# ESTUDIO DE MEJORAS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN PYMES COMERCIALES DE SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA

Versión: 1.0

Junio 2019

# ÍNDICE


**1. ANTECEDENTES** ..... 2

**2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO** ..... 4

2.1 OBJETIVOS ..... 4

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS PYMES ..... 4

**3. ACTUACIONES REALIZADAS EN LAS EMPRESAS** ..... 9

3.1 INTRODUCCIÓN ..... 9

3.2 EQUIPOS DE MEDIDA ..... 9

3.3 ACTUACIONES REALIZADAS ..... 10

3.4 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA ..... 11

3.5 ESTABLECIMIENTO DE PERFILES DE CONSUMO Y CURVAS DE CARGA ..... 16

3.6 INVENTARIO DE ILUMINACIÓN ..... 19

3.7 MEDICIONES DE RENDIMIENTO DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS CON LUXÓMETRO ..... 22

3.8 INVENTARIO DE EQUIPOS DE FUERZA ..... 22

3.9 MEDICIONES DE CONSUMO DE EQUIPOS DE FUERZA ..... 26

3.10 OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... 26

**4. OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA** ..... 27

4.1. OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA. ..... 27

4.2. AUTOCONSUMO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. ..... 29

4.3. ACTUALIZACIÓN DE LUMINARIAS A TECNOLOGÍA LED. ..... 32

4.4. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE ENERGÍA ..... 35

**5. RESULTADOS OBTENIDOS** ..... 36

**6. CONCLUSIONES** ..... 43

# 1. ANTECEDENTES

El presente documento se enmarca dentro del proyecto City 2020, Programa de Cooperación Transnacional Interreg MAC (Madeira, Azores, Canarias) 2014-2020 del que el Ayuntamiento de San Cristóbal de La Laguna forma parte y en concreto en la actividad 2.2.2 denominada Programa de apoyo a las empresas comerciales para impulsar la eficiencia energética y ser más competitivas.

El Estudio de Mejoras de la Eficiencia Energética en PYMES comerciales de San Cristóbal de La Laguna se apoya en las actividades desarrolladas previamente en el proyecto City 2020. El documento recoge las experiencias realizadas en el proyecto para que sirvan de apoyo a las empresas para mejorar su competitividad empresarial. En concreto, recoge los resultados de la realización de 10 auditorías energéticas en distintas PYMES del municipio.

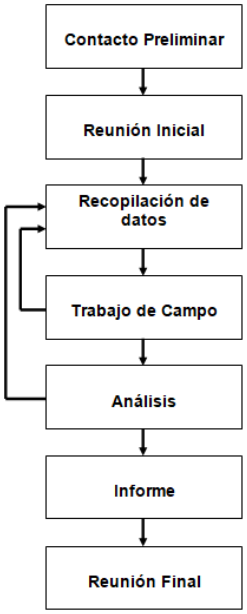
Las auditorías energéticas se han realizado de acuerdo con la norma UNE16247 de Auditorías Energéticas y en concreto los siguientes apartados de la norma:

- Norma UNE16247-1. Auditorías Energéticas. Parte 1: Requisitos Generales.
- Norma UNE16247-2. Auditorías Energéticas. Parte 2: Edificios.
- Norma UNE16247-5. Auditorías Energéticas. Parte 5: Competencia de los Auditores Energéticos.

De acuerdo con la norma, las auditorías han constado de los siguientes elementos:

- Contacto Preliminar
- Reunión Inicial
- Recopilación de Datos
- Trabajo de Campo
- Análisis
- Informe
- Reunión Final

Siguiendo el siguiente diagrama de flujo:



# 2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

## 2.1 OBJETIVOS

Los objetivos de las actividades realizadas en las PYMES comerciales de La Laguna son los siguientes:

- Concienciar de la importancia de ser energéticamente eficientes.
- Dar a conocer las potenciales mejoras de la eficiencia energética.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs), el consumo de energía y los costes asociados al consumo de energía.
- Reducir el porcentaje de coste energético en relación a coste total de las PYMEs.
- Mejorar la rentabilidad y nivel de competitividad de las PYMEs.

Con el objeto de alcanzar estos objetivos, se han realizado 10 auditorías energéticas en 10 PYMES distintas del municipio.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS PYMES

Las 10 PYMES participantes en el proyecto pertenecen a 8 sectores distintos. Los sectores y el número de empresas participantes son los que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.2.1** *Sectores de las PYMES participantes.*

| Sector | Número de PYMES |
|---|---|
| Industria alimentación | 1 |
| Servicios TIC | 2 |
| Restauración/Alimentación | 2 |
| Fitness | 1 |
| Lavandería Industrial | 1 |
| Inmobiliaria | 1 |
| Distribución de Agua | 1 |
| Dietética | 1 |

Las empresas participantes están distribuidas en distintos barrios del municipio, tal y como se muestra en la tabla 2.2.2.

Su volumen de facturación es así mismo, muy variado, desde los 15.000€ al año hasta los 1,8M€ al año. Una muestra de la distribución de la facturación se muestra en la tabla 2.2.3.

**Tabla 2.2.2** *Sectores de las PYMES participantes.*

| Sector | Número de PYMES |
|---|---|
| El Coromoto | 1 |
| Los Majuelos | 2 |
| La Cuesta | 1 |
| Taco | 2 |
| Centro | 2 |
| Punta del Hidalgo | 2 |

**Tabla 2.2.3** *Volumen de Facturación Anual de las PYMES participantes.*

| Volumen de Facturación Anual | Número de PYMES |
|---|---|
| De 15.000 € a 50.000 € | 3 |
| De 50.001 € a 100.000 € | 1 |
| De 100.001 € a 500.000 € | 2 |
| De 500.001 € a 1.000.000 € | 2 |
| De 500.001 € a 1.000.000 € | 1 |
| De 1.000.001 € a 1.800.000 € | 1 |

Tras realizar el diagnóstico energético en las empresas se obtuvieron una serie de resultados relacionados con su consumo energético actual. En un principio, se determinó el consumo energético actual total de las empresas. El consumo anual de las empresas es muy variado, con valores de consumo anual que van desde los 398kWh hasta los 871.204 kWh. Una distribución de dichos consumos se muestra en la figura 2.2.1. Es necesario aclarar que en todos los casos, estos consumos son debidos a consumo de energía eléctrica.

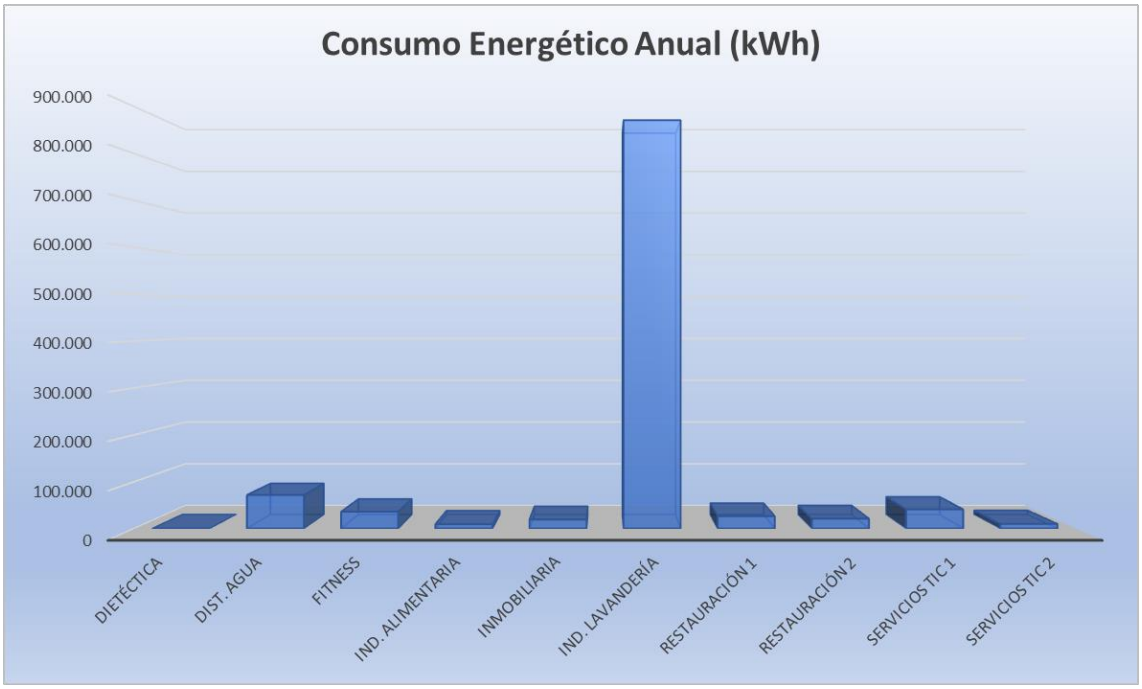



**Figura 2.2.1** *Consumo de energía anual de las PYMES participantes.*

Destaca especialmente el consumo de la lavandería industrial que claramente es una empresa altamente consumidora de energía en su actividad. En siguiente lugar se encuentra la empresa de distribución de aguas que todo su consumo se destina a bombeo eléctrico. A pesar de que en este caso, el consumo es incluso más importante que en la lavandería industrial para su actividad, dicho consumo se está realizando discontinuamente y especialmente en períodos de baja tarificación eléctrica.

Analizando los parámetros de coste energético, los resultados obtenidos también son también muy variados, obteniéndose valores que van desde los 0,11 €/kWh hasta los 0,61 €/kWh tal y como muestra la figura 2.2.2. Es importante señalar que el coste energético de todas las empresas es eléctrico y se ha calculado dividiendo todos los costes de su facturación eléctrica anual entre la energía total consumida en un año.

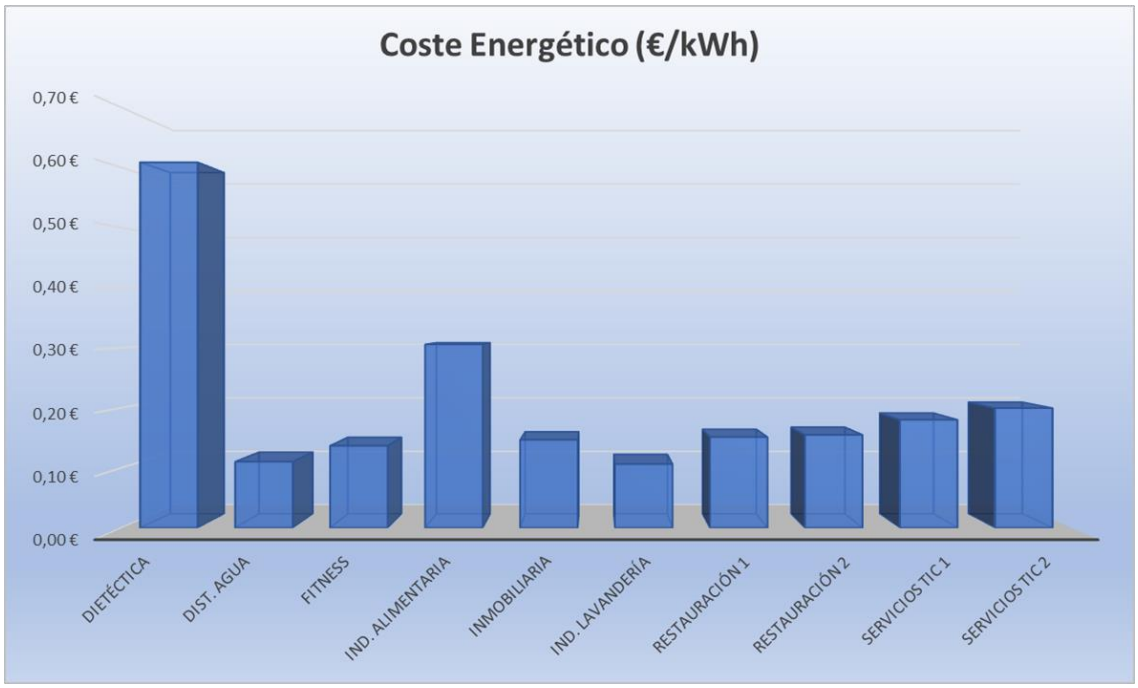



**Figura 2.2.2** *Coste energético de las PYMES participantes.*

Destaca el alto cote de la empresa dietética, ocasionado principalmente por su bajo consumo eléctrico. Esto hace que el coste fijo incremente el coste por unidad de energía como se muestra en la gráfica. Lo mismo, pero en menor escala, sucede con la empresa del sector alimentario.

Por el contrario, la lavandería industrial y la empresa de distribución de agua destacan por el caso contrario, dado que su alto consumo hacen que los costes fijos pesen menos en el coste por unidad de energía. El resto de empresas se mantienen en unos costes similares entre los 0,13 €/kWh y los 0,20 €/kWh.

Cuando se analiza el peso que tiene el coste energético frente al coste total de explotación de las empresas participantes, se puede también observar un rango de valores muy variados. En la figura 2.2.3 se muestran estos valores que van desde 0,1% hasta el 78,7%.

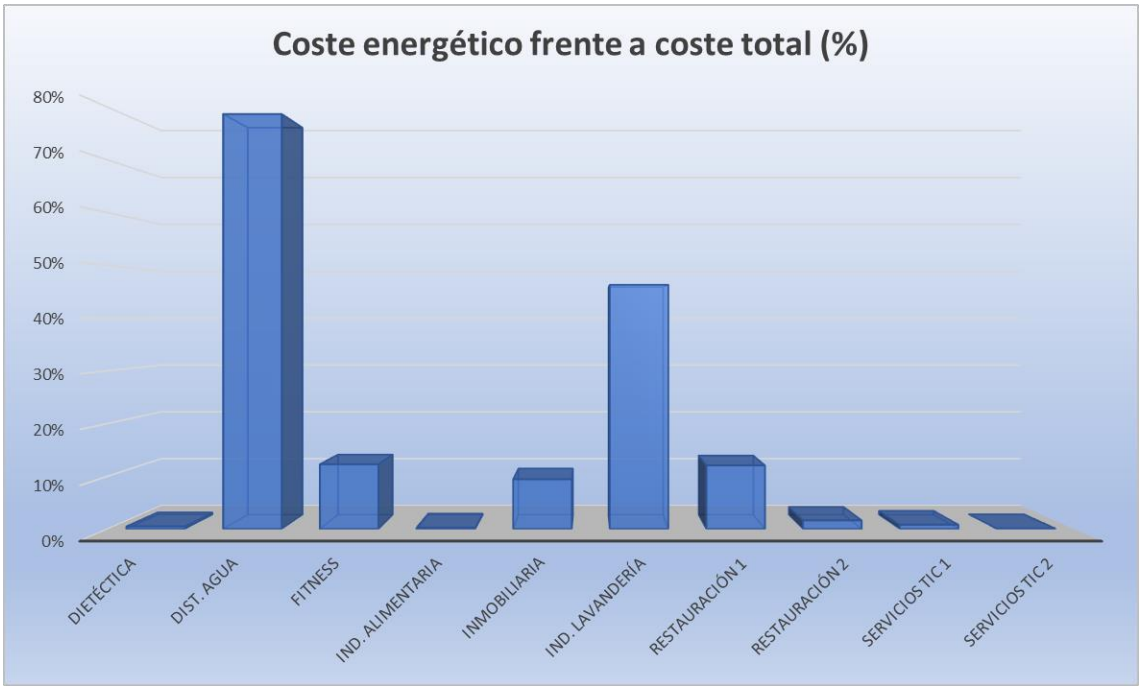



**Figura 2.2.3** *Coste energético frente a coste total de las PYMES participantes.*

En este caso, de nuevo la empresa de distribución de agua y la lavandería industrial muestran la importancia de estos costes en sus costes de explotación con valores del 78,7% y del 46,3% respectivamente. En siguiente lugar las empresas de Fitness, Restauración 1 e Inmobiliaria. Con valores entre el 12,26% y el 9,42%. Por último, en el resto de empresas, el coste energético se sitúa por debajo del 1,63%.

Para finalizar el análisis, se han contemplado también los costes energéticos frente a la rentabilidad de las empresas. Estos valores también representan un rango muy variado que va desde el 1% hasta el 157%, demostrando nuevamente la naturaleza tan variada de las empresas participantes en el proyecto. En la figura 2.2.4 se muestran estos valores. Destaca especialmente la empresa de distribución de agua con un 157%. Por otro lado, también se observa cómo entre empresas del mismo sector, estos costes frente a rentabilidad varían mucho, como el caso entre las dos empresas de servicios TIC con un 92,15% y un 0,99% o como en el caso de las dos empresas de restauración con un 56,83% y 32,62%.

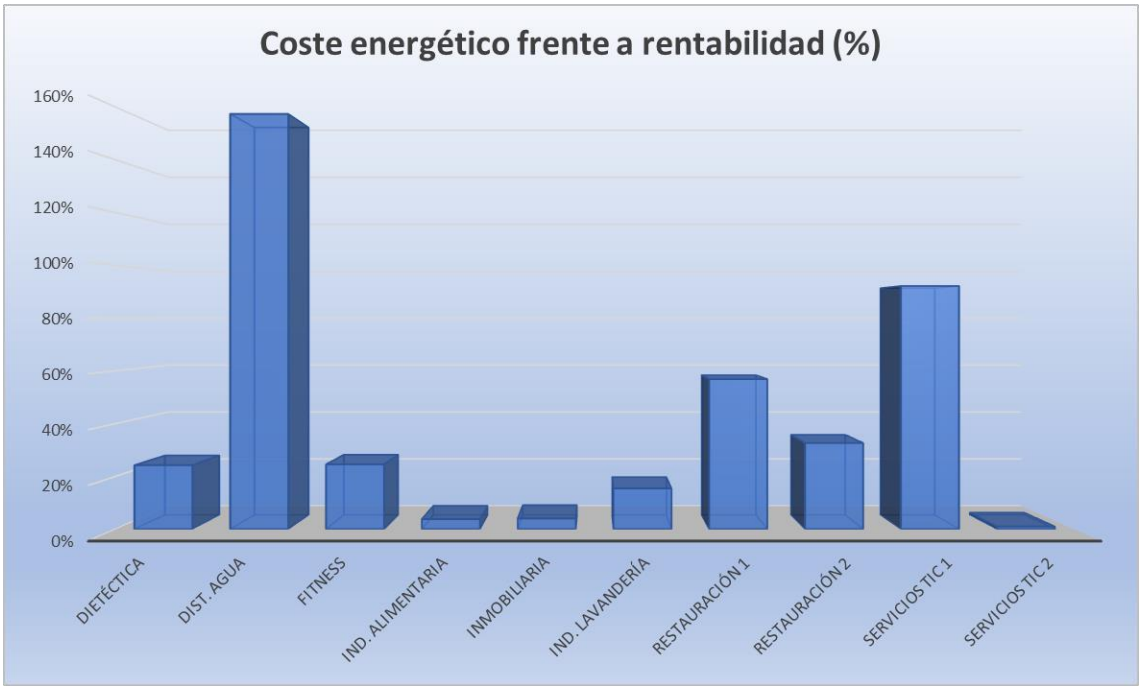



**Figura 2.2.4** *Coste energético frente a rentabilidad de las PYMES participantes.*

# 3. ACTUACIONES REALIZADAS EN LAS EMPRESAS

## 3.1 INTRODUCCIÓN

La principal actuación realizada en las empresas ha sido la realización de una auditoría energética que permitiese conocer el estado actual de consumo en cada una de ellas y propones oportunidades de mejora que permitiesen mejorar su eficiencia energética.

El alcance de la auditorías energéticas que se han realizado comprenden:

- Energía Eléctrica asociada a fuentes no renovables.
- Energía Eléctrica asociada a fuentes renovables.

Los sistemas técnicos asociados a la auditoría han sido:

- Instalaciones eléctricas de uso general (iluminación y fuerza).
- Instalaciones de confort y calidad del aire basadas en consumo eléctrico.

Los objetivos de las auditorías energéticas han sido los siguientes:

- Conocer el estado actual de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs).
- Analizar las posibilidades de instalación de sistemas de generación y autoconsumo mediante fuentes de energías renovables.
- Reducir el consumo de energía.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs)
- Reducir los costes asociados al consumo de energía.
- Reducir el porcentaje de coste energético en relación con coste total.

## 3.2 EQUIPOS DE MEDIDA

Para la realización de la auditoría se han utilizado los equipos de medida que se muestran a continuación en los que se ha especificado el tipo de uso para cada uno de ellos.

**Tabla 3.2.1.** *Equipos de medida utilizados en la auditoría energética.*

| EQUIPO | MARCA MODELO | IMAGEN | USO |
|---|---|---|---|
| Luxómetro | PCE-174 | | Medición del grado de iluminación en distintas ubicaciones de la dependencia |
| Analizador de Redes Trifásico | PCE-360 | | Medición de parámetros de consumo de energía eléctrica (tensión, intensidad, frecuencia, factor de potencia, potencia activa, potencia reactiva) |
| Medidor Láser de Distancias | Stanley TLM 210I | | Medición de dimensiones de la dependencia |
| Pinza Amperimétrica de verdadero valor eficaz | FLUKE 323 | | Medición de parámetros eléctricos (tensión e intensidad aparente) |

## 3.3 ACTUACIONES REALIZADAS

Las actuaciones realizadas en las empresas en el ámbito de desarrollo de las auditorías energéticas se han centrado en las siguientes actividades:

- Análisis de los consumos eléctricos y facturación energética.
- Establecimiento de perfiles de consumo y curvas de carga.
- Inventario de iluminación.

- Mediciones de rendimiento de lámparas y luminarias con luxómetro.
- Inventario de equipos de fuerza.
- Mediciones de consumo de equipos de fuerza.
- Oportunidades de Mejora de la Eficiencia Energética.

En los siguientes apartados se describe someramente cada una de estas actuaciones.

## 3.4 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS Y FACTURACIÓN ENERGÉTICA

Esta tarea ha consistido en analizar la facturación eléctrica facilitada por las empresas participantes del último año. De esta forma se han obtenido:

- Consumo de energía activa y consumo por períodos en contratos de varios de varios períodos.
- Emisiones de CO2 a la atmósfera debidas a ese consumo.
- Coste del término de energía activa y coste en cada período en contratos de varios de varios períodos.
- Factor de potencia en cada período en contratos de varios períodos.
- Consumos de energía reactiva en cada período en contratos de varios períodos.
- Consumos de energía reactiva que penalizan en cada período en contratos de varios períodos.
- Costes en el consumo de energía reactiva mensual.
- Potencias máximas registradas mensualmente por maxímetro en cada período.
- Potencias facturadas mensualmente en cada período.
- Coste mensual del término de potencia por períodos

Un ejemplo de los análisis realizados en la facturación eléctrica se muestra en las siguientes gráficas.

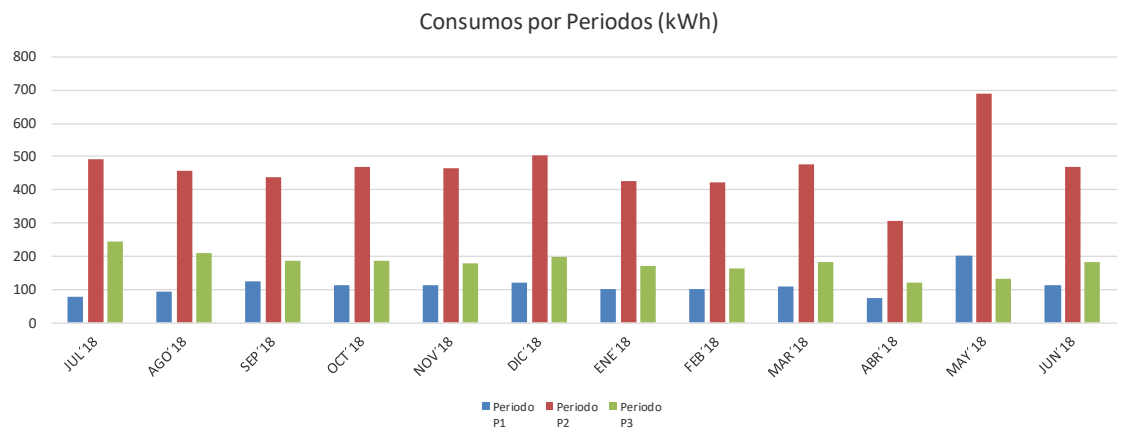



**Figura 3.4.1.** *Ejemplo de gráfica de consumo energético mensual en un contrato de tres periodos.*

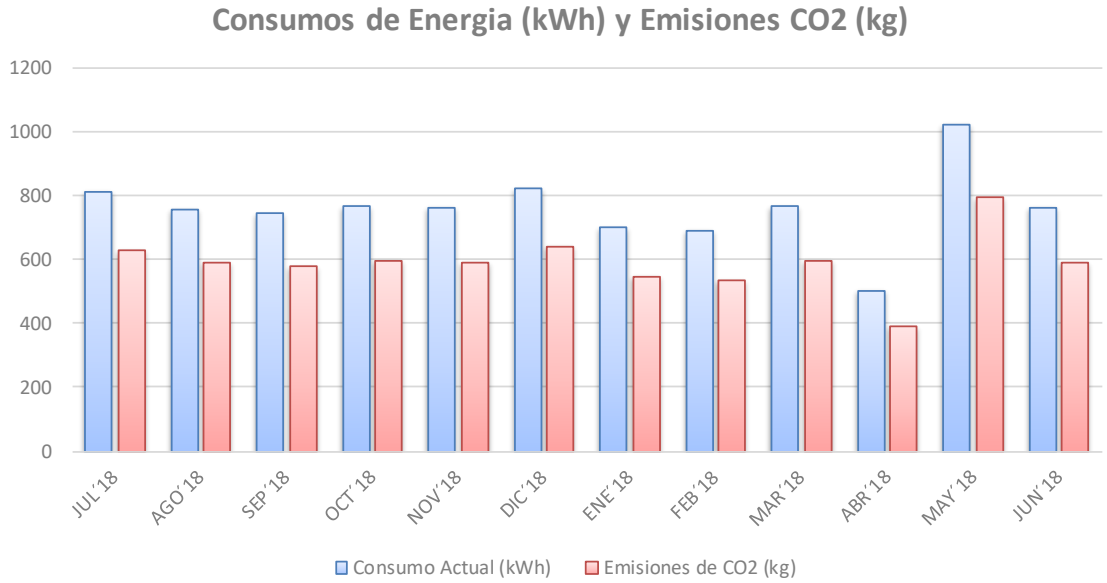



**Figura 3.4.2.** *Ejemplo de gráfica de consumo energético mensual y emisiones.*

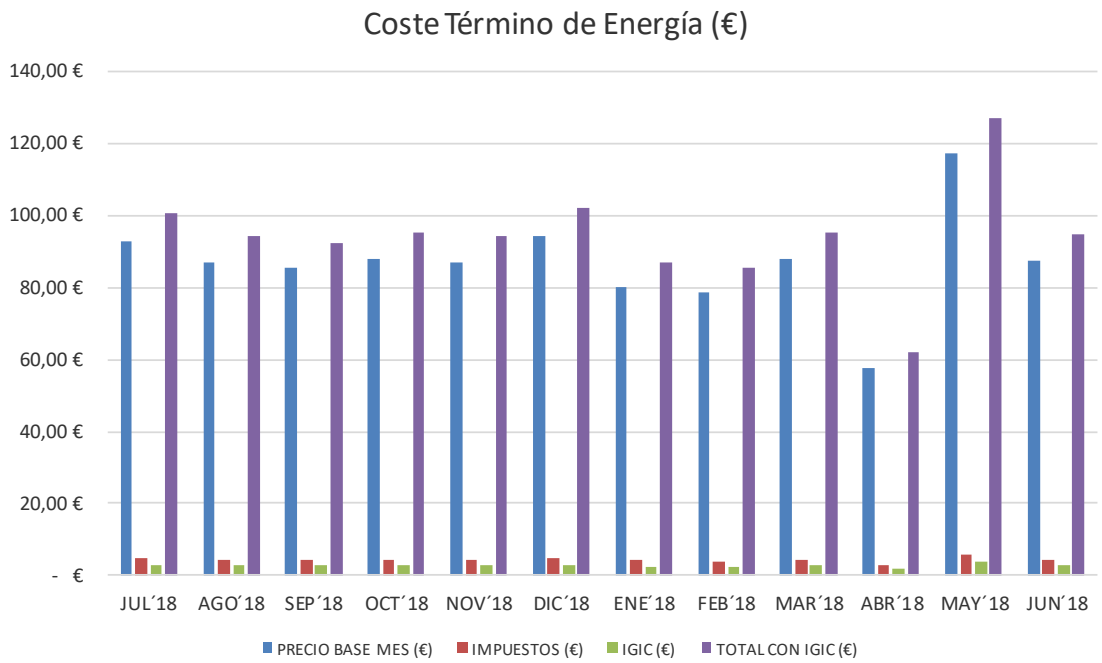



**Figura 3.4.3.** *Ejemplo de costes en el consumo energético mensual.*

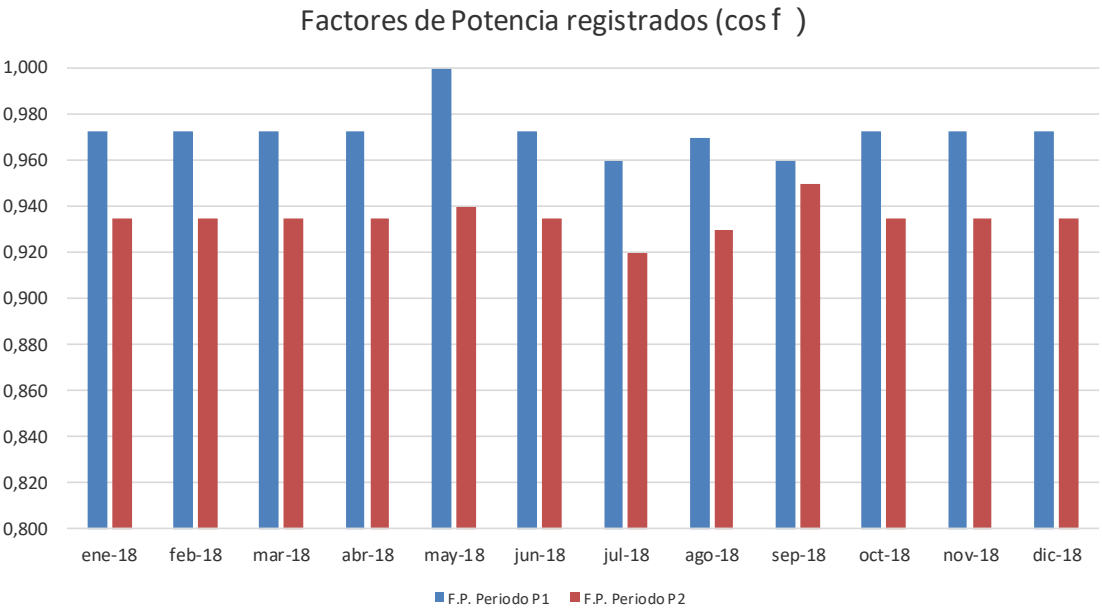



**Figura 3.4.4.** *Ejemplo de gráfica de factores de potencia estimados mensual por periodos.*

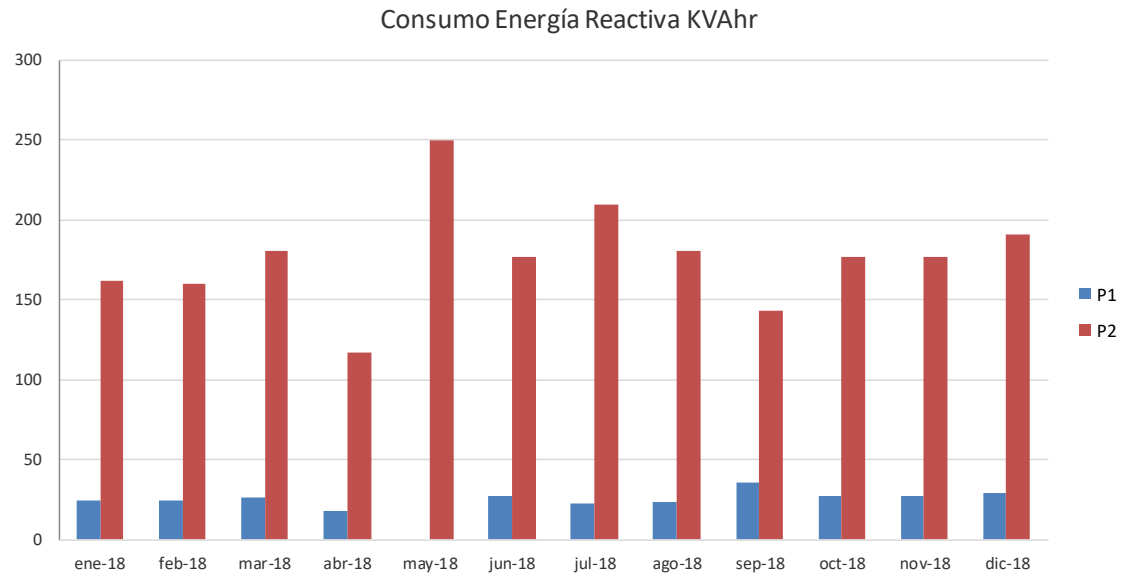



**Figura 3.4.5.** *Ejemplo de gráfica de consumo de energía reactiva mensual por periodos.*

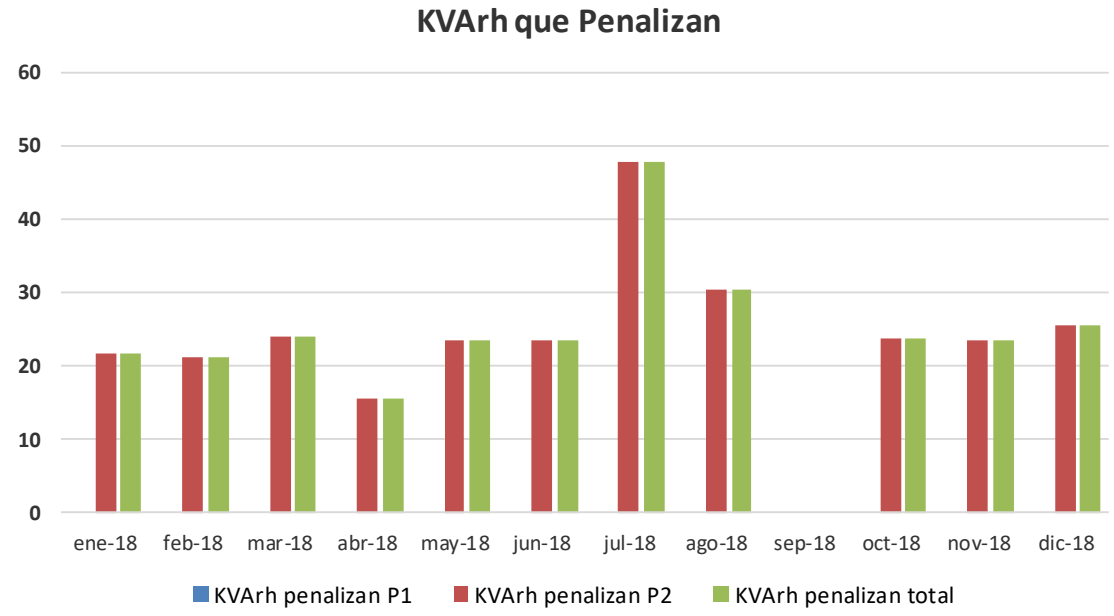



**Figura 3.4.6.** *Ejemplo de gráfica de consumo de energía reactiva mensual que penaliza por periodos.*

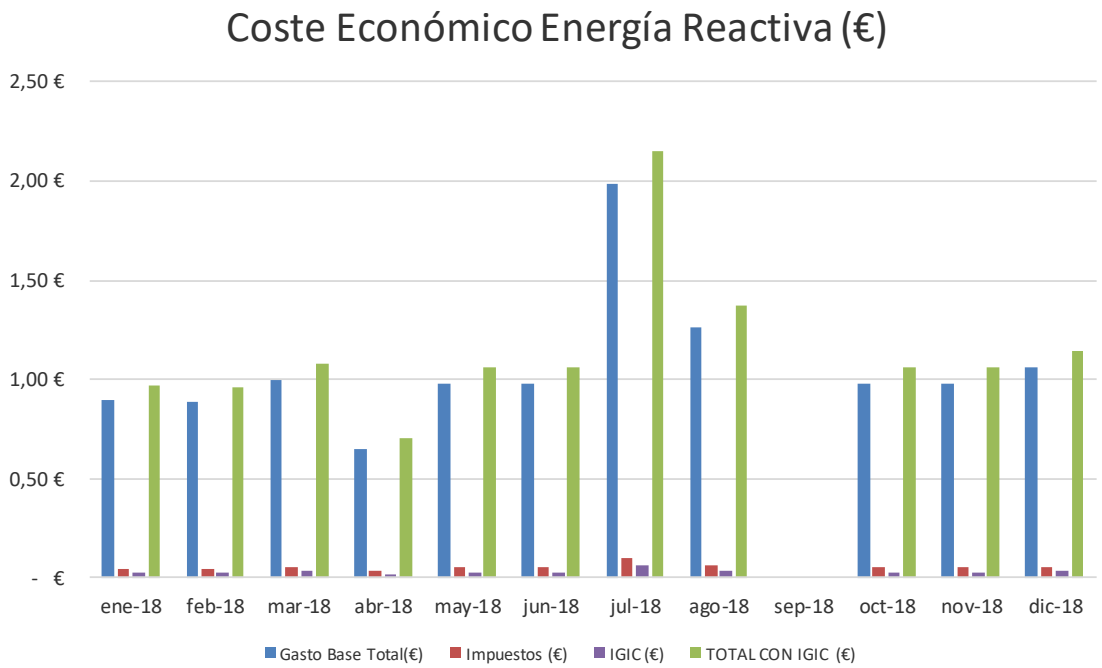



**Figura 3.4.7.** *Ejemplo de costes en el consumo de energía reactiva mensual.*

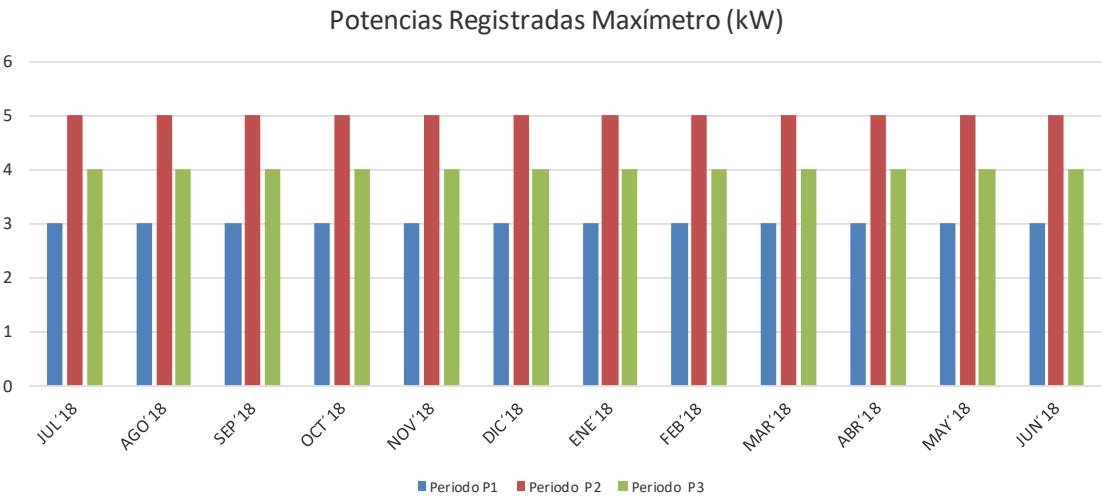



**Figura 3.4.8.** *Ejemplo de gráfica de potencias máximas registradas mensualmente por maxímetro en cada período.*

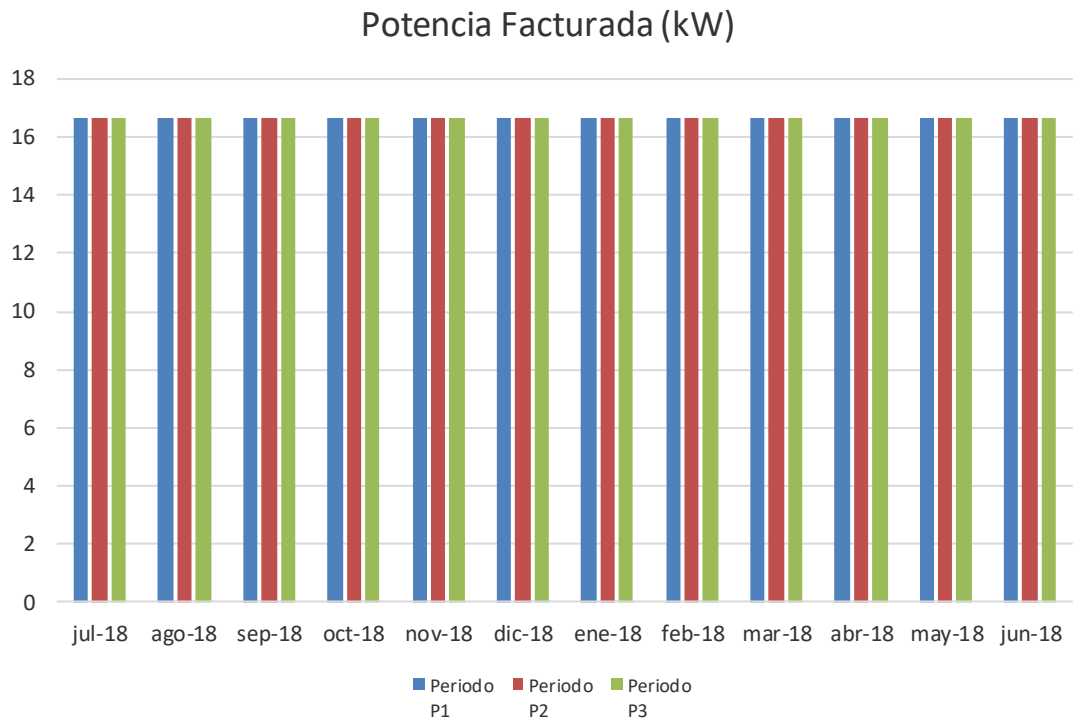



**Figura 3.4.9.** *Ejemplo de gráfica de potencias facturadas mensual en cada período.*

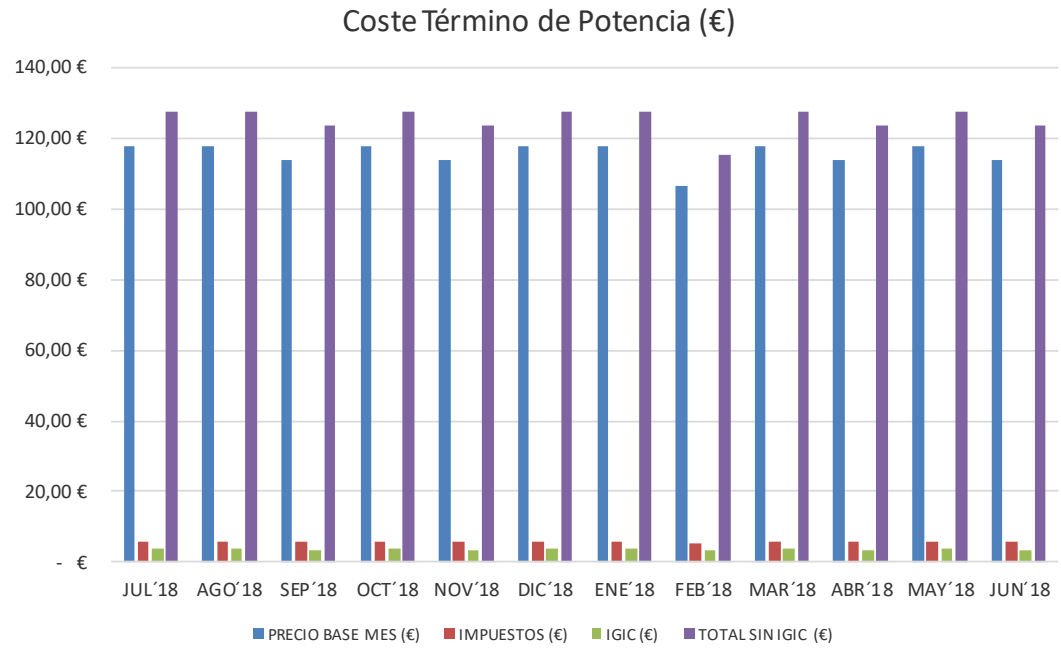



**Figura 3.4.10.** *Ejemplo de gráfica de coste mensual del término de potencia por períodos.*

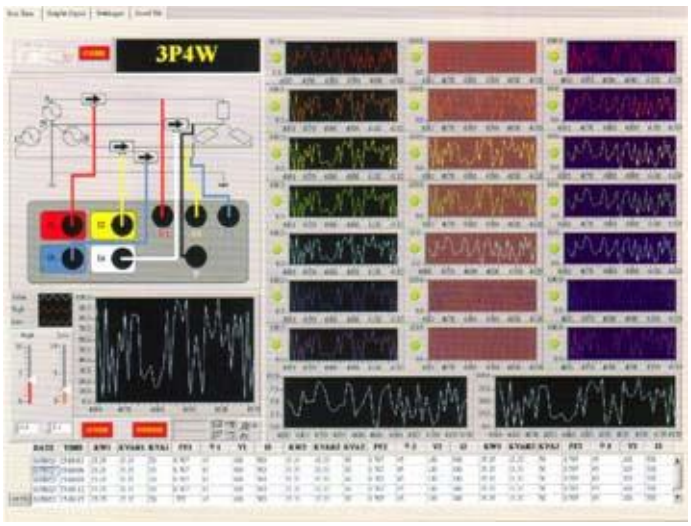
## 3.5 ESTABLECIMIENTO DE PERFILES DE CONSUMO Y CURVAS DE CARGA

Con el fin de establecer las potencias máximas demandadas de cara a establecer el nivel máximo de consumo instantáneo y con ello poder evaluar y cotejar con el resto de información

disponible de una manera más precisa el perfil de consumo eléctrico y con ello las propuestas de mejora, se han realizado mediciones in-situ con el analizador de redes portátil PCE-360 y la pinza amperimétrica Fluke 323. El analizador de redes permite medir en una fase 2 o 3 conductores y en tres fases 3 o 4 conductores y la pinza amperimétrica permite la medición individual de cada fase o conductor individualmente.

Al utilizar el mismo se han obtenido los siguientes datos:

- Tensión
- Intensidad
- Potencia aparente
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Factor de potencia
- Frecuencia
- Energía activa
- Energía Reactiva



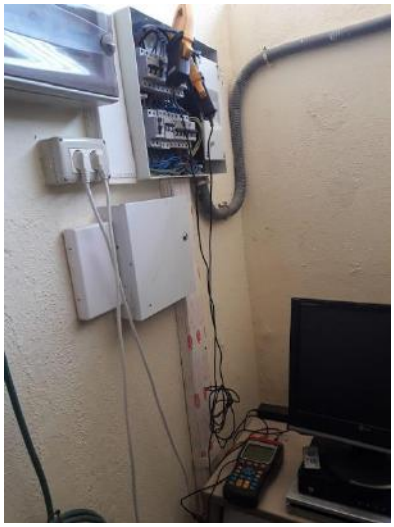



**Figura 3.5.1.** *Ejemplo de mediciones con analizador de redes registrando datos de consumo.*

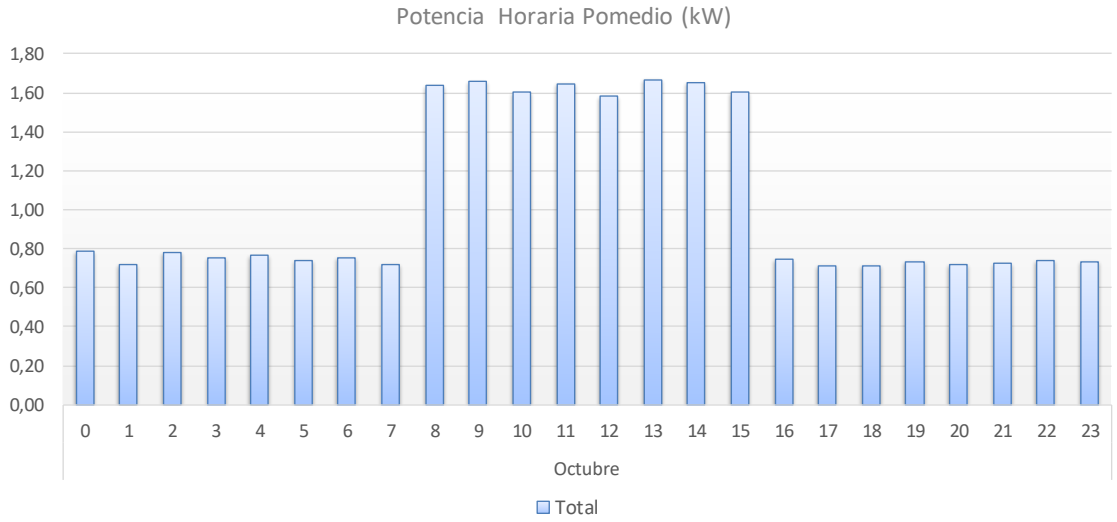



**Figura 3.5.2.** *Ejemplo de perfil horario medio de consumo estimado para el día medio de un mes determinado.*

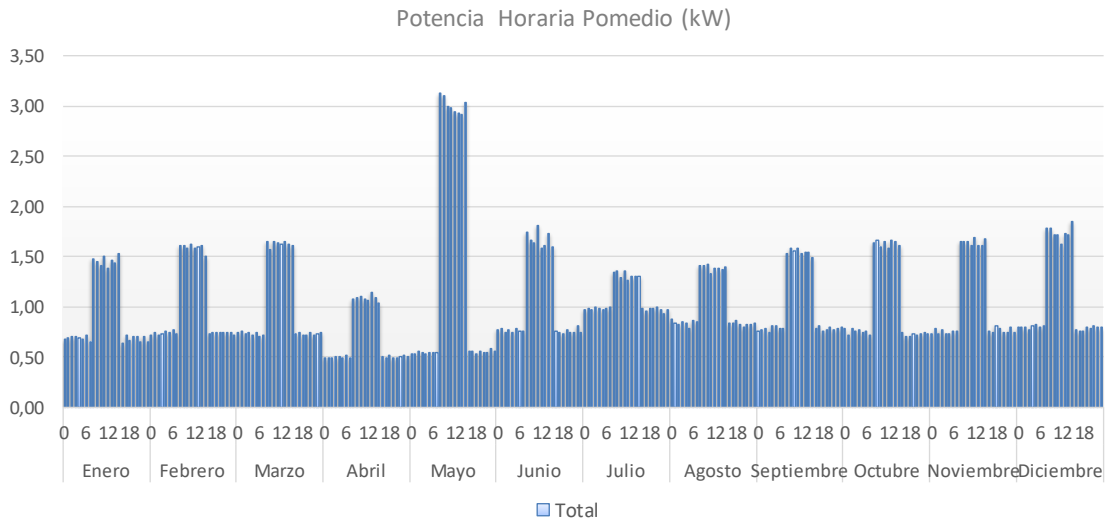



**Figura 3.5.3.** *Ejemplo de perfil horario medio de consumo estimado para todos los meses del año.*

## 3.6 INVENTARIO DE ILUMINACIÓN

Con el fin de evaluar la situación actual de la instalación de iluminación y con ello las posibilidades de medidas de mejora, en el trabajo de campo se han realizado visitas a las empresas con el objeto de tomar los siguientes datos sobre la iluminación:

- Tipo y potencia de Luminarias
- Tipo y potencia de Lámparas
- Estado actual de las luminarias
- Tipo de encendido
- Horarios de funcionamiento
- Fotografías de los distintos tipos de luminarias

**Figura 3.6.1.** *Ejemplo de inventario de iluminación.*

**Figura 3.6.2.** *Ejemplo de inventario de iluminación.*

**Tabla 3.6.1.** Ejemplo de *inventario de luminarias, lámparas y potencias instaladas en las diferentes ubicaciones de una empresa.*

| Zona | Subzona | Clasificación | Nº luminarias | Tipo Luminaria | Tipo Lampara | Nº Lamparas por luminaria | Nº Total Lamparas | Potencia individual (W) | Potencia (W) | Observaciones | LUX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zona interior | Zona aplastadora | Cuartos técnicos | 1 | Difusor prismático | Fluorescente | 2 | 2 | 18 | 36 | Sylvana F18W/865 Deluxe | 230 |
| Zona interior | Zona almacén | Nave | 28 | Luminaria industrial colgante | Vapor de sodio A.P. | 1 | 28 | 100 | 2800 | | 203 |
| Zona interior | Zona almacén | Nave | 4 | Proyector | Halógena | 1 | 4 | 150 | 600 | | 260 |
| Zona interior | Zona almacén | Nave | 1 | Difusor prismático | Fluorescente | 1 | 1 | 36 | 36 | | 111 |
| Zona interior | Zona planta baja atención al público | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 4 | 4 | 36 | 144 | Philips TLD 36W/54 6400K | >300 |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 2 | 2 | 36 | 72 | Philips TLD 36W/54 6400K | 180 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina servidor | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 4 | 4 | 36 | 144 | 36/830 | >300 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina vacía 1 | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 4 | 4 | 36 | 144 | Philips TLD 36W/54 6400K (1,2 m) | 100 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina vacía 2 | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 4 | 4 | 36 | 144 | Philips TLD 36W/54 6400K (1,2 m) | 59 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina vacía 3 | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 4 | 4 | 36 | 144 | Philips TLD 36W/54 6400K (1,2 m) | 208 |
| Zona interior | Zona planta superior pasillo aseos | Aseos | 1 | Regleta | Fluorescente | 1 | 1 | 36 | 36 | | 125 |
| Zona interior | Zona oficina planta superior (dirección) | Oficina | 1 | Difusor Lamas | Fluorescente | 4 | 4 | 36 | 144 | | >300 |
| Zona interior | Zona planta superior aseos hombre | Aseos | 2 | Plafón techo | Incandescente | 1 | 2 | 60 | 120 | | >300 |
| Zona interior | Zona planta superior aseos mujer | Aseos | 2 | Plafón techo | Incandescente | 1 | 2 | 60 | 120 | | 103 (59 interior) |
| Zona interior | Zona planta baja aseo | Aseos | 1 | Plafón techo | Led | | | | | | 275 |

**Tabla 3.6.2.** *Ejemplo de inventario de consumos y potencias instaladas de luminarias en las diferentes ubicaciones de una empresa.*

| Zona | Subzona | Clasificación | Nº luminarias | Tipo Luminaria | Horas uso Laboral | Horas uso No Laboral | kWh/Anual | Precio medio Energía €/kWh | Coste Anual | Emisiones CO2 (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zona interior | Zona aplastadora | Cuartos técnicos | 1 | Difusor prismático | 1,5 | 0 | 14,09 | 0,12 | 1,75 | 10,9 |
| Zona interior | Zona almacén | Nave | 28 | Luminaria industrial colgante | 2 | 0 | 1461,60 | 0,12 | 181,30 | 1134,2 |
| Zona interior | Zona almacén | Nave | 4 | Proyector | 0,5 | 0 | 78,30 | 0,12 | 9,71 | 60,8 |
| Zona interior | Zona almacén | Nave | 1 | Difusor prismático | 1,5 | 0 | 14,09 | 0,12 | 1,75 | 10,9 |
| Zona interior | Zona planta baja atención al público | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 8 | 0 | 300,67 | 0,12 | 37,30 | 233,3 |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 1,5 | 0 | 28,19 | 0,12 | 3,50 | 21,9 |
| Zona interior | Zona planta baja aseo | Aseos | 1 | Plafón techo | 0,5 | 0 | 2,61 | 0,12 | 0,32 | 2 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina servidor | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 1,5 | 0 | 56,38 | 0,12 | 6,99 | 43,7 |
| Zona interior | Zona planta superior pasillo aseos | Aseos | 1 | Regleta | 0,5 | 0 | 4,70 | 0,12 | 0,58 | 3,6 |
| Zona interior | Zona oficina planta superior (dirección) | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 0,5 | 0 | 18,79 | 0,12 | 2,33 | 14,6 |
| Zona interior | Zona planta superior aseos hombre | Aseos | 2 | Plafón techo | 0,5 | 0 | 15,66 | 0,12 | 1,94 | 12,2 |
| Zona interior | Zona planta superior aseos mujer | Aseos | 2 | Plafón techo | 0,5 | 0 | 15,66 | 0,12 | 1,94 | 12,2 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina vacía 1 | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 0 | 0 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina vacía 2 | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 0 | 0 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina vacía 3 | Oficina | 1 | Difusor Lamas | 0 | 0 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0 |

## 3.7 MEDICIONES DE RENDIMIENTO DE LÁMPARAS Y LUMINARIAS CON LUXÓMETRO

Esta tarea ha consistido en medir con luxómetro la iluminancia media sostenida las zonas distintas zonas de trabajo con el objeto de comprobar si la iluminancia era la adecuada para cada una de las funciones que desempeñan.

Así mismo, se midió la altura a la que se encuentras las luminarias con respecto al plano de trabajo y las dimensiones de la zona iluminada con un distanciómetro láser.

**Figura 3.7.1.** *Ejemplo de medición de la iluminancia con luxómetro.*

## 3.8 INVENTARIO DE EQUIPOS DE FUERZA

Con el fin de evaluar la situación actual de la instalación de fuerza y con ello las posibilidades de medidas de mejora, en el trabajo de campo se han realizado visitas a las empresas con el objeto de tomar los siguientes datos sobre los equipos de fuerza:

- Tipo y potencia de los equipos
- Estado actual de los equipos
- Tipo de encendido
- Horarios de funcionamiento

**Figura 3.8.1.** *Ejemplo de inventario de equipos de fuerza.*

**Figura 3.8.2.** *Ejemplo de inventario de equipos de fuerza.*

**Tabla 3.10.5.1.** *Ejemplo de inventario de equipos y potencias instaladas en las diferentes ubicaciones de una empresa.*

| Zona | Subzona | Campo Tecnología | N.º unidades | Descripción | Potencia individual máx. (W) | Potencia total máx. (W) | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zona interior | Zona aplastadora | Explotación | 1 | Aplastador grano | 750 | 750 | Equitalia Uso 3 o 4 veces al día |
| Zona interior | Zona aplastadora | Explotación | 1 | Bomba contraincendios | 5500 | 5500 | Uso esporádico (0h) |
| Zona interior | Zona almacén | Explotación | 1 | Compresor aire | 2237 | 2237 | 30 litros viernes 15 min |
| Zona interior | Zona almacén | Explotación | 1 | Cargador carretilla elevadora | 7100 | 7100 | Carga 3 veces por semana viernes se queda cargando |
| Zona interior | Zona almacén | Explotación | 1 | Pesa | 4 | 4 | Uso 24/7 |
| Zona interior | Zona planta baja atención al público | Ofimática | 1 | Impresora | 1200 | 1200 | Horario oficina OKI ES5473 MFP Normal 670W Máx. 1200 W Inactivo 100W Ahorro energía <20W Suspensión profunda <1,5W Apagado automático <0,5W |
| Zona interior | Zona planta baja atención al público | Ofimática | 1 | Ordenador Router Pantalla TPV UPS | 350 | 350 | Horario oficina Ordenador (Dell) 575W TPV (NEW8210 GPRS POS) 18W Router 5W Pantalla (19" Dell) 14W SAI (UPS) INTEGRA EPLUS 701VA (INTERACTIVO)360W |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Alimentación | 1 | Nevera | 50 | 50 | KYMPO 8h/24h |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Alimentación | 1 | Microondas | 1200 | 1200 | OK Uso esporádico |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Alimentación | 1 | Calentador Agua | 1900 | 1900 | KRHÜNER Uso esporádico |
| Zona interior | Zona planta superior oficina servidor | Ofimática | 1 | Servidor Router Pantalla UPS | 350 | 350 | Uso 24/7 Ordenador (Dell) 575W Router 5W Pantalla (19" Dell) 14W SAI (UPS) INTEGRA EPLUS 701VA (INTERACTIVO)360W |
| Zona interior | Zona oficina planta superior (dirección) | Ofimática | 1 | Ordenador Pantalla UPS | 350 | 350 | Horario oficina Ordenador (Dell) 575W Pantalla (19" Dell) 14W SAI (UPS) INTEGRA EPLUS 701VA (INTERACTIVO)360W |

**Tabla 3.10.5.2.** *Ejemplo de inventario de consumos de equipos y potencias instaladas en las diferentes ubicaciones de una empresa.*

| Zona | Subzona | Campo Tecnología | Nº unidades | Descripción | Horas uso Laboral (Incluye factor de carga) | Horas uso No Laboral (Incluye factor de carga) | kWh/Anual | Precio Estimado medio Energía | Coste Anual (€) | Emisiones CO2 (Kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zona interior | Zona aplastadora | Explotación | 1 | Aplastadora grano | 0,5 | 0 | 97,88 | 0,12 | 12,14 | 76,00 |
| Zona interior | Zona aplastadora | Explotación | 1 | Bomba contra-incendio | 0 | 0 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| Zona interior | Zona almacén | Explotación | 1 | Compresor aire | 0,1 | 0 | 58,39 | 0,12 | 7,24 | 45,30 |
| Zona interior | Zona almacén | Explotación | 1 | Cargador carretilla elevadora | 1,2 | 0 | 2223,72 | 0,12 | 275,84 | 1725,60 |
| Zona interior | Zona almacén | Explotación | 1 | Pesa | 24 | 0 | 25,06 | 0,12 | 3,11 | 19,40 |
| Zona interior | Zona planta baja atención al público | Ofimática | 1 | Impresora | 0,5 | 0 | 87,44 | 0,12 | 10,85 | 67,80 |
| Zona interior | Zona planta baja atención al público | Ofimática | 1 | Ordenador Router Pantalla TPV UPS | 8 | 0 | 730,80 | 0,12 | 90,65 | 567,10 |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Alimentación | 1 | Nevera | 8 | 8 | 146,00 | 0,12 | 18,11 | 113,30 |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Alimentación | 1 | Microondas | 0,5 | 0 | 156,60 | 0,12 | 19,43 | 121,50 |
| Zona interior | Zona planta baja comedor | Alimentación | 1 | Calentador Agua | 0,5 | 0 | 247,95 | 0,12 | 30,76 | 192,40 |
| Zona interior | Zona planta superior oficina servidor | Ofimática | 1 | Servidor Router Pantalla UPS | 24 | 24 | 3066,00 | 0,12 | 380,32 | 2379,20 |
| Zona interior | Zona oficina planta superior (dirección) | Ofimática | 1 | Ordenador Pantalla UPS | 8 | 0 | 730,80 | 0,12 | 90,65 | 567,10 |

## 3.9 MEDICIONES DE CONSUMO DE EQUIPOS DE FUERZA

Esta tarea ha consistido en medir con pinza amperimétrica o analizador de redes el consumo eléctrico de determinado equipamiento de fuerza que no estaba correctamente etiquetado o caracterizado.

**Figura 3.9.1.** *Ejemplo de mediciones con analizador de redes y pinza amperimétrica registrando los datos de consumo.*

## 3.10 OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Debido a las características de las PYMES analizadas y al equipamiento disponible en las mismas, las oportunidades de mejora de la eficiencia energética propuestas se han centrado en los siguientes aspectos:

- Optimización de la facturación eléctrica.
- Autoconsumo con energía solar fotovoltaica.
- Actualización de luminarias a tecnología led.
- Instalación de sistema de monitorización de energía

En el siguiente apartado se describe cada una de ellas con mayor detalle.

# 4. OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

## 4.1. OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.

La optimización de la facturación eléctrica en las PYMES participantes ha consistido principalmente en los siguientes aspectos:

- Análisis de la posibilidad de bajar la potencia contratada.
- Análisis de la posibilidad de cambiar el tipo de contrato eléctrico e incluso de acceso a la red eléctrica.
- Análisis de la posibilidad de trasladar cargas a otros períodos de mejor tarificación en contratos con discriminación horaria.
- Análisis de la posibilidad de eliminar las penalizaciones por consumo de energía reactiva mediante la instalación de bancadas de condensadores.
- Análisis de la posibilidad de cambiar de contrato o comercializadora por una con energía 100% renovable con Certificado de Garantía de Origen por la CNMC

El ahorro económico anual obtenido en esta medida en las distintas PYMES se muestran en la gráfica de la figura 4.1.1. Destacan ahorros importantes por este concepto en la Lavandería Industrial, en la Industria Alimentaria, las empresas de Servicios TIC y en una de las empresas de restauración. En menor medida se producen ahorros en la empresa de Distribución de Agua debido a que ya tiene una facturación muy optimizada y en la empresa de Dietética, aunque en este caso, el consumo es muy bajo. En sólo tres empresas, esta medida no ha podido ser implementada (Fitness, Inmobiliaria y una de Restauración) porque sus facturas ya estaban lo suficientemente optimizadas.

Si observamos la gráfica de la figura 4.1.2, podemos ver que Inversión económica necesaria para optimizar la facturación eléctrica en las PYMES participantes es nula, salvo en el caso de la Empresa de Distribución de Aguas que necesita de la inversión en una bancada de condensadores y en el caso de una de las empresas TIC que la inversión necesaria consiste en la unificación de contadores eléctricos para obtener un contrato eléctrico más ventajos. El resto de casos las medidas de optimización consiste en cambiar las condiciones del contrato (potencia contratada, tipo de contrato o tipo de tarifa de acceso a al red).

Otro de los aspectos a destacar de esta medida es que no ahorra energía consumida ni emisiones de $CO_2$ a la atmósfera, pero si produce unos ahorros considerables en la facturación de energía eléctrica.

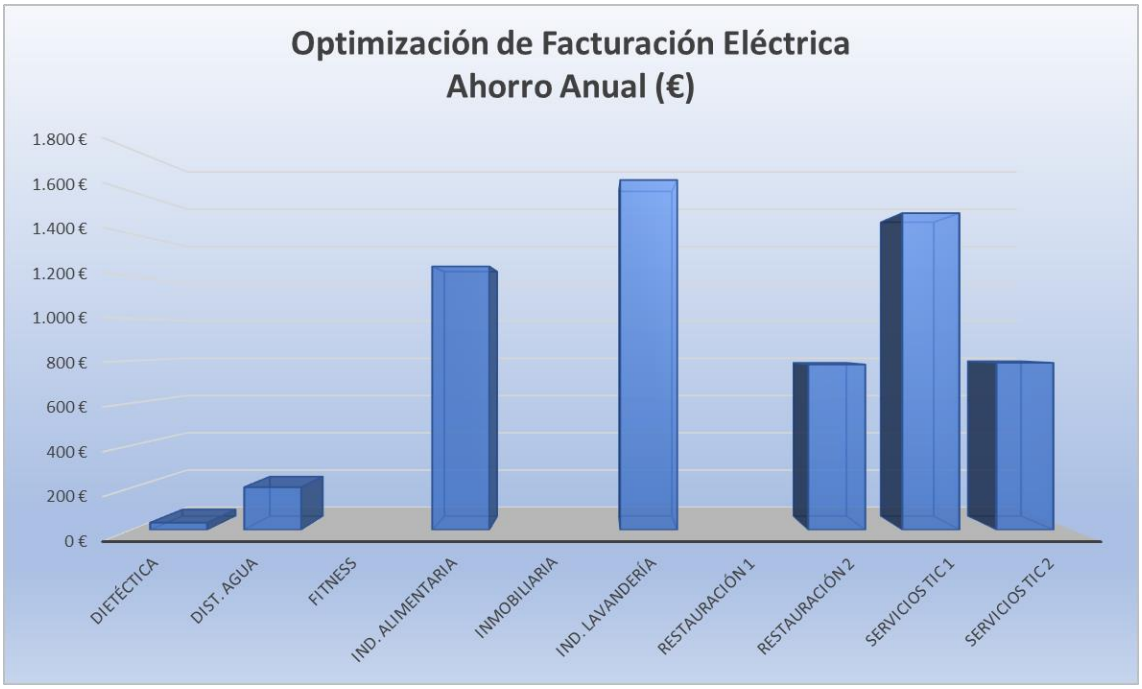



**Figura 4.1.1** *Ahorro económico anual por optimización de facturación eléctrica en las PYMES participantes.*

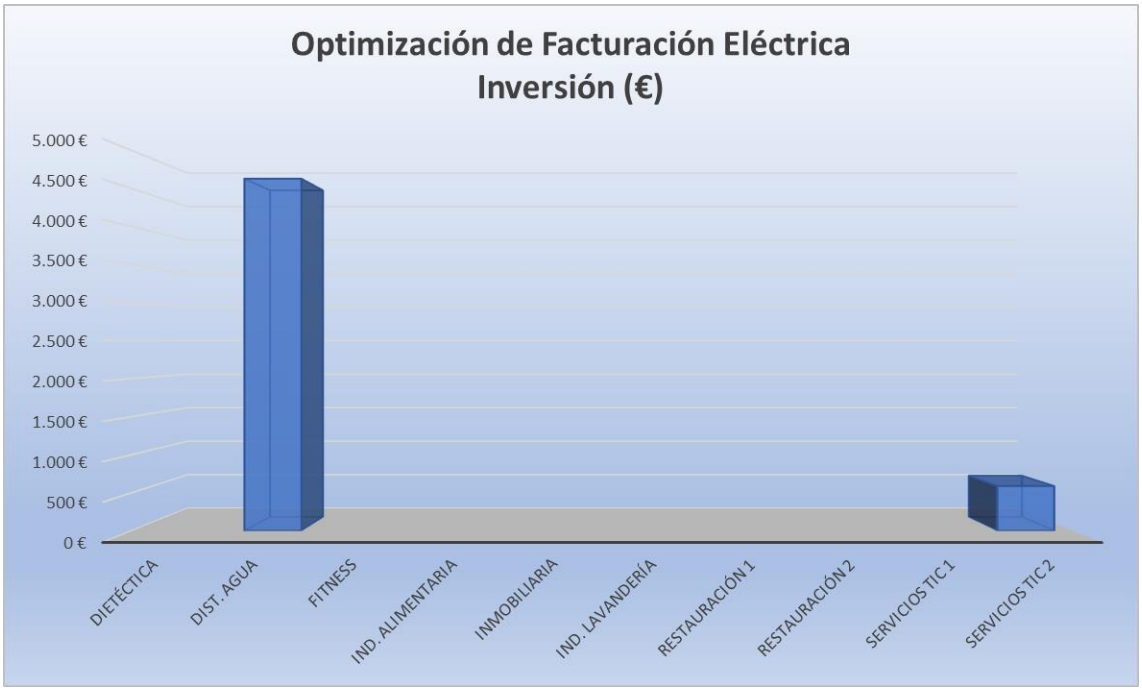



**Figura 4.1.2** *Inversión económica necesaria para optimizar la facturación eléctrica en las PYMES participantes.*

## 4.2. AUTOCONSUMO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Esta medida consiste en la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica en autoconsumo conectado a la red interior de las empresas. Un esquema tipo se muestra en la imagen 4.2.1.

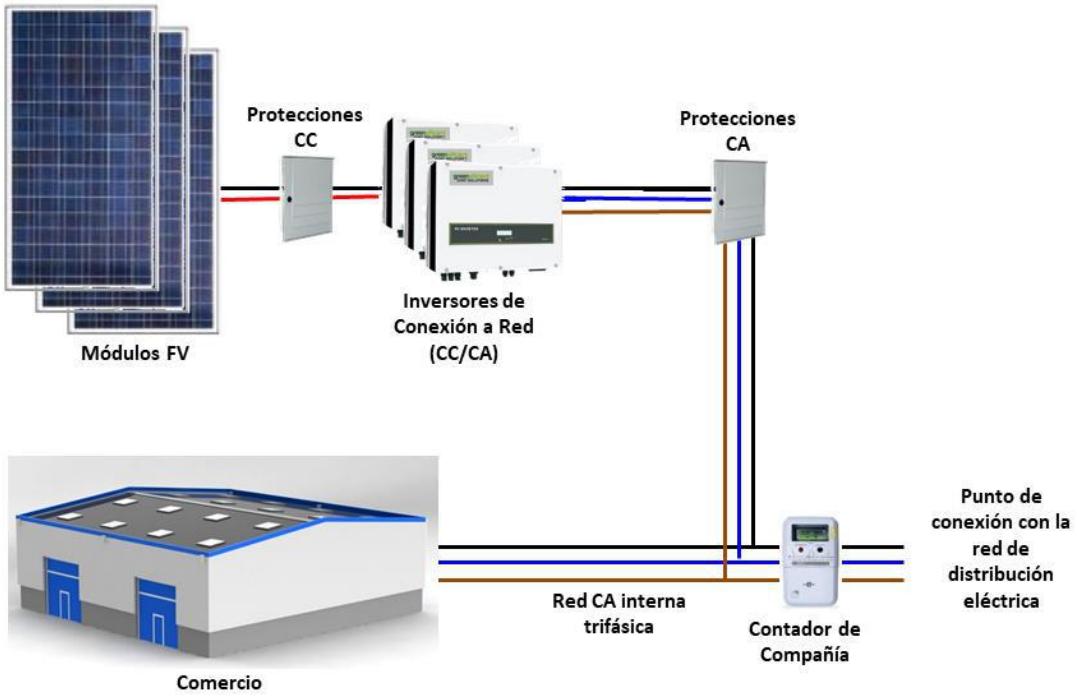



**Figura 4.2.1** *Esquema de conexionado típico de una instalación fotovoltaica en autoconsumo.*

**Figura 4.2.2** *Ejemplo de instalación fotovoltaica sobre cubierta coplanar (izquierda) o plana sobre triángulo (derecha).*

En este tipo de instalaciones, los ahorros se producen porque los módulos fotovoltaicos están ahorrando gran parte de los consumos eléctricos diurnos de la instalación. Además, los posibles excedentes de energía vertida a la red se pueden compensar en la facturación eléctrica o vender a precio de mercado.

Sin embargo, en la empresa de Distribución de Agua se ha optado por un sistema aislado de red sin almacenamiento para el bombeo de agua. Un esquema de principio de dicho sistema se muestra en la figura 4.2.3.

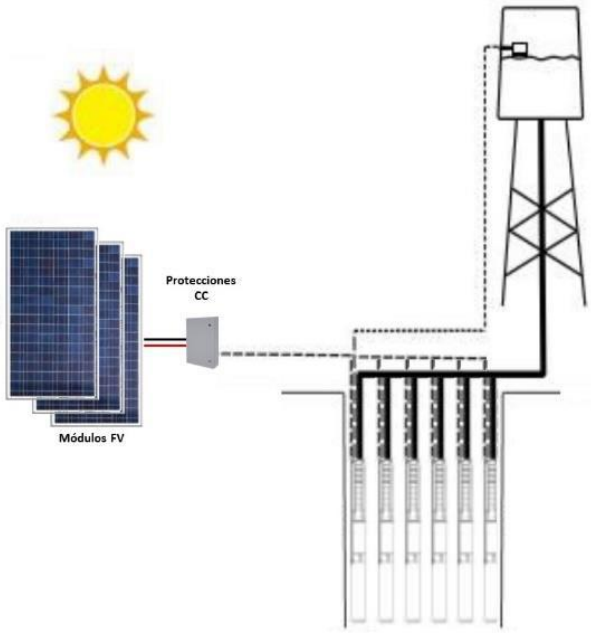



**Figura 4.2.3.** *Esquema de principio del sistema fotovoltaico para bombeo de agua.*

Esta medida de ahorro ha podido ser propuesta en 8 de las 10 empresas participantes. Las 2 empresas en las que no se ha podido hacer la propuesta es debido a que no disponían de una cubierta accesible donde instalar los paneles fotovoltaicos (la empresa de Dietética y una de Restauración).

En la figura 4.2.4 se muestra los ahorros económicos debidos al autoconsumo fotovoltaico en las empresas participantes. Las instalaciones fotovoltaicas se han dimensionado para proporcionar ahorros económicos desde el punto de vista de la rentabilidad económica. Entre ellas, destaca considerablemente la lavandería industrial que dispone de una gran cubierta donde instalar los paneles fotovoltaicos.

Las figuras 4.2.5 y 4.2.6 muestran los ahorros en energía y emisiones de CO2 a la atmósfera correspondientemente en las distintas empresas participantes, que mantienen una proporcionalidad.

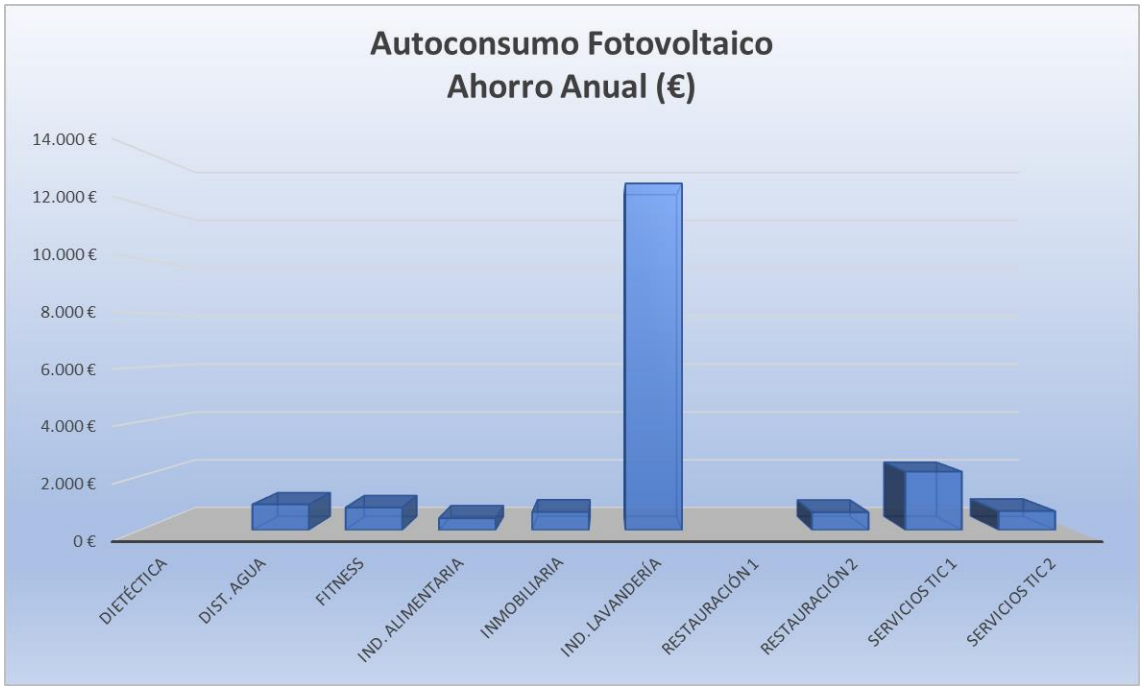



**Figura 4.2.4** *Ahorro económico anual por autoconsumo con energía solar fotovoltaica en las PYMES participantes.*

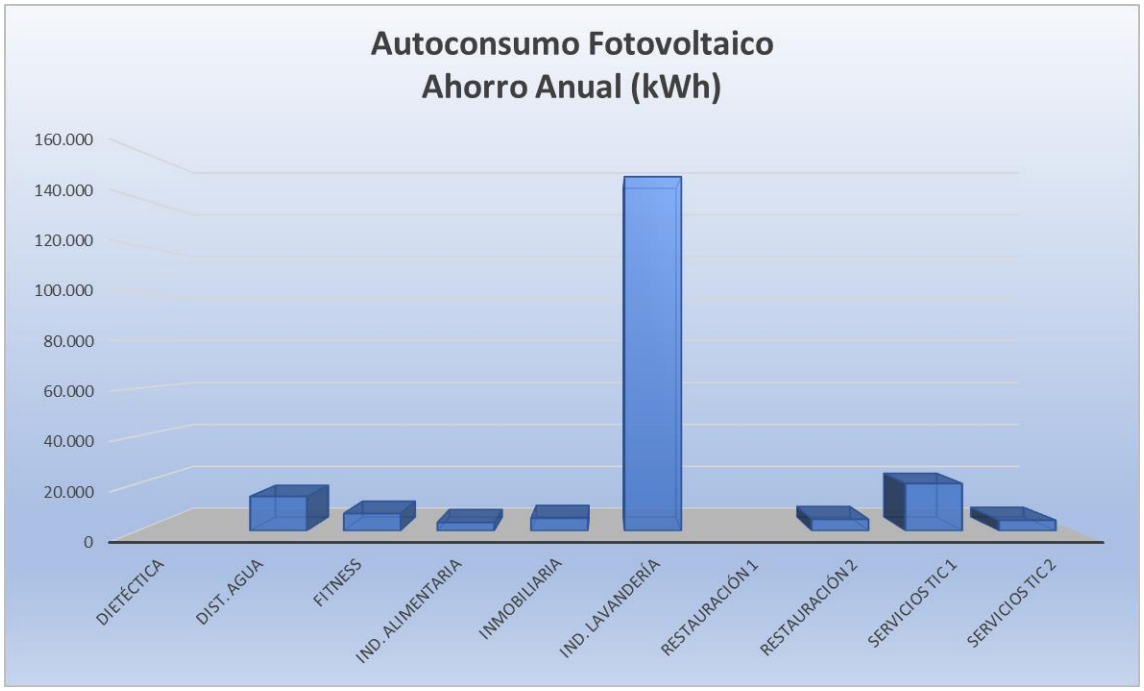



**Figura 4.2.5** *Ahorro en energía activa anual por autoconsumo con energía solar fotovoltaica en las PYMES participantes.*

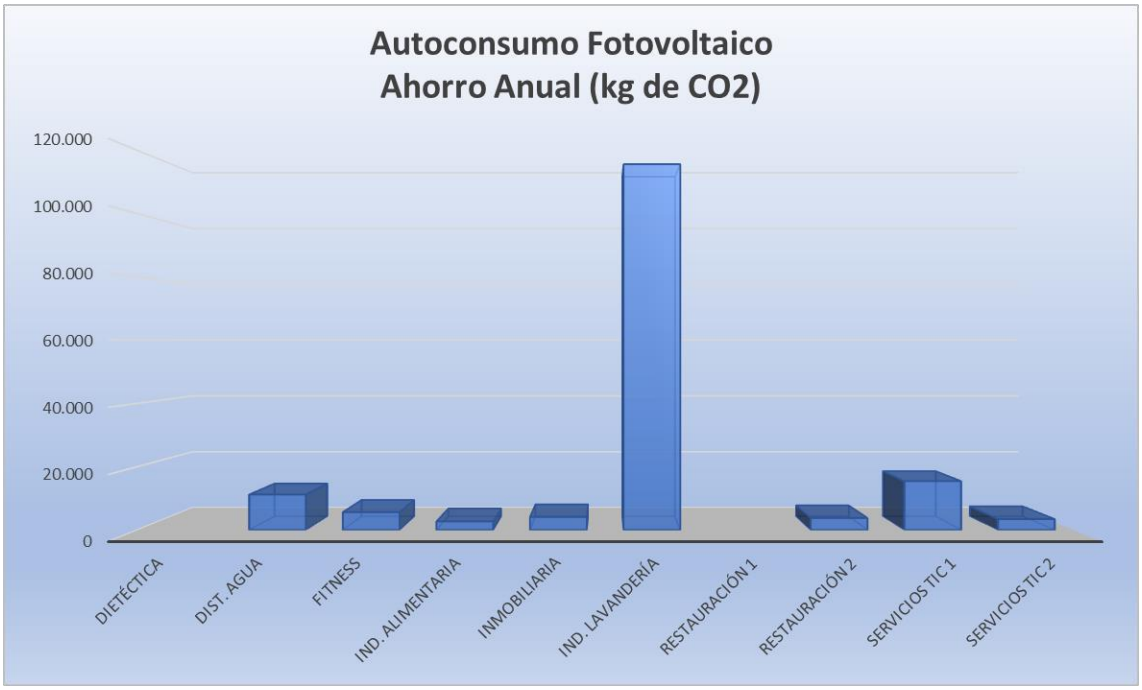



**Figura 4.2.6** *Ahorro en emisiones de CO2 por autoconsumo con energía solar fotovoltaica en las PYMES participantes.*

## 4.3. ACTUALIZACIÓN DE LUMINARIAS A TECNOLOGÍA LED.

Esta medida consiste principalmente en sustituir la iluminación existente en las empresas por tecnología LED que es la de mayor eficiencia actualmente en el mercado. En la siguiente figura se muestra una equivalencia lumínica aproximada entre las distintas luminarias.

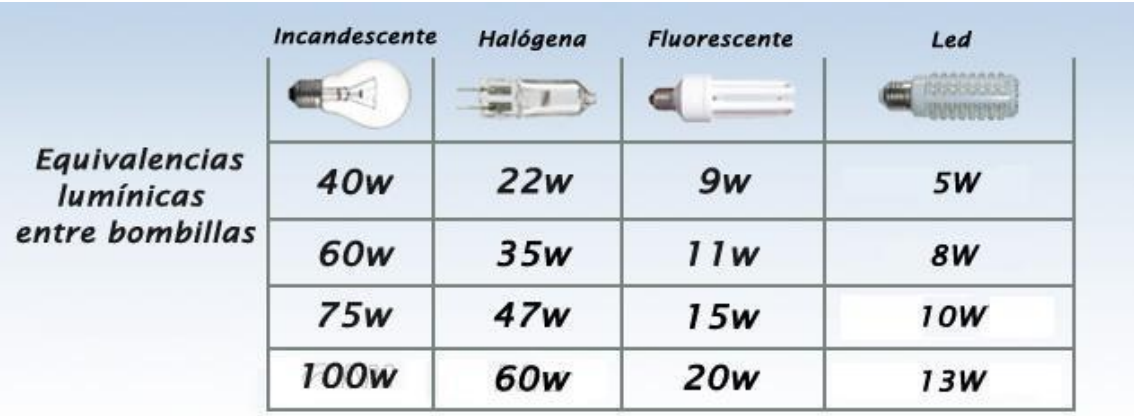



**Figura 4.3.1** *Ejemplo de equivalencias lumínicas aproximada entre bombillas.*

Los ahorros económicos anuales de esta medida se muestran en la figura 4.3.2. Sólo en 7 empresas de las 10 ha sido necesario proponer esta medida dado que en las tres restantes

(Distribución de Agua, Dietética y una de Servicios TIC) no era necesario, bien porque no disponían de iluminación representativa como en el caso de la empresa de Distribución de Agua o bien porque ya tenían toda su iluminación con tecnología LED (Dietética y Servicios TIC).

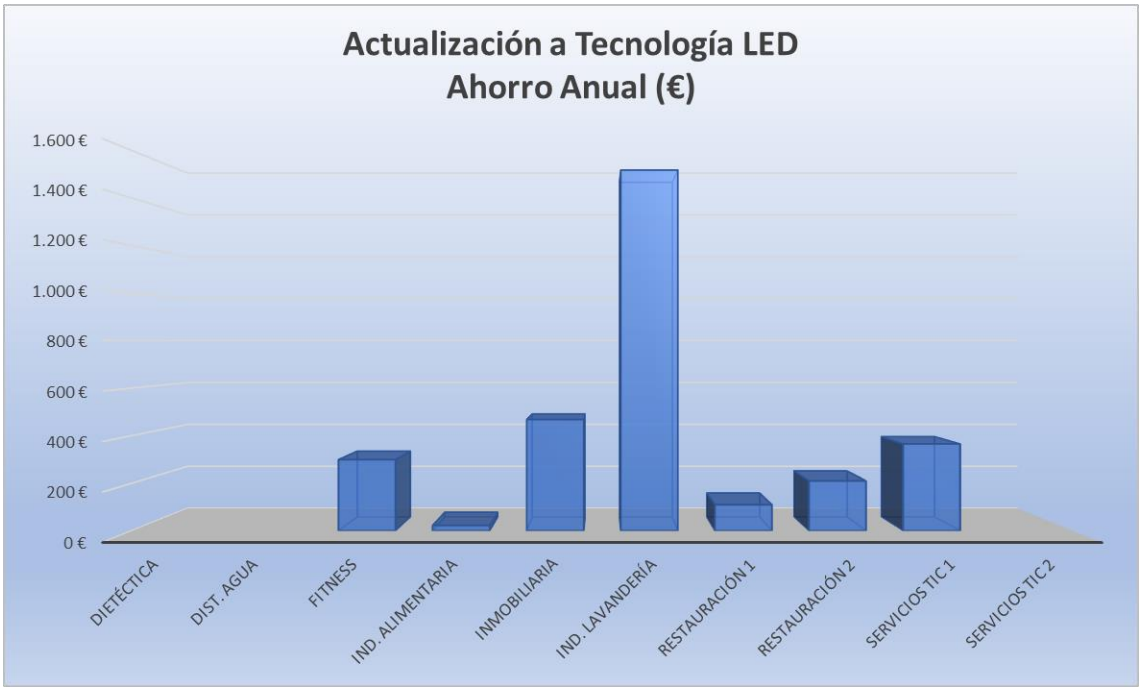



**Figura 4.3.2** *Ahorro económico anual por actualización de luminarias a tecnología LED en las PYMES participantes.*

Los ahorros anuales en energía debido a la actualización de luminarias a tecnología LED se muestran en la figura 4.3.3. Los ahorros en emisiones de CO2 son proporcionales a este ahorro en energía y están representados en la figura 4.3.4.

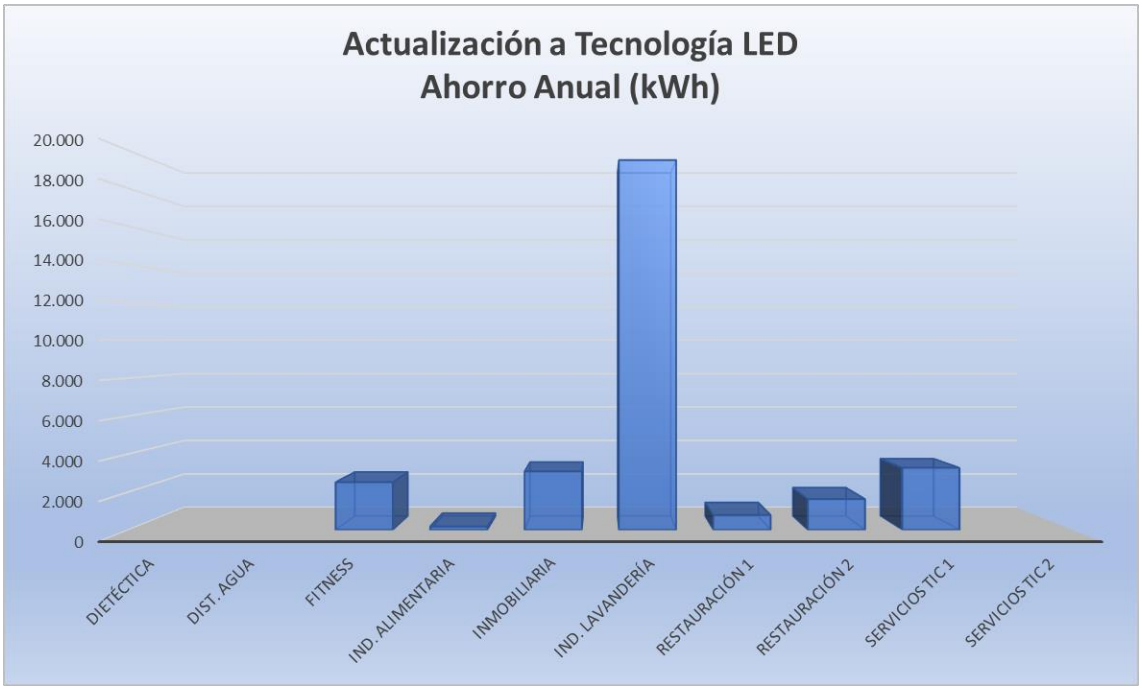



**Figura 4.3.3** *Ahorro en energía activa anual por actualización de luminarias a tecnología LED en las PYMES participantes.*

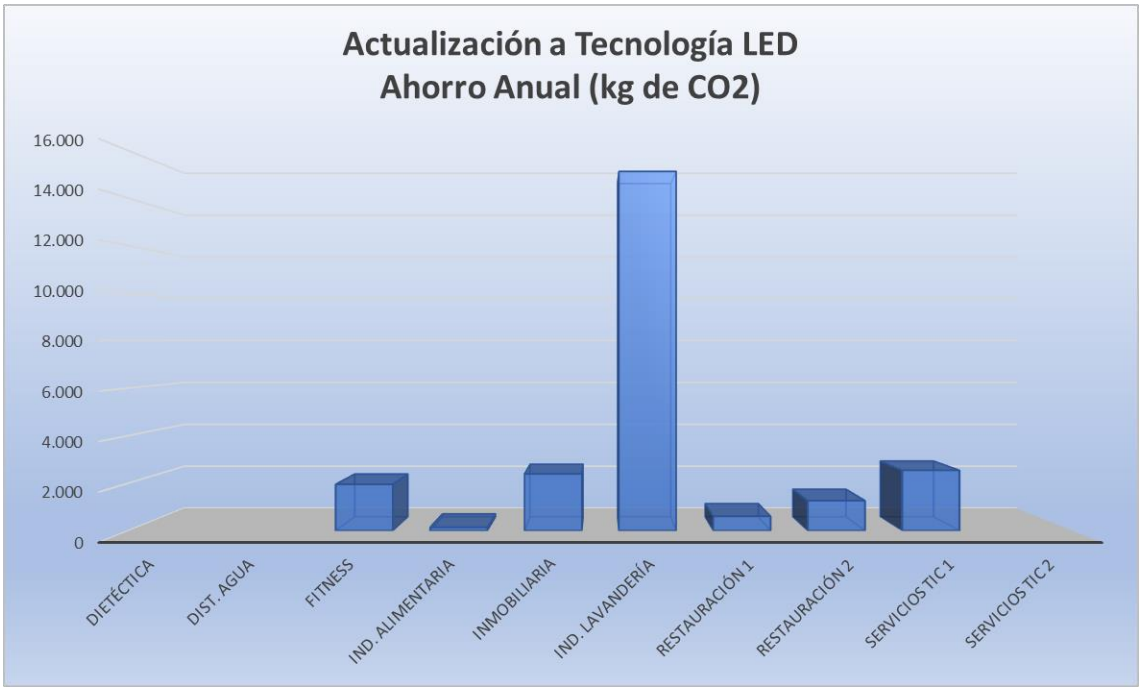



**Figura 4.3.4** *Ahorro en emisiones de CO2 a la atmósfera por actualización de luminarias a tecnología LED en las PYMES participantes.*

## 4.4. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE ENERGÍA

Como medida de eficiencia energética para la medición y control de los consumos eléctricos, se propone un sistema de monitorización en la nube con el fin de poder consultar los datos y parámetros de consumo en tiempo real o histórico. Esta medida tiene un impacto muy importante en la toma de conciencia de los usuarios de las instalaciones del cómo, cuanto y cuando se está consumiendo energía. Si bien el impacto no es cuantificable directamente en términos de ahorro de energía y de emisiones de CO2 a la atmósfera, es altamente recomendable para poder establecer cambios en los usos de los servicios que consumen energía y mejora de la eficiencia energética de las instalaciones.

**Figura 4.4.1.** *Ejemplo de implantación de sistema de monitorización de consumo (Plataforma Web, Gateway y Equipos de Medida).*

Además, la medida permite así mismo integrar en un mismo sistema la información relativa al autoconsumo de energía solar fotovoltaica en aquellas empresas en las que se ha propuesto dicha medida.

El sistema de monitorización se ha propuesto en la totalidad de las empresas participantes y supone un elemento clave para el conocimiento de futuras propuestas de mejora de la eficiencia energética que se pueden realizar posteriormente al ámbito temporal de la auditoría energética realizada y que permite tomar decisiones basadas en patrones de consumo reales históricos.

# 5. RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección se hace un análisis de los resultados obtenidos en el proyecto por la implementación de las propuestas de mejora de la eficiencia energética y que tienen un impacto directo en los siguientes aspectos:

- Ahorro económico anual.
- Ahorro anual de energía.
- Ahorro anual de emisiones de CO2 a la atmósfera.
- Disminución del coste energético anual.
- Disminución del coste energético anual frente al coste total.
- Disminución del coste energético anual frente a la rentabilidad de las empresas.

En la figura 5.1 y 5.2 podemos observar el ahorro económico anual de cada una de las medidas propuestas en cada una de las empresas. De todas las medidas propuestas, el autoconsumo con energía solar fotovoltaica destaca con mucha diferencia con respecto al resto de medidas con un 68% de ahorro económico anual. El caso más significativo lo encontramos en la Lavandería Industrial. En segundo lugar, se encuentran los ahorros en la facturación eléctrica con un 22% y por último las propuestas en iluminación con un 10%.

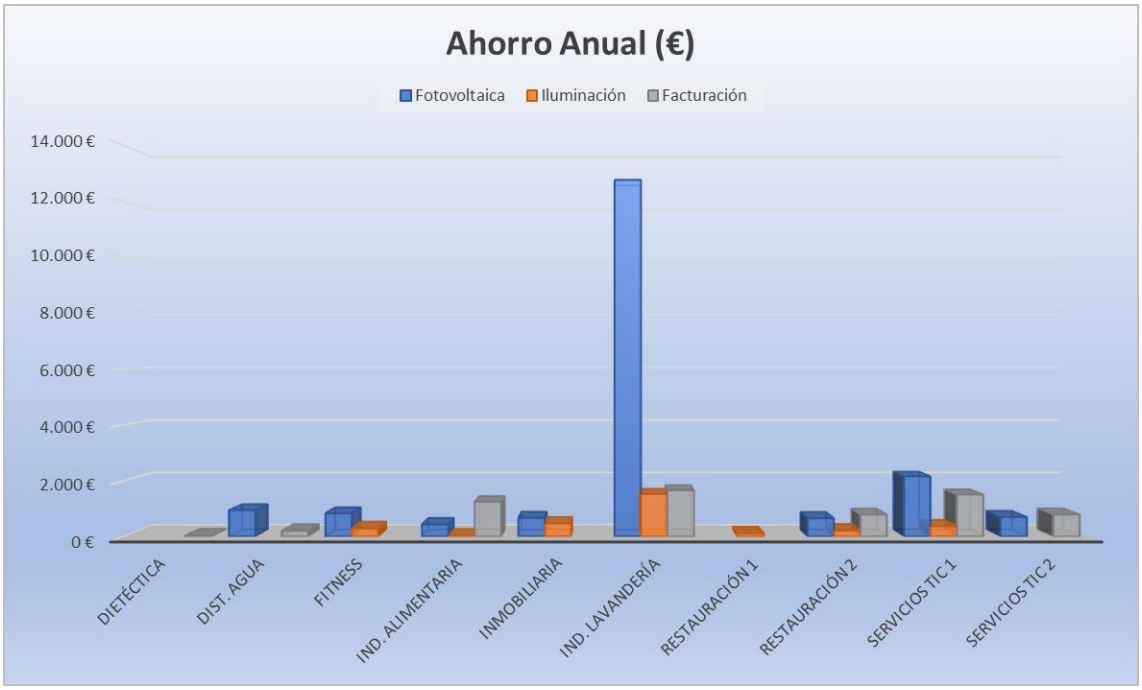



**Figura 5.1** *Ahorro económico anual de las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

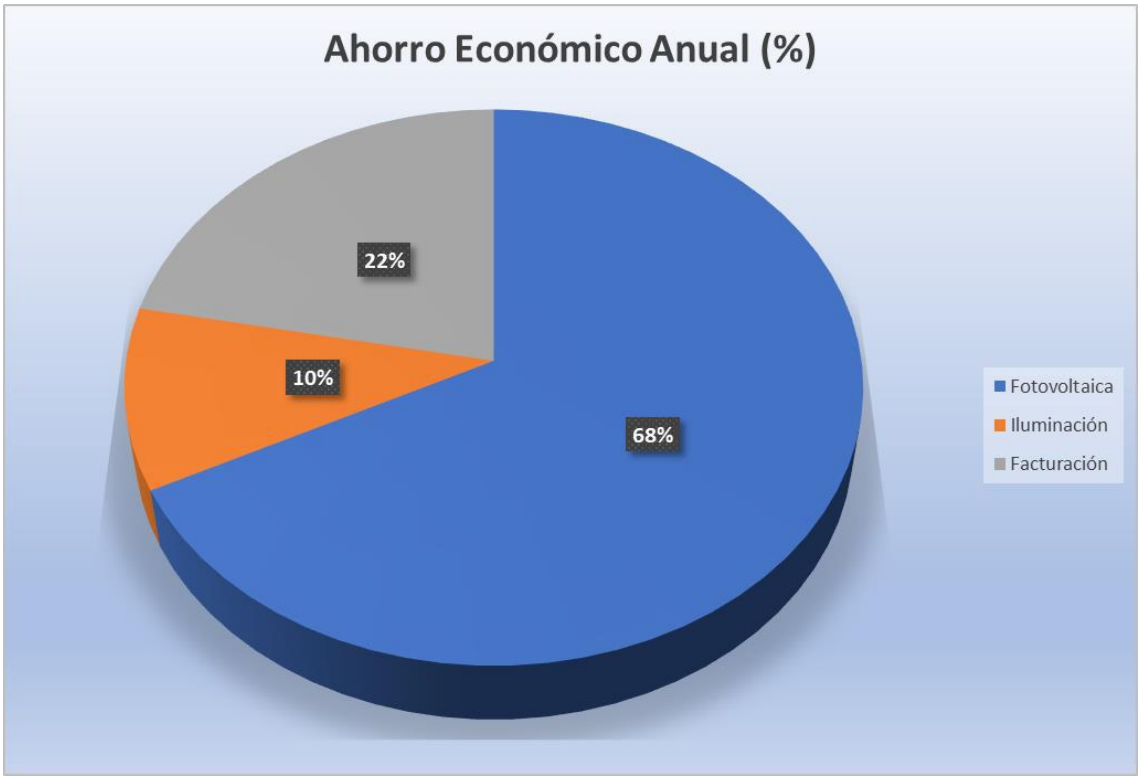



**Figura 5.2** *Ahorro económico anual de las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

En las figuras 5.3 y 5.4 se observa el ahorro anual de energía anual de las medidas propuestas en las empresas. Al igual que en el caso anterior, el principal ahorro de energía se encuentra en la energía solar fotovoltaica con un 87% y a continuación las medidas de iluminación. Las propuestas en facturación no tienen implicación en ahorro de energía activa, aunque si se puede observar ahorros de energía reactiva en el caso de la empresa de Distribución de aguas.

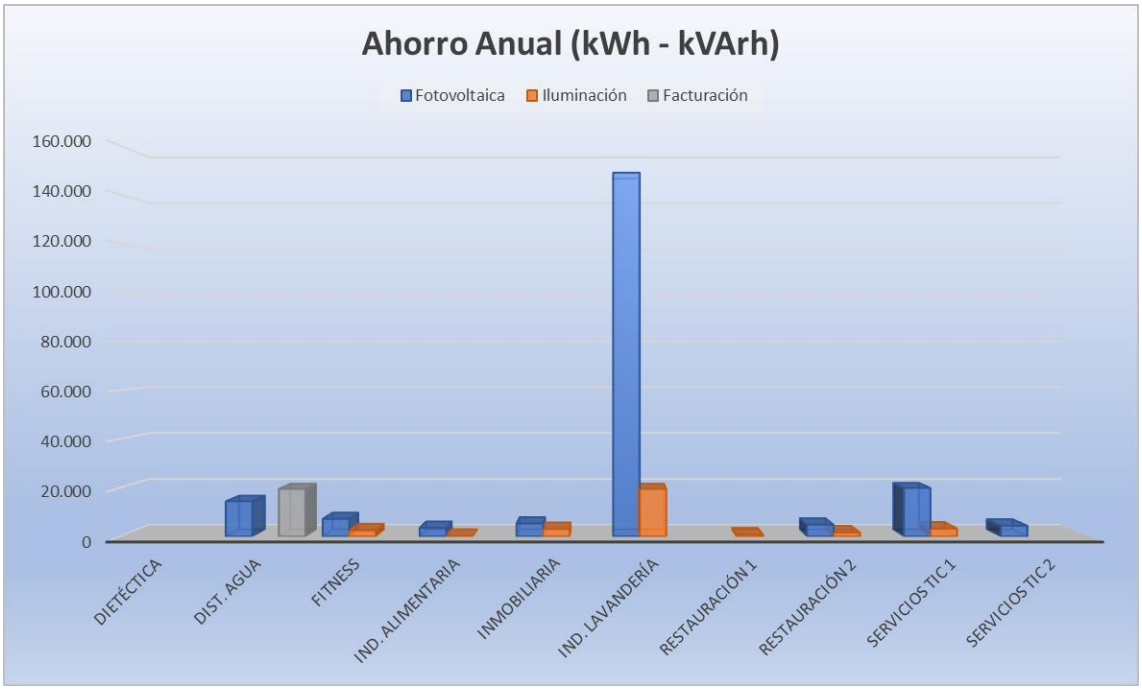



**Figura 5.3** *Ahorro en energía activa y reactiva anual de las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

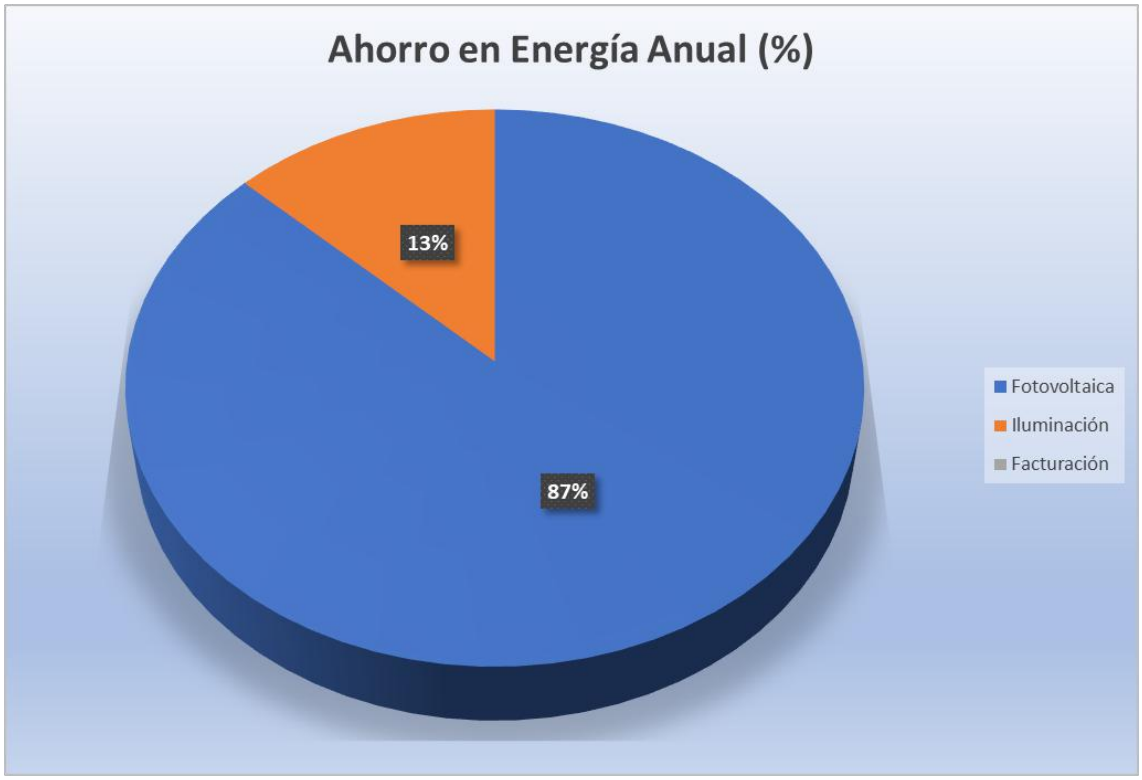



**Figura 5.4** *Ahorro en energía anual de las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

El mismo comportamiento que en el caso del ahorro de energía activa se muestra en el ahorro de emisiones de CO2 a la atmósfera mostrada en las figuras 5.5 y 5.6.

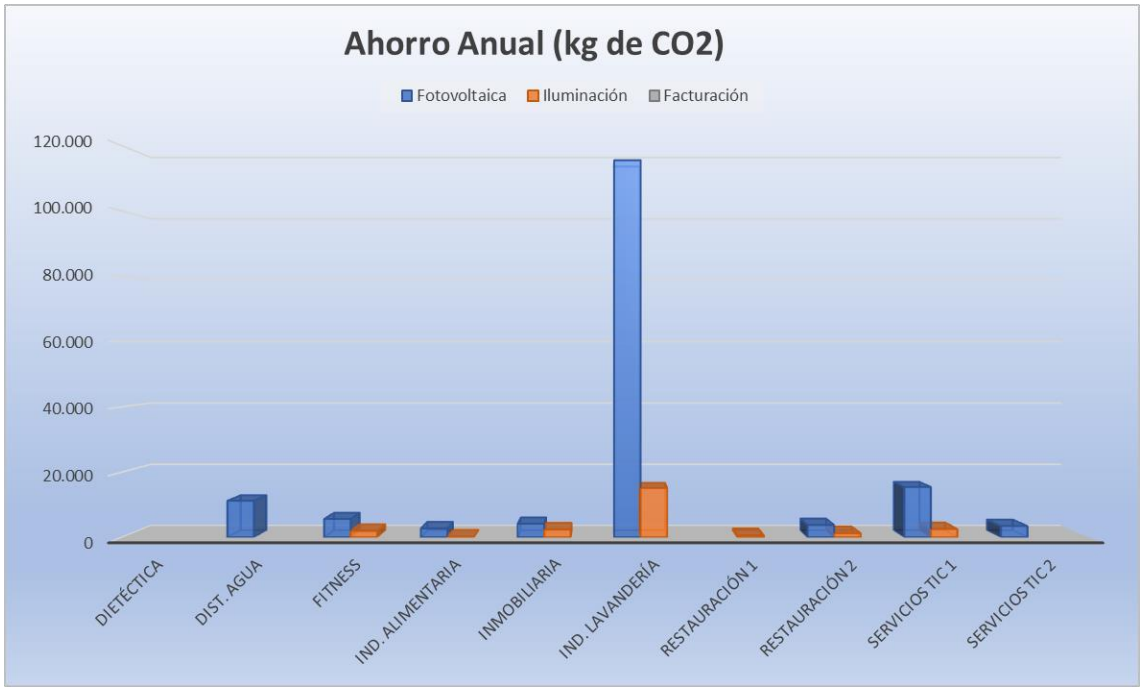



**Figura 5.5** *Ahorro en emisiones de CO2 a la atmósfera de las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

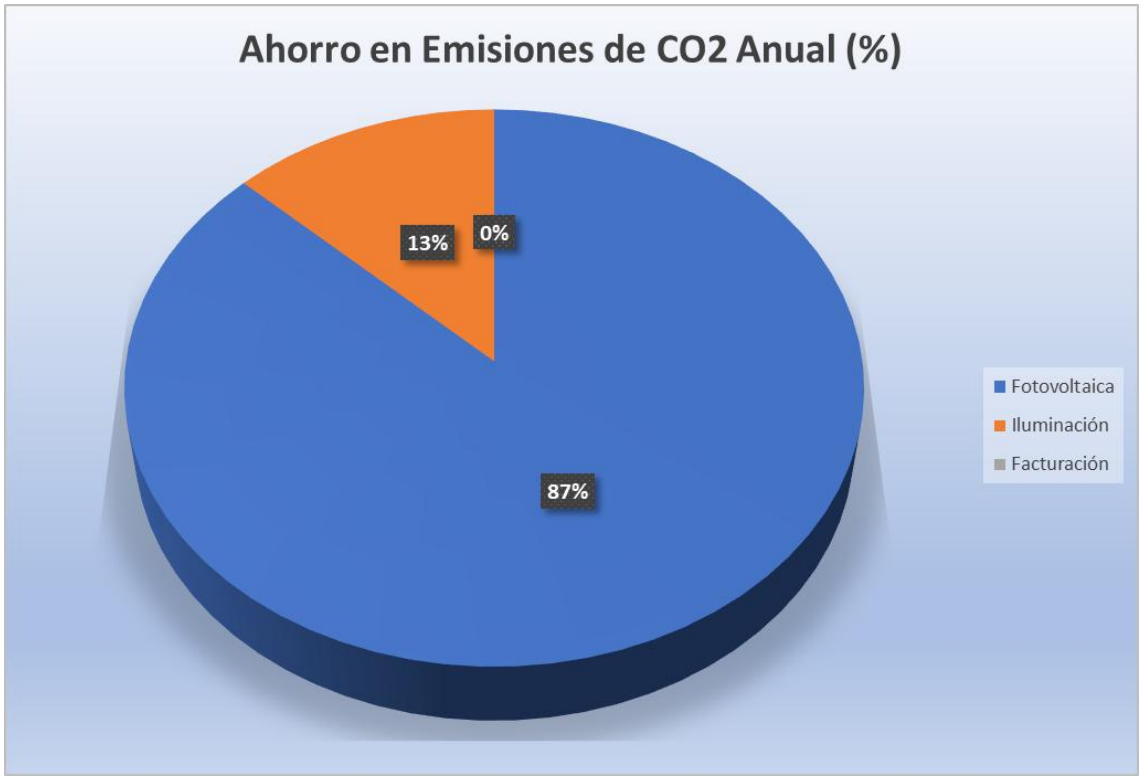



**Figura 5.6** *Ahorro en emisiones de CO2 a la atmósfera de las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

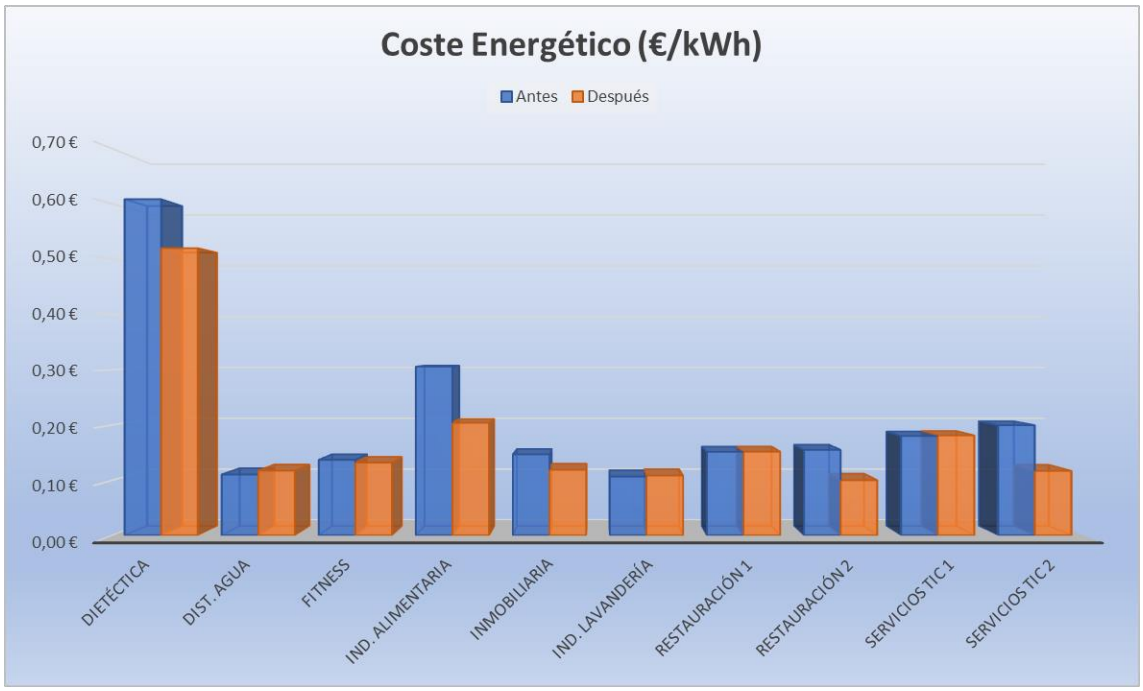



**Figura 5.7** *Coste energético antes y después de implementar las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

Cuando se analiza el coste de la energía, es decir el coste unitario de consumir una unidad de energía (en euros / kilovatio hora) en las 10 empresas antes y después de implementar las medidas propuestas, obtenemos los resultados de la figura 5.7. En ella se puede observar como en la mayoría de las empresas, el coste se mantiene o baja, salvo en el caso de la Empresa de Distribución de Agua, que al estar ya muy optimizado el término fijo de la factura eléctrica y ser sustituida parte de su consumo por energía solar fotovoltaica, el coste unitario crece ligeramente.

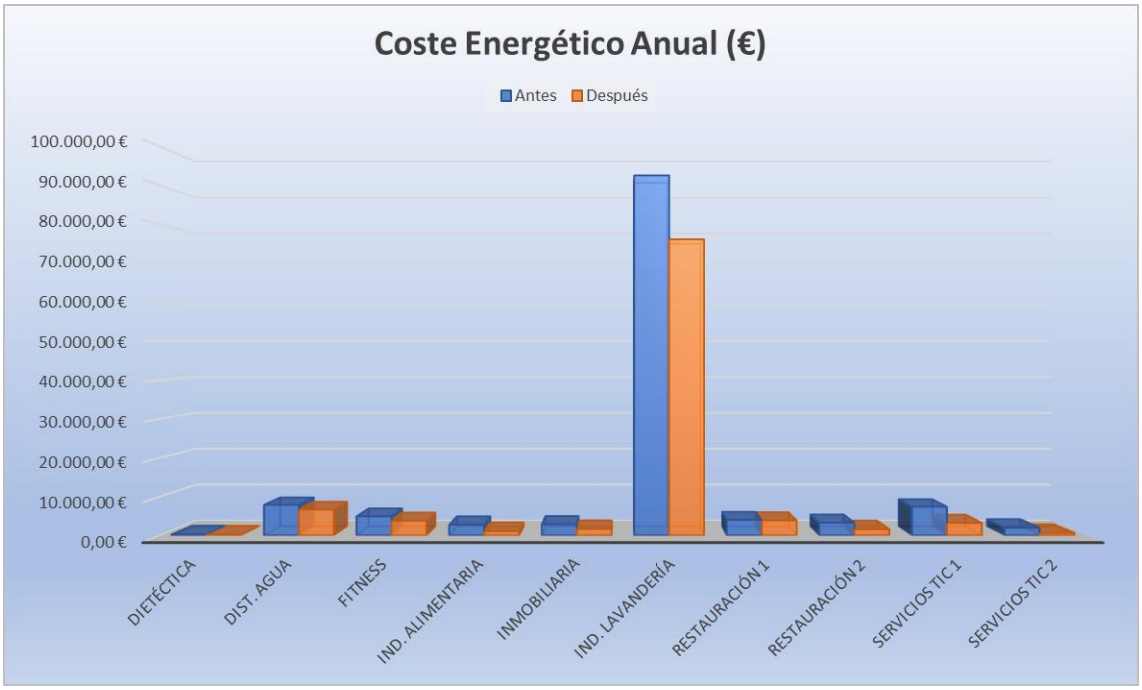



**Figura 5.5** *Coste energético anual antes y después de implementar las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

Sin embargo, cuando se tiene en cuenta el coste absoluto de energía eléctrica de las empresas, se puede observar que en todos los casos ha bajado, tal y como muestra la figura 5.6.

El coste energético frente al coste total también baja en todos las empresas cuando comparamos la situación antes de realizar la auditoría energética y después de implementar las medidas de eficiencia energéticas propuestas (figura 5.7).

Lo mismo sucede con el coste energético frente a la rentabilidad antes y después de implementar las oportunidades de mejora de la eficiencia energética en todas las PYMES participantes. Esto se observa claramente en la figura 5.8.

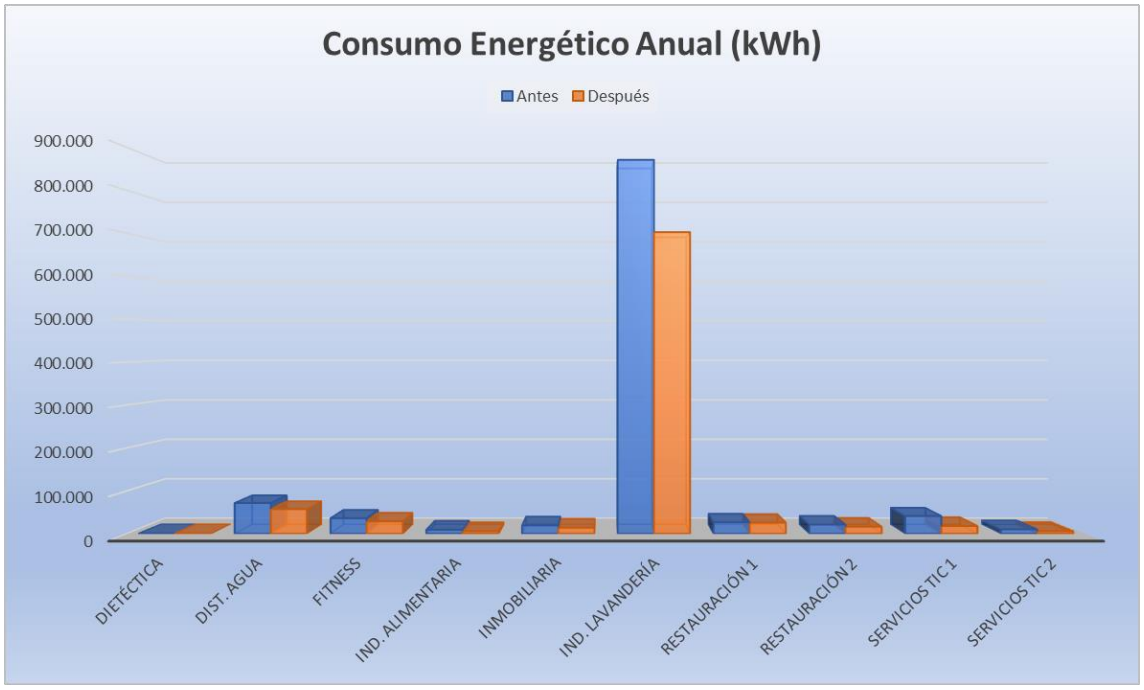



**Figura 5.6** *Consumo de energía activa anual antes y después de implementar las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

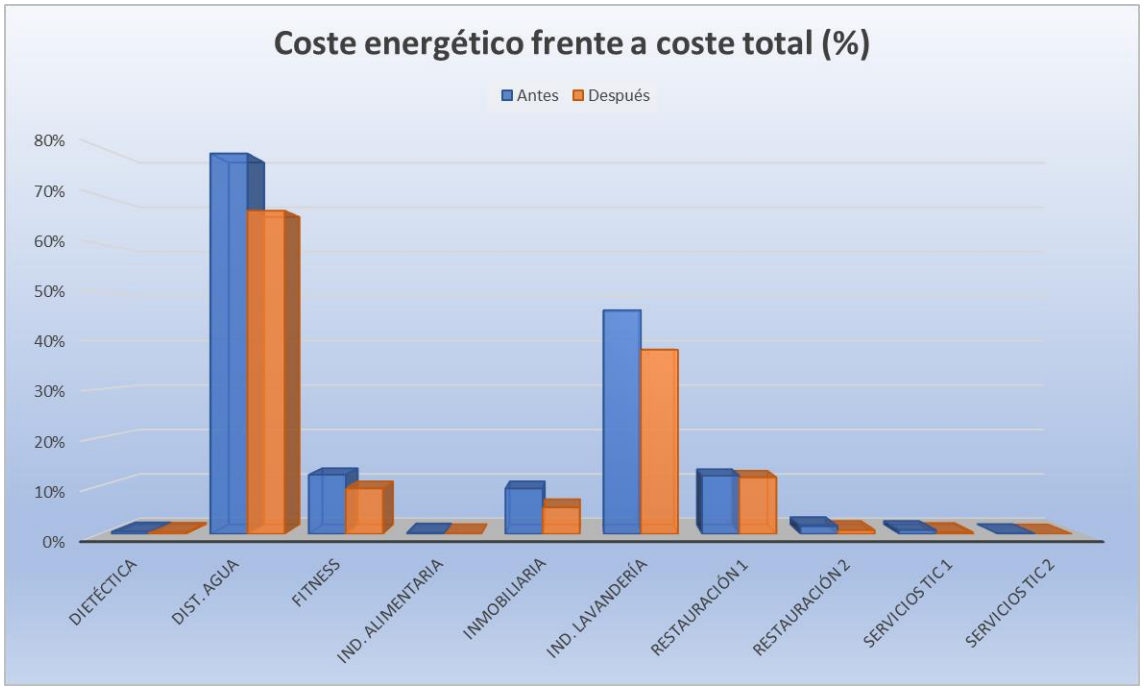



**Figura 5.7** *Coste energético frente a coste total antes y después de implementar las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

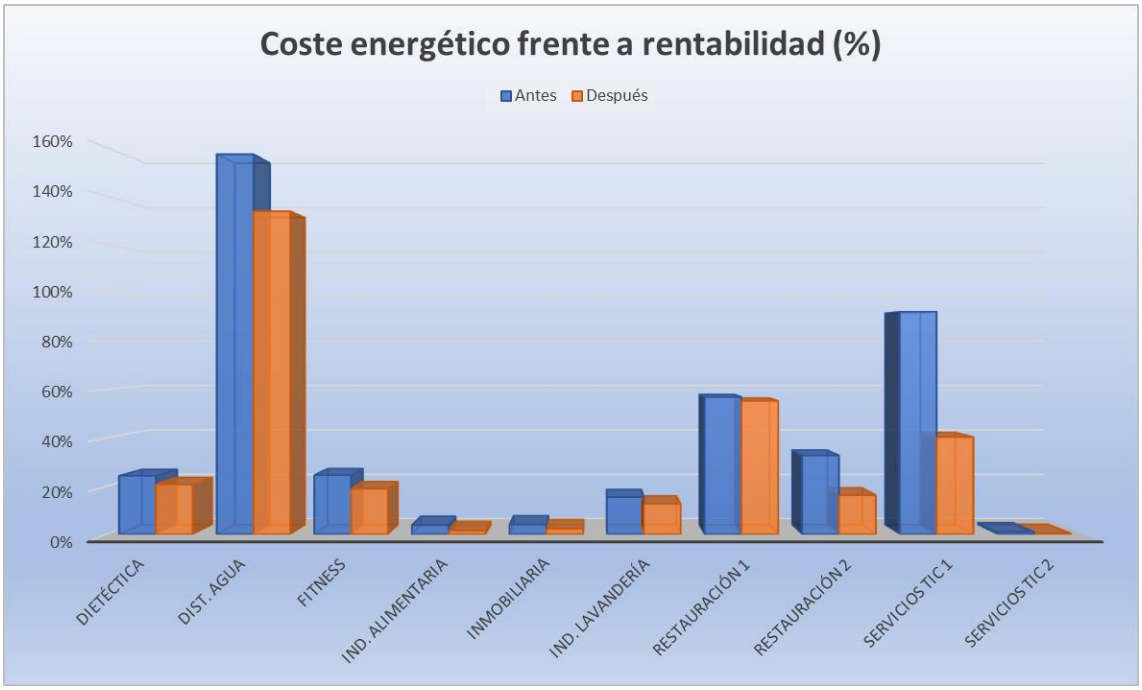



**Figura 5.8** *Coste energético frente a rentabilidad antes y después de implementar las medidas propuestas en las PYMES participantes.*

# 6. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del proyecto se muestran en la tabla 6.1. En términos generales, el ahorro total de energía eléctrica y emisiones de CO2 a la atmósfera de las medidas propuestas en las empresas suponen una reducción total del 21% con respecto a la situación actual. Estas medidas además suponen un ahorro económico anual para las PYMES participantes del 22%.

La inversión total necesaria para alcanzar estos resultados es de 186.944,42 € en las 10 empresas participantes. Es importante señalar que el retorno de la inversión prevista es de 6,6 para el total de todas ellas y que las empresas en su conjunto mejoran su rentabilidad en casi un 23% con respecto a la situación actual.

**Tabla 6.1** *Principales Datos de Globales de Conclusiones del Proyecto.*

| Concepto | Valor |
|---|---|
| Ahorro de Energía Total | 232.323 kWh (21,01%) |
| Ahorro de Emisiones de CO2 a la atmósfera | 180.283 kg (21,01%) |
| Ahorro Económico Anual | 28.221,99 € (22,08%) |
| Inversión Total de todas las propuestas de mejora | 186.944,42 € |
| Amortización de todas las propuestas de mejora | 6,6 años |
| Mejora de la rentabilidad global | 22,58% |
| Empresas que han solicitado financiación para realizar las actuaciones | 2 |

De las medidas propuestas, la que tiene un mayor impacto en la reducción de consumo de energía es la energía solar fotovoltaica que supone el 68% del ahorro económico anual y el 87% del ahorro de energía y emisiones de CO2 a la atmósfera. Le sigue la optimización de facturación eléctrica que produce un ahorro económico a las empresas del 22%. Por ultimo,

Como resultados del proyecto, dos de las empresas participantes han solicitado financiación para realizar la totalidad de las propuestas de mejora de la eficiencia energética propuesta a través de la convocatoria de mejora de la eficiencia energética y el uso de energías renovables en empresas y edificios residenciales del Gobierno de Canarias.

Se puede concluir que el proyecto ha resultado un impacto positivo en las PYMES participantes, dado que se han alcanzado todos los objetivos perseguidos.