde las 19:00 hasta las 07:00

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos.

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

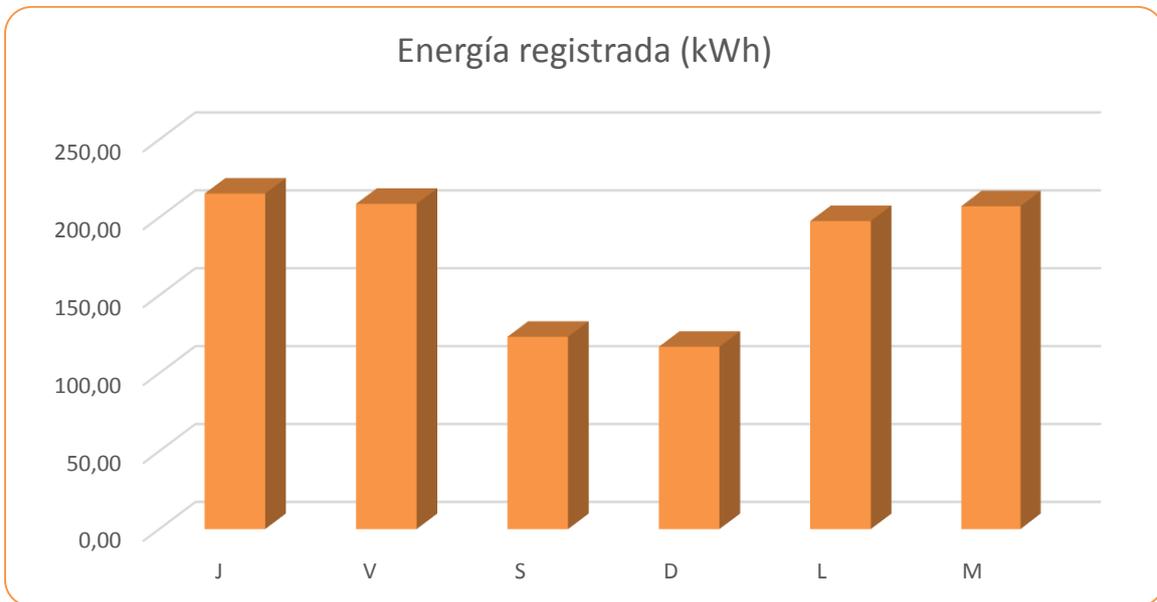


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días laborales es de 207,23 kWh y durante los días festivos de 120,21 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 5.554,01 kWh para el mes de octubre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado en octubre de 2014 de un 0,30% superior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Despacho 2**

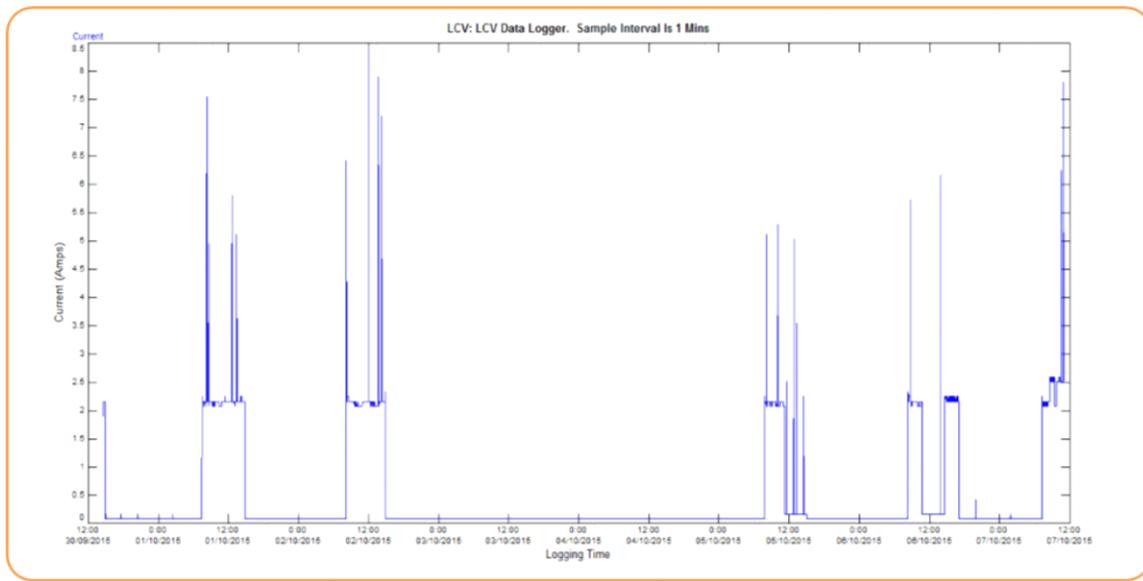


Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en despacho 2

- **Despacho 3, distribuidor p1 y escalera p0-p1**

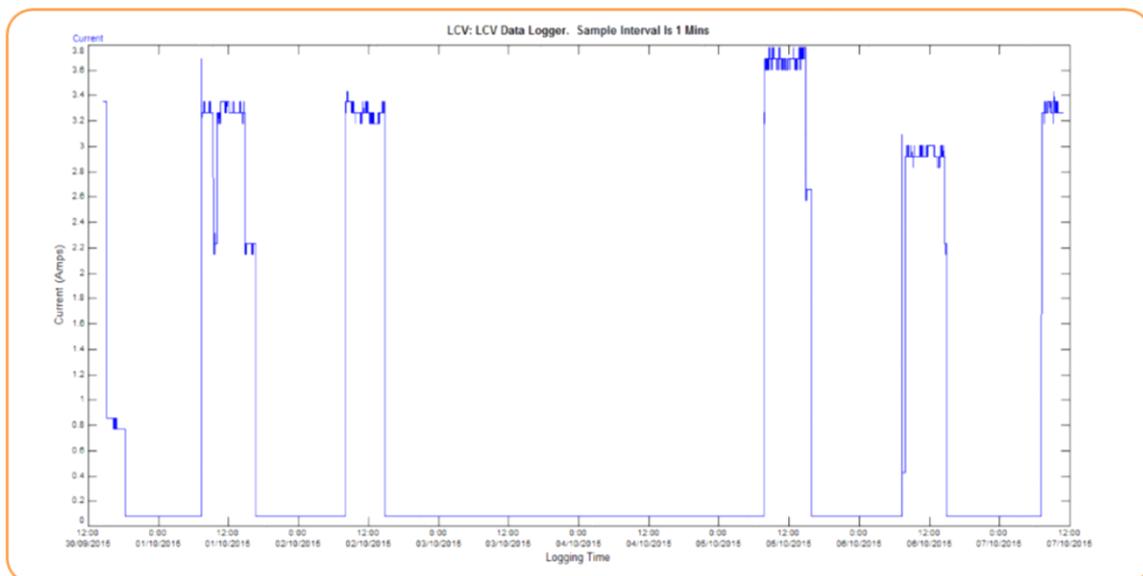


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en despacho 3, distribuidor p1 y escalera p0-p1

- **Teniente de alcalde**

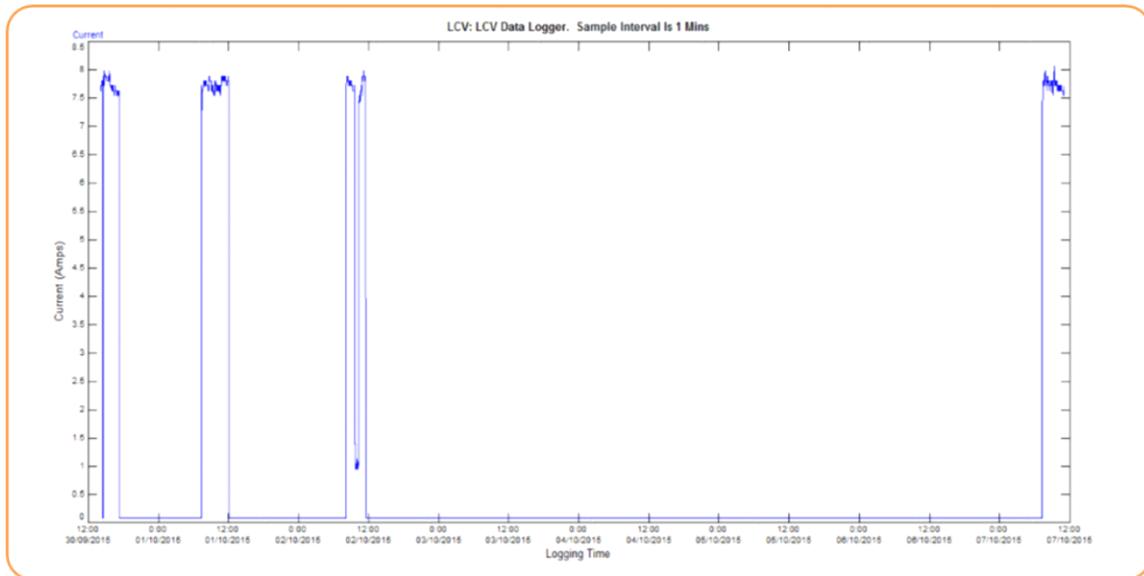


Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en teniente de alcalde

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

- Despacho 2: 1,48 h
- Despacho 3, distribuidor p1 y escalera p0-p1: 6,55 h.
- Teniente de alcalde: 1,8 h.

3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lx. (El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría).

En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. 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
Distribuidor P-1	129,6	13,00	243	200	4,10
Aseo Elec.-Mant.	150	23,44	315	150	2,03
Escalera P-1-P0	86,4	14,95	153	200	3,78
Pasillo	38,4	45,00	83	150	1,03
Despacho Asoc. Alcohólicos Anónimos	86,4	12,40	420	500	1,66
Limpieza	86,4	20,77	133	150	3,13
Distribuidor Aseo	38,4	1,52	216	150	11,70
Escalera P0-P1	43,2	7,60	170	200	3,34
Pasillo P1	100	10,50	220	150	4,33
Aseo A.VV.	21,6	2,00	156	150	6,92
Oficina	86,4	9,23	398	500	2,35

Tabla 24 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados fundamentalmente en el caso de las zonas comunes (distribuidores y pasillos). También en algún despacho pero aunque esté por debajo es aceptable puesto que se aproxima bastante al valor de la media.

Se aprecian niveles de iluminancia excesivos en los aseos y en el distribuidor de éstos.

Además de estas observaciones, se aprecia que en el aseo AAVV y en su distribuidor la iluminación no es eficiente energéticamente.

3.3 Medidas térmicas

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

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 25 Condiciones interiores exigidas por el RITE

Durante el periodo de una semana, entre los días 30/09/2015 y 07/10/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Oficina Registro General del Padrón**

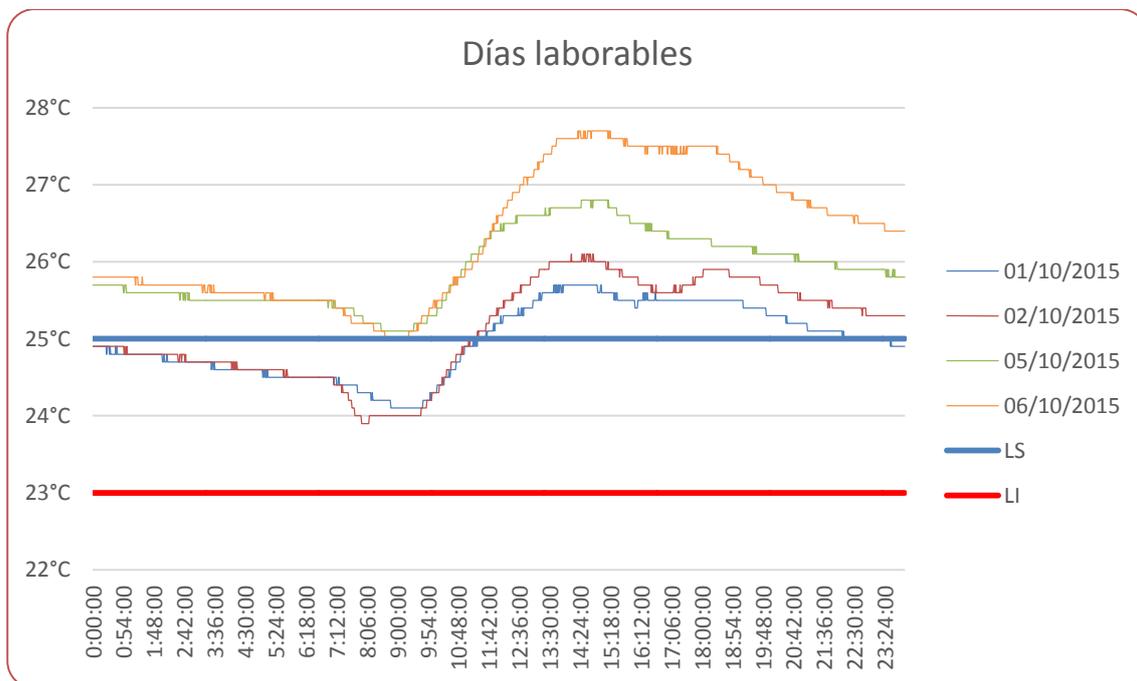


Gráfico 23 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables

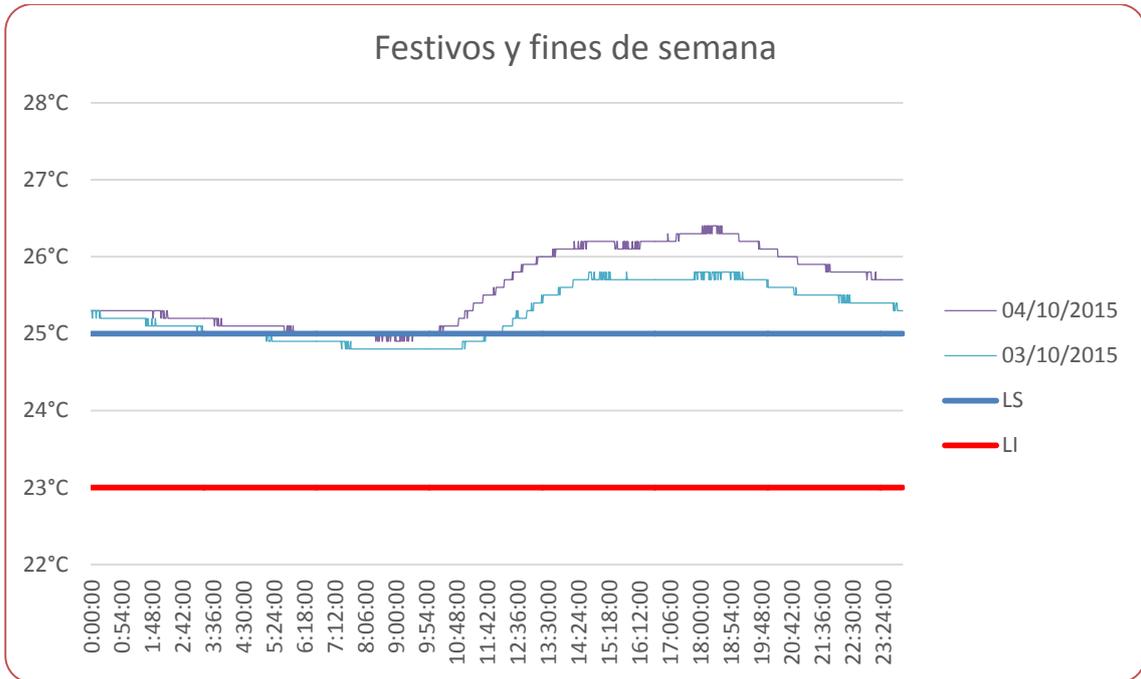


Gráfico 24 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos

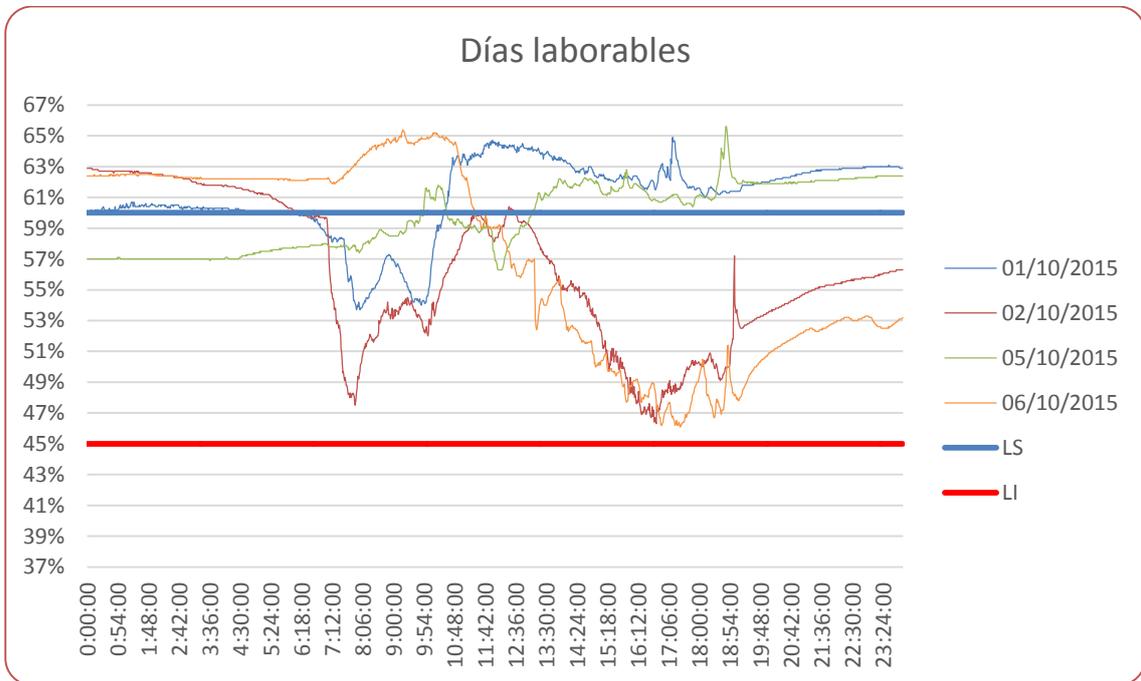


Gráfico 25 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables



Gráfico 26 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo consola. La temperatura comienza a descender desde los 26-25°C a partir de las 7:00h de la mañana, coincidiendo con el inicio de la jornada laboral. A partir de las 9:00 de la mañana la temperatura comienza a ascender desde los 25°C hasta los 27,5°C manteniéndose constante hasta las 19:00 cuando comienza a descender coincidiendo con la finalización de la jornada laboral. Este aumento de temperatura se justifica directamente con la ocupación relacionada con la actividad que se desarrolla en esta estancia, observándose que no se ha encendido la climatización.

Por lo tanto, la temperatura supera los 25°C reglamentarios durante una parte del periodo de ocupación, lo que indica un aporte frigorífico insuficiente en esta zona, aunque no es significativo.

El pequeño incremento de temperatura producido durante el fin de semana se debe a la orientación sur de la estancia y a que en los días que se colocó el registro fueron unos días de altas temperaturas.

La humedad durante gran parte de la jornada laboral se situó generalmente dentro del rango establecido por la normativa.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ❑ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes, aunque no significativas.** En general las temperaturas se encuentran entre los 25°C y los 27°C durante los periodos de ocupación, lo cual indica un aporte insuficiente de refrigeración en esta zona, encontrándose la temperatura por encima del límite superior establecido por el RITE (25°C) durante una parte de dicho periodo de ocupación.

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

- En general, **no se mantiene encendida la refrigeración fuera del horario de ocupación ni durante los fines de semana.**
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando a partir de las 9:00 de la mañana y disminuyendo a partir de las 19:00 horas.
-

3.4 Análisis termográfico

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

3.5 Certificación energética

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

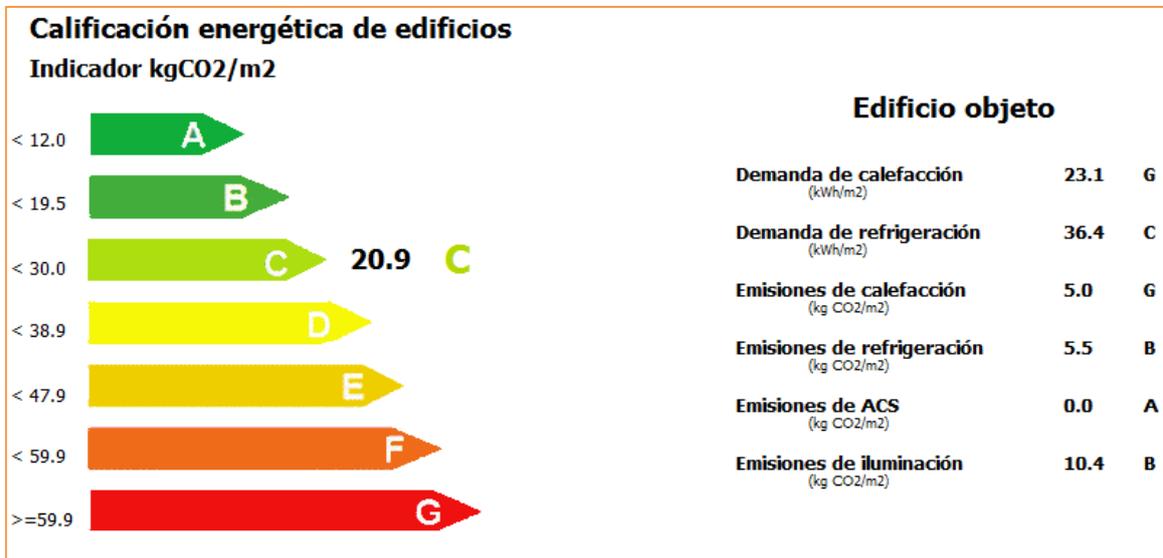


Imagen 8 Etiqueta Certificado Energético

Tras realizar la certificación energética del edificio de Biblioteca se ha obtenido una calificación E.

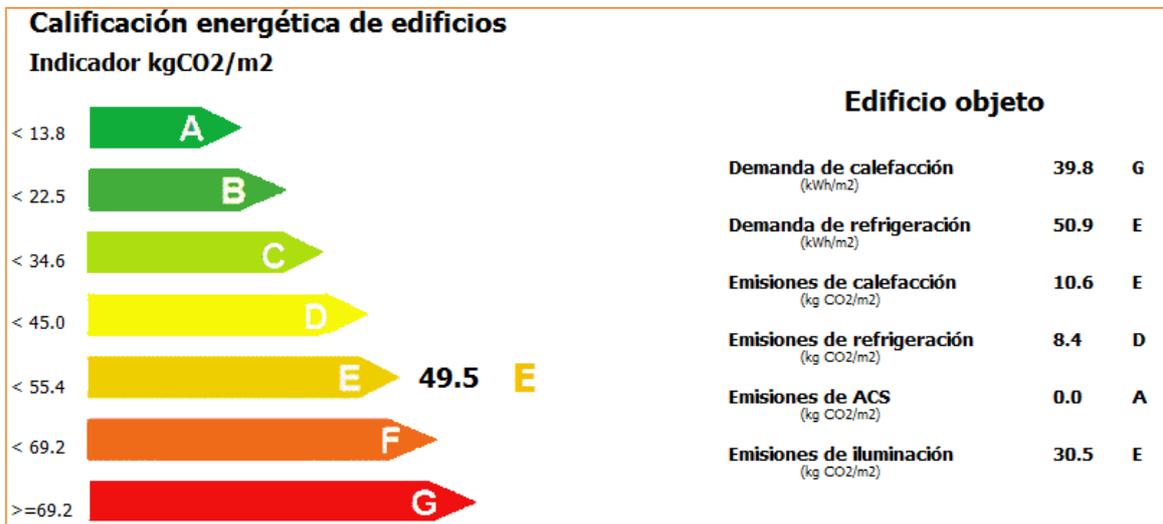


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de las certificaciones energéticas.

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:

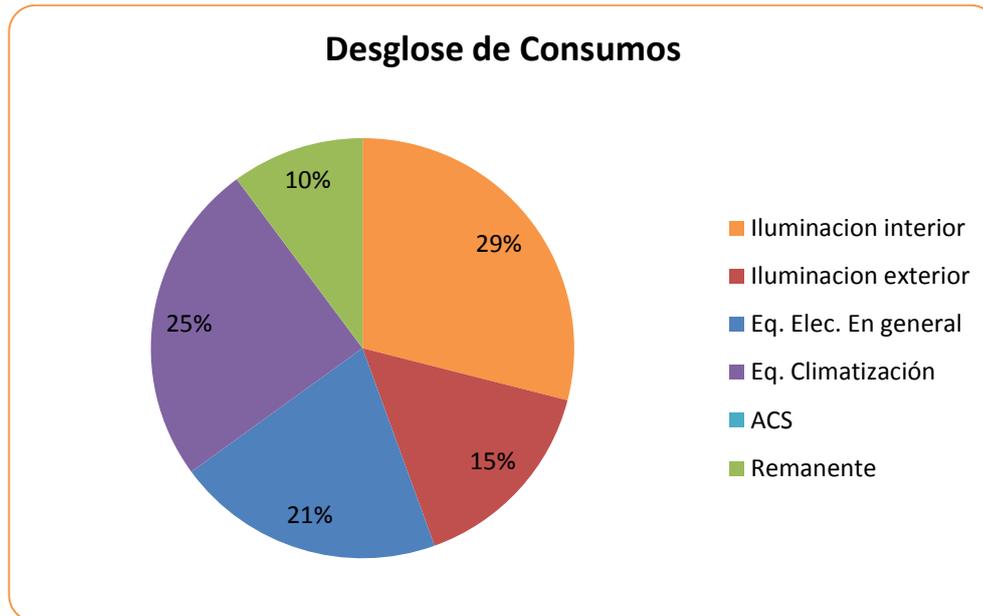


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

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

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

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

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

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

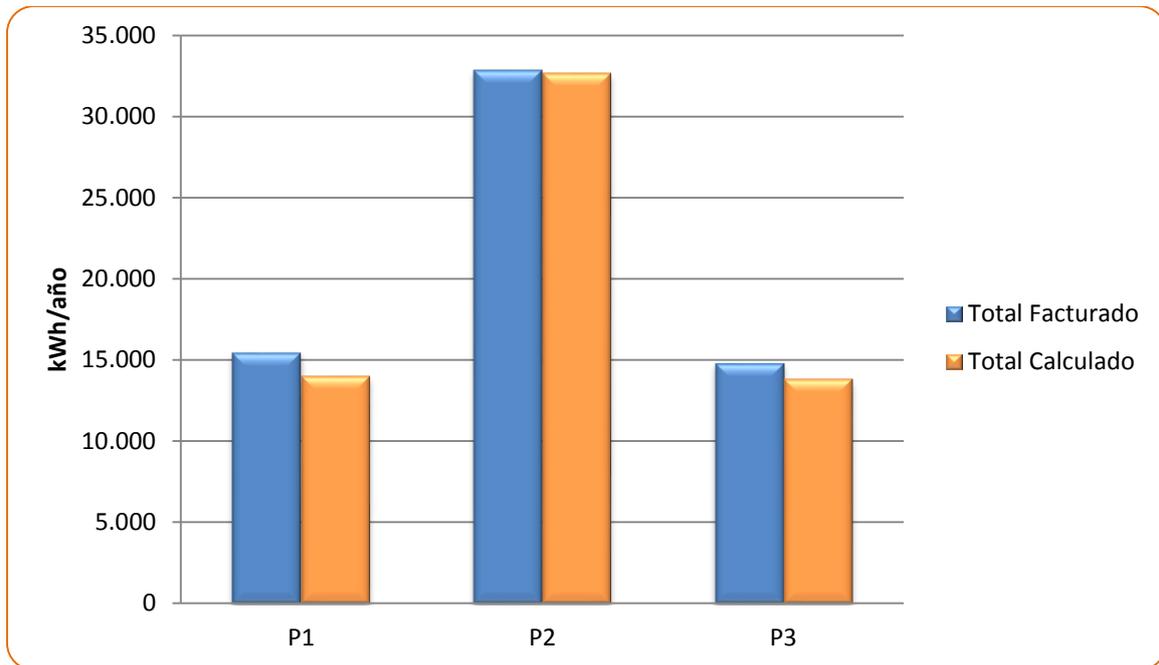


Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

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 10 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 TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

Precio de la energía

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

	P1	P2	P3
Condiciones de contratación de energía (€/kWh)	0,14721	0,11582	0,07950
Porcentaje de consumo de iluminación por periodo	29,59%	62,06%	8,34%

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

Precio de la energía (cent€/kWh)	12,20774
Precio de la potencia (€/kW y año)	28,54

Inversión

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

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

Ahorro energético anual		Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas	
kWh	De la mejora %	Del edificio %	Por energía €/año	Por potencia €/año	Total €/año	€	Años	Ton/año
9.460	53,92%	14,94%	1.154,88 €	66,36 €	1.221,24 €	5.555,28 €	4,55	3,77

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

5.2 Instalación de batería de condensadores

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

Descripción de la mejora

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

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

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

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

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

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

Aplicación de la mejora

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

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

Penalización por reactiva	Composición	Potencia a 440V
€	kVAr	kVAr
22,62	2,5+5+10	17,5

Tabla 26 Características de batería de condensadores

Inversión

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

El coste de implantación de este sistema es de 778,01 €.

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

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

Ahorro energético anual		Ahorro económico	Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO ₂ evitadas
kWh	%	€/año	€ ¹	años	Ton/año
--	--	286,03	778,01	2,72	--

Tabla 27 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

¹ Todos los precios son sin IVA

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

6. MEJORAS RECOMENDADAS

6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

Descripción actuación: Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

Descripción de la medida

Los detectores de presencia, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo.

Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.



Imagen 11 Detectores de presencia

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

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.

Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

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

Ahorro energético

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

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

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

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

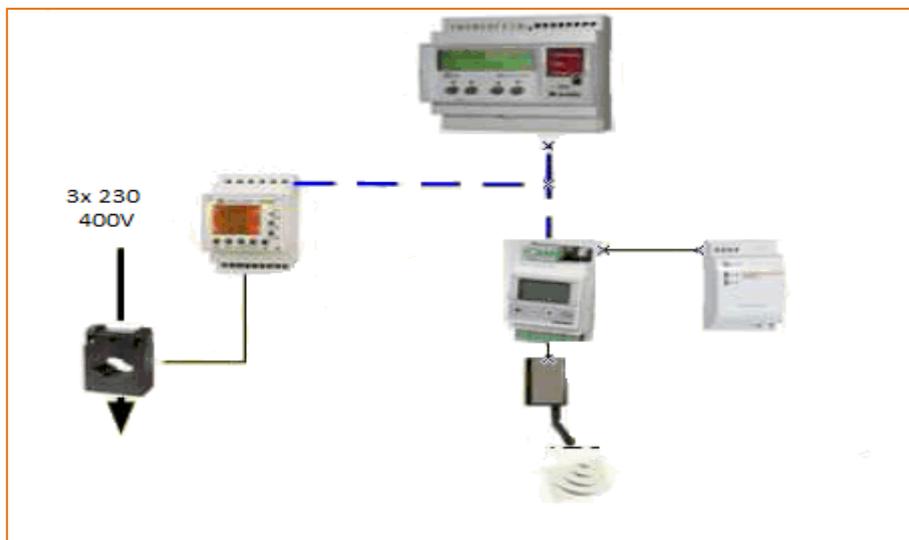


Imagen 12 Esquema de sistema de monitorización

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

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

Beneficios de la instalación

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

Inversión

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

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

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA TENENCIA NUEVA ANDALUCIA	1306
		20
		Rev.06

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda de agua caliente sanitaria (ACS).

7.2 Biomasa

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

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

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

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, junto con las limitaciones de acceso, 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	% ²	€/año	€ ³	años	Ton/año
Sustitución de iluminación existente por tecnología LED	9.460	53,92%	1.221,24 €	5.555,28 €	4,55	3,77
Instalación de Batería de condensadores	-	-	286,03 €	778,01 €	2,72	-
TOTAL ELÉCTRICAS	9.460	-	1.507,27 €	6.333,29 €	4,20	3,77

Tabla 28 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

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

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

² Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

³ Todos los precios son sin IVA