



## INFORME

# AUDITORÍA ENERGÉTICA

## AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

*Polideportivo Fuente Nueva*

|            |                     |
|------------|---------------------|
| Nº OFERTA  | CO_1306             |
| Nº INFORME | IN_1306_65_20151008 |

| 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.....                              | 5         |
| 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS.....     | 6         |
| 1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor para ACS .....     | 6         |
| 1.4.2 Producción de frío y calor para climatización .....       | 13        |
| 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo .....                     | 18        |
| 1.4.4 Unidades Terminales.....                                  | 21        |
| 1.5 Iluminación.....  | 28        |
| 1.5.1 Iluminación interior .....                                | 29        |
| 1.5.2 Iluminación exterior .....                                | 30        |
| 1.5.3 Sistemas de control .....                                 | 31        |
| 1.5.4 Condiciones de funcionamiento.....                        | 31        |
| 1.6 Otros equipos .....   | 32        |
| 1.7 Resumen de potencias instaladas .....                       | 36        |
| <b>2. CONSUMOS ANUALES.....</b>                                 | <b>37</b> |
| 2.1 Consumos eléctricos .....                                   | 37        |
| 2.2 Consumos térmicos.....                                      | 42        |
| 2.3 Consumos energéticos totales .....                          | 42        |
| 2.4 Índices energéticos.....                                    | 44        |
| 2.4.1 Índices energéticos eléctricos .....                      | 44        |
| 2.4.2 Índices energéticos térmicos.....                         | 45        |
| <b>3. MEDICIONES REALIZADAS .....</b>                           | <b>46</b> |
| 3.1 Medidas eléctricas.....                                     | 46        |
| 3.1.1 Registros trifásicos .....                                | 46        |
| 3.1.2 Registros monofásicos.....                                | 50        |
| 3.2 Medida de nivel de iluminación .....                        | 52        |
| 3.3 Medidas térmicas.....                                       | 53        |
| 3.3.1 Análisis del rendimiento de la combustión.....            | 53        |
| 3.3.2 Registradores de temperatura y humedad.....               | 53        |
| 3.4 Análisis termográfico.....                                  | 57        |
| 3.5 Certificación energética .....                              | 57        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO .....</b>  | <b>58</b> |
| 4.1 Desglose de consumos eléctricos.....  | 58        |
| 4.2 Desglose de consumos térmicos.....  | 60        |
| 4.3 Contribución de energías renovables .....   | 61        |
| <b>5. ACTUACIONES PROPUESTAS .....</b>  | <b>62</b> |
| 5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED .....                         | 62        |
| 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada .....                                      | 64        |
| 5.3 Instalación de batería de condensadores. CUPS ES0031103640124002WX0F .....            | 70        |
| 5.4 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante ..... | 72        |
| <b>6. MEJORAS RECOMENDADAS .....</b>  | <b>81</b> |
| 6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior .....                     | 81        |
| 6.2 Aislamiento de la red de distribución .....   | 83        |
| 6.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante ..... | 89        |
| 6.4 Implantación de un sistema de monitorización y control.....                           | 90        |
| <b>7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>                          | <b>92</b> |
| 7.1 Energía solar térmica.....  | 92        |
| 7.2 Biomasa .....   | 92        |
| 7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo .....  | 92        |
| <b>8. RESUMEN .....</b>   | <b>94</b> |

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

### 1.1 Datos generales del centro

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Denominación del Centro | POLIDEPORTIVO SAN PEDRO DE ALCÁNTARA                |
| Dirección               | CL CASTILLA 3 29670 MARBELLA (MÁLAGA)               |
| Tipo de edificio        | Centro Deportivo                                    |
| Persona de Contacto     | M <sup>º</sup> ISABEL (ADMINISTRATIVA) 952 79 95 08 |
| Número de edificios     | 1   |

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **Polideportivo Fuente Nueva** que se han auditado se encuentran situadas en la **Calle Castilla 3** en la localidad de **San Pedro de Alcántara**.



Imagen 1 Vista general del Polideportivo Fuente Nueva



Imagen 2 Vista aérea Polideportivo Fuente Nueva

| EDIFICIO           | Nº plantas | Superficie Construida. m2 | Nº personas   | Horario                              | Año de construcción | Año última reforma | Reformas realizadas                                      |
|--------------------|------------|---------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--|
| Edificio principal | 2          | 14808                     | 1000 (aprox.) | L-V 8:00 a 24:00<br>S-D 8:00 a 23:00 | 2000                | 2015               | 2011 cambio de cubierta<br>2015 cambio iluminación pista |

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

| EDIFICIO                         | Nº personas | Horario de funcionamiento | Uso            |
|----------------------------------|-------------|---------------------------|----------------|
| Oficinas de recepción            | 3           | De 8:00 a 15:00           | Administración |
| Despacho 7                       | 1           | De 8:00 a 15:00           | Administración |
| Gimnasio pequeño                 | 70          | De 8:00 a 15:00           | Deportivo      |
| Antiguo gimnasio                 | 180         | de 8:00 a 22:00           | Deportivo      |
| Sala de usos múltiples 2         | 25          | de 8:00 a 22:00           | Deportivo      |
| Sala de usos múltiples 1         | 18          | de 8:00 a 22:00           | Deportivo      |
| Bar                              | -           | -                         | Cafetería      |
| Recepción defensor del ciudadano | 3           | 7:15 a 14:15              | Administración |
| Despacho 1                       | 1           | 9:00 a 14:00              | Administración |
| Despacho 2                       | 1           | 9:00 a 14:00              | Administración |
| Despacho 3                       | 1           | 9:00 a 14:00              | Administración |
| Despacho 4                       | 1           | 9:00 a 14:00              | Administración |
| Despacho 5                       | 25          | 9:00 a 14:00              | Administración |
| Despacho 6                       | 25          | 9:00 a 14:00              | Administración |

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

### 1.2 Planos y distribución

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

| USO                    | Planta 0 (m2) | Planta 1 (m2) | Sup. Total (m2) |
|------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| Administrativo         | 207           | --            | 207             |
| Aseos                  | 53            | 37            | 90              |
| Deportivo              | 3.928         | --            | 3.928           |
| No habitable           | 122           | --            | 122             |
| Otros                  | 69            | --            | 69              |
| Usos múltiples         | 230           | --            | 230             |
| Vestuarios             | 248           | --            | 248             |
| Zonas comunes          | 815           | 335           | 1.150           |
| <b>Sup. Total (m2)</b> | <b>5.673</b>  | <b>372</b>    | <b>6.045</b>    |

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a fines deportivos abarca el 65% 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 19%.

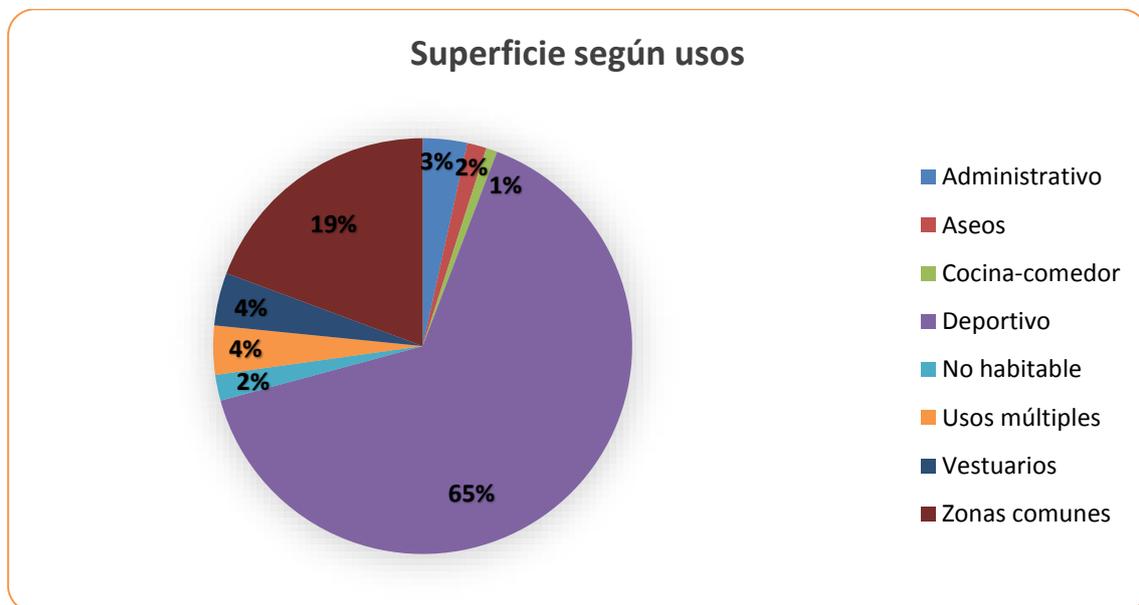
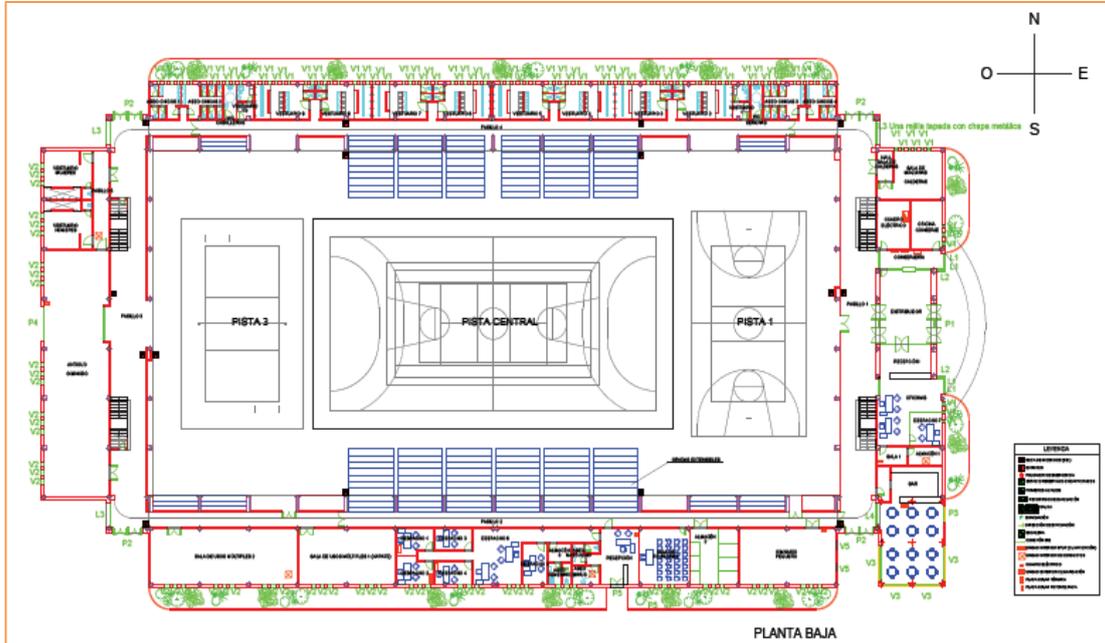
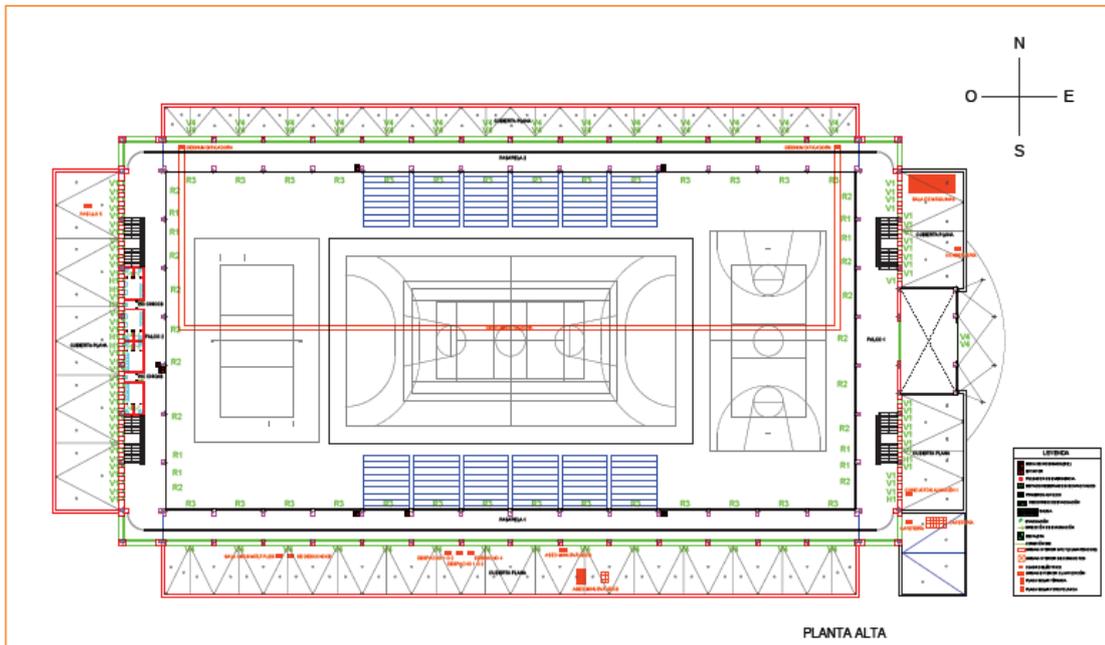


Gráfico 1 Superficie según Usos

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



*Plano 1 Planta Baja*



*Plano 2 Planta Primera*

### 1.3 Envoltente y cerramientos

En 1977 el gobierno decidió crear un marco unificado para toda la normativa relacionada con la edificación; es así como las normas MV se transformaron en las Normas Básicas de la Edificación (NBE).

Como desarrollo operativo de dichas normas, se elaboraron las Normas Tecnológicas de la Edificación, con especificaciones sin carácter de obligado cumplimiento.

Las normas que regulaban la envoltente térmica y los cerramientos eran:

NBE CA: Condiciones acústicas.

NBE CPI: Protección contra incendios.

NBE CT: Condiciones térmicas.

NBE FL: Muros resistentes de fábrica.

NBE QB: Impermeabilización de cubiertas.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en el 2000; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas Normas Básicas de la Edificación.

El Polideportivo Fuente Nueva es un complejo deportivo que consta de instalaciones cubiertas y de pistas al aire libre. Estas primeras se encuentran reunidas en un único edificio, que ha sufrido dos reformas.

En 2011 se cambió toda la cubierta por una carpa, se instaló un control automático de lamas horizontales en los cerramientos superiores de todo el perímetro del edificio, de las cuales, más de la mitad están rotas en la actualidad y se puso suelo de parqué en las pistas. Además e llevó a cabo la instalación de un sistema de deshumidificación. En 2015 se cambiaron las luminarias de las pistas.

Las fachadas del pabellón están formadas por bloques de piedra y posee una cubierta semiesférica.

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



*Imagen 3 Diferentes tipos de carpintería exterior*

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

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

La climatización de este centro, tanto el servicio de calefacción como el de refrigeración, se lleva a cabo mediante sistemas tipo bomba de calor de expansión directa con unidades exteriores ubicadas cubierta y unidades interiores de diferentes tipologías (pared, techo y conductos). Se trata de equipos autónomos tipo split 1x1.

La central de producción térmica se encuentra ubicada en la sala de calderas de la planta baja del edificio y funciona como apoyo a la generación de ACS de los vestuarios y aseos, que se lleva a cabo mediante una instalación de energía solar térmica compuesta por 5 captadores planos. Existe otra instalación solar térmica para dar servicio al ACS de los aseos de la oficina del defensor del menor mediante un termosifón compuesto por un captador plano, aunque actualmente se encuentra fuera de servicio.

La producción - acumulación de agua caliente sanitaria se complementa de forma local mediante un termo acumulador eléctrico ubicado en los aseos de la oficina del defensor del menor.

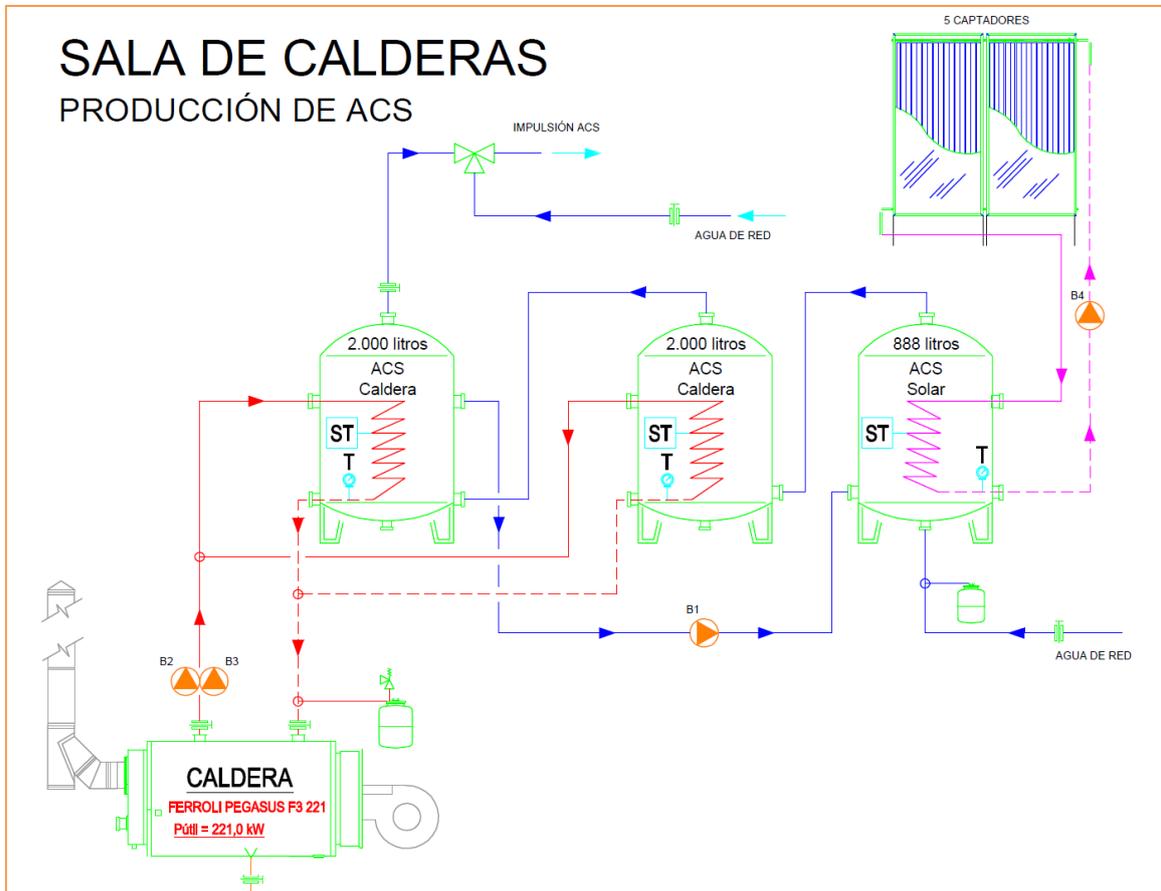
##### 1.4.1 Sala de calderas - Producción de calor para ACS

A continuación se describen las características de los equipos generadores de calor existentes en el centro:

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Nº generador</b>                    | <b>Tipo 1</b>      |
| <b>Generador</b>                       | <b>Caldera</b>     |
| <b>Zona de tratamiento</b>             | Vestuarios y aseos |
| <b>Servicio</b>                        | <b>ACS</b>         |
| <b>Combustible</b>                     | <b>GLP</b>         |
| <b>Tipo</b>                            | <b>Estándar</b>    |
| <b>Marca</b>                           | FERROLI            |
| <b>Modelo</b>                          | PEGASUS F3 221     |
| <b>Potencia útil nominal (kWt)</b>     | <b>221,00</b>      |
| <b>Tipo quemador</b>                   | Atmosférico        |
| <b>Sistema de gestión centralizado</b> | No                 |
| <b>Control - encendido / apagado</b>   | Manual             |
| <b>días/semana</b>                     | L-D                |
| <b>horario funcionamiento/día</b>      | 8:00-22:00         |

Tabla 5 Características central de producción de calor – Sala de calderas

A continuación se muestra el esquema de principio con la distribución actual de la central de producción térmica para la producción de ACS de los vestuarios y aseos:



*Imagen 4 Esquema de principio de sala de calderas – Producción de ACS*

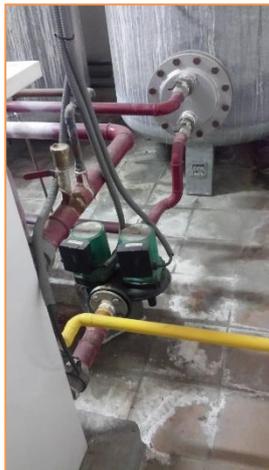
Las imágenes de la sala de calderas se muestran a continuación:



*Imagen 5 Sala de calderas – Caldera atmosférica*



*Imagen 6 Sala de calderas – Placa de características y cuadro eléctrico y de control*



*Imagen 7 Sala de calderas – Distribución térmica – Primario de ACS*



*Imagen 8 Sala de calderas – Acumulación de ACS – Producción desde caldera*



*Imagen 9 Sala de calderas – Acumulación de ACS – Solar térmica*

Tal y como está reflejado en el esquema de principio anterior y se puede observar en las imágenes, la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para los vestuarios y los aseos se lleva a cabo mediante una instalación solar térmica compuesta por 5 captadores solares planos que acumulan la energía térmica en un depósito acumulador de 888 litros de capacidad, con apoyo de la central térmica que genera el ACS en dos inter-acumuladores de 2.000 litros de capacidad cada uno conectados en serie entre sí y con el depósito solar.

A continuación se resumen las características de la instalación solar térmica:

| Tipo                    | Instalación con interacumulador                                   |                       |
|-------------------------|---|-----------------------|
| Servicio                | ACS   |                       |
| Captadores              | Nº  | 5                     |
|                         | Tipo  | Plano                 |
|                         | Marca   | Ariston thermo S.p.a. |
|                         | Modelo  | KAIROS CF 2,0         |
|                         | Superficie bruta (m2)   | 2,01                  |
|                         | Superficie de apertura (m2)                                       | 1,74                  |
|                         | Inclinación   | 40,6                  |
|                         | Orientación   | Sur                   |
| Intercambiador de calor | Tipo  | Serpentín en depósito |
| Acumulación solar       | Depósito 1 (litros)   | 888,00                |
|                         | Total (litros)  | 888,00                |
| Observaciones           | Energía auxiliar: Caldera tipo 1. Instalación en sala de calderas |                       |

Tabla 6 Características instalación solar térmica 1



Imagen 10 Instalación solar térmica 1 – Captadores



Imagen 11 Instalación solar térmica 1 – Depósito de acumulación solar (888 litros) y circuito primario solar

A continuación se resumen las características de la instalación de apoyo para producción de ACS, cuya central de producción es la caldera descrita anteriormente:

| Número                          | Tipo 1             |
|---------------------------------|--------------------|
| Producción de calor             | Caldera individual |
| Edificio                        | Edificio principal |
| Zona de suministro              | Vestuarios y aseos |
| Nº generador                    | Tipo 1             |
| Volumen de acumulación 1        | 2.000              |
| Volumen de acumulación 2        | 2.000              |
| Volumen Acumulación total       | 4.000              |
| Temperatura de acumulación (°C) | 65                 |
| Tipo intercambiador de calor    | Interacumulador    |
| Circuito recirculación          | No                 |
| Solar térmica                   | Si                 |
| Número de captadores            | 5                  |
| Volumen de acumulación solar    | 888                |

Tabla 7 Características instalación de apoyo para generación de ACS



Imagen 12 Instalación de apoyo para generación de ACS – Acumuladores de calor (2.000 + 2.000 litros)

Por otra parte, existe una segunda instalación solar térmica mediante termosifón que alimenta los aseos de las oficinas del defensor del ciudadano. A continuación se muestran las características técnicas de la misma:

| Tipo       | Termosifón                  |                       |
|------------|-----------------------------|-----------------------|
| Servicio   | ACS                         |                       |
| Captadores | Nº                          | 1                     |
|            | Tipo                        | Plano                 |
|            | Marca                       | Ariston thermo S.p.a. |
|            | Modelo                      | COLLECTORE TOP        |
|            | Superficie bruta (m2)       | 2                     |
|            | Superficie de apertura (m2) | 1,76                  |
|            | Inclinación                 | 37°                   |

| Tipo                    | Termosifón   |              |
|-------------------------|--|--------------|
|                         | Orientación  | Sur          |
| Intercambiador de calor | Tipo   | Doble camisa |
| Acumulación solar       | Depósito 1 (litros)  | 195,00       |
|                         | Total (litros)   | 195,00       |
| Observaciones           | Energía auxiliar: Termo eléctrico 50 litros en oficinas del defensor del menor. <b>Está fuera de servicio.</b> |              |

*Tabla 8 Características instalación solar térmica 2*



*Imagen 13 Instalación solar térmica 2 – Termosifón – Oficinas del defensor del menor*

A continuación se resumen las características del termo-acumulador eléctrico para la producción-acumulación de ACS de los aseos de la oficina del defensor del menor, que se utiliza como energía auxiliar de la instalación solar térmica 2, aunque actualmente dicha instalación solar térmica se encuentra fuera de servicio:

| Edificio           | Planta | Zona  | Potencia eléctrica (kW) | Capacidad (litros) | Observaciones |
|--------------------|--------|---|-------------------------|--------------------|---------------|
| Edificio principal | 0      | Aseo minusválidos (oficinas del defensor del ciudadano) | 1,00                    | 50                 | En servicio   |

*Tabla 9 Características producción-acumulación local de ACS*



*Imagen 14 Termo acumulador eléctrico – Aseos oficinas defensor del menor*

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

#### 1.4.2 Producción de frío y calor para climatización

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

| Nº generador                    | 1                              | 2                              | 3                              | 4                              |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Generador                       | Unidad exterior - Split        |
| Edificio                        | Edificio principal             | Edificio principal             | Edificio principal             | Edificio principal             |
| Planta                          | 1                              | 1                              | 1                              | 1                              |
| Ubicación equipo                | Cubierta Oeste                 | Cubierta Sur                   | Cubierta Sur                   | Cubierta Sur                   |
| Zona de tratamiento             | Antiguo gimnasio               | Sala de usos múltiples 2       | Sala de usos múltiples 1       | Despacho 1                     |
| Servicio                        | Calefacción y refrigeración    | Calefacción y refrigeración    | Calefacción y refrigeración    | Calefacción y refrigeración    |
| Combustible                     | Electricidad                   | Electricidad                   | Electricidad                   | Electricidad                   |
| Tipo funcionamiento             | Aire-Aire                      | Aire-Aire                      | Aire-Aire                      | Aire-Aire                      |
| Condensación / Evaporación      | Aire                           | Aire                           | Aire                           | Aire                           |
| Tecnología                      | Compresor Scroll               | Compresor Scroll               | Compresor Scroll               | Compresor Scroll               |
| Marca                           | Climaveneta                    | Climaveneta                    | Climaveneta                    | Airteco                        |
| Modelo                          | PUN 0202                       | HED/ 0101-0121 B               | MP 95                          | LS1269YPA                      |
| Refrigerante                    | R22                            | R22                            | R22                            | R22                            |
| Unidad interior tipo            | Conductos                      | Conductos                      | Conductos                      | Pared                          |
| Potencia Frigorífica (kW)       | 57,00                          | 35,00                          | 17,00                          | 3,52                           |
| Potencia Absorbida Frío (kW)    | 21,24                          | 13,04                          | 7,20                           | 1,18                           |
| EER                             | 2,68                           | 2,68                           | 2,36                           | 2,98                           |
| Potencia Calorífica (kW)        | 64,90                          | 41,30                          | 18,70                          | 3,64                           |
| Potencia Absorbida Calor (kW)   | 21,02                          | 13,38                          | 7,20                           | 1,19                           |
| COP                             | 3,09                           | 3,09                           | 2,60                           | 3,06                           |
| Mes inicio calefacción          | Noviembre                      | Noviembre                      | Noviembre                      | Noviembre                      |
| Mes final calefacción           | Marzo                          | Marzo                          | Marzo                          | Marzo                          |
| Mes inicio refrigeración        | Mayo                           | Mayo                           | Mayo                           | Mayo                           |
| Mes final refrigeración         | Septiembre                     | Septiembre                     | Septiembre                     | Septiembre                     |
| días/semana                     | L-D                            | L-D                            | L-D                            | L-V                            |
| horario funcionamiento (mañana) | 8:00-15:00                     | 8:00-15:00                     | 8:00-15:00                     | 9:00 a 14:00                   |
| horario funcionamiento (tarde)  | 15:00-22:00                    | 15:00-22:00                    | 15:00-22:00                    | No se usa                      |
| Sistema de gestión centralizado | No                             | No                             | No                             | No                             |
| Control - encendido / apagado   | Control termostático por zonas |

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

| Nº generador                    | 5                              | 6                              | 7   | 8                              |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| Generador                       | Unidad exterior - Split        | Unidad exterior - Split        | Unidad exterior - Split                     | Unidad exterior - Split        |
| Edificio                        | Edificio principal             | Edificio principal             | Edificio principal                          | Edificio principal             |
| Planta                          | 1                              | 1                              | 1   | 1                              |
| Ubicación equipo                | Cubierta Sur                   | Cubierta Sur                   | Cubierta Sur                                | Cubierta Este                  |
| Zona de tratamiento             | Despacho 2                     | Despacho 4                     | Recepción, despacho 6, almacén y despacho 3 | Bar                            |
| Servicio                        | Calefacción y refrigeración    | Calefacción y refrigeración    | Calefacción y refrigeración                 | Calefacción y refrigeración    |
| Combustible                     | Electricidad                   | Electricidad                   | Electricidad                                | Electricidad                   |
| Tipo funcionamiento             | Aire-Aire                      | Aire-Aire                      | Aire-Aire                                   | Aire-Aire                      |
| Condensación / Evaporación      | Aire                           | Aire                           | Aire  | Aire                           |
| Tecnología                      | Compresor Scroll               | Compresor Scroll               | Compresor Scroll                            | Compresor Scroll Inverter      |
| Marca                           | Airteco                        | Airteco                        | Climaveneta                                 | Ferrolli                       |
| Modelo                          | LS1269YPA                      | LS1269YPA                      | HED/ 0101-0121 B                            | UE UNIVERSAL 36000-2 PC7       |
| Refrigerante                    | R22                            | R22                            | R-22  | R-407C                         |
| Unidad interior tipo            | Pared                          | Pared                          | Conductos                                   | Techo                          |
| Potencia Frigorífica (kW)       | 3,52                           | 3,52                           | 35,00                                       | 10,55                          |
| Potencia Absorbida Frío (kW)    | 1,18                           | 1,18                           | 13,04                                       | 4,60                           |
| EER                             | 2,98                           | 2,98                           | 2,68  | 2,29                           |
| Potencia Calorífica (kW)        | 3,64                           | 3,64                           | 41,30                                       | 11,72                          |
| Potencia Absorbida Calor (kW)   | 1,19                           | 1,19                           | 13,38                                       | 4,80                           |
| COP                             | 3,06                           | 3,06                           | 3,09  | 2,44                           |
| Mes inicio calefacción          | Noviembre                      | Noviembre                      | Noviembre                                   | Noviembre                      |
| Mes final calefacción           | Marzo                          | Marzo                          | Marzo                                       | Marzo                          |
| Mes inicio refrigeración        | Mayo                           | Mayo                           | Mayo  | Mayo                           |
| Mes final refrigeración         | Septiembre                     | Septiembre                     | Septiembre                                  | Septiembre                     |
| días/semana                     | L-V                            | L-V                            | L-V   | L-D                            |
| horario funcionamiento (mañana) | 9:00 a 14:00                   | 9:00 a 14:00                   | 7:15 a 14:15                                | 0                              |
| horario funcionamiento (tarde)  | No se usa                      | No se usa                      | No se usa                                   | 0                              |
| Sistema de gestión centralizado | No                             | No                             | No  | No                             |
| Control - encendido / apagado   | Control termostático por zonas | Control termostático por zonas | Control termostático por zonas              | Control termostático por zonas |

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

| Nº generador                    | 9                              | 10                             | 11                      | 12                      |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Generador                       | Unidad exterior - Split        | Unidad exterior - Split        | Deshumectadora portátil | Deshumectadora portátil |
| Edificio                        | Edificio principal             | Edificio principal             | Edificio principal      | Edificio principal      |
| Planta                          | 1                              | 1                              | 0                       | 0                       |
| Ubicación equipo                | Cubierta Este                  | Cubierta Este                  | Sala de reuniones       | Almacén 1               |
| Zona de tratamiento             | Oficinas recepción             | Conserjería                    | Sala de reuniones       | Almacén 1               |
| Servicio                        | Calefacción y refrigeración    | Calefacción y refrigeración    | Refrigeración           | Refrigeración           |
| Combustible                     | Electricidad                   | Electricidad                   | Electricidad            | Electricidad            |
| Tipo funcionamiento             | Aire-Aire                      | Aire-Aire                      | Aire-Aire               | Aire-Aire               |
| Condensación / Evaporación      | Aire                           | Aire                           | Aire                    | Aire                    |
| Tecnología                      | Compresor Scroll               | Compresor Scroll               | Compresor Scroll        | Compresor Scroll        |
| Marca                           | Climaveneta                    | Airteco                        | ORBEGOZO                | ORBEGOZO                |
| Modelo                          | MP 95                          | LS1269YPA                      | ADR 35                  | ADR 35                  |
| Refrigerante                    | R22                            | R22                            | R410a                   | R410a                   |
| Unidad interior tipo            | Conductos                      | Pared                          | Consola                 | Consola                 |
| Potencia Frigorífica (kW)       | 17,00                          | 3,52                           | 3,50                    | 3,50                    |
| Potencia Absorbida Frío (kW)    | 7,20                           | 1,18                           | 1,10                    | 1,10                    |
| EER                             | 2,36                           | 2,98                           | 3,18                    | 3,18                    |
| Potencia Calorífica (kW)        | 18,70                          | 3,64                           | -                       | -                       |
| Potencia Absorbida Calor (kW)   | 7,20                           | 1,19                           | -                       | -                       |
| COP                             | 2,60                           | 3,06                           | -                       | -                       |
| Mes inicio calefacción          | Noviembre                      | Noviembre                      | -                       | -                       |
| Mes final calefacción           | Marzo                          | Marzo                          | -                       | -                       |
| Mes inicio refrigeración        | Mayo                           | Mayo                           | Mayo                    | Mayo                    |
| Mes final refrigeración         | Septiembre                     | Septiembre                     | Septiembre              | Septiembre              |
| días/semana                     | L-D                            | L-V                            | L-D                     | L-D                     |
| horario funcionamiento (mañana) | No se usa                      | 9:00 a 14:00                   | Según ocupación         | Según ocupación         |
| horario funcionamiento (tarde)  | No se usa                      | No se usa                      | Según ocupación         | Según ocupación         |
| Sistema de gestión centralizado | No                             | No                             | No                      | No                      |
| Control - encendido / apagado   | Control termostático por zonas | Control termostático por zonas | Manual                  | Manual                  |
| Observaciones                   | Fuera de servicio              | -                              | -                       | Fuera de servicio       |

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



*Imagen 15 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Gimnasio antiguo*



*Imagen 16 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Sala de usos múltiples 1 y 2*



*Imagen 17 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Despachos 1, 2 y 4*



*Imagen 18 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Conserjería*



*Imagen 19 Equipos de producción de frío y calor para climatización – Bar*

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

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| <b>Calefacción</b>   | <b>211,18 kW</b> |
| <b>Refrigeración</b> | <b>192,63 kW</b> |

*Tabla 13 Resumen potencia térmica total instalada en equipos frigoríficos*

### 1.4.3 Distribución - Grupos de bombeo

A continuación se resumen los grupos de bombeo existentes en el centro:

| Nº bomba                    | 1                                  | 2                       | 3                      |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Circuito                    | Producción de calor - Primario ACS | Bomba recirculación ACS | Primario solar térmica |
| Edificio                    | Edificio principal                 | Edificio principal      | Edificio principal     |
| Ubicación                   | Sala de calderas                   | Sala de calderas        | Sala de calderas       |
| Denominación                | B2-B3                              | B1                      | B4                     |
| Tipo                        | Rótor húmedo - doble               | Rótor húmedo - simple   | Rótor húmedo - simple  |
| Marca                       | WILO                               | ROCA                    | -                      |
| Modelo                      | TOP-SD40/10                        | SB-50XA                 | -                      |
| Variador de frecuencia      | NO                                 | No                      | NO                     |
| Caudal (l/h)                | 3.000-18.000                       | 1.000-5.000             | -                      |
| Presión disponible (m.c.a.) | 1,0-9                              | 1-5,5                   | -                      |
| Potencia abs (kW)           | 0,585                              | 0,119                   | 0,08                   |

Tabla 14 Características grupos de bombeo

| Nº bomba                    | 4                               | 5                               | 6                          | 7                          |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Circuito                    | Grupo de presión agua sanitaria | Grupo de presión agua sanitaria | Grupo de presión incendios | Grupo de presión incendios |
| Edificio                    | Edificio principal              | Edificio principal              | Edificio principal         | Edificio principal         |
| Ubicación                   | Sala de calderas                | Sala de calderas                | Sala de calderas           | Sala de calderas           |
| Denominación                | B5                              | B6                              | B7                         | B8                         |
| Tipo                        | Rótor seco - simple             | Rótor seco - simple             | Rótor seco - simple        | Rótor seco - simple        |
| Marca                       | ESPA                            | ESPA                            | ESPA                       | ESPA                       |
| Modelo                      | VE121                           | VE121                           | MULTI30 6                  | VE121 5                    |
| Variador de frecuencia      | NO                              | NO                              | NO                         | NO                         |
| Caudal (l/h)                | 6.000-30.000                    | 6.000-30.000                    | 3000-9.300                 | 6.000-30.000               |
| Presión disponible (m.c.a.) | 30-80                           | 30-80                           | 75-30                      | 80-30                      |
| Potencia abs (kW)           | 5,50                            | 5,50                            | 2,70                       | 5,50                       |

Tabla 15 Características grupos de bombeo

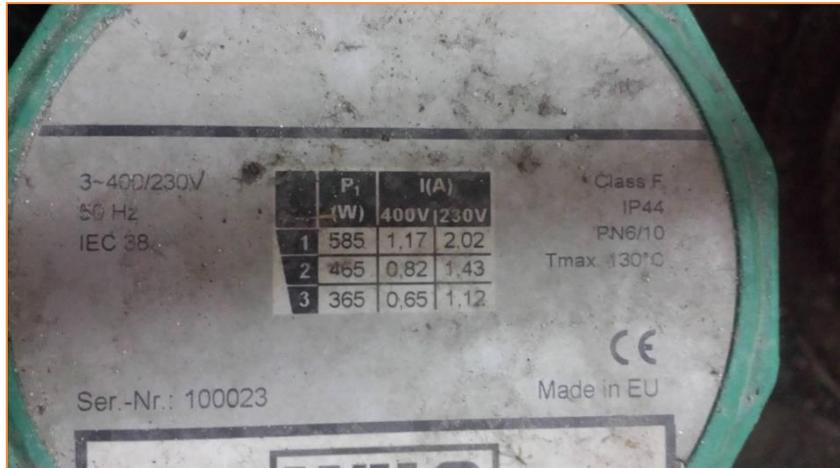
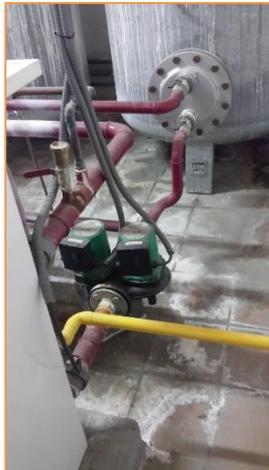


Imagen 20 Grupos de bombeo – **Primario ACS – B2-B3**



Imagen 21 Grupos de bombeo – **Bomba de recirculación ACS – B1**



Imagen 22 Grupos de bombeo – **Primario solar térmica – B4**



*Imagen 23 Grupos de bombeo – Grupo de presión agua sanitaria – B5-B6*



*Imagen 24 Grupos de bombeo – Grupo de presión PCI – B7-B8*

#### 1.4.4 Unidades Terminales

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

##### Unidades interiores – Expansión directa

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

En este caso, no ha sido posible definir las características técnicas de todas las unidades interiores de que consta el centro al encontrarse ubicadas en el interior de los falsos techos y/o sin un acceso claro. Aun así, al tratarse de sistemas de climatización partidos (tipo split 1x1), las características técnicas de la unidad interior en el apartado térmico coincidirán con las de la exterior correspondiente y están recogidas en el apartado anterior. Por otra parte, el consumo eléctrico derivado de las unidades interiores se debe únicamente al ventilador de impulsión y en la mayoría de los casos están alimentadas eléctricamente desde el propio equipo exterior, por lo que su consumo eléctrico ya está incluido en el mismo.

| Característica                 | 1                           | 2                        | 3                           | 4                           | 5                           |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Unidad terminal                | Unidad interior - Split     | Deshumectador a portátil | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     |
| Tipo                           | Pared                       | Consola                  | Conductos                   | Conductos                   | Conductos                   |
| Servicio                       | Calefacción y refrigeración | Refrigeración            | Calefacción y refrigeración | Calefacción y refrigeración | Calefacción y refrigeración |
| Edificio                       | Unidad interior - Split     | Deshumectador a portátil | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     |
| Planta                         | 0                           | 0                        | 0                           | 0                           | 0                           |
| Zona de tratamiento            | Conserjería                 | Sala de reuniones        | Sala de usos múltiples 1    | Sala de usos múltiples 2    | Oficinas recepción          |
| Marca                          | AIRTECO                     | ORBEGOZO                 | CLIMAVENETA                 | CLIMAVENETA                 | CLIMAVENETA                 |
| Modelo                         | LS1269YPA                   | ADR 35                   | MP 95                       | HED/N 0101-0121 B           | HED-HEN 95                  |
| Cantidad                       | 1                           | 1                        | 1                           | 1                           | 1                           |
| Unidad exterior                | Tipo 10                     | -                        | Tipo 3                      | Tipo 2                      | Tipo 9                      |
| Batería calor                  | R-22                        | -                        | R-22                        | R-22                        | R-22                        |
| Pot. Calorífica Unitaria (kW)  | 3,64                        | -                        | 18,70                       | 41,30                       | 18,70                       |
| Batería frío                   | R-22                        | R-410a                   | R-22                        | R-22                        | R-22                        |
| Pot. Frigorífica Unitaria (kW) | 3,62                        | 3,50                     | 17,00                       | 35,00                       | 17,00                       |
| Pot. Abs. (kW)                 | 0,10                        | 1,10                     | 0,90                        | 2,24                        | 0,90                        |
| Tipo control                   | Termostato por usuario      | Usuario                  | Termostato por usuario      | Termostato por usuario      | Termostato por usuario      |
| Observaciones                  | -                           | -                        | -                           | -                           | Fuera de servicio           |

Tabla 16 Características técnicas de **unidades interiores** instaladas

| Característica                 | 6                       | 7                           | 8                                | 9                           | 10                          |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Unidad terminal                | Deshumectadora portátil | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split          | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     |
| Tipo                           | Consola                 | Conductos                   | Conductos                        | Pared                       | Pared                       |
| Servicio                       | Refrigeración           | Calefacción y refrigeración | Calefacción y refrigeración      | Calefacción y refrigeración | Calefacción y refrigeración |
| Edificio                       | Deshumectadora portátil | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split          | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     |
| Planta                         | 0                       | 0                           | 0                                | 0                           | 0                           |
| Zona de tratamiento            | Almacén 1               | Gimnasio Antiguo            | Recepción defensor del ciudadano | Despacho 4                  | Despacho 2                  |
| Marca                          | ORBEGOZO                | CLIMAVENETA                 | CLIMAVENETA                      | Airteco                     | Airteco                     |
| Modelo                         | ADR 35                  | PUN 0202                    | HED/N 0101-0121 B                | LS1269YPA                   | LS1269YPA                   |
| Cantidad                       | 1                       | 1                           | 1                                | 1                           | 1                           |
| Alimentación                   | -                       | Tipo 1                      | Tipo 7                           | Tipo 6                      | Tipo 5                      |
| Batería calor                  | -                       | R-22                        | R-22                             | R-22                        | R-22                        |
| Pot. Calorífica Unitaria (kW)  | -                       | 64,90                       | 41,30                            | 3,64                        | 3,64                        |
| Batería frío                   | R-410a                  | R-22                        | R-22                             | R-22                        | R-22                        |
| Pot. Frigorífica Unitaria (kW) | 3,50                    | 57,00                       | 35,00                            | 3,52                        | 3,52                        |
| Pot. Abs. (kW)                 | 1,40                    | 1,20                        | 2,24                             | 0,05                        | 0,05                        |
| Tipo control                   | Usuario                 | Termostato por usuario      | Termostato por usuario           | Termostato por usuario      | Termostato por usuario      |
| Observaciones                  | Fuera de servicio       | -                           | -                                | -                           | -                           |

*Tabla 17 Características técnicas de unidades interiores instaladas*

| Característica                 | 11                          | 12                          |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Unidad terminal                | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     |
| Tipo                           | Pared                       | Techo                       |
| Servicio                       | Calefacción y refrigeración | Calefacción y refrigeración |
| Edificio                       | Unidad interior - Split     | Unidad interior - Split     |
| Planta                         | 0                           | 0                           |
| Zona de tratamiento            | Despacho 1                  | Bar                         |
| Marca                          | Airteco                     | Ferrolli                    |
| Modelo                         | LS1269YPA                   | UE UNIVERSAL 36000-2 PC7    |
| Cantidad                       | 1                           | 1                           |
| Alimentación                   | Tipo 4                      | Tipo 8                      |
| Batería calor                  | R-22                        | R-407C                      |
| Pot. Calorífica Unitaria (kW)  | 3,64                        | 11,72                       |
| Batería frío                   | R-22                        | R-407C                      |
| Pot. Frigorífica Unitaria (kW) | 3,52                        | 10,55                       |
| Pot. Abs. (kW)                 | 0,05                        | 0,10                        |
| Tipo control                   | Termostato por usuario      | Termostato por usuario      |
| Observaciones                  | -                           | -                           |

*Tabla 18 Características técnicas de unidades interiores instaladas*



*Imagen 25 Tipología de unidades interiores instaladas – De pared – Conserjería y despacho*



*Imagen 26 Tipología de unidades interiores instaladas – De techo – Conserjería y despacho*



*Imagen 27 Tipología de unidades interiores instaladas – De conductos – Sala de usos múltiples 2*



*Imagen 28 Tipología de unidades interiores instaladas – Elementos de difusión – Rotacionales*



Imagen 29 Tipología de **unidades interiores** instaladas – **Elementos de difusión y elementos de control**

### UTAs - Unidades de tratamiento de aire

Las pistas deportivas interiores constan de un sistema de ventilación mecánica compuesto de una caja de ventilación que aspira desde un conductor circular ubicado en la zona superior.

| Nº                           | Tipo 1             |
|------------------------------|--------------------|
| Tipo                         | <b>Extractor</b>   |
| Servicio                     | Ventilación        |
| Edificio                     | Edificio principal |
| Planta                       | 0                  |
| Zona de tratamiento          | <b>Pistas</b>      |
| Marca                        | Soler & Palau      |
| Modelo                       | CVTT 20/20         |
| Año de instalación           | 2011               |
| Ventilador de impulsión - VF | No                 |
| Potencia abs (kW)            | 7,50               |

Tabla 19 Características técnicas de **UTAs** instaladas – **Extractor**



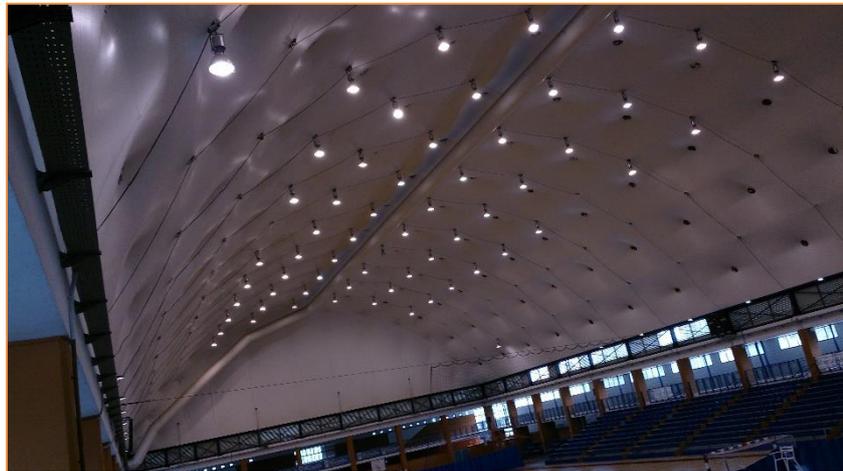
Imagen 30 Tipología de **UTAs** instaladas – **Sistema de extracción de pistas -Ubicación extractor**



*Imagen 31 Tipología de UTAs instaladas – Sistema de extracción de pistas - Extractor*



*Imagen 32 Tipología de UTAs instaladas*



*Imagen 33 Tipología de UTAs instaladas*

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

| Zona           | Superficie Calefactada (m2) | Pot. Calorífica (kW) | Ratio (W/m2)  |
|----------------|-----------------------------|----------------------|---------------|
| Administrativo | 211,22                      | 70,92                | 335,76        |
| Deportivo      | 223,59                      | 64,90                | 290,26        |
| Usos múltiples | 191,78                      | 60,00                | 312,86        |
| Otros          | 69,29                       | 15,36                | 221,68        |
| <b>Total</b>   | <b>695,88</b>               | <b>211,18</b>        | <b>303,47</b> |

Tabla 20 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas:

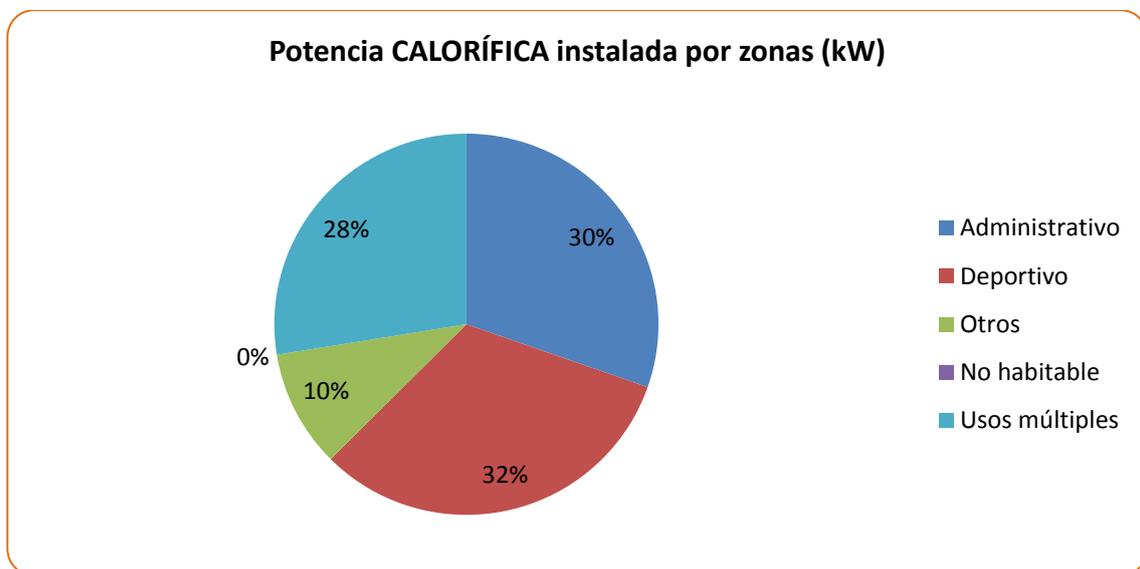


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

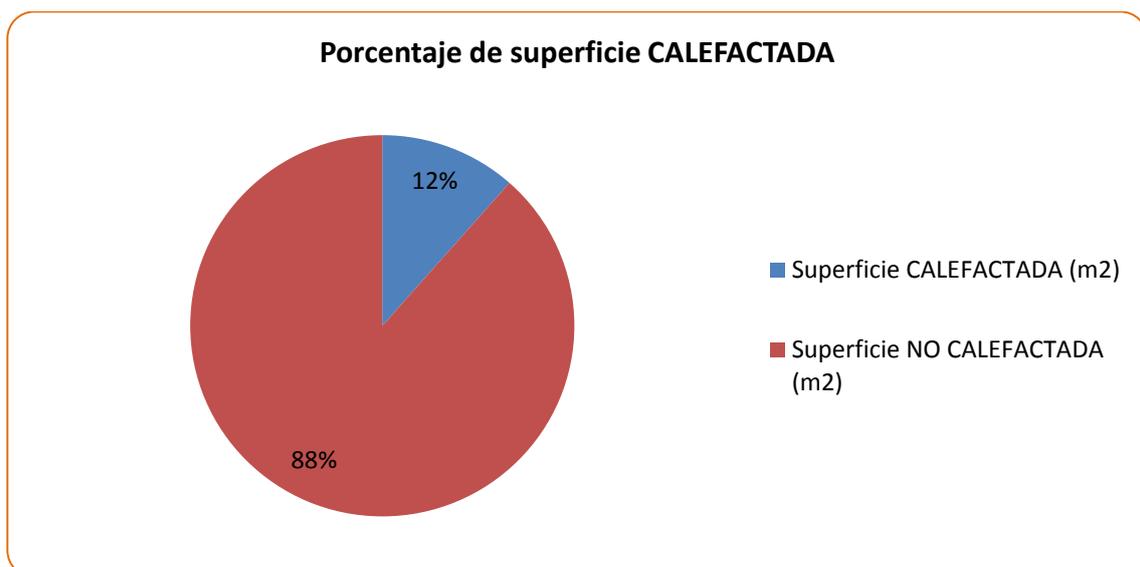


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

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

| Zona           | Superficie Refrigerada (m2) | Pot. Frigorífica (kW) | Ratio (W/m2)  |
|----------------|-----------------------------|-----------------------|---------------|
| Administrativo | 211,22                      | 62,56                 | 296,18        |
| Deportivo      | 223,59                      | 57,00                 | 254,93        |
| No habitable   | 8,91                        | 3,50                  | 392,82        |
| Usos múltiples | 229,98                      | 55,50                 | 241,33        |
| Otros          | 69,29                       | 14,17                 | 204,50        |
| <b>Total</b>   | <b>742,99</b>               | <b>192,73</b>         | <b>259,40</b> |

Tabla 21 Resumen de potencia de frío instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia frigorífica instalada por zonas:

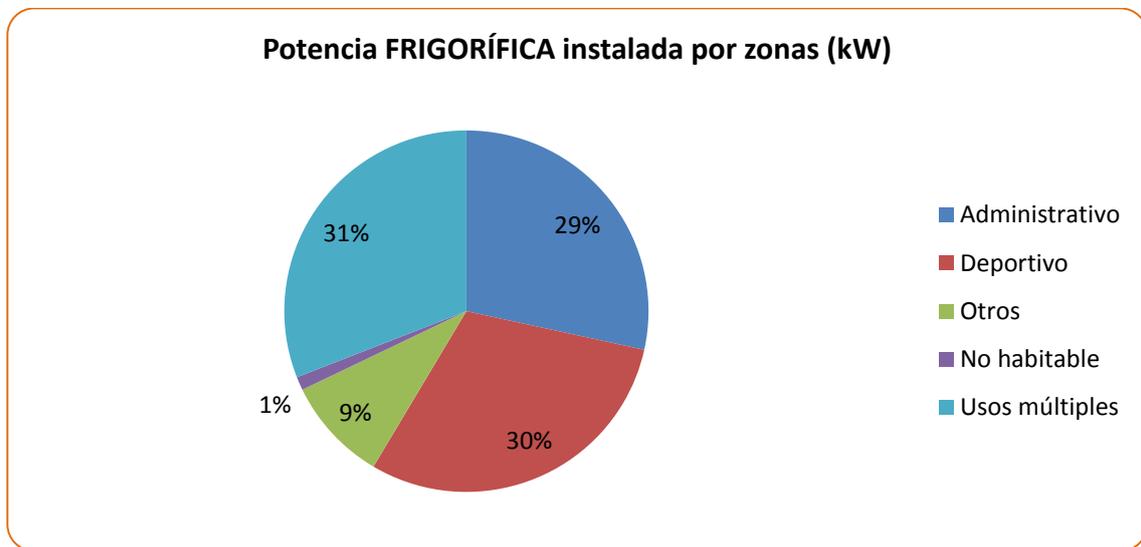


Gráfico 4 Porcentaje de potencia frigorífica instalada por zonas

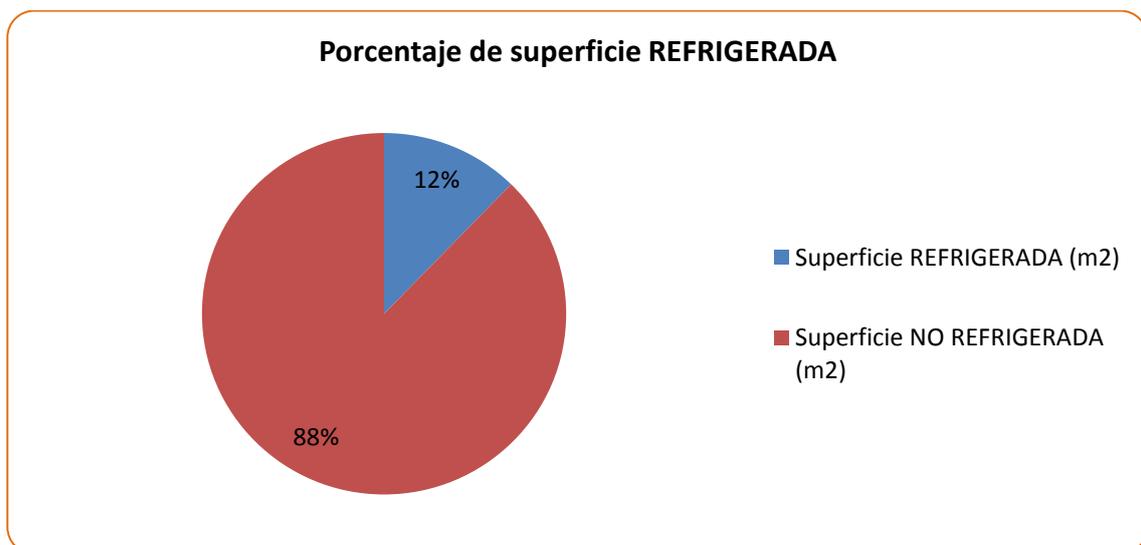


Gráfico 5 Porcentaje de superficie refrigerada

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

### 1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 67,02 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

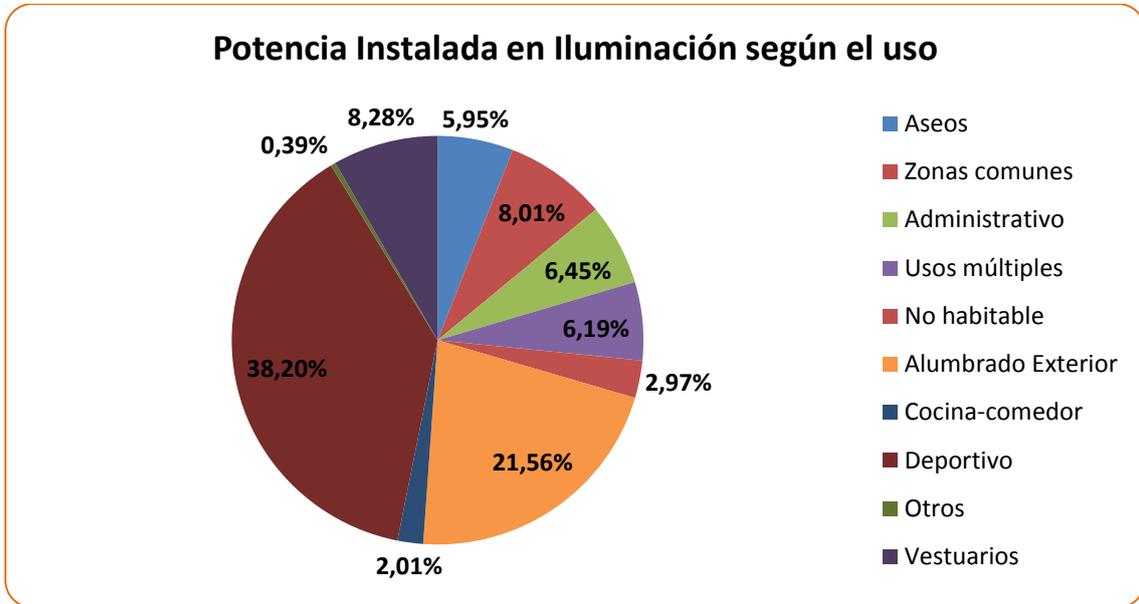


Gráfico 6 % Potencia instalada en iluminación según el uso

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

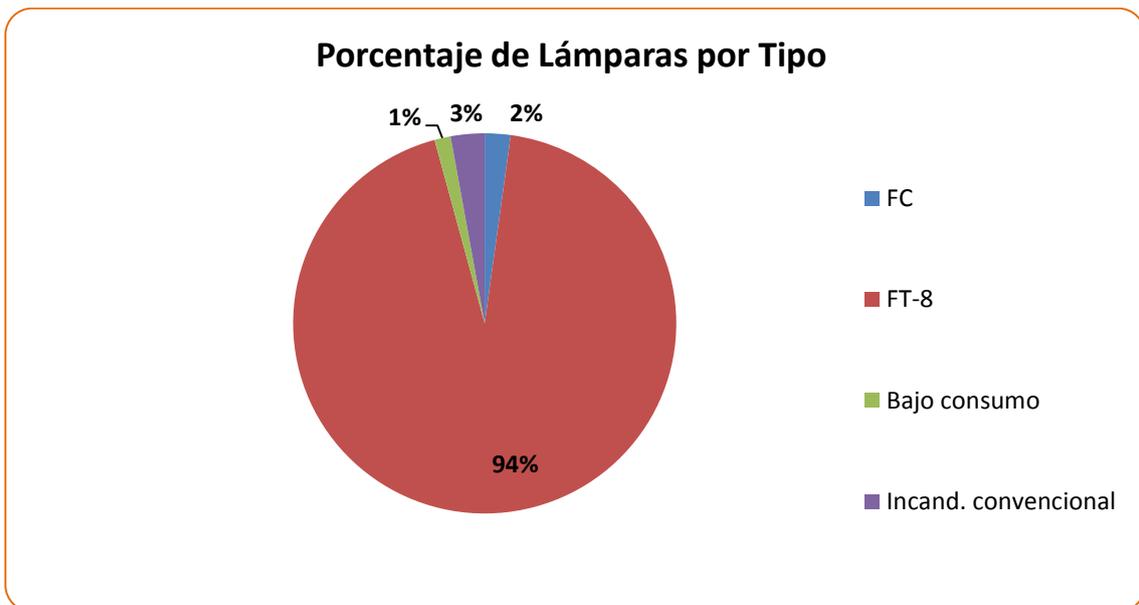


Gráfico 7 % de cada tipo de lámpara instalada

### 1.5.1 Iluminación interior

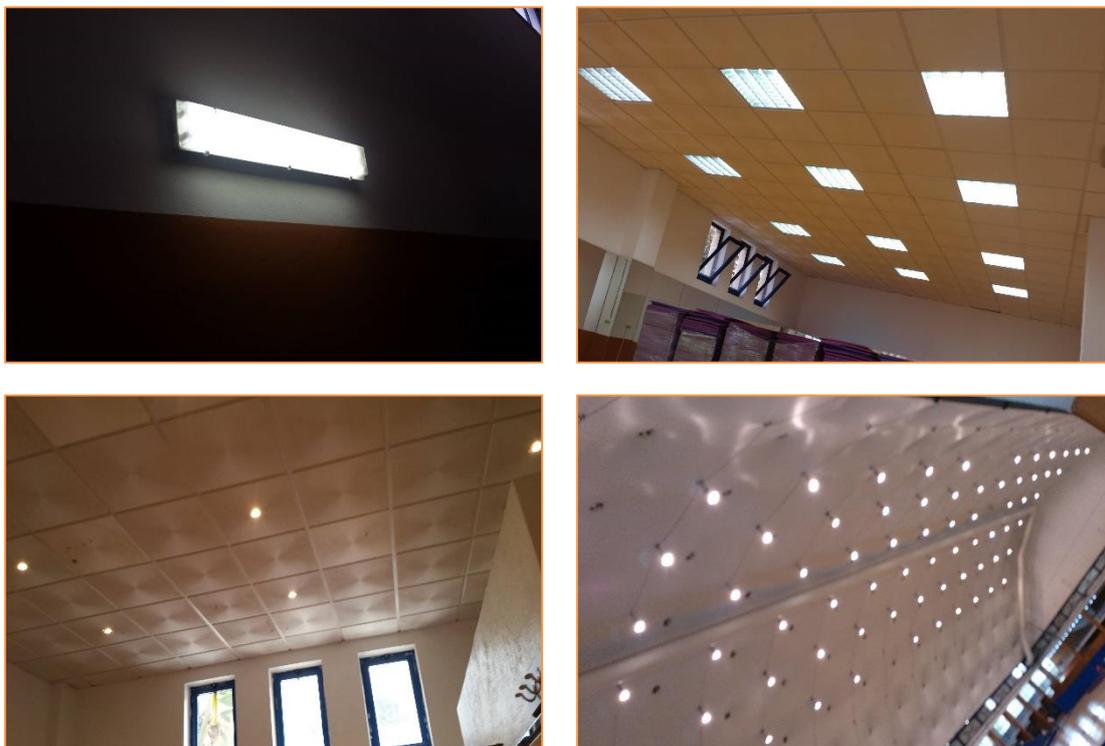
En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

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

| Tipo                 | Nº Lum.    | Pot.(kW)     |
|----------------------|------------|--------------|
| EM                   | 178        | 15,38        |
| FT-8                 | 175        | 15,12        |
| 4                    | 159        | 13,74        |
| 18                   | 159        | 13,74        |
| 2                    | 16         | 1,38         |
| 36                   | 16         | 1,38         |
| FT-9                 | 3          | 0,26         |
| 4                    | 3          | 0,26         |
| 18                   | 3          | 0,26         |
| -                    | 360        | 35,84        |
| Incand. convencional | 13         | 0,68         |
| 1                    | 9          | 0,36         |
| 40                   | 9          | 0,36         |
| 2                    | 4          | 0,32         |
| 40                   | 4          | 0,32         |
| Halogenuros          | 14         | 3,50         |
| 1                    | 14         | 3,50         |
| 250                  | 14         | 3,50         |
| Incand. halógena     | 246        | 12,30        |
| 1                    | 246        | 12,30        |
| 50                   | 246        | 12,30        |
| Vapor Mercurio       | 77         | 19,25        |
| 1                    | 77         | 19,25        |
| 250                  | 77         | 19,25        |
| Bajo consumo         | 10         | 0,11         |
| 1                    | 10         | 0,11         |
| 11                   | 10         | 0,11         |
| <b>Total general</b> | <b>538</b> | <b>51,22</b> |

Tabla 22 Resumen de lámparas instaladas

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



*Imagen 34 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)     |
|----------------------|-----------|--------------|
| -                    | 63        | 14,45        |
| Incand. convencional | 4         | 0,24         |
| 1                    | 4         | 0,24         |
| 60                   | 4         | 0,24         |
| Halogenuros          | 59        | 14,21        |
| 1                    | 59        | 14,21        |
| 150                  | 27        | 4,05         |
| 70                   | 8         | 0,56         |
| 400                  | 24        | 9,60         |
| <b>Total general</b> | <b>63</b> | <b>14,45</b> |

*Tabla 23 Resumen de iluminación exterior*



*Imagen 35 Luminarias situadas en el exterior del edificio*

### **1.5.3 Sistemas de control**

La iluminación correspondiente a los aseos se regula mediante detectores de presencia.

Sin embargo, no existe ningún tipo de control del alumbrado exterior.

### **1.5.4 Condiciones de funcionamiento**

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

En el caso del alumbrado exterior se estima que se activa durante una media de 20:00 horas a 7:00 todos los días del año.

### 1.6 Otros equipos

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

| Tipos de Equipos              | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|-------------------------------|------------|---------------------|
| <b>Audiovisual</b>            | <b>5</b>   | <b>0,89</b>         |
| DVD/CD                        | 2          | 0,04                |
| 20                            | 2          | 0,04                |
| Televisión Tubo               | 2          | 0,6                 |
| 300                           | 2          | 0,6                 |
| Televisión LCD                | 1          | 0,25                |
| 250                           | 1          | 0,25                |
| <b>Electrodoméstico</b>       | <b>57</b>  | <b>21,33</b>        |
| <b>Frigorífico</b>            | <b>2</b>   | <b>0,46</b>         |
| 110                           | 1          | 0,11                |
| 350                           | 1          | 0,35                |
| <b>Horno</b>                  | <b>1</b>   | <b>2</b>            |
| 2000                          | 1          | 2                   |
| <b>Microondas</b>             | <b>2</b>   | <b>1,6</b>          |
| 800                           | 2          | 1,6                 |
| <b>Extractor</b>              | <b>30</b>  | <b>0,9</b>          |
| 30                            | 30         | 0,9                 |
| <b>Cafetera</b>               | <b>1</b>   | <b>1,5</b>          |
| 1500                          | 1          | 1,5                 |
| <b>Nevera</b>                 | <b>1</b>   | <b>0,13</b>         |
| 130                           | 1          | 0,13                |
| <b>Plancha</b>                | <b>1</b>   | <b>1,8</b>          |
| 1800                          | 1          | 1,8                 |
| <b>Freidora</b>               | <b>1</b>   | <b>3,5</b>          |
| 3500                          | 1          | 3,5                 |
| <b>Tostadora</b>              | <b>1</b>   | <b>3</b>            |
| 3000                          | 1          | 3                   |
| <b>Sandwichera</b>            | <b>1</b>   | <b>0,75</b>         |
| 750                           | 1          | 0,75                |
| <b>Otros</b>                  | <b>1</b>   | <b>0,22</b>         |
| 220                           | 1          | 0,22                |
| <b>Kettle / Calienta agua</b> | <b>1</b>   | <b>1</b>            |
| 1000                          | 1          | 1                   |
| <b>Cortadora fiambre</b>      | <b>1</b>   | <b>0,24</b>         |
| 240                           | 1          | 0,24                |
| <b>Exprimidora zumo</b>       | <b>1</b>   | <b>0,12</b>         |
| 120                           | 1          | 0,12                |
| <b>Enfriadora botellas</b>    | <b>1</b>   | <b>0,07</b>         |
| 70                            | 1          | 0,07                |

| Tipos de Equipos                | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|---------------------------------|------------|---------------------|
| <b>Lavavajillas</b>             | <b>1</b>   | <b>2</b>            |
| 2000                            | 1          | 2                   |
| <b>Arcón refrigerador</b>       | <b>3</b>   | <b>0,45</b>         |
| 150                             | 3          | 0,45                |
| <b>Cafetera Molinillo</b>       | <b>2</b>   | <b>0,26</b>         |
| 130                             | 2          | 0,26                |
| <b>Arcón congelador</b>         | <b>1</b>   | <b>0,37</b>         |
| 370                             | 1          | 0,37                |
| <b>Arcón congelador pequeño</b> | <b>2</b>   | <b>0,35</b>         |
| 175                             | 2          | 0,35                |
| <b>Grifo cerveza</b>            | <b>1</b>   | <b>0,45</b>         |
| 450                             | 1          | 0,45                |
| <b>Vitrina barra</b>            | <b>1</b>   | <b>0,16</b>         |
| 160                             | 1          | 0,16                |
| <b>Informático</b>              | <b>23</b>  | <b>8,132</b>        |
| <b>Ordenador sobremesa</b>      | <b>12</b>  | <b>3,6</b>          |
| 300                             | 12         | 3,6                 |
| <b>RACK</b>                     | <b>1</b>   | <b>0,082</b>        |
| 82                              | 1          | 0,082               |
| <b>Scaner</b>                   | <b>1</b>   | <b>0,05</b>         |
| 50                              | 1          | 0,05                |
| <b>Fotocopiadora</b>            | <b>3</b>   | <b>3</b>            |
| 1000                            | 3          | 3                   |
| <b>Servidor</b>                 | <b>3</b>   | <b>0,6</b>          |
| 200                             | 3          | 0,6                 |
| <b>Impresora oficina</b>        | <b>3</b>   | <b>0,8</b>          |
| 100                             | 1          | 0,1                 |
| 350                             | 2          | 0,7                 |
| <b>Otros</b>                    | <b>27</b>  | <b>12,955</b>       |
| <b>Trituradora de papel</b>     | <b>1</b>   | <b>0,39</b>         |
| 390                             | 1          | 0,39                |
| <b>ventilador</b>               | <b>7</b>   | <b>0,375</b>        |
| 60                              | 3          | 0,18                |
| 50                              | 3          | 0,15                |
| 45                              | 1          | 0,045               |
| <b>Máquina plastificar</b>      | <b>1</b>   | <b>0,45</b>         |
| 450                             | 1          | 0,45                |
| <b>Radial</b>                   | <b>1</b>   | <b>1,2</b>          |
| 1200                            | 1          | 1,2                 |
| <b>Equipo de esgrima</b>        | <b>2</b>   | <b>0,04</b>         |
| 20                              | 2          | 0,04                |
| <b>Expendedora de tickets</b>   | <b>2</b>   | <b>0,12</b>         |

| Tipos de Equipos                    | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|-------------------------------------|------------|---------------------|
| 60                                  | 2          | 0,12                |
| <b>Marcador electrónico grande</b>  | <b>2</b>   | <b>0,28</b>         |
| 140                                 | 2          | 0,28                |
| <b>Marcador electrónico canasta</b> | <b>2</b>   | <b>0,2</b>          |
| 100                                 | 2          | 0,2                 |
| <b>Máquina de step</b>              | <b>1</b>   | <b>0,5</b>          |
| 500                                 | 1          | 0,5                 |
| <b>Bicicleta estática</b>           | <b>3</b>   | <b>1,5</b>          |
| 500                                 | 3          | 1,5                 |
| <b>Cinta de correr</b>              | <b>2</b>   | <b>5</b>            |
| 2500                                | 2          | 5                   |
| <b>Puertas mecánicas</b>            | <b>2</b>   | <b>0,9</b>          |
| 450                                 | 2          | 0,9                 |
| <b>Radiador ventilador</b>          | <b>1</b>   | <b>2</b>            |
| 2000                                | 1          | 2                   |
| <b>Sonido</b>                       | <b>28</b>  | <b>1,552</b>        |
| <b>altavoz</b>                      | <b>20</b>  | <b>0,92</b>         |
| 120                                 | 1          | 0,12                |
| 200                                 | 1          | 0,2                 |
| 20                                  | 14         | 0,28                |
| 80                                  | 4          | 0,32                |
| <b>Minicadena música</b>            | <b>3</b>   | <b>0,36</b>         |
| 120                                 | 3          | 0,36                |
| <b>radio-CD</b>                     | <b>3</b>   | <b>0,072</b>        |
| 40                                  | 1          | 0,04                |
| 16                                  | 2          | 0,032               |
| <b>amplificador</b>                 | <b>2</b>   | <b>0,2</b>          |
| 100                                 | 2          | 0,2                 |
| <b>Radiador eléctrico</b>           | <b>13</b>  | <b>22,1</b>         |
| <b>Radiador eléctrico</b>           | <b>13</b>  | <b>22,1</b>         |
| 1500                                | 1          | 1,5                 |
| 2000                                | 8          | 16                  |
| 1200                                | 3          | 3,6                 |
| 1000                                | 1          | 1                   |
| <b>Producción de frío y calor</b>   | <b>12</b>  | <b>58,35</b>        |
| <b>Unidad exterior - Split</b>      | <b>10</b>  | <b>56,15</b>        |
| 21,23                               | 1          | 21,24               |
| 13,38                               | 1          | 13,38               |
| 7,2                                 | 2          | 14,4                |
| 1,19                                | 6          | 7,14                |
| <b>Deshumectadora portátil</b>      | <b>2</b>   | <b>2,2</b>          |
| 1,1                                 | 2          | 2,2                 |

| Tipos de Equipos                  | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|-----------------------------------|------------|---------------------|
| <b>Distribución - Bombas</b>      | <b>7</b>   | <b>19,984</b>       |
| <b>Bomba</b>                      | <b>7</b>   | <b>19,984</b>       |
| 0,585                             | 1          | 0,585               |
| 0,119                             | 1          | 0,119               |
| 0,08                              | 1          | 0,08                |
| 5,5                               | 3          | 16,5                |
| 2,7                               | 1          | 2,7                 |
| <b>Unidades de tratamiento</b>    | <b>13</b>  | <b>17,83</b>        |
| <b>Extractor</b>                  | <b>1</b>   | <b>7,5</b>          |
| 7,5                               | 1          | 7,5                 |
| <b>Deshumectadora portátil</b>    | <b>2</b>   | <b>2,5</b>          |
| 1,1                               | 1          | 1,1                 |
| 1,4                               | 1          | 1,4                 |
| <b>Unidad interior - Split</b>    | <b>10</b>  | <b>7,83</b>         |
| 0,1                               | 2          | 0,2                 |
| 0,9                               | 2          | 1,8                 |
| 2,24                              | 2          | 4,48                |
| 1,2                               | 1          | 1,2                 |
| 0,05                              | 3          | 0,15                |
| <b>0</b>                          | <b>0</b>   | <b>0</b>            |
| 0                                 | 0          | 0                   |
| <b>ACS</b>                        | <b>1</b>   | <b>1</b>            |
| <b>Termo-acumulador eléctrico</b> | <b>1</b>   | <b>1</b>            |
| 1                                 | 1          | 1                   |
| <b>Total general</b>              | <b>186</b> | <b>164,13</b>       |

Tabla 24 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

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

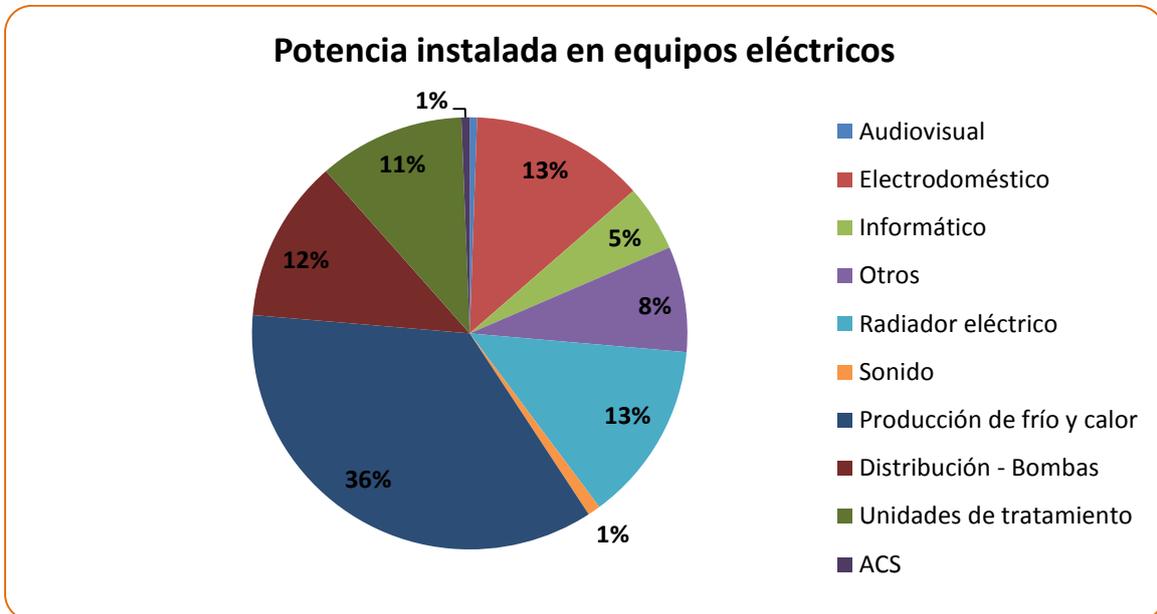


Gráfico 8 Potencia instalada por tipología de equipos

### 1.7 Resumen de potencias instaladas

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

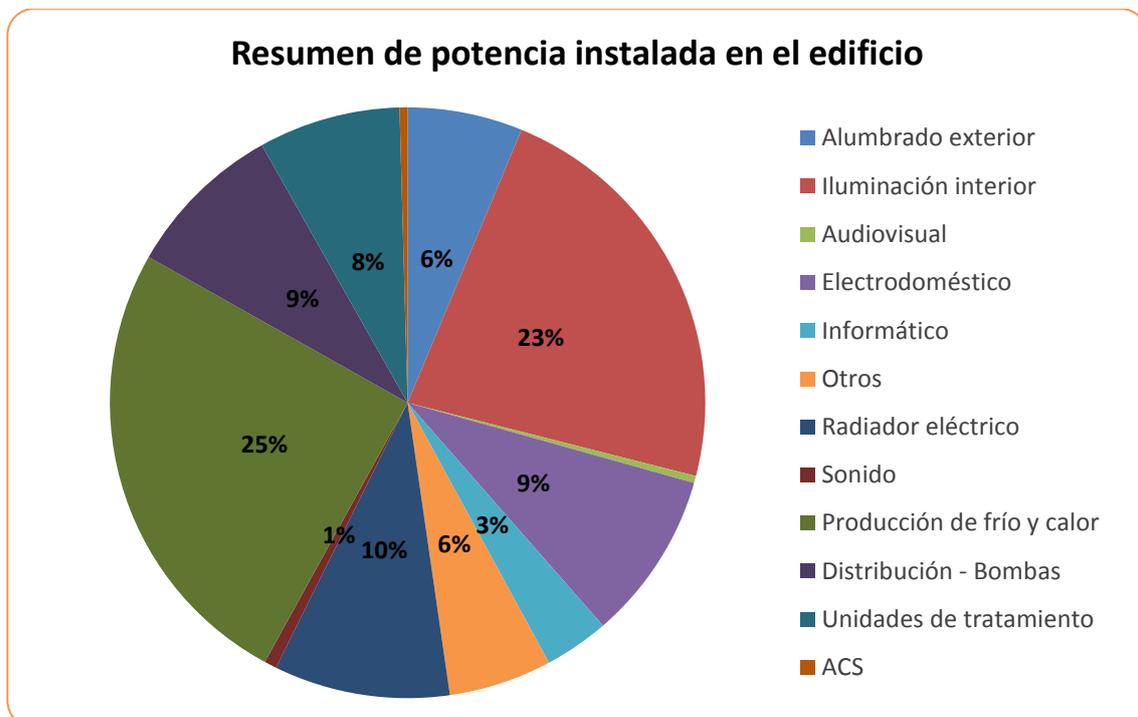


Gráfico 9 Potencia instalada por usos

## 2. CONSUMOS ANUALES

### 2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa.

El centro consta de tres puntos de suministro, los cuales se pasan a describir a continuación. Las condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 son las siguientes:

#### PUNTO SUMINISTRO - CUPS ES0031103473014002GY0F

|                                    |                        |                         |           |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|
| <b>CUPS</b>                        | ES0031103473014002GY0F | <b>Tarifa de acceso</b> | 3.0 A     |
| <b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b> |                        |                         |           |
|                                    | <b>P1</b>              | <b>P2</b>               | <b>P3</b> |
| Potencia contratada (kW)           | 50                     | 50                      | 50        |
| Término de potencia (€/kW año)     | 40,728525              | 24,437115               | 16,29141  |
| Término de energía (€/kWh)         | 0,140053               | 0,110182                | 0,075633  |

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

| Fecha inicio | Fecha Fin  | Consumo P1 (kWh) | Consumo P2 (kWh) | Consumo P3 (kWh) | Potencia Maximétrica (kW) | Facturado Reactiva (€) | Base imponible (€) |
|--------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| 30/12/2013   | 29/01/2014 | 140              | 150              | 545              | 2 / 2 / 2                 | 0,00                   | 368,60             |
| 29/01/2014   | 25/02/2014 | 125              | 137              | 500              | 2 / 2 / 2                 | 0,00                   | 339,10             |
| 25/02/2014   | 27/03/2014 | 130              | 144              | 535              | 2 / 2 / 2                 | 0,00                   | 373,63             |
| 27/03/2014   | 29/04/2014 | 14               | 290              | 594              | 2 / 2 / 2                 | 0,00                   | 407,84             |
| 29/04/2014   | 28/05/2014 | 0                | 259              | 514              | 0 / 2 / 2                 | 0,00                   | 356,52             |
| 28/05/2014   | 27/06/2014 | 0                | 263              | 531              | 0 / 2 / 2                 | 0,00                   | 369,62             |
| 27/06/2014   | 29/07/2014 | 0                | 265              | 530              | 0 / 2 / 2                 | 0,00                   | 389,86             |
| 29/07/2014   | 28/08/2014 | 0                | 241              | 484              | 0 / 2 / 2                 | 0,00                   | 363,66             |
| 28/08/2014   | 26/09/2014 | 0                | 240              | 470              | 0 / 2 / 2                 | 0,00                   | 352,51             |
| 26/09/2014   | 29/10/2014 | 37               | 597              | 1494             | 6 / 6 / 6                 | 0,00                   | 503,88             |
| 29/10/2014   | 26/11/2014 | 165              | 165              | 362              | 2 / 2 / 2                 | 0,00                   | 342,68             |
| 26/11/2014   | 29/12/2014 | 190              | 122              | 418              | 2 / 2 / 2                 | 0,00                   | 402,50             |

Tabla 25 Facturación eléctrica

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

|                          | P1 | P2 | P3 |
|--------------------------|----|----|----|
| Potencia contratada (kW) | 50 | 50 | 50 |
| Potencia registrada (kW) | 6  | 6  | 6  |

Tabla 26 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es muy superior a la demandada. Se recomienda realizar un ajuste de dicha potencia contratada de acuerdo a las necesidades de la instalación y teniendo en cuenta las características de los trafos existentes.

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

**PUNTO SUMINISTRO - CUPS ES0031103640124001WD0F**

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

|                                       |                        |                         |           |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|
| <b>CUPS</b>                           | ES0031103640124001WD0F | <b>Tarifa de acceso</b> | 3.0 A     |
| <b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b>    |                        |                         |           |
|                                       | <b>P1</b>              | <b>P2</b>               | <b>P3</b> |
| <b>Potencia contratada (kW)</b>       | 50                     | 50                      | 50        |
| <b>Término de potencia (€/kW año)</b> | 40,728525              | 24,437115               | 16,29141  |
| <b>Término de energía (€/kWh)</b>     | 0,140053               | 0,110182                | 0,075633  |

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Diciembre del 2013 hasta Noviembre del 2014.

| Fecha inicio | Fecha Fin  | Consumo P1 (kWh) | Consumo P2 (kWh) | Consumo P3 (kWh) | Potencia Maximétrica (kW) | Facturado Reactiva (€) | Base imponible (€) |
|--------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| 30/12/2013   | 29/01/2014 | 1.050            | 600              | 1.410            | 20,1 /20,1 /20,1          | 0,00                   | 611,54             |
| 29/01/2014   | 25/02/2014 | 960              | 510              | 1.230            | 21,3 /21,3 /21,3          | 2,24                   | 555,83             |
| 25/02/2014   | 27/03/2014 | 750              | 570              | 1.380            | 23,1 /23,1 /23,1          | 3,26                   | 575,61             |
| 27/03/2014   | 29/04/2014 | 60               | 840              | 1.650            | 18,6 /18,6 /18,6          | 1,29                   | 556,17             |
| 29/04/2014   | 28/05/2014 | 0                | 630              | 1.590            | 18,6 /18,6 /18,6          | 0,54                   | 479,10             |
| 28/05/2014   | 27/06/2014 | 60               | 690              | 1770             | 14,1 /14,1 /14,1          | 1,98                   | 523,82             |
| 27/06/2014   | 29/07/2014 | 30               | 690              | 1.770            | 22,8 /22,8 /22,8          | 0,93                   | 538,80             |
| 29/07/2014   | 28/08/2014 | 30               | 870              | 1.740            | 25,2 /25,2 /25,2          | 0,00                   | 535,98             |
| 28/08/2014   | 26/09/2014 | 30               | 1050             | 1.440            | 22,8 /22,8 /22,8          | 0,00                   | 523,30             |
| 26/09/2014   | 29/10/2014 | 90               | 1230             | 1.530            | 0 /0 /0                   | 0,00                   | 584,37             |
| 29/10/2014   | 26/11/2014 | 1.380            | 630              | 1.320            | 27,3 /27,3 /27,3          | 0,00                   | 651,76             |
| 26/11/2014   | 29/12/2014 | 1.290            | 870              | 1.500            | 24,3 /24,3 /24,3          | 0,00                   | 736,59             |

Tabla 27 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **10,24 €/año**, dado que se trata de un importe muy bajo se desprecia, pero se recomienda al Ayuntamiento que hagan un seguimiento de este concepto por si a lo largo del tiempo se viera incrementado y por tanto sería necesario colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica.

|                                 | P1 | P2 | P3 |
|---------------------------------|----|----|----|
| <b>Potencia contratada (kW)</b> | 50 | 50 | 50 |
| <b>Potencia registrada (kW)</b> | 27 | 27 | 27 |

Tabla 28 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es muy superior a la demandada. Se recomienda realizar un ajuste de dicha potencia contratada de acuerdo a las necesidades de la instalación y teniendo en cuenta las características de los trafos existentes.

**PUNTO SUMINISTRO – CUPS ES0031103640124002WX0F**

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

| CUPS                               | ES0031103640124002WX0F | Tarifa de acceso | 3.0 A    |
|------------------------------------|------------------------|------------------|----------|
| <b>CONDICIONES DE CONTRATACION</b> |                        |                  |          |
|                                    | P1                     | P2               | P3       |
| Potencia contratada (kW)           | 157,78                 | 157,78           | 157,78   |
| Término de potencia (€/kW año)     | 40,728525              | 24,437115        | 16,29141 |
| Término de energía (€/kWh)         | 0,140053               | 0,110182         | 0,075633 |

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde desde Diciembre del 2013 hasta Noviembre del 2014.

| Fecha inicio | Fecha Fin  | Consumo P1 (kWh) | Consumo P2 (kWh) | Consumo P3 (kWh) | Potencia Maximétrica (kW) | Facturado Reactiva (€) | Base imponible (€) |
|--------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| 31/12/2013   | 31/01/2014 | 3.481            | 7.495            | 981              | 45 /44 /15                | 0,00                   | 2.377,67           |
| 31/01/2014   | 28/02/2014 | 3.291            | 7.388            | 860              | 42 /42 /16                | 0,00                   | 2.262,32           |
| 28/02/2014   | 31/03/2014 | 3.523            | 7.256            | 1.023            | 41 /41 /18                | 0,00                   | 2.389,97           |
| 31/03/2014   | 30/04/2014 | 2.074            | 6.770            | 992              | 39 /40 /15                | 9,29                   | 2.105,78           |
| 30/04/2014   | 31/05/2014 | 2.078            | 5.892            | 1.073            | 34 /39 /14                | 16,09                  | 2.054,11           |
| 31/05/2014   | 30/06/2014 | 1.975            | 4.987            | 1.366            | 37 /34 /35                | 37,46                  | 1.968,47           |
| 30/06/2014   | 31/07/2014 | 1.989            | 4.688            | 1.421            | 32 /37 /34                | 66,26                  | 2.003,58           |
| 31/07/2014   | 31/08/2014 | 1.839            | 4.677            | 1.591            | 43 /41 /21                | 37,10                  | 1.963,08           |
| 31/08/2014   | 30/09/2014 | 2.041            | 6.579            | 1.312            | 36 /44 /17                | 21,42                  | 2.137,33           |
| 30/09/2014   | 31/10/2014 | 2.189            | 7.126            | 1.088            | 40 /44 /16                | 4,72                   | 2.167,55           |
| 31/10/2014   | 30/11/2014 | 3.138            | 6.229            | 1.030            | 39 /44 /18                | 4,17                   | 2.216,49           |
| 30/11/2014   | 31/12/2014 | 2.427            | 6.090            | 969              | 41 /37 /18                | 0,00                   | 2.121,28           |

Tabla 29 Facturación eléctrica

A partir de las facturas eléctricas se observa que existen **penalizaciones por energía reactiva**, siendo estas de **196,51 €/año**, por ello se recomienda colocar una batería de condensadores para eliminar estas penalizaciones en la facturación eléctrica (En el apartado de mejoras se puede ver la batería de condensadores recomendada).

|                          | P1     | P2     | P3     |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| Potencia contratada (kW) | 157,78 | 157,78 | 157,78 |
| Potencia registrada (kW) | 45     | 44     | 35     |

Tabla 30 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa, tanto por las lecturas del maxímetro como con por las mediciones realizadas, que la contratada es superior a la demandada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

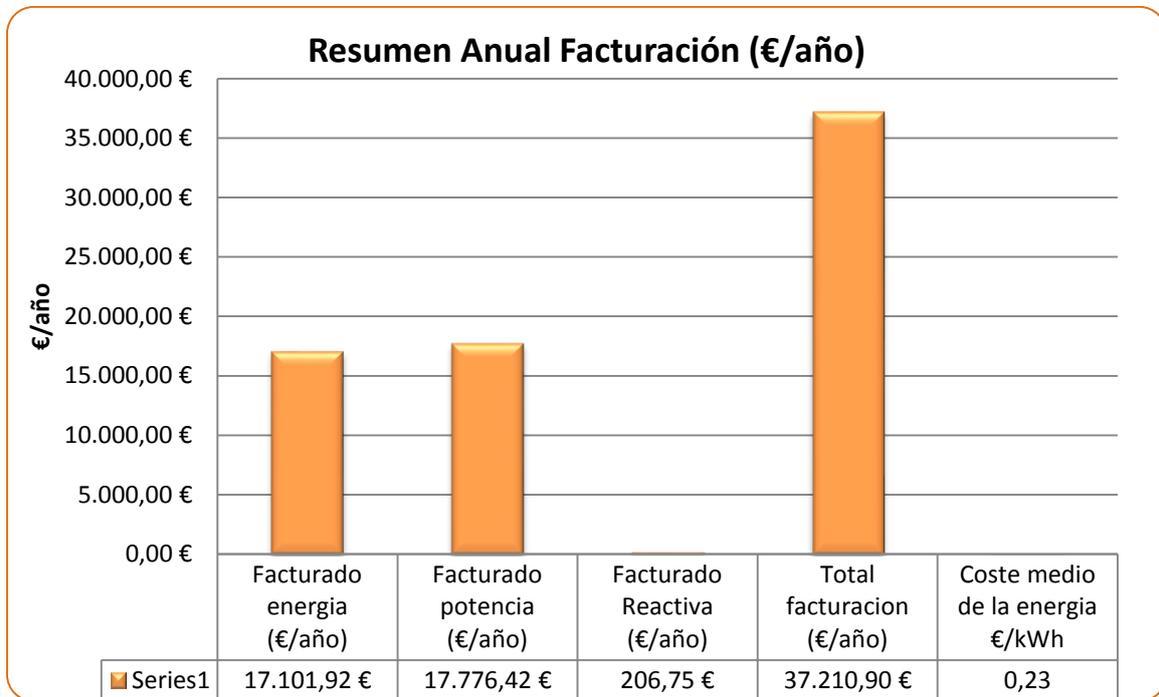


Gráfico 10 Resumen Anual de Facturación

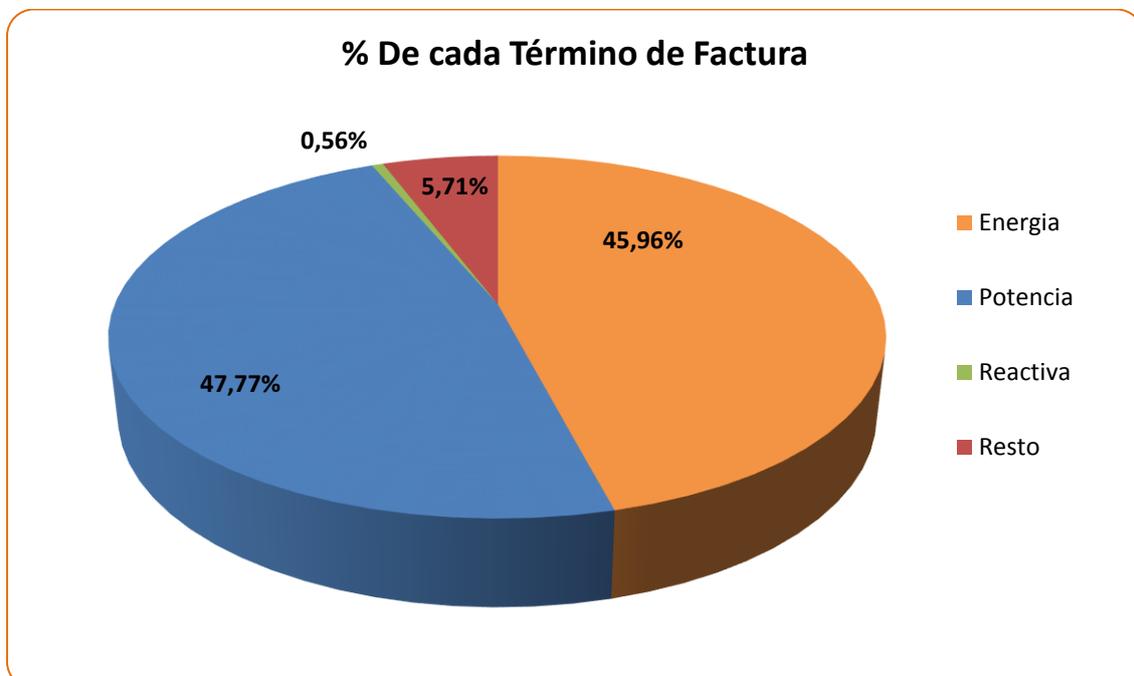


Gráfico 11 Resumen de los términos de Factura

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

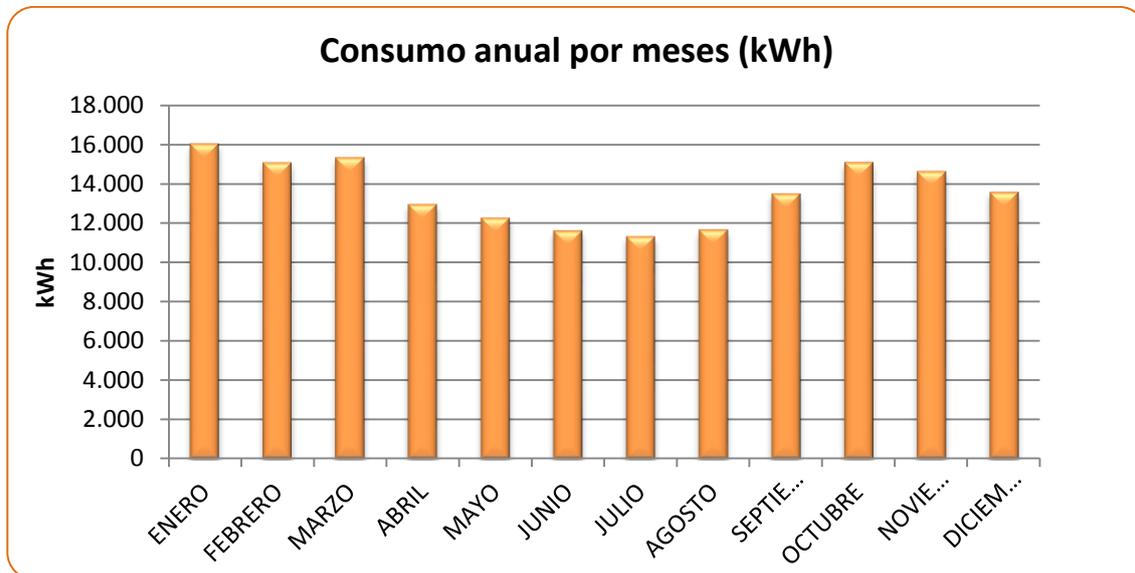


Gráfico 12 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

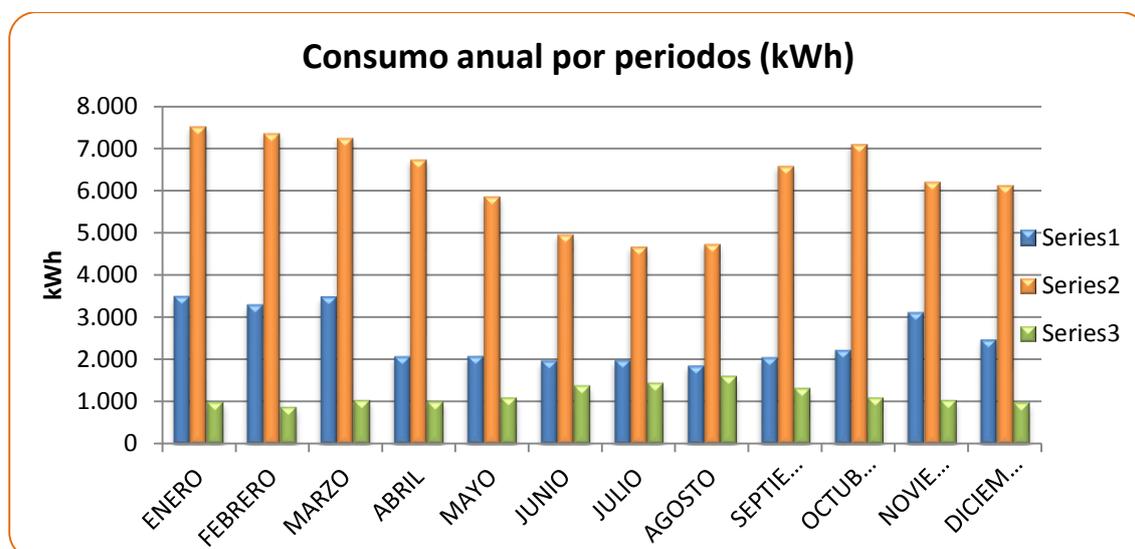


Gráfico 13 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Total Consumo energía (kWh)</b>        | 162.819   |
| <b>Total Facturación (€)</b>              | 37.210,90 |
| <b>Media mensual de consumo (kWh/mes)</b> | 13.568    |
| <b>Media mensual de coste (€/mes)</b>     | 3.100,91  |
| <b>Coste medio energía (€/kWh)</b>        | 0,229     |

Tabla 31 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

## 2.2 Consumos térmicos

El combustible utilizado en la central de producción calorífica es el GLP, suministrado por medio de una batería de bombonas ubicada en el exterior del edificio.

De acuerdo a la información aportada por el personal del centro, se produce un consumo de 12 bombonas a la semana durante los meses de invierno y de 6 bombonas cada 10 días durante los meses de verano. Cada bombona de GLP es de 35 kg y tiene un coste de 41,24 €/bombona (IVA no incluido).

A continuación se resumen los consumos de combustible anual producidos en el centro de acuerdo a la información aportada por el personal del centro:

| Consumo (kg/año) | Consumo (kWh PCI/año) <sup>1</sup> | Gasto (€/año) <sup>2</sup> | €/kWh PCI |
|------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------|
| 12.810           | 160.869,77                         | 15.093,72                  | 0,0938257 |

*Tabla 32 Resumen de consumos de combustible*

## 2.3 Consumos energéticos totales

|                   | Electricidad | Combustible (PCI) | Total      |
|-------------------|--------------|-------------------|------------|
| Consumo (kWh/año) | 162.819,00   | 160.869,77        | 323.688,77 |
| Coste (€/año)     | 37.210,90    | 15.093,72         | 52.304,62  |

*Tabla 33 Consumos energéticos anuales totales*

<sup>1</sup> El poder calorífico inferior (PCI) considerado para el GLP es de 12,56 kWh PCI/kg, de acuerdo a las especificaciones del propano comercial.

<sup>2</sup> Se ha tomado un precio de 41,24 €/bombona (IVA no incluido), de acuerdo a los datos actuales de facturación.

### Consumo (kWh/año)

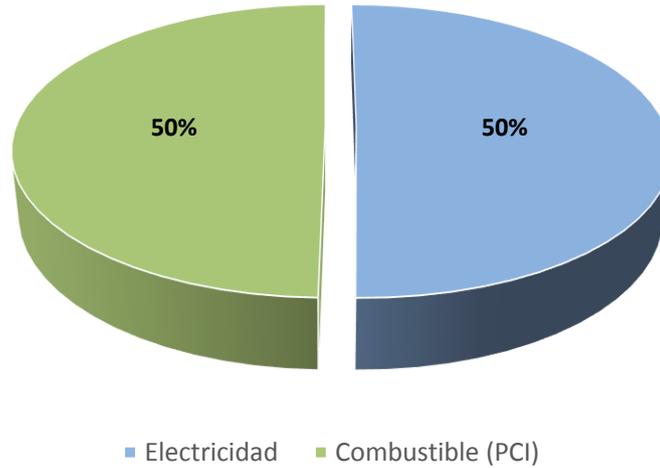


Gráfico 14 Porcentajes de consumos energéticos (kWh/año)

### Coste (€/año)

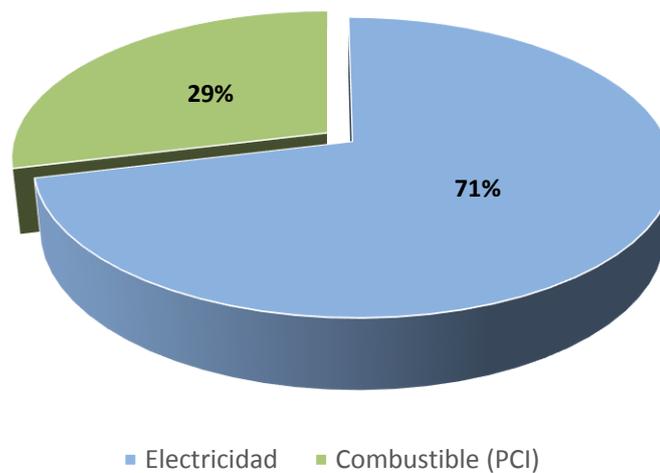


Gráfico 15 Porcentajes de costes energéticos (€/año)

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

## 2.4 Índices energéticos

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

### 2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre diciembre de 2013 y diciembre de 2014.

| PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS            |                         |
|--|-------------------------|
| Nº de personas que utilizan la instalación | Aproximadamente<br>1000 |
| Superficie total (m <sup>2</sup> )         | 6.044,67                |
| Pot. Instalada Iluminación Interior (kW)   | 52,57                   |
| Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW)   | 14,45                   |
| Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW)     | 164,13                  |
| Pot. Eléctrica Total Instalada (kW)        | 216,69                  |

Tabla 34 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

| ÍNDICES ELÉCTRICOS                   |            |
|--------------------------------------|------------|
| kWh/año                              | 162.819,00 |
| €/kWh                                | 0,23       |
| kWh/m <sup>2</sup> Total             | 26,94      |
| €/m <sup>2</sup> Total               | 6,16       |
| kWh/persona uso                      | -          |
| €/persona uso                        | -          |
| Ton CO <sub>2</sub> /año             | 64,96      |
| Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>   | 10,75      |
| Pot. Iluminación en W/m <sup>2</sup> | 8,70       |

Tabla 35 Resumen Índices energéticos eléctricos

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

#### 2.4.2 Índices energéticos térmicos

Para los cálculos de los índices térmicos se han tomado los datos anuales de consumo de combustible. Los índices por m<sup>2</sup> son respecto a la superficie total del edificio/s.

| PARÁMETROS GENERALES TÉRMICOS            |                      |
|--|----------------------|
| Ocupación                                | Aproximadamente 1000 |
| Superficie útil total (m <sup>2</sup> )  | 6.044,67             |
| Tipo de combustible                      | GLP                  |
| Potencia útil calorífica instalada (kWt) | 221,00               |

Tabla 36 Índices energéticos – Parámetros generales térmicos

| ÍNDICES TÉRMICOS                             |            |
|--|------------|
| kWh PCI/año                                  | 160.869,77 |
| €/kWh PCI                                    | 0,09383    |
| kWh PCI/m <sup>2</sup> Total                 | 26,61      |
| €/m <sup>2</sup> Total                       | 2,50       |
| kWh PCI/persona uso                          | 160,87     |
| €/persona uso                                | 15,09      |
| Ton CO <sub>2</sub> /año                     | 39,25      |
| Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>           | 6,49       |
| kWh PCI/m <sup>2</sup> GD referido a 2000 GD | 62,97      |

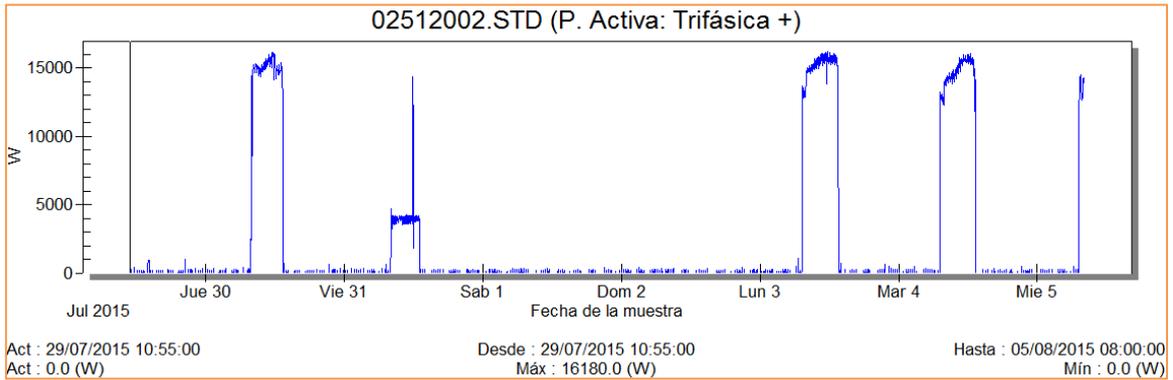
Tabla 37 Resumen Índices energéticos térmicos

### 3. MEDICIONES REALIZADAS

#### 3.1 Medidas eléctricas

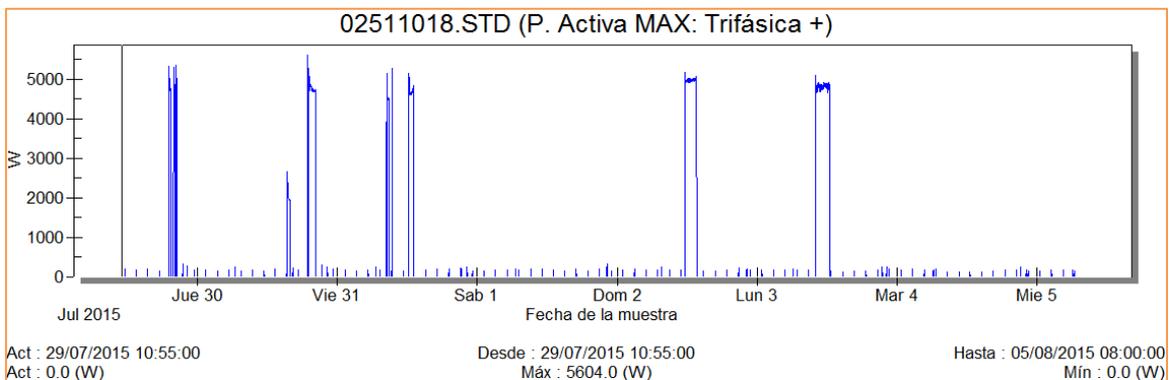
##### 3.1.1 Registros trifásicos

#### Cuadro acometida



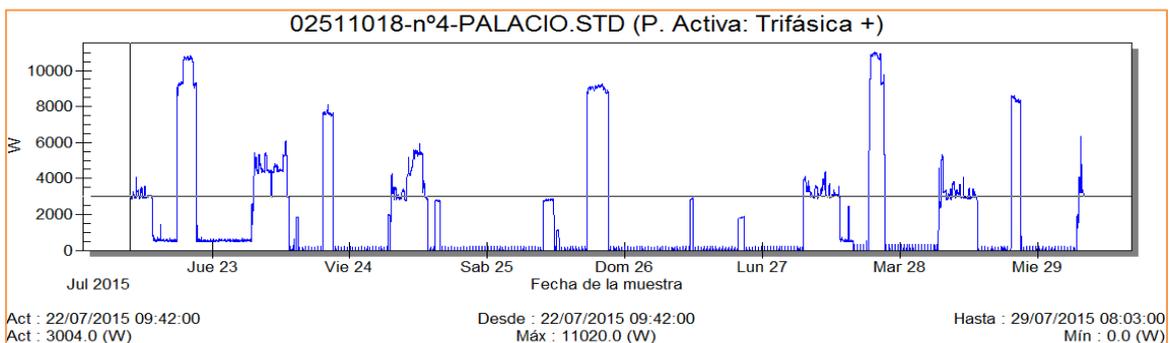
*Gráfico 16 Datos de registro de potencia activa desde el 29/07/2015 al 05/08/2015*

#### Cuadro acometida



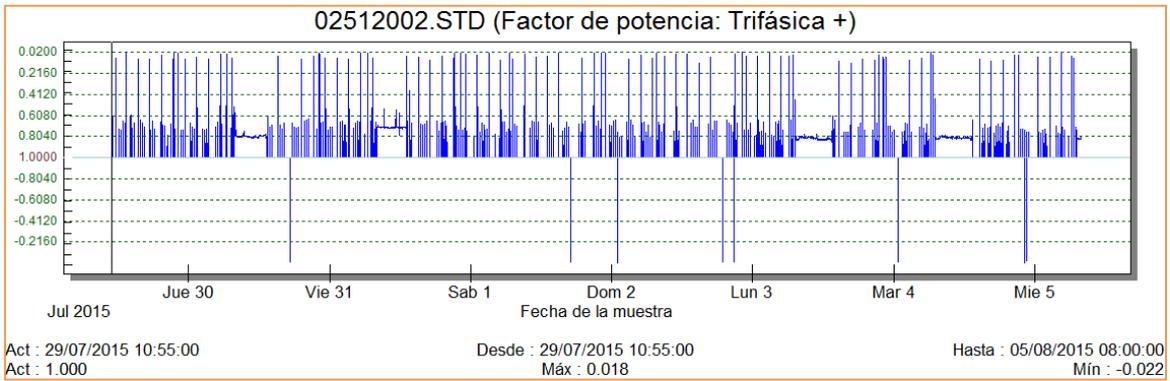
*Gráfico 17 Datos de registro de potencia activa desde el 29/07/2015 al 05/08/2015*

#### Cuadro general



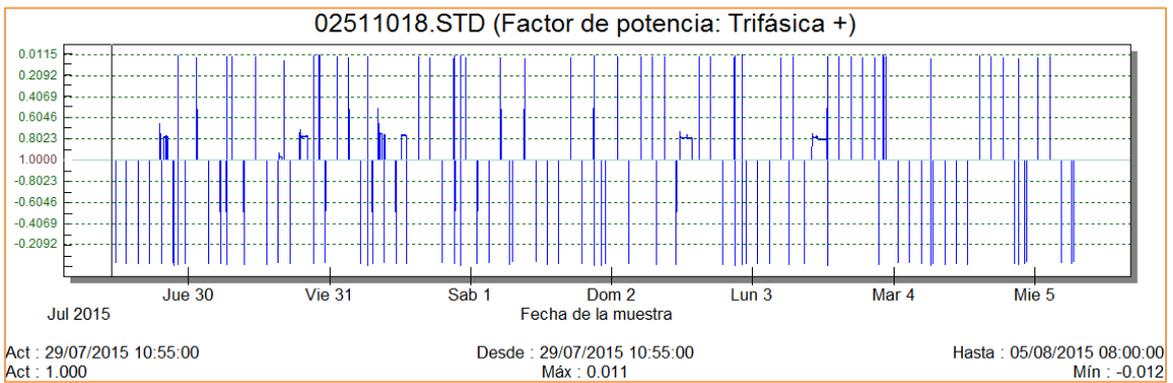
*Gráfico 18 Datos de registro de potencia activa desde el 29/07/2015 al 05/08/2015*

**Cuadro acometida**



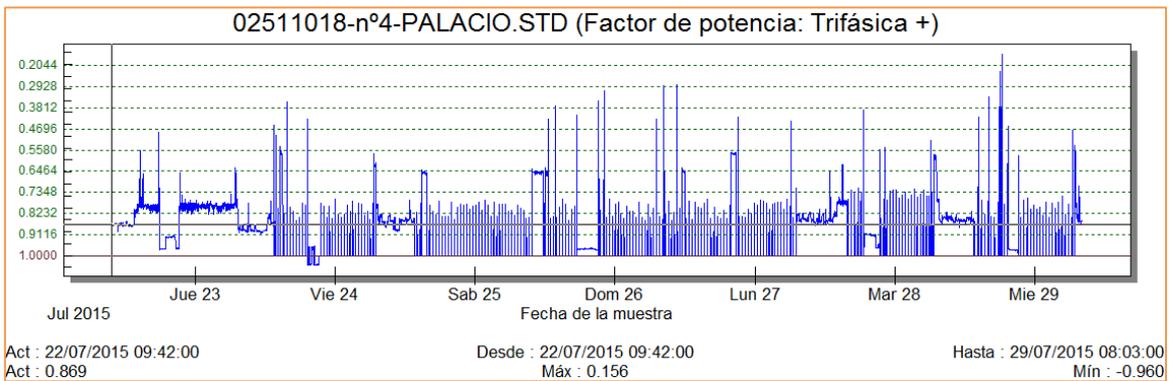
*Gráfico 19 Factor de potencia trifásico registrado*

**Cuadro acometida**



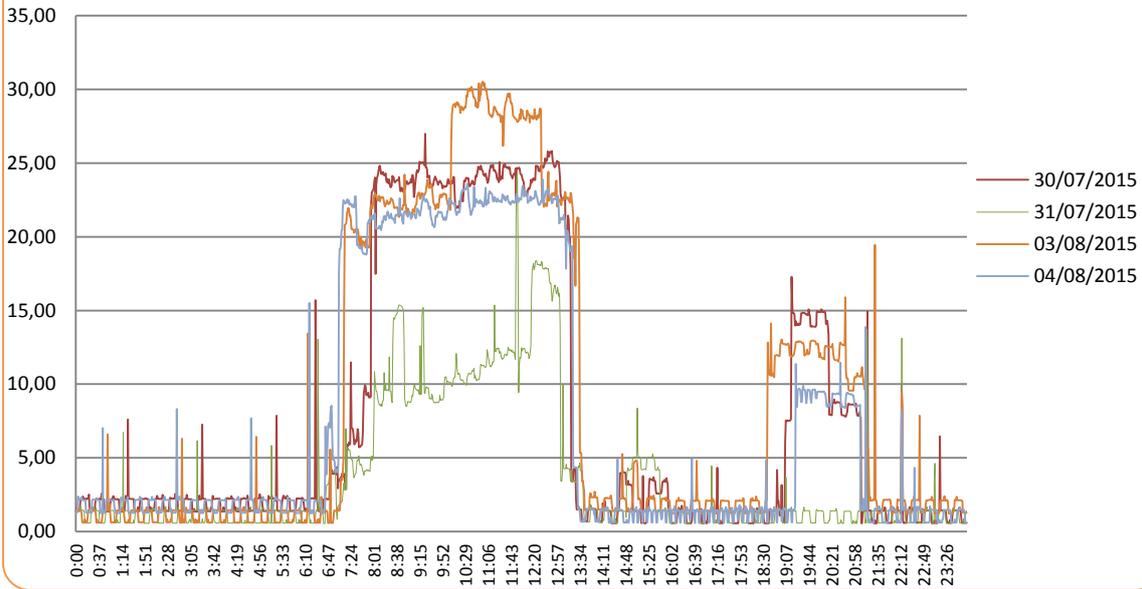
*Gráfico 20 Factor de potencia trifásico registrado*

**Cuadro general**



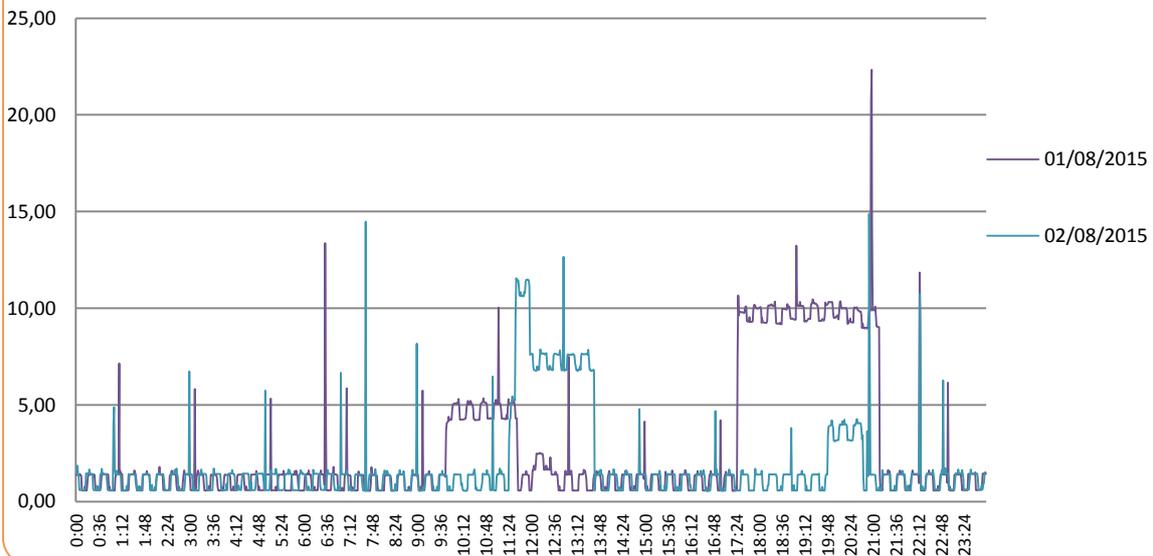
*Gráfico 21 Factor de potencia trifásico registrado*

### Potencia Registrada en días Laborables (kW)



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

### Potencia Registrada en días no Laborables (kW)



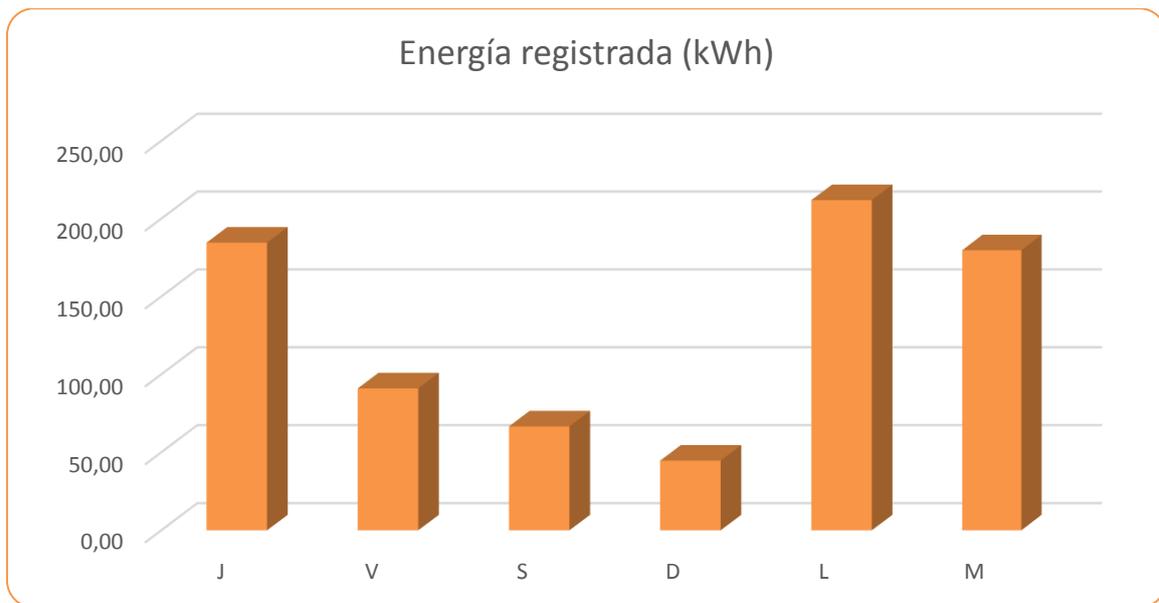
*Gráfico 23 Potencia registrada en días no laborables (kW)*

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones. Durante la semana en que se han registrado los parámetros eléctricos se observa una demanda de potencia fija de aproximadamente 0,6 kW debido a equipos que se mantienen conectados permanentemente.

Los días laborables son muy homogéneos con una potencia máxima de 30,41 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 7:00 y 21:30.

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

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 laborables es de 166,84 kWh y durante los días festivos de 55,63 kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 4.059,95 kWh para el mes de julio lo que representa un desvío respecto al valor facturado en julio de 2014 de un 65,15% inferior; este desvío se explica por el consumo debido al uso fuera del horario habitual y a los equipos de climatización, ya que dependiendo de las condiciones climáticas tiene un mayor o menor uso.

Además, las pistas deportivas funcionan bajo reserva previa, de manera que una gran parte de la energía del polideportivo está sujeta a esta demanda, por tanto tiene una gran variación de uso y eso hace que este desvío de la medición respecto de la facturación sea tan elevado.

### 3.1.2 Registros monofásicos

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

- **Clima conserjería**

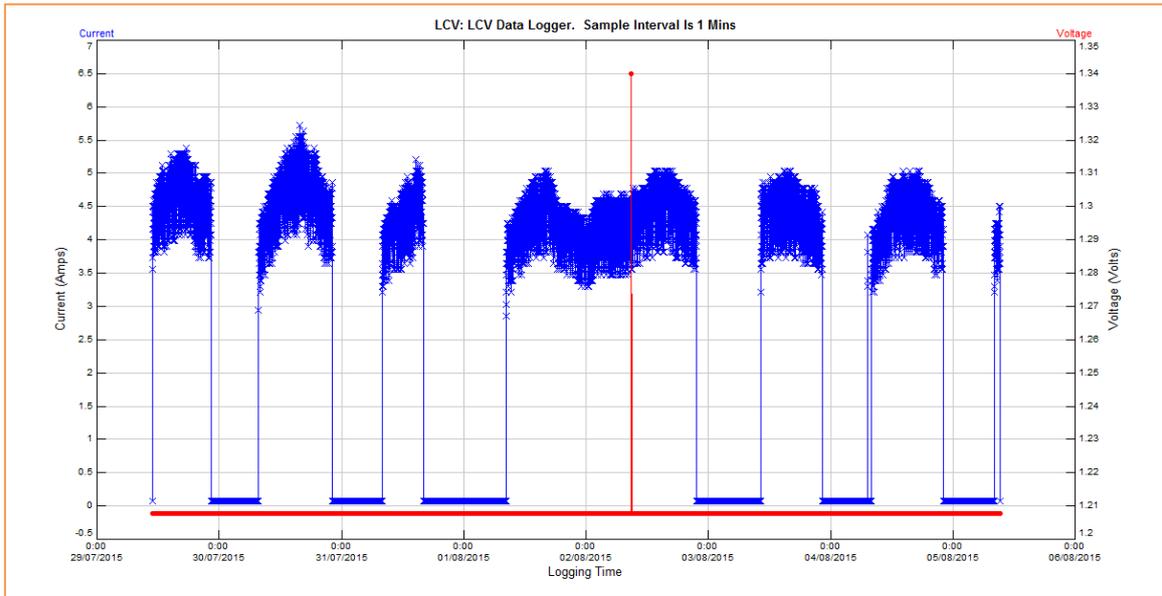


Gráfico 25 Registro de monofásico instalado en clima conserjería

- **Oficina**

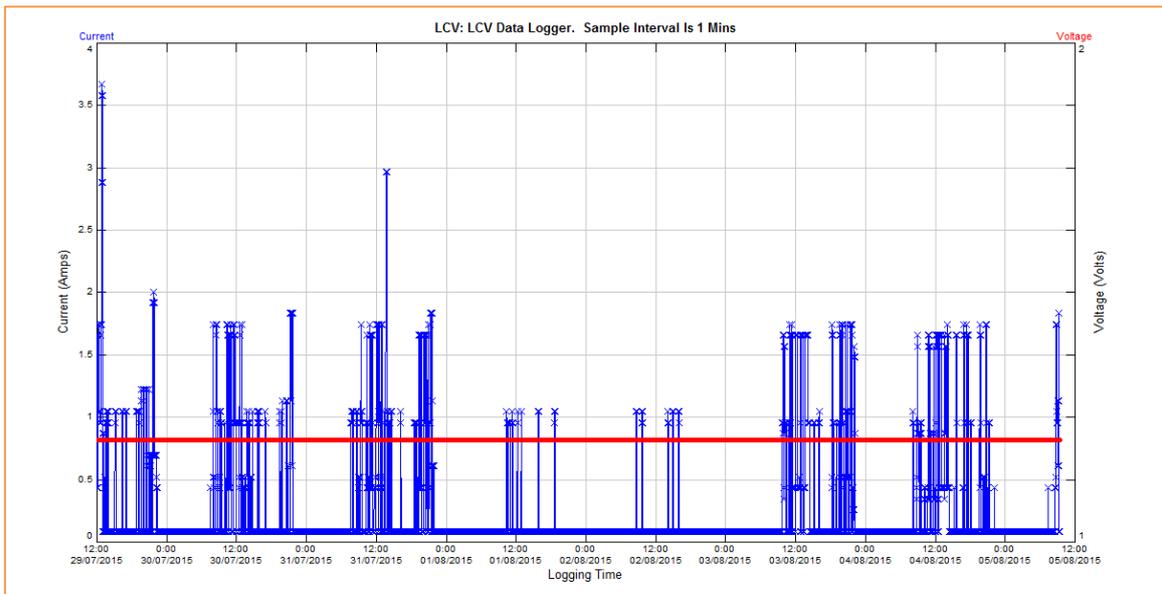
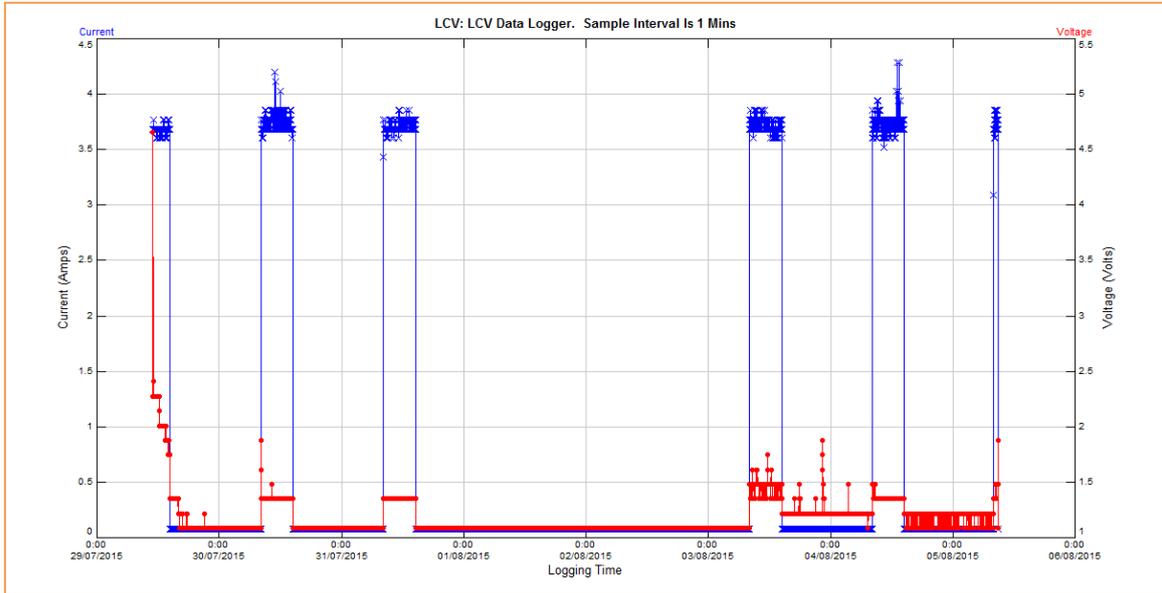


Gráfico 26 Registro de monofásico instalado en oficina

- **Aseos masculino y femenino**



*Gráfico 27 Registro de monofásico instalado en aseos masculino y femenino*

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

- Oficina: 1,29 h
- Aseos masculino y femenino: 5,55 h

### 3.2 Medida de nivel de iluminación

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

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

| Ubicación                            | Potencia (W) | Área ( $m^2$ ) | Iluminancia Media (lux) | Valor s/ Norma (lux) | VEEI  |
|--------------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------|
| Oficinas recepción                   | 950,4        | 46,70          | 571                     | 300                  | 3,56  |
| Distribuidor aseos                   | 50           | 1,35           | 380                     | 200                  | 9,75  |
| Vestuario 8                          | 550          | 27,70          | 192                     | 150                  | 10,34 |
| Distribuidor aseos chicos 4 chicas 3 | 50           | 1,35           | 560                     | 200                  | 6,61  |
| Distribuidor vestuarios 2-3          | 50           | 2,60           | 106                     | 200                  | 18,14 |
| Aseo masculino                       | 200          | 5,75           | 308                     | 150                  | 11,29 |
| Almacén 3                            | 172,8        | 5,95           | 520                     | 100                  | 5,59  |
| Despacho 3                           | 259,2        | 11,13          | 232                     | 300                  | 10,04 |

*Tabla 38 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias*

Se observa como los valores medidos de iluminancia son excesivos en todas las zonas medidas además de ser poco eficientes energéticamente ya que sobrepasan por bastante diferencia el valor máximo que marca la norma.

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

### 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 Análisis del rendimiento de la combustión

No se ha podido realizar el análisis de la combustión en las calderas, debido a que no se ha producido una demanda térmica continua en la instalación durante la visita en las condiciones requeridas, es decir, calderas a régimen, temperatura de impulsión en torno a 70°C, periodo mínimo de 5 minutos desde la puesta en marcha, etc., que nos proporcione una toma de muestras representativa.

#### 3.3.2 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:

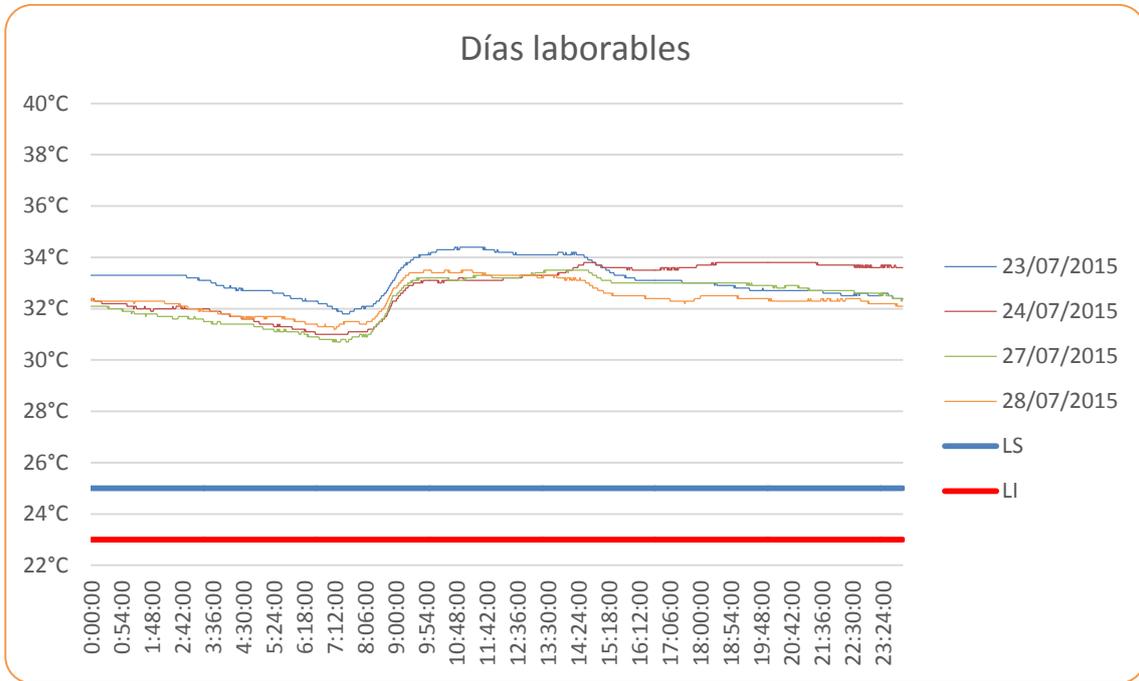
| Estación | Temperatura operativa (°C) | Humedad relativa (%) |
|----------|----------------------------|----------------------|
| Verano   | 23...25                    | 45...60              |
| Invierno | 21...23                    | 40...50              |

*Tabla 39 Condiciones interiores exigidas por el RITE*

### REGISTRO DE VERANO

Durante el periodo de una semana, entre los días 22/07/2015 y 29/07/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio climatizado y representativo del edificio. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

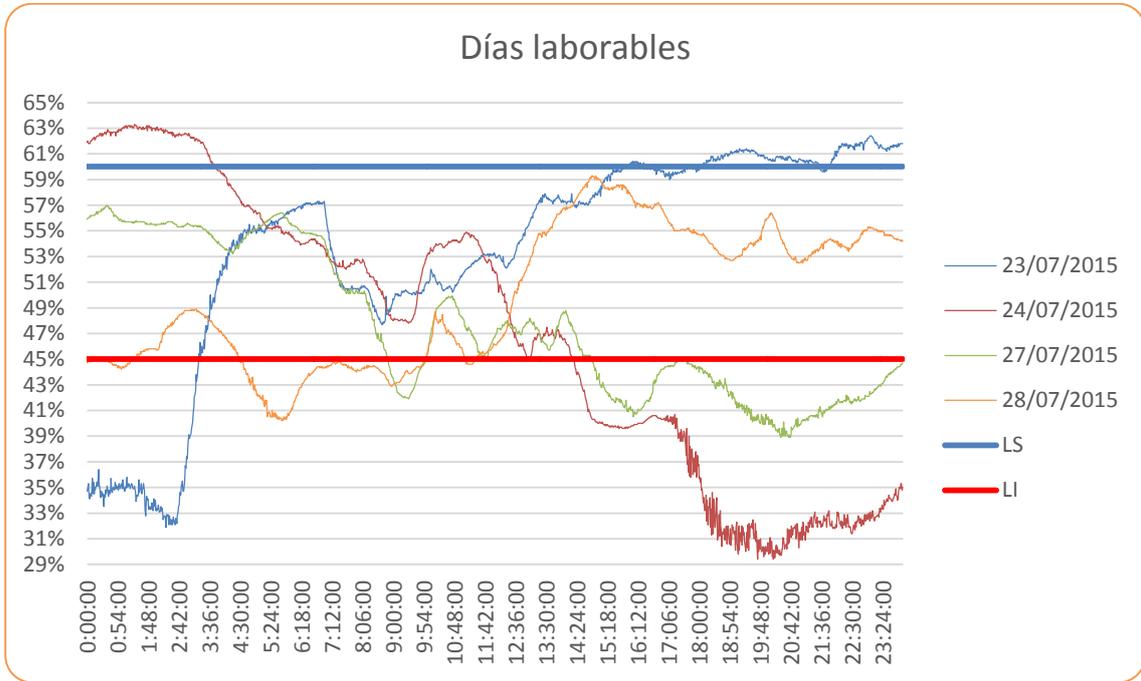
- **Recepción (Planta baja) – Orientación S-O**



*Gráfico 28 Registro de temperatura – VERANO – Días laborables*



*Gráfico 29 Registro de temperatura – VERANO – Fines de semana y festivos*



**Gráfico 30 Registro de humedad relativa – VERANO – Días laborables**



**Gráfico 31 Registro de humedad relativa – VERANO – Fines de semana y festivos**

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA<br/>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA<br/>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

Esta zona se trata mediante un sistema autónomo split 1x1 tipo bomba de calor con unidad interior de tipo conductos. En este registro se ha detectado que el equipo de climatización se encuentra fuera de servicio.

Se observa como a partir de las 8:00 horas la temperatura comienza a ascender coincidiendo con el inicio de la jornada laboral. La temperatura se mantiene constante en torno a los 33-34 °C durante todo el periodo de ocupación debido a las cargas térmicas inherentes, además de que como se ha comentado anteriormente el equipo de clima está fuera de servicio. En general son temperaturas muy superiores a las que marca el reglamento, por tanto no lo cumple.

La humedad se sitúa en líneas generales dentro de los límites establecidos por el reglamento de 40-60%, salvo en casos puntuales que se sitúa por debajo. Se puede decir que cumple los límites del RITE.

Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- Se aprecia una aportación insuficiente de refrigeración.** En general las temperaturas se encuentran entre los 33°C y los 34°C, lo que indica un aporte insuficiente de refrigeración debido a que el equipo de clima está fuera de servicio.
- Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 8:00 hasta las 16:00 y a partir de esa hora va disminuyendo.

### 3.4 Análisis termográfico

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

### 3.5 Certificación energética

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

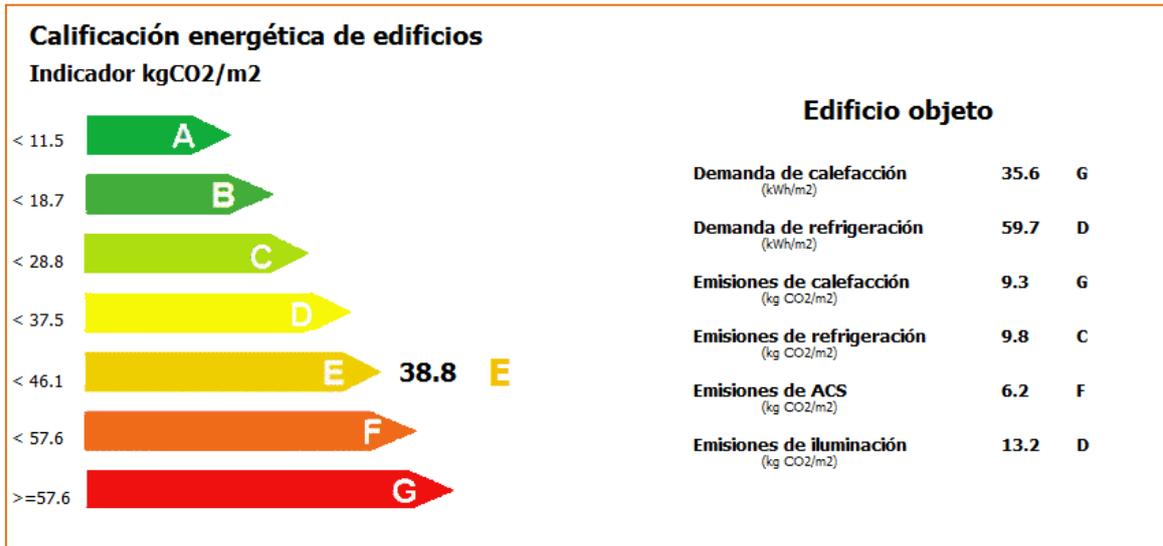


Imagen 36 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del Polideportivo Fuente Nueva.

#### 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

##### 4.1 Desglose de consumos eléctricos

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

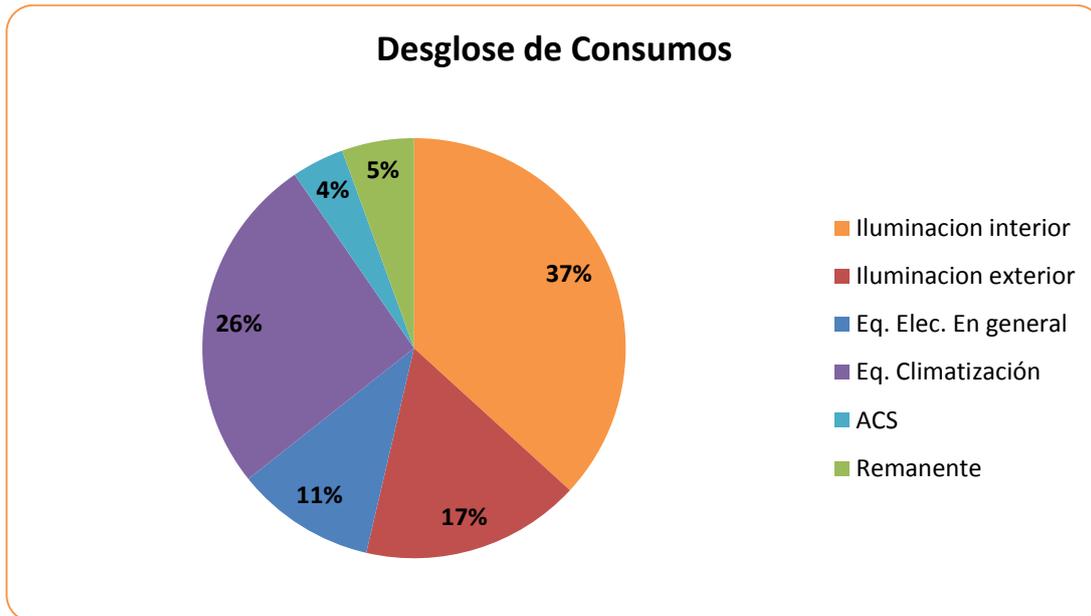


Gráfico 32 Desglose de consumos eléctricos

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

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

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

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

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

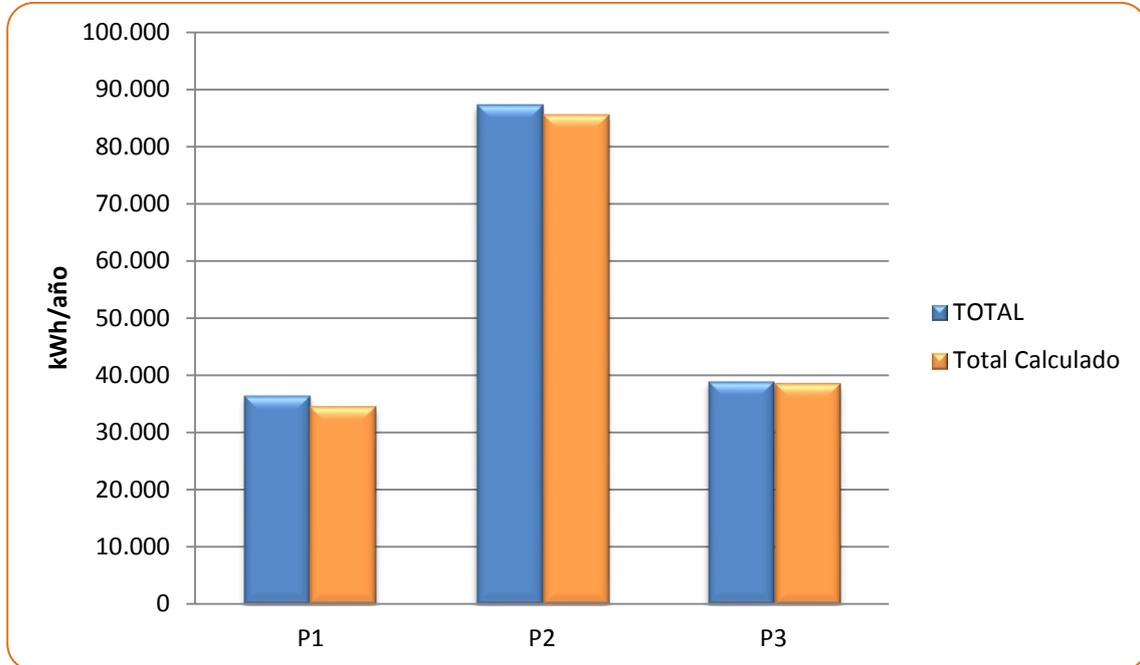


Gráfico 33 Desglose de consumos por periodo

#### 4.2 Desglose de consumos térmicos

El consumo térmico de GLP se utiliza únicamente para dar servicio al agua caliente sanitaria (ACS). El centro cuenta además con una contribución de energía solar térmica para la producción de ACS mediante 5 captadores planos.

A continuación se muestra la distribución de consumos de combustible por meses, determinada a partir de los datos proporcionados por el personal de mantenimiento del centro

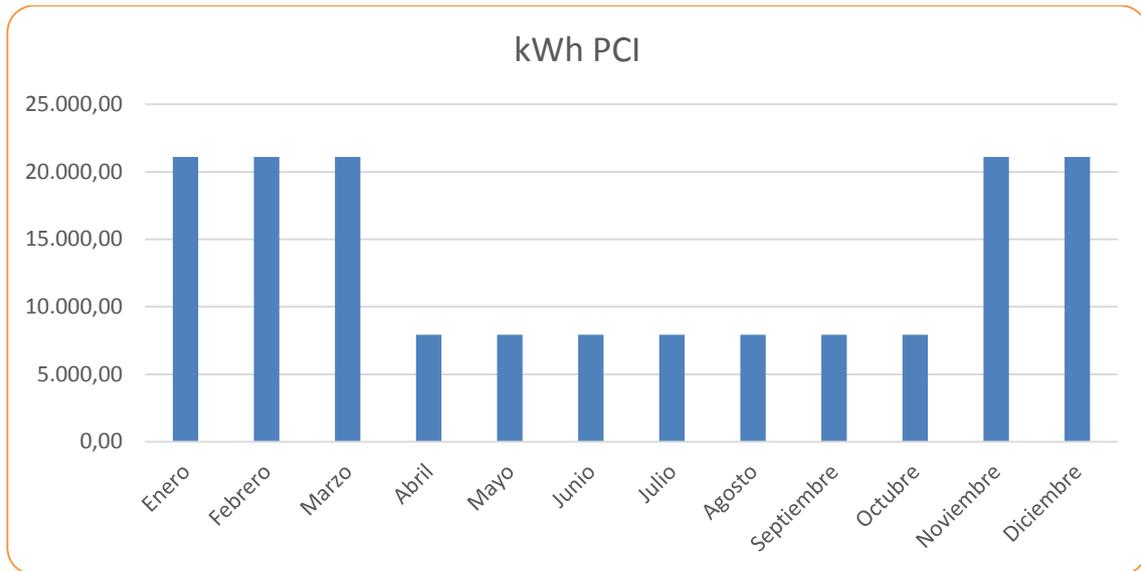


Gráfico 34 Distribución de consumos de GLP

### 4.3 Contribución de energías renovables

#### ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Tal y como queda descrito en apartados anteriores, la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro está cubierta por medio de una instalación solar térmica con apoyo de caldera y un termosifón.

A continuación se resume la contribución energética anual de dicha instalación a la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en el centro, calculada de acuerdo a las características de la instalación existente, descrita en el apartado correspondiente:

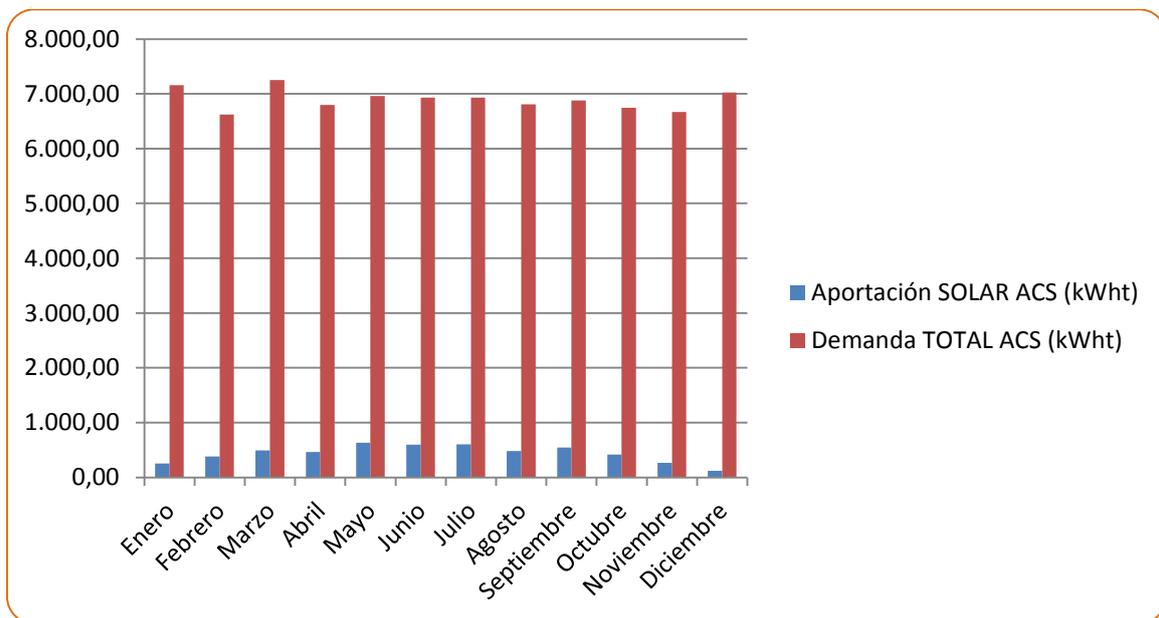


Gráfico 35 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

En la siguiente tabla se muestran los datos globales de contribución solar anual a la producción de ACS del centro:

|   |           |       |
|---|-----------|-------|
| <b>Demanda Térmica de ACS (kWht)</b>        | 82.779,36 |       |
| <b>Aportación Solar Anual (kWht / %)</b>    | 5.263,97  | 6,36% |
| <b>kgCO2 evitados al año</b>                | 1.605,51  |       |
| <b>Ahorro Económico (€/año)<sup>3</sup></b> | 617,37    |       |

Tabla 40 Resumen de contribución solar a la producción de ACS

De acuerdo a estos datos, la instalación NO cumple con las exigencias actuales del CTE – DB-HE4, que requiere una cobertura solar anual mínima del 50% para la zona climática IV correspondiente a Marbella.

<sup>3</sup> Se ha tomado un precio medio del GLP, a partir de los datos actuales proporcionados por el personal del centro, de 41,24 €/bombona (35 kg) (IVA no incluido).

## 5. ACTUACIONES PROPUESTAS

### 5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

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

#### Descripción de la mejora

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

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

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



*Imagen 37 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><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

### Precio de la energía

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

|  | P1      | P2      | P3      |
|--|---------|---------|---------|
| Condiciones de contratación de energía (€/kWh)   | 0,14721 | 0,11582 | 0,07950 |
| Porcentaje de consumo de iluminación por periodo | 26,41%  | 64,53%  | 9,06%   |

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Precio de la energía (cent€/kWh) | 12,08156 |
| Horas equivalentes (h/año)       | 28,54    |

### Inversión

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

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

| Ahorro energético anual |              |              | Ahorro económico |              |            | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | De la mejora | Del edificio | Por energía      | Por potencia | Total      | €               | Años           | Ton/año                            |
|                         | %            | %            | €/año            | €/año        | €/año      |                 |                |                                    |
| 37.590                  | 64,31%       | 23,09%       | 4.541,47 €       | 382,09 €     | 4.923,56 € | 44.965,06 €     | 9,13           | 15,00                              |

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

### 5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

**Descripción actuación:** adecuación de la potencia contratada en cada periodo de facturación

#### Descripción de la mejora

Adecuación de la potencia eléctrica contratada con la compañía eléctrica a la potencia que realmente demanda la instalación para de esa forma disminuir el valor económico del término de potencia en la facturación.

#### Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demanda se encuentra en varios de los periodos facturados por debajo de la potencia contratada, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

#### CUPS ES0031103473014002GY0F

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el máxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

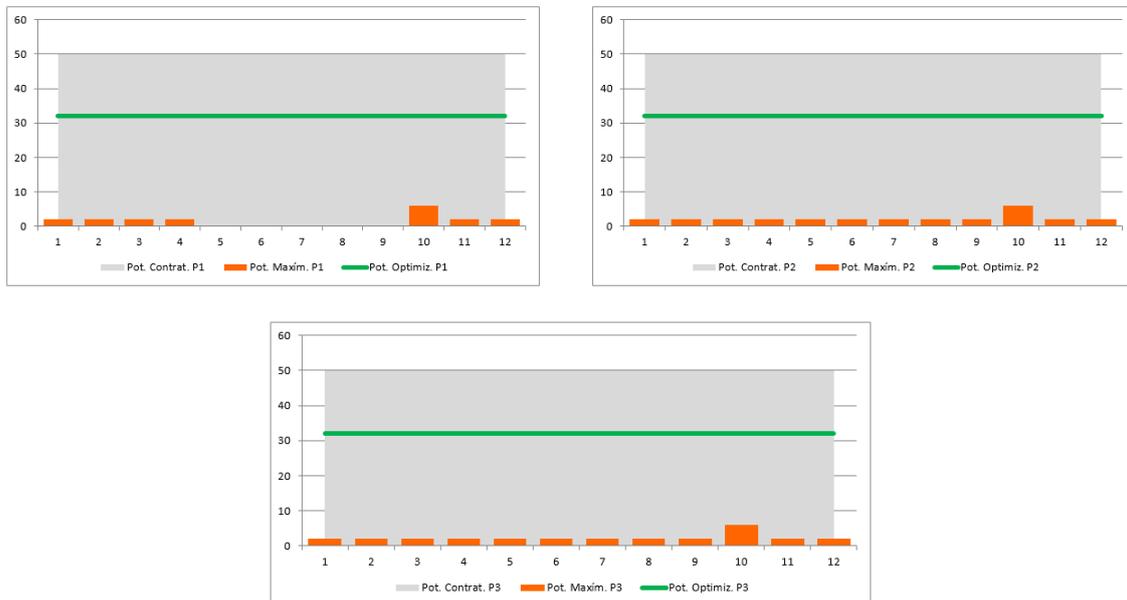


Gráfico 36 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **32 / 32 / 32 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

### Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

| Tipo de tarifa | P1 (€/kW año) | P2 (€/kW año) | P3 (€/kW año) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.0 A          | 42,81         | 25,69         | 17,12         |

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

### Ahorros económicos

| POT CONTRATADA |    |    | POTENCIA RECOMENDADA |    |    | Ahorro económico<br>€/año |
|----------------|----|----|----------------------|----|----|---------------------------|
| P1             | P2 | P3 | P1                   | P2 | P3 |                           |
| 50             | 50 | 50 | 32                   | 32 | 32 | 1.306,42 €                |

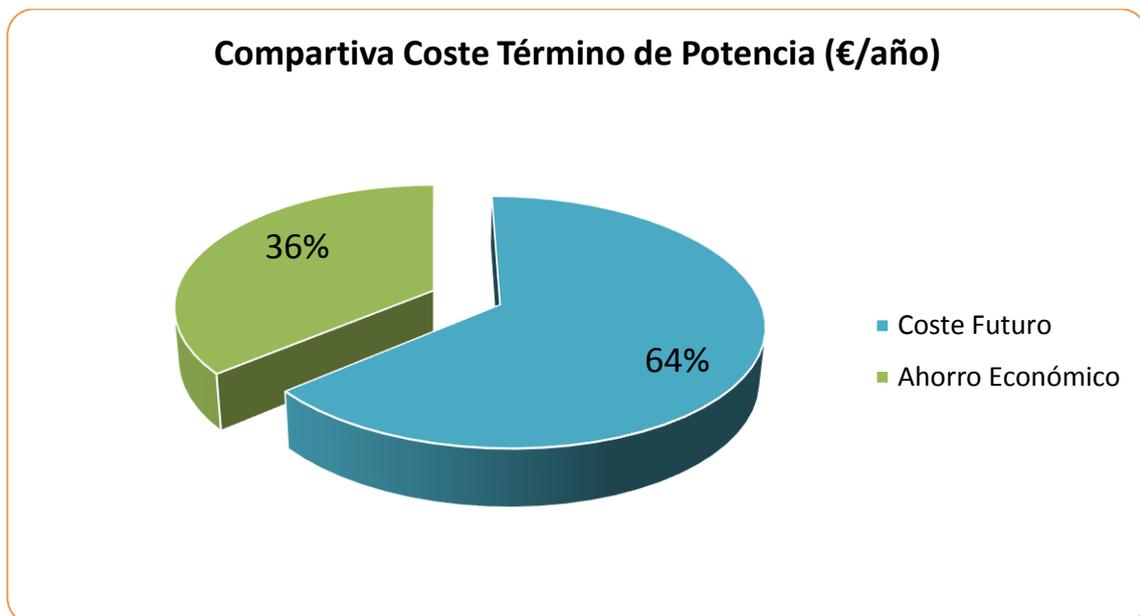


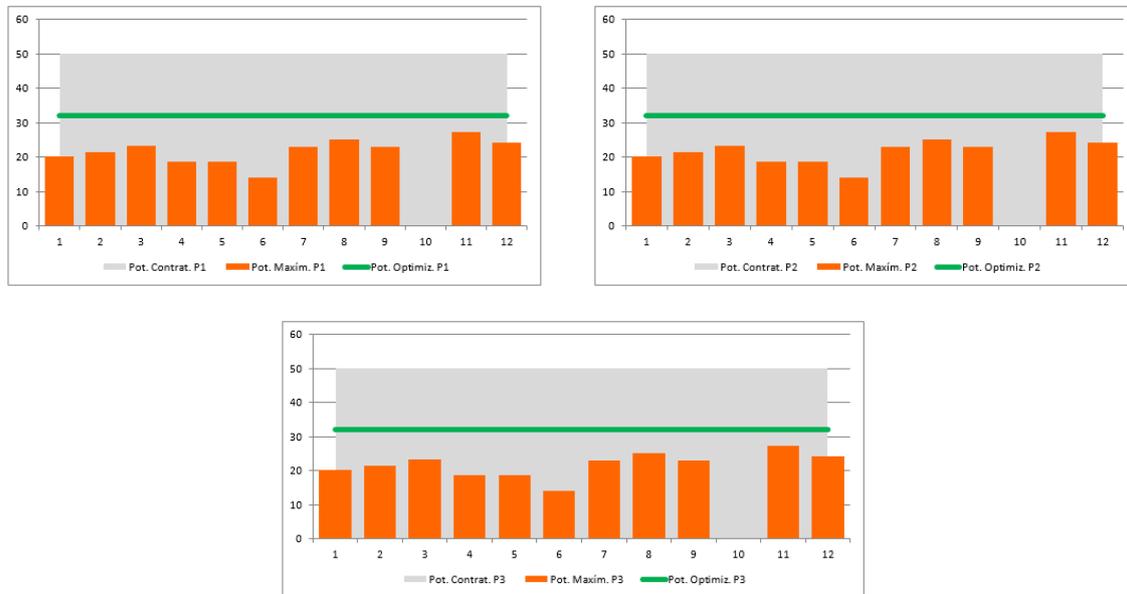
Gráfico 37 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

### Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

**CUPS ES0031103640124001WD0F**

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el máxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.



*Gráfico 38 Potencias registradas y óptimas por periodo*

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el máxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **32 / 32 / 32 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

**Cálculo de ahorros**

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

| Tipo de tarifa | P1 (€/kW año) | P2 (€/kW año) | P3 (€/kW año) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.0 A          | 42,81         | 25,69         | 17,12         |

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

| POT CONTRATADA |    |    | POTENCIA RECOMENDADA |    |    | Ahorro económico<br>€/año |
|----------------|----|----|----------------------|----|----|---------------------------|
| P1             | P2 | P3 | P1                   | P2 | P3 |                           |
| 50             | 50 | 50 | 32                   | 32 | 32 | 1.274,90 €                |

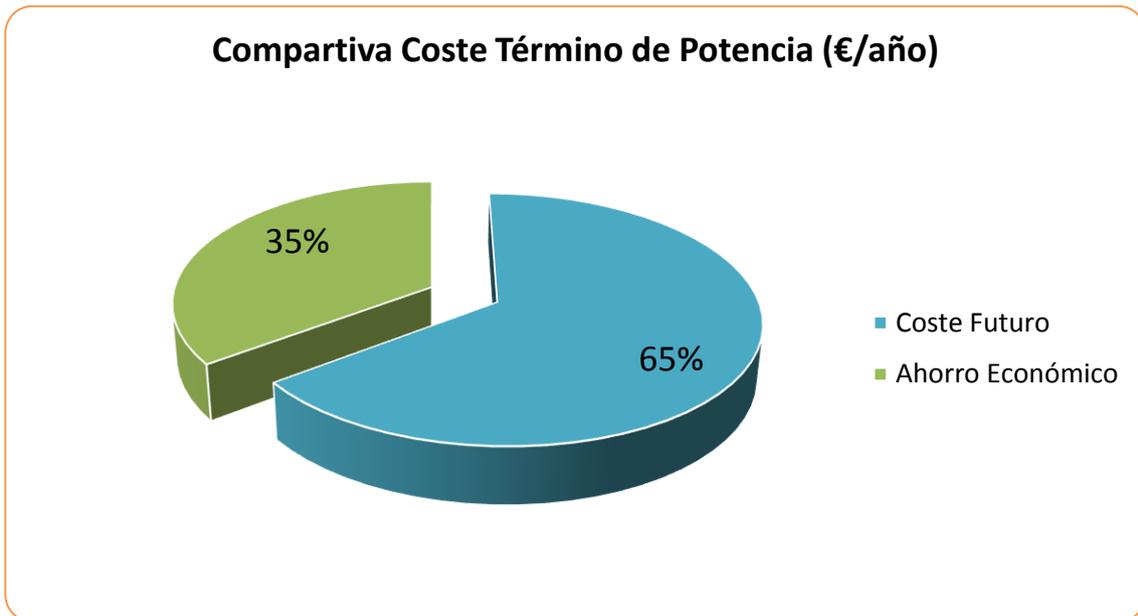


Gráfico 39 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

**CUPS ES0031103640124002WX0F**

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el maxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

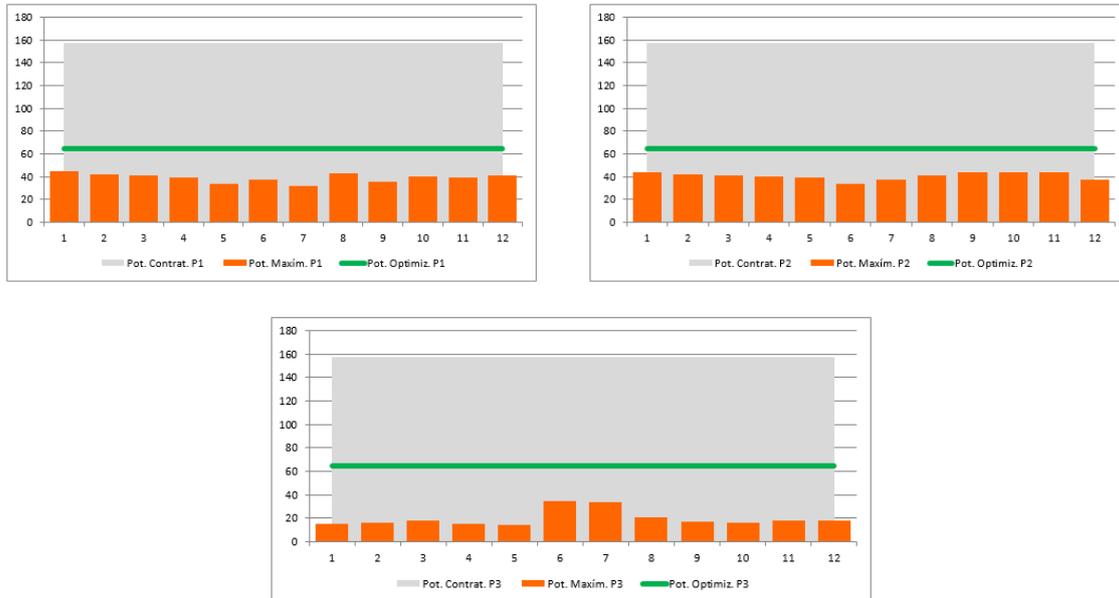


Gráfico 40 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda reducir la potencia contratada a **65 / 65 / 65 kW** para cada uno de los periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

**Cálculo de ahorros**

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

| Tipo de tarifa | P1 (€/kW año) | P2 (€/kW año) | P3 (€/kW año) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.0 A          | 42,81         | 25,69         | 17,12         |

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

| POT CONTRATADA |        |        | POTENCIA RECOMENDADA |    |    | Ahorro económico<br>€/año |
|----------------|--------|--------|----------------------|----|----|---------------------------|
| P1             | P2     | P3     | P1                   | P2 | P3 |                           |
| 157,78         | 157,78 | 157,78 | 65                   | 65 | 65 | 6.752,38 €                |

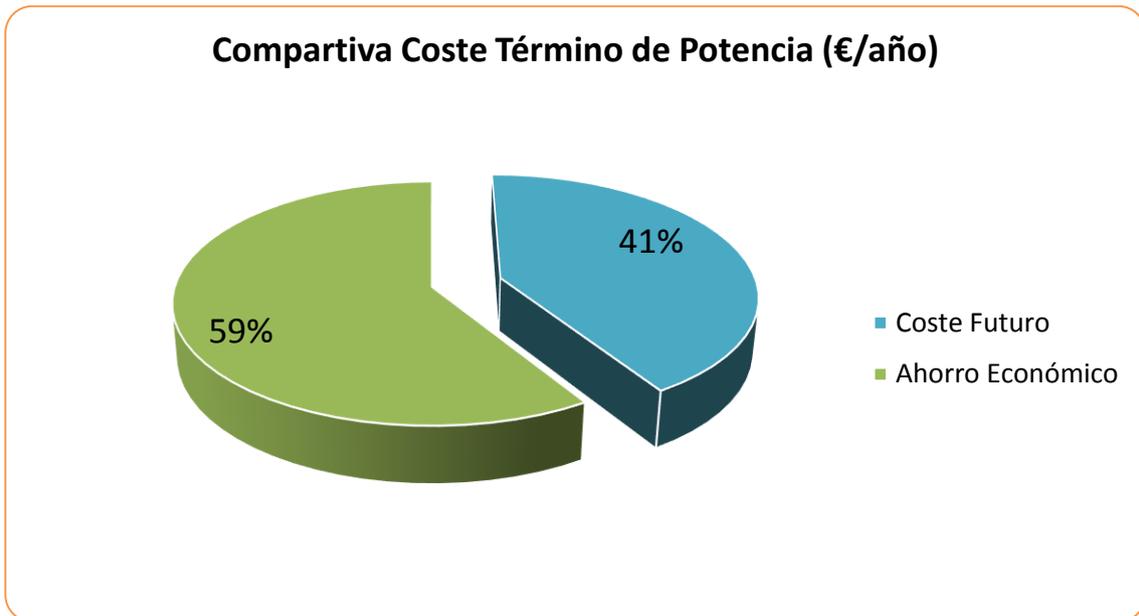


Gráfico 41 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

### 5.3 Instalación de batería de condensadores. CUPS ES0031103640124002WX0F

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

#### Descripción de la mejora

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

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

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

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

Ventajas de la compensación de la energía reactiva:

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

#### Aplicación de la mejora

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

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

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

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

| Penalización por reactiva | Composición | Potencia a 440V |
|---------------------------|-------------|-----------------|
| €                         | kVAr        | kVAr            |
| 0                         | 2,5+5+10    | 17,5            |

Tabla 41 Características de batería de condensadores

### Inversión

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

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

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

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

| Ahorro energético anual |    | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|----|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | %  | €/año            | €[1]            | años           | Ton/año                            |
| --                      | -- | 206,56           | 778,01          | 3,77           | --                                 |

Tabla 42 Ahorros obtenidos con la aplicación de la mejora

### Riesgo en la obtención del ahorro esperado

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

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

#### 5.4 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

##### INTRODUCCIÓN

Tal y como se muestra en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro consta de equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

### CRITERIOS DE DISEÑO

De forma general, para la realización de los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para equipos de más de 15 kW de capacidad se recomienda, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:
  - Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
  - Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
  - Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
  - Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- En el caso de los equipos tipo split 1x1 en el rango de potencias consideradas como domésticas (<15kW), en algunos casos es posible realizar directamente la sustitución de la unidad exterior e interior tras realizar una limpieza con nitrógeno sin tener que reemplazar completamente el circuito de refrigerante, siempre y cuando coincida el diámetro de tubería y teniendo en cuenta que puede reducirse la longitud máxima de tubería entre ambas unidades.
- Las horas de funcionamiento equivalentes en modo calefacción y en modo refrigeración se han determinado mediante la aplicación de factores de carga que responden al horario de funcionamiento de los equipos, al estado actual de los mismos y a la severidad climática (grados día de calefacción HDD-15 y de refrigeración CDD-20) del municipio al que pertenece el centro. El factor de carga en este caso se sitúa en torno al 30-25%. Estas estimaciones se apoyan en las mediciones realizadas en equipos con similares condiciones de funcionamiento.
- El precio medio de la electricidad utilizado es de 0,11578196 €/kWh (calefacción) y 0,111419485 €/kWh. (refrigeración).
- El rendimiento medio estacional del equipo actualmente instalado se ha determinado partiendo del rendimiento nominal afectado por los siguiente factor reductor (este criterio se corresponde con el propuesto por el IDAE en los programas de certificación energética):
  - Factor de ponderación: Su valor se calcula en base a la tipología del equipo actualmente instalado, al horario de funcionamiento y a la zona climática a la que pertenece el centro.

| Intensidad | Fp - Calefacción | Fp - Refrigeración |
|------------|------------------|--------------------|
| Baja 8h    | 0,716            | 0,850              |
| Alta 8h    | 0,751            | 0,860              |
| Media 12h  | 0,728            | 0,786              |
| Alta 12h   | 0,745            | 0,797              |

Tabla 43 Factor de ponderación

- El dimensionamiento de los nuevos equipos propuestos a sustituir se ha realizado manteniendo la capacidad térmica del equipo actualmente instalado, comprobando que el ratio W/m<sup>2</sup> se adapta a las necesidades de la zona. Las características del nuevo equipo

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA<br/>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA<br/>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

a implantar de deben adaptar a las condiciones técnicas de la instalación existente (por ejemplo en el caso de equipos de conductos con impulsión a rejillas lineales, difusores, toberas, multi-toberas, etc.).

- El rendimiento estacional considerado para los nuevos equipos propuestos es el recogido en la información técnica de los catálogos de las principales marcas calculado según la EN14825.
- Para el cálculo de la inversión se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de equipos y a empresas instaladoras para obtener un valor promedio realista.

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

### RESUMEN DE PROPUESTAS – Equipos con R-22

A continuación se resumen el ahorro energético y económico, así como el periodo de amortización derivado de la sustitución de los equipos que utilizan R-22 como refrigerante instalados en el centro.

| Zona de tratamiento                         | Tipología de equipo   | Horario           | Capacidad Frigorífica (kW) | Capacidad Calorífica (kW) | horas anuales equivalentes - Refrig. | horas anuales equivalentes - Calif. | Ahorro energético (kWh) | Ahorro energético (%) | Ahorro económico (€) | Emisiones evitadas (tn CO2) | Inversión (€) | Periodo de retorno simple (años) | Actuación propuesta |
|---|---|-------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------|
| Gimnasio antiguo                            | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Conductos | 08:00-22:00 (L-D) | 53,40                      | 62,00                     | 367                                  | 605                                 | 4.867,78                | 23,7%                 | 589,94               | 1,94                        | 13.248,50     | 22,46                            | NO                  |
| Sala de usos múltiples 2                    | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Conductos | 08:00-22:00 (L-D) | 35,70                      | 41,10                     | 188                                  | 300                                 | 1.760,00                | 27,2%                 | 213,49               | 0,70                        | 8.674,03      | 40,63                            | NO                  |
| Sala de usos múltiples 1                    | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Conductos | 08:00-22:00 (L-D) | 20,00                      | 23,00                     | 184                                  | 300                                 | 1.519,02                | 43,7%                 | 183,94               | 0,61                        | 6.328,75      | 34,41                            | NO                  |
| Despacho 1                                  | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Pared     | 09:00-14:00 (L-V) | 3,30                       | 3,50                      | 128                                  | 203                                 | 204,45                  | 52,0%                 | 24,74                | 0,08                        | 1.094,95      | 44,26                            | NO                  |
| Despacho 2                                  | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Pared     | 09:00-14:00 (L-V) | 3,30                       | 3,50                      | 128                                  | 203                                 | 204,45                  | 52,0%                 | 24,74                | 0,08                        | 1.094,95      | 44,26                            | NO                  |
| Despacho 4                                  | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Pared     | 09:00-14:00 (L-V) | 3,30                       | 3,50                      | 128                                  | 203                                 | 204,45                  | 52,0%                 | 24,74                | 0,08                        | 1.094,95      | 44,26                            | NO                  |
| Recepción, despacho 6, almacén y despacho 3 | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Conductos | 07:15-14:15 (L-V) | 35,70                      | 41,10                     | 131                                  | 203                                 | 1.115,78                | 25,2%                 | 135,49               | 0,45                        | 8.674,03      | 64,02                            | NO                  |
| Conserjería                                 | Sistema autónomo de expansión directa - Split 1x1 - Pared     | 09:00-14:00 (L-V) | 3,30                       | 3,50                      | 128                                  | 203                                 | 204,45                  | 52,0%                 | 24,74                | 0,08                        | 1.094,95      | 44,26                            | NO                  |
|   |   |                   |                            |                           |                                      |                                     |                         |                       |                      |                             |               |                                  |                     |

### RESUMEN DETALLADO

**GIMNASIO ANTIGUO – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

| Equipo    | Capacidad de Refrigeración (kW) | Capacidad de Calefacción (kW) | EER  | COP  | SEER | SCOP |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| Actual    | 57,00                           | 64,90                         | 2,68 | 3,09 | 2,14 | 2,30 |
| Propuesto | 53,40                           | 62,00                         | 2,64 | 3,13 | 2,64 | 3,13 |

Tabla 44 Características de los equipos a sustituir

| Capítulo                           | Descripción  | Presup.            |
|------------------------------------|--|--------------------|
| Producción Tratamiento             | Unidad Exterior  | 5.864,14 €         |
|                                    | Unidad interior  | 2.697,68 €         |
| Distribución térmica               | Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire | 1.292,40 €         |
| Instalación eléctrica y de control | Instalación eléctrica y de control                       | 894,28 €           |
| Mano de obra                       | Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares    | 2.500,00 €         |
| <b>TOTAL</b>                       |  | <b>13.248,50 €</b> |

Tabla 45 Resumen de inversión

| Demanda     |               | Consumo eléctrico |           | Ahorro   |        | Inversión | Período retorno simple |
|-------------|---------------|-------------------|-----------|----------|--------|-----------|------------------------|
| Calefacción | Refrigeración | Actual            | Propuesto | kWh/año  | €/año  | €         | años                   |
| (kWh/año)   |               | (kWh/año)         |           | kWh/año  | €/año  | €         | años                   |
| 29.271,55   | 16.681,53     | 20.526,04         | 15.658,25 | 4.867,78 | 589,94 | 13.248,50 | 22,46                  |

Tabla 46 Ahorros energéticos y económicos

| Ahorro energético anual |                | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | % <sup>4</sup> | €/año            | € <sup>5</sup>  | años           | Ton/año                            |
| <b>4.867,78</b>         | 23,7%          | 589,94           | 13.248,50       | 22,46          | 1,94                               |

Tabla 47 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

<sup>4</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>5</sup> Todos los precios son sin IVA

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

## RESUMEN DETALLADO

### SALA DE USOS MÚLTIPLES 2 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos

| Equipo    | Capacidad de Refrigeración (kW) | Capacidad de Calefacción (kW) | EER  | COP  | SEER | SCOP |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| Actual    | 35,00                           | 41,30                         | 2,68 | 3,09 | 2,11 | 2,25 |
| Propuesto | 35,70                           | 41,10                         | 2,55 | 3,37 | 2,55 | 3,37 |

Tabla 48 Características de los equipos a sustituir

| Capítulo  | Descripción  | Presup.           |
|---|--|-------------------|
| Producción<br>Tratamiento<br>Distribución térmica<br>Instalación eléctrica y de control<br>Mano de obra | Unidad Exterior  | 3.925,92 €        |
|   | Unidad interior  | 2.027,28 €        |
|   | Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire | 626,55 €          |
|   | Instalación eléctrica y de control                       | 894,28 €          |
|   | Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares    | 1.200,00 €        |
|   | <b>TOTAL</b>   | <b>8.674,03 €</b> |

Tabla 49 Resumen de inversión

| Demanda     |               | Consumo eléctrico |           | Ahorro   |        | Inversión | Periodo retorno simple |
|-------------|---------------|-------------------|-----------|----------|--------|-----------|------------------------|
| Calefacción | Refrigeración | Actual            | Propuesto | kWh/año  | €/año  | €         | años                   |
| (kWh/año)   |               | (kWh/año)         |           |          |        |           |                        |
| 9.010,90    | 5.182,60      | 6.466,25          | 4.706,25  | 1.760,00 | 213,49 | 8.674,03  | 40,63                  |

Tabla 50 Ahorros energéticos y económicos

| Ahorro energético anual |                | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | % <sup>6</sup> | €/año            | € <sup>7</sup>  | años           | Ton/año                            |
| 1.760,00                | 27,2%          | 213,49           | 8.674,03        | 40,63          | 0,70                               |

Tabla 51 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

<sup>6</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>7</sup> Todos los precios son sin IVA

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

### RESUMEN DETALLADO

#### SALA DE USOS MÚLTIPLES 1– Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos

| Equipo    | Capacidad de Refrigeración (kW) | Capacidad de Calefacción (kW) | EER  | COP  | SEER | SCOP |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| Actual    | 17,00                           | 18,70                         | 2,36 | 2,60 | 1,86 | 1,89 |
| Propuesto | 20,00                           | 23,00                         | 3,21 | 3,41 | 3,21 | 3,41 |

Tabla 52 Características de los equipos a sustituir

| Capítulo  | Descripción  | Presup.           |
|---|--|-------------------|
| Producción<br>Tratamiento<br>Distribución térmica<br>Instalación eléctrica y de control<br>Mano de obra | Unidad Exterior  | 3.448,25 €        |
|   | Unidad interior  | 1.214,20 €        |
|   | Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire | 722,00 €          |
|   | Instalación eléctrica y de control                       | 144,30 €          |
|   | Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares    | 800,00 €          |
| <b>TOTAL</b>  |  | <b>6.328,75 €</b> |

Tabla 53 Resumen de inversión

| Demanda     |               | Consumo eléctrico |           | Ahorro   |        | Inversión | Periodo retorno simple |
|-------------|---------------|-------------------|-----------|----------|--------|-----------|------------------------|
| Calefacción | Refrigeración | Actual            | Propuesto | kWh/año  | €/año  | €         | años                   |
| (kWh/año)   |               | (kWh/año)         |           |          |        |           |                        |
| 4.080,00    | 2.453,26      | 3.479,76          | 1.960,74  | 1.519,02 | 183,94 | 6.328,75  | 34,41                  |

Tabla 54 Ahorros energéticos y económicos

| Ahorro energético anual |                | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | % <sup>8</sup> | €/año            | € <sup>9</sup>  | años           | Ton/año                            |
| 1.519,02                | 43,7%          | 183,94           | 6.328,75        | 34,41          | 0,61                               |

Tabla 55 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

<sup>8</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>9</sup> Todos los precios son sin IVA

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

### RESUMEN DETALLADO

**DESPACHO 1, DEPACHO 2, DEPACHO 3 Y CONSERJERÍA – Autónomos de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Pared**

| Equipo    | Capacidad de Refrigeración (kW) | Capacidad de Calefacción (kW) | EER  | COP  | SEER | SCOP |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| Actual    | 3,52                            | 3,64                          | 2,98 | 3,06 | 2,57 | 2,30 |
| Propuesto | 3,30                            | 3,50                          | 3,37 | 3,76 | 5,77 | 4,57 |

Tabla 56 Características de los equipos a sustituir

| Capítulo  | Descripción  | Presup.           |
|---|--|-------------------|
| Producción<br>Tratamiento<br>Distribución térmica<br>Instalación eléctrica y de control<br>Mano de obra | Unidad Exterior  | 284,70 €          |
|   | Unidad interior  | 219,05 €          |
|   | Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire | 149,40 €          |
|   | Instalación eléctrica y de control                       | 241,80 €          |
|   | Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares    | 200,00 €          |
| <b>TOTAL</b>  |  | <b>1.094,95 €</b> |

Tabla 57 Resumen de inversión

| Demanda     |               | Consumo eléctrico |           | Ahorro  |       | Inversión | Periodo retorno simple |
|-------------|---------------|-------------------|-----------|---------|-------|-----------|------------------------|
| Calefacción | Refrigeración | Actual            | Propuesto | kWh/año | €/año | €         | años                   |
| (kWh/año)   |               | (kWh/año)         |           |         |       |           |                        |
| 556,02      | 388,32        | 393,41            | 188,97    | 204,45  | 24,74 | 1.094,95  | 44,26                  |

Tabla 58 Ahorros energéticos y económicos

| Ahorro energético anual |                 | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | % <sup>10</sup> | €/año            | € <sup>11</sup> | años           | Ton/año                            |
| <b>204,45</b>           | 52,0%           | 24,74            | 1.094,95        | 44,26          | 0,08                               |

Tabla 59 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

<sup>10</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>11</sup> Todos los precios son sin IVA

### RESUMEN DETALLADO

**RECEPCIÓN, DESPACHO 6, ALMACÉN Y DESPACHO 3 – Autónomo de expansión directa tipo bomba de calor – Split 1x1 - Conductos**

| Equipo    | Capacidad de Refrigeración (kW) | Capacidad de Calefacción (kW) | EER  | COP  | SEER | SCOP |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|
| Actual    | 35,00                           | 41,30                         | 2,68 | 3,09 | 2,28 | 2,21 |
| Propuesto | 35,70                           | 41,10                         | 2,55 | 3,37 | 2,55 | 3,37 |

Tabla 60 Características de los equipos a sustituir

| Capítulo  | Descripción  | Presup.           |
|---|--|-------------------|
| Producción<br>Tratamiento<br>Distribución térmica<br>Instalación eléctrica y de control<br>Mano de obra | Unidad Exterior  | 3.925,92 €        |
|   | Unidad interior  | 2.027,28 €        |
|   | Circuito frigorífico y conductos de distribución de aire | 626,55 €          |
|   | Instalación eléctrica y de control                       | 894,28 €          |
|   | Mano de obra, puesta en marcha y servicios auxiliares    | 1.200,00 €        |
| <b>TOTAL</b>  |  | <b>8.674,03 €</b> |

Tabla 61 Resumen de inversión

| Demanda     |               | Consumo eléctrico |           | Ahorro   |        | Inversión | Periodo retorno simple |
|-------------|---------------|-------------------|-----------|----------|--------|-----------|------------------------|
| Calefacción | Refrigeración | Actual            | Propuesto | kWh/año  | €/año  | €         | años                   |
| (kWh/año)   |               | (kWh/año)         |           |          |        |           |                        |
| 6.014,98    | 3.883,11      | 4.423,43          | 3.307,65  | 1.115,78 | 135,49 | 8.674,03  | 64,02                  |

Tabla 62 Ahorros energéticos y económicos

| Ahorro energético anual |                 | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh                     | % <sup>12</sup> | €/año            | € <sup>13</sup> | años           | Ton/año                            |
| <b>1.115,78</b>         | 25,2%           | 135,49           | 8.674,03        | 64,02          | 0,45                               |

Tabla 63 Resumen de resultados principales obtenidos

**Al tratarse de una medida de ahorro energético que supera los 10-12 años de periodo de amortización, en estas condiciones no se considera incluirla como mejora propuesta.**

<sup>12</sup> Sobre el consumo eléctrico anual

<sup>13</sup> Todos los precios son sin IVA

## 6. MEJORAS RECOMENDADAS

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

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

#### Descripción de la medida

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

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



Imagen 38 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

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

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

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

#### Aplicación de la mejora

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

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

#### Ahorro energético

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

## 6.2 Aislamiento de la red de distribución

### Objetivos y situación actual

El objetivo de esta medida es la disminución de las pérdidas térmicas en la red de distribución debidas a la falta de aislamiento en sus componentes (tuberías y valvulería principalmente). Una instalación aislada de acuerdo a las exigencias actuales puede llegar a conseguir un ahorro energético en la distribución de aproximadamente un 75-80% respecto a instalaciones sin aislar.

En este caso, aun existiendo aislamiento en todos los tramos, las propiedades de conductividad del mismo son potencialmente mejorables al tratarse de una instalación antigua. Hay que tener en cuenta que las exigencias reglamentarias anteriores eran inferiores a las que marca el RITE actual. Por otro lado, la conductividad del aislamiento, y con ello las pérdidas, va aumentando con el paso de los años al deteriorarse. Como se puede ver en la gráfica siguiente, la conductividad de una espuma flexible depende de varios factores, tales como la temperatura, la densidad, la humedad, y el deterioro o envejecimiento del material.

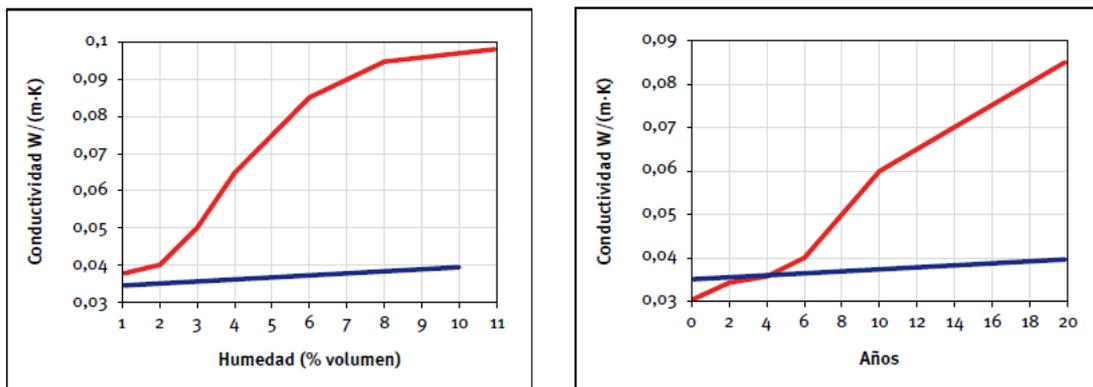


Imagen 39 Variación de la conductividad frente a la humedad y la antigüedad de la instalación<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Fuente: Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles (IDAE, 2008)

A continuación se muestran imágenes del estado actual del aislamiento de la sala de calderas del centro:



*Imagen 40 Estado de aislamiento – Depósitos de acumulación de ACS sin aislamiento*



*Imagen 41 Estado de aislamiento – Tuberías y valvulería*

Como objetivos secundarios se tendrían los siguientes:

- Disminución de la potencia de generación necesaria en caso de abordar simultáneamente una sustitución de caldera.
- Mantenimiento de temperaturas superficiales de la red dentro de límites de seguridad para los usuarios del edificio.

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

### Descripción de la mejora

La medida será de aplicación a todos los tramos de tuberías u otros componentes accesibles en la sala de calderas, incluidos los depósitos de acumulación, y en la tubería vista de distribución a radiadores. Por lo tanto, el alcance está limitado a la longitud de la red que no vaya embutida en muros o suelos, donde sea posible acometer la mejora.

La ejecución más habitual es mediante espumas flexibles en forma de coquilla.

Al tratarse de actuaciones de rehabilitación, hay que tener en cuenta que incluso en los casos en los que no se pueda llegar al espesor recomendado por el RITE, el mayor porcentaje de ahorro se produce en los primeros 10 mm de espesor.

El RITE actual establece una obligación de carácter prestacional relativa al diseño de aislamiento de las redes de distribución, donde las pérdidas de conducciones están limitadas a un máximo del 4% de la potencia total transportada. El reglamento propone además un procedimiento simplificado de diseño de aislamiento que establece los espesores mínimos de aislamientos recomendados para cada diámetro de tubería y para una conductividad del material preestablecida.

A continuación se presentan tres escenarios diferentes en lo que al grado de aislamiento se refiere. En cada uno de ellos se comparan las pérdidas de potencia (W/m) producidas en las tuberías con las pérdidas producidas una vez instalado el aislamiento de acuerdo al RITE.

-Escenario 1: Tubería desnuda

-Escenario 2: Tubería con aislamiento antiguo. Más de 10 años de antigüedad, 3% de humedad y espesor inferior al establecido por el RITE.

-Escenario 3: Tubería con aislamiento antiguo. Más de 20 años de antigüedad, 3% de humedad y espesor inferior al establecido por el RITE.

Las pérdidas están calculadas de acuerdo a la guía técnica del IDAE: "Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos", en base a una temperatura exterior media de 15°C y una temperatura del fluido 80°/60°C: Por otro lado, para la estimación de los valores de conductividad del aislamiento en los diferentes escenarios propuestos se ha tomado como referencia la guía del IDAE "*Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles*".

| Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C) |         |                |                            |                  |         |          |
|---|---------|----------------|----------------------------|------------------|---------|----------|
| ANTES - Tubería desnuda   |         |                | DESPUÉS - Aislamiento RITE |                  |         |          |
| Material  | Calibre | Pérdidas (W/m) | Tipo                       | Conduct. térmica | Espesor | Pérdidas |
|   |         | (W/m)          |                            | (W/m-K)          | (mm)    | (W/m)    |
| Acero   | DN25    | 56,49          | Elastómero extruido        | 0,037            | 25      | 11,89    |
|   | DN32    | 67,86          |                            |                  | 30      | 12,48    |
|   | DN40    | 75,31          |                            |                  | 30      | 13,56    |
|   | DN50    | 89,95          |                            |                  | 30      | 15,51    |
|   | DN65    | 108,45         |                            |                  | 30      | 18,49    |
|   | DN80    | 122,9          |                            |                  | 30      | 20,71    |

*Tabla 64 Escenario 1. Pérdida de potencia en conducciones desnudas*

| Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C) |         |              |          |                            |                  |         |          |
|---|---------|--------------|----------|----------------------------|------------------|---------|----------|
| ANTES - 10 años, 3% H   |         |              |          | DESPUÉS - Aislamiento RITE |                  |         |          |
| Conductividad Aislamiento   | Calibre | Espesor (mm) | Pérdidas | Tipo                       | Conduct. térmica | Espesor | Pérdidas |
|   |         |              | (W/m)    |                            | (W/m-K)          |         | (mm)     |
| 0,1092  | DN25    | 20           | 30,56    | Elastómero extruido        | 0,037            | 25      | 11,89    |
|   | DN32    | 25           | 32,42    |                            |                  | 30      | 12,48    |
|   | DN40    | 25           | 35,11    |                            |                  | 30      | 13,56    |
|   | DN50    | 25           | 40,46    |                            |                  | 30      | 15,51    |
|   | DN65    | 25           | 47,33    |                            |                  | 30      | 18,49    |
|   | DN80    | 25           | 52,78    |                            |                  | 30      | 20,71    |

*Tabla 65 Escenario 2. Pérdida de potencia en conducciones con aislamiento de 10 años de antigüedad*

| Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C) |         |              |          |                            |                  |         |          |
|---|---------|--------------|----------|----------------------------|------------------|---------|----------|
| ANTES - 20 años, 3% H   |         |              |          | DESPUÉS - Aislamiento RITE |                  |         |          |
| Conductividad Aislamiento   | Calibre | Espesor (mm) | Pérdidas | Tipo                       | Conduct. térmica | Espesor | Pérdidas |
|   |         |              | (W/m)    |                            | (W/m-K)          |         | (mm)     |
| 0,1502  | DN25    | 20           | 37,55    | Elastómero extruido        | 0,037            | 25      | 11,89    |
|   | DN32    | 25           | 40,28    |                            |                  | 30      | 12,48    |
|   | DN40    | 25           | 43,51    |                            |                  | 30      | 13,56    |
|   | DN50    | 25           | 49,93    |                            |                  | 30      | 15,51    |
|   | DN65    | 25           | 58,14    |                            |                  | 30      | 18,49    |
|   | DN80    | 25           | 64,66    |                            |                  | 30      | 20,71    |

*Tabla 66 Escenario 3. Pérdida de potencia en conducciones con aislamiento de 20 años de antigüedad*

### Estudio de ahorro energético y económico

De acuerdo a los datos anteriores y teniendo en cuenta el estado del aislamiento, así como el rendimiento estacional de la instalación, se obtienen los siguientes resultados:

| Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C) |                         |         |               |                        |           |                |
|---|-------------------------|---------|---------------|------------------------|-----------|----------------|
|   | Ahorro Energético Anual |         |               | Ahorro Económico Anual | Inversión | Retorno simple |
|   | (W/m)                   | (kWh/m) | (%)           | (€/m)                  | (€/m)     | (años)         |
| DN25  | 44,60                   | 81,40   | <b>78,95%</b> | 10,91                  | 11,67     | <b>1,07</b>    |
| DN32  | 55,38                   | 101,07  | <b>81,61%</b> | 13,55                  | 14,36     | <b>1,06</b>    |
| DN40  | 61,75                   | 112,69  | <b>81,99%</b> | 15,11                  | 15,65     | <b>1,04</b>    |
| DN50  | 74,44                   | 135,85  | <b>82,76%</b> | 18,21                  | 17,94     | <b>0,99</b>    |
| DN65  | 89,96                   | 164,18  | <b>82,95%</b> | 22,01                  | 21,11     | <b>0,96</b>    |
| DN80  | 102,19                  | 186,50  | <b>83,15%</b> | 25,00                  | 24,42     | <b>0,98</b>    |

Tabla 67 Ahorro energético y económico – Mejora de aislamientos partiendo de **tubería desnuda**

| Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C) |                         |         |                |                        |           |                |
|---|-------------------------|---------|----------------|------------------------|-----------|----------------|
|   | Ahorro Energético Anual |         |                | Ahorro Económico Anual | Inversión | Retorno simple |
|   | (W/m)                   | (kWh/m) | (%)            | (€/m)                  | (€/m)     | (años)         |
| DN25  | 18,67                   | 34,07   | <b>93,35%</b>  | 4,57                   | 11,67     | <b>2,56</b>    |
| DN32  | 19,94                   | 36,39   | <b>79,76%</b>  | 4,88                   | 14,36     | <b>2,94</b>    |
| DN40  | 21,55                   | 39,33   | <b>86,20%</b>  | 5,27                   | 15,65     | <b>2,97</b>    |
| DN50  | 24,95                   | 45,53   | <b>99,80%</b>  | 6,10                   | 17,94     | <b>2,94</b>    |
| DN65  | 28,84                   | 52,63   | <b>115,36%</b> | 7,05                   | 21,11     | <b>2,99</b>    |
| DN80  | 32,07                   | 58,53   | <b>128,28%</b> | 7,84                   | 24,42     | <b>3,11</b>    |

Tabla 68 Ahorro energético y económico – Mejora de aislamientos partiendo de tubería con **aislamiento antiguo 10 años**

| Aislamiento de tubería y accesorios que discurren por el interior del edificio (60°C-100°C) |                         |         |                |                        |           |                |
|---|-------------------------|---------|----------------|------------------------|-----------|----------------|
|   | Ahorro Energético Anual |         |                | Ahorro Económico Anual | Inversión | Retorno simple |
|   | (W/m)                   | (kWh/m) | (%)            | (€/m)                  | (€/m)     | (años)         |
| DN25  | 25,66                   | 46,83   | <b>128,30%</b> | 6,28                   | 11,67     | <b>1,86</b>    |
| DN32  | 27,80                   | 50,74   | <b>111,20%</b> | 6,80                   | 14,36     | <b>2,11</b>    |
| DN40  | 29,95                   | 54,66   | <b>119,80%</b> | 7,33                   | 15,65     | <b>2,14</b>    |
| DN50  | 34,42                   | 62,82   | <b>137,68%</b> | 8,42                   | 17,94     | <b>2,13</b>    |
| DN65  | 39,65                   | 72,36   | <b>158,60%</b> | 9,70                   | 21,11     | <b>2,18</b>    |
| DN80  | 43,95                   | 80,21   | <b>175,80%</b> | 10,75                  | 24,42     | <b>2,27</b>    |

Tabla 69 Ahorro energético y económico – Mejora de aislamientos partiendo de tubería con **aislamiento antiguo 20 años**

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA<br/>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA<br/>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

Para los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Horario de funcionamiento correspondiente al periodo de generación de agua caliente sanitaria (ACS).
- El precio del GLP se ha tomado de los precios actuales aplicados por la empresa comercializadora al ayuntamiento. (IVA no incluido).
- Inversión de acuerdo a las tarifas de los principales fabricantes, incluyendo el precio de instalación.

|   |   |        |
|---|---|--------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA</b><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | 1306   |
|   |   | 65     |
|   |   | Rev.07 |

### 6.3 Sustitución de los equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante

Como puede comprobarse en el apartado dedicado a la descripción de los equipos de producción de frío y calor, el centro cuenta con equipos de climatización que utilizan R-22 como refrigerante.

Durante más de cuarenta años, El R-22 (HCFC-22) ha sido el refrigerante de referencia para los sistemas de bomba de calor y aire acondicionado, sin embargo se ha demostrado que las emisiones a la atmosfera de este refrigerante (principalmente por fugas) contribuyen a la destrucción de la capa de ozono.

En consecuencia, las agencias medioambientales acordaron un calendario para la eliminación total del R-22, obligando a los productores de refrigerante y fabricantes de equipos de climatización a encontrar alternativas menos nocivas. El reglamento de la UE (1005/2009) que controla el uso en la UE de las sustancias que destruyen la capa de ozono, establece que a partir del 1 de enero de 2015 queda prohibida totalmente la utilización de R-22 (nuevo, reciclado o recuperado) en equipos o sistemas.

Esto significa que las unidades con este refrigerante que están actualmente el funcionamiento pueden seguir operativas, pero en caso de fallo por fugas o necesidad de otros servicios, estas unidades no se pueden reparar correctamente.

Las unidades con R-22 tienen una esperanza de vida de 10 años y la mayoría han alcanzado dos tercios de su vida útil por lo que lo más adecuado sería planificar una sustitución anticipada, en lugar de arriesgarse a un mayor coste y largos periodos de inactividad cuando la unidad antigua empiece a funcionar mal. Los fabricantes ofrecen la posibilidad de realizar una reconversión del sistema utilizando un refrigerante sustituto, sin embargo esta opción puede acarrear múltiples inconvenientes:

- Posible mal rendimiento del sistema por falta de control del recalentamiento y subenfriamiento del nuevo refrigerante.
- El aceite mineral utilizado con el R-22 puede crear una barrera térmica en el intercambiador, siendo necesario sustituirlo por otro tipo de aceite.
- Algunos sustitutos directos afectan negativamente a la capacidad y eficiencia del sistema, lo que implica mayor tiempo de funcionamiento del equipo en aplicaciones que funcionan de manera continua.
- Es usual tener que cambiar o reajustar la válvula de expansión.
- Para asegurar la fiabilidad del sistema es necesario realizar diversos ajustes y operaciones de mantenimiento.

Por estos motivos, como solución más rentable y menos perjudicial para el medio ambiente, en esta auditoría se recomienda invertir en una reforma completa de la instalación (circuito nuevo) diseñada específicamente para los sustitutos del R22, obteniéndose los siguientes beneficios:

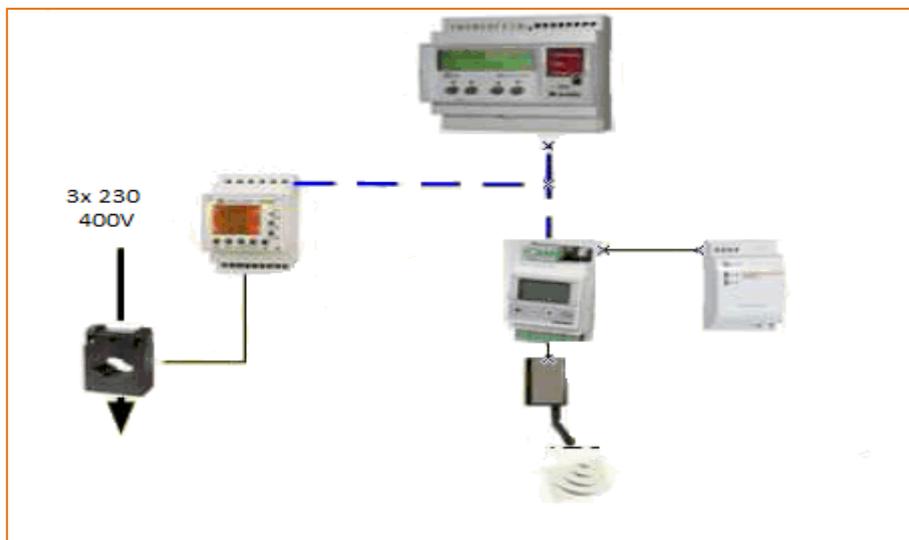
- Mayor fiabilidad de las nuevas instalaciones.
- Mayor rendimiento, eficiencia y ahorro de energía.
- Menores costes de mantenimiento/garantía del sistema.
- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

#### 6.4 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 42 Esquema de sistema de monitorización*

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

##### Aplicación de la mejora

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

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA<br/>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA<br/>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

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><br><b>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA</b><br><b>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

## 7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

### 7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación ya que, tal y como se describe en apartados anteriores, el centro cuenta actualmente con dos instalaciones de energía solar térmica como contribución de energías renovables para la producción de ACS. La instalación solar compuesta de 1 módulo y funcionamiento tipo termosifón está fuera de servicio actualmente.

### 7.2 Biomasa

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

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

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

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, junto con las limitaciones de acceso 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.

Por otra parte, el centro ya cuenta con una contribución de energías renovables para la producción térmica mediante la instalación solar térmica.

### 7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

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

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

|   |   |               |
|---|---|---------------|
|  | <b>AUDITORÍA ENERGÉTICA<br/>AYUNTAMIENTO DE MARBELLA<br/>POLIDEPORTIVO FUENTE NUEVA</b> | <b>1306</b>   |
|   |   | <b>65</b>     |
|   |   | <b>Rev.07</b> |

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

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

## 8. RESUMEN

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

| Propuestas de Mejora  | Ahorro energético anual |                 | Ahorro económico   | Inversión total    | Retorno simple | Emisiones CO <sub>2</sub> evitadas |
|---|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------------------|
|   | kWh                     | % <sup>15</sup> | €/año              | € <sup>16</sup>    | años           | Ton/año                            |
| Sustitución iluminación por tecnología LED                        | 37.590                  | 64,31 %         | 4.541,47 €         | 44.965,06 €        | 9,13           | 15,00                              |
| Ajuste de Potencia eléctrica contratada<br>ES0031103473014002GY0F | -                       | -               | 1.306,42 €         | -                  | -              | -                                  |
| Ajuste de Potencia eléctrica contratada<br>ES0031103640124001WD0F | -                       | -               | 1.274,90 €         | -                  | -              | -                                  |
| Ajuste de Potencia eléctrica contratada<br>ES0031103640124002WX0F | -                       | -               | 6.752,38 €         | -                  | -              | -                                  |
| Instalación de Batería de condensadores<br>ES0031103640124002WX0F | -                       | -               | 206,56             | 778,01             | 3,77           | -                                  |
| <b>TOTAL ELÉCTRICAS</b>   | <b>37.590</b>           | <b>-</b>        | <b>14.081,73 €</b> | <b>45.743,07 €</b> | <b>3,25</b>    | <b>15,00</b>                       |

Tabla 70 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

En el apartado de **instalaciones térmicas**, no se incluye la sustitución de los equipos de climatización con R-22 como refrigerante, desarrollada en el apartado correspondiente, porque presenta un periodo de retorno superior a 10-12 años. Aun así se aconseja su renovación en el apartado de mejoras recomendadas.

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.
- Aislamiento de la red de distribución térmica.
- 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.

<sup>15</sup> Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

<sup>16</sup> Todos los precios son sin IVA