






## INFORME

### AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*(C.E.I.P. San Pedro)*

Nº OFERTA	CO_1306
Nº INFORME	IN_1306_49_20161013

Elaborado por:		Revisado por:
		
Alberto Trueba Salas	Daniel Lozano Villamediana	Inés Simón García

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Datos generales del centro .....	1
1.2 Planos y distribución .....	3
1.3 Envolverte y cerramientos.....	4
1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....	5
1.4.1 Producción de ACS .....	5
1.4.2 Producción de calor - Radiadores eléctricos .....	5
1.5 Iluminación.....	7
1.5.1 Iluminación interior.....	8
1.5.2 Iluminación exterior .....	10
1.5.3 Sistemas de control .....	10
1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....	10
1.6 Otros equipos .....	11
1.7 Resumen de potencias instaladas .....	13
<b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>	<b>14</b>
2.1 Consumos eléctricos .....	14
2.2 Consumos térmicos.....	14
2.3 Índices energéticos.....	14
2.3.1 Índices energéticos eléctricos .....	14
<b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Medidas eléctricas.....	15
3.1.1 Registros trifásicos .....	15
3.1.2 Registros monofásicos.....	27
3.2 Medida de nivel de iluminación .....	29
3.3 Medidas térmicas.....	30
3.3.1 Registradores de temperatura y humedad .....	30
3.4 Análisis termográfico.....	33
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>	<b>34</b>
4.1 Desglose de consumos eléctricos.....	34
4.2 Desglose de consumos térmicos .....	34
4.3 Contribución de energías renovables .....	34
<b>5. MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>	<b>35</b>
5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....	35

 <b>SONINGEO ENERGY</b> SERVICIOS ENERGÉTICOS	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada. .... 36

5.2    Sistemas de regulación y control de la iluminación interior ..... 37

5.3    Implantación de un sistema de monitorización y control..... 39

## **6. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES ..... 41**

6.1    Energía solar térmica..... 41

6.2    Biomasa ..... 41

6.3    Fotovoltaica - Autoconsumo ..... 41

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	1306
		49
		Rev.01

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

Denominación del Centro	CEIP San Pedro de Alcántara
Dirección	Caravaca, 1. CP 29670 San Pedro de Alcántara
Tipo de edificio	Centro educativo
Persona de Contacto	Álvaro González 951 270 533
Número de edificios	6
Referencia Catastral	1700127UF2410S

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP San Pedro** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Caravaca** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.

El centro cuenta con seis edificios o bloques independientes.



Imagen 1 Vistas distintos bloques CEIP San Pedro



Imagen 2 Plano general del CEIP San Pedro

CEIP San Pedro	Nº plantas	Superficie construida m²	Ocupación	Horario	Año de Construcción
Edificio bloque 1	3	1.834	343	7:30 a 15:00 / 16:00 a 19:00	1971
Edificio bloque 2	2	702	343	7:30 a 15:00 / 16:00 a 19:00	
Edificio bloque 3	1	129	55 (aprox.)	7:30-15:00	
Edificio bloque 4	1	143	55 (aprox.)	7:30-15:00	
Edificio bloque 5	1	143	343	7:30 a 15:00 / 16:00 a 19:00	
Edificio bloque 6	1	143	343	Variable	

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

ZONA	Ocupación	Horario de funcionamiento
Gimnasio, sala de psicomotricidad	28	7:30 a 15:00
Aulas	28	7:30 a 15:00
Salón de actos	50	Variable
Secretaría	2	7:30 a 15:00 / 16:00 a 19:00
Dirección	2	7:30 a 15:00
Sala de profesores	27	7:30 a 15:00

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del centro

## 1.2 Planos y distribución

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

USO	Planta 0 (m²)	Planta 1 (m²)	Planta -1 (m²)	Sup. Total (m²)
Administrativo	122	28	--	150
Aseos	150	32	4	185
Aulas	917	598	144	1.659
Cocina-comedor	5	--	85	90
Deportivo	--	--	81	81
No habitable	14	2	17	33
Otros	45	--	--	45
Usos múltiples	--	--	87	87
Zonas comunes	194	120	82	396
Sup. Total (m²)	1.449	779	499	2.727

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 61% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 15%.

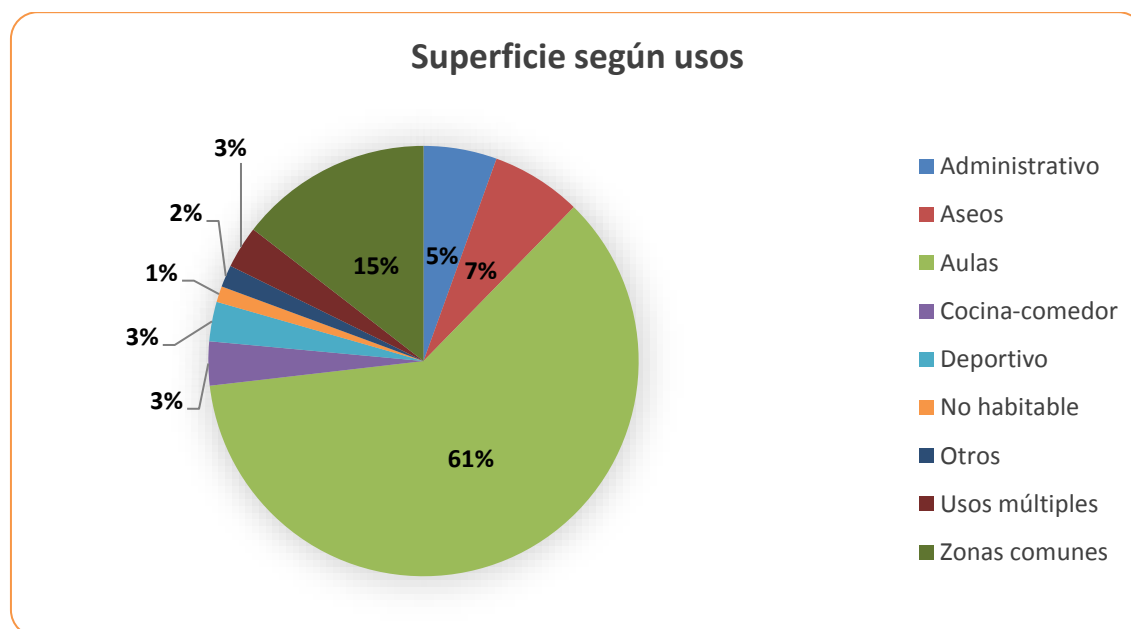


Gráfico 1 Superficie según Usos

En el anexo correspondiente se adjuntan los planos de las plantas de los edificios.



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>		1306
			49
			Rev.01

### 1.3 Envoltente y cerramientos

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

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio principal, según la ficha catastral, fue construido en 1971; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	1306
		49
		Rev.01

#### 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

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

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

##### 1.4.1 Producción de ACS

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

##### 1.4.2 Producción de calor - Radiadores eléctricos

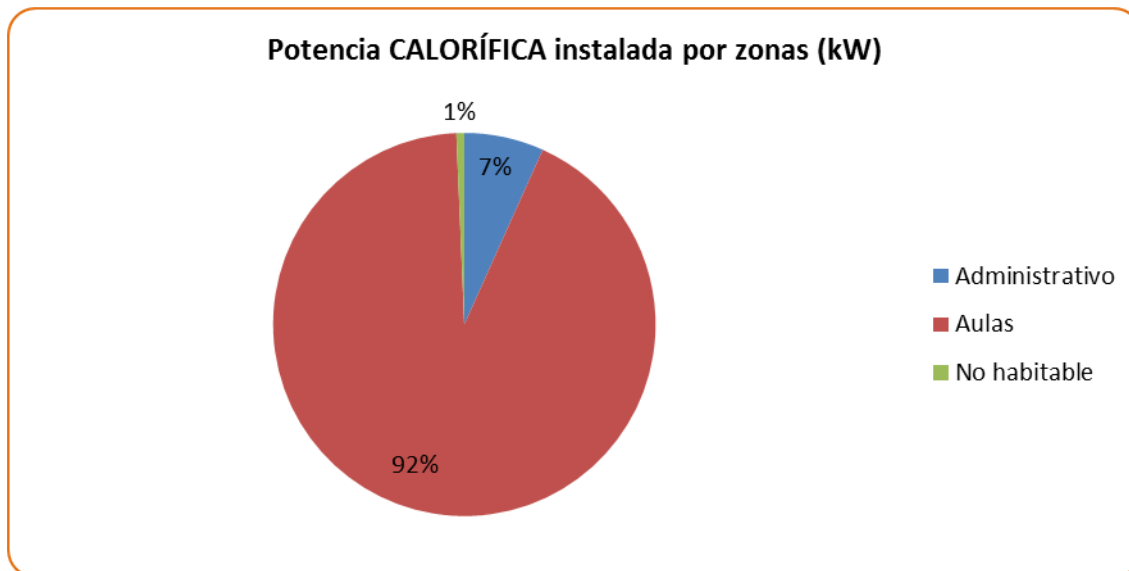
Existen diversos tipos de radiadores eléctricos instalados en el centro. En el anexo 2 (Inventario Instalaciones) se recogen todos los datos referentes a estos equipos.



*Imagen 4 Radiadores eléctricos instalados*

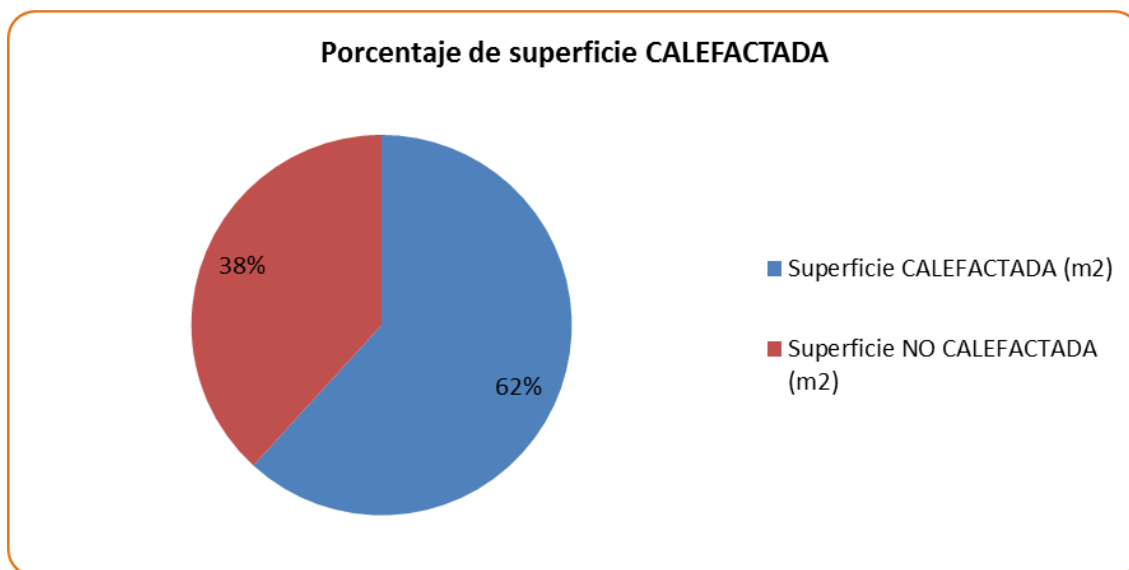


La potencia térmica total instalada en el centro es de 78,30 kW. La distribución de esta potencia calorífica instalada por zonas es la siguiente:



*Tabla 5 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas*

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la superficie calefactada en el centro):



*Gráfico 2 Porcentaje de superficie calefactada*

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 30,90 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

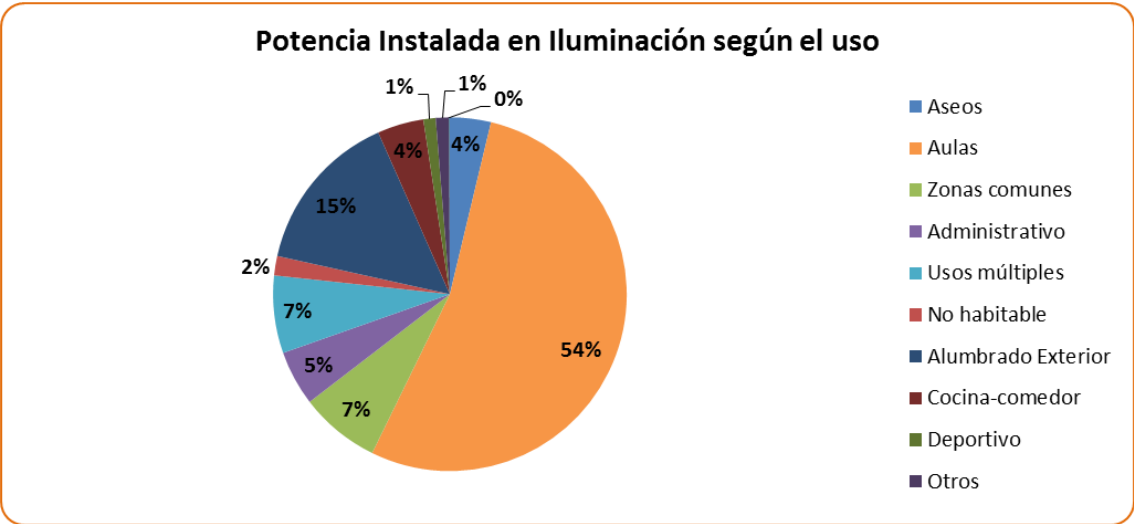


Gráfico 3 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

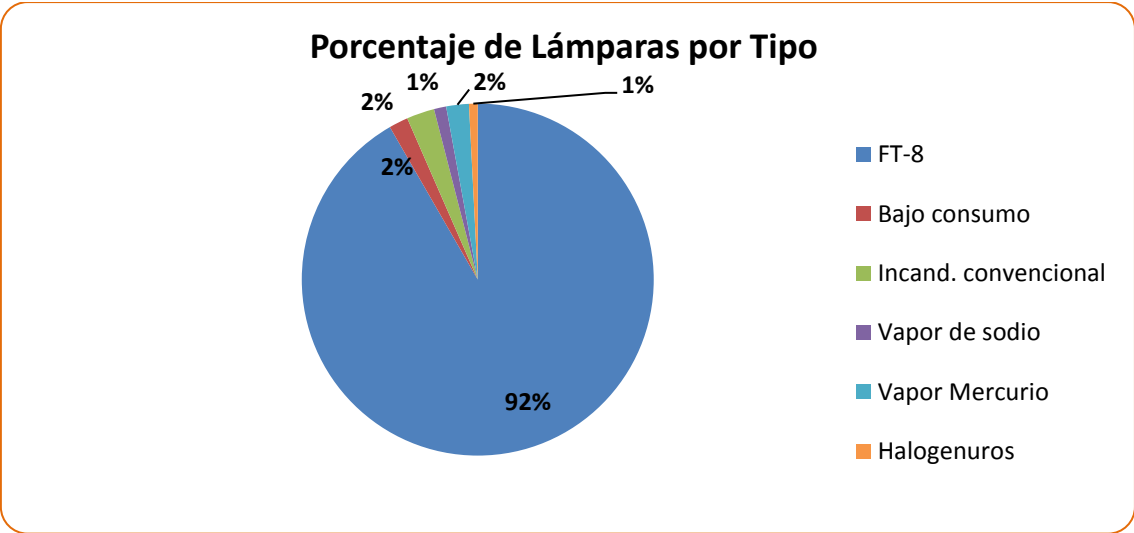


Gráfico 4 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

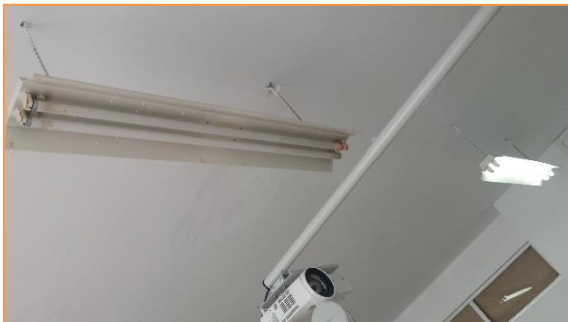
En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado por zonas del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
<b>EM</b>	<b>261</b>	<b>20,82</b>
FT-8	261	20,82
2	213	18,40
36	213	18,40
1	45	1,90
36	43	1,86
18	2	0,04
4	3	0,52
36	3	0,52
<b>EL</b>	<b>35</b>	<b>2,47</b>
FT-8	35	2,47
2	34	2,45
36	34	2,45
1	1	0,02
18	1	0,02
-	33	3,01
FT-8	11	0,61
2	10	0,58
36	6	0,43
18	4	0,14
1	1	0,04
36	1	0,04
<b>Bajo consumo</b>	<b>6</b>	<b>0,12</b>
2	5	0,08
8	5	0,08
1	1	0,04
40	1	0,04
<b>Incand. convencional</b>	<b>13</b>	<b>0,78</b>
1	12	0,66
40	7	0,28
100	2	0,20
60	3	0,18
3	1	0,12
40	1	0,12
<b>Halogenuros</b>	<b>3</b>	<b>1,50</b>
1	3	1,50
500	3	1,50
<b>Total general</b>	<b>329</b>	<b>26,30</b>

Tabla 6 Resumen de lámparas instaladas

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



*Imagen 5 Tipos de luminarias instaladas*

### 1.5.2 Iluminación exterior

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

Tipo	Nº Lum.	Pot.(kW)
-	23	4,60
Incand. convencional	1	0,06
1	1	0,06
60	1	0,06
Halogenuros	2	0,20
1	2	0,20
100	2	0,20
Vapor de sodio	7	1,81
1	7	1,81
400	4	1,60
70	3	0,21
Vapor Mercurio	13	2,53
1	13	2,53
250	9	2,25
70	4	0,28
<b>Total general</b>	<b>23</b>	<b>4,60</b>

Tabla 7 Resumen de iluminación exterior

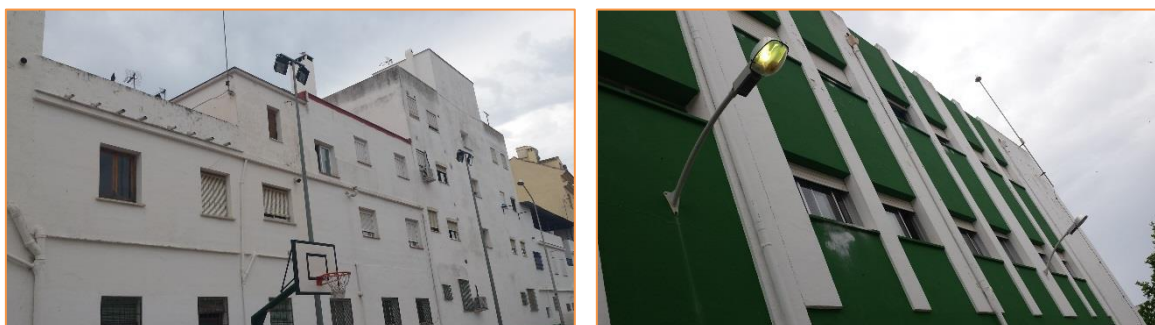


Imagen 6 Luminarias situadas en el exterior del edificio

### 1.5.3 Sistemas de control

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

### 1.5.4 Condiciones de funcionamiento

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

### 1.6 Otros equipos

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

<b>Tipos de Equipos</b>	<b>Nº Equipos</b>	<b>Potencia total (kW)</b>
<b>Audiovisual</b>	<b>49</b>	<b>14,419</b>
<b>DVD/CD</b>	<b>8</b>	<b>0,15</b>
10	1	0,01
20	7	0,14
<b>Proyector</b>	<b>32</b>	<b>11,969</b>
250	1	0,25
400	19	7,6
500	3	1,5
233	3	0,699
360	1	0,36
312	5	1,56
<b>Television Tubo</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>
300	1	0,3
<b>Television LCD</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
250	8	2
<b>Electrodoméstico</b>	<b>15</b>	<b>22,94</b>
<b>Frigorífico</b>	<b>3</b>	<b>1,4</b>
400	1	0,4
650	1	0,65
350	1	0,35
<b>Horno</b>	<b>2</b>	<b>9,85</b>
6600	1	6,6
3250	1	3,25
<b>Lavavajillas</b>	<b>1</b>	<b>3,8</b>
3800	1	3,8
<b>Maquina de café</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1000	1	1
<b>Mesa Caliente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
2000	1	2
<b>Microondas</b>	<b>1</b>	<b>0,8</b>
800	1	0,8
<b>Extractor</b>	<b>2</b>	<b>0,525</b>
500	1	0,5
25	1	0,025
<b>Nevera</b>	<b>1</b>	<b>0,085</b>
85	1	0,085
<b>Surtidor agua</b>	<b>1</b>	<b>0,43</b>
430	1	0,43
<b>Lavadora</b>	<b>1</b>	<b>2,2</b>
2200	1	2,2
<b>Kettle / Calienta agua</b>	<b>1</b>	<b>0,85</b>
850	1	0,85
<b>Informático</b>	<b>88</b>	<b>23,0218</b>
<b>Ordenador sobremesa</b>	<b>21</b>	<b>6,241</b>
300	20	6
241	1	0,241
<b>Fotocopiadora</b>	<b>3</b>	<b>4,35</b>
1200	2	2,4
1950	1	1,95
<b>Fax</b>	<b>1</b>	<b>0,475</b>
475	1	0,475
<b>Ordenador Portatil</b>	<b>58</b>	<b>11,03</b>
30	1	0,03



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

Tipos de Equipos	Nº Equipos	Potencia total (kW)
200	49	9,8
150	8	1,2
<b>Impresora doméstica</b>	<b>4</b>	<b>0,5758</b>
250	2	0,5
22,8	1	0,0228
53	1	0,053
<b>Impresora oficina</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>
350	1	0,35
<b>Otros</b>	<b>12</b>	<b>2,12</b>
<b>Trituradora de papel</b>	<b>3</b>	<b>0,736</b>
230	2	0,46
276	1	0,276
<b>Ventilador</b>	<b>2</b>	<b>0,12</b>
60	2	0,12
<b>Otros</b>	<b>7</b>	<b>1,264</b>
10	1	0,01
300	4	1,2
50	1	0,05
4	1	0,004
<b>Sonido</b>	<b>51</b>	<b>1,66</b>
<b>Altavoz</b>	<b>46</b>	<b>1,38</b>
250	2	0,5
20	44	0,88
<b>Minicadena música</b>	<b>1</b>	<b>0,12</b>
120	1	0,12
<b>Radio-CD</b>	<b>4</b>	<b>0,16</b>
40	4	0,16
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Radiador electrico</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
2000	2	4
<b>Radiador electrico portátil</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
2000	3	6
<b>Unidades de tratamiento</b>	<b>37</b>	<b>78,3</b>
<b>Radiador eléctrico</b>	<b>37</b>	<b>78,3</b>
2000	15	30
1200	4	4,8
1000	1	1
2500	17	42,5
<b>Total general</b>	<b>257</b>	<b>152,4608</b>

*Tabla 8 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.*

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

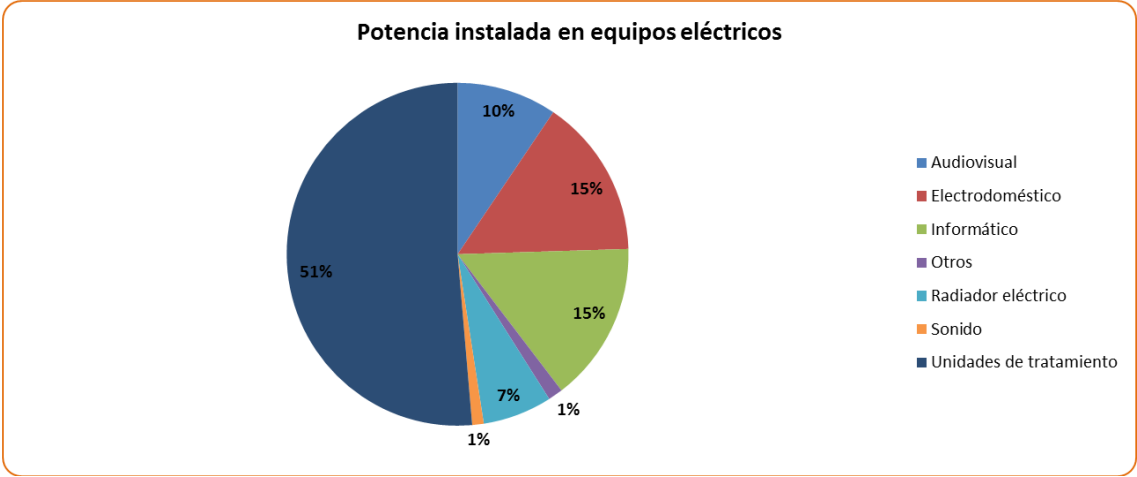


Gráfico 5 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

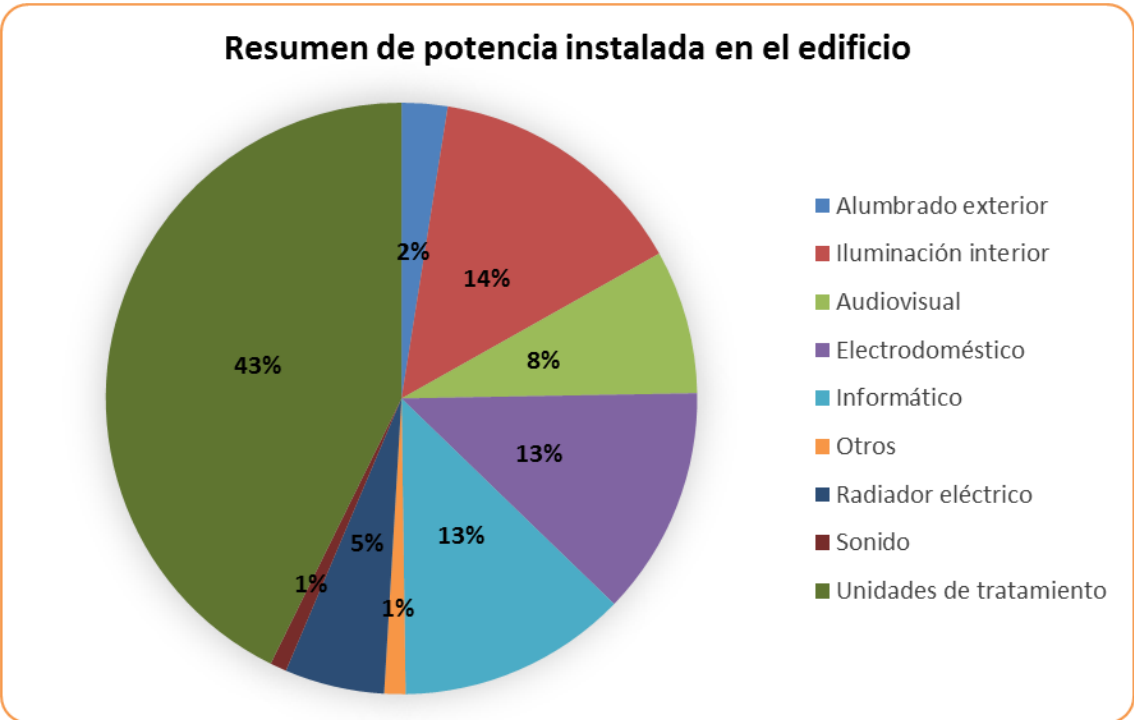


Gráfico 6 Potencia instalada por usos

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

## **2. CONSUMOS ANUALES**

### **2.1 Consumos eléctricos**

No fue posible tener acceso a la facturación eléctrica del edificio.

### **2.2 Consumos térmicos**

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

### **2.3 Índices energéticos**

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

#### **2.3.1 Índices energéticos eléctricos**

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>		<b>1306</b>
			<b>49</b>
			<b>Rev.01</b>

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

##### 3.1.1 Registros trifásicos

Se han instalado 6 analizadores de redes, uno en cada contador correspondiente a cada uno de los bloques que componen el centro y se han obtenido los siguientes resultados:

#### BLOQUE 1

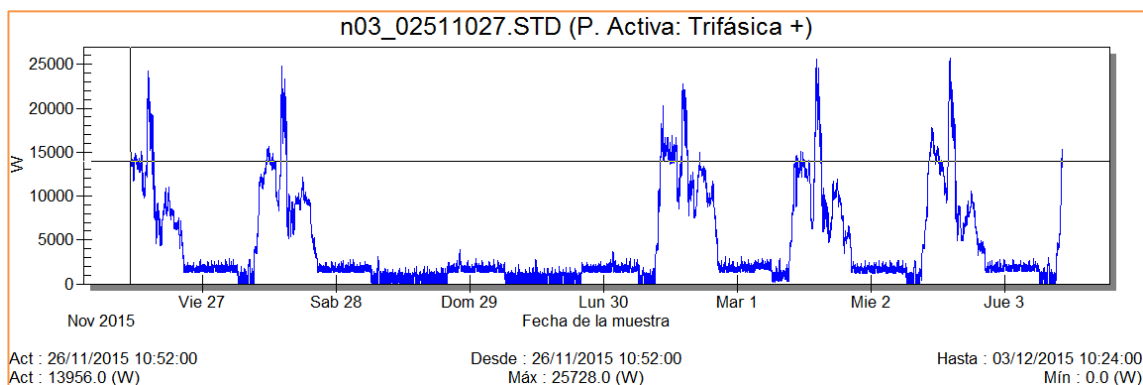


Gráfico 7 Datos de registro de potencia activa desde el 26/11/2015 al 03/12/2015

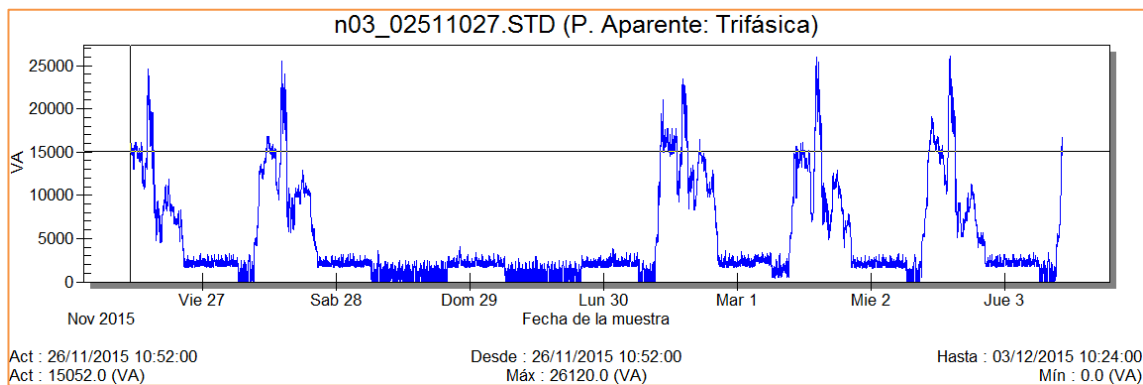


Gráfico 8 Datos de registro de potencia aparente desde el 26/11/2015 al 03/12/2015

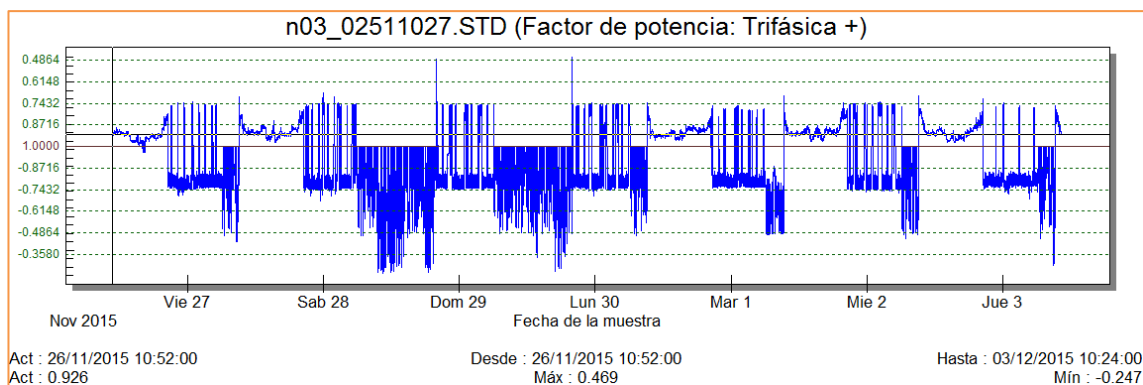


Gráfico 9 Factor de potencia trifásico registrado

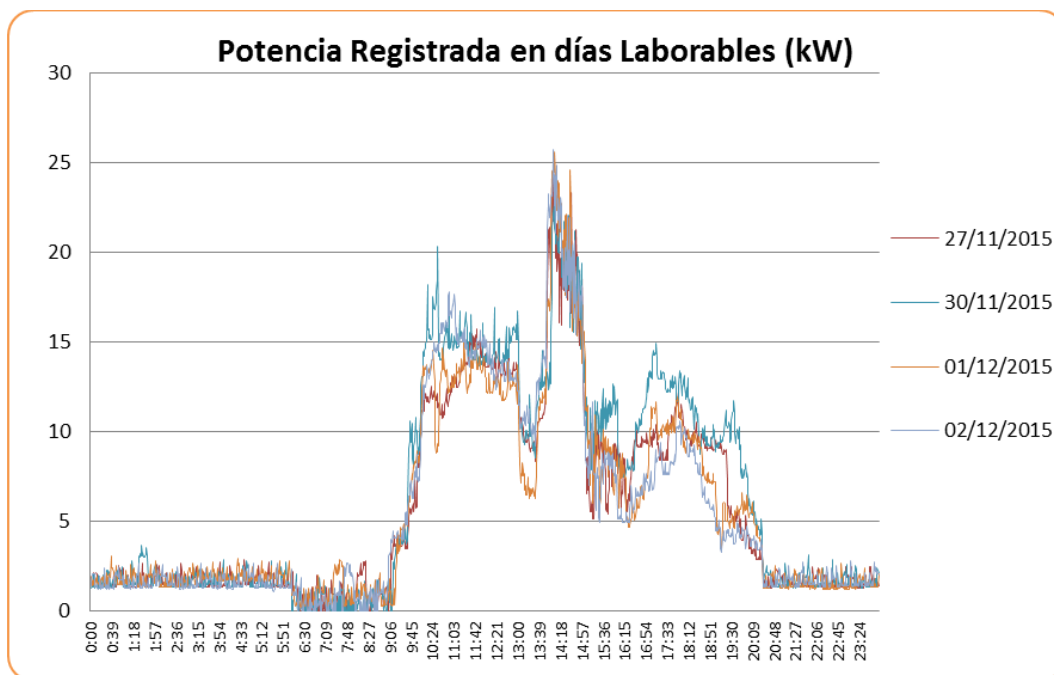


Gráfico 10 Potencia registrada en días lectivos (kW)

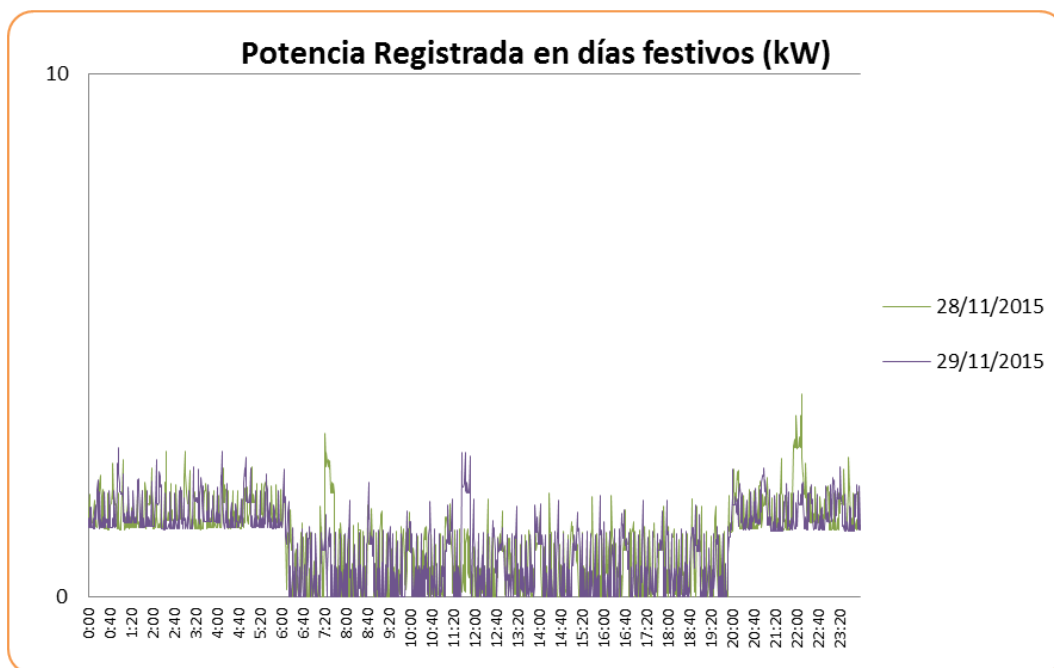


Gráfico 11 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa que en horario de 20:00 a 06:00 existe una demanda de aproximadamente 1,40 kW correspondiente con el alumbrado exterior.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 25,73 kW, y un horario principal de uso entre 9:00 y 15:00.

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

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

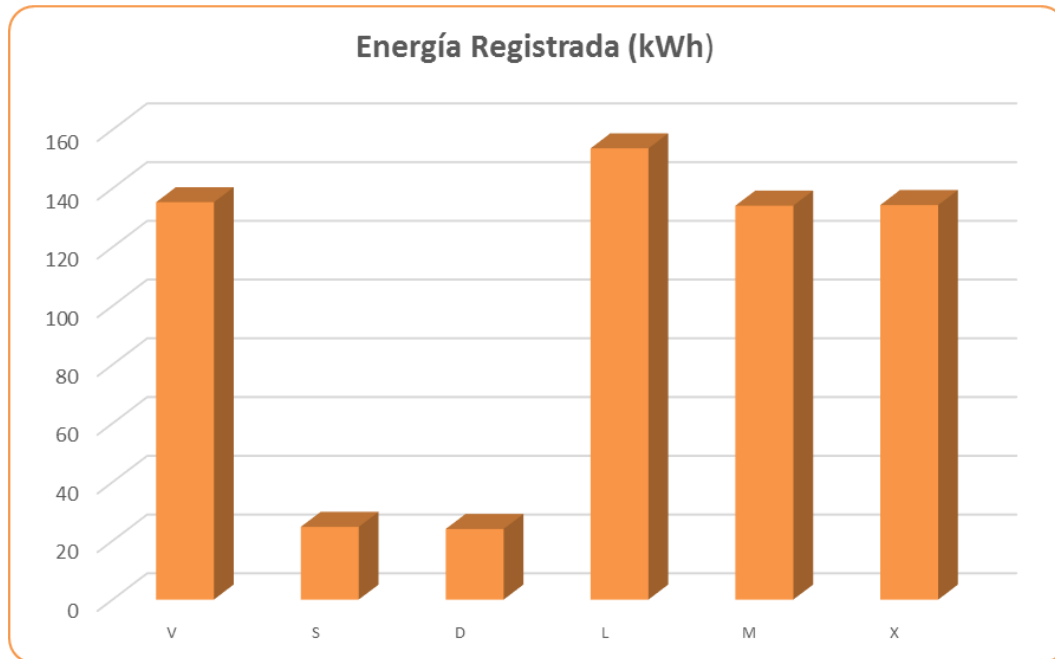


Gráfico 12 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 139,36kWh y durante los días festivos de 24,41kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 3.146,14kWh para el mes de noviembre

## BLOQUE 2

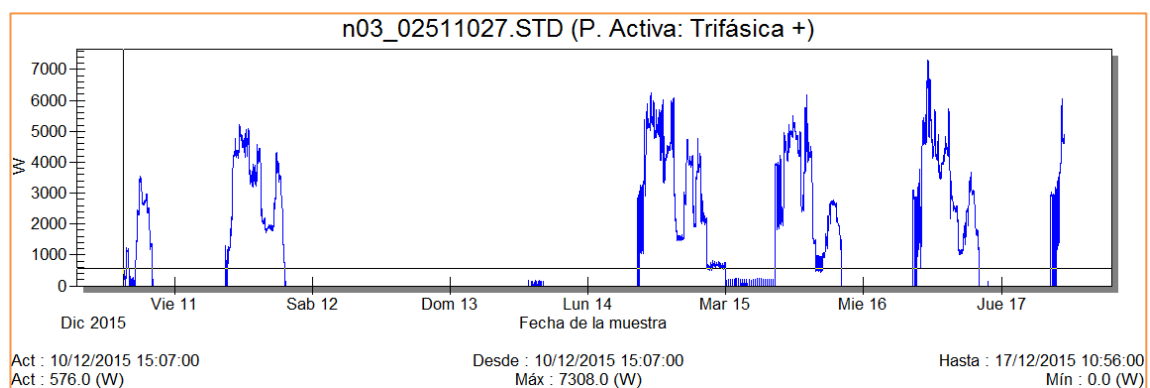


Gráfico 13 Datos de registro de potencia activa desde el 10/12/2015 al 17/12/2015



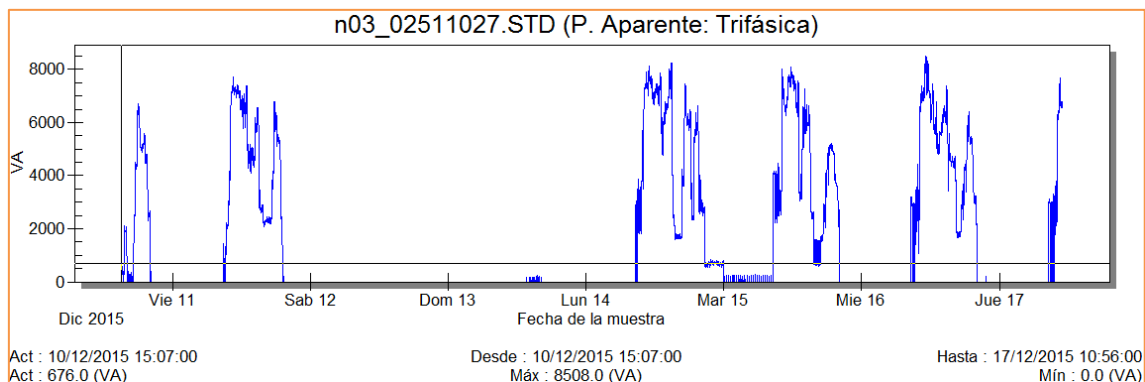


Gráfico 14 Datos de registro de potencia aparente desde el 10/12/2015 al 17/12/2015

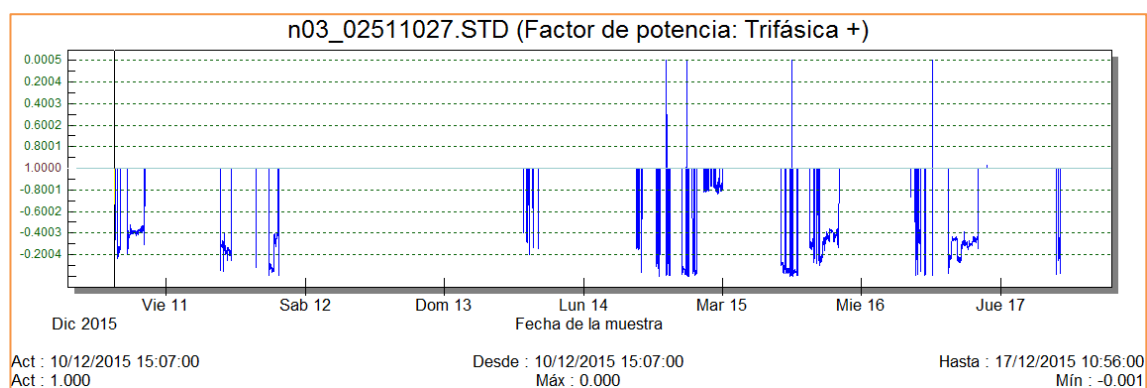


Gráfico 15 Factor de potencia trifásico registrado

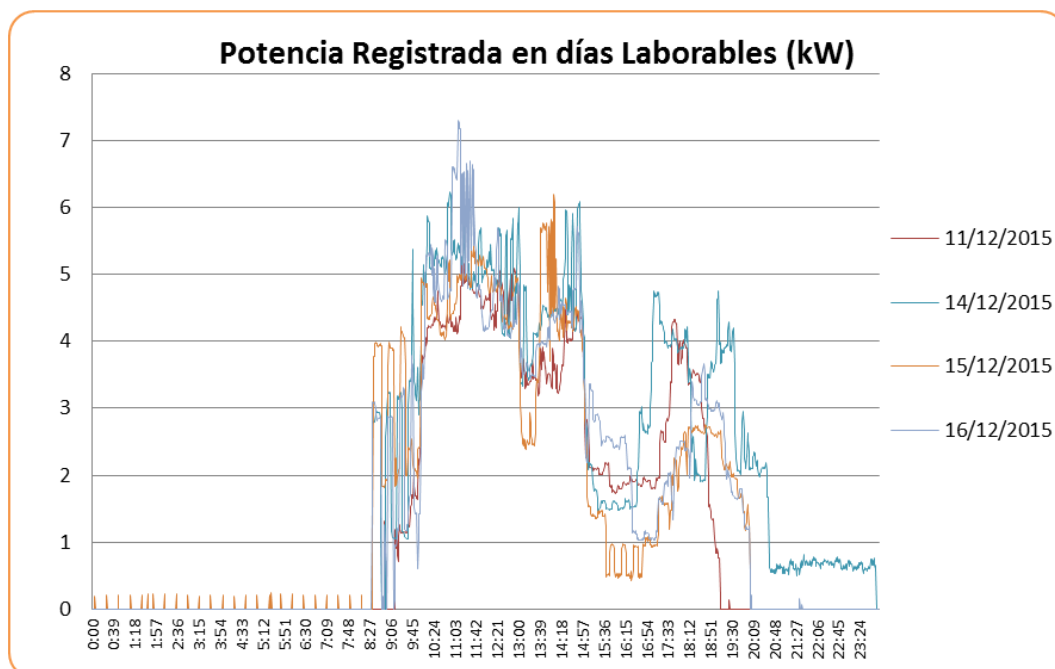


Gráfico 16 Potencia registrada en días lectivos (kW)

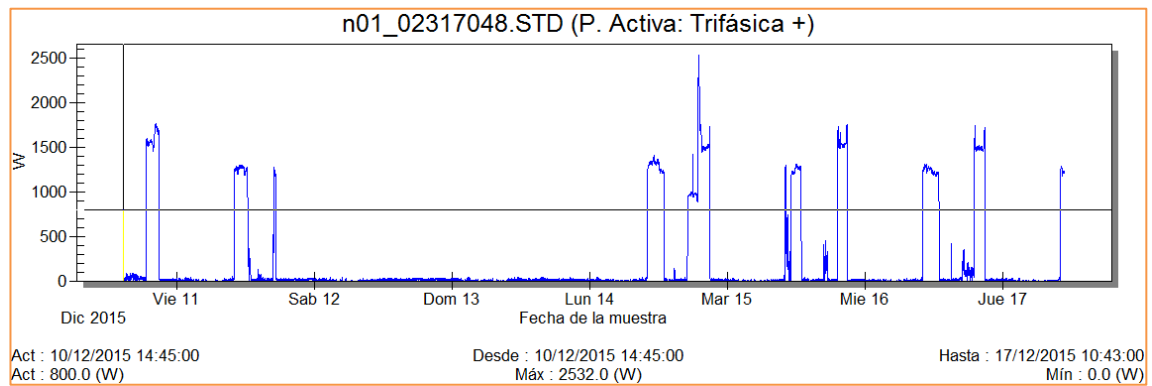


La energía consumida durante la semana de medición se muestra en la siguiente gráfica:

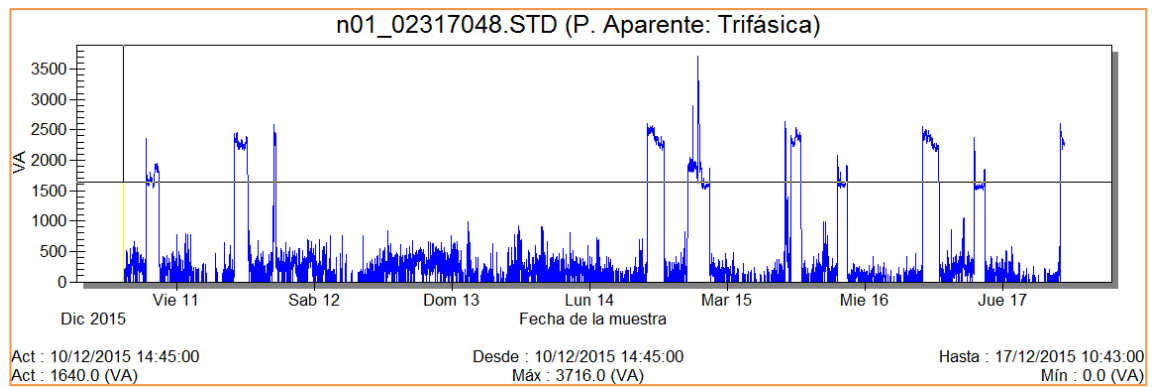


19

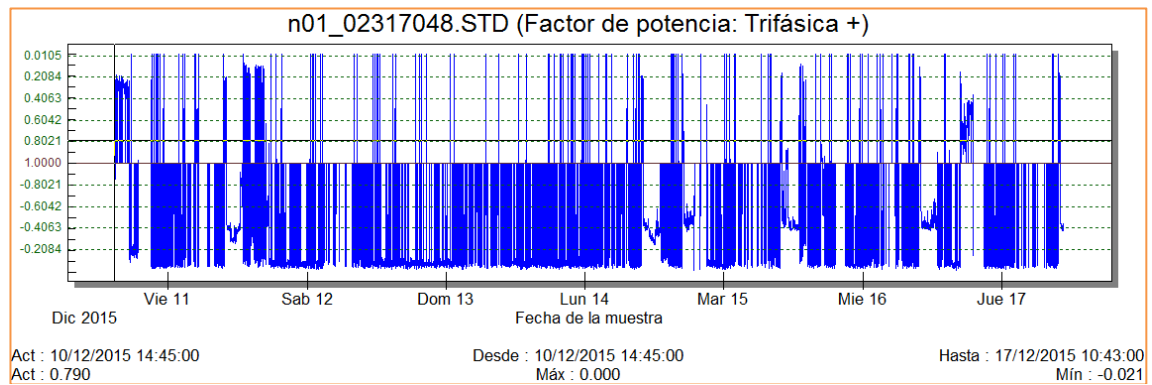
**BLOQUE 3**



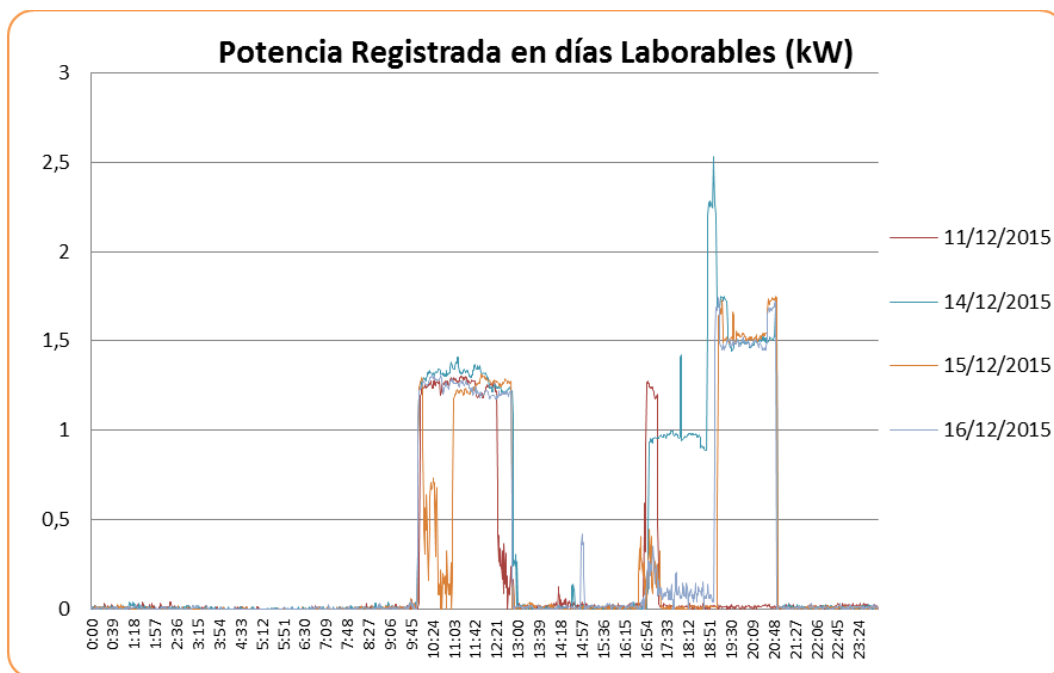
*Gráfico 19 Datos de registro de potencia activa desde el 10/12/2015 al 17/12/2015*



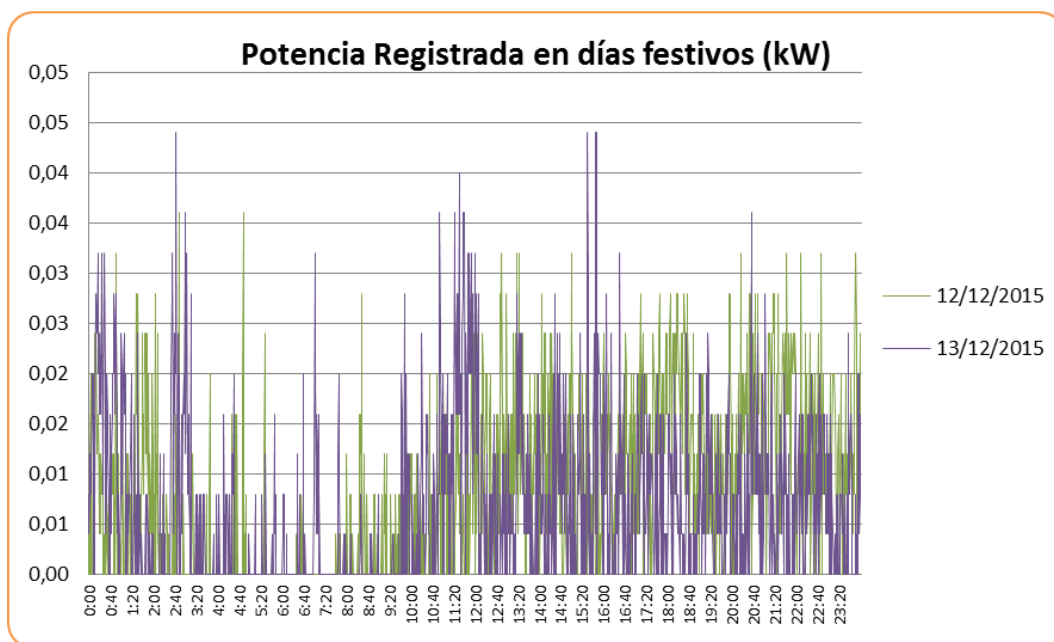
*Gráfico 20 Datos de registro de potencia aparente desde el 10/12/2015 al 17/12/2015*



*Gráfico 21 Factor de potencia trifásico registrado*



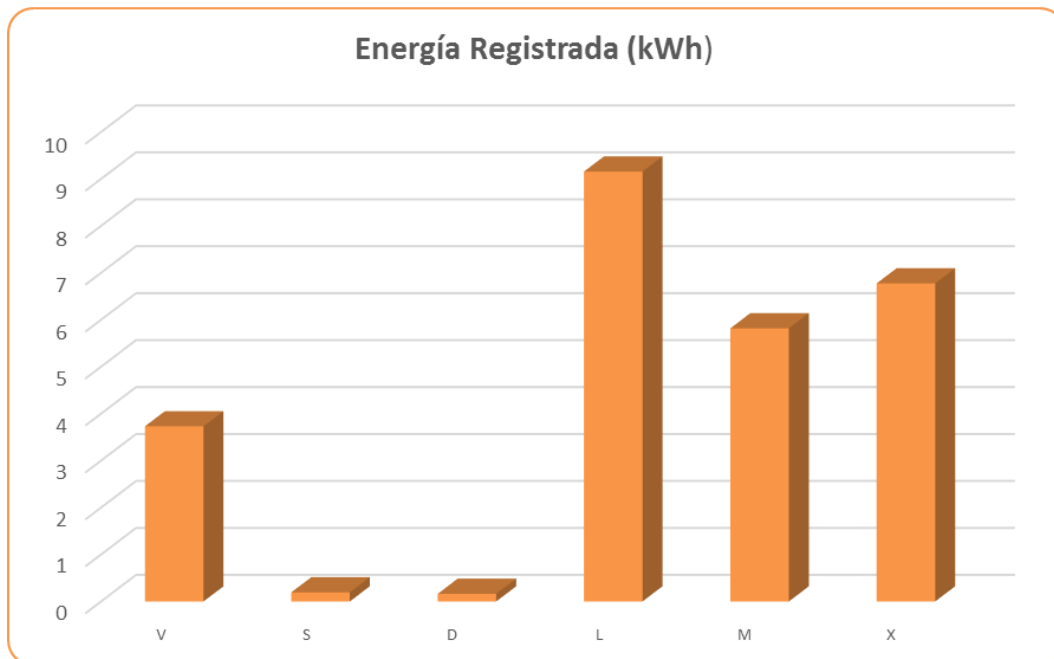
*Gráfico 22 Potencia registrada en días lectivos (kW)*



*Gráfico 23 Potencia registrada en días no lectivos (kW)*

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa que los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 2,48 kW, y un horario principal de uso de 10:00 a 13:00 y de 17:00 a 21:00.

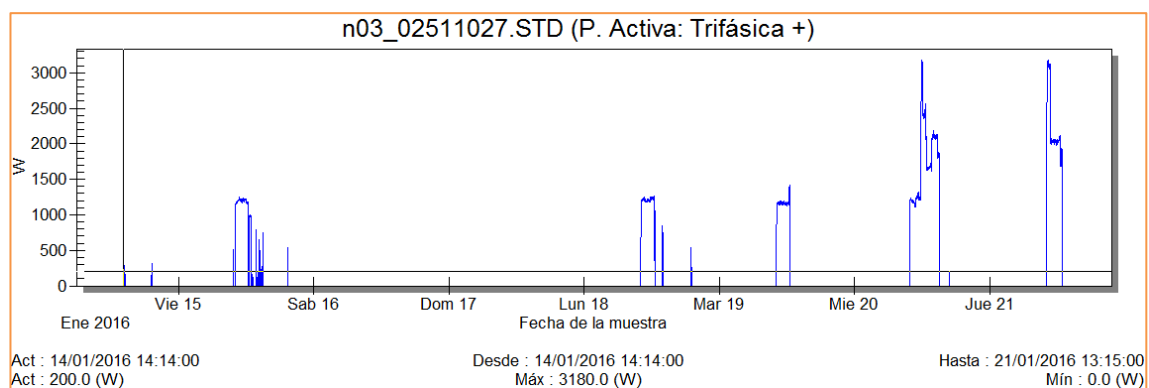
La energía consumida durante la semana de medición se muestra en la siguiente gráfica:



*Gráfico 24 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días lectivos es de 6,37 kWh y durante los días festivos de 0,18 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 98,40 kWh para el mes de diciembre.

#### **BLOQUE 4**



*Gráfico 25 Datos de registro de potencia activa desde el 14/01/2016 al 21/01/2016*

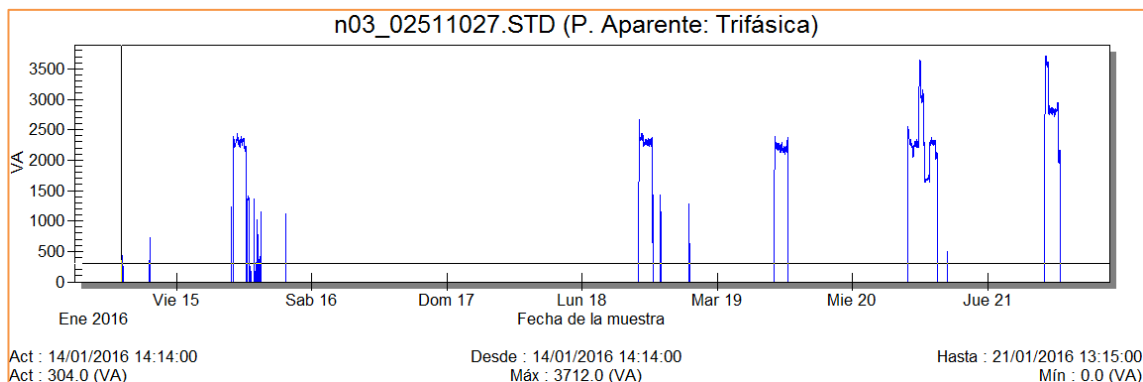


Gráfico 26 Datos de registro de potencia aparente desde el 14/01/2016 al 21/01/2016

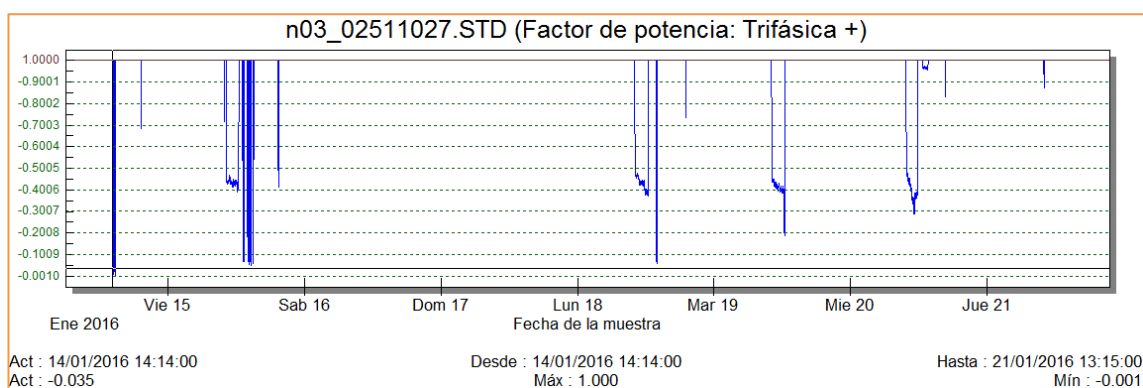


Gráfico 27 Factor de potencia trifásico registrado

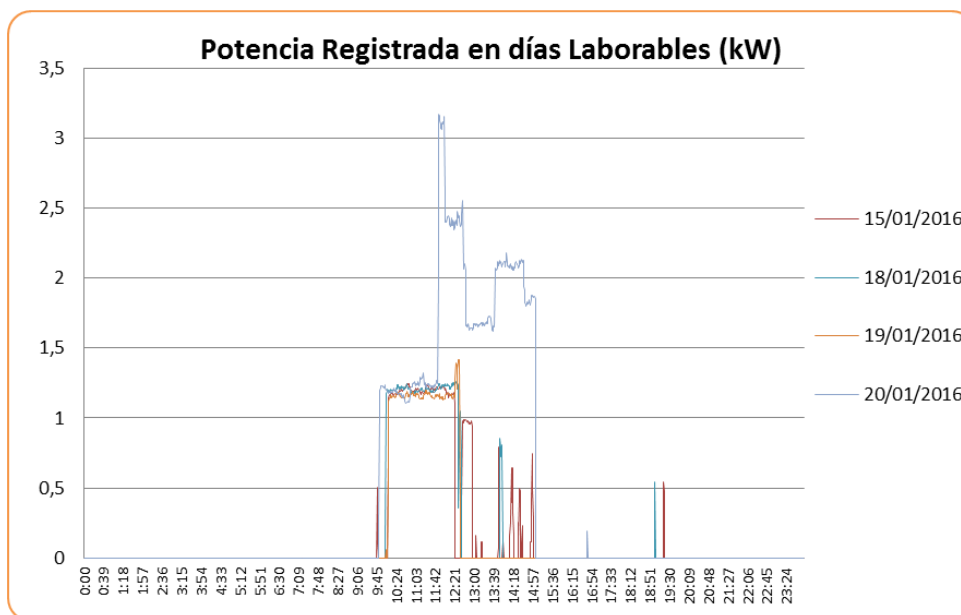


Gráfico 28 Potencia registrada en días lectivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa que los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 3,11 kW, y un horario principal de uso entre 10:00 y 15:00; mientras que en los días festivos no se registra consumo.



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

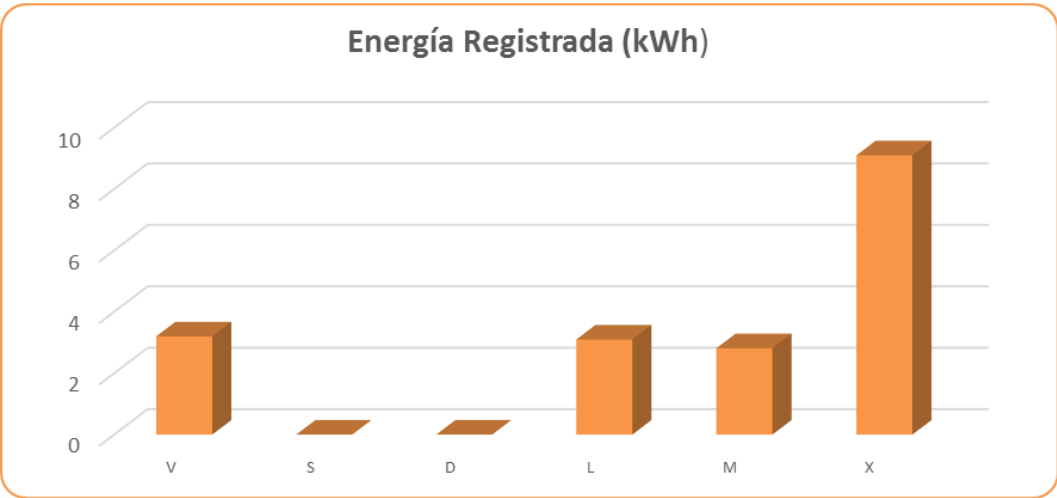


Gráfico 29 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 4,55 kWh y durante los días festivos de 0,00 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 68,26 kWh para el mes de enero.

### BLOQUE 5

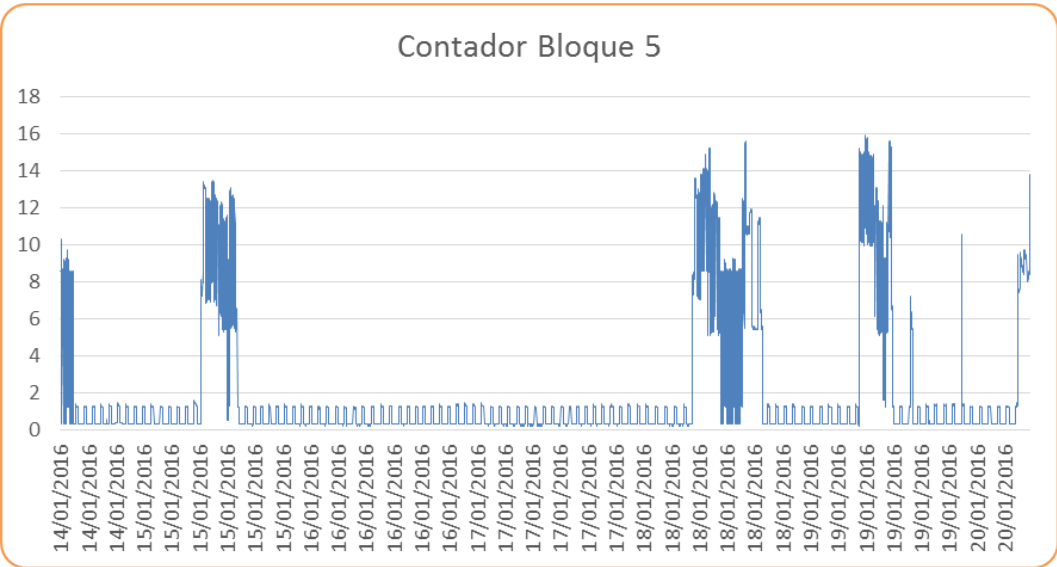
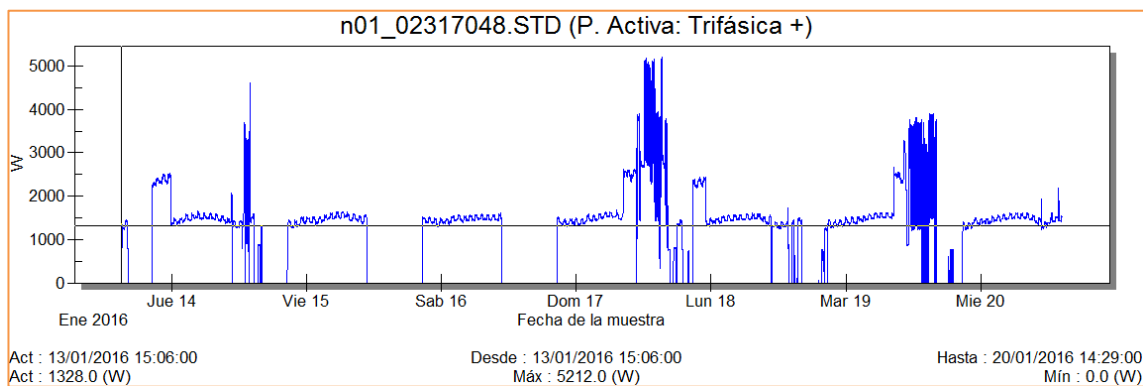


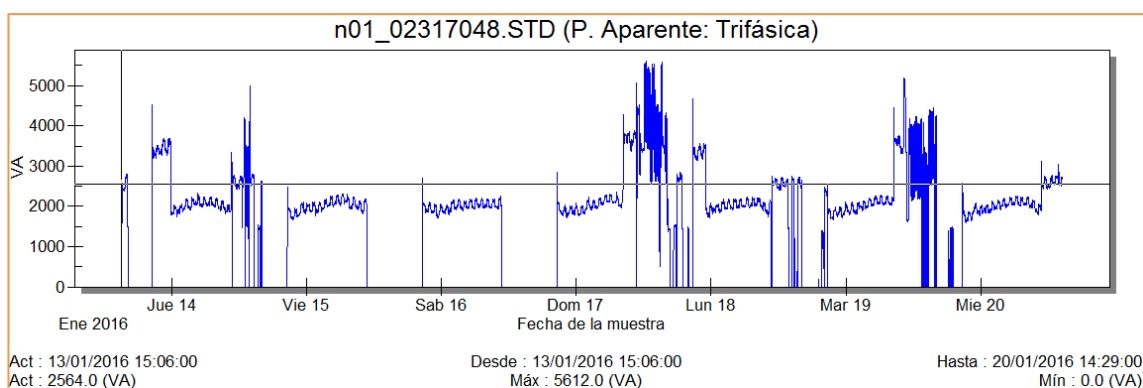
Gráfico 30 Datos de registro de potencia aparente desde el 14/01/2016 al 21/01/2016

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa que los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 15,4 kW y un horario principal de uso entre 9:00 y 14:00.

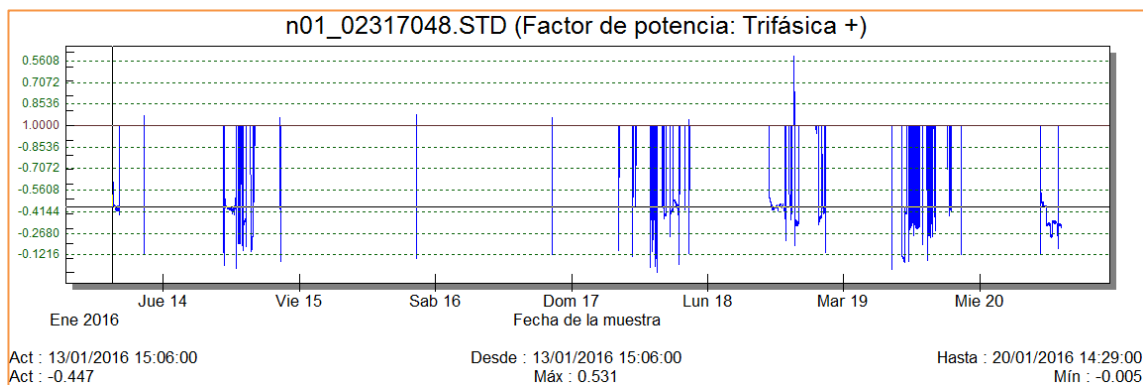
**BLOQUE 6**



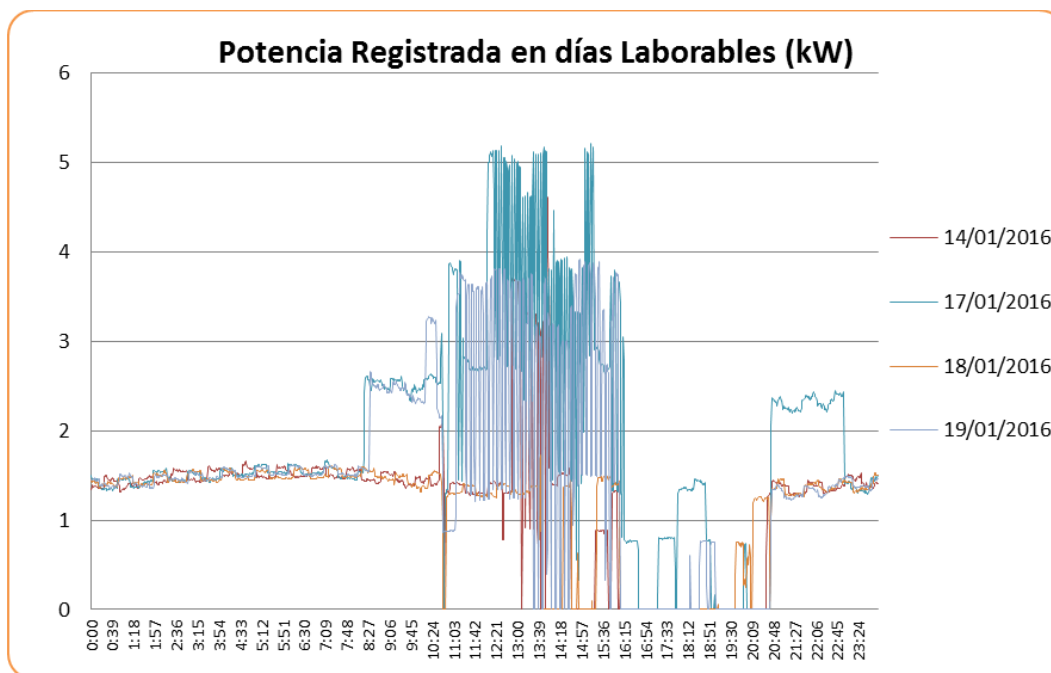
*Gráfico 31 Datos de registro de potencia activa desde el 13/01/2016 al 20/01/2016*



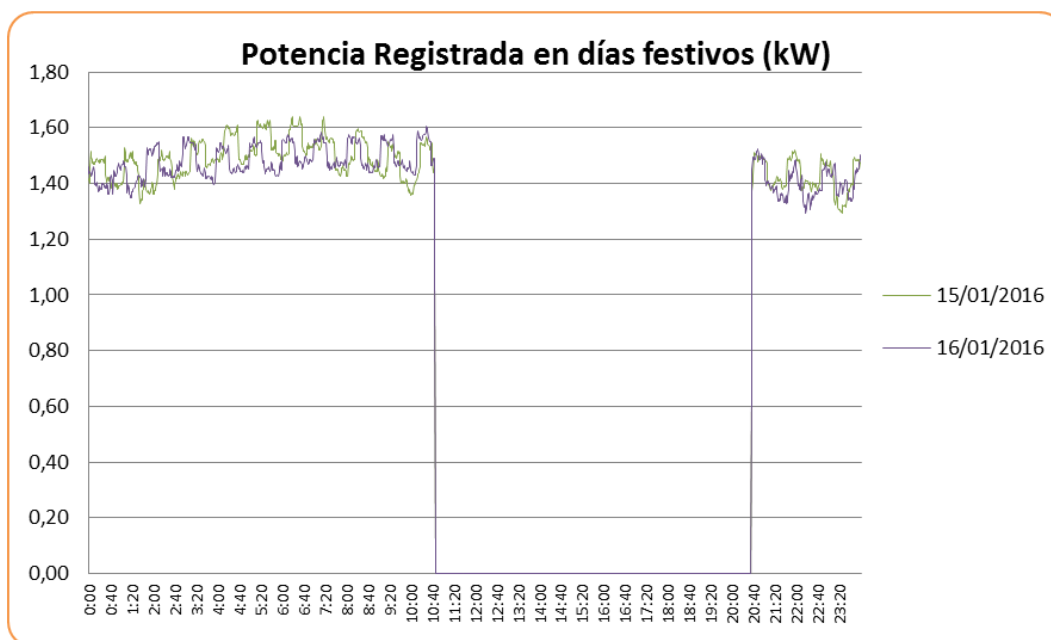
*Gráfico 32 Datos de registro de potencia aparente desde el 13/01/2016 al 20/01/2016*



*Gráfico 33 Factor de potencia trifásico registrado*



*Gráfico 34 Potencia registrada en días lectivos (kW)*

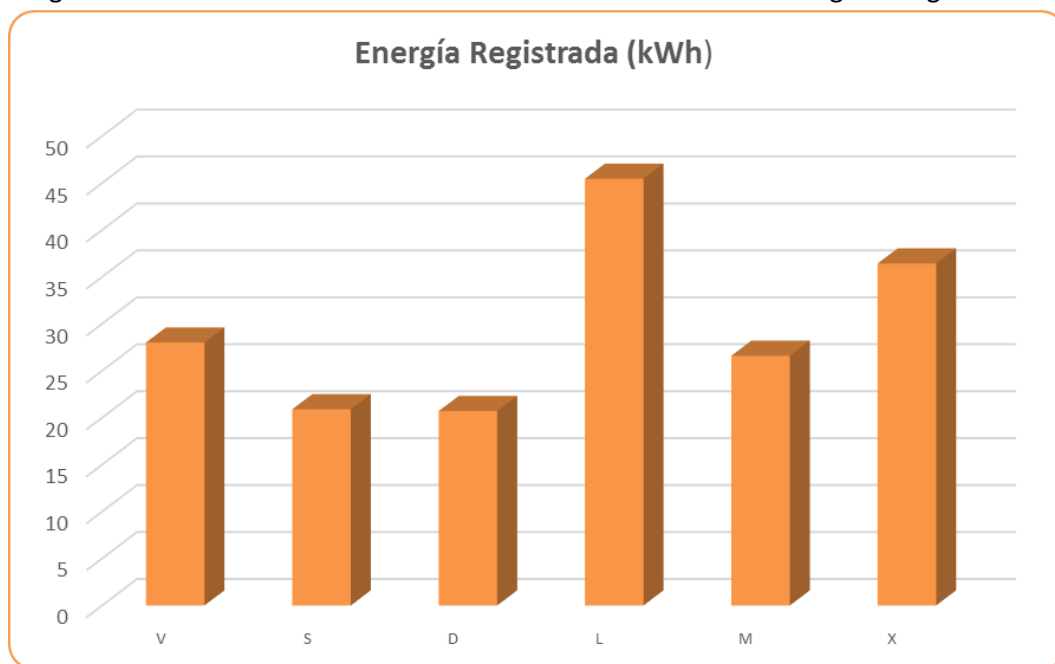


*Gráfico 35 Potencia registrada en días no lectivos (kW)*

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa que en horario de 20:30 a 10:45 existe una demanda de aproximadamente 1,40 kW correspondiente con el alumbrado exterior.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 5,14 kW, y un horario principal de uso entre 11:00 y 16:00.

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



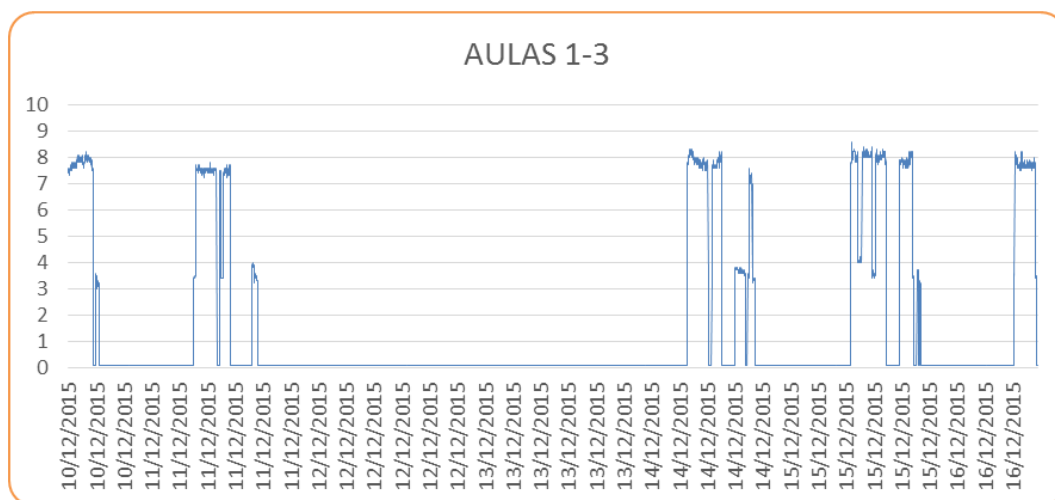
*Gráfico 36 Energía consumida por cada día de la semana*

El valor medio durante los días lectivos es de 34,12kWh y durante los días festivos de 20,81kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 844,76 kWh para el mes de enero.

### 3.1.2 Registros monofásicos

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

#### - Aulas 1-3



*Gráfico 37 Registro de monofásico instalado en las Aulas 1-3*

	AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. SAN PEDRO		1306
			49
			Rev.01

- Aula 5

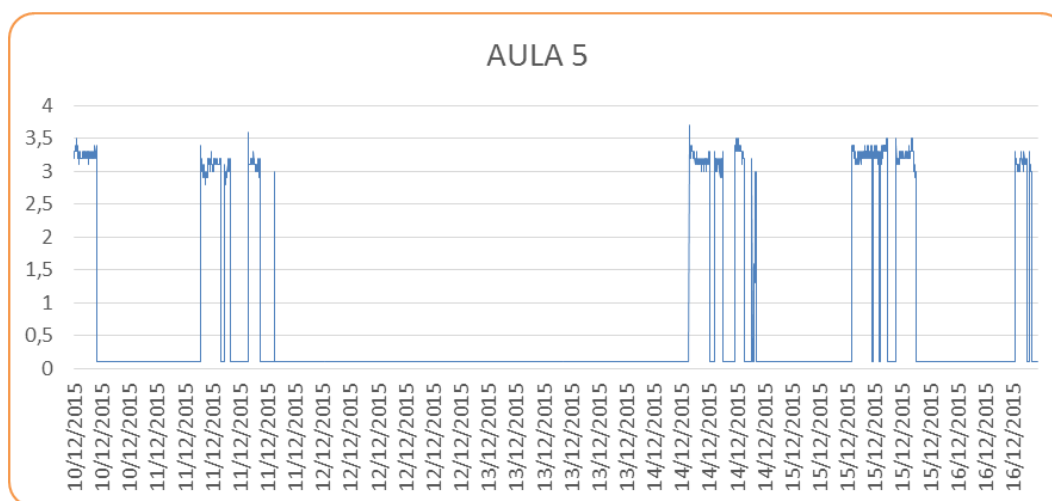


Gráfico 38 Registro de monofásico instalado en el Aula 5

- Dirección – Secretaría



Gráfico 39 Registro de monofásico instalado en los Despachos de Dirección-Secretaría

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

- Aulas 1-3: 5,2 horas (L-V)
- Aula 5: 5,4 horas (L-V)
- Dirección-Secretaría: 7 horas (L-V).

### 3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

Edificio	Planta	Ubicación	Potencia (W)	Área (m <sup>2</sup> )	Iluminancia Media (lux)	Valor s/Norma (lux)	VEEI
Bloque 1	-1	Alumnos 2º ciclo	86	58,50	240	300	0,62*
Bloque 1	-1	Almacén comedor	32	4,00	350	100	2,29
Bloque 1	-1	Biblioteca	691	56,00	318	300	3,88
Bloque 1	-1	Almacen libro	86	5,95	143	100	10,15
Bloque 1	-1	Trastero escalera	40	2,80	580	100	2,46
Bloque 1	-1	Gimnasio	346	81,00	202	200	2,11
Bloque 1	0	Aula 1 3ºC	691	58,50	420	300	2,81
Bloque 1	0	Aula 2 3ºA	691	58,50	350	300	3,38
Bloque 1	0	Aula 3 4ºC	691	58,50	370	300	3,19
Bloque 1	0	Limpieza	43	3,36	165	100	7,79
Bloque 1	0	Pasillo 4	40	2,50	445	150	3,60
Bloque 1	0	Secretaría	130	25,80	127	300	3,96*
Bloque 1	1	Aula 6 6ºA	691	61,60	382	300	2,94
Bloque 1	1	Aula 8 5ºB	691	61,60	588	300	1,91
Bloque 1	1	Aula 9 6ºB	691	61,60	588	300	1,91
Bloque 1	1	Aula 10 5ºC	691	61,60	588	300	1,91
Bloque 1	1	Aula 11 4ºA	691	61,60	588	300	1,91
Bloque 1	1	Sala de profesores P1	518	28,00	570	300	3,25
Bloque 1	0	Sala de profesores vestíb	691	59,50	409	300	2,84
Bloque 1	0	Pasillo 6	43	6,60	250	150	2,62
Bloque 1	1	Aula de apoyo	259	31,50	360	300	2,29
Bloque 2	0	Baño (Casa conserje)	18	4,27	88	150	4,79*
Bloque 2	1	Aula 2ºA	144	46,38	140	300	2,22*
Bloque 3	0	Vestíbulo	60	44,36	420	150	0,32
Bloque 3	0	Aseo niñas	22	17,50	168	150	0,73
Bloque 3	0	Aseo niños	22	14,00	178	150	0,87
Bloque 3	0	Aula 5 años A	518	51,38	386	300	2,61
Bloque 3	0	Aula 5 años B	518	51,38	347	300	2,91
Bloque 4	0	Aseo niñas	60	17,50	86	150	3,99*
Bloque 4	0	Aseo niños	60	14,00	86	150	4,98*
Bloque 4	0	Aula 4 años A	518	62,65	288	300	2,87*
Bloque 4	0	Aula 4 años B	518	62,65	280	300	2,96*

Tabla 9 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

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



### 3.3 Medidas térmicas

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

#### 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

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

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

Tabla 10 Condiciones interiores exigidas por el RITE

#### REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 10/12/2015 y 17/12/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en la zona de recepción-entrada. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

##### - Vestíbulo



Gráfico 40 Registro de temperatura – INVIERNO – Días laborables

### Festivos y fines de semana

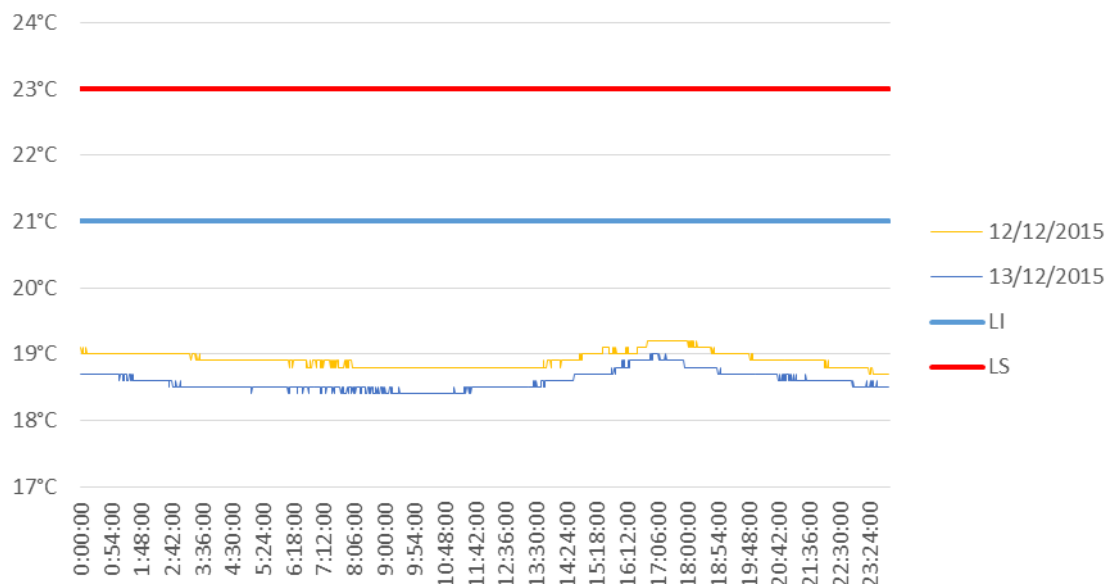


Gráfico 41 Registro de temperatura – INVIERNO – Días festivos

### Días lectivos

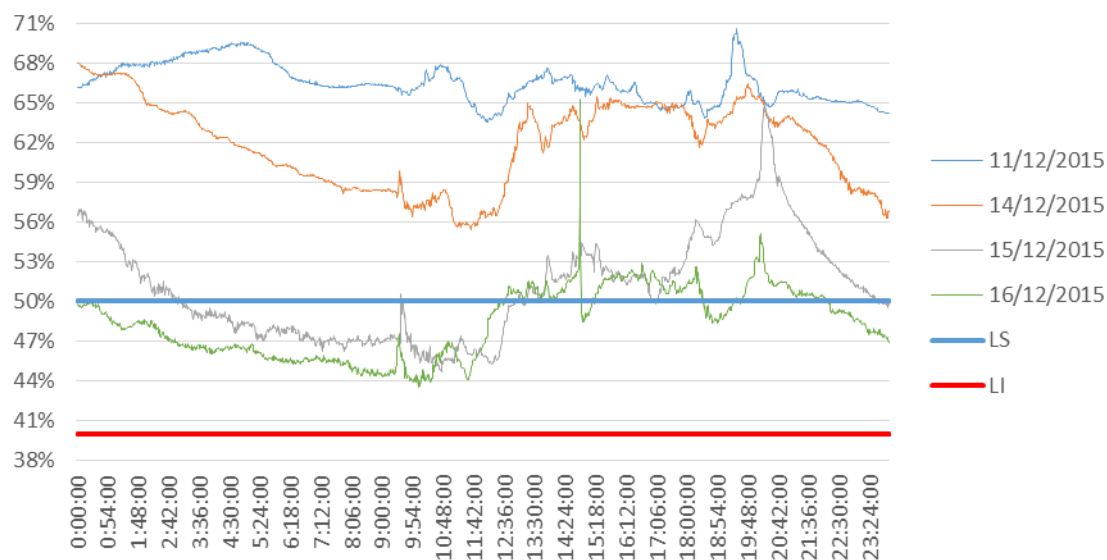
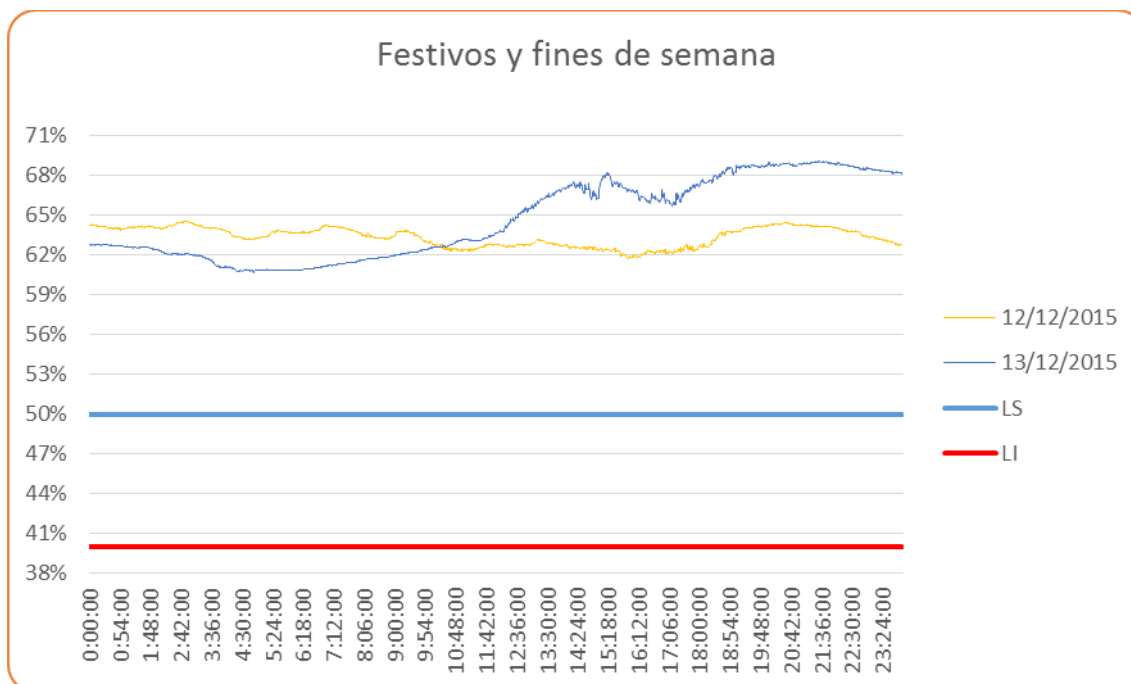


Gráfico 42 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días laborables



*Gráfico 43 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos*

La temperatura registrada sigue la pauta de ocupación del edificio; se mantiene más o menos constante hasta las 10:30, y a partir de este momento comienza a ascender hasta las 14:30 donde alcanza su máximo diario.

Este ascenso de la temperatura se debe, en primer término, a la orientación de este espacio (suroeste) y a la carga de calor latente aportada por los ocupantes.

Las temperaturas registradas se encuentran, en todo momento, por debajo del límite reglamentario de 21°C.

Por otra parte, la apertura y el cierre continuados de las puertas de acceso al centro, acentúan este déficit calorífico. Se recomienda mejorar el control de apertura y cierre de las mismas para limitar este efecto y disminuir las pérdidas de calor.

Sin embargo, durante el fin de semana (días 12 y 13 de diciembre) la temperatura se mantiene uniforme en torno a los 19°C.

La humedad relativa registrada se encuentra, en general, por encima de los valores establecidos en el R.I.T.E.

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

### 3.4 Análisis termográfico

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

#### **4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO**

##### **4.1 Desglose de consumos eléctricos**

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

##### **4.2 Desglose de consumos térmicos**

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

##### **4.3 Contribución de energías renovables**

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

## 5. MEJORAS RECOMENDADAS

### 5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

**Descripción actuación:** Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

#### Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.



*Imagen 7 Tubo LED*

#### Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

#### Precio de la energía

Dada la falta de facturación se desconocen las condiciones económicas de contratación del precio de energía y del término de potencia.

#### Inversión

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

Ahorro energético anual			Ahorro económico			Inversión total	Retorno simple	Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas
kWh	De la mejora	Del edificio	Por energía	Por potencia	Total	€	Años	Ton/año
	%	%	€/año	€/año	€/año			
-	-	-	-	-	-	15.944,95 €	-	-

#### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

## 5.2 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

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

### Descripción de la medida

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

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



*Imagen 8 Detectores de presencia*

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

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

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.



	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

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

#### Aplicación de la mejora

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

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

#### Ahorro energético

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

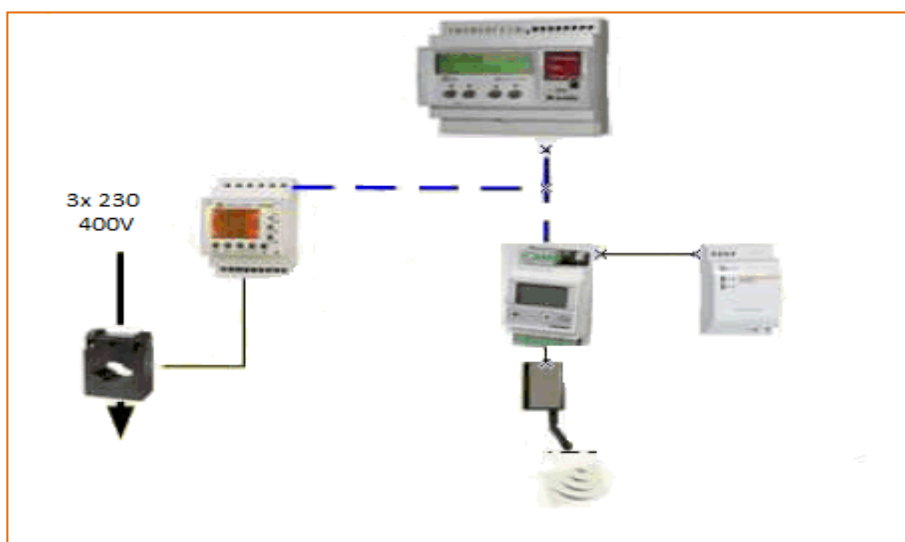
	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	1306
		49
		Rev.01

### 5.3 Implantación de un sistema de monitorización y control

#### Descripción de la mejora

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

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



*Imagen 9 Esquema de sistema de monitorización*

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

#### Aplicación de la mejora

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

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

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

### **Beneficios de la instalación**

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

### **Inversión**

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

## 6. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 6.1 Energía solar térmica

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

### 6.2 Biomasa

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

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

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

Desde el punto de vista de viabilidad económica, junto con las limitaciones de acceso y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

### 6.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

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

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

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

	<b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b> <b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b> <b>C.E.I.P. SAN PEDRO</b>	<b>1306</b>
		<b>49</b>
		<b>Rev.01</b>

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

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.