

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS MUNICIPALES DE ALHAMA

Realizado por:



A petición de:



ABRIL 2016

Contenido

A. OBJETO, ALCANCE TÉCNICO Y AMBITO FÍSICO DE LA AUDITORIA	1
A.1.DATOS EMPRESA CONSULTORA.....	1
B. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES Y ESTADO ACTUAL	1
B.1.TIPO DE EDIFICIO	1
B.2.SUPERFICIE DEL EDIFICIO.....	4
B.3.OCUPACIÓN DEL EDIFICIO	5
B.4.SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.....	7
B.5.INVENTARIO EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.....	12
B.6.SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA	15
B.7.EQUIPAMIENTO OFIMÁTICO	18
B.8.ASCENSORES	20
C. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA Y DESARROLLO DE LA MISMA	21
C.1.Instrumentación utilizada	21
C.2.Calendario de mediciones realizadas	21
C.3.Resultados de las mediciones realizadas	23
D. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA, RECABADA Y ELABORADA ..	27
D.1. Curvas de Carga Eléctrica para un día laborable, sábado y festivo.	27
D.2. Evaluación energética mensual del consumo de energía asociada a los diferentes servicios	31
D.3. Detección de funcionamiento de equipos fuera de los horarios previstos.....	40
D.4. Determinación de Indicadores Energéticos.....	41
D.5. Datos de consumo de agua.....	44
E. CONTABILIDAD ENERGÉTICA	47
E.1. Electricidad	47
E.2. Consumos térmicos (Gasóleo, Gas Natural, propano, etc.)	65
F. MEJORAS ENERGÉTICAS Y RECOMENDACIONES. BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS.....	69

G. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS..... 102

A. OBJETO, ALCANCE TÉCNICO Y AMBITO FÍSICO DE LA AUDITORIA

El objeto del presente informe es describir la auditoria energética realizada en 5 edificios pertenecientes al Ayuntamiento de Alhama: Colegio Antonio Machado, Museo Arqueológico Los Baños, edificio principal del Ayuntamiento, Colegio San Cristóbal y Piscina Climatizada, descritos todos ellos a continuación. La auditoría se ha realizado según la normativa UNE EN 16247 (que sustituye a la UNE 216501:2009).

A.1. DATOS EMPRESA CONSULTORA

Nombre empresa consultora: Regenera Levante S.L. CIF: B73492423

Responsable auditoría: Francisco David Martínez Gallego

Descripción equipo auditores:

Auditor 1: Francisco David Martínez Gallego Función: Organización, dirección, planificación y control de la auditoría energética.

Auditor 2: Jesús Llamas Munguía Función: Recopilación de información, obtención de medidas energéticas y desarrollo del informe.

Auditor 3: José Miguel Martínez del Toro Función: Recopilación de información.

B. DATOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES Y ESTADO ACTUAL

B.1. TIPO DE EDIFICIO

• Colegio Antonio Machado

Edificio: Colegio Antonio Machado

Dirección: Rambla D. Diego, 45, 30840 Alhama de Murcia

Se trata de un edificio destinado a la enseñanza.

Número de plantas y uso:

Nº de plantas: 1 / Nº de plantas bajo rasante: 0

- Planta 1ª: Aulas, despachos y aseos

- Planta Baja: Aulas, despachos, aseos, comedor y sala de calderas

El horario habitual de las actividades lectivas es de lunes a viernes de 9:00 a 14:00, estando también el centro abierto de lunes a jueves de 16:00 a 18:00 horas.

Año de construcción: 1990.

• **Museo Arqueológico Los Baños**

Edificio: Museo arqueológico Los Baños

Dirección: C/ Sanchez Vidal, 5, 30840 Alhama de Murcia, Murcia

Se trata de un museo que cuenta con 3 niveles de altura diferentes.

Número de plantas y uso:

Nº de plantas: 1 / Nº de plantas bajo rasante: 1

- Planta 1ª: Oficina, sala de exposiciones y acceso a patio exterior.
- Planta Baja: Baños, almacén y exposición arqueológica.
- Sótano: Sala abovedada del complejo termal.

Año de construcción: 2002.

• **Colegio San Cristóbal**

Edificio: Colegio San Cristóbal

Dirección: C/ COLLADO BERMEJO, s/n, 30840 ALHAMA DE MURCIA

TLF. Y FAX: 968 639 623 - 669659075

e-mail: 30010322@educarm.es

Se trata de un edificio destinado a la enseñanza

Número de plantas y uso:

Nº de plantas: 1 / Nº de plantas bajo rasante: 0

- Planta 1ª: Aulas, despachos y aseos
- Planta Baja: Aulas, despachos, aseos y sala de calderas

Año de construcción: 1980.

El horario general del Centro es de 9:00 a 14:00, de lunes a viernes. Adicionalmente los lunes por la tarde también se abre el colegio de 16:00 a 18:00 para diferentes actividades.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

Edificio: Ayuntamiento Alhama de Murcia
Domicilio: Pl. la Constitución, 1, Alhama de Murcia, 30840
Teléfono: 968630000

Se trata de un edificio destinado a labores de propias de un ayuntamiento, despachos y salas de reuniones.

Número de plantas y uso:

Nº de plantas: 1 / Nº de plantas bajo rasante: 1

- Planta 1ª: Despachos, salón de plenos y sala de prensa
- Planta Baja: Despachos
- Sótano: Despachos y almacenes

Año de construcción: 1985.

• **Piscina Climatizada**

Se trata de un edificio que contiene una piscina climatizada en el interior, en la cual se realizan actividades deportivas. Además de la piscina, el edificio cuenta con una sala dedicada a la práctica de diferentes actividades físicas (pilates, zumba, bodyfitness...) y con una cafetería, ambos en la planta superior del edificio

Número de plantas y uso:

Nº de plantas: 1 / Nº de plantas bajo rasante: 1

- Planta 1ª: Cafetería, sala de actividades físicas y gradas.
- Planta Baja: Recepción, oficinas, vestuarios y piscina.
- Sótano: Sala de calderas, almacén y sala de maquinaria.

Año de construcción: 2004.

B.2. SUPERFICIE DEL EDIFICIO

• Colegio Antonio Machado

Total superficie suelo:	4997 m ²
Total superficie construida:	2064 m ²
Superficie climatizada	1776 m ²

• Museo Arqueológico Los Baños

Total superficie suelo:	232 m ²
Total superficie construida:	928 m ²
Total superficie climatizada:	612 m ²

• Colegio San Cristóbal

La superficie del edificio es la siguiente:

Total superficie suelo:	6263 m ²
Total superficie construida:	2844 m ²
Superficie climatizada	2.138 m ²

• Ayuntamiento Alhama de Murcia

Total superficie suelo:	486 m ²
Total superficie construida:	1221 m ²
Superficie climatizada	1200 m ²

• Piscina Climatizada

Total superficie suelo:	3947 m ²
Total superficie construida:	2154 m ²
Superficie climatizada	2213 m ²

B.3. OCUPACIÓN DEL EDIFICIO

• Colegio Antonio Machado

Aulas:

Dedicadas a la enseñanza y de utilización sujeta a horario escolar.

Despachos:

De uso ocasional para reuniones del profesorado o alumnos

• Museo Arqueológico Los Baños

El museo tiene el siguiente horario de apertura:

Del 15 de septiembre al 15 de mayo:

De martes a sábado de 10 a 14h. y de 17 a 20h.

Domingos: de 10 a 14h.

Lunes cerrado.

Del 15 de mayo al 30 de junio:

De martes a sábado de 10 a 14h. y de 18 a 21 h.

Domingos: de 10 a 14 h.

Lunes cerrado.

Del 1 de julio a 31 de agosto:

De martes a viernes de 10 a 14 h. y de 18 a 21 h.

Sábados tarde, domingos y lunes cerrado.

Del 1 al 15 de septiembre:

De martes a sábado de 10 a 14 h. y de 18 a 21 h.

Domingo: de 10 a 14 h.

Lunes: cerrado.

Sala de exposiciones:

Situada en la primera planta del edificio. En esta sala se realizan exposiciones de arte a lo largo del año.

Restos arqueológicos:

Situados en la planta baja y en el sótano. Ocupado por visitas guiadas o visitas de libre acceso.

Almacén:

Situado en la planta baja. Es utilizado para guardar material diverso.

• ***Colegio San Cristóbal***

Aulas:

Dedicadas a la enseñanza y de utilización sujeta a horario escolar.

Despachos:

De uso ocasional para reuniones del profesorado o alumnos

• ***Ayuntamiento Alhama de Murcia***

Oficinas y despachos:

Situadas en todas las plantas del edificio, aunque se utilizan principalmente las de la planta baja. La ocupación aproximada es de unos 40 trabajadores

Salón de plenos y sala de prensa:

Situados en la primera planta del edificio. Es uso de estas zonas se reduce a los plenos del ayuntamiento, realizándose habitualmente un pleno al mes.

Almacenes:

Espacios destinados al archivo de documentación o almacenamiento de materiales. Su ocupación es ocasional y se sitúan en su mayoría en el sótano.

• ***Piscina Climatizada***

Recepción

Situada en la planta baja del edificio. Ocupan este espacio una media de 1 o 2 trabajadores además de un número variable de visitantes. El horario de trabajo es de 8 a 22 horas de lunes a viernes de 9 a 14 horas los sábados.

Oficinas:

Situadas en la planta baja del edificio.

Vestuarios:

Situados en la planta baja del edificio. El edificio cuenta con 2 vestuarios similares, uno para cada género, con sus correspondientes duchas y baños.

Piscinas:

Situadas en la planta baja del edificio. El edificio cuenta con una piscina grande y una piscina infantil, ambas climatizadas.

Almacén:

Situado en el sótano. Este espacio se utiliza para guardar material.

Sala de Maquinaria:

Situada en el sótano. En esta sala se sitúan todos los equipos necesarios para la climatización y tratamiento del agua y del aire de la piscina

Cafetería:

Situada en la primera planta del edificio. El flujo de personas varía durante todo el día.

B.4. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

•Colegio Antonio Machado

El edificio cuenta con un sistema de climatización por zonas mediante unidades autónomas (splits). A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de los equipos de climatización, ubicados en la parte exterior del edificio:

Ud.	MARCA	Modelo	Pot.e frío	Pot.e cal	Pot.Frig	Pot.Cal	EER	COP	Refrigerante
8	TANGO	PE24-410-A	2,05	1,99	6,80	7,20	3,31	3,61	R410A
2	EMETI	HE226	2,35	2,59	7,36	7,80	3,13	3,01	R410A
2	CHOFU	RAI229PXU	1,05	1,05	3,50	3,80	3,33	3,62	R410A
1	HITACHI	RAC-18GH4	1,58	1,68	5,10	5,75	3,22	3,42	R410A

Inventario de los equipos de climatización.

La mayoría de las aulas cuentan con un Split para su climatización, que se utiliza principalmente en verano y en modo frío.

Para los meses de invierno la calefacción de las diferentes estancias se realiza mediante radiadores, que funcionan con el agua caliente generada por una caldera de gasóleo, con las siguientes características:

MARCA	Modelo	nº	Tipo	Capacidad	Pot.	Rendimiento
ROCA	TD-130	3283A	A. Caliente	156 Litros	151,2 kW	0,89

Caldera de agua caliente.



Caldera de agua caliente Colegio Antonio Machado.

• Museo Arqueológico Los Baños

El edificio cuenta con dos sistemas de climatización por conductos independientes, uno para la zona este del museo y otro para la zona oeste.

Cada uno de estos sistemas cuenta con dos unidades exteriores y una unidad interior, resultando un total de 4 unidades exteriores y 2 interiores, con las siguientes características:

Ud.	MARCA	Modelo	Pot.e frío	Pot.e cal	Pot.Frig	Pot.Cal	EER	COP	Refrig.	Ubicación
4	MITSUBISHI	PUH-P200MYA	7,27	7,17	20,90	23,70	2,87	3,30	R407C	Unidad exterior

Inventario de equipos de climatización



Unidades exteriores de climatización.

En la tabla anterior, la capacidad frigorífica y calorífica se refiere a la capacidad del equipo para disipar la energía térmica procedente de las unidades exteriores, ya que las unidades interiores no generan calor ni frío por sí mismas

• **Colegio San Cristóbal**

El edificio cuenta con un sistema de climatización por zonas mediante unidades autónomas (splits). A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de los equipos de climatización, ubicados en la azotea y en las terrazas de la primera planta:

Unidades	MARCA	Modelo	Pot.e frío	Pot.e cal	Pot. Frig	Pot. Cal	EER	COP	Refrig
6	CRAFFT	CCW-I-18- HA1-NT14	1,74	1,68	3,87	3,98	2,22	2,36	R410A
1	PANASONIC	MSE-12 HRI N2	1,35	1,56	4,10	5,20	3,03	3,33	R410A

Inventario de los equipos de climatización.

La mayoría de las aulas cuentan con un Split para su climatización en verano.



Unidades exteriores tipo.

Para la calefacción del edificio en los meses de invierno, se dispone de una serie de radiadores que funcionan con el agua caliente procedente de una caldera de gas natural, con las siguientes características:

MARCA	Modelo	nº	Tipo	Pot. (Kw)	Rendimiento	Combustible
BAXIROCA	CPA-130	16022923	A. Caliente	151,10	0,89	Gas Natural

Características de la caldera



Caldera Colegio San Cristóbal.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

El edificio cuenta con un sistema de climatización por zonas mediante unidades autónomas. A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de los equipos de climatización, ubicados en la azotea y en las terrazas de la primera planta:

MARCA	Modelo	Pot.e frío	Pot.e cal	Pot.Frig	Pot.Cal	Refrig.	EER	COP	Servicio
CIATESA	ISH-051	2,40	2,90	11,60	11,70	R22	4.83	4,03	Despachos P1
INTERCLISA	-	-	-	-	-	-	-	-	Salón de plenos

HITACHI	RAS-4HG7E	4,30	4,05	10,80	11,90	R407C	2,51	2,93	Hall escalera
HITACHI	RAC-E14H	1,09	1,11	3,50	4,20	R410A	3,21	3,78	Hall alcaldía
HITACHI	RAC-26YH4	1,09	1,11	3,50	4,20	R410A	3,21	3,78	Despacho secretario
HITACHI	RAS-3.5HGE5	3,00	2,87	7,90	9,10	R407C	2,63	3,17	Secretaría
HITACHI	RAS-3HG7E	2,95	2,79	7,30	8,20	R407C	2,47	2,93	Despacho Alcalde
HITACHI	RAS-5HG7E	5,01	5,29	12,40	15,20	R407C	2,47	2,92	Sala de Juntas
mitsubishi	PUH-P250MYA	9,02	8,62	26,00	30,50	R407C	2,88	3,53	General
AIRWELL	SR-6C	-	-	7,54	6,31	R22	-	-	Interventor
PANASONIC	CV-YL34GBE5	3,56	3,31	10,00	11,20	R410A	2,80	3,38	Urbanismo
PANASONIC	CU-B34DBE8	3,68	3,78	10,00	11,20	R410A	2,71	2,96	Urbanismo
HITACHI	RAS-5142CH	1,29	1,46	3,55	4,50	R407C	2,75	3,08	Personal
MITSUBISHI	MUK 18NV	-	-	-	-	R22	-	-	Tesorero
PANASONIC	CU-YL24GBE5	1,98	2,12	5,60	7,00	R410A	2,82	3,30	Hall entrada
CIATESA	ISH-051	2,40	2,90	11,60	11,70	R22	4,83	4,03	Oficina técnica
TANGO	PE24-410-4	2,05	1,99	6,80	7,20	R410A	3,31	3,61	Sala Informatica
HITACHI	RAC-26YH4	1,09	1,11	3,50	4,20	R410A	3,21	3,78	Sin identificar

Inventario de equipos de climatización.

• **Piscina Climatizada**

El edificio cuenta con 4 unidades de climatización autónomas (splits) para oficinas y cafetería, mientras que las zonas de vestuarios mediante fancoils, que utilizan el agua caliente procedente de las calderas. A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de los equipos de climatización, ubicados en la en las terrazas de la primera planta:

MARCA	Modelo	Pot.e frío	Pot.e cal	Pot.Frig	Pot.Cal	EER	COP	Refrig.	Ubicación
MITSUBISHI	PU-P100YHA	3,53	-	10,00	-	2,83	-	R410A	Terraza
MITSUBISHI	PU-P100YHA	3,53	-	10,00	-	2,83	-	R410A	Terraza
MITSUBISHI	PUH-P2,5VGAA	2,36	2,65	6,60	7,50	2,79	2,83	R407C	Terraza
MITSUBISHI	MXZ-A18WV	1,86	1,77	5,40	6,60	2,9	3,72	R410A	Terraza

Inventario de equipos de climatización



Unidades exteriores.

La climatización y el control de humedad de la zona de las piscinas se realiza mediante una deshumectadora situada en el sótano, con las siguientes características:

MARCA	Modelo	Deshum l/h	Pot kWe	Pot.Cal kWt	Refrigerante	Ubicación
COMPISA	UD-100C+F	100	2x18,67	200,14	R407C	Sótano

Características deshumectadora piscina climatizada.



Deshumectadora piscina climatizada.

B.5. INVENTARIO EQUIPOS DE ILUMINACIÓN.

A continuación se muestra el Inventario de los Equipos de iluminación de los distintos edificios:

• **Colegio Antonio Machado**

Descripción	Potencia nominal P (W)	Nº puntos n	Potencia W
Tubos 2x36W	76 W	101	7.636
Tubos 36W	38 W	128	4.838
Bobillas 50W	50 W	3	150
Focos pista	150 W	2	300
			12.924

Inventario de los equipos de iluminación.

Las potencias indicadas incluyen reactancias

• **Museo Arqueológico Los Baños**

Descripción	Potencia nominal P (W)	Nº puntos n	Potencia Total W
Foco Tejado 400W	400 W	4	1.600
Foco 200W	200 W	2	400
Farolas	38 W	4	151
Alumbrado de suelo	36 W	8	288
Led	13 W	62	806
Luz ambiente	40 W	21	840
Fluorescente de 150 cm	58 W	4	232
2x32W	64 W	2	128
Bajo consumo	13 W	12	156
TOTAL			4.601

Inventario de equipos de iluminación.

De la observación de la medida eléctrica realizada, se deduce que el alumbrado exterior no se alimenta eléctricamente del contrato del museo, por lo que no se ha tenido en cuenta en los cálculos.

• **Colegio San Cristóbal**

Descripción	Potencia nominal	Nº puntos n	Potencia
-------------	------------------	----------------	----------

	P (W)		W
Tubos 2x36W	76 W	101	7.636
Tubos 36W	38 W	128	4.838
Bobilla 50W	50 W	3	150
Focos	150 W	2	300
Bolas alumbrado público	100 W	5	500
			13.424

Inventario de equipos de iluminación.

Las potencias indicadas incluyen reactancias

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

Descripción	Potencia nominal	Nº puntos	Potencia
	P (W)		W
Pantallas 4x36W	151 W	101	15.271
Pantallas 2x16W	34 W	6	202
Pantallas 1x36W	38 W	5	189
Bombillas bajo consumo	13 W	8	104
Downlight bajo consumo	26 W	7	182
	TOTAL		15.948

Inventario de equipos de iluminación.

En la potencia indicada, se incluyen las reactancias.

• **Piscina Climatizada**

Descripción	Potencia nominal	Nº puntos	Potencia
	P (W)	n	W
Downlight 2x18W	36 W	29	1.044
Tubos 2x36W	76 W	16	1.210
Bombillas bajo consumo	40 W	8	320
2x Tubos de 150 cm	122 W	42	5.116
Tubo de 150 cm	61 W	34	2.071
Focos de 100W	100 W	6	600
Focos de 400W	400 W	21	8.400
	TOTAL		18.760

Inventario equipos de iluminación.

B.6. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

• Colegio Antonio Machado

Para la producción de ACS existen 2 calentadores eléctricos de 1500W cada uno que solo se utilizan puntualmente en caso de necesidad.

• Museo Arqueológico Los Baños

No existe producción de ACS.

• Colegio San Cristóbal

No existe producción de ACS.

• Ayuntamiento Alhama de Murcia

No existe producción de ACS

• Piscina Climatizada

Se dispone de 2 calderas que satisfacen la demanda de ACS, la de calefacción de vestuarios y zona de piscinas, y la calefacción de las propias piscinas.

Estas dos calderas se encuentran en paralelo dando la salida de las mismas a un mismo colector desde el cual se distribuye el agua caliente a los distintos puntos de demanda.

Las características de las calderas son las siguientes:

MARCA	Modelo	Pot. Cal Kw	Ubicación
ADISA	DUPLEX 360	340	Sótano

Características de las 2 calderas situadas en el sótano.



Calderas ADISA piscina climatizada.

Una de las calderas funciona como base mientras que la otra entra en funcionamiento cuando la demanda así lo requiere

Además, para la impulsión del agua es necesaria una serie de bomba que detallamos a continuación:

Descripción	Potencia	Unidades	Servicio
WILO DPL50/115-0,75/2	0,75 kW	2	Caldera 1
WILO DPL50/115-0,75/2	0,75 kW	2	Caldera 2
WILO DPL50/115-0,75/2	0,75 kW	2	Primario ACS
WILO TOP-Z40/7	0,32 kW	1	Secundario ACS
WILO DPL40/115-0,55/2	0,55 kW	2	Fan-coils
WILO DPL40/120-1,5/2	1,50 kW	2	Primario piscinas y clima
Bomba PSH FD-21T	7,40 kW	1	Secundario piscina grande 1
Bomba PSH FD-20T	5,50 kW	1	Secundario piscina grande 2
BOMBA PSH MAXI-30T	2,20 kW	2	Secundario piscina pequeña

Características bombas hidráulicas piscina climatizada.



Bombas.

Para la transferencia de calor entre los circuitos primarios y secundarios se utilizan 3 intercambiadores de placas, cada uno con un tamaño y número de placas adecuado para realizar el aporte de calor necesario.

Descripción	Modelo	Servicio
ADISA	IT126 17 55/50	ACS
ADISA	IT126 21	Piscina pequeña
ALFA LOVAL	Rochin EP1309/01	Piscina grande

Inventario de intercambiadores de calor.



En la parte superior se encuentra el intercambiador de calor de placas del ACS y en la parte inferior está el intercambiador de calor de placas de la calefacción de lapiscina grande.



Intercambiador de calor de la piscina pequeña.

B.7. EQUIPAMIENTO OFIMÁTICO

• **Colegio Antonio Machado**

Al tratarse de un colegio, el edificio cuenta con un gran número de equipos ofimáticos, en su mayoría ordenadores.

Descripción	Nº puntos
	n
Ordenador	46
Impresora	6
Fotocopiadora	1
Pizarra electrónica	7

Inventario de equipamiento ofimático.

• **Museo Arqueológico Los Baños**

El museo cuenta con el siguiente equipamiento ofimático:

Descripción	Nº puntos
	n
Ordenador	3
Proyector	1
TV	4

Inventario de equipamiento ofimático.

- **Colegio San Cristóbal**

El equipamiento ofimático está distribuido entre aulas y oficinas.

Descripción	Unidades
Ordenador	17
Impresora	3
Pizarra electrónica	9

Inventario de equipamiento ofimático.

- **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

DESCRIPCIÓN	UDS.
Ordenador	45
Impresora	11
Fotocopiadora	7
TV	1

Inventario de equipos de ofimática.

- **Piscina Climatizada**

Los equipos ofimáticos se concentran tanto en recepción como en las oficinas.

Inventario de equipos (aprox.)

Descripción	Uds.
Ordenador	6
Mini cadena	1
Fotocopiadora	2

Inventario de equipos ofimáticos.

B.8. ASCENSORES

- **Colegio Antonio Machado**

El edificio cuenta con un ascensor que solo se utiliza de forma puntual.

- **Museo Arqueológico Los Baños**

No existen ascensores en el edificio del museo.

- **Colegio San Cristóbal**

El edificio no cuenta con ningún ascensor.

- **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

El edificio del ayuntamiento cuenta con un ascensor con las siguientes características:

MARCA	ORONA
MODELO	M322
POTENCIA	7,5 CV

Características ascensor ayuntamiento.

El ascensor se encuentra situado en la parte exterior de la fachada del edificio como se muestra en la siguiente fotografía:



Ascensor del ayuntamiento.

- **Piscina Climatizada**

El edificio cuenta con un ascensor que se estima que tiene una potencia de 5 kW. Este ascensor solo tiene disponible para el público el recorrido desde la planta baja a la primera planta dejando solo la opción de ir a la planta baja al personal autorizado mediante una llave de seguridad.

C. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA Y DESARROLLO DE LA MISMA

C.1. Instrumentación utilizada

Para la realización de las mediciones se ha hecho uso de la siguiente instrumentación:

- Analizador de redes CIRCUTOR CIR e3
- Analizador de redes CHAUVIN ARNOUX CA 8334
- Analizador de redes HT GSC 53
- Otros pequeños equipos de medición



Equipos de medida utilizados.

C.2. Calendario de mediciones realizadas

• **Colegio Antonio Machado**

Las mediciones de consumo sobre las instalaciones se realizaron entre los días 15 de marzo y 22 de marzo de 2016.

En particular, se diseñó una serie de mediciones en base al esquema eléctrico de la instalación que se programaron según el cuadro que mostramos:

Receptores	Inicio		Fin	
	Día	Hora	Día	Hora
General Edificio	15-mar	11:24	22-mar	12:19

Periodo durante el cual se realizaron medidas.

• **Museo Arqueológico Los Baños**

Las mediciones de consumo sobre las instalaciones se realizaron entre los días 22 de marzo y 30 de marzo de 2016.

En particular, se diseñó una serie de mediciones en base al esquema eléctrico de la instalación que se programaron según el cuadro que mostramos:

Receptores	Inicio		Fin	
	Día	Hora	Día	Hora
General Edificio	22-mar	11:54	30-mar	12:37

Periodo durante el cual se realizaron medidas.

• **Colegio San Cristóbal**

Las mediciones de consumo sobre las instalaciones se realizaron entre los días 15 de marzo y 22 de marzo de 2016.

En particular, se diseñó una serie de mediciones en base al esquema eléctrico de la instalación que se programaron según el cuadro que mostramos:

Receptores	Inicio		Fin	
	Día	Hora	Día	Hora
General Edificio	15-mar	14:17	22-mar	18

Periodo durante el cual se realizaron medidas.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

Las mediciones de consumo sobre las instalaciones se realizaron entre los días 15 de marzo y 22 de marzo de 2016, según el cuadro que mostramos:

Receptores	Inicio		Fin	
	Día	Hora	Día	Hora
General Edificio	15-mar	15:27	22-mar	10:46
Climatización Edificio	15-mar	14:17	22-mar	9:22

Periodo durante el cual se realizaron medidas.

• **Piscina Climatizada**

Las mediciones de consumo sobre las instalaciones se realizaron entre los días 22 de marzo y 30 de marzo de 2016.

En particular, se diseñó una serie de mediciones en base al esquema eléctrico de la instalación que se programaron según el cuadro que mostramos:

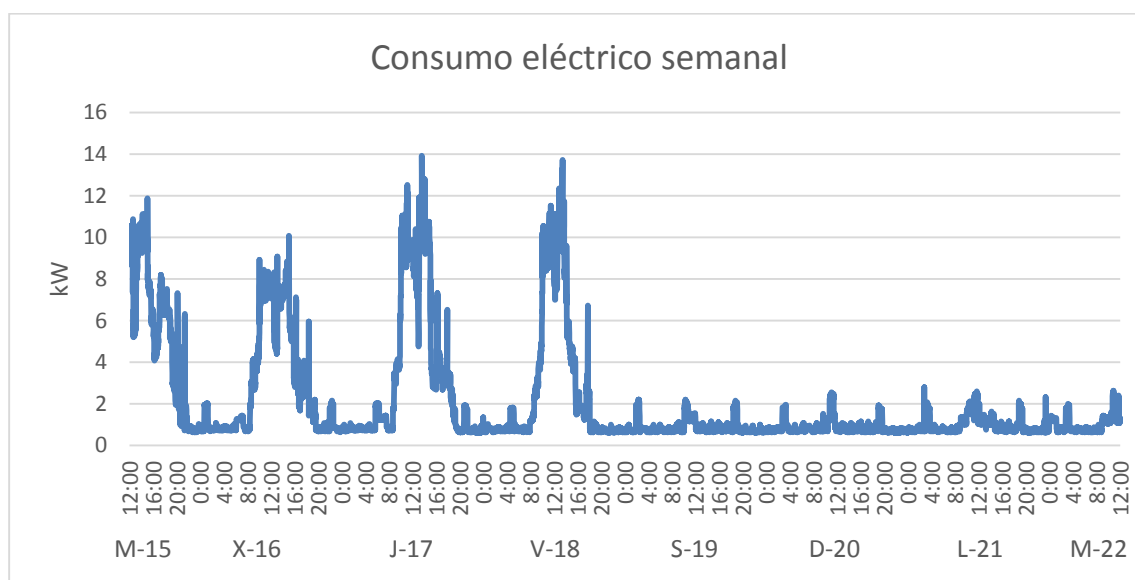
Receptores	Inicio		Fin	
	Día	Hora	Día	Hora
General Edificio	22-mar	14:34	30-mar	13:00
Cuadro instalaciones	22-mar	14:34	30-mar	13:00

Calendario de mediciones realizadas.

C.3. Resultados de las mediciones realizadas

• **Colegio Antonio Machado**

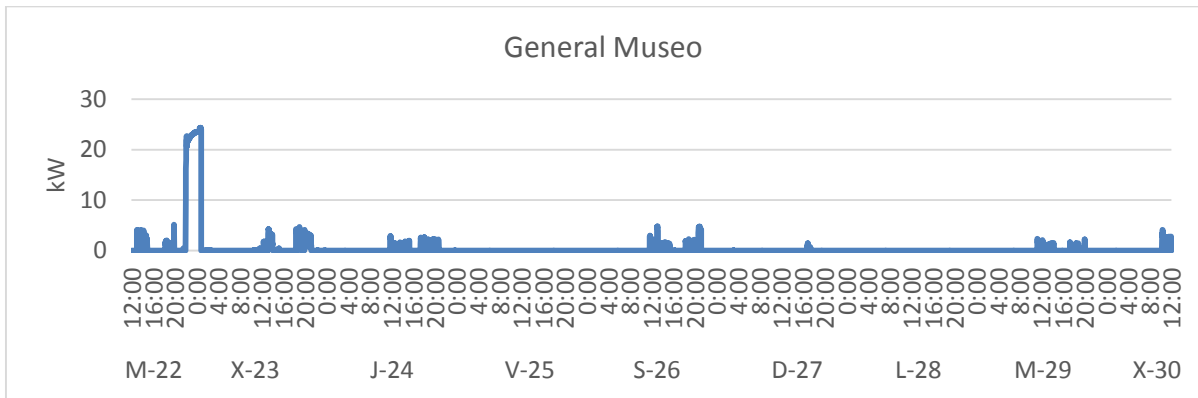
Se han tomado medidas de la línea general del edificio. A continuación, se puede ver el consumo eléctrico registrado:



Consumo eléctrico semanal

• Museo Arqueológico Los Baños

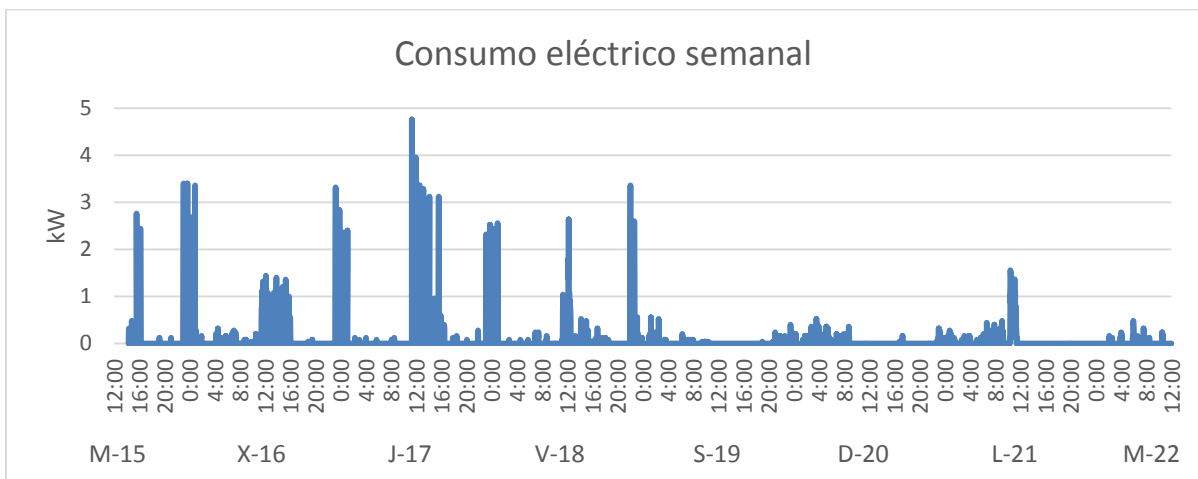
Se han tomado medidas de la línea general del edificio. A continuación, se puede ver el consumo eléctrico registrado:



Gráfica de consumo en la semana medida.

• Colegio San Cristóbal

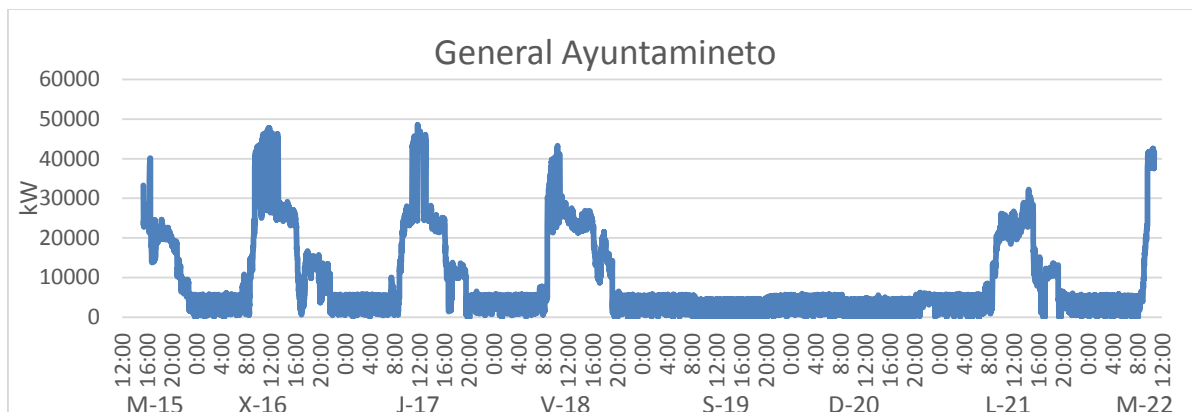
Las medidas se han realizado en la línea general del edificio mediante un analizador de redes. Con estas medidas podemos hacernos una idea del funcionamiento normal del edificio.



Gráfica de consumo eléctrico semanal

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

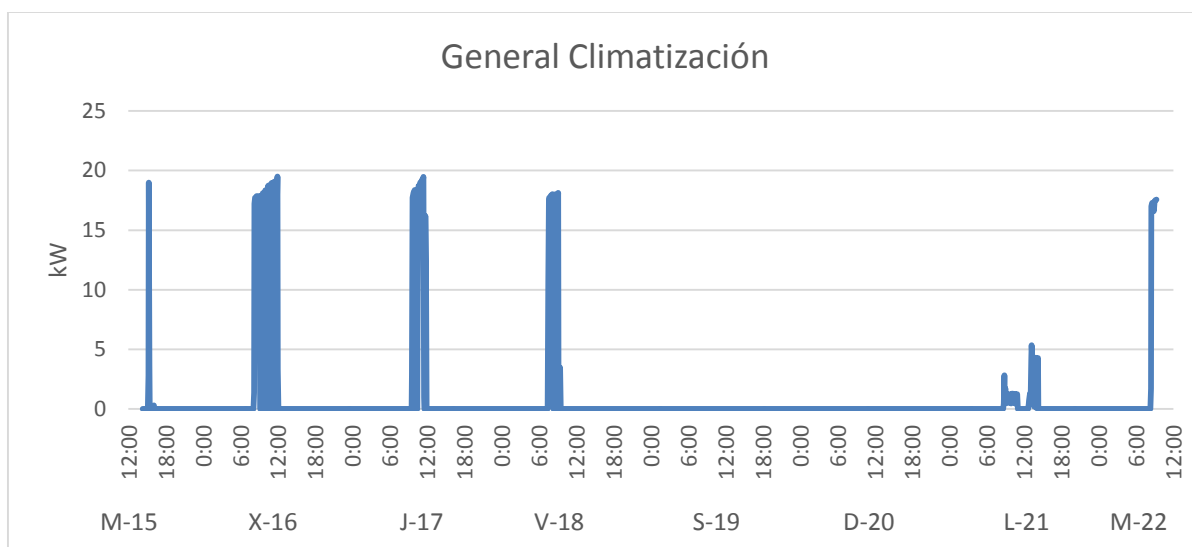
GENERAL INSTALACIÓN



Gráfica de consumo en la semana medida.

Se observan los picos de consumo propios del horario de trabajo, además de un consumo continuado fuera de dicho horario.

GENERAL CLIMATIZACIÓN

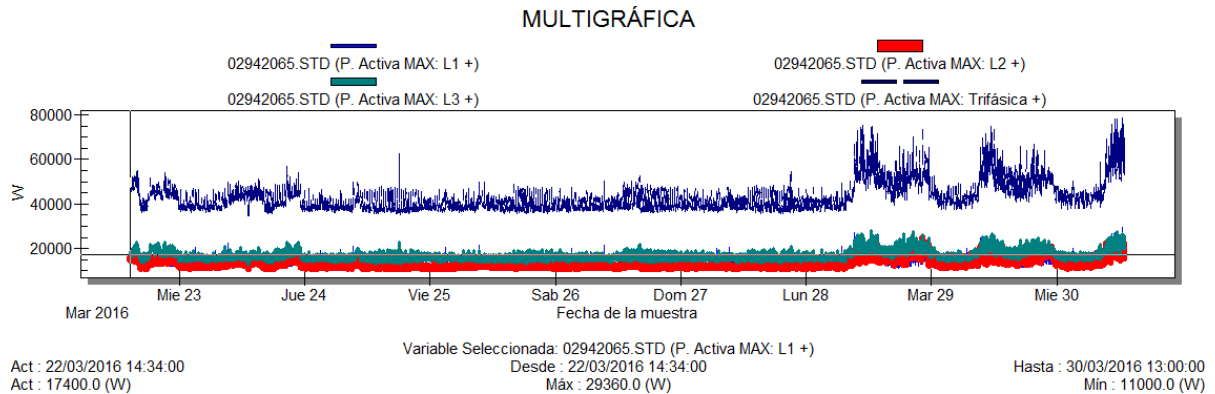


Gráfica de consumo eléctrico de climatización.

Se observa que en la semana medida los equipos de climatización solo han funcionado puntualmente generando picos de potencia de cerca de 20 kW.

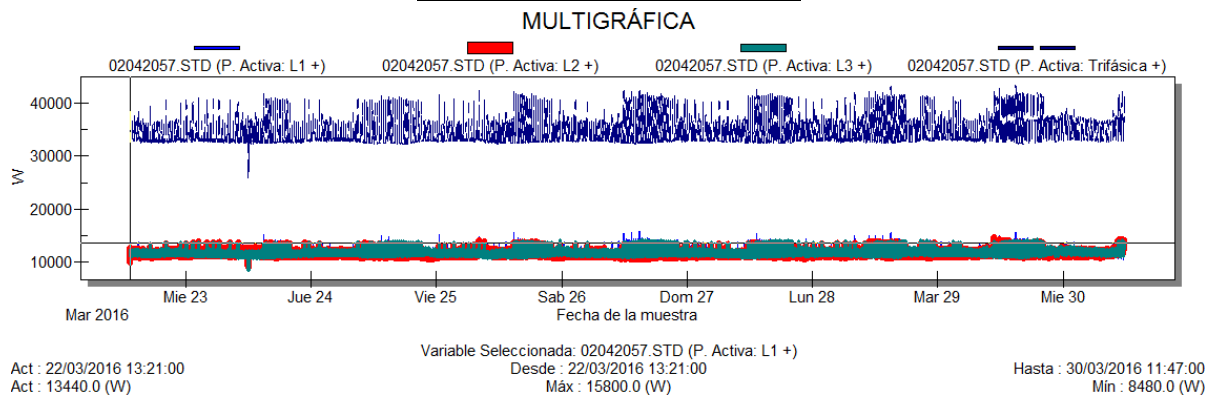
• **Piscina Climatizada**

GENERAL EDIFICIO



Consumo eléctrico semanal en la línea general del edificio.

CUADRO INSTALACIONES



Consumo eléctrico semanal en la línea de la administración.

Se han tomado medidas manuales de los contadores de la cafetería se han obtenido los siguientes valores:

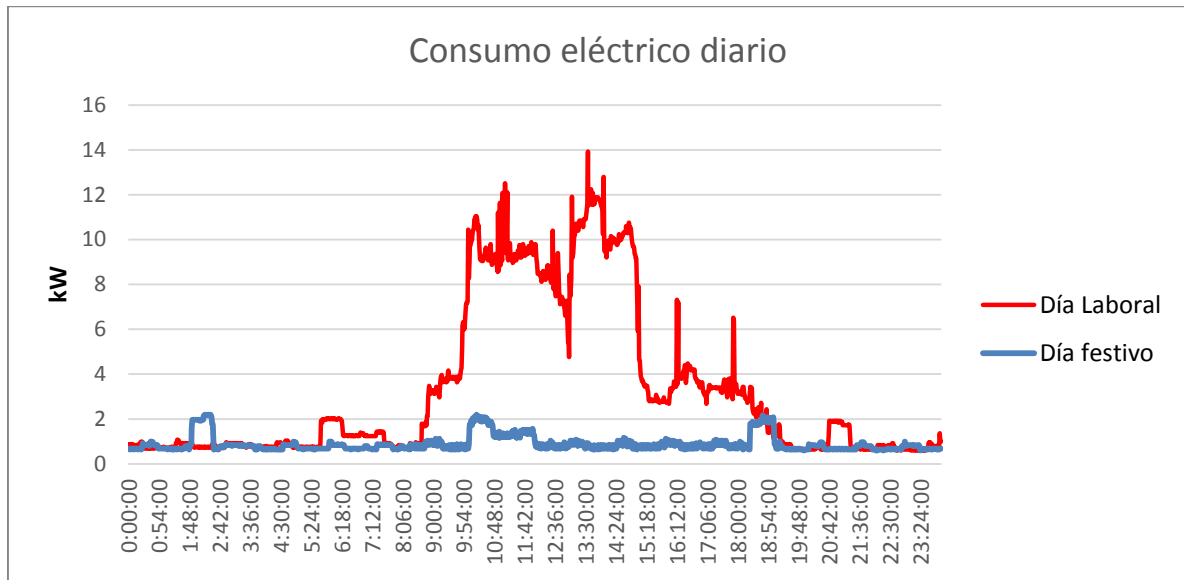
Fecha	Hora	Consumos cafetería	Clima cafetería
22/04/2016	12:00	68.460,74 kWh	70.935,59 kWh
30/04/2016	11:26	68.881,61 kWh	71.390,02 kWh
8 Días	Diferencia	420,87 kWh	454,43 kWh
Media semanal		368,26 kWh	397,63 kWh

Datos de consumos de la cafetería.

D. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIlada, RECABADA Y ELABORADA

D.1. Curvas de Carga Eléctrica para un día laborable, sábado y festivo.

• **Colegio Antonio Machado**



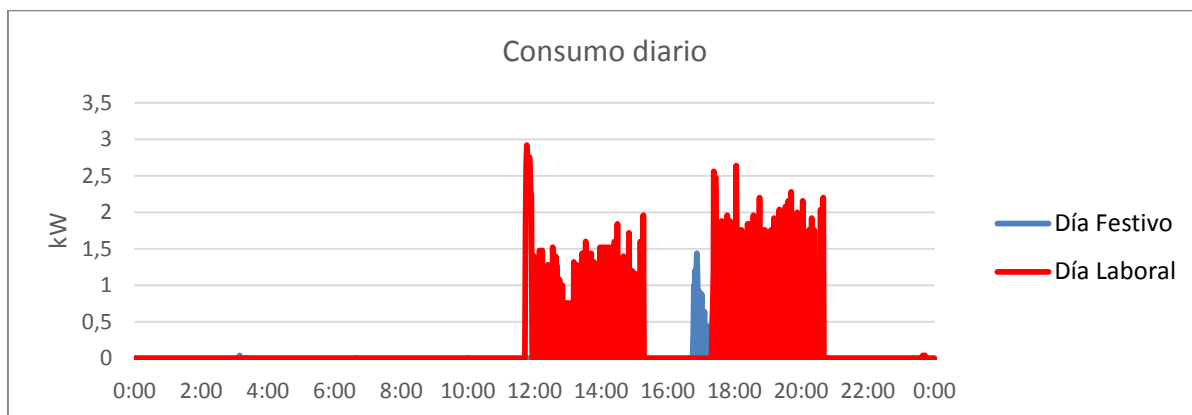
Gráfica de comparación de un día laborable y un día no laborable.

En la gráfica se representa el consumo eléctrico de un día laborable (rojo) y de un día festivo (azul).

En el día laborable se observa un consumo elevado en los horarios de actividad del centro. En noches y días festivos se observa la existencia de un consumo base.

• Museo Arqueológico Los Baños

Podemos comparar el consumo en distintos tipos de días, diferenciando dos tipos de días, laborables y festivos:

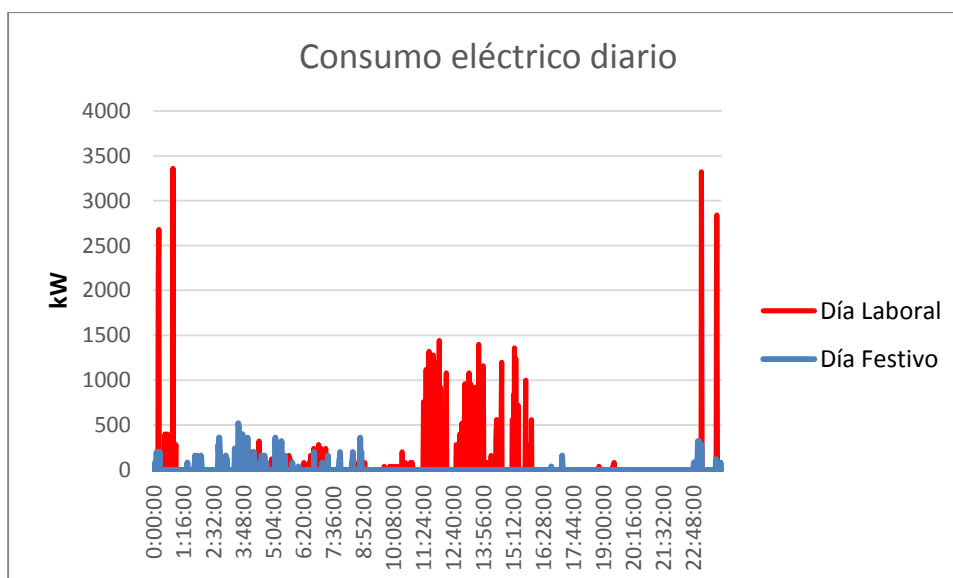


Gráfica de comparación de un día laboral y un día no laboral.

En la gráfica se representa el consumo eléctrico de un día tipo laborable (rojo) y de un día no laborable (azul).

Los consumos en el día laborable son debidos al alumbrado, equipos informáticos y climatización durante el horario de apertura del museo. En noches y días festivos se observa que el consumo es nulo.

• Colegio San Cristóbal



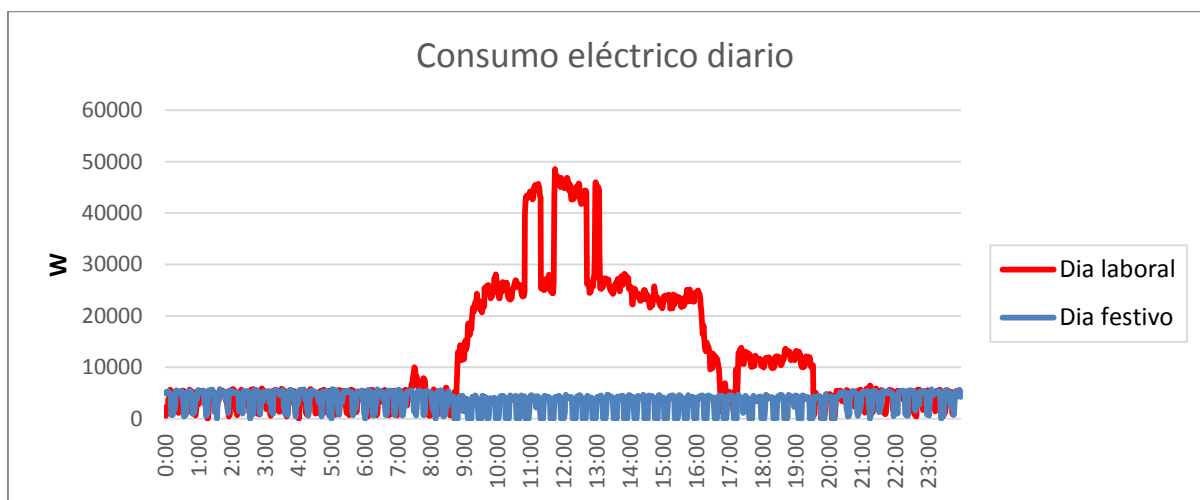
Gráfica de comparación de un día laboral y un día no laboral.

En la gráfica se representa el consumo eléctrico de un día laborable (rojo) y de un día no laborable (azul) de una misma semana.

La diferencia de consumo se debe principalmente a la menor ocupación y actividad en los días de fin de semana, lo que repercute en una curva mucho más plana.

Hay que tener en cuenta que las medidas se han hecho en el mes de marzo por lo que en los meses de verano la curva de consumo en los días laborales sería más pronunciada.

- **Ayuntamiento Alhama de Murcia**



Gráfica de comparación de un día laborable y un día no laborable.

En la gráfica se representa el consumo eléctrico tipo de un día laborable (rojo) y de un día no laborable (azul)

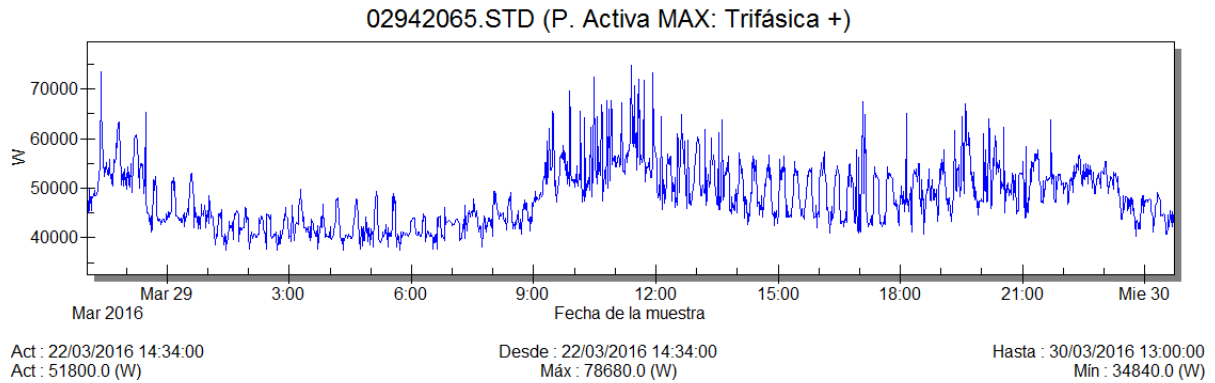
Se observa un consumo propio de la actividad del ayuntamiento que se da en horario laboral.

En horario nocturno y días festivos se registra un consumo permanente debido a los consumos de los equipos informáticos en stand-by así como al equipo de climatización en la sala de informática.

• **Piscina Climatizada**

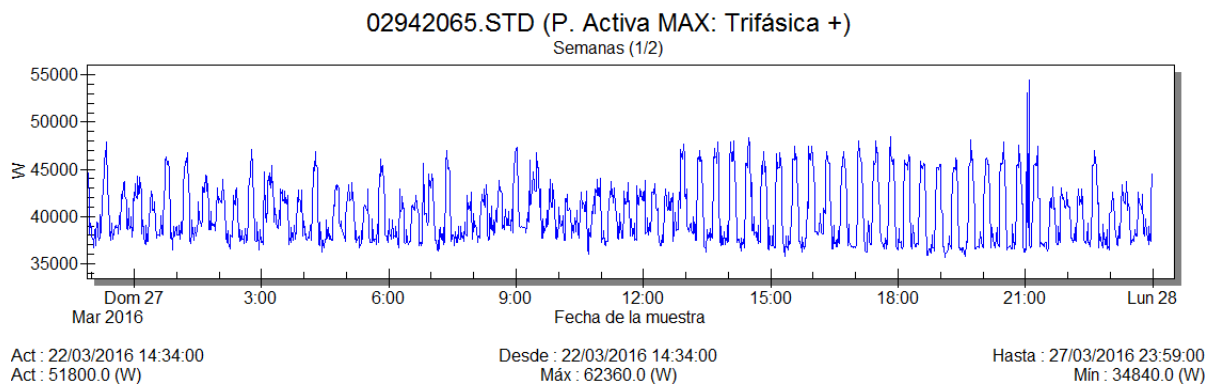
A continuación, se muestran las curvas de carga aproximadas para un día laborable y festivo tipo:

Día laborable tipo:



Consumo eléctrico en un día laborable.

Día festivo tipo:



Consumo eléctrico en un día festivo.

D.2. Evaluación energética mensual del consumo de energía asociada a los diferentes servicios

El consumo de energía asociada a cada uno de los servicios se estimará en función de las medidas y las observaciones realizadas, así como del inventario de equipos.

• **Colegio Antonio Machado**

	Iluminación (kWh)	Climatización (kWh)	Ofimática (kWh)	Resto (kWh)	Total (kWh)
Diciembre	1.198	708	314	595	2.815
Enero	1.078	861	283	538	2.760
Febrero	1.198	636	314	595	2.743
Marzo	1.220	447	320	576	2.564
Abril	1.181	1.028	310	595	3.114
Mayo	1.198	1.167	314	576	3.255
Junio	898	977	236	595	2.706
Julio	299	318	79	595	1.291
Agosto	1.220	863	320	576	2.979
Septiembre	1.181	799	310	595	2.885
Octubre	1.220	965	320	576	3.081
Noviembre	838	892	220	595	2.546
Total	12.730	9.659	3.341	7.008	32.738

Consumo mensual por servicio.



Gráfico porcentual de consumos asociados a servicios.

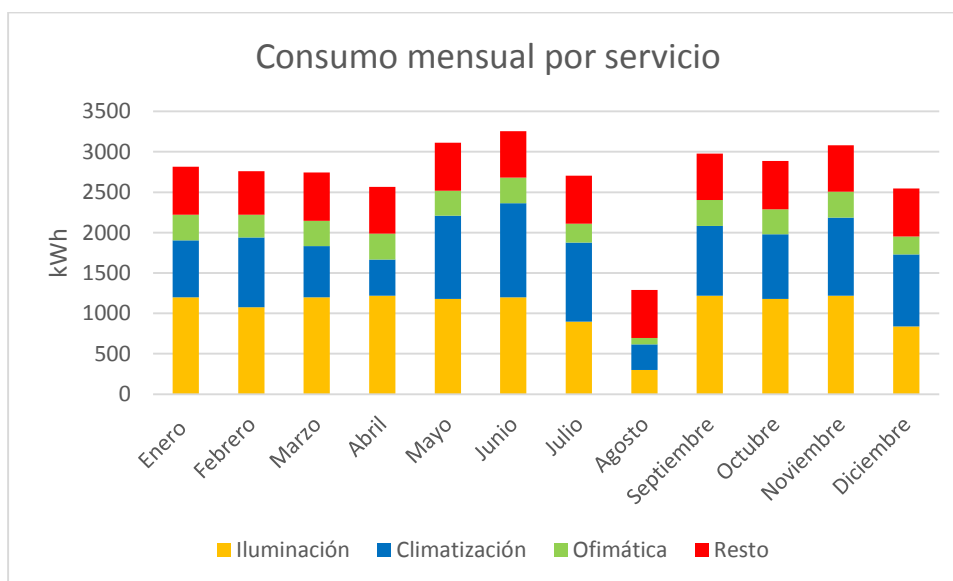


Gráfico de consumo mensual por servicio.

• Museo Arqueológico Los Baños

	Iluminación (kWh)	Climatización (kWh)	Ofimática (kWh)	Resto (kWh)	Total (kWh)
Enero	716	2.635	254	480	4.085
Febrero	644	1.516	229	432	2.821

Marzo	716	1.051	254	480	2.501
Abril	730	1.764	259	489	3.242
Mayo	706	4.256	251	473	5.687
Junio	716	4.405	254	480	5.855
Julio	716	5.797	254	480	7.247
Agosto	716	4.364	254	480	5.814
Septiembre	730	2.465	259	489	3.943
Octubre	706	1.823	251	473	3.254
Noviembre	716	30	254	480	1.480
Diciembre	501	2.245	178	336	3.260
Total	8.311	32.352	2.952	5.573	49.188

Consumo de energía asociado a los diferentes servicios.

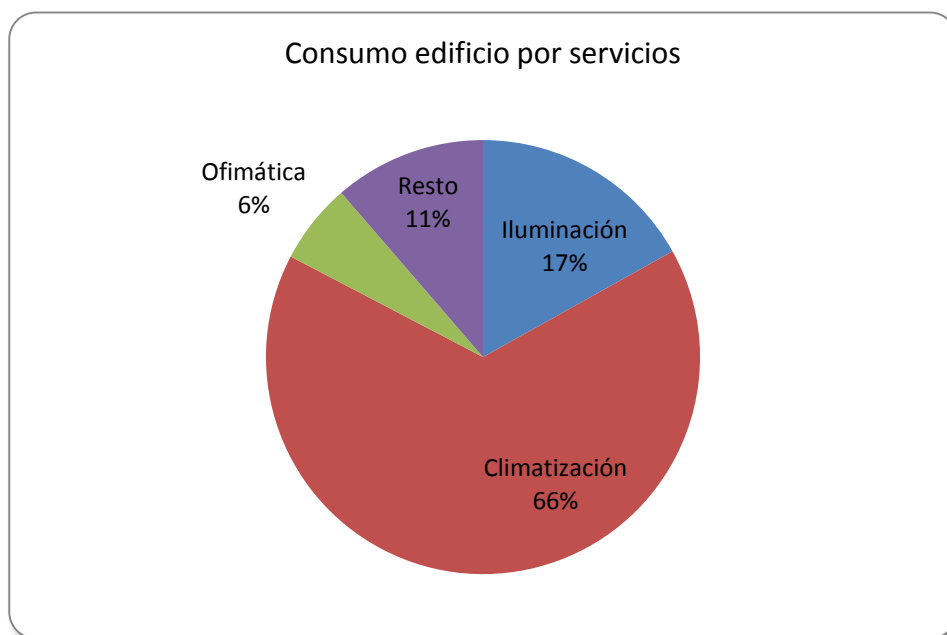


Gráfico porcentual de consumos asociados a servicios.

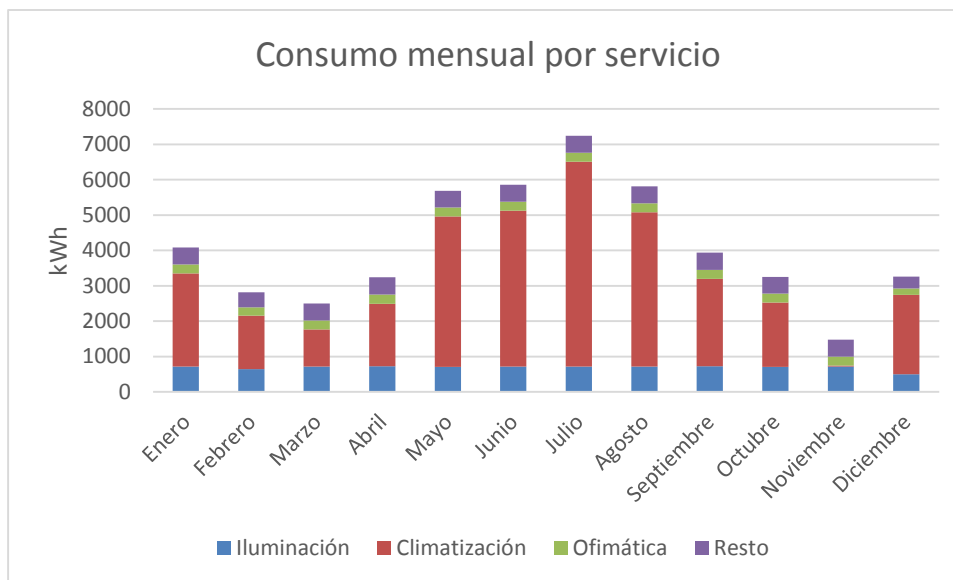


Gráfico de consumo mensual por servicio.

• ***Colegio San Cristóbal***

	Iluminación	Climatización	Ofimática	Resto	
Enero	984	1.456	205	298	2.942
Febrero	901	1.040	188	269	2.398
Marzo	997	304	208	298	1.807
Abril	799	364	153	288	1.604
Mayo	997	806	208	298	2.309
Junio	965	848	202	288	2.303
Julio	984	754	205	298	2.240
Agosto	808	486	153	298	1.744
Septiembre	975	649	205	288	2.117
Octubre	997	649	208	298	2.152

Noviembre	965	585	202	288	2.040
Diciembre	772	380	143	298	1.593
Total	11.145	8.319	2.281	3.504	25.249

Consumo mensual por servicio año 2015.

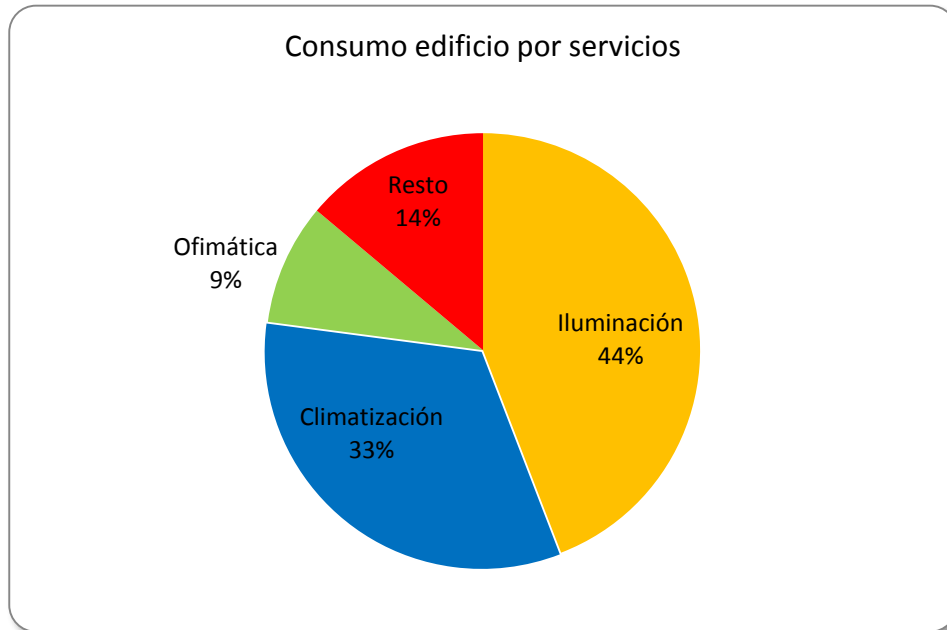


Gráfico porcentual de consumos asociados a servicios.

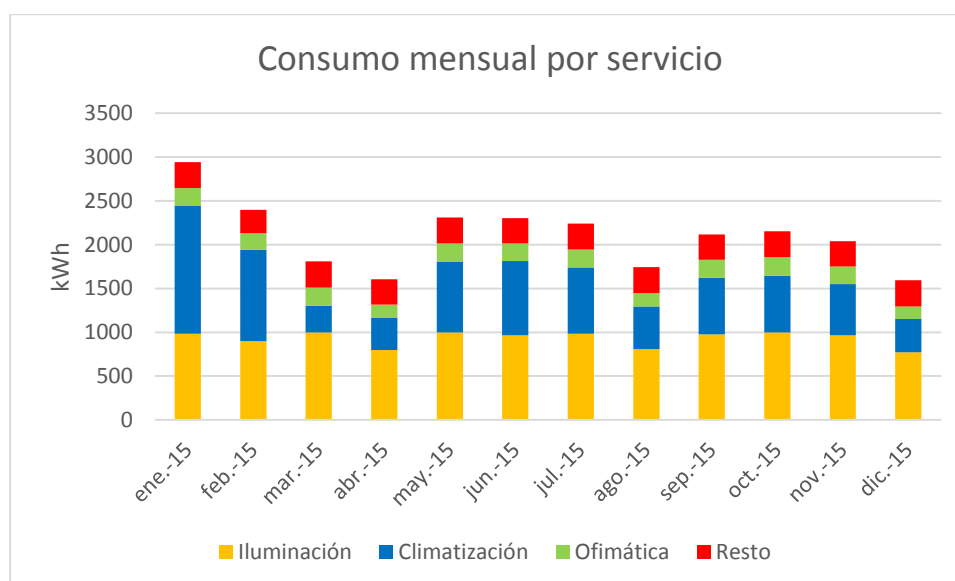


Gráfico de consumo mensual por servicio.

En cuanto al consumo de gas natural, la totalidad de los 36.408 kWh anuales consumidos corresponden a climatización.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

Mes	Iluminación (kWh)	Climatización (kWh)	Ofimática (kWh)	Resto (kWh)	Total (kWh)
Enero	2.443	5.796	1.120	2.158	11.516
Febrero	2.199	4.749	1.008	1.949	9.904
Marzo	2.410	3.643	1.104	2.158	9.315
Abril	2.490	3.167	1.141	2.088	8.887
Mayo	2.410	5.117	1.104	2.158	10.789
Junio	2.490	5.416	1.141	2.088	11.135
Julio	2.490	10.381	1.141	2.158	16.170
Agosto	2.410	7.238	1.104	2.158	12.910
Septiembre	2.490	5.944	1.141	2.088	11.663
Octubre	2.410	6.044	1.104	2.158	11.716
Noviembre	2.490	3.726	1.141	2.088	9.446
Diciembre	2.490	4.280	1.141	2.158	10.069
Total	29.224	65.501	13.393	25.404	133.521

Consumo de energía asociado a los diferentes servicios.

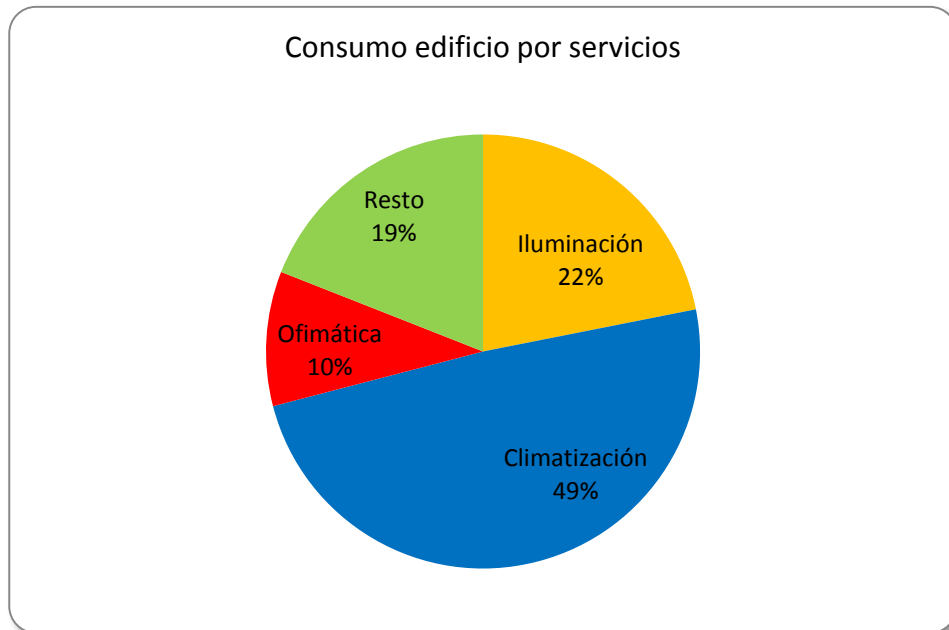


Gráfico porcentual de consumos asociados a servicios.

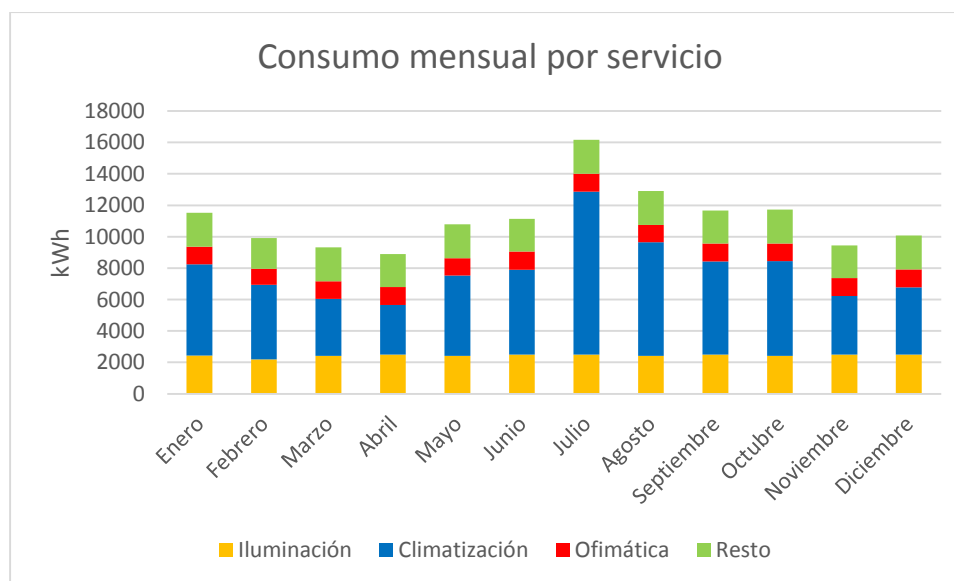
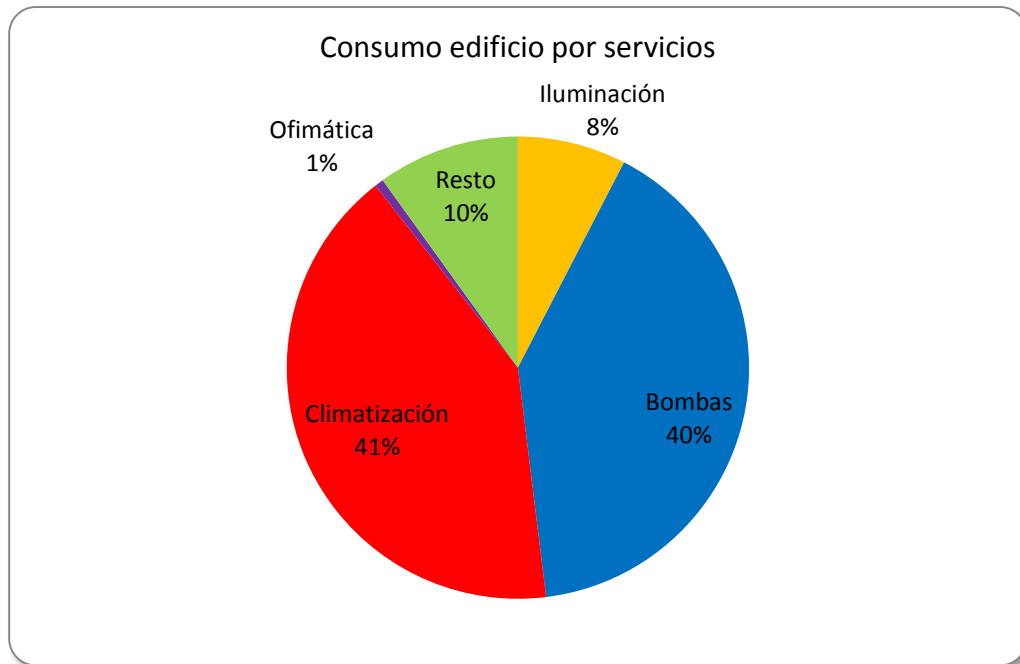


Gráfico de consumo mensual por servicio.

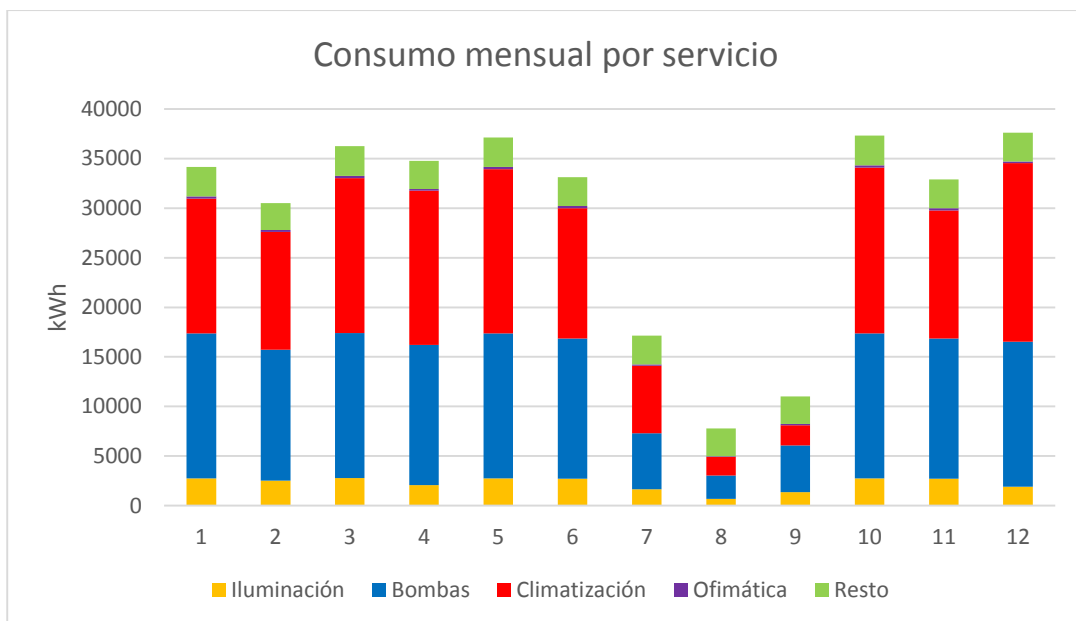
• **Piscina Climatizada**

	Iluminación	Bombas	Climatización	Ofimática	Resto	TOTAL
Enero	2.735	14.621	13.594	224	2.997	34.171
Febrero	2.518	13.206	11.867	206	2.711	30.508
Marzo	2.788	14.621	15.614	228	3.002	36.252
Abril	2.051	14.149	15.556	168	2.848	34.772
Mayo	2.735	14.621	16.563	224	2.997	37.140
Junio	2.698	14.149	13.157	221	2.905	33.129
Julio	1.641	5.660	6.814	134	2.900	17.149
Agosto	684	2.358	1.863	56	2.815	7.775
Septiembre	1.368	4.716	2.028	112	2.787	11.011
Octubre	2.735	14.621	16.738	224	2.997	37.315
Noviembre	2.698	14.149	12.929	221	2.905	32.901
Diciembre	1.915	14.621	18.007	157	2.924	37.624
Total	26.566	141.494	144.729	2.174	34.787	349.749

Consumo de energía asociado a los diferentes servicios.



Porcentaje de consumo energético por servicio.



Consumo eléctrico mensual por servicio.

D.3. Detección de funcionamiento de equipos fuera de los horarios previstos.

• **Colegio Antonio Machado**

Se observa que en noches y días festivos existe un consumo base de unos 0,8 kW que se mantiene de forma continuada, probablemente debido al consumo en stand-by de los equipos informáticos. Es recomendable evitar en la medida de lo posible dicho funcionamiento en stand-by

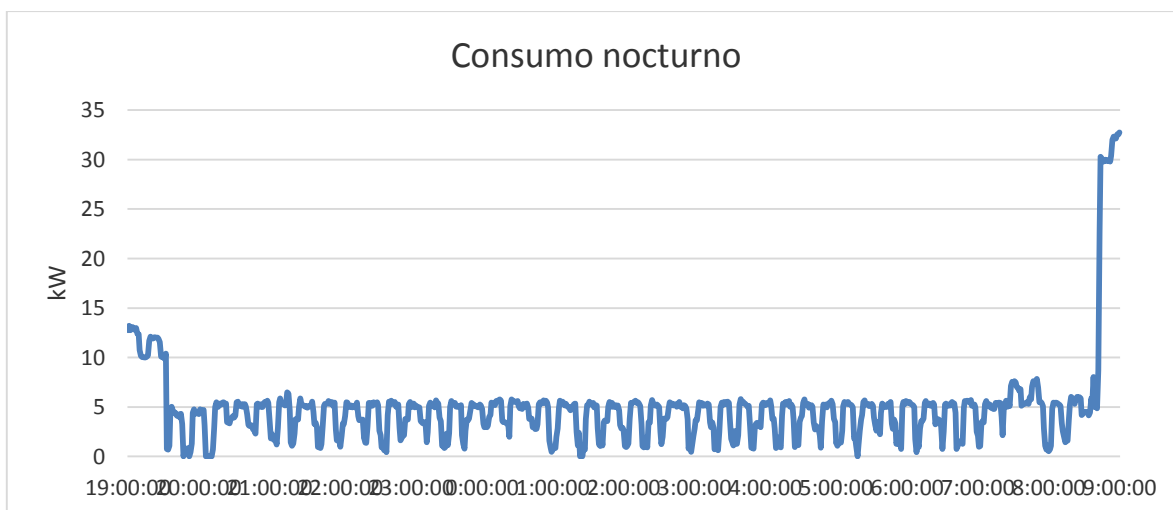
• **Museo Arqueológico Los Baños**

El consumo del museo es nulo fuera del horario de apertura. Sin embargo, el martes 22 de marzo entre las 21:00 y las 0:00 se registra un consumo de unos 23 kW. Se deduce que dicho consumo corresponde a los equipos de climatización. Es conveniente investigar el motivo de accionamiento de dicho equipo fuera del horario de apertura del museo.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

En las mediciones realizadas se ha observado un importante consumo fuera del horario de trabajo del edificio. Este consumo, que se mantiene incluso por las noches y en días festivos, es de unos 5 kW que corresponden al consumo en stand-by de los equipos informáticos así como al consumo del equipo de climatización de la sala de informática.

En la siguiente gráfica se pueden ver dichos consumos en un día tipo:



Gráfica de consumo nocturno.

- **Piscina Climatizada**

Pese al cierre de la piscina en meses de verano el consumo de electricidad no se hace cero, esto será debido a que, aunque la piscina climatizada cierre, alguna sala del edificio sigue en funcionamiento (cafetería, sala de actividades físicas).

En los días festivos es lógico un consumo permanente tanto de electricidad como de gas ya que, aunque la piscina permanezca cerrada el agua de las piscinas debe mantenerse caliente.

D.4. Determinación de Indicadores Energéticos.

De los datos energéticos del apartado anterior, así como de los datos de ocupación y superficie de los edificios, podemos establecer los siguientes indicadores:

- **Colegio Antonio Machado**

Indicadores Energéticos por Ud. de superficie

		Energía consumida (kWh)	Superficie (m2)	Indicador kWh/m2
Antonio Machado	Alumbrado	12.730	1.776	7,17
	Climatización	55.052	1.776	31,00
	TOTAL	78.131	1.776	43,99

Indicadores energéticos por Ud. de superficie.

Indicadores Energéticos por ocupación.

		Energía consumida (kWh)	Ocupación (per.)	Indicador kWh/per.
Antonio Machado	Alumbrado	12.730	228	55,83
	Climatización	55.052	228	241,46
	TOTAL	78.131	228	342,68

Indicadores energéticos por ocupación.

• **Museo Arqueológico Los Baños**

Indicadores Energéticos por Ud. de superficie

		Energía consumida (kWh)	Superficie (m2)	Indicador kWh/m2
Museo	Alumbrado	8.311	1.107	7,53
	Climatización	31.535	1.107	28,48
	TOTAL	49.188	1.107	36

Indicadores energéticos por Ud. de superficie.

Indicadores Energéticos por ocupación.

		Energía consumida (kWh)	Ocupación (per.)	Indicador kWh/per.
Museo	Alumbrado	8.311	10	831
	Climatización	31.535	10	3.153
	TOTAL	49.188	10	3.987

Indicadores energéticos por ocupación.

• **Colegio San Cristóbal**

Indicadores Energéticos por Ud. de superficie

		Energía consumida (kWh)	Superficie (m2)	Indicador kWh/m2
San Cristóbal	Alumbrado	11.145	2.138	5,21
	Climatización	44.727	2.138	20,92
	TOTAL	61.657	2.138	28,84

Indicadores energéticos por Ud. de superficie.

Indicadores Energéticos por ocupación.

		Energía consumida (kWh)	Ocupación (per.)	Indicador kWh/per.
San Cristóbal	Alumbrado	11.145	200	55,73
	Climatización	44.727	200	223,64
	TOTAL	61.657	200	308,28

Indicadores energéticos por ocupación.

- **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

Indicadores Energéticos por Ud. de superficie

		Energía consumida (kWh)	Superficie (m2)	Indicador kWh/m2
Ayuntamiento	Alumbrado	29.224	1.200	24,35
	Climatización	65.501	1.200	54,58
	TOTAL	133.521	1.200	111,27

Indicadores energéticos por Ud. de superficie.

Indicadores Energéticos por ocupación.

		Energía consumida (kWh)	Ocupación (per.)	Indicador kWh/per.
Ayuntamiento	Alumbrado	29.224	40	730,59
	Climatización	65.501	40	1.637,52
	TOTAL	133.521	40	3.338,02

Indicadores energéticos por ocupación.

- **Piscina Climatizada**

Indicadores Energéticos por Ud. de superficie

		Energía consumida (kWh)	Superficie (m2)	Indicador kWh/m2
Ayuntamiento	Alumbrado	26.566	2.213	12,00
	Climatización	486.318	2.213	219,76
	TOTAL	691.338	2.213	312,40

Indicadores energéticos por Ud. de superficie.

Indicadores Energéticos por ocupación.

		Energía consumida (kWh)	Ocupación (per.)	Indicador kWh/per.
Ayuntamiento	Alumbrado	26.566	50	531
	Climatización	486.318	50	9.726
	TOTAL	691.338	50	13.827

Indicadores energéticos por ocupación.

D.5. Datos de consumo de agua.

- **Piscina Climatizada**

Los datos de consumo de agua se han extraído de las facturas de agua de la piscina.

A continuación, se expone una tabla resumen de los consumos trimestrales:

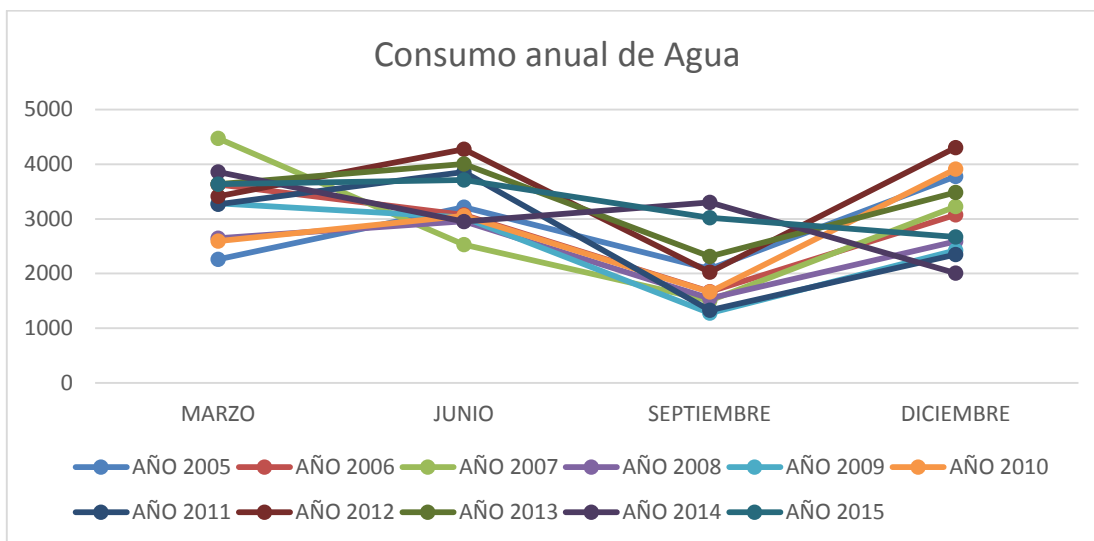
	MARZO	JUNIO	SEPTIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
AÑO 2005	2261	3214	2082	3778	11335
AÑO 2006	3629	3071	1667	3076	11443
AÑO 2007	4472	2528	1503	3228	11731
AÑO 2008	2644	2954	1546	2588	9732
AÑO 2009	3286	3024	1275	2421	10006
AÑO 2010	2593	3054	1663	3913	11223
AÑO 2011	3267	3861	1330	2345	10803
AÑO 2012	3416	4271	2027	4302	14016
AÑO 2013	3637	4002	2314	3481	13434

AÑO 2014	3857	2950	3299	2005	12111
AÑO 2015	3634	3710	3018	2667	13029

Datos de consumo de agua trimestrales.

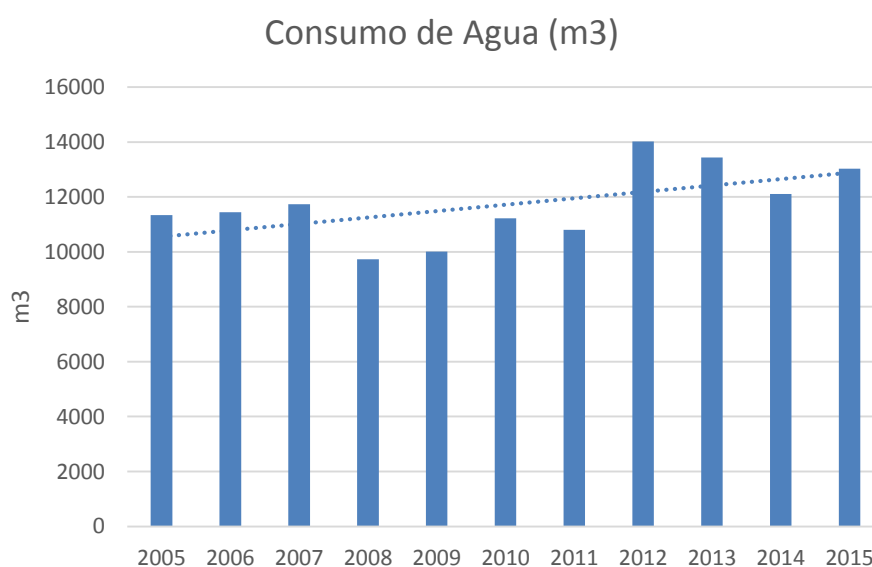
El consumo de agua del año 2015 ha aumentado respecto al año anterior.

Para verlo de una forma más visual representamos los datos de consumo en una gráfica:



Consumos trimestrales de agua en cada año.

Si analizamos cifras anuales los metros cúbicos de agua consumida son los siguientes:



Consumo anual de agua.

La línea discontinua es una línea de tendencia la cual nos indica que la tendencia de estos últimos años ha sido a aumentar el consumo de agua con lo que es interesante estudiar y razonar este aumento del consumo de agua y buscar una mejora para reducir estos consumos.

Si hablamos de costes anuales la gráfica cambia bastante debido a la subida del precio del metro cúbico de agua durante los últimos años con lo que hace más interesante realizar alguna mejora:



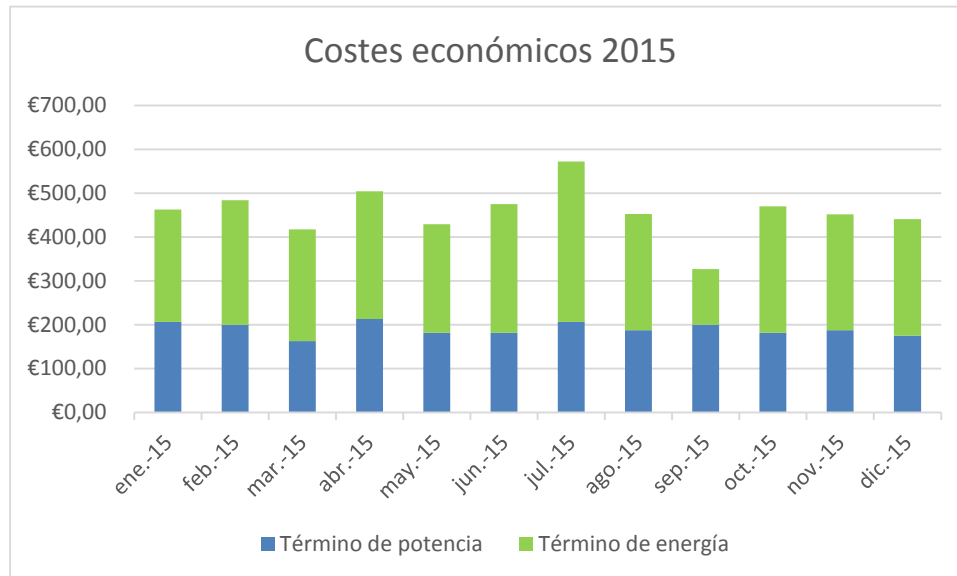
Costes anuales de consumo de agua.

E. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

E.1. Electricidad

• **Colegio Antonio Machado**

Los valores mensuales del consumo de electricidad se recogen en la siguientes gráficas:



Costes económicos Colegio Antonio Machado (Facturas).

En esta gráfica podemos ver que el término de potencia es casi un coste fijo a lo largo del año.

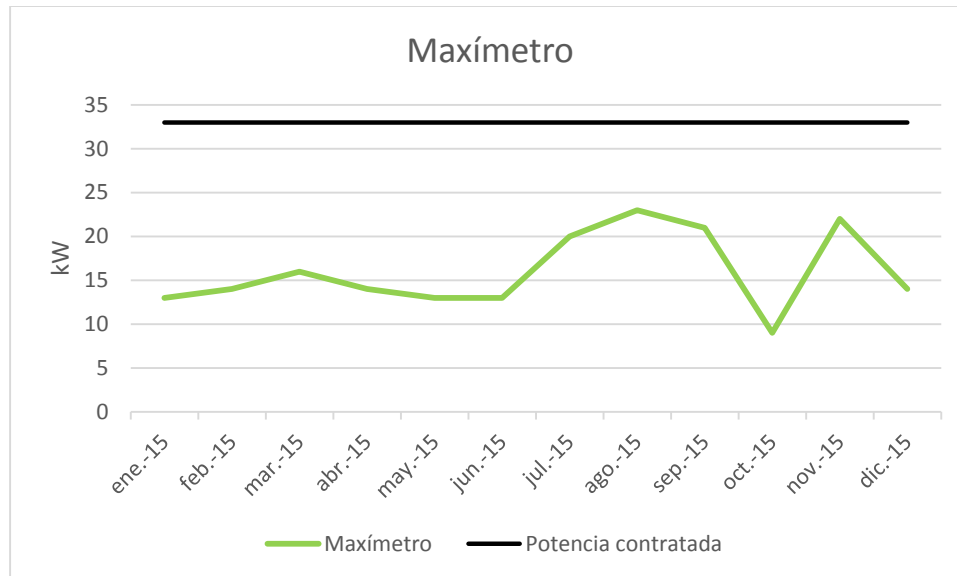
A continuación vamos a ver más en detalle los datos de facturación eléctrica durante el año 2015.

	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
<u>COSTE EN EUROS</u>	603 €	630 €	545 €	656 €	570 €	640 €	743 €	590 €	431 €	612 €	589 €	576 €
<u>COSTE EUROS (SIN IVA)</u>	498 €	521 €	451 €	542 €	471 €	529 €	614 €	488 €	356 €	506 €	487 €	476 €
Término de Potencia	206,58 €	200,32 €	162,76 €	212,84 €	181,54 €	181,54 €	206,58 €	187,80 €	200,32 €	181,54 €	187,80 €	175,28 €
P1	103,29 €	100,16 €	81,38 €	106,42 €	90,77 €	90,77 €	103,29 €	93,90 €	100,16 €	90,77 €	93,90 €	87,64 €
P2	61,97 €	60,10 €	48,83 €	63,85 €	54,46 €	54,46 €	61,97 €	56,34 €	60,10 €	54,46 €	56,34 €	52,58 €
P3	41,32 €	40,06 €	32,55 €	42,57 €	36,31 €	36,31 €	41,32 €	37,56 €	40,06 €	36,31 €	37,56 €	35,06 €
Término de Energía	255,97 €	283,67 €	254,59 €	291,58 €	248,08 €	293,67 €	365,84 €	265,00 €	127,12 €	288,33 €	263,80 €	265,97 €
P1	50,42 €	53,87 €	45,08 €	45,76 €	85,93 €	116,64 €	154,53 €	111,21 €	41,84 €	119,94 €	89,07 €	49,60 €
P2	162,70 €	184,53 €	169,99 €	197,06 €	120,09 €	134,35 €	157,94 €	105,36 €	64,66 €	134,15 €	130,80 €	173,51 €
P3	42,85 €	45,27 €	39,52 €	48,76 €	42,06 €	42,68 €	53,37 €	48,43 €	20,62 €	34,24 €	43,93 €	42,86 €
Impuesto sobre electricidad	23,65 €	24,74 €	21,34 €	25,79 €	29,42 €	41,40 €	29,27 €	23,15 €	16,74 €	24,02 €	23,09 €	22,56 €
Alquiler Equipo de Medida	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €

Costes económicos mensuales durante el año 2015 (facturas).

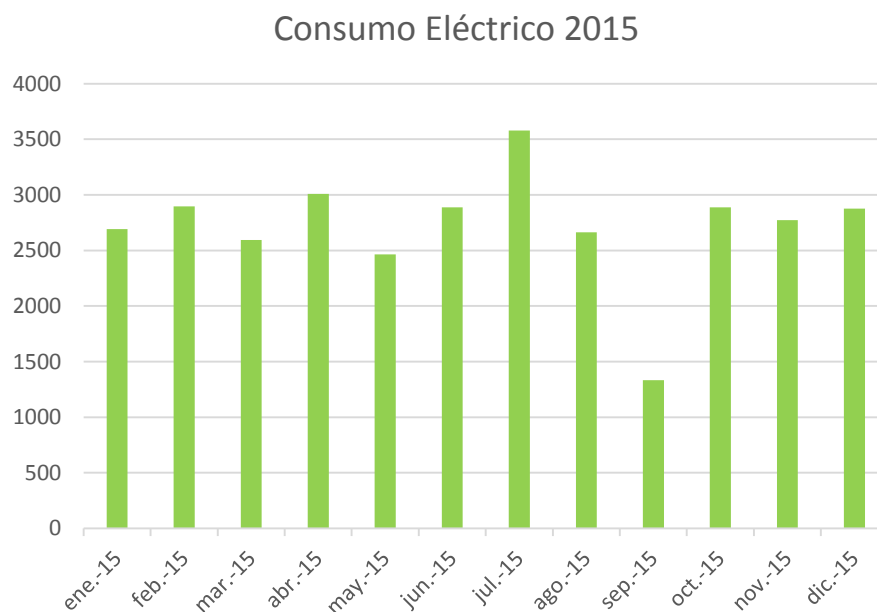
	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
CONSUMOS ELÉCTRICOS												
ENERGIA ACTIVA P1	377	396	331	336	631	864	1.145	824	330	948	704	392
ENERGIA ACTIVA P2	1.575	1748	1608	1864	1136	1.307	1.538	1026	656	1363	1329	1.763
ENERGIA ACTIVA P3	739	752	655	808	697	717	897	814	347	576	739	721
TOTAL ENERGIA ACTIVA	2.691	2.896	2.594	3.008	2.464	2.888	3.580	2.664	1.333	2.887	2.772	2.876
MAXÍMETRO P1	5	5	6	6	3	13	20	23	21	9	20	13
MAXÍMETRO P2	13	14	16	14	13	13	20	22	15	9	22	14
MAXÍMETRO P3	4	4	4	4	4	5	5	4	6	3	4	4
MAXÍMETRO MAYOR	13	14	16	14	13	13	20	23	21	9	22	14
Pot. Contratada	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

Consumos energéticos mensuales durante el año 2015 (facturas).



Datos de máxímetro y potencia contratada.

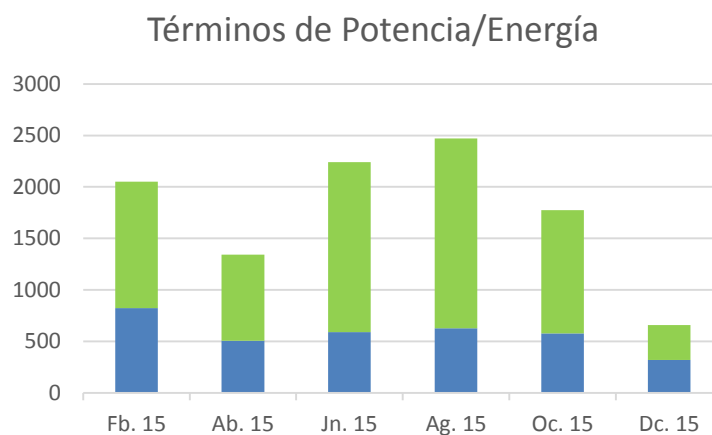
Como se puede ver en la gráfica la potencia contratada es mayor que la que consumida, por lo que se puede realizar una reducción de potencia contratada que conllevará un ahorro económico.



Consumo energético Colegio Antonio Machado (facturas).

• Museo Arqueológico Los Baños

El coste económico del consumo de electricidad se recoge en las siguientes gráficas y tablas:



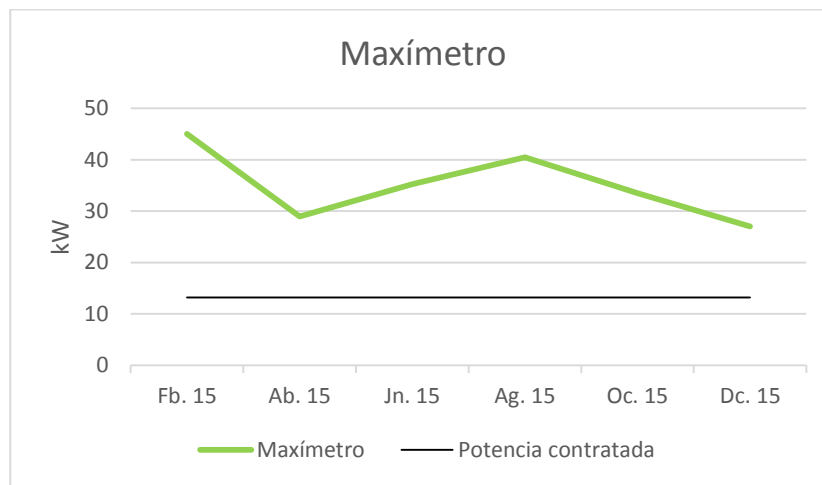
Costes económicos Ayuntamiento.

En esta gráfica podemos ver que una parte importante del coste económico corresponde al término de potencia, en el que se incluyen las penalizaciones por exceso de potencia.

A continuación se presentan las tablas con los datos económicos y energéticos correspondientes a las facturas de 2015, donde podemos ver con más detalle el comportamiento del consumo eléctrico del museo.

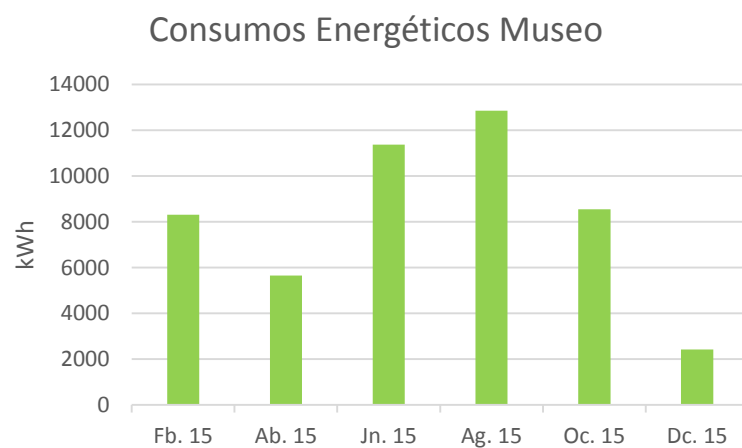
	Fb. 15	Ab. 15	Jun. 15	Ag. 15	Oct. 15	Dic. 15
<u>COSTE EN EUROS</u>	2.622 €	1.725 €	2.855 €	3.155 €	2.271 €	847 €
<u>COSTE EUROS (SIN IVA)</u>	2.167 €	1.426 €	2.359 €	2.608 €	1.877 €	700 €
Término de Potencia	822,97 €	504,26 €	589,31 €	627,65 €	576,00 €	317,90 €
Término de Energía	1.226,86 €	839,17 €	1.652,04 €	1.842,95 €	1.197,40 €	338,91 €
Impuesto sobre electricidad	104,80 €	68,69 €	105,68 €	126,31 €	90,67 €	33,58 €
Alquiler Equipo de Medida	12,49 €	13,88 €	12,29 €	10,90 €	12,89 €	9,71 €

	Fb. 15	Ab. 15	Jn. 15	Ag. 15	Oc. 15	Dc. 15
CONSUMOS ELÉCTRICOS						
TOTAL ENERGIA ACTIVA	8.301	5.647	11.373	12.857	8.543	2.418
MAXÍMETRO MAYOR	45	28,96	35,26	40,48	33,5	27
Pot. Contratada	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2



Datos de máxímetro y potencia contratada.

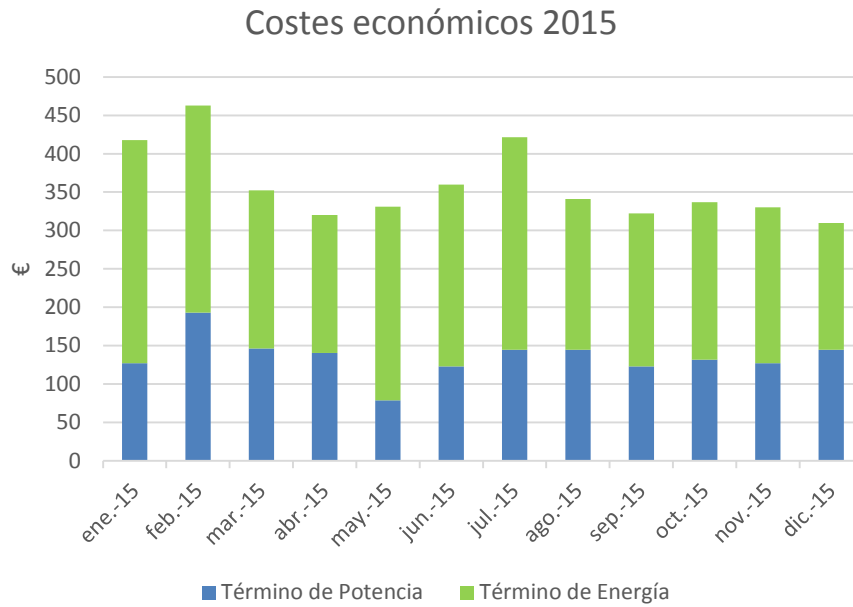
Como se puede ver en la gráfica la potencia máxima registrada supera continuamente la potencia contratada, por lo que se producen penalizaciones en las facturas eléctricas



Consumo energético Museo.

• **Colegio San Cristóbal**

Los costes económicos mensuales por consumo de electricidad se recogen en las siguientes gráficas:

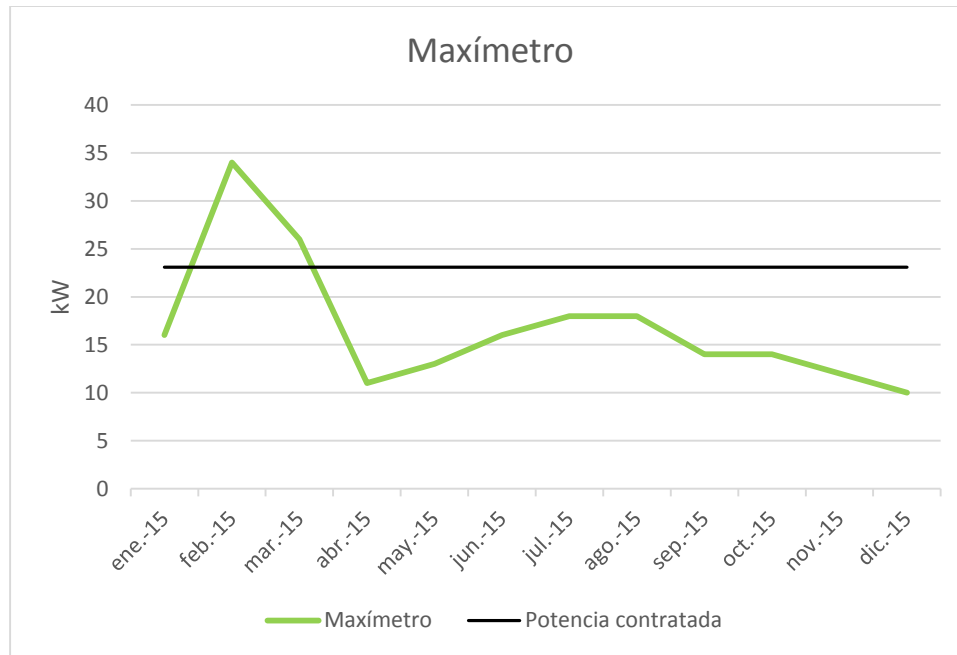


Costes económicos Colegio Antonio Machado (Facturas).

En esta gráfica podemos ver que el término de potencia varía a lo largo del año, por lo que estudiaremos un posible ajuste de potencia contratada.

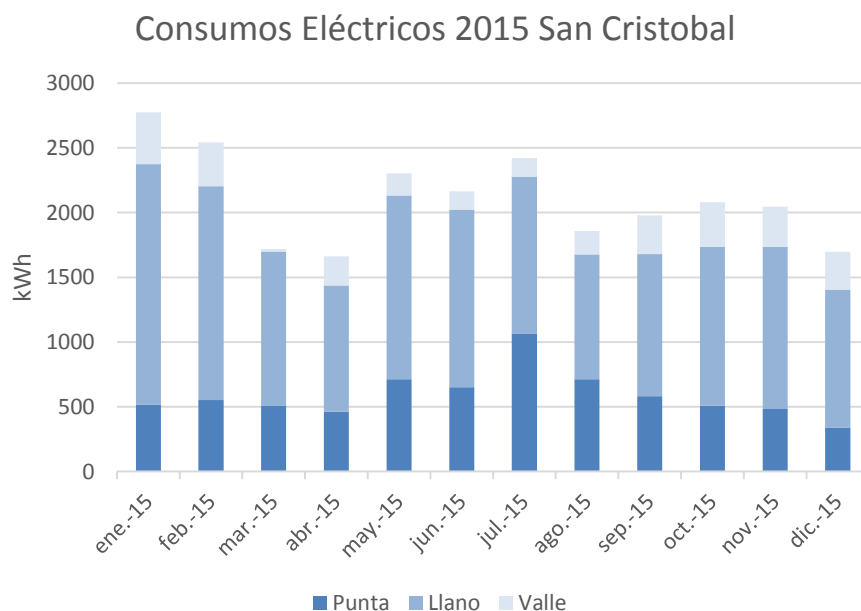
	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
<u>COSTE EN EUROS</u>	520 €	575 €	464 €	424 €	459 €	473 €	551 €	448 €	424 €	446 €	437 €	408 €
<u>COSTE EUROS (SIN IVA)</u>	430 €	475 €	383 €	350 €	379 €	391 €	455 €	371 €	351 €	368 €	362 €	338 €
Término de Potencia	127,11 €	192,81 €	146,21 €	140,26 €	78,57 €	122,73 €	144,64 €	144,63 €	122,73 €	131,50 €	127,10 €	144,64 €
P1	63,55 €	63,55 €	63,55 €	70,13 €	10,64 €	61,36 €	72,32 €	72,32 €	61,36 €	65,75 €	63,55 €	72,32 €
P2	38,13 €	103,84 €	57,24 €	42,08 €	40,76 €	36,82 €	43,39 €	43,39 €	36,82 €	39,45 €	38,13 €	43,39 €
P3	25,43 €	25,42 €	25,42 €	28,05 €	27,17 €	24,55 €	28,93 €	28,92 €	24,55 €	26,30 €	25,42 €	28,93 €
Término de Energía	290,60 €	270,17 €	206,11 €	179,70 €	252,44 €	237,07 €	276,80 €	196,45 €	199,41 €	205,52 €	202,89 €	165,10 €
P1	69,96 €	75,17 €	69,45 €	63,05 €	96,15 €	87,72 €	143,87 €	90,57 €	73,64 €	64,27 €	61,24 €	42,89 €
P2	196,48 €	174,54 €	125,80 €	103,07 €	146,10 €	140,90 €	124,36 €	95,23 €	108,06 €	120,86 €	123,22 €	104,91 €
P3	24,16 €	20,46 €	10,86 €	13,58 €	10,19 €	8,45 €	8,57 €	10,65 €	17,71 €	20,39 €	18,43 €	17,30 €
Término de Reactiva	0,00 €	0,00 €	0,74 €	1,71 €	1,97 €	0,92 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	2,07 €	2,57 €	0,00 €
P1	0,00 €	0,00 €	0,74 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
P2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1,71 €	1,97 €	0,92 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	2,07 €	2,57 €	0,00 €
P3	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Impuesto sobre electricidad	0,00 €	0,00 €	18,05 €	16,45 €	34,12 €	18,44 €	21,55 €	17,44 €	16,47 €	17,34 €	17,00 €	15,84 €
Alquiler Equipo de Medida	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €

	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
CONSUMOS ELÉCTRICOS												
ENERGIA ACTIVA P1	514	552	510	463	712	650	1.066	713	582	508	484	339
ENERGIA ACTIVA P2	1.860	1.651	1190	975	1420	1.372	1.211	965	1098	1228	1252	1.066
ENERGIA ACTIVA P3	401	339	18	225	171	142	144	179	298	343	310	291
TOTAL ENERGIA ACTIVA	2.775	2.542	1.718	1.663	2.303	2.164	2.421	1.857	1.978	2.079	2.046	1.696
ENERGIA REACTIVA P1	0	0	17,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENERGIA REACTIVA P2	0	0	0	41,25	47,4	22	0	0	0	49,76	61,84	0
ENERGIA REACTIVA P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENERGIA REACTIVA	0	0	17,7	41,25	47,4	22,24	0	0	0	49,76	61,84	0
MAXÍMETRO P1	11	12	12	11	13	15	18	18	13	14	12	10
MAXÍMETRO P2	16	34	26	11	10	16	16	18	14	13	11	9
MAXÍMETRO P3	4	5	4	1	1	5	2	4	6	3	2	2
MAXÍMETRO MAYOR	16	34	26	11	13	16	18	18	14	14	12	10
Pot. Contratada	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1



Datos de máximo metro y potencia contratada.

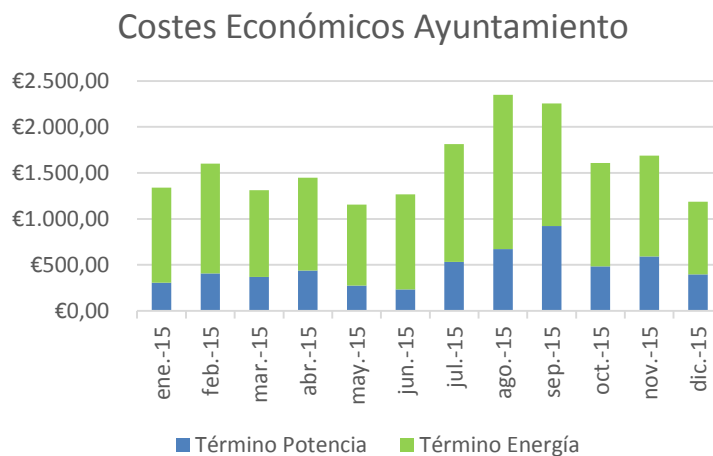
Como se puede ver en la gráfica, con la excepción del mes de febrero, la potencia consumida es menor que la contratada por lo que se puede realizar un ajuste de la misma.



Consumo energético por periodos.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

El coste económico del consumo de electricidad se recoge en las siguientes gráficas y tablas:



Costes económicos Ayuntamiento.

En esta gráfica podemos ver que una parte importante del coste económico corresponde al término de potencia, en el que se incluyen las penalizaciones por exceso de potencia.

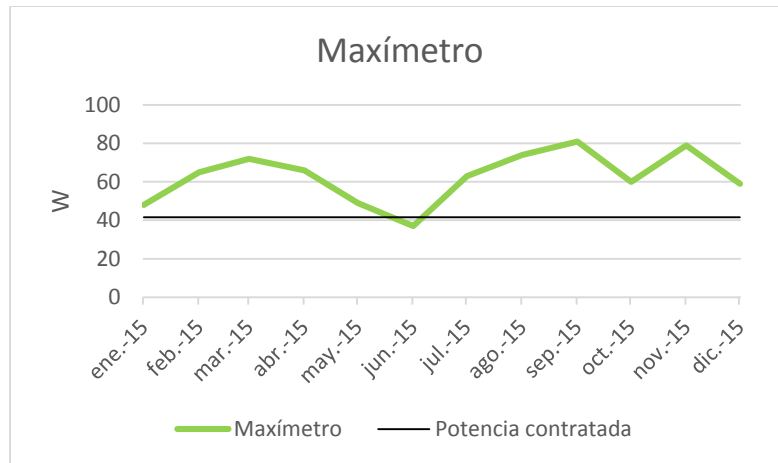
A continuación se presentan las tablas con los datos económicos y energéticos correspondientes a las facturas de 2015, donde podemos ver con más detalle el comportamiento del consumo eléctrico del edificio del ayuntamiento.

	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
<u>COSTE EN EUROS</u>	1.730 €	2.087 €	1.712 €	1.866 €	1.496 €	1.755 €	2.351 €	3.048 €	2.906 €	2.085 €	2.205 €	1.541 €
<u>COSTE EUROS (SIN IVA)</u>	1.430 €	1.725 €	1.415 €	1.542 €	1.237 €	1.450 €	1.943 €	2.519 €	2.401 €	1.723 €	1.823 €	1.274 €
Término de Potencia	307,43 €	407,38 €	367,55 €	439,67 €	275,99 €	234,16 €	531,61 €	672,09 €	922,74 €	484,65 €	591,75 €	395,50 €
P1	130,21 €	126,26 €	102,59 €	134,15 €	114,42 €	119,73 €	374,27 €	450,72 €	538,38 €	299,78 €	370,38 €	280,07 €
P2	125,14 €	230,61 €	223,93 €	251,86 €	115,80 €	68,66 €	105,26 €	174,02 €	307,75 €	139,10 €	174,02 €	71,24 €
P3	52,08 €	50,51 €	41,03 €	53,66 €	45,77 €	45,77 €	52,08 €	47,35 €	76,61 €	45,77 €	47,35 €	44,19 €
Término de Energía	1.032,06 €	1.195,07 €	944,10 €	1.007,19 €	879,42 €	1.032,02 €	1.281,30 €	1.679,41 €	1.332,27 €	1.122,78 €	1.097,72 €	791,41 €
P1	168,77 €	170,31 €	124,75 €	185,08 €	305,05 €	400,41 €	553,19 €	730,53 €	532,11 €	450,29 €	344,14 €	145,50 €
P2	732,01 €	892,99 €	721,41 €	683,50 €	452,36 €	502,79 €	578,17 €	793,11 €	648,87 €	539,04 €	589,63 €	527,62 €
P3	131,28 €	131,77 €	97,94 €	138,61 €	122,01 €	128,82 €	149,94 €	155,77 €	151,29 €	133,45 €	163,95 €	118,29 €
Término de Energía Reactiva	9,42 €	27,16 €	23,07 €	8,40 €	10,67 €	17,75 €	23,91 €	33,95 €	17,29 €	20,51 €	33,05 €	13,67 €
P1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	10,67 €	17,75 €	23,91 €	26,83 €	17,29 €	20,51 €	16,85 €	0,00 €
P2	9,42 €	27,16 €	23,07 €	8,40 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	7,12 €	0,00 €	0,00 €	16,20 €	13,67 €
P3	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Impuesto sobre electricidad	68,97 €	83,32 €	68,24 €	74,91 €	58,68 €	154,17 €	93,91 €	121,96 €	117,06 €	83,23 €	88,07 €	61,38 €
Alquiler Equipo de Medida	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €

Consumos económicos de electricidad año 2015.

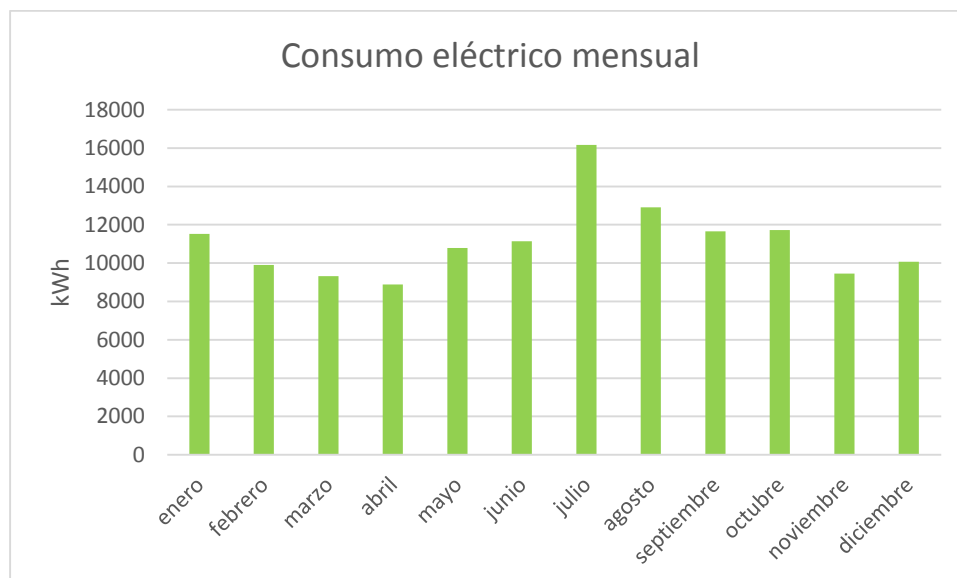
	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
CONSUMOS ELÉCTRICOS												
ENERGIA ACTIVA P1	1.262	1.252	916	1359	2240	2.966	4.099	5413	4197	3559	2720	1.150
ENERGIA ACTIVA P2	7.086	8.459	6824	6560	4279	4.891	5.630	7723	6584	5477	5991	5.361
ENERGIA ACTIVA P3	2264	2189	1.623	2297	2022	2.164	2520	2618	2.545	2245	2.758	1990
TOTAL ENERGIA ACTIVA	10.612	11.900	9.363	10.216	8.541	10.021	12.249	15.754	13.326	11.281	11.469	8.501
ENERGIA REACTIVA P1	0	0	0	0	256,8	427	575	645,71	415,99	493,53	405,4	0
ENERGIA REACTIVA P2	226,62	653,53	555,08	202,2			0	171,41	0	0	389,97	328
ENERGIA REACTIVA P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENERGIA REACTIVA	226,62	653,53	555,08	202,2	256,8	427,22	575	817,12	415,99	493,53	795,37	328
MAXÍMETRO P1	23	25	25	31	26	37	63	74	81	60	76	59
MAXÍMETRO P2	48	65	72	66	49	29	45	58	77	53	79	37
MAXÍMETRO P3	21	28	27	31	16	18	31	35	47	34	64	24
MAXÍMETRO MAYOR	48	65	72	66	49	37	63	74	81	60	79	59
Pot. Contratada	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6	41,6

Consumos energéticos de electricidad en el año 2015.



Datos de máxímetro y potencia contratada.

Como se puede ver en la gráfica la potencia contratada es menor que la consumida en la mayoría de los meses, por lo que se están pagando penalizaciones por los exceso de potencia.

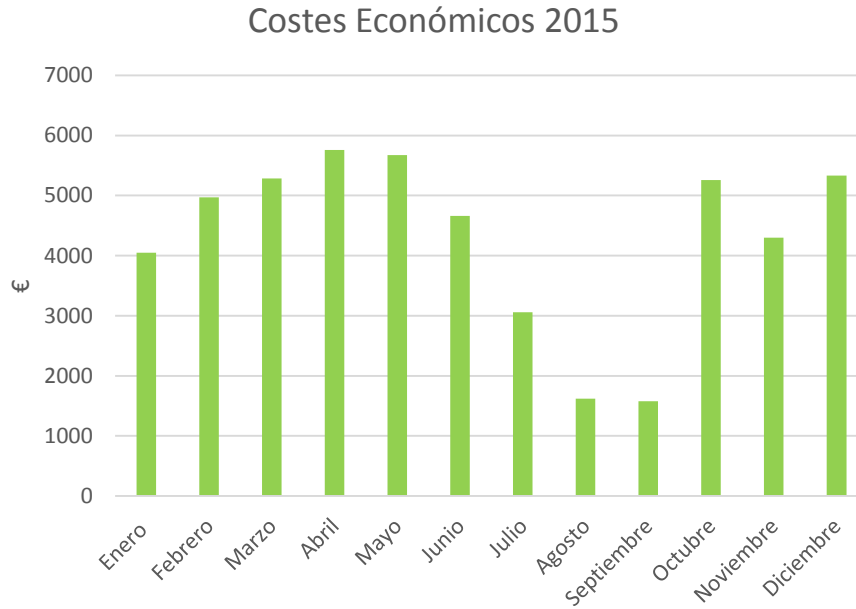


Consumo energético Ayuntamiento.

Si comparamos esta gráfica con la de costes económicos podemos ver que se parecen, pero hay una diferencia debida al coste del término de potencia.

• **Piscina Climatizada**

Los costes económicos de las facturas eléctricas se pueden ver a continuación:



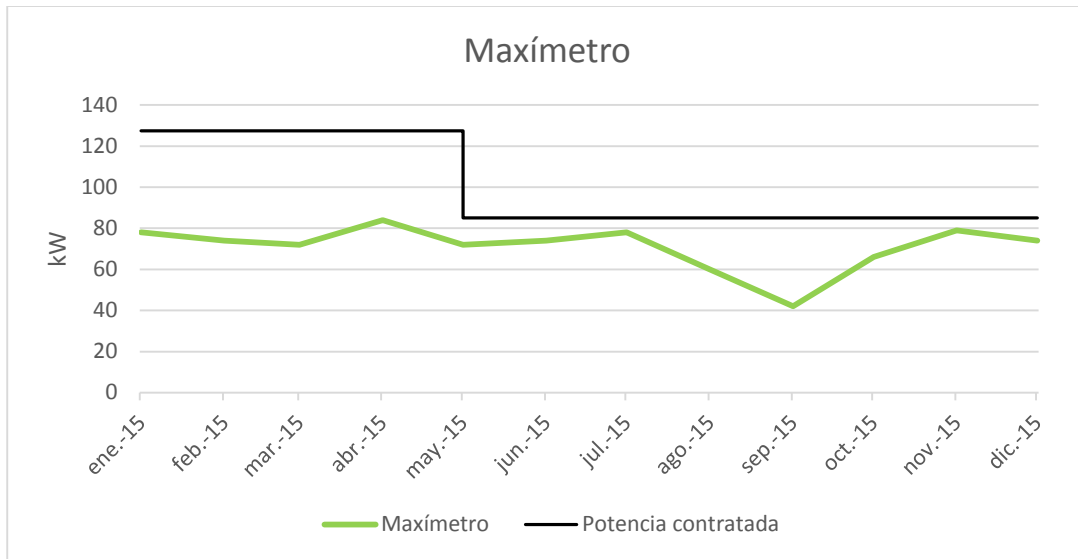
Costes económicos energía eléctrica

	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
<u>COSTE EN EUROS</u>	5.047 €	4.973 €	5.283 €	5.761 €	2.629 €	3.045 €	4.664 €	3.058 €	1.675 €	1.577 €	5.259 €	4.297 €	5.335 €
<u>COSTE EUROS (SIN IVA)</u>	4.171 €	4.110 €	4.366 €	4.762 €	2.173 €	2.516 €	3.855 €	2.528 €	1.384 €	1.303 €	4.346 €	3.551 €	4.409 €
Término de Potencia	825,18 €	825,18 €	825,18 €	910,54 €	369,90 €	273,16 €	471,16 €	559,71 €	500,79 €	424,92 €	461,97 €	488,64 €	525,84 €
P1	412,59 €	412,59 €	412,59 €	455,27 €	184,95 €	145,12 €	231,21 €	272,49 €	266,04 €	225,74 €	241,86 €	245,94 €	272,49 €
P2	247,56 €	247,56 €	247,56 €	273,16 €	110,97 €	87,07 €	138,72 €	172,33 €	159,63 €	135,44 €	145,12 €	153,39 €	163,50 €
P3	165,03 €	165,03 €	165,03 €	182,11 €	73,98 €	40,97 €	101,23 €	114,89 €	75,12 €	63,74 €	74,99 €	89,31 €	89,85 €
Término de Energía	3.131,64 €	3.073,43 €	3.317,36 €	3.607,95 €	1.451,35 €	2.109,35 €	3.184,70 €	1.833,49 €	761,04 €	803,41 €	3.339,30 €	2.878,49 €	3.657,65 €
P1	753,86 €	748,88 €	802,67 €	924,56 €	368,41 €	533,89 €	828,78 €	510,68 €	204,39 €	238,00 €	812,26 €	706,00 €	883,12 €
P2	1.819,76 €	1.772,35 €	1.911,68 €	2.004,71 €	814,96 €	1.186,63 €	1.772,70 €	1.000,44 €	403,10 €	423,40 €	1.864,06 €	1.628,34 €	2.042,00 €
P3	558,02 €	552,20 €	603,01 €	678,68 €	267,98 €	388,83 €	583,22 €	322,37 €	153,55 €	142,01 €	662,98 €	544,15 €	732,53 €
Término de Energía Reactiva	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	43,51 €	0,00 €	321,80 €	0,00 €	0,00 €
P1	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	5,74 €	0,00 €	78,68 €	0,00 €	0,00 €
P2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	37,77 €	0,00 €	243,12 €	0,00 €	0,00 €
P3	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Impuesto sobre electricidad	202,30 €	199,32 €	211,80 €	231,02 €	346,64 €	121,81 €	186,91 €	122,36 €	66,74 €	62,83 €	210,80 €	172,18 €	213,89 €
Alquiler Equipo de Medida	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	5,16 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €	12,00 €

Consumos económicos de electricidad año 2015 (facturas).

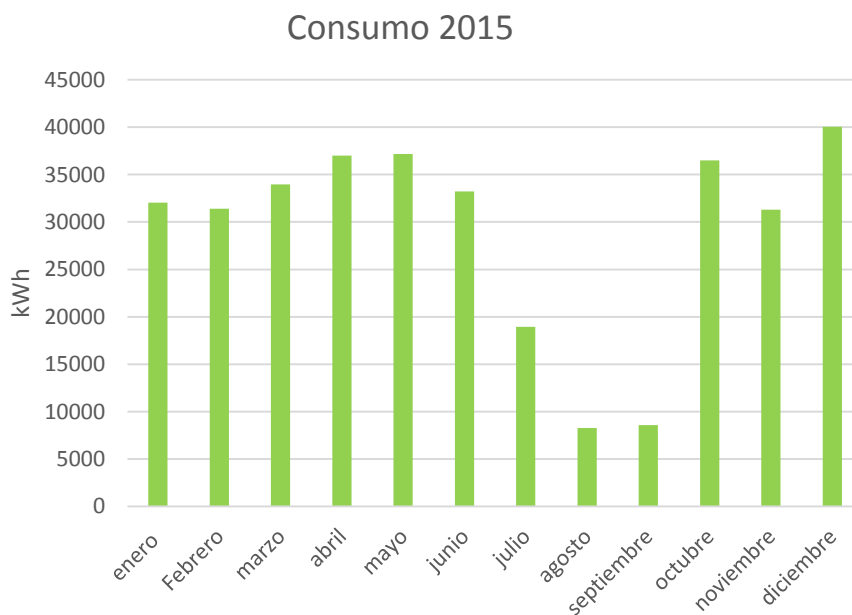
	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	may-15	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	nov-15	dic-15
CONSUMOS ELÉCTRICOS													
ENERGIA ACTIVA P1	5.539	5.499	5894	6789	2726	3956	6.141	3.784	1609	1886	6420	5584	6.980
ENERGIA ACTIVA P2	17.227	16.765	18083	18963	7900	11555	17.262	9.742	4085	4302	18940	16545	20.748
ENERGIA ACTIVA P3	9260	9151	9.993	11247	4494	6535	9.802	5418	2583	2.389	11153	9.154	12323
TOTAL ENERGIA ACTIVA	32.026	31.415	33.970	36.999	15.120	22.046	33.205	18.944	8.277	8.577	36.513	31.283	40.051
ENERGIA REACTIVA P1	0	0	0	0	0	0	0	0	138,03	0	0	0	0
ENERGIA REACTIVA P2	0	0	0	0	0	0	0	0	908,95	0	0	0	0
ENERGIA REACTIVA P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL ENERGIA REACTIVA	0	0	0	0	0	0	0	0	1046,98	0	0	0	0
MAXÍMETRO P1	73	66	69	72	69	69	74	74	53	42	66	76	74
MAXÍMETRO P2	78	74	72	84	72	72	74	78	60	40	66	79	74
MAXÍMETRO P3	63	61	56	63	57	56	69	68	45	37	56	64	61
MAXÍMETRO MAYOR	78	74	72	84	72	72	74	78	60	42	66	79	74
Pot. Contratada	127,5	127,5	127,5	127,5	127,5	85	85	85	85	85	85	85	85

Consumos energéticos mensuales en el año 2015 (facturas).



Datos de máxímetro y potencia contratada.

Como se puede ver en la gráfica le potencia contratada ha sido ajustada recientemente, aunque se puede estudiar un nuevo ajuste de potencia.



Consumo energético

E.2. Consumos térmicos (Gasóleo, Gas Natural, propano, etc.)

• **Colegio Antonio Machado**

De los datos obrantes en la oficina técnica, el consumo medio de gasóleo del colegio Antonio Machado es de 4.700 l. / año, equivalentes a 45.393 kWh/año

Datos disponibles de consumo:

- Gasóleo en tanque a fecha 21-10-2014 = 2.500 l.
- Gasóleo en tanque a fecha 12-01-2015 = 150 l.

Consumo en oct. y dic. de 2014 = 2.350 l.

- Gasóleo en tanque a fecha 15-1-2015 = 3.850 l.
- Gasóleo en tanque a fecha 11-11-2015 = 1.750 l.

Consumo desde enero a nov. de 2015 = 2.100 l.

- Gasóleo en tanque a fecha 15-11-2015 = 4.200 l.
- Gasóleo en tanque a fecha 01-04-2016 = 650 l.

Consumo desde nov. a abr. de 2016 = 3.550 l.

Los precios a los que se ha pagado este gasóleo fueron:

Recargas del año 2015 a 0,785 €/l. más IVA.

Recargas del 2016 a 0,470 €/l. más IVA.

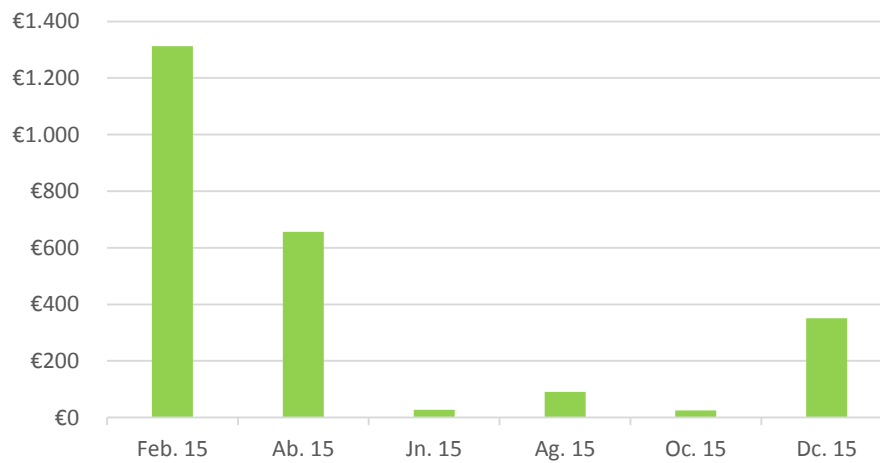
• **Colegio San Cristóbal**

Los datos de consumo los sacamos de las facturas de Gas Natural donde por un lado tenemos los costes mensuales y por otro los consumos energéticos.

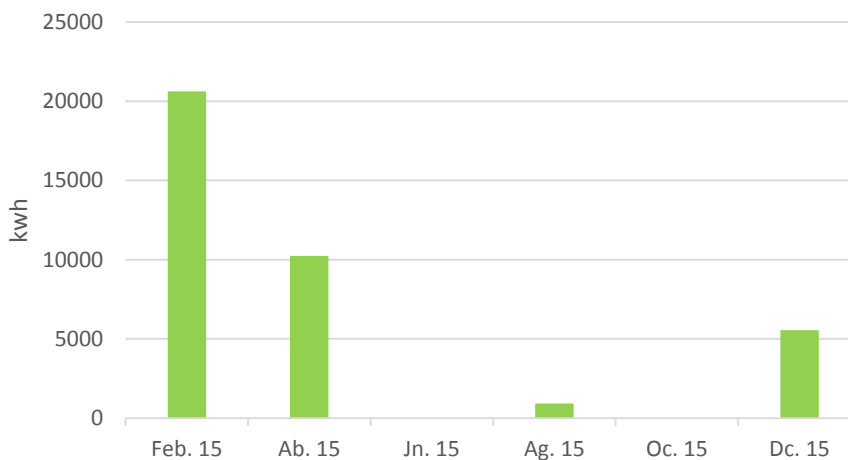
COSTES MENSUALES

	Feb. 15	Ab. 15	Jn. 15	Ag. 15	Oc. 15	Dc. 15
<u>COSTE EN EUROS</u>	1.313 €	656 €	28 €	91 €	25 €	351 €
<u>COSTE EUROS (SIN IVA)</u>	1.085 €	542 €	23 €	75 €	21 €	290 €
Consumo	1.008,36 €	490,29 €	0,00 €	42,47 €	0,00 €	246,41 €
Disponibilidad	18,33 €	18,02 €	14,82 €	19,47 €	13,37 €	20,05 €
Impuesto sobre Hidrocarburos	48,26 €	23,94 €	0,00 €	2,18 €	0,00 €	12,99 €
Alquiler de equipos	10,16 €	9,98 €	8,14 €	10,69 €	7,34 €	11,01 €

Coste Económico 2015



Consumos de Gas (kWh) 2015



El consumo total anual de gas natural es de 36.408 kWh

Se observa que el mayor consumo de gas se produce en los meses de invierno debido al uso de la calefacción.

En los meses de julio-agosto aparece un pequeño consumo, que parece debido a una lectura estimada.

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

No se dan consumos térmicos en el edificio.

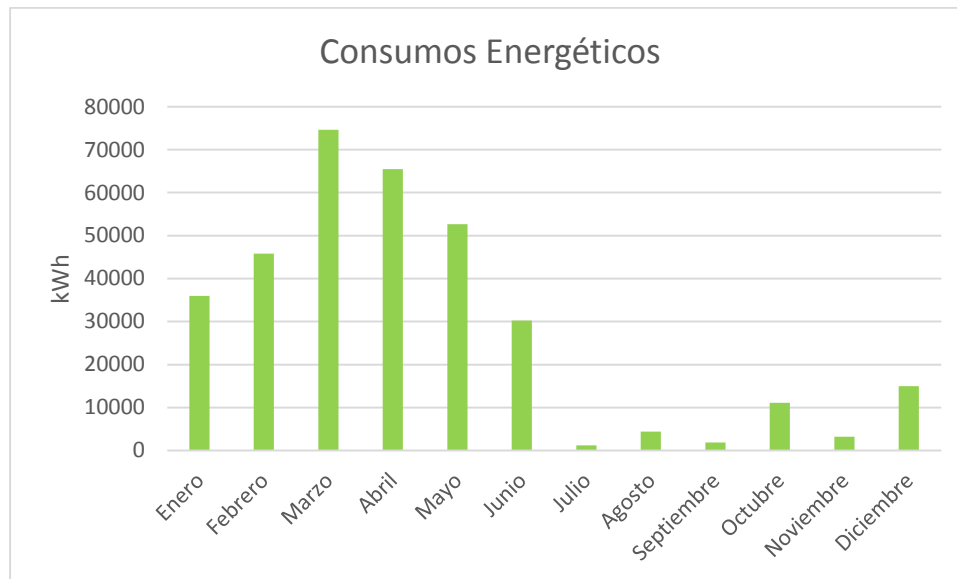
• **Piscina Climatizada**

Tenemos un consumo de Gas Natural durante todo el año donde se aprecia un mayor consumo en los meses de invierno debido a su utilización para la calefacción del edificio y el aumento de pérdidas por el aumento de diferencia de temperatura.

Mes	Consumos Energéticos
Enero	36.011
Febrero	45.793
Marzo	74.611
Abril	65.431
Mayo	52.671
Junio	30.265
Julio	1.174
Agosto	4.389

Septiembre	1.908
Octubre	11.118
Noviembre	3.224
Diciembre	14.994
TOTAL	341.589

Consumos de gas natural en el año 2015.



Consumos de Gas Natural durante el año 2015.

Se observa que el consumo de gas en el segundo semestre es muy bajo.

El bajo consumo en los meses de verano es debido a que la piscina permanece cerrada al público en dichos meses. Sin embargo, en octubre la piscina reabre al público, por lo que los consumos en los meses de octubre, noviembre y diciembre deberían ser similares a los registrados en el primer semestre. Es recomendable revisar las facturas y consultar a la compañía comercializadora, pues podría tratarse de un error en la facturación.

F. MEJORAS ENERGÉTICAS Y RECOMENDACIONES. BUENAS PRÁCTICAS Y PROTOCOLOS.

•Colegio Antonio Machado

➤ Medidas de mejora en la envolvente térmica del edificio.

Se recomienda una mejora en el aislamiento térmico de las ventanas, que repercutiría en una reducción del consumo eléctrico y de gasóleo dedicado a la climatización.

Con una reducción estimada del 30 % se conseguiría un ahorro de 2.898 kWh eléctricos y de 13.618 kWh térmicos (1.410 litros de gasóleo), que supondría un ahorro económico de 1.175 €/año.

La inversión necesaria se estima en unos 30.000 € con lo que la inversión se recuperaría en 25,53 años.

➤ Medidas de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.

Sustitución de los equipos de climatización del edificio

La climatización del edificio supone un consumo anual de unos 9.659 kWh eléctricos

Se recomienda la sustitución progresiva de los actuales equipos de climatización por equipos nuevos con alta calificación energética.

El ahorro obtenido con el cambio de equipos de climatización sería consecuencia de la mayor eficiencia energética de los nuevos equipos.

Con la sustitución de todos los equipos actuales por equipos de clase energética A, se estima un ahorro de 1.449 kWh/año, que supondría un ahorro de 145 €/año.

El coste de la sustitución de dichos equipos se estima en unos 10.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 68,97 años

➤ **Medidas de mejora de la eficiencia energética del sistema de iluminación**

Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED.

Se propone la sustitución de todo el alumbrado del edificio por alumbrado con tecnología LED, mucho más eficiente.

Nº	Lámpara actual	Lámpara propuesta
330	Tubo de 36W	Tubo LED T8 AXO-HSPC7-18W

Tabla 1. Propuesta de mejora.

Sobre el consumo total de energía para alumbrado (12.730 kWh/año) se ha calculado un ahorro del 60 %, equivalente a 7.637 kWh/año, con un ahorro económico de 764 €/año.

El coste de la sustitución de todo el alumbrado (considerando solamente coste del material) es de 4.540 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 5,94 años.

Instalación de sistema de regulación del alumbrado.

Se propone la instalación de sistemas de regulación en el alumbrado en función de la cantidad de luz natural recibida en las zonas cercanas a ventanas. De esta forma, la intensidad lumínica del alumbrado se ajustaría automáticamente, reduciéndose en momentos de alta disponibilidad de luz natural, consiguiendo un ahorro energético. Este tipo de sistemas es obligatorio según el CTE para edificios nuevos.

Teniendo en cuenta la arquitectura del edificio, esta medida se podría aplicar a aproximadamente un 40% de las luminarias de uso habitual, con un consumo anual estimado de 5.092 kWh/año. La reducción del consumo en estas luminarias sería variable en función de la época del año, y se estima en aproximadamente un 40 %, por lo que el ahorro obtenido sería de 2.037 kWh/año, equivalentes a 204 €/año.

El coste de la inversión para llevar a cabo la medida se estima en 2.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 9,80 años.

➤ **Optimización de la factura eléctrica y otros suministros energéticos.**

Optimización de la potencia contratada

Se ha observado que en la potencia contratada es superior a la necesaria. Lo que implica un coste en el término de potencia en las facturas eléctricas.

Con la optimización de dicha potencia contratada, ajustándola a la potencia real demandada, se conseguiría un importante ahorro, sin ninguna inversión.

A partir de los datos de potencia consumida disponibles, se ha realizado un estudio para determinar la potencia ideal a contratar y el ahorro económico que se obtendría. El resultado es el siguiente:

	Potencia contratada (kW)			Coste anual término de potencia (€/año)
	P1	P2	P3	
Actual	33	33	33	2.401,71 €
Propuesta	20	20	20	1.564,48 €
Ahorro				837,24 €

Ajuste de potencia contratada.

Con la optimización de potencia propuesta se conseguiría un ahorro de 837,24 €/año, en el término de potencia.

Cambio de comercializadora para mejora de precios

Actualmente existe contrato con Iberdrola para el suministro de energía. Se ha observado que los precios actuales del término de energía son caros, por lo que se podría conseguir un importante ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando Iberdrola con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual Iberdrola	3.367,41 €
Oferta otras comercializadoras	2.774,35 €

Ahorro	593,06 €
--------	----------

Comparación de comercializadoras.

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 593,06 €/año, en el término de energía

➤ Optimización de suministros térmicos (Gasóleo, Gas natural)

Cambio de combustible a Gas natural

Se propone el cambio de combustible de la actual caldera de gasoil a gas natural. El cambio de justificaría económicamente por el menor coste del gas natural frente al gasóleo, así como por la mayor seguridad de un suministro de gas natural frente a un depósito de gasóleo.

Para el cambio de combustible, solamente será necesario cambiar el quemador de la caldera, sustituyendo el actual por uno nuevo que pueda funcionar con gas natural.

A continuación, tenemos un cuadro resumen con los ahorros potenciales del cambio de combustible:

Comb.	Consumo anual	Coste energía	Coste energía	Coste fijo	Coste total
Gasóleo	45.393 kWh	0,6275 €/l	2.949,25 €	- €	2.949,25 €
Gas natural	45.393 kWh	0,04358 €/kWh	1.978,35 €	170,04 €	2.148,39 €

Comparación económica anual de cambio de caldera.

Por tanto, con el cambio de combustible se conseguiría un ahorro de 801 €/año.

La inversión necesaria para el cambio, incluyendo instalaciones de medida, el nuevo quemador, las canalizaciones necesarias y la legalización de la instalación, se estima en unos 4.000 €, con lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 4,99 años

➤ Concienciación del personal y establecimiento de protocolos

Se recomienda realizar una campaña de concienciación y de explicación de buenas prácticas de ahorro energético dirigida a los empleados.

También se propone la designación de personas responsables del apagado de los equipos al finalizar la jornada laboral.

• **Museo Arqueológico Los Baños**

➤ **Medidas de mejora en la envolvente térmica del edificio.**

Se propone una mejora en el aislamiento térmico del techo del edificio, ya que actualmente su aislamiento es muy bajo.

Con esta medida se estima un ahorro de aproximadamente un 10% del consumo anual en climatización, gracias a la reducción de las pérdidas térmicas. El ahorro obtenido sería de 3.153 kWh/año, equivalentes a 315 €/año.

El coste de la medida propuesta se estima en unos 3.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 9,52 años.

➤ **Medidas de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.**

Sustitución de los equipos de climatización

La climatización del edificio supone un consumo anual de 31.535 kWh.

Se propone la sustitución de los equipos actuales por nuevos equipos de clase energética A. El ahorro obtenido con el cambio sería consecuencia de la mayor eficiencia energética de los nuevos equipos.

Si estimamos una mejora de la eficiencia energética de un 15 % (de clase C a clase A), se conseguiría un ahorro de 4.730kWh/año, que supondría un ahorro de 473 €/año.

El coste de dicho equipo sería de aproximadamente 30.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 63,42 años.

➤ **Medidas de mejora de la eficiencia energética del sistema de iluminación**

No se plantean mejoras en el sistema de iluminación, pues las luminarias con más uso ya son de tipo LED

➤ **Optimización de la factura eléctrica y otros suministros energéticos.**

Cambio de tarifa a 3.0

Se ha observado que la potencia contratada es muy inferior a la consumida, por lo que se están produciendo penalizaciones por exceso de potencia.

Se propone un aumento de la potencia contratada que implicaría además un cambio de tarifa de la actual 2.1 a la 3.0. Con este cambio por una parte se evitarían las penalizaciones por exceso de potencia y por otra parte el cambio de tarifa supondría una importante reducción del precio de la energía que, además, pasaría a facturarse por periodos.

A partir de los datos de potencia consumida disponibles, se ha realizado un estudio para determinar la potencia ideal a contratar y el ahorro económico que se obtendría. El resultado es el siguiente:

	Tarifa	Potencia contratada (kW)			Coste anual (€/año)		
		P1	P2	P3	Término de potencia	Término de energía	Total
Actual	2.1	13,2			3.613,91	7.246,82	10.860,74
Propuesta	3.0	40	40	40	3.256,36	6.297,24	9.553,60
Ahorro					357,56	949,58	1.307,14

Optimización de la potencia eléctrica contratada.

Con el cambio de tarifa propuesto se conseguiría un ahorro de 357 € en el término de potencia y de 949 € en el término de energía, resultando un ahorro total de 1.307 €

Se ha consultado con la empresa distribuidora sobre la potencia autorizada en el punto de suministro. Existe un certificado de la instalación eléctrica registrado con 33,84 kW, por lo que se podría ampliar hasta dicha potencia sin realizar ninguna inversión, consiguiendo gran parte del ahorro indicado

Para ampliar por encima de los citados 33,84 kW si sería necesaria la emisión de un nuevo certificado de la instalación por parte de un instalador.

Cambio de comercializadora para mejora de precios

Actualmente existe contrato con Iberdrola para el suministro de energía eléctrica. Se ha observado que los precios actuales del término de energía son caros, por lo que se podría conseguir un importante ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando Iberdrola con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual Iberdrola	7.246,82 €
Precio de referencia	6.100,46 €
Ahorro	1.146,36 €

Comparación de comercializadoras de suministro eléctrico.

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 1.146,36 €/año en el término de energía

➤ **Concienciación del personal y establecimiento de protocolos**

Se recomienda realizar una campaña de concienciación y de explicación de buenas prácticas de ahorro energético dirigida a los empleados.

- ***Colegio San Cristóbal***

- **Medidas de mejora en la envolvente térmica del edificio.**

Se recomienda una mejora en el aislamiento térmico de las ventanas, que repercutiría en una reducción del consumo eléctrico y de gasóleo dedicado a la climatización.

Con una reducción estimada del 30 % se conseguiría un ahorro de 2.496 kWh eléctricos y de 10.922 kWh térmicos, que supondría un ahorro económico de 741 €/año.

La inversión necesaria se estima en unos 15.000 € con lo que la inversión se recuperaría en 20,25 años.

- **Medidas de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.**

Sustitución del equipo de climatización del edificio

La climatización del edificio supone un consumo anual de unos 8.319 kWh eléctricos

Se recomienda la sustitución progresiva de los actuales equipos de climatización por equipos nuevos con alta calificación energética.

El ahorro obtenido con el cambio de equipos de climatización sería consecuencia de la mayor eficiencia energética de los nuevos equipos.

Con la sustitución de todos los equipos actuales por equipos de clase energética A, se estima un ahorro de 1.248 kWh/año, que supondría un ahorro de 125 €/año.

El coste de la sustitución de dichos equipos se estima en unos 5.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 40 años

- **Medidas de mejora de la eficiencia energética del sistema de iluminación**

Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED.

Se propone la sustitución de todo el alumbrado del edificio por alumbrado con tecnología LED, mucho más eficiente.

Nº	Luminaria actual	Luminaria propuesta
222	Tubo de 36W	Tubo LED T8 AXO-HSPC7-18W

Tabla 2. Propuesta de mejora.

Sobre el consumo total de energía para alumbrado (11.145 kWh/año) se ha calculado un ahorro del 50 %, equivalente a 5.572 kWh/año, con un ahorro económico de 557 €/año.

El coste de la sustitución de todo el alumbrado (considerando solamente coste del material) es de 3.176 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 5,70 años.

Instalación de sistema de regulación del alumbrado.

Se propone la instalación de sistemas de regulación en el alumbrado en función de la cantidad de luz natural recibida en las zonas cercanas a ventanas. De esta forma, la intensidad lumínica del alumbrado se ajustaría automáticamente, reduciéndose en momentos de alta disponibilidad de luz natural, consiguiendo un ahorro energético. Este tipo de sistemas es obligatorio según el CTE para edificios nuevos.

Teniendo en cuenta la arquitectura del edificio, esta medida se podría aplicar a aproximadamente un 40% de las luminarias de uso habitual, con un consumo anual estimado de 4.458 kWh/año. La reducción del consumo en estas luminarias sería variable en función de la época del año, y se estima en aproximadamente un 40 %, por lo que el ahorro obtenido sería de 1.783 kWh/año, equivalentes a 178 €/año.

El coste de la inversión para llevar a cabo la medida se estima en 1.500 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 8,42 años.

➤ Optimización de la factura eléctrica y otros suministros energéticos.

Optimización de la potencia contratada

Se ha observado que en la potencia contratada es superior a la necesaria. Lo que implica un coste en el término de potencia en las facturas eléctricas.

Con la optimización de dicha potencia contratada, ajustándola a la potencia real demandada, se conseguiría un importante ahorro, sin ninguna inversión.

A partir de los datos de potencia consumida disponibles, se ha realizado un estudio para determinar la potencia ideal a contratar y el ahorro económico que se obtendría. El resultado es el siguiente:

	Potencia contratada (kW)			Coste anual término de potencia (€/año)
	P1	P2	P3	
Actual	23,1	23,1	23,1	1.765,80 €
Propuesta	15,01	15,01	15,01	1.413,79 €
Ahorro				352,01 €

Con la optimización de potencia propuesta se conseguiría un ahorro de 352,01 €/año en el término de potencia.

Cambio de comercializadora para mejora de precios

Actualmente existe contrato con Iberdrola para el suministro de energía. Se ha observado que los precios actuales del término de energía son caros, por lo que se podría conseguir un importante ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando Iberdrola con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual Iberdrola	2.819,40 €
Oferta otras comercializadoras	2.299,77 €
Ahorro	519,62 € (18,43 %)

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 519,62 €/año, en el término de energía

➤ **Optimización de la factura de gas natural.**

Cambio de comercializadora

Actualmente existe contrato con EDP Energía para el suministro de gas natural. Se ha observado que se podría conseguir un ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando actualmente EDP con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual edp	1.874,90 €
Oferta otras comercializadoras	1.627,37 €
Ahorro	247,53 €

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 247,53 € €/año en el término de energía

➤ **Concienciación del personal y establecimiento de protocolos**

Se recomienda realizar una campaña de concienciación y de explicación de buenas prácticas de ahorro energético dirigida a los empleados.

También se propone la designación de personas responsables del apagado de los equipos al finalizar la jornada laboral.

- **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

- **Medidas de mejora en la envolvente térmica del edificio.**

Se recomienda la mejora del aislamiento térmico de las 12 ventanas existentes, 5 de la parte frontal y 7 de los laterales. Con esta mejora, se reduciría el consumo energético para la climatización de la zona, ya que se reducirían las pérdidas a través de las mismas.

Cabe destacar que, en este caso, además del ahorro energético se conseguiría una mejora del confort térmico de los trabajadores de la zona.

El consumo energético para la climatización de la zona donde se pretenden cambiar las ventanas se estima en 20.696 kWh/año. Con una reducción del 30 % de este consumo gracias a la mejora del aislamiento térmico se conseguiría un ahorro de 6.209 kWh/año, equivalentes a 621 €/año.

La inversión a realizar se estima en unos 6.000 €, por lo que su periodo de retorno sería de 9,66 años.

- **Medidas de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.**

Sustitución de los equipos de climatización del edificio

La climatización del edificio supone un consumo anual de 65.501 kWh.

Se recomienda la sustitución progresiva de los actuales equipos de climatización por equipos nuevos con alta calificación energética.

Como punto de partida se deberían sustituir los equipos que usan R22 como refrigerante, ya que la normativa actual así lo exige debido a que se trata de un gas altamente contaminante. Dichos equipos son los siguientes:

MARCA	Modelo	Pot.e frío	Pot.e cal	Pot.Frig	Pot.Cal	Refrigerante	Servicio
CIATESA	ISH-051	2,40	2,90	11,60	11,70	R22	Despachos P1
AIRWELL	SR-6C	-	-	7,54	6,31	R22	Interventor
MITSUBISHI	MUK 18NV	-	-	-	-	R22	Tesorero
CIATESA	ISH-051	2,40	2,90	11,60	11,70	R22	Oficina técnica

Con la sustitución de los 4 equipos de R22 de la tabla anterior por equipos de clase energética A, se estima un ahorro de 3.930 kWh/año, que supondría un ahorro de 393 €/año.

El coste de la sustitución de dichos equipos se estima en unos 8.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 20,36 años.

En una segunda fase se propone la sustitución del resto de equipos existentes, también por equipos de clase energética A. El ahorro se estima en 6.878 kWh/año, que supondría un ahorro de 688 €/año.

El coste de la sustitución de dichos equipos se estima en unos 30.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 43,62 años.

Sistema de freecooling en sala servidor del edificio

La sala informática del edificio se encuentra refrigerada mediante un equipo Split, que funciona continuamente. Se propone la instalación de un sistema de freecooling que sirva para refrigerar la citada sala en los meses menos calurosos. Con este sistema, en momentos en que la temperatura exterior sea suficientemente baja, la sala sería refrigerada mediante la inyección directa de aire exterior, evitando así el uso del split.

Se considera que el split es el responsable de gran parte del consumo identificado como "resto" en el reparto. El consumo total actual del Split se estima en 17.520 kWh/año. El ahorro por la instalación del sistema de freecooling, a partir de las condiciones climáticas de la zona, se estima en un 35% del consumo actual, lo que supondría un ahorro de 6.132 kWh/año, equivalentes a 613 €/año.

La inversión para la instalación del sistema se estima en unos 2.000 €, por lo que la inversión se recuperaría en 3,26 años.

➤ **Medidas de mejora de la eficiencia energética del sistema de iluminación**

Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED.

Se propone la sustitución de todo el alumbrado del edificio por alumbrado con tecnología LED, mucho más eficiente.

Nº	Lámpara actual	Lámpara propuesta
409	Tubo de 36W	Tubo LED T8 AXO-HSPC7-18W

Tabla 3. Propuesta de sustitución.

Sobre el consumo total de energía para alumbrado (29.224 kWh/año) se ha calculado un ahorro del 50 %, equivalente a 14.612 kWh/año, con un ahorro económico de 1.461 €/año.

El coste de la sustitución de todo el alumbrado (considerando solamente coste del material) es de 5.058 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 3,46 años.

Instalación de sistema de regulación del alumbrado.

Se propone la instalación de sistemas de regulación en el alumbrado en función de la cantidad de luz natural recibida en las zonas cercanas a ventanas. De esta forma, la intensidad lumínica del alumbrado se ajustaría automáticamente, reduciéndose en momentos de alta disponibilidad de luz natural, consiguiendo un ahorro energético. Este tipo de sistemas es obligatorio según el CTE para edificios nuevos.

Teniendo en cuenta la arquitectura del edificio, esta medida se podría aplicar a aproximadamente un 20% de las luminarias de uso habitual, con un consumo anual estimado de 5.845 kWh/año. La reducción del consumo en estas luminarias sería variable en función de la época del año, y se estima en aproximadamente un 50 %, por lo que el ahorro obtenido sería de 2.922 kWh/año, equivalentes a 292 €/año.

El coste de la inversión para llevar a cabo la medida se estima en 2.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 6,84 años.

➤ Optimización de la factura eléctrica y otros suministros energéticos.

Optimización de la potencia contratada

Se ha observado, sobre todo en los meses de verano, la potencia consumida supera ampliamente a la contratada. Por este motivo se producen importantes penalizaciones en las facturas eléctricas.

Se propone la optimización de dicha potencia contratada, ajustándola a la potencia real demandada. Con esta medida se conseguiría un importante ahorro, sin ninguna inversión.

A partir de los datos de potencia consumida disponibles, se ha realizado un estudio para determinar la potencia ideal a contratar y el ahorro económico que se obtendría. El resultado es el siguiente:

	Potencia contratada (kW)			Coste anual término de potencia (€/año)
	P1	P2	P3	
Actual	41,6	41,6	41,6	5.919,90 €
Propuesta	65	65	30	4.941,73 €
Ahorro				978,17 €

Con la optimización de potencia propuesta se conseguiría un ahorro de 978,17 € /año en el término de potencia.

Se ha consultado con la empresa distribuidora e indican que no existe certificado de instalación eléctrica registrado para esta instalación, por lo que para cualquier ampliación de potencia será necesaria la tramitación de un nuevo certificado de la instalación

Cambio de comercializadora para mejora de precios

Actualmente existe contrato con Iberdrola para el suministro de energía eléctrica al edificio. Se ha observado que los precios actuales del término de energía son caros, por lo que se podría conseguir un importante ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando Iberdrola con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual Iberdrola	13.586,94 €
Precio de referencia	11.596,87 €
Ahorro	1.990,08 €

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 1.990,08 €/año en el término de energía

Eliminación de energía reactiva

Se ha observado que en las facturas eléctricas se registran penalizaciones por exceso de energía reactiva. Estas penalizaciones suponen un coste de 238 €/año, que se podrían evitar mediante la reparación o ampliación de la batería de condensadores.

De las observaciones realizadas en la batería, se deduce que el regulador no está funcionando correctamente. El coste de su sustitución sería de unos 500 €, con lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 2,10 años

➤ Concienciación del personal y establecimiento de protocolos

Se recomienda realizar una campaña de concienciación y de explicación de buenas prácticas de ahorro energético dirigida a los empleados.

También se propone la designación de personas responsables del apagado de los equipos al finalizar la jornada laboral.

En este sentido se propone la instalación de regletas desconectables que permitan la fácil desconexión de los equipos informáticos una vez finalizada la jornada laboral, de forma que se eviten los consumos en stand by de los equipos no imprescindibles

- **Piscina Climatizada**

- **Medidas de mejora en la envolvente térmica del edificio.**

No se plantean medidas de mejora del aislamiento térmico por considerarse adecuado el aislamiento existente

- **Medidas de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.**

Sustitución de los equipo de climatización del edificio

La climatización mediante splits supone un consumo estimado anual de unos 16.894 kWh.

El ahorro obtenido con el cambio sería consecuencia de la mayor eficiencia energética de los nuevos equipos. Si estimamos una mejora de la eficiencia energética de un 15 % (sustitución por equipos de clase A), se conseguiría un ahorro de 2.534 kWh/año, que supondrían un ahorro de 253 €/año.

La inversión se estima en unos 7.00 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 27,67 años.

Recuperador de calor de alta eficiencia.

En las piscinas climatizadas existen pérdidas continuas de agua, desde la evaporada, a la que los propios bañistas sacan del vaso, o la gastada en la limpieza de fondos y filtros. Sin embargo, estas cantidades son muy inferiores al 3% del volumen total del vaso que obligatoriamente por normativa, debido a razones higiénicas sanitarias, debe reponerse diariamente. Esta renovación conlleva que las pérdidas de calor por este concepto sean importantes, y en todo caso, dependerán de la temperatura de agua de la red y de la temperatura del agua de la piscina que se pretenda alcanzar.

El calor que se pierde se puede calcular de la siguiente manera:

$$q = V \times \rho \times c_e \times (T_{piscina} - T_{red})$$

Donde:

V = volumen de agua de renovación (m³) (3% volumen del vaso).

ρ = densidad del agua (1000kg/m³)

c_e = calor específico del agua (1,16 W*h/kg*°C).

$T_{piscina}$ = temperatura agua piscina. En nuestro caso 27°C

T_{red} = Temperatura agua red.

Aplicando esta ecuación se obtienen las pérdidas diarias por renovación de agua de la piscina. A continuación se muestra el cálculo de las pérdidas por renovación anuales para la piscina que se está estudiando. Se han tomado 285 días ya que ni en julio, agosto, y mitad de junio se climatiza el agua de la piscina.

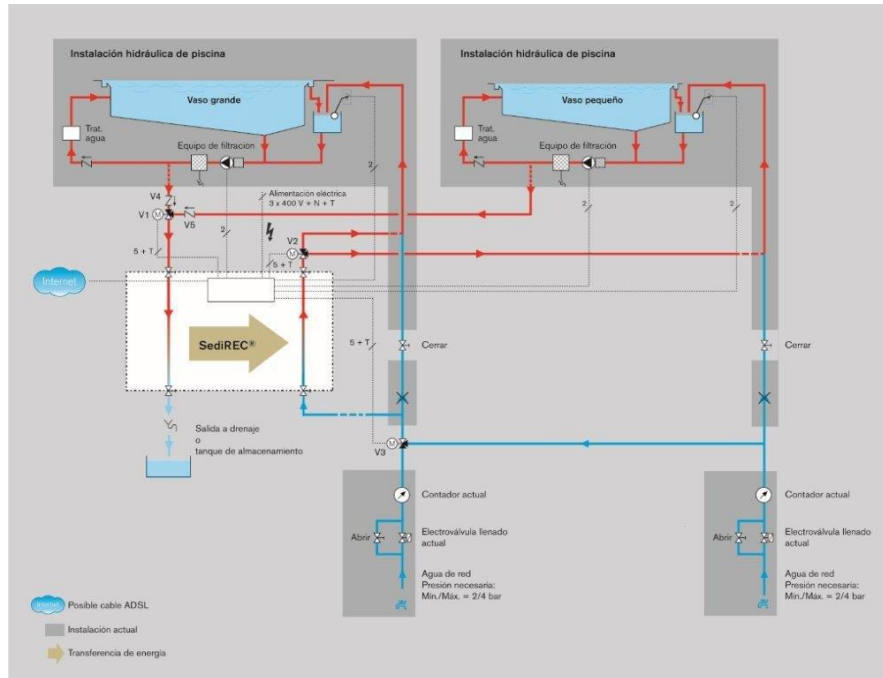
Volumen agua piscina (m3)	Temperatura agua piscina (°C)	Temperatura de red (°C)	Calor específico agua (W*h/kg°C)	Densidad de agua (kg/m3)	Perdidas por renovación al día (kWh)	Perdidas por renovación al año (kWh)
573,75	28,5	10,3	1,16	1.000	395	112.572,00

Por tanto, actualmente se están perdiendo 112.572 kWh/año en las renovaciones de agua.

Se propone la instalación de una bomba de calor agua-agua entre el agua que desechamos y el agua de nuevo aporte de la red. Esta bomba de calor, con un pequeño consumo eléctrico y aprovechando el calor del agua desechada se utilizara para calentar el agua de nuevo aporte, proporcionando un importante ahorro energético y de costos de explotación.

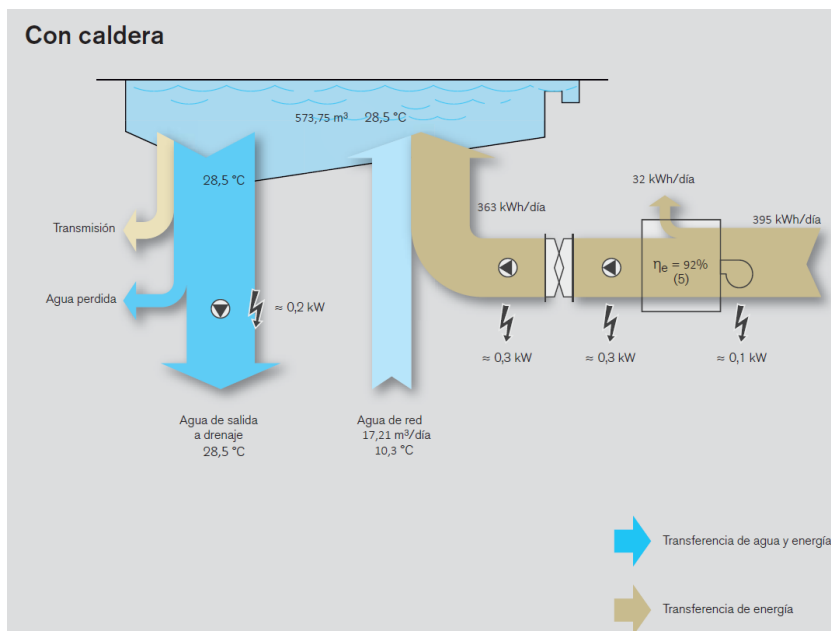
Este sistema transfiere el calor del agua que desechamos por renovación al agua de nuevo aporte mediante un ciclo de compresión de vapor consiguiendo así una eficiencia superior al 100%, de forma que compensa el 100% del calentamiento necesario por renovación y gran parte de las pérdidas por transmisión.

Este sistema es más eficiente que los intercambiadores de placas convencionales ya que para estos últimos se necesitan saltos térmicos mayores y se consigue menor rendimiento.

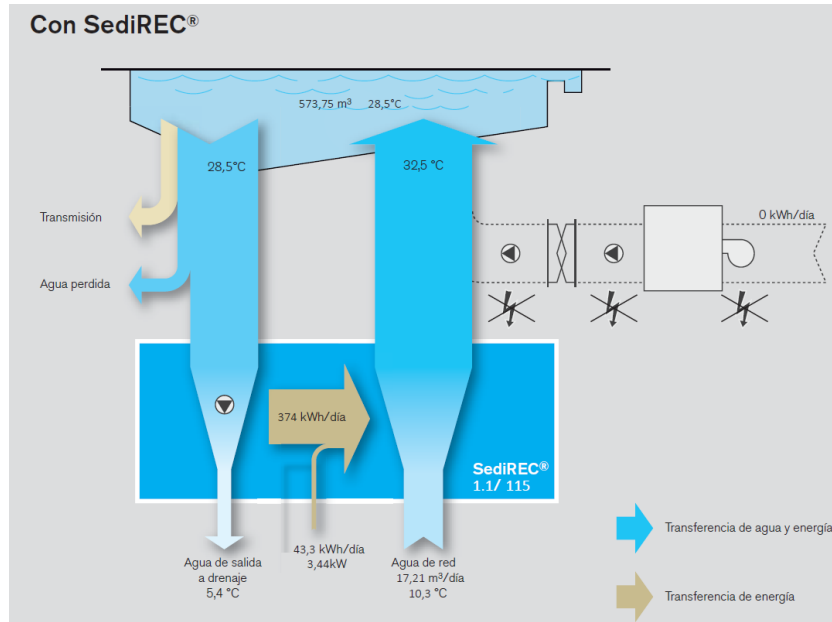


Esquema de instalación explicativo

El principio de funcionamiento se ve reflejado en los siguientes esquemas:



Principio de funcionamiento con la caldera.



Principio de funcionamiento con el recuperador de calor SediREC.

El aporte de calor al agua de renovación por parte de la caldera deja de ser necesario.

Consumo actual sin SediREC	Consumo futuro con SediREC
Energía consumida actual sin SediREC:	Energía consumida futura con SediREC:
• Caldera ... $395 / 0,92 = 429,34$ kWh/día	• Electricidad ... 43,3 kWh/día
• Caldera ... $406,52 \times 30$ días = 13.309 KWh/mes	• Electricidad ... $43,3 \times 30$ días = 1.299 kWh/mes
TOTAL CONSUMO DE ENERGÍA: 13.309 KWh/mes	TOTAL CONSUMO DE ENERGÍA: 1.299 KWh/mes
Precios de energías :	Precios de energías :
► Coste del Gas Natural: 0,0545 €/kWh	► Coste de electricidad (P3): 0,0527 €/kWh
Costes de energías :	Costes de energías :
► Gas Natural: $13.309 \times 0,0545$ €/kWh = 725,34 €/mes	► Electricidad: $1.299 \times 0,0527$ €/kWh = 68,45 €/mes
COSTE TOTAL MENSUAL: 724,34 €/mes	COSTE TOTAL MENSUAL: 68,45 €/mes
Ahorro neto SediREC para una renovación total de 17,21 m3/día = 655,89 €/mes	

Ilustración 1. Estimación del ahorro mensual con el recuperador para una renovación de 17,21 m3/día.

Según las especificaciones del equipo propuesto, se estima una generación de 115.858,70 kWh/año de energía térmica, con un consumo eléctrico de 12.340,50 kWh/año

Descripción	AHORRO ENERGÍA (kWh/año)	AHORRO (%)	AHORRO ECONÓMICO (€/Año)	INVERSIÓN (€)	PRSI (Años)	EMISIONES EVITADAS DE CO2 (T)
Gas	115.858,70	103%	6.301,05	-	-	23,32
Electricidad	-12.340,50	-100%	-733,57	-	-	-2,48
TOTAL	103.518	83%	5.567	23.192	4,17	21

Comparativa económica del recuperador.

Recuperación del calor de agua de renovación con un intercambiador de placas.

Una medida de ahorro para recuperar el calor del agua de renovación más económica que la anterior es utilizar un intercambiador de calor de placas.

Por temas higiénicos y de salud es necesario renovar un 3% del agua de la piscina, lo que supone la renovación de 17,21 m³ al día. Suponiendo que esta renovación la hacemos en un periodo de 12 horas, el caudal de renovación sería de 1,435 m³/h.

Sabiendo el caudal y la diferencia de temperatura entre el agua de la piscina y el agua de red podemos elegir un modelo de intercambiador de placas.

El intercambiador seleccionado tendría los siguientes parámetros de funcionamiento:

	Lado agua fría	Lado agua caliente
Caudal	1,435 m ³ /h	1,435 m ³ /h
T ^a entrada	15°C	28°C
T ^a salida	23°C	20°C

Tabla 4. Parámetros de funcionamiento del intercambiador.

Con estos parámetros de funcionamiento el ahorro energético estimado sería de 160 kWh/día. Esto supondría un ahorro anual de 45.600 kWh suponiendo que la piscina está climatizada durante 285 días al año.

El ahorro económico que supondría sería de unos 2.564 €.

La inversión estimada sería de unos 4.000 € por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 1,56 años.

Manta térmica.

Empleo de manta térmica en el periodo sin uso (noches y días festivos).

En toda piscina se produce el fenómeno constante de evaporación del agua. El agua de la superficie de la piscina se evapora a expensas del calor del agua y produce una capa de aire saturado de humedad. El agua contenida en esta capa de aire pasa al ambiente más seco y esto lo hace tanto más rápidamente cuanto más "agitada" esté la superficie del agua por acción de los bañistas. En las siguientes figuras se muestra el efecto que produce la agitación a la velocidad de evaporación.



La velocidad de evaporación del agua también es superior a medida que el contenido en humedad del ambiente se hace menor (ambiente más seco).

Cuantitativamente, la velocidad de evaporación de agua puede obtenerse de la siguiente manera:

$$m = S \cdot (16 + 133 \cdot n) \cdot (W_e - h \cdot W_{as}) + 0,1 \cdot N$$

Dónde:

m = velocidad de evaporación de agua (kg/h).

S = superficie de la piscina (m²).

n = número de bañistas por m² de piscina.

N = número de espectadores.

W_e = contenido en humedad de aire saturado a la temperatura del agua de la piscina (kg_{agua}/kg_{aire seco}).

W_{as} = contenido en humedad del aire saturado a temperatura ambiente (obtenible en el diagrama psicrométrico a la temperatura ambiente) (kg_{agua}/kg_{aire seco}).

Conociendo la ecuación que nos permite calcular la velocidad de evaporación, vamos a calcularla para las condiciones de la piscina estudio. Vamos a realizar el cálculo para la piscina ocupada y luego para la piscina en reposo.

Piscina en reposo	
PARÁMETROS	VALORES
Superficie (m ²)	400
n (bañistas/m ²)	0
N (bañistas)	0
We	0,02
Was	0,0225
Humedad Relativa (%)	65%
m (kg/h)	34,4

Velocidad de evaporación del agua para piscina en reposo.

Piscina con ocupación	
PARÁMETROS	VALORES
Superficie (m ²)	400
n (bañistas/m ²)	0,15
N (bañistas)	60

We	0,02
Was	0,0225
Humedad Relativa (%)	65%
m (kg/h)	83,3

Velocidad de evaporación del agua para piscina con ocupación.

El calor necesario para cubrir las pérdidas que suponen esta evaporación viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_E = m \cdot C_v$$

Donde:

Q_E = Pérdidas de calor por evaporación (W).

m = velocidad de evaporación de agua (kg/h).

C_v = Calor latente de evaporación = 677,8 (J/kg).

Con la ecuación anterior ya estamos en condiciones de calcular las pérdidas por evaporación anuales. Para el cálculo no vamos a tener en cuenta los meses de julio y agosto ni la mitad de junio ya que en estos meses la piscina no se climatiza. Se toman por tanto 285 días. También se supone que las horas con ocupación al día son 15 y el resto sin ocupación. Los resultados se representan en la siguiente tabla.

OCUPACIÓN	PÉRDIDA DE CALOR POR EVAPORACIÓN (kW)	PÉRDIDA DE CALOR POR EVAPORACIÓN (kWh/día)	PÉRDIDA DE CALOR POR EVAPORACIÓN (kWh/año)
Nula	23,3	210	59.806
En uso	56,5	790	225.258
TOTAL	-	1000	285.064

Pérdidas de calor por evaporación.

La colocación de la manta térmica reduce el consumo de los productos químicos en un 30%, elimina la evaporación del agua en un 98% y reduce el consumo de energía en más de un 70% durante el periodo en el que la ocupación es nula.

MANTA TÉRMICA							
DESCRIPCIÓN	ENERGÍA PERDIDA (kWh/año)	AHORRO ENERGÍA (kWh/año)	AHORRO %	AHORRO ECONÓMICO (€/año)	INVERSIÓN (€)	PRSI	EMISIONES EVITADAS DE CO2

Manta térmica	59.806	41.864	70%	2.276,83	3.000,00	1,32	8,43 TCO ₂
(Ocupación Nula)							

Recuperador de humos

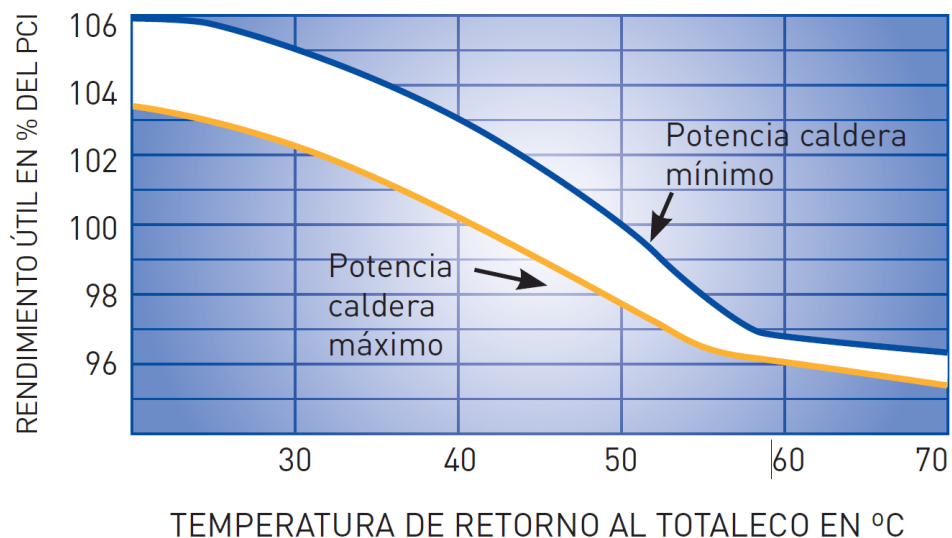
Mediante el recuperador de humos podemos recuperar la energía que contienen los productos de combustión en forma de calor sensible y latente, mediante condensación del vapor de agua de los humos.

Acoplado el recuperador de humos a la caldera se recupera esta energía contenida en los humos de combustión y se permite reducir la factura de combustible.

El rendimiento obtenido mediante la incorporación de un recuperador puede alcanzar hasta el 106% sobre el PCI con un equipo simple según las temperaturas de retorno de agua en el o los condensadores según las siguientes condiciones nominales:

- 1. Rendimiento de la caldera: 90% sobre el PCI.
- 2. Temperatura de los humos a la entrada: 220°C
- 3. Porcentaje de exceso de aire: 20%
- 4. Porcentaje de carga: 100%

LA POTENCIA DE CALDERA ELEGIDA EN RELACIÓN CON TOTALECO



Como la temperatura de retorno del agua es de 65°C el rendimiento de la caldera aumenta a un 96%.

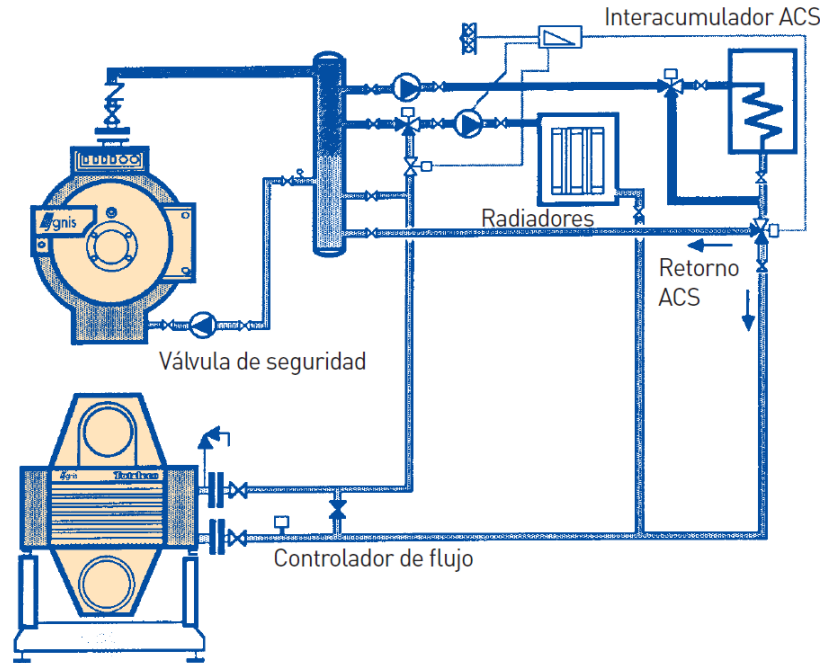


Ilustración 2. Esquema de funcionamiento recuperador de humos

DESCRIPCIÓN	ENERGÍA PÉRDIDA (kWh/año)	AHORRO ENERGÍA (kWh/año)	AHORRO %	AHORRO ECONÓMICO (€/año)	INVERSIÓN (€)	PRSI (años)	EMISIONES EVITADAS DE CO2 (T)
Recuperador humos	354.862	14.194,48	4%	771,98	6.500	16,77	2.856,92

Se propone la instalación de un recuperador de humos común para ambas calderas, unificando sus escapes.

La inversión se estima en 6.500 € y el ahorro conseguido sería de 14.194 kWh/año, equivalentes a 772 €/año, con lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 8,42 años

Compuerta de tiro

Normalmente la eficiencia de las calderas se mide para unas ciertas condiciones de operación. Pero en cambio cuando la caldera se encuentra en stand by la eficiencia suele ser mucho menor.

Una compuerta de tiro, cuando está cerrada, previene tanto que se escape calor de la caldera hacia el exterior, así como que se produzcan infiltraciones de aire frío.

Cuando una caldera se encuentra en stand-by hay un continuo flujo de aire a través de la caldera dado que se produce una convección natural proveniente de las superficies calientes en el intercambiador de la caldera. Este calor es eliminado del producto y por lo tanto se contabiliza como una pérdida, que escapa por el tiro al exterior del edificio.



Ilustración 3. Compuerta electromecánica.

A tener en cuenta:

- Elimina el calor perdido por el tiro cuando la caldera está en stand by.
- El ahorro es muy significativo (12%).
- Apropiado en calderas tanto de fuel como de gas.
- Reduce las pérdidas de calor y emisiones de CO₂, NO y NO₂.
- Coste de entre 500- 2000€.
- Periodo de retorno de unos 2 años.
- El mantenimiento es mínimo
- En caso de avería abrir mecanismos de seguridad para evacuar los gases.

La compuerta de tiro solo se instalará en una de las calderas ya que lo normal es que funcione una caldera y la otra funcione cuando haya picos de demanda, por lo que instalaremos la compuerta de tiro en la caldera que no está funcionando todo el tiempo.

DESCRIPCIÓN	ENERGÍA PÉRDIDA (kWh/año)	AHORRO ENERGÍA (kWh/año)	AHORRO %	AHORRO ECONÓMICO (€/año)	INVERSIÓN (€)	PRSI (años)	EMISIONES EVITADAS DE CO2 (T)
Compuerta de tiro	177.431,00	10.645,86	6%	578,98	1.250,00	2,16	6.640,61

Control de la temperatura de recinto.

Se recomienda limitar la temperatura del recinto de la piscina a 28º como máximo, como cumplimiento de la normativa del Real Decreto 742/2013, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas, mediante la limitación de termostatos

Limitación de la temperatura ambiente en la instalación de climatización que actualmente es de 27,5ºC-29,5ºC. Se debe tener en cuenta que cada grado de más supone aproximadamente un incremento de los costes energéticos de un 8%.

ANEXO II

Parámetros indicadores de calidad del aire

Se medirá en aire, en el caso de piscinas cubiertas:

Parámetro	Valor paramétrico
Humedad relativa	< 65%
Temperatura ambiente	La temperatura seca del aire de los locales que alberguen piscinas climatizadas se mantendrá entre 1 °C y 2 °C por encima de la del agua del vaso, excepto vasos de hidromasaje y terapéuticos
CO ₂	La concentración de CO ₂ en el aire del recinto de los vasos cubiertos no superará más de 500 mg/m ³ del CO ₂ del aire exterior.

Parada de la deshumectadora en días festivos

Se ha observado que el consumo de la deshumectadora es constante tanto en días laborables como festivos. Se recomienda estudiar la posibilidad de pararla en días festivos, cuando la piscina está cerrada al público. Con esta medida se conseguiría un importante ahorro energético, con el único inconveniente del tiempo que puede tardar tras su puesta en servicio en volver a conseguir unas condiciones de humedad y temperatura adecuadas para la apertura al público de la piscina.

Recuperación del calor del aire expulsado en deshumectadora

Se recomienda estudiar la posibilidad de instalar un recuperador del calor del aire caliente que se expulsa al exterior para el control de humedad. Con la incorporación de un intercambiador aire-aire en la deshumectadora se recuperaría parte de dicho calor para precalentar el aire frío que entra del exterior.

Reducir la temperatura del agua de los vasos.

Se propone reducir la temperatura del agua de las piscinas a 27º, atendiendo así al RITE en su IT1.1.4.3.

Con esta reducción respecto a la temperatura de consigna actual, se conseguirían los siguientes ahorros:

Reducción de temperatura del agua							
DESCRIPCIÓN	ENERGÍA PÉRDIDA (kWh/año)	AHORRO ENERGÍA (kWh/año)	AHORRO %	AHORRO ECONÓMICO (€/año)	INVERSIÓN (€)	PRSI (años)	EMISIONES EVITADAS DE CO2 (T)
Gas	9.277,91	9.277,91	100%	504,59	0	0	1.867,37

Incorporación de variadores de velocidad a las bombas.

Se propone la incorporación de variadores de frecuencia en todas las bombas consiguiendo así un menor consumo energético.

Las soluciones para bombas y tratamiento de agua, equipadas con variadores de velocidad, pueden brindar ahorros energéticos significativos comparados con las soluciones convencionales: hasta un 30% en bombas con un retorno de la inversión dentro de los 2 años.

Sobre el consumo total de energía de las bombas (141.494 kWh/año) se ha calculado un ahorro del 25 %, equivalente a 35.373 kWh/año, con un ahorro económico de 3.537 €/año.

El coste de la instalación de dichos variadores se estima en unos de 5.000 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 1,41 años.

Reducción del consumo de agua

Se recomienda el uso de los siguientes elementos:

- Perlizadores.- Elementos dispersores para lavabos, bidés o vertederos que mezclan aire con agua, basándose en el efecto venturi, reduciendo de esta forma el consumo de agua y por lo tanto la energía necesaria para calentarla, sin disminuir la calidad del servicio.



Ilustración 4. Ejemplo de perlizador.

En función de la presión del agua, y según los fabricantes, estos perlizadores reducen el caudal de salida del agua hasta 6 y 8 litros/minuto, consiguiendo de esta forma ahorros que van desde el 40 % en caso de presiones de 2,5 kg/cm² a un 30% en caso de presión de agua de 3 kg/cm².

- Duchas economizadoras.- Producen micronización y aceleración de agua mediante introducción de aire y reducen el caudal hasta valores comprendidos entre los 7 e 11 litros/min.
- Grifos economizadores.- Existen varios sistemas de grifos con ahorro de agua, desde los sistemas de detección de infrarrojos, en los que se corta el agua justo cuando se retiran las manos, hasta temporizadores en los que se deja salir agua solamente un tiempo establecido (normalmente 30 segundos)



Ilustración 5. Ejemplo de grifo con sistema de detención con infrarrojos.

- Sistemas WC stop para cisternas.- Economizan hasta un 70% de agua. En cualquier caso, si el usuario lo desea, pueden utilizar toda la descarga de la cisterna.

Mejora de los aislamientos de las tuberías

Como medida de mejora se recomienda el aislamiento de las tuberías del circuito secundario del intercambiador de calor de placas del vaso grande, ya que existen unas pérdidas energéticas importantes debidas a la gran diferencia de temperatura entre la tubería y el ambiente.

Además, se aconseja revisar el aislamiento de todas las tuberías que transportan fluidos a alta temperatura

Ascensor

Para un menor consumo energético en el ascensor se recomienda tratar las siguientes medidas:

- Apagado de la iluminación cuando el ascensor está en reposo (la iluminación representa más de la mitad del consumo del ascensor).
- Uso de iluminación de alta eficiencia, como la tecnología LED y fluorescencia de alta eficiencia.
- Instalación de sistemas de control con regulación de velocidad.

➤ **Medidas de mejora de la eficiencia energética del sistema de iluminación**

Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED.

Se propone la sustitución de todo el alumbrado del edificio por alumbrado con tecnología LED, mucho más eficiente.

Nº	Luminaria actual	Luminaria propuesta
32	Tubo de 36W	Tubo LED T8 AXO-HSPC7-18W
118	Tubo de 150 cm 58W	Tubo LED T8 AXO-HSPC7-22W
21	Proyector de 400 W	ENARLUX Proyector LED 100 W EXFL100WIP65HP
29	Downlight de 36W	Metalarc Downlight 20W FOE20CEP8MY

Tabla 5. Propuesta de mejora.

Se cambiarán todas las luminarias interiores excepto los focos de 400W que no se utilizan normalmente ya que la sustitución de estos es la más costosa sin producir ahorro alguno.

Sobre el consumo total de energía para alumbrado (26.566 kwh/año) se ha calculado un ahorro del 65 %, equivalente a 17.261kWh/año, con un ahorro económico de 1.726 €/año.

El coste de la sustitución de todo el alumbrado (considerando solamente coste del material) es de 2.977 €, por lo que el periodo de retorno de la inversión sería de 1,72 años.

Instalación de sistema de regulación del alumbrado.

Se recomienda el aprovechamiento de la luz exterior, por el seguimiento del Documento de Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios del IDAE.

También se recomienda el control y gestión de la iluminación, mediante:

- **Temporizadores horarios:** Programación horaria predeterminada.
- **Relojes astronómicos:** Programación en función del horario solar.
- **Fotocélulas:** Regulación en función de la radiación solar
- **Balastos regulables** ("dimables").
- **Sistemas de gestión** centralizada.

➤ Optimización de la factura eléctrica y otros suministros energéticos.

Optimización de la potencia contratada

Con la optimización de la potencia contratada se conseguiría un ahorro, sin ninguna inversión.

A partir de los datos de potencia consumida disponibles, se ha realizado un estudio para determinar la potencia ideal a contratar y el ahorro económico que se obtendría. El resultado es el siguiente:

	Potencia contratada (kW)			Coste anual término de potencia (€/año)
	P1	P2	P3	
Actual	85	85	85	6.274,75 €
Propuesta	76	76	76	5.971,50 €
Ahorro				303,25 €

Con la optimización de potencia propuesta se conseguiría un ahorro de 303,25 €/año, en el término de potencia.

Podemos ver que el ahorro no es elevado ya que la potencia contratada está bastante bien ajustada gracias a la reciente reducción de potencia realizada en mayo de 2015.

Cambio de comercializadora eléctrica para mejora de precios

Actualmente existe contrato con Iberdrola para el suministro de energía. Se ha observado que los precios actuales del término de energía son caros, por lo que se podría conseguir un importante ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando Iberdrola con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual Iberdrola	34.843,98 €
Oferta otras comercializadoras	28.848,08 €
Ahorro	5.995,89 €

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 5.995,89 €/año en el término de energía

Eliminación de energía reactiva

Ya se dispone de una batería de condensadores y de forma general no se están pagando penalizaciones por exceso de energía reactiva. Sin embargo, en el mes de agosto de 2015 se registro una pequeña penalización, debido probablemente a una avería en la batería. Se recomienda vigilar el correcto funcionamiento de la misma para evitar estas penalizaciones.

➤ Optimización de la factura de Gas Natural.

Cambio de comercializadora .

Actualmente existe contrato con EDP Energía para el suministro de Gas. Se ha observado que los precios actuales del término de energía son caros, por lo que se podría conseguir un importante ahorro económico con el cambio a una comercializadora con mejores precios. Para esta propuesta no sería necesaria ninguna inversión.

Comparando los precios que está facturando EDP con ofertas de otras comercializadoras, se obtienen los siguientes ahorros:

	Coste anual término de energía (€/año)
Contrato actual edp	19.299 €
Oferta otras comercializadoras	13.413 €

Ahorro	5.885 €
--------	---------

Con el cambio de comercializadora propuesto se conseguiría un ahorro de 5.885 €/año en el término de energía

➤ **Concienciación del personal y establecimiento de protocolos**

Se recomienda realizar una campaña de concienciación y de explicación de buenas prácticas de ahorro energético dirigida a los empleados.

También se propone la designación de personas responsables del apagado de los equipos al finalizar la jornada laboral.

G. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

Tras la presentación del informe se coordinará con los responsables de ayuntamiento la implementación del plan de mejoras según la tabla adjunta:

• **Colegio Antonio Machado**

Descripción de la medida	Ahorro		Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
	kWh/año	€/año		
Mejora del aislamiento térmico en ventanas	15.468	1.175	30.000	25,53

Sustitución equipos de climatización	1.448	145	10.000	68,97
Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED	7.637	764	4.540	5,94
Instalación de sistema de regulación en luminarias junto a ventanas	2.037	206	2.000	9.80
Optimización de la potencia contratada	0	837	0	0
Cambio de comercializadora	0	593	0	0
Cambio a combustible de gas natural	0	801	4.000	4,99

• Museo Arqueológico Los Baños

Descripción de la medida	Ahorro		Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
	kWh/año	€/año		
Aislamiento térmico del techo del edificio	3.153	315	3.000	9,52
Sustitución equipos de climatización	4.730	473	30.000	62,7
Cambio a tarifa 3.0	0	1.307	0	0
Cambio de comercializadora	0	1.146	0	0

• Colegio San Cristóbal

Descripción de la medida	Ahorro		Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
	kWh/año	€/año		
Mejora del aislamiento térmico de las ventanas	13.418	741	15.000	20,25
Sustitución de equipos de climatización	1.248	125	5.000	40
Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED en todo el edificio	5.572	557	3.176	5,70

Instalación de sistema de regulación en luminarias junto a ventanas	1.783	178	1.500	8,42
Optimización de la potencia contratada	0	352	0	0
Cambio de comercializadora	0	520	0	0
Cambio de comercializadora de gas natural	0	248	0	0

• **Ayuntamiento Alhama de Murcia**

Descripción de la medida	Ahorro		Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
	kWh/año	€/año		
Mejora del aislamiento térmico ventanas	6.209	621	6.000	9,66
Sustitución de equipos de climatización R22	3.930	393	8.000	20,36
Sustitución de resto de equipos de climatización R22	6.878	688	30.000	43,62
Sistema de freecooling en sala informática	6.132	613	2.000	3,26
Sustitución de alumbrado convencional por alumbrado LED	14.611	1.461	5.058	3,46
Instalación de sistema de regulación en luminarias junto a ventanas	2.922	292	2.000	6,84
Optimización de la potencia contratada	0	978	0	0
Cambio de comercializadora	0	1.990	0	0
Eliminación de energía reactiva	0	238	500	2,10

Tabla 6. Tabla resumen de medidas de ahorro energético.

• **Piscina Climatizada**

Descripción de la medida	Ahorro		Inversión (€)	Periodo de retorno (años)
	kWh/año	€/año		
Sustitución de climatizadores autónomos	2.534	253	7.000	27,67
Recuperador de agua de renovación	103.518	5.567	23.192	4,17

Manta térmica	41.864	2.276	3.000	1,32
Recuperador de humos	14.194	772	6.500	8,42
Compuerta de tiro	10.645	579	1.250	2,16
Reducir la temperatura del agua	9.277	504	0	0
Variadores de frecuencia en bombas	33.373	3.537	5.000	1,41
Sustitución del alumbrado a LED	17.261	1.726	2.977	1,72
Optimización de potencia contratada	0	303	0	0
Cambio de comercializadora eléctrica	0	5.996	0	0
Cambio de comercializadora de gas natural	0	5.885	0	0