



---

# AUDITORÍA ENERGÉTICA – CPI SANTA LUCÍA

DICIEMBRE 2017

---

**PETICIONARIO:**

CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN E  
ORDENACIÓN UNIVERSITARIA.



**XUNTA DE GALICIA**  
CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN  
E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA

**EMPRESA RESPONSABLE**

**DEL ESTUDIO:**

SOLTEC INGENIEROS S.L.

**SOLTEC**  
ingenieros

# Índice

<b>0</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
0.1	INTRODUCCIÓN: CONTEXTO Y OBJETIVO DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA 12	
0.2	Objeto del estudio .....	13
0.3	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO .....	14
0.4	Equipos de medición y registro de datos .....	15
0.5	Información de contacto del auditor .....	19
<b>1</b>	<b>RESUMEN DEL USO DE LA ENERGÍA DEL EDIFICIO Y MEDIDAS DE AHORRO .....</b>	<b>20</b>
1.1	USO DE LA ENERGÍA DEL EDIFICIO .....	20
1.2	MEDIDAS DE AHORRO .....	23
1.2.1	Análisis energético .....	23
1.2.2	Análisis económico .....	23
<b>2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO .....</b>	<b>24</b>
2.1	Identificación .....	24
2.1.1	Emplazamiento .....	25
	Descripción de las instalaciones .....	26
2.2	Régimen de actividad .....	27
<b>3</b>	<b>AUDITORÍA DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS .....</b>	<b>28</b>
3.1	Consumo de la red eléctrica .....	28
3.1.1	Análisis de consumos energéticos .....	28
3.1.1.1	Potencia contratada .....	30
3.1.1.2	Tipo de tarifa .....	31
3.1.1.3	Penalizaciones .....	31
3.1.2	Datos procedentes de las medidas con analizadores de redes .....	33
3.1.2.1	General .....	34
3.1.3	Sistema de iluminación .....	40
3.1.3.1	Estudio luminosidad .....	44
3.1.4	Instalación de bombeo .....	45
3.1.5	Equipos de ofimática .....	46
3.1.6	Sistema de ACS .....	46
3.1.7	Sistema de Frío .....	47
3.1.8	Equipos de restauración .....	48
3.1.9	Otros equipos .....	49
3.1.10	Desglose de consumos eléctricos .....	50
3.2	Consumo de combustibles .....	51
3.2.1	Análisis de consumos de Gasóleo C .....	51
3.2.1.1	Sistema de calefacción .....	51
3.2.1.2	Análisis de combustión de caldera .....	55
3.2.2	Análisis de consumos de Propano .....	56
3.2.2.1	Sistema de ACS .....	57
3.2.2.2	Equipos de restauración .....	57
3.3	Análisis de condiciones ambientales .....	58

3.3.1	P0, ala Sur: Aula 2º B .....	58
3.3.2	P0, ala central: Aula 3ºB .....	58
3.3.3	P0, ala Norte: Despachos profesores .....	59
3.3.4	P1, ala norte: Aula 2ºB E.S.O. ....	59
3.4	Análisis de cerramientos .....	61
3.4.1	Análisis de transmitancia de cerramientos.....	61
3.5	Desglose total de energía .....	62
3.6	Consumo de agua .....	63
3.7	Observaciones.....	65
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE INSTALACIONES .....</b>	<b>66</b>
4.1	Cerramientos .....	67
4.1.1	Cerramientos exteriores .....	67
4.1.2	Cerramientos interiores .....	82
4.2	Instalación de calefacción .....	83
4.2.1	Sistema de calefacción .....	83
<b>5</b>	<b>OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA SUGERIDAS.....</b>	<b>88</b>
5.1	Análisis tarifario eléctrico .....	88
5.1.1	Tarifa y potencia contratada.....	88
5.1.2	Penalizaciones por exceso de reactiva .....	88
5.1.3	Calidad de red .....	88
5.1.3.1	<i>Equilibrado de fases.....</i>	<i>88</i>
5.2	Iluminación.....	89
5.2.1	Sustitución de equipos actuales por equipos adosables .....	89
5.2.2	Sustitución de equipos actuales por equipos empotrables en falso techo .....	93
5.2.3	Conclusiones y recomendaciones generales .....	99
5.2.4	Mantenimiento de las instalaciones de alumbrado.....	100
5.2.4.1	<i>Previsión de operaciones programadas.....</i>	<i>100</i>
5.2.4.2	<i>Frecuencia de reemplazo de los componentes.....</i>	<i>101</i>
5.2.4.3	<i>Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos.....</i>	<i>101</i>
5.2.4.4	<i>Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos.....</i>	<i>101</i>
5.3	Cerramiento Vertical .....	102
5.4	Carpintería Huecos .....	106
5.5	Calefacción .....	109
5.5.1	Generación .....	109
5.5.1.1	<i>Caldera y calentador Gas Natural .....</i>	<i>109</i>
5.5.2	Recomendaciones generales.....	113
5.6	ACS.....	114
5.7	Consumo de Agua .....	117
5.8	Implantación De Energías Renovables.....	118
5.8.1	Biomasa.....	118
5.9	Mejoras Conjuntas .....	121
5.9.1	Iluminación, cerramiento vertical y calefacción por GN.....	121
5.9.2	Iluminación, cerramiento vertical y calefacción por Biomasa .....	124
5.9.3	Conclusiones.....	127
5.10	Cambio en el comportamiento del usuario.....	128
5.10.1	Formación del personal.....	128
5.10.2	Mantenimiento de las instalaciones de ofimática .....	128
<b>6</b>	<b>RESUMEN DEL USO DE LA ENERGÍA DEL EDIFICIO Y MEDIDAS DE AHORRO SUGERIDAS.....</b>	<b>129</b>

6.1	Línea base de consumo energético.....	129
6.1.1	En función de la superficie .....	129
6.1.2	En función del número de alumnos .....	130
<b>7</b>	<b>LÍNEA DE ACTUACIÓN FUTURA.....</b>	<b>131</b>
7.1	Monitorización y gestión de instalaciones .....	131
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES FINALES.....</b>	<b>133</b>
<b>10</b>	<b>ANEXO I: RD 56/2016.....</b>	<b>134</b>
<b>11</b>	<b>ANEXO II: PRESUPUESTO .....</b>	<b>135</b>
11.1	SATE .....	135
11.2	Huecos .....	137
11.3	Iluminación .....	139
11.3.1	Iluminación empotrable en falso techo .....	139
11.3.2	Iluminación adosable .....	140
11.4	Calderas .....	141
11.4.1	Caldera de Gas Natural.....	141
11.4.2	Caldera de Biomasa .....	142
11.5	Grifería.....	143
11.6	RESUMEN PRESUPUESTO .....	144
<b>12</b>	<b>ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS .....</b>	<b>147</b>
<b>13</b>	<b>ANEXO IV: UNIDADES Y EQUIVALENCIAS .....</b>	<b>154</b>
13.1	Relación de unidades utilizadas en el diagnóstico energético.....	154
13.1.1	Unidades de medida más empleadas .....	154
13.1.2	Unidades utilizadas en termotecnia .....	155
13.2	Equivalencias de unidades. Factores de conversión .....	156
13.2.1	Energía, trabajo; calor .....	156
13.2.2	Potencia .....	157
13.2.3	Presión .....	157
13.3	Poder calorífico de los combustibles más usuales .....	158
13.4	Emisión de CO <sub>2</sub> .....	159
<b>14</b>	<b>ANEXO V: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN ANALIZADOR DE REDES</b>	<b>160</b>
<b>15</b>	<b>ANEXO VI: NORMATIVA APLICADA .....</b>	<b>176</b>



## Índice de imágenes

Imagen 1. Soltec Ingenieros S.L. ....	19
Imagen 2. Distribución emplazamiento .....	25
Imagen 3. Referencia catastral: 3851006NH3135S0001EM .....	25
Imagen 4. Analizador de redes conectado al cuadro principal .....	33
Imagen 5. Instalación de bombeo .....	45
Imagen 6. Placas de bombas.....	45
Imagen 7. Calentador de termo eléctrico THERMOR.....	46
Imagen 8. Cámara de Frío .....	47
Imagen 9. Marmita y freidora .....	48
Imagen 10. Seca manos y calefactor.....	49
Imagen 11. Caldera de gasóleo C ROCA .....	52
Imagen 12. Sistema de distribución de calefacción en superficie .....	52
Imagen 13. Radiador de fundición.....	53
Imagen 14. Comedor infantil .....	54
Imagen 15. Medición analizador de combustión .....	55
Imagen 16. Limitador de temperatura caldera de calefacción .....	56
Imagen 17. Calentador de propano JUNKERS.....	57
Imagen 18. Analizador de transmitancias.....	61
Imagen 19. Inodoro, lavabo y retrete. ....	63
Imagen 20. Falso techo y tipo de anclaje. ....	94
Imagen 21. Esquema básico de un sistema SATE. Fuente: IDEA. ....	103
Imagen 22 Carpintería Cortizo 4200 y carpintería Cortizo Millenium Plus .....	106
Imagen 23. Características de ACS Baxi Platinum Max Plus.....	110
Imagen 24. Plano acometida Gas Natural .....	111
Imagen 25. Sistema de producción y almacenamiento de ACS .....	114
Imagen 26. Características de ACS Baxi Platinum Max Plus.....	115
Imagen 27. Presto 12 ECO. ....	117
Imagen 28. Caldera Herz Biomatic 250 y caseta prefabricada.....	118
Imagen 29. Plano ubicación caldera y conexiones. ....	118
Imagen 30. Analizador y concentrador de redes .....	132

## Índice de tablas

Tabla 1. Desglose de consumo energético por fuente de energía .....	20
Tabla 2. Desglose de costes por fuente de energía .....	21
Tabla 3. Desglose de emisiones por fuente de energía .....	22
Tabla 4. Medidas de mejora propuestas .....	23
Tabla 5. Análisis energético de las medidas de mejora propuestas .....	23
Tabla 6. Análisis económico de las medidas de mejora propuestas .....	23
Tabla 7. Resumen tarifario .....	31
Tabla 8. Sistema de iluminación actual .....	43
Tabla 9. Medición luxes en aula .....	44
Tabla 10. Instalación de bombeo .....	45
Tabla 11. Equipos de oficina .....	46
Tabla 12. Resumen equipos eléctricos de ACS .....	47
Tabla 13. Resumen equipos de frío .....	47
Tabla 14. Resumen equipos eléctricos .....	48
Tabla 16. Desglose de otros equipos .....	49
Tabla 17. Desglose de consumos eléctricos .....	50
Tabla 18. Resumen equipos de calefacción .....	52
Tabla 19. Resumen equipos de propano de ACS .....	57
Tabla 15. Resumen equipos propano .....	57
Tabla 20 Desglose total de energía .....	62
Tabla 21 Litros consumo agua fría por pulsación. ....	64
Tabla 22 Litros consumo agua fría. ....	64
Tabla 23. Sustitución del 100% de las luminarias .....	91
Tabla 24. Análisis económica sustitución 100% luminarias .....	92
Tabla 25. Sustitución del 100% de las luminarias .....	96
Tabla 26. Análisis económica sustitución 100% luminarias e instalación Falso techo .....	98
Tabla 27. Análisis económica instalación SATE .....	105
Tabla 28. Análisis económica sustitución carpintería .....	108
Tabla 29. Características técnicas caldera Baxi SGB215. ....	110
Tabla 30. Análisis económico sustitución caldera de gasóleo por GN .....	112
Tabla 31. Análisis económico sustitución calentador de propano por propano .....	116
Tabla 32. Reducción de caudal y ahorro económico .....	117
Tabla 33. Análisis económico sustitución caldera de gasóleo por Biomasa .....	119
Tabla 34. Análisis económico de sustitución iluminación, SATE, caldera GN. ....	123
Tabla 35. Análisis económico de sustitución iluminación, SATE, caldera Biomasa. ....	126

Tabla 36. IDEs, línea base de consumo energético en función de la superficie .....	129
Tabla 37. IDEs, línea base de consumo energético en función del número de alumnos .....	130
Tabla 38. Resumen de partidas presupuestadas .....	144
Tabla 39. Resumen de partidas presupuestadas Mejoras conjuntas, Iluminación, SATE y calefacción por GN .....	145
Tabla 40. Resumen de partidas presupuestadas Mejoras conjuntas, Iluminación, SATE y calefacción por Biomasa .....	145
Tabla 41. Resumen de partidas presupuestadas (PEM) .....	146
Tabla 42: unidades de medida. Fuente IDAE .....	154
Tabla 43: unidades de energía. Fuente IDAE .....	155
Tabla 44: Equivalencia de unidades de energía. Fuente IDAE .....	156
Tabla 45: Equivalencia de unidades de potencia. Fuente IDAE .....	157
Tabla 46: Equivalencia de unidades de presión. Fuente IDAE .....	157
Tabla 47: Poderes caloríficos. Fuente IDAE .....	158
Tabla 48: Emisiones de CO2. (Fuente: IDAE) .....	159

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Desglose de consumos por fuente de energía.....	20
Gráfico 2. Desglose de costes por fuente de energía.....	21
Gráfico 3. Desglose de emisiones por fuente de energía .....	22
Gráfico 4. Régimen de actividad de las instalaciones.....	27
Gráfico 5. Consumo mensual 2016-2017 .....	28
Gráfico 6. Coste mensual disgregado de energía eléctrica .....	29
Gráfico 7. % de costes por concepto .....	29
Gráfico 8. Coste por energía .....	30
Gráfico 9. Penalizaciones por exceso de potencia.....	31
Gráfico 10. Penalizaciones por exceso de reactiva .....	32
Gráfico 11. Tensiones medidas en cuadro general de baja tensión .....	34
Gráfico 12. Intensidades medidas en el cuadro general de baja tensión .....	35
Gráfico 13. Potencias medidas en el cuadro general de baja tensión .....	36
Gráfico 14. Factor de potencia en el cuadro general de baja tensión.....	37
Gráfico 15. Tasa de distorsión armónica de tensiones en el cuadro general de baja tensión .....	38
Gráfico 16. Tasa de distorsión armónica de intensidades en el cuadro general de baja tensión .....	39
Gráfico 17. Desglose de consumos eléctricos.....	50
Gráfico 18. Consumo anual Gasóleo C .....	51
Gráfico 19. Desglose de consumo de propano .....	56
Gráfico 20. Registro de Tª y HR aula 2ºB.....	58
Gráfico 21. Registro de Tª y HR aula 3ºB.....	58
Gráfico 22. Registro de Tª y HR despachos profesores .....	59
Gráfico 23. Registro de Tª y HR aula 2ºB E.S.O. ....	59
Gráfico 24 Desglose total de energía .....	62
Termografía 1. Fachada Sur, bloque central I .....	68
Termografía 2. Fachada Sur, bloque central II .....	68
Termografía 3. Fachada Sur, bloque central III .....	69
Termografía 4. Puerta de acceso principal .....	69
Termografía 5. Patio descubierto .....	70
Termografía 6. Bloque central, lateral izquierdo .....	70
Termografía 7. Planta superior, fachada Sur .....	71
Termografía 8. Planta baja de fachada Oeste, bloque Norte .....	72
Termografía 9. Planta superior de fachada Oeste, bloque Norte .....	72

Termografía 10. Fachada Norte I .....	72
Termografía 11. Fachada Norte II .....	73
Termografía 12. Fachada Norte III .....	73
Termografía 13. Fachada Norte IV .....	74
Termografía 14. Ventana de aula bajo patio cubierto .....	74
Termografía 15. Puerta de pasillo bajo patio cubierto .....	75
Termografía 16. Ventanas de pasillo central .....	75
Termografía 17. Ventanas de pasillo lateral .....	76
Termografía 18. Ventanas de fachada Sur, lateral derecho I .....	76
Termografía 19. Ventanas de fachada Sur, lateral derecho II .....	77
Termografía 20. Puerta interior acceso principal .....	77
Termografía 21. Ventana bajo cubierta en comedor .....	78
Termografía 22. Ventana en comedor .....	78
Termografía 23. Ventana bajo cubierta de aula .....	79
Termografía 24. Caja de persiana ventana de aula .....	79
Termografía 25. Ventana de aula II .....	80
Termografía 26. Ventana de pasillo lateral .....	80
Termografía 27. Puerta de pasillo lateral .....	81
Termografía 28. Humedades detectadas .....	82
Termografía 29. Frontal de caldera de calefacción .....	83
Termografía 30. Salida de humos de caldera de calefacción .....	83
Termografía 31. Colector de impulsión de caldera de calefacción .....	84
Termografía 32. Equipos de bombeo de calefacción .....	85
Termografía 33. Colectores de distribución de calefacción .....	86
Termografía 34. Elemento radiador de calefacción .....	87

## 0 INTRODUCCIÓN

El presente estudio es el resultado de la visita realizada a las instalaciones del CPI Santa Lucía ubicado en el Concello de Moraña (Pontevedra), dependiente de la Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia.

Las visitas y mediciones en estas localizaciones han sido llevadas a cabo durante el año 2017. Los datos de facturación energética han sido aportados por la empresa correspondiente al ejercicio 2016 y ejercicio 2017.

El trabajo que se presenta contempla el análisis de las instalaciones donde la empresa desarrolla su actividad, desde los siguientes puntos de vista:

- Consumos generales
- Iluminación
- Equipamiento específico de la zona administrativa: ordenadores, fotocopiadoras, faxes.
- Otras instalaciones de interés y/o consumidoras de energía.
- Utilización y distribución de la energía consumida.

El proceso analítico se basa en los siguientes conceptos:

- Análisis del estado de las instalaciones.
- Optimización del consumo energético.
- Racionalización del uso de las instalaciones.
- Medios de control.
- Eficiencia de los equipos.
- Eficiencia del sistema.
- Recomendaciones de carácter energético.
- Recomendaciones de carácter normativo y de mejora de confort.

El trabajo de auditoría se divide en las siguientes fases:

1. Recopilación de información inicial
  - a. Planos
  - b. Consumos y facturación energética
  - c. Inventario de equipos
2. Análisis de datos recopilados
  - a. Planos
  - b. Consumos y facturación energética
  - c. Inventario de equipos
3. Visitas a las instalaciones
  - a. Inventariado de equipos
  - b. Registros de consumos
  - c. Establecimiento de patrones de consumo
  - d. Caracterización de las instalaciones
4. Tratamiento de datos recopilados
5. Propuesta de mejoras
6. Redacción de memoria



Se pretende que a la conclusión del presente informe se disponga de información suficiente para:

- ✓ Conocer la SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL de las instalaciones de aprovisionamiento energético, de manera que se pueda valorar la eficiencia energética de las mismas.
- ✓ Disponer de un INVENTARIO de los principales equipos energéticos existentes y el estado de los mismos.
- ✓ Determinar las MEJORAS ENERGÉTICAS, que puedan ser implantadas en sucesivas fases de actuación.
- ✓ Estudiar la RENTABILIDAD ECONÓMICA de dichas mejoras, incluyendo la estimación de los ahorros económicos de las mejoras energéticas propuestas y la estimación de los costes o inversiones necesarias para la implementación de dichas medidas.
- ✓ Asimismo, se ha recogido una serie de recomendaciones para la concienciación del personal en el uso eficiente de la energía y respeto del medio ambiente.

## **0.1 INTRODUCCIÓN: CONTEXTO Y OBJETIVO DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

La eficiencia energética es un aspecto esencial de la estrategia europea, de ahí que la Unión Europea se haya fijado como objetivo para 2020 aumentar en un 20 por ciento la eficiencia energética.

La eficiencia energética es una de las formas más rentables para reforzar la seguridad del abastecimiento energético y para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de otras sustancias contaminantes.

En este contexto, se hizo necesario actualizar el marco legal de la Unión Europea en materia de eficiencia energética: la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, crea un marco común para fomentar la eficiencia energética dentro de la Unión Europea.

La auditoría energética constituye un paso importante para una organización que desee mejorar su eficiencia energética, reducir el consumo de energía y obtener los beneficios medioambientales consiguientes.

El objetivo fundamental de este estudio es el análisis del uso y consumo de energía del CPI Santa Lucía de Moraña, identificando los flujos de energía y el potencial de mejora de eficiencia energética, así como la determinación de la viabilidad técnica y económica de diversas medidas de ahorro energético.

Para ello, la presente auditoría energética llevada a cabo conforme a las normas UNE EN 16247\_1 AUDITORÍAS ENERGÉTICAS PARTE 1: REQUISITOS GENERALES, UNE EN 16247\_2 AUDITORÍAS ENERGÉTICAS PARTE 2: EDIFICIOS, cumpliendo con los requisitos establecidos en el artículo 3 del Real Decreto 56/2016 de 12 de Febrero.

Este trabajo se ha desarrollado dentro de un programa específico de eficiencia energética, consistente en una serie de actuaciones encaminadas a lograr la mejor eficacia en el consumo de energía, los máximos ahorros y el conocimiento del comportamiento energético de las instalaciones.

## 0.2 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto fundamental de este estudio es la determinación de la viabilidad técnica y económica de la aplicación de diversas medidas de ahorro energético en las instalaciones del CPI Santa Lucía de Moraña.

Para que esto sea posible es necesario un análisis previo de los consumos (detallando su utilización), y de las pérdidas, provocadas habitualmente por un aislamiento deficiente de los cerramientos y un uso o estado inadecuado de las instalaciones. Se contemplan también otros aspectos que, sin suponer una forma directa de ahorro, sí permiten una mejora en el confort de los usuarios y redundan en una reducción de los gastos de mantenimiento de las instalaciones.

Para la realización del mismo se han considerado datos de dos clases:

- a) Datos facilitados por la empresa:
  - Datos generales de las instalaciones (equipos instalados, relación de utilización, etc.).
  - Datos energéticos (consumo de energía eléctrica y combustibles).
- b) Datos obtenidos en mediciones puntuales y obtención de curvas de parámetros energéticos:
  - Llevadas a cabo por los técnicos de SOLTEC INGENIEROS S.L. en el transcurso de sus visitas a las instalaciones, con el apoyo de la instrumentación que disponen.

Este conjunto de datos ha permitido realizar un análisis de la situación energética de las instalaciones, y en función de los resultados obtenidos, recomendar la aplicación de diversas medidas de mejora destinadas a reducir el consumo de energía de la empresa.

Las mejoras propuestas se valoran tanto por lo que hace referencia a su aspecto energético, como al beneficio económico que puedan conllevar o aportar. También se efectúa el cálculo aproximado de la inversión económica que puede ser necesaria para su realización y se determina el período de retorno de esta inversión, con la finalidad de determinar la rentabilidad.

Si no se hace constar lo contrario, el coste de los equipos, instalaciones o servicios, no incluye el I.V.A. ni otros impuestos, y no se considera el coste de posibles créditos que la empresa pueda solicitar para financiar las operaciones ni las ventajas que se puedan derivar de la obtención de subvenciones u otras ayudas oficiales.

### 0.3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Se seguirá el siguiente esquema de trabajos:



## 0.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN Y REGISTRO DE DATOS

SOLTEC Ingenieros ha utilizado los siguientes equipos para la realización de medidas:

- **Analizadores de redes trifásicas:** Los analizadores de redes son instrumentos de medida que miden directamente (tensión e intensidad) o bien calculan (potencia y energías activas y reactivas, factor de potencia, consumos máximos y mínimos, armónicos, etc.) los diferentes parámetros eléctricos de una línea eléctrica (normalmente en baja tensión). Todos los equipos de este tipo disponen, además, de la posibilidad de memorizar dichos parámetros mediante diversas funciones de programación.

- 2 x HT GSC 53
- 1 x HT GSC 53N
- 2 X HT ZG47



- **Pinzas amperimétricas/Multímetro:** Mide un conjunto de variables, como son: voltaje, intensidad, resistencia, frecuencia, temperatura, humedad, intensidad de luz, incluso sonido. Se ha seleccionado dicho equipo para permitir la medición puntual de equipos mono o trifásicos con consumos constantes mediante su pinza amperimétrica con rango de hasta 600A.

- 1 x HT 44
- 4 x KPS PA10



- **Luxómetros digitales:** Es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display con la correspondiente escala de luxes.
  - 1 x HT 170N
  - Testo 435 con sonda luxométrica



- **Cámaras termográficas:**
  - 1 x Flir i50





- **Analizadores de gases de combustión:** Ideal para mediciones, comprobaciones y puesta a punto de calderas domésticas de gas y gasoil. Sensores de O<sub>2</sub> y CO integrados; sonda de combustión con sensor de temperatura. Diseño de alta calidad, pantalla gráfica a color de alta resolución, menú con guía paso a paso por todo el proceso de la medición
  - 1 x Testo 320



- **Analizador multifunción de condiciones ambientales:** Se trata de un instrumento multifunción al que pueden acoplarse diferentes sondas de medida. En este caso estaría equipado con las sondas de contacto de cálculo del valor U así como un módulo de radiotransmisión de medida de humedad y temperatura exterior necesario para mejorar la calidad de las medidas.
  - 1 x Testo 435-2

- Sonda transmitancia cerramientos
- Sondas IAQ de calidad del aire



- **Registradores de temperatura y humedad:** Se trata de un equipo de registro de medidas de temperatura y humedad relativa.
  - 4 x InkBird THC-4



Se ha seleccionado dicho equipo debido a su carácter portátil y al elevado tiempo de registro permitido. Su precisión de lectura de humedad y temperatura de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  y 0,1% HR son superiores a los valores de 0,5 para ambos casos que especifica la normativa.

- **Medidores láser:** se trata de un equipo de medición de distancias.
  - 4 X Bosch GLM 50: Su alcance máximo con medidas de precisión es de 50m.



Se ha seleccionado dicho equipo por su capacidad de trabajo en distintas condiciones ambientales según las medidas a realizar en el centro a analizar:

- Medidas exteriores/interiores
  - Baja distorsión con respecto a Tª y HR
- **Equipos varios:**
    - Flexómetros
    - Cámaras fotográficas
    - Herramientas diversas

**TÓDOS LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN DISPONEN DE LOS CORRESPONDENTES CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EN VIGOR, TAL Y COMO SE RECOGE EN EL ANEXO V DE ESTE DOCUMENTO.**

## 0.5 INFORMACIÓN DE CONTACTO DEL AUDITOR

Auditor: Daniel Prieto Renda

Formación: Doctor en Ingeniería Industrial

Empresa: Soltec Ingenieros S.L.

Datos de contacto:

VIGO: Calle Caleira 5 Bajo - 36210 Vigo - Pontevedra - España

T. +34 986 21 38 94

F. +34986247815



Imagen 1. Soltec Ingenieros S.L.

# 1 RESUMEN DEL USO DE LA ENERGÍA DEL EDIFICIO Y MEDIDAS DE AHORRO

## 1.1 USO DE LA ENERGÍA DEL EDIFICIO

	Gasóleo	Fuelóleo	Propano	Gas Natural	Electricidad	TOTAL (tep)
kWh	54.308	0,00	15.806,56	0	56.214	
Tep	4,79	0,00	1,36	0,00	4,83	10,98
%	43,58%	0,00%	12,41%	0,00%	44,01%	100%

Tabla 1. Desglose de consumo energético por fuente de energía

## DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL (tep)

■ Gasóleo ■ Fuelóleo ■ Propano ■ Gas Natural ■ Electricidad

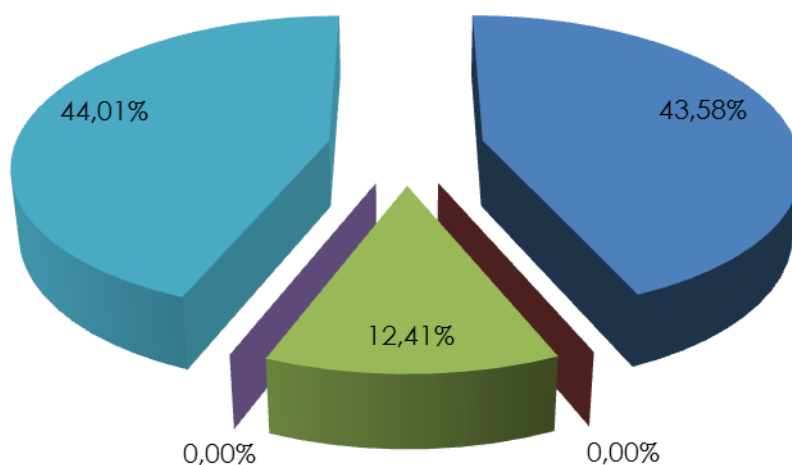


Gráfico 1. Desglose de consumos por fuente de energía

Gasóleo	Fuelóleo	Propano	Gas Natural	Electricidad	TOTAL (tep)
2.803,80 €	0,00 €	0,11 €	0,00 €	9.773,97 €	12.577,87 €
22,29%	0,00%	0,00%	0,00%	77,71%	

Tabla 2. Desglose de costes por fuente de energía

## DISTRIBUCIÓN DE COSTE ENERGÉTICO (%)

■ Gasóleo ■ Fuelóleo ■ Propano ■ Gas Natural ■ Electricidad

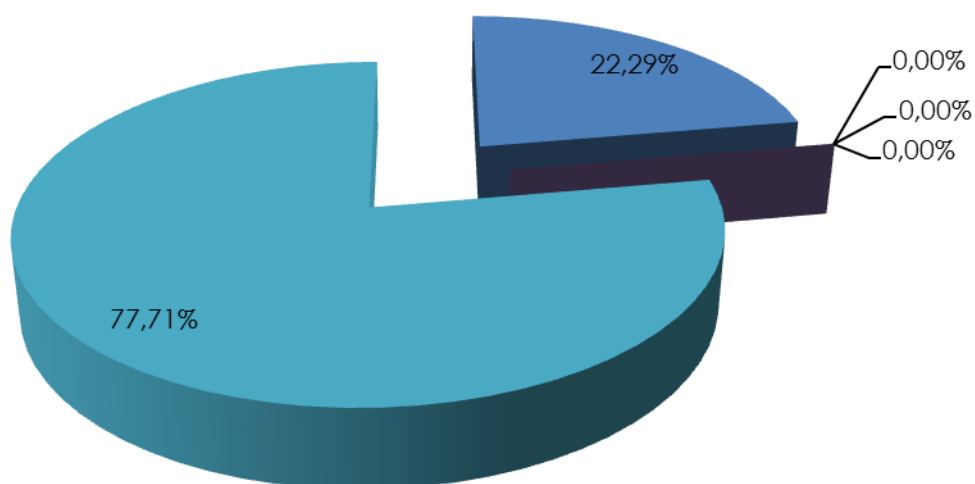


Gráfico 2. Desglose de costes por fuente de energía

Gasóleo	Fuelóleo	Propano	Gas Natural	Electricidad	TOTAL (t CO2)
14,65	0,00	0,26	0,00	18,56	33,47
43,76%	0,00%	0,78%	0,00%	55,46%	

Tabla 3. Desglose de emisiones por fuente de energía

## DISTRIBUCIÓN DE EMISIONES (t CO2)

■ Gasóleo ■ Fuelóleo ■ Propano ■ Gas Natural ■ Electricidad

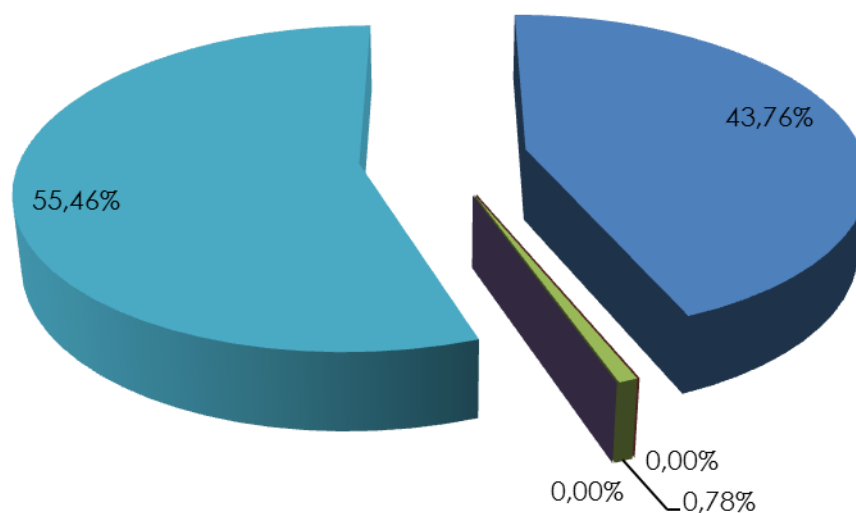


Gráfico 3. Desglose de emisiones por fuente de energía



## 1.2 MEDIDAS DE AHORRO

Las principales medidas de ahorro propuestas son:

INSTALACIÓN	MEDIDA
Iluminación	Sustitución de todas las luminarias por luminarias empotrables más eficientes
	Sustitución de todas las luminarias por luminarias adosables más eficientes
ACS	Sustitución de calentador de propano por calentador de Gas Natural
	Sustitución de calentador de propano por su homólogo más eficiente
Calefacción	Sustitución de caldera de Gasoleo por caldera de Gas Natural
	Sustitución de caldera de Gasoleo por caldera de biomasa
Cerramientos	Instalación de aislamiento térmico
	Huecos

Tabla 4. Medidas de mejora propuestas

### 1.2.1 Análisis energético

INSTALACIÓN	MEDIDA	Consumo actual (kWh/año)	Consumo propuesta (kWh/año)	Ahorro energético anual	Reducción consumo anual (Tep)	Reducción de emisiones anual (tCO2)
Iluminación	Sustitución de todas las luminarias por luminarias empotrables más eficientes	11.976	10.146	15,28%	0,16	0,60
	Sustitución de todas las luminarias por luminarias adosables más eficientes	11.976	10.146	15,28%	0,16	0,60
ACS	Sustitución de calentador de propano por calentador de Gas Natural	6.509	5.169	20,59%	0,12	0,44
	Sustitución de calentador de propano por su homólogo más eficiente	6.509	5.169	20,59%	0,12	0,44
Calefacción	Sustitución de caldera de Gasoleo por caldera de Gas Natural	54.308	44.392	18,26%	0,85	3,27
	Sustitución de caldera de Gasoleo por caldera de biomasa	54.308	50.979	6,13%	0,29	1,10
Cerramientos	Instalación de aislamiento térmico	54.308	28.131	48,20%	2,03	4,75
	Huecos	54.308	51.831	4,56%	0,19	0,45

Tabla 5. Análisis energético de las medidas de mejora propuestas

### 1.2.2 Análisis económico

INSTALACIÓN	MEDIDA	Ahorro económico anual	Inversión	PR (Años)	VAN	TIR
Iluminación	Sustitución de todas las luminarias por luminarias empotrables más eficientes	156,95 €	152.158,06 €	324	-91.796,56 €	-3%
	Sustitución de todas las luminarias por luminarias adosables más eficientes	156,95 €	41.905,69 €	267	-38.045,31 €	-64%
ACS	Sustitución de calentador de propano por calentador de Gas Natural	269,05 €	2.882,00 €	9	4.025,41 €	10%
	Sustitución de calentador de propano por su homólogo más eficiente	93,71 €	2.882,00 €	22	-337,11 €	-1%
Calefacción	Sustitución de caldera de Gasoleo por caldera de Gas Natural	1.473,02 €	45.659,50 €	22	-5.628,54 €	-1%
	Sustitución de caldera de Gasoleo por caldera de biomasa	1.899,71 €	126.019,23 €	40	-52.552,91 €	-4%
Cerramientos	Instalación de aislamiento térmico	1.308,81 €	164.832,15 €	53	44.975,87 €	0,01
	Huecos	123,82 €	159.584,47 €	1289	-134.831,33 €	-0,06

Tabla 6. Análisis económico de las medidas de mejora propuestas

## 2 DATOS GENERALES DEL ESTABLECIMIENTO

### 2.1 IDENTIFICACIÓN

**NOMBRE DE LA EMPRESA: CONSELLERÍA DE CULTURA, EDUCACIÓN E ORDENACIÓN UNIVERSITARIA**

DOMICILIO SOCIAL: EDIFICIO ADMINISTRATIVO SAN CAETANO, S/N

POBLACIÓN: SANTIAGO DE  
COMPOSTELA

PROVINCIA: A CORUÑA

C.P.: 15781

**CENTRO DE ESTUDIO: C.P.I SANTA LUCÍA**

DOMICILIO DEL CENTRO EN ESTUDIO: RÚA 7, 34

POBLACIÓN: MORAÑA

PROVINCIA: PONTEVEDRA

C.P.: 36660

ACTIVIDAD: Centro educativo

CIF: S1511001H

Año de referencia  
datos: 2016-2017

### 2.1.1 Emplazamiento

La parcela cuenta con una superficie de 28.906 m<sup>2</sup> en la que se encuentran 3 edificios, el edificio principal, el edificio de administración y la escuela infantil:

- **Edificio principal:** donde se encuentran las aulas de la E.S.O., aulas de primaria, la cocina, los almacenes, los comedores,
- **Edificio de administración:** en este edificio se encuentra las oficinas y despacho para la administración.
- **Edificio de infantil:** donde se encuentran las aulas de infantil.

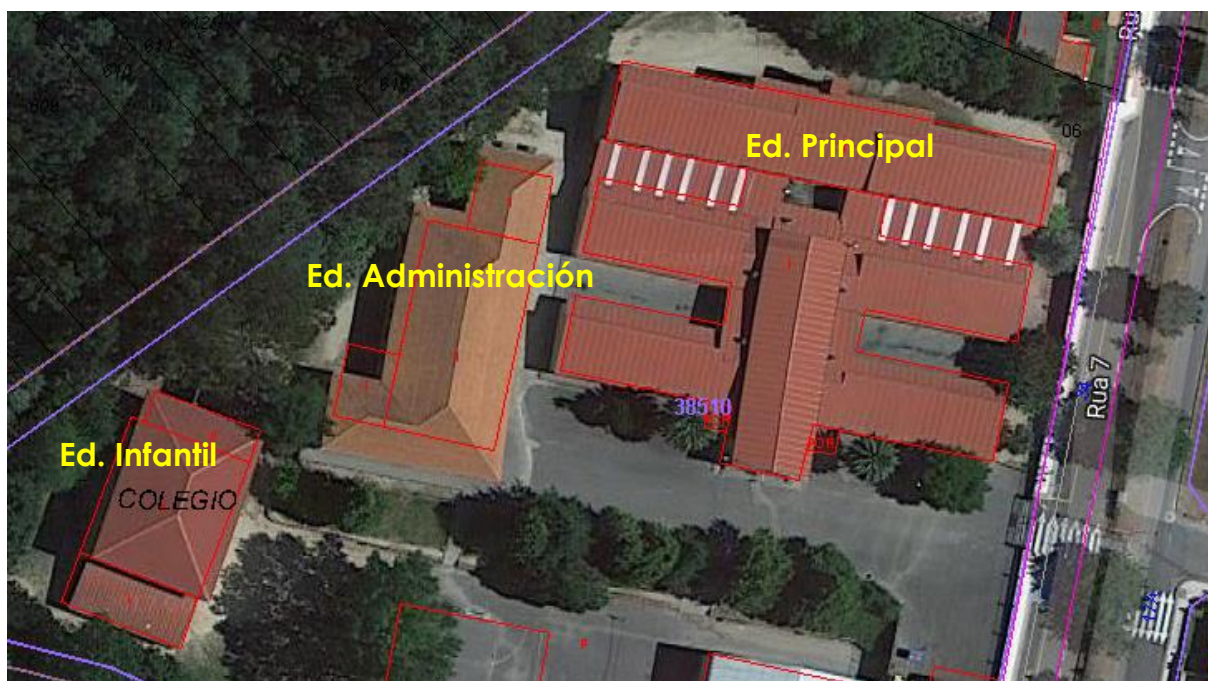


Imagen 2. Distribución emplazamiento



Imagen 3. Referencia catastral: 3851006NH3135S0001EM

## DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Se tratará en esta sección, de identificar la cantidad, el tipo y calidad de la energía necesaria empleada en la actividad para poder determinar los posibles ahorros energéticos y analizar los posibles costes y beneficios.

El principal consumo del centro en estudio corresponde al consumo de electricidad por parte de la iluminación y los equipos informáticos del centro, seguido del consumo de gasóleo C demandado por parte de la caldera de calefacción; y por último el consumo de propano para el ACS y los equipos de cocina.

El centro no cuenta con personal propio de mantenimiento que acomete tareas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, dejándole esa tarea a empresas externas y a personal del ayuntamiento.

## 2.2 RÉGIMEN DE ACTIVIDAD

El establecimiento dispone de dos horarios diferenciados de funcionamiento:

- Horario edificio principal: 9:30 a 14:30 y, solo los lunes de 16:30 a 18:10.
- Horario edificio administración: 8:00 a 15:00.
- Horario edificio infantil: 9:30 a 14:30.

HORARIOS DE APERTURA Y SISTEMAS																									
Hora		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Apertura	L-V																								
	S-D																								
Climatización																									
Iluminación	Interior																								
	Exterior																								
Ofimática																									
Pequeños equipos																									

Gráfico 4. Régimen de actividad de las instalaciones

### 3 AUDITORÍA DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS

El CPI Santa Lucía de Moraña consume electricidad para el alumbrado y fuerza, gasóleo C para la caldera de calefacción y propano para la cocina y ACS del edificio.

#### 3.1 CONSUMO DE LA RED ELÉCTRICA

Actualmente, el centro se alimenta de la red de alta tensión a través de un centro de transformación propio dimensionado acorde con las necesidades energéticas del centro y con una reserva de potencia que permitiría asumir una ampliación del centro, así como de la potencia demandada por la instalación de nuevos equipos.

Para la compensación de energía reactiva, el centro dispone de una batería de condensadores dimensionada acorde con las necesidades proporcionadas por los equipos consumidores del centro.

##### 3.1.1 Análisis de consumos energéticos

En este apartado se tratará de analizar la idoneidad de la tarifa eléctrica respecto a la curva de demanda de potencia del centro.

Atendiendo a los datos de consumo proporcionados por la empresa, la demanda energética del centro se corresponde con:

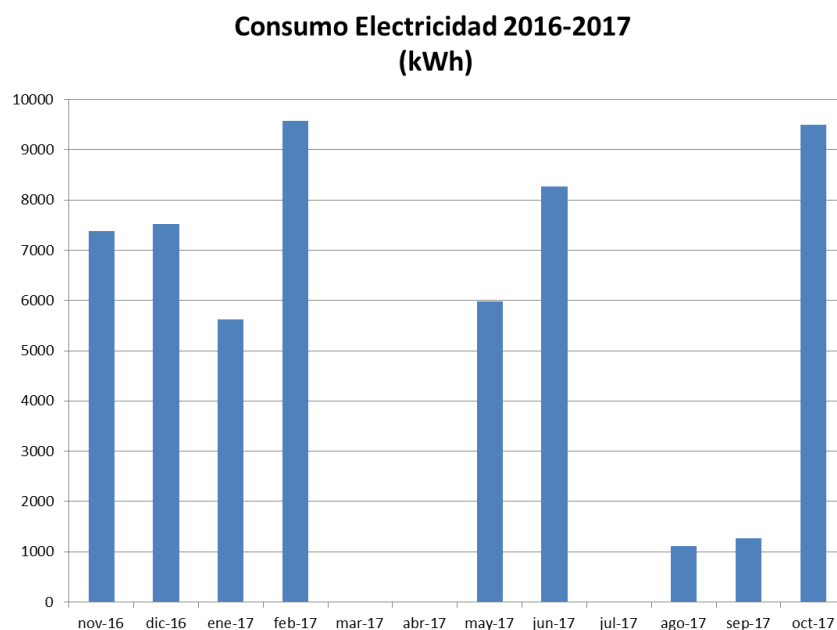


Gráfico 5. Consumo mensual 2016-2017

Se observa un consumo más o menos plano, salvo los meses invernales que hay más demanda.



No se ha podido llevar a cabo el análisis anual completo ante la falta de disponibilidad de facturación de consumo en 3 de los 12 meses de consumo. Para el posterior análisis de demanda energética se ha establecido un consumo proporcional en dichos meses acorde a:

- La actividad docente: nº de días lectivos.
- Consumo de los meses anteriores y posteriores.
- Días de vacaciones.

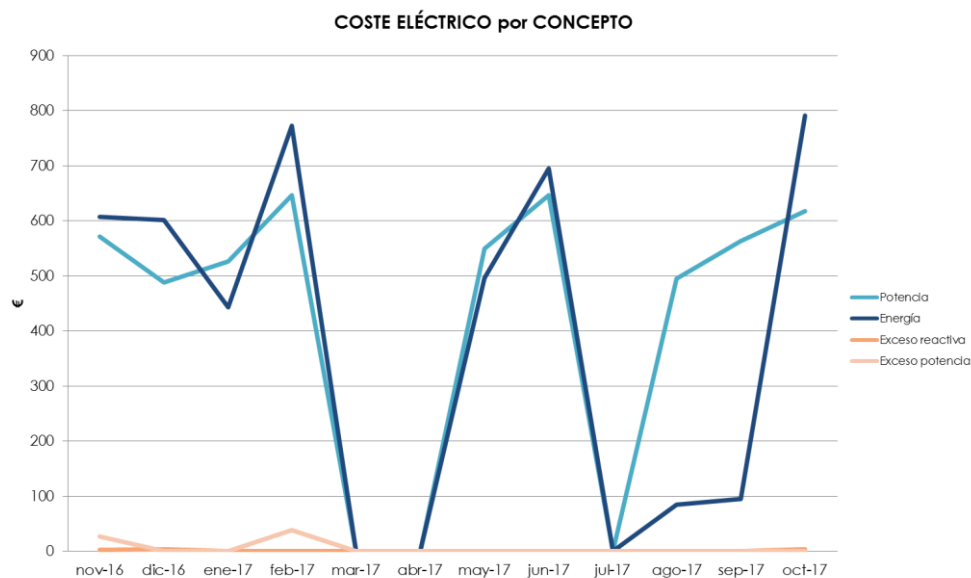


Gráfico 6. Coste mensual desgregado de energía eléctrica

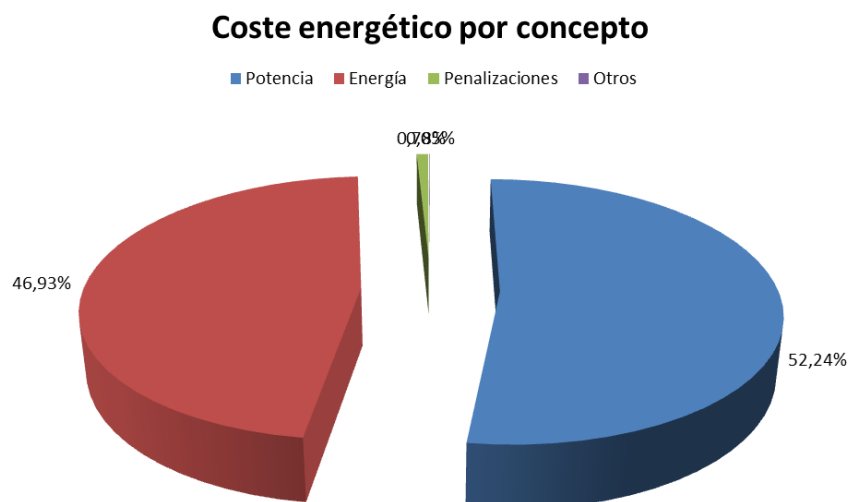


Gráfico 7. % de costes por concepto

Como muestra el gráfico anterior, la facturación energética se divide en 2 tramos prácticamente iguales del 50% del coste entre el término fijo por la contratación de potencia y el término variable correspondiente al consumo energético.

Las penalizaciones, bien por exceso de potencia como por exceso de reactiva son despreciables.

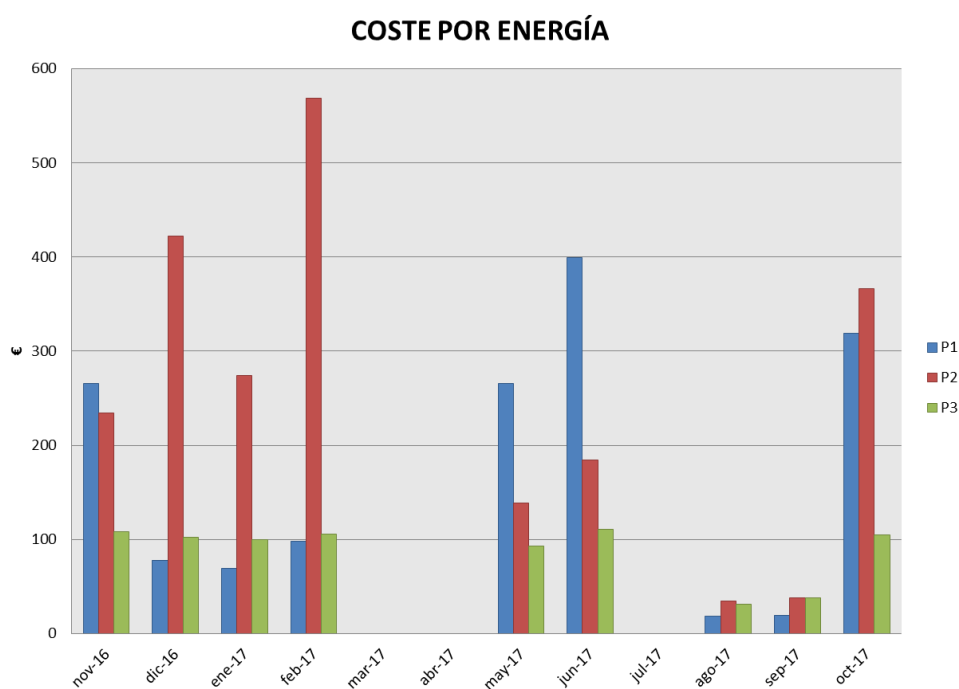


Gráfico 8. Coste por energía

### 3.1.1.1 Potencia contratada

Atendiendo a las penalizaciones por exceso de potencia que suponen un 0,6% de todo el coste energético facturado; y teniendo en cuenta que el cliente dispone de una tarifa 3.1, se estima que la potencia contratada está acorde a la demanda del centro.

**Comprobando las facturas suministradas por el centro, se ha percatado que algunos meses que el término de potencia en los diferentes períodos cobrado es superior a lo especificado por el máxímetro.**

### 3.1.1.2 Tipo de tarifa

Actualmente el centro dispone de una tarifa de acceso 3.1A.

PROVEEDOR	GAS NATURAL-FENOSA		
TARIFA	3.1		
Potencia	P1	P2	P3
Contratada	70	70	70
€/kW día	0,16325	0,10067	0,02309
€/kWh	0,09328	0,08322	0,06291

Tabla 7. Resumen tarifario

La potencia contratada es de 70 kW para todos los períodos.

El coste medio del kWh de energía eléctrica facturada se establece en 0,09326 €/kWh para P1, 0,08322 €/kWh para P2 y 0,06291 €/kWh para P3.

Acorde a la facturación energética, se ha establecido un **coste medio de 0,08578 €/kWh** en base al cual se calcularán los posibles ahorros económicos de las medidas a implantar.

### 3.1.1.3 Penalizaciones



Gráfico 9. Penalizaciones por exceso de potencia

Se observan que las penalizaciones de potencia se han llevado a cabo durante el periodo P2 y en los meses de invierno, ya que ese periodo corresponde a la jornada lectiva del centro. No son destacables teniendo en cuenta que la tarifa contratada es una 3.1 y

solo el exceso solo es producido un par de meses al año, con esto ratificamos que la tarifa está bien dimensionada para él centro.

Se ha comprobado después de revisar las facturas proporcionadas que el termino de potencia cobrado no coincide con el facturado, instando a la administración del centro se ponga en contacto con su empresa suministradora para que le explique ese desfase.

Se ha comprobado en las facturas siguientes:

- Noviembre 2016. N° factura: FE16321218048321
- Mayo 2017. N° factura: FE17321233231790
- Febrero 2017. N° factura: FE17321225705871
- Enero 2017. N° factura: FE17321223097704.

### 3.1.1.3.1 Reactiva

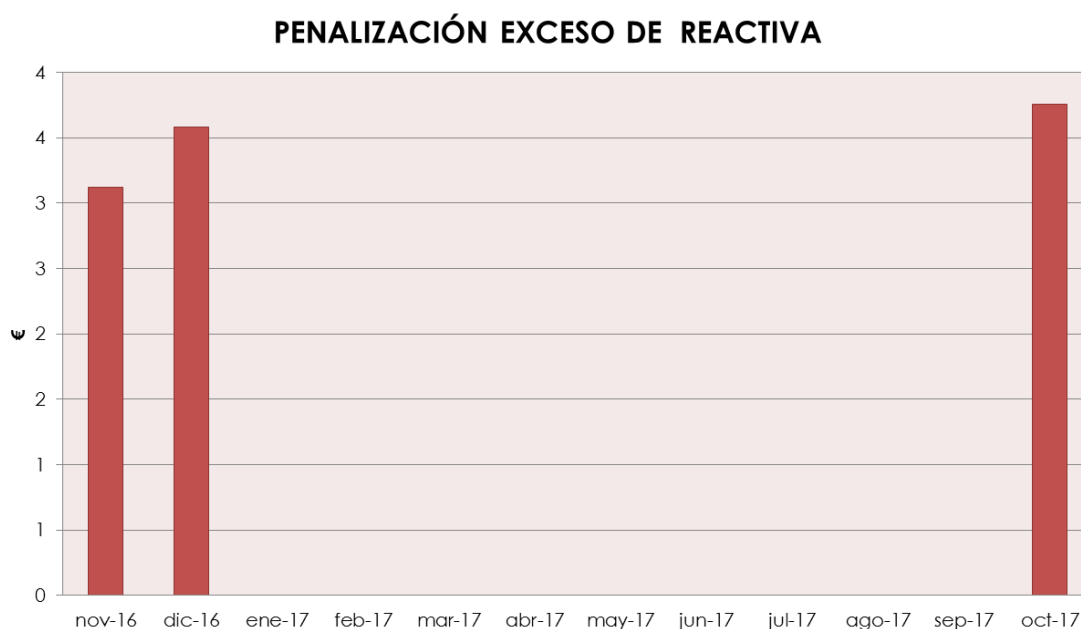


Gráfico 10. Penalizaciones por exceso de reactiva

Solamente se han facturado penalizaciones por exceso de reactiva en los meses de noviembre y diciembre de 2016 y octubre de 2017. Esto no es significativo y no se recomienda el cambio de tarifa por considerar que está bien dimensionada para el centro.

### 3.1.2 Datos procedentes de las medidas con analizadores de redes

En la realización de las visitas al centro se ha llevado a cabo la medida del consumo energético del centro y sus principales elementos consumidores.

Debido a la configuración física del cuadro principal y de los cuadros secundarios, solo ha sido posible la medición de la entrada general de alimentación del complejo estudiantil. Decir que dicha medida no abarca exclusivamente el edificio en estudio, sino además la demanda del edificio de educación infantil y del edificio de administración.

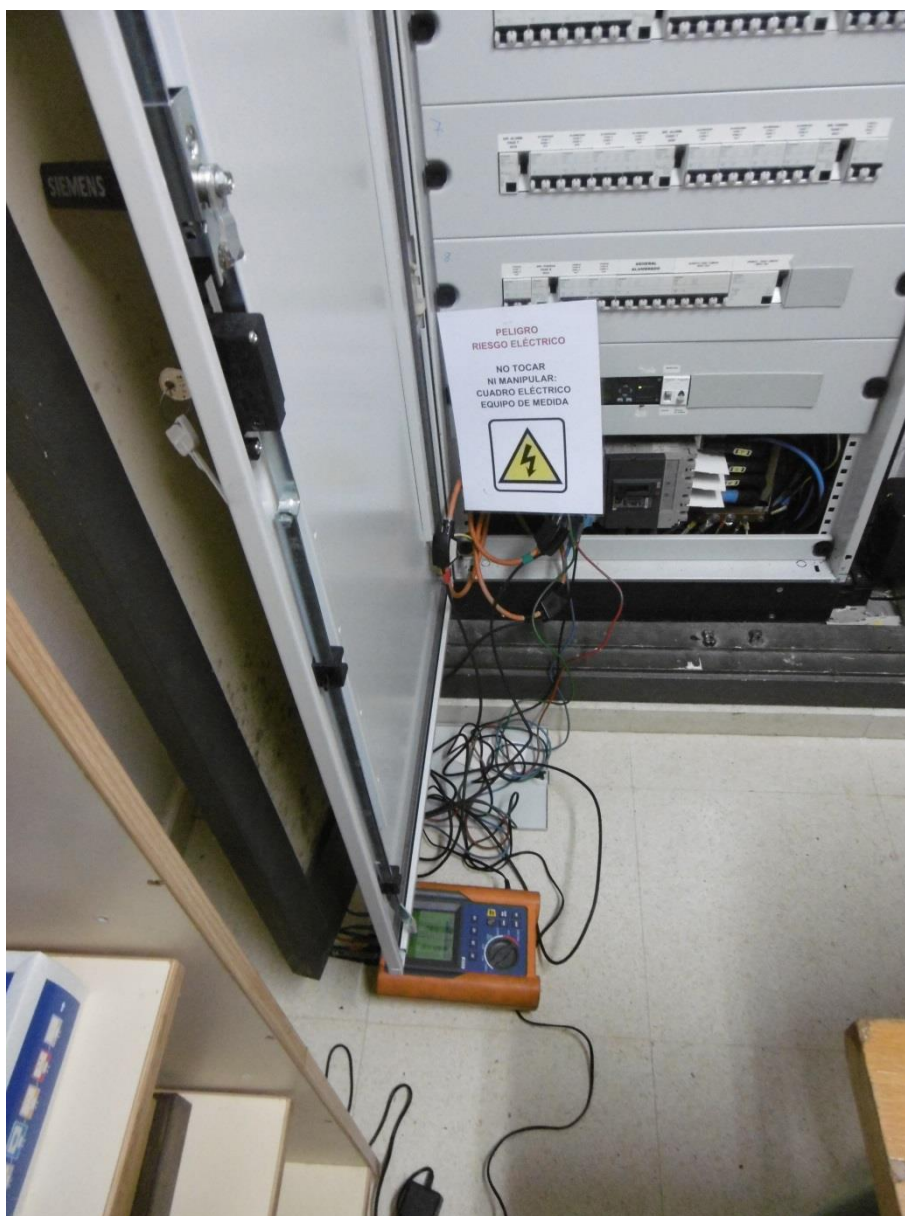


Imagen 4. Analizador de redes conectado al cuadro principal

### 3.1.2.1 General

Se ha realizado una medida de 10.080 minutos de duración (lo que corresponde con 1 semana).

#### 3.1.2.1.1 TENSIONES

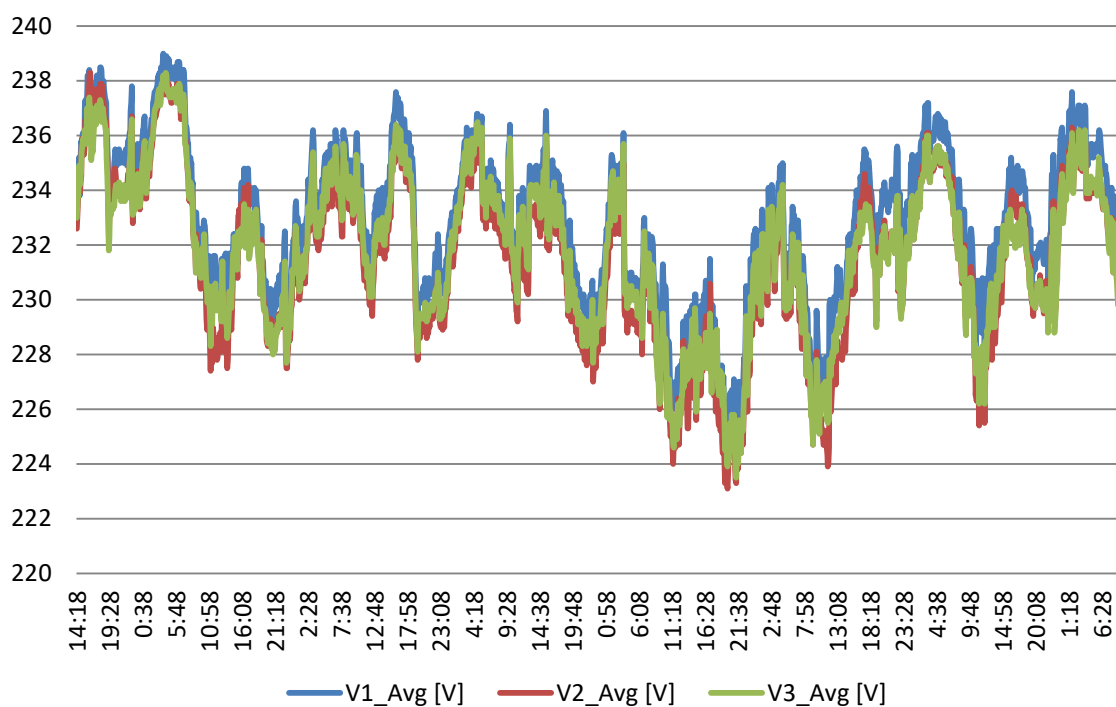


Gráfico 11. Tensiones medidas en cuadro general de baja tensión

Durante el período de medición, las tensiones registradas en la instalación se encuentran todas dentro del margen de  $\pm 7\%$  sobre 230V de referencia.

### 3.1.2.1.2 INTENSIDADES

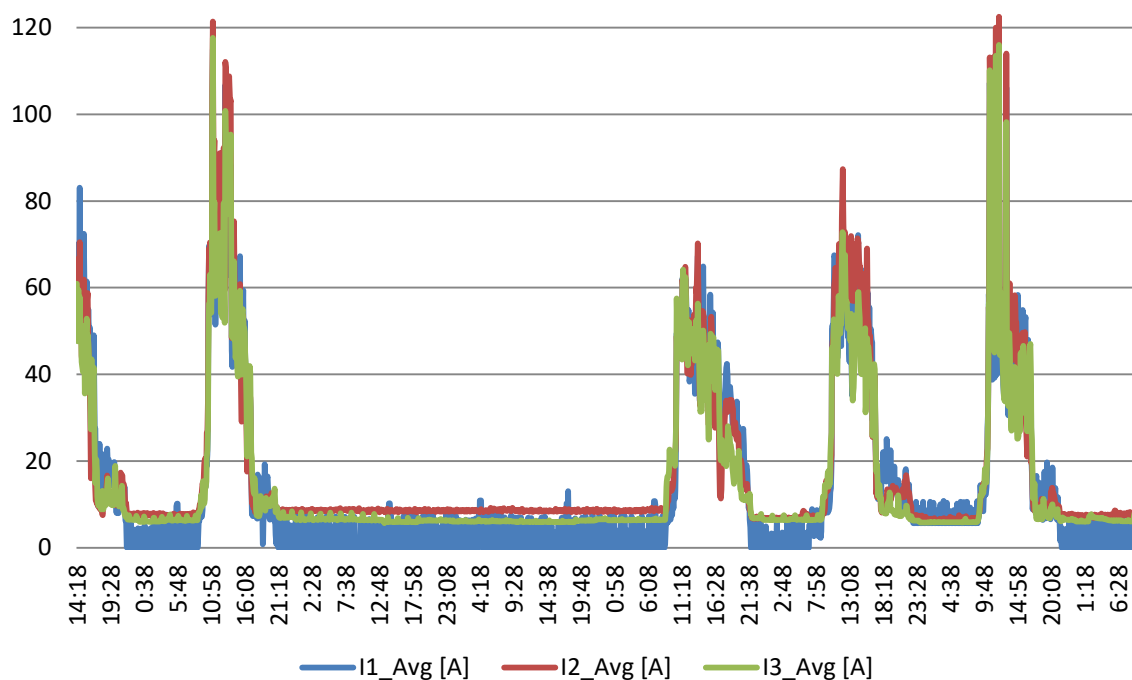


Gráfico 12. Intensidades medidas en el cuadro general de baja tensión

Durante el período de medición, los datos recogidos muestran un desequilibrio entre fases, especialmente de la fase 1 respecto a las 2 y 3, llegando a los 10A de desequilibrio, especialmente en las horas no lectivas del centro..

Un mejor equilibrado de fases supondría reducir las pérdidas de energía en conductores, así como un mejor funcionamiento del sistema en general. Puesto que la mayoría de los consumos del centro (iluminación y ofimática) son monofásicos, se recomienda no actuar hasta haber implantado la mejora de la iluminación.

Al sustituir las luminarias y reducir el consumo de ofimática durante las noches y fines de semana se debería obtener un mejor equilibrado de las fases.

### 3.1.2.1.3 POTENCIAS

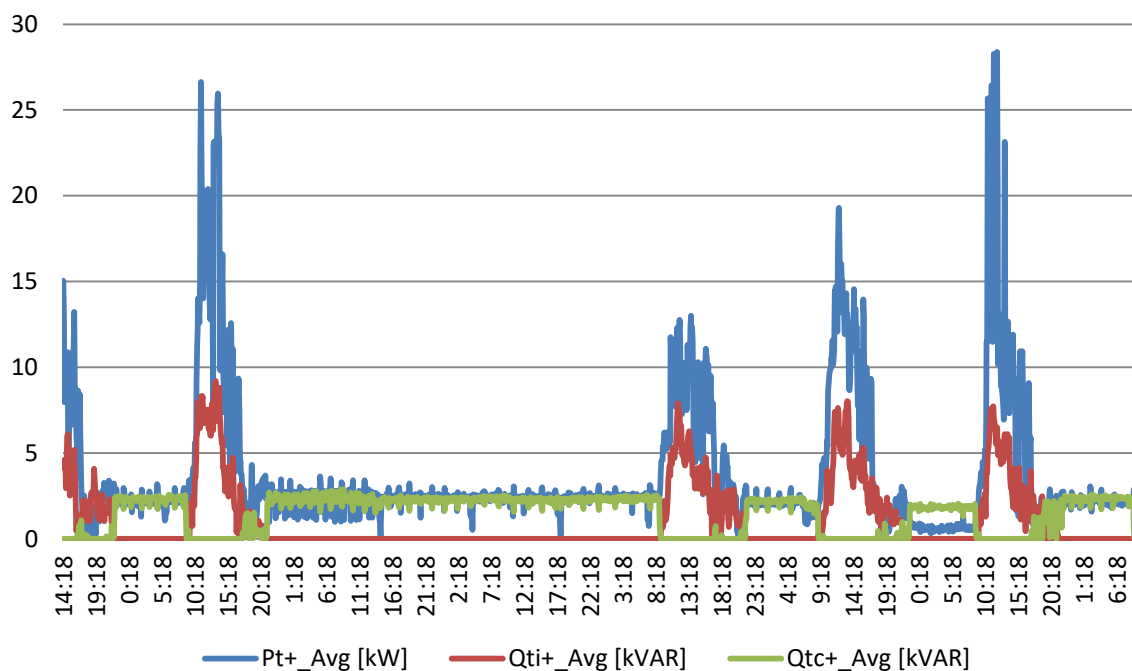


Gráfico 13. Potencias medidas en el cuadro general de baja tensión

Como puede verse, la demanda de potencia varía a lo largo del periodo de medición. Entre las 11:00 y las 14:00 se producen los mayores picos de potencia, correspondiente al turno de cocina y comidas de los niños. Los días 16/12 y 17/12, sábado y domingo, el consumo de potencia es mínimo debido a que las instalaciones permanecen cerradas. Puede observarse que durante las noches y fines de semana hay un consumo excesivo de potencia debido a los equipos de ofimática que permanecen en stand-by en horario no lectivo, este gesto equivale a un consumo anual de 5.110 kWh que se verá reducido al aplicar las recomendaciones descritas en este documento.



#### 3.1.2.1.4 Factor de Potencia

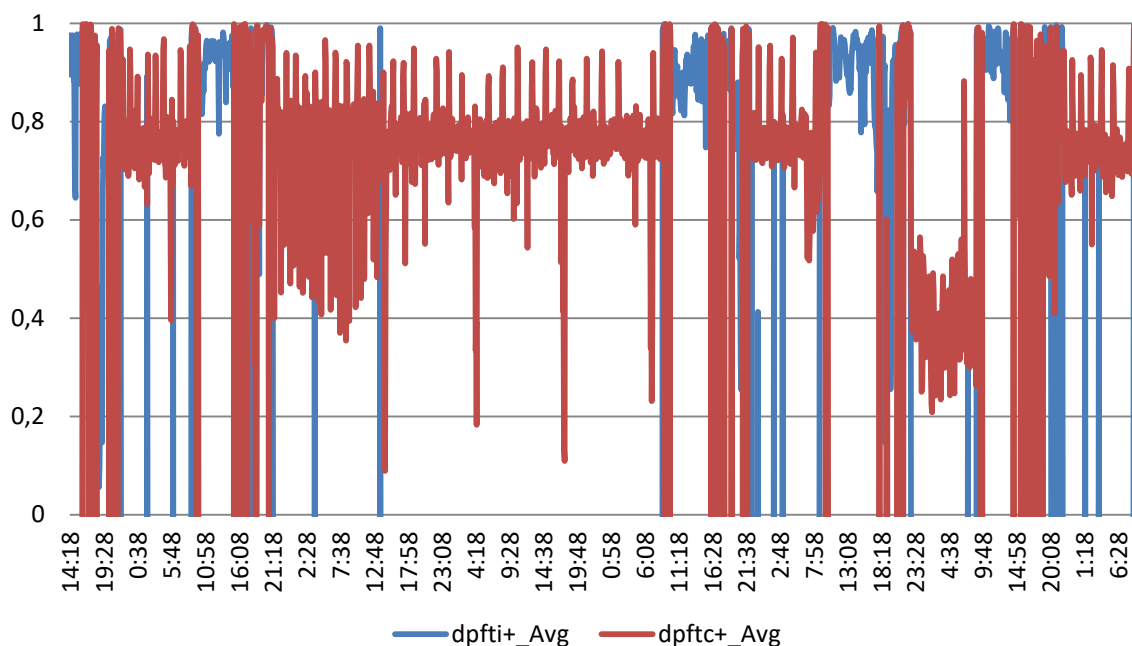


Gráfico 14. Factor de potencia en el cuadro general de baja tensión

El valor del Factor de potencia en el periodo de medición oscila en valores al rededor 1 siendo en momentos capacitivos, y en otros momentos inductivos.

El valor del factor de potencia inductivo que es el más preocupante nos genera penalizaciones ya que hay momentos que baja a 0,7. En los días 16 y 17 de diciembre, el valor aproximado del factor de potencia capacitivo es de 0,8 que corresponde al consumo de equipos que quedan encendidos durante los fines de semana. Esto se verá reducido al cambiar las luminarias por LED y al aplicar las recomendaciones descritas en este documento.

Se considera que la batería de condensadores se encuentra correctamente dimensionada respecto a los consumos de la instalación.

### 3.1.2.1.5 Tasa de distorsión harmónica

#### Distorsión de tensiones

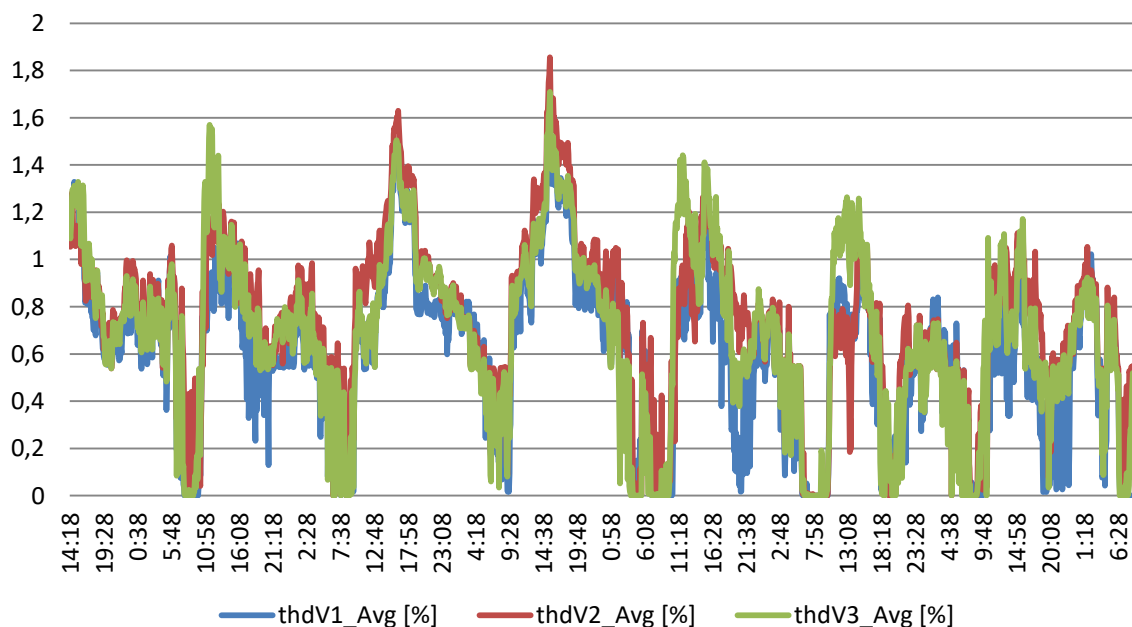


Gráfico 15. Tasa de distorsión harmónica de tensiones en el cuadro general de baja tensión

Es la tasa que nos marca la distorsión de la red en función de los armónicos, cuanto mayor sea la distorsión más consumo o inducción de potencia reactiva en la red, penalizándonos en caso de inducirla el centro.

Se observa en la tasa de distorsión harmónica de tensiones que los parámetros más altos son del 1,9 % que entra dentro de los límites marcados por las compañías eléctricas del 5 % en potencias inferiores a 69 kV.

## Distorsión de Intensidades

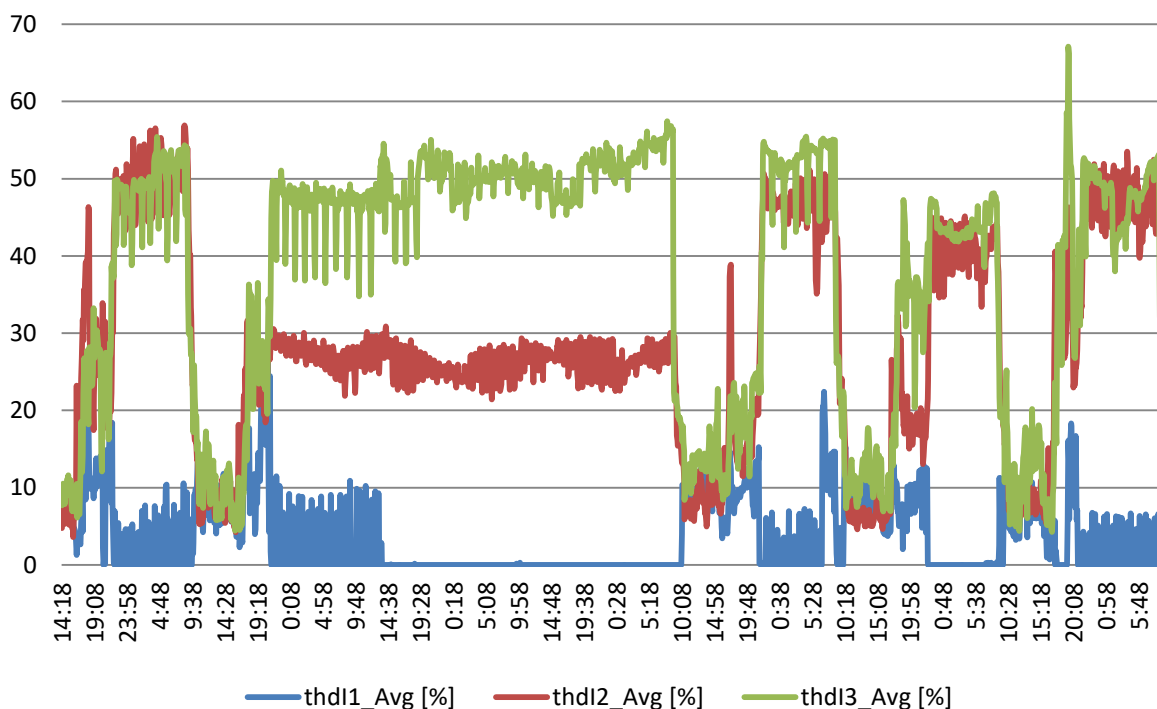


Gráfico 16. Tasa de distorsión armónica de intensidades en el cuadro general de baja tensión

Se observa en la tasa de distorsión armónica de intensidades que los parámetros más altos son del 50 %. La elevada cantidad de equipos electromagnéticos (balastos de iluminación, equipos informáticos) conectados simultáneamente podría provocar dicho efecto. Esta tasa disminuirá al sustituir las luminarias por luminarias LED ya que estas no disponen de equipos electromagnéticos. También debería disminuir al desconectar los equipos de ofimática fuera de horario lectivo, ya que los valores más altos se obtienen el fin de semana y por las noches.

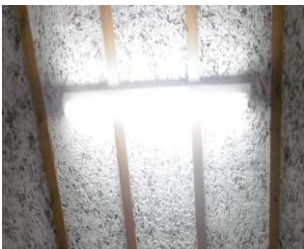

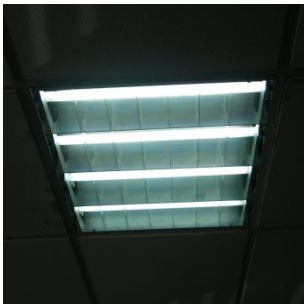

### 3.1.3 Sistema de iluminación


El sistema de iluminación actual de las instalaciones se compone de diferentes tipologías de luminarias y lámparas dependiendo de la zona a iluminar.

En general para todo el edificio se usan regletas menos en algunos aseos y algunos pasillos que se usan apliques, el laboratorio usa luminarias empotrables y la cocina pantallas estancas. Para la iluminación exterior se usan proyectores LED.

Cabe destacar que algunas salas están encendidas las 24 horas. El control de toda la iluminación interior se realiza manualmente. El control de la iluminación exterior se hace automático mediante reloj horario.

A continuación, se muestran sistemas de iluminación existentes en las instalaciones del CPI Santa Lucía de Moraña:

LUMINARIAS ACTUALES	
	Tubo T8 1 x 36 W Tubo T8 2 x 36 W
	Pantalla estanca T8 2 x 36 W Pantalla estanca T8 2 x 58 W
	Luminaria empotrable de tubo T8 4 x 18 W
	Proyector LED 30W

	Aplique incandescente de 60 W
---	-------------------------------

No existe instalado ningún tipo de sistema de regulación de la intensidad de la iluminación en dichas instalaciones.

### EQUIPOS ACTUALES

LOCALIZACIÓN		LUMINARIA				Nº Lámparas	Potencia unitaria lámpara (W)	Nº Luminarias	Equipo eléctrico	Tipo control encendido/apagado	Sistema regulación iluminación		Utilización			Potencia demandada (kW)	Energía consumida (kWh/año)
PLANTA	ESTANCIA	Zona	Tipo luminaria	Tipo lámpara	Designación						Dispone	Características de funcionamiento	Coef. Simultaneidad	h/día	días/año		
P1	PASILLO ASCENSOR	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	0	0	0,33	0,00
P1	PASILLO DERECHO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,17	213,29
P1	PASILLO IZQUIERDO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,17	213,29
P1	ASEO NIÑAS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	1	184	0,04	7,62
P1	6ºB	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P1	6ºA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P1	3ºA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P1	ESCA IZQUIERDA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,04	53,32
P1	ESCA DERECHA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,04	53,32
P1	IDIOMAS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	9	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,37	479,91
P1	ASEO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	1	184	0,04	7,62
P1	3º DESDOBLAR	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P1	2ºB ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P1	2ºA ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	PASILLO IZQUIERDO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	13	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	12	184	0,54	1.188,35
P0	LABORATORIO	Interior	Empotrables	T8fluorescente	T8 4 X 18W	4	18	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	2	184	0,50	182,82
P0	ALMACÉN	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	1	184	0,25	45,71
P0	SALÓN DE ACTOS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	5	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	4	6	0,41	9,94
P0	SALÓN DE ACTOS	Interior	Pantalla estanca	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	4	6	0,50	11,92
P1	SALÓN DE ACTOS	Interior	Proyector	LED	Proyector 30W	1	30	4	No	Interruptor manual	No		100%	4	6	0,12	2,88
P0	PASILLO DERECHA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	13	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	12	184	0,54	1.188,35
P0	HALL	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,17	213,29

P0	AULA DESD1	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,17	167,59
P0	AULA DESD2	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,17	167,59
P0	ENCERADOS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 58W	1	58	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,27	270,00
P0	CUARTO LIMPIEZA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,04	45,71
P0	ALMACÉN	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	0	184	0,04	0,00
P0	ASEOS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	8	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	1	184	0,33	60,94
P0	PASILLO PROFES	Interior	Apiques	Incandescente	60W	1	60	3	No	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,18	231,84
P0	PASILLO PROFES	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	3	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	SALA PROFES	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 2 X 36W	2	36	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,33	426,59
P0	SALA PROFES	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	1	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,04	53,32
P0	ASEOS	Interior	Apiques	Incandescente	60W	1	60	4	No	Interruptor manual	No		100%	1	184	0,24	44,16
P0	3ºB	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	5ºB	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	5ºA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	ASEOS P0	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	1	184	0,08	15,24
P0	1ºA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	2ºB	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	2ºA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	BAÑO MINUS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	0	184	0,08	3,81
P0	1ºB ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	4ºA ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	1ºA ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	3ºA ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	3ºB ESO	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,25	319,94
P0	INGLÉS	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	6	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	6	184	0,25	251,38
P0	COMEDOR	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	14	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	2	184	0,58	213,29
P0	COMEDOR	Interior	Empotrables	T8fluorescente	T8 4 X 18W	4	18	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	2	184	0,33	121,88
P0	COCINA	Interior	Pantalla estanca	T8fluorescente	T8 2 X 58W	2	58	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,27	343,64
P0	COCINA	Interior	Pantalla estanca	T8fluorescente	T8 1 X 58W	1	58	2	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,13	171,82
P0	COCINA	Interior	Regletas	T8fluorescente	T8 1 X 36W	1	36	4	Electromagnetico	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,17	213,29
P0	COCINA	Interior	Apiques	Incandescente	60W	1	60	3	No	Interruptor manual	No		100%	7	184	0,18	231,84

Tabla 8. Sistema de iluminación actual

Acorde con el recuento de luminarias realizado a cabo durante la visita a las instalaciones se han contabilizado 254 luminarias que en su conjunto provocan una demanda de **potencia de 12,56 kW**.

En conjunto, teniendo en cuenta el número de horas de encendido medio de cada luminaria según la zona, se estima que el **consumo** anual de electricidad en iluminación se establece en **11.979 kWh/año**.

### 3.1.3.1 Estudio luminosidad

Para el cálculo de luminosidad de las aulas del centro, se ha usado un luxómetro para medir los luxes en diferentes partes del aula y de esa forma obtener una medición media y representativa. La lectura se ha llevado a cabo en un aula representativa del centro.

Los resultados obtenidos son según ubicación:

	181		246	
198	262	248	277	174
192	293	245	289	223
205	286	242	250	238
188	266	258	233	208

Tabla 9. Medición luxes en aula

Se puede observar de la falta de luxes en todo el aula, lo que supone que baje la atención de los alumnos por falta de iluminación.

Cabe destacar que estas mediciones no cumplen los criterios marcados en la norma UNE 12464.1 Iluminación en Interiores. El parámetro recomendado de referencia por dicha norma en aulas de centros educativos es de 500 lux. Un cambio de los equipos de iluminación permitiría corregir dichos valores y adecuarlos a las recomendaciones de iluminación establecidas en dicha norma.



### 3.1.4 Instalación de bombeo

Existe un equipo de bombeo compuesto por 2 bombas en paralelo. Una bomba en funcionamiento mientras que la otra bomba está en reserva. La instalación trabaja de lunes a viernes al unísono con la caldera de calefacción.



Imagen 5. Instalación de bombeo

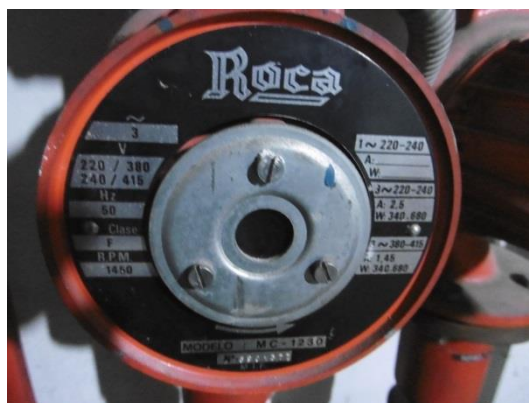


Imagen 6. Placas de bombas

EQUIPOS BOMBEO						
Nº equipos	Marca/Modelo	Potencia demandada (kW)	Regulación	h/día	días/año	Consumo estimado (kWh/año)
2	ROCA / MC-1230	0,34	NO (0-100%)	6	184	375

Tabla 10. Instalación de bombeo

El **consumo anual** estimado de la instalación de bombeo de aguas es de **375 kWh/año**.

### 3.1.5 Equipos de ofimática

Dentro de los equipos de oficina se encuentran todos los equipos de ofimática que dispone el centro.

LOCALIZACIÓN	TIPO		POTENCIA (W)	Nº equipos	USO		Consumo estimado
	Planta	Equipo			h/día	días/año	
P0/P1		PC sobremesa		21	3,5	184	1352,4
P0/P1		PC sobremesa	encendidos toda la noche	5	24	184	2208
P0/P1		PC portátil		7	3,5	184	338,1
P0/P1		PC portátil	encendidos toda la noche	3	24	184	993,6
P0		Centro multifunción	domestico	6	0,5	184	138
P0		Otros (especificar)	destructora papel	1	0,05	92	4,6
P0/P1		Otros (especificar)	proyector	21	2,5	184	3313,38
P0/P1		Otros (especificar)	router wifi	8	24	365	2102,4
P0/P1		Otros (especificar)	cargador tablets	6	0,25	184	552
P0/P1		Armario Rack		1	24	365	7008
P0/P1		Otros (especificar)	TV exposicion	2	0,06	184	33,12

Tabla 11. Equipos de oficina

El **consumo anual** estimado de los equipos industriales es **18.044 kWh/año**.

Se ha observado que hay muchos equipos que se dejan en stand-by durante el horario no lectivo y fin de semana lo que incrementa en casi un 50 % su consumo anual, siendo este sobre 5.110 kW/año. Se recomienda establecer un protocolo de apagado de dichos equipos para permitir reducir los consumos parásitos en horario no lectivo.

### 3.1.6 Sistema de ACS

En CPI Santa Lucía de Moraña se dispone de un termo eléctrico de la marca THERMOR, modelo VM 080 D400-I-M para calentar el agua para los servicios de limpieza.



Imagen 7. Calentador de termo eléctrico THERMOR

La potencia demanda por el termo eléctrico es de 1,5 kW.

Marca	Modelo	Nº equipos	Potencia calorífica (kW)	Rendimiento	Potencia absorbida (kW)	Combustible	Quemador	Potencia quemador (kW)	Año de fabricación	Equipos de distribución dependientes (listar)		Descripción	Consumo anual estimado (kWh/año)
										Marca - Modelo	Unidades		
THERMOR	VM 080 D400-1-M	1	1,5	1	1,5	Electricidad	1 Etapa	-	-	desconocido		grifo	3553

Tabla 12. Resumen equipos eléctricos de ACS

El **consumo anual** de energía eléctrica estimado para el sistema de ACS es de **3.553 kWh/año**.

### 3.1.7 Sistema de Frío

En el CPI Santa Lucía de Moraña se dispone de una cámara frigorífica construida en ladrillo con aislante de poliestireno y un compresor eléctrico de potencia 1,5 kW.



Imagen 8. Cámara de Frío

La potencia demanda por la cámara es de 1,5 kW.

Designación	Dimensiones				Tª de consigna	Potencia (W)	EER	SEER	Tipo de compresor	Refrigerante	Características constructivas			Equipos de refrigeración internos (listar)			Iluminación (W)	Iluminación (Tipo de encendido)	Demanda térmica estimada (kWh/año)	Demanda eléctrica (kWh/año)	
											Material	Espesor									
	Largo	Ancho	Alto	Volumen								Suelo	Techo	Paredes	Tipología	Nº ventiladores					Potencia eléctrica (kW)
Camara	3,7	3	2,42	26,862	5	1,5	2,5	1,70	Hermetico	R134A	Poliestireno	100	300	300	convector	2	0,25	60	manual	5745,1	3788,2

Tabla 13. Resumen equipos de frío

El **consumo anual** de energía eléctrica estimado para el sistema de frío es de **3.788 kWh/año**.

### 3.1.8 Equipos de restauración

En el CPI Santa Lucía de Moraña se dispone de una serie de equipos de restauración. Tenemos equipos eléctricos como lavavajillas, freidora, congeladores, etc., y equipos de propano como los fogones y la marmita.



Imagen 9. Marmita y freidora

A continuación se muestran los diferentes equipos utilizados en la cocina así como su perfil de uso y consumo de energía:

ELÉCTRICOS					
Equipo	Nº equipos	Potencia (W)	USO		Consumo estimado (kWh/año)
			h/día	días/año	
Lavavajillas	2	9000	2	184	6624
Microondas	1	1500	0,05	184	13,8
Freidora	1	12000	0,43	184	949,44
Turbo mix	1	500	0,5	78	19,5
Cortadora fiambres	1	150	0,05	184	1,38
Congelador	4	250	8	365	2920

Tabla 14. Resumen equipos eléctricos

El **consumo anual** de energía eléctrica estimado para el sistema de los equipos eléctricos es de **10.528 kWh/año**.

### 3.1.9 Otros equipos

En otros equipos se engloban todos aquellos equipos que por su bajo consumo o su poca utilización, se han englobado en una única tabla de equipos consumidores.



Imagen 10. Seca manos y calefactor

PEQUEÑOS EQUIPOS					
	Potencia (W)	Nº equipos	USO		Consumo estimado (kWh/año)
			h/día	días/año	
Secamanos	2000	6	0,05	184	110
Calefactor	1200	1	1	82	98
Extractor Ppal	1120	1	3	184	618
Extractor Horno	370	1	4,5	117	195
Extractor lavavajillas	250	1	2	184	92
Horno inducción	18000	1	2	78	2808
Mantenedor 1	1000	1	5	78	390
Mantenedor 2	1000	1	5	184	920
Pelapatatas	550	1	1	78	43
Trituradora	1600	1	0,5	50	40
Nevera indep. 2 puertas	800	1	6	365	1752
Lavadora	200	1	1,5	184	55

Tabla 15. Desglose de otros equipos

El **consumo anual** combinado de todos los equipos y sistemas que componen la tabla anterior, concluye con una demanda anual de **7.122 kWh/año**.

### 3.1.10 Desglose de consumos eléctricos

Acorde con el análisis de equipos y consumos establecidos en los anteriores puntos, se ha establecido un reparto de consumos por tipo de instalación, quedando distribuidos de la siguiente manera:

DESGLOSE DE CONSUMOS			
	Demanda anual (kWh)	%	%
Iluminación	11.979	21,40%	9,50%
Ofimática	18.044	32,24%	14,31%
Climatización (Distribución)	375	0,67%	0,30%
Frío Industrial (Independiente)	3.788	6,77%	3,00%
Equipos restauración	10.528	18,81%	8,35%
Pequeños equipos	7.122	12,72%	5,65%
ACS	3.553	6,35%	2,82%
<b>TOTAL (Electricidad)</b>	<b>55.968</b>	<b>100,00%</b>	<b>44,39%</b>

Tabla 16. Desglose de consumos eléctricos

### Desglose de consumos eléctricos

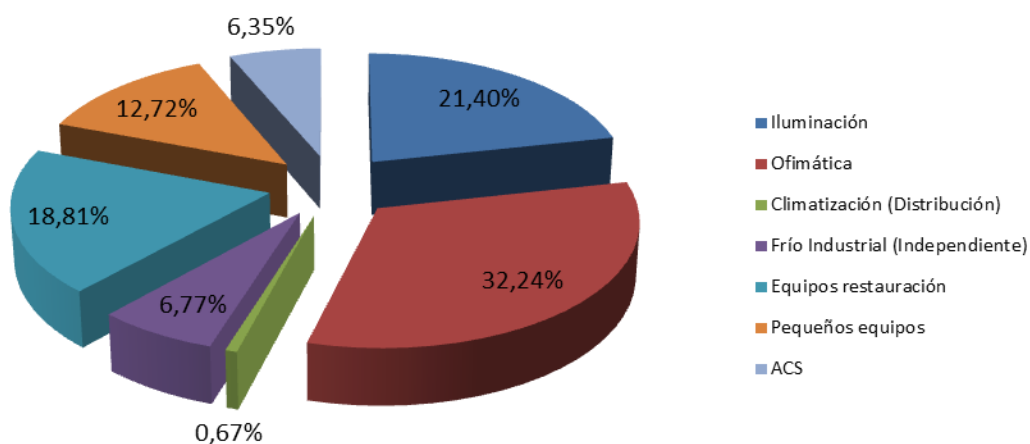


Gráfico 17. Desglose de consumos eléctricos

Como puede observarse en el gráfico anterior, los principales sistemas consumidores de energía son los equipos de ofimática, seguidos por la iluminación y los equipos de restauración.

## 3.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLES

Los combustibles utilizados en la nave objeto de estudio son:

- Gasóleo C: para calefacción.
- Propano: equipos de cocina y calentador de ACS.

### 3.2.1 Análisis de consumos de Gasóleo C

Partiendo de los datos aportados por el centro, que es el consumo total del edificio de administración y el edificio en estudio, se ha calculado mediante la superficie a climatizar que el consumo del edificio en estudio es un 77% del consumo total de esta forma obtenemos el consumo medio anual de gasóleo C del edificio en estudio.

El **consumo medio actual de gasóleo C** es de 5.442 litros correspondientes con **54.308 kWh/año**, correspondiente a la caldera de calefacción para el edificio principal.

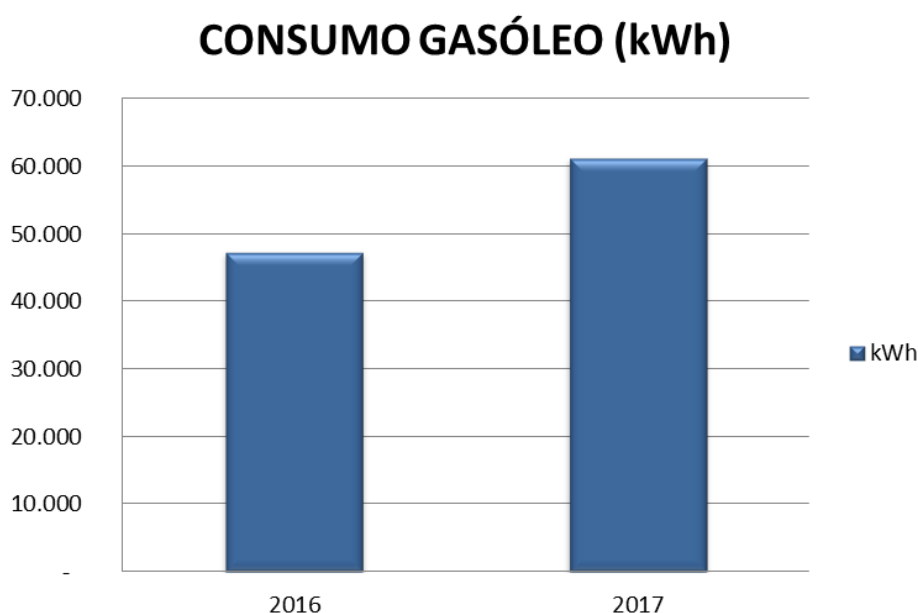


Gráfico 18. Consumo anual Gasóleo C

Para la estimación de consumo anual se han tenido en cuenta las compras de gasóleo de los últimos 24 meses.

#### 3.2.1.1 Sistema de calefacción

En el CPI Santa Lucía de Moraña se dispone de una caldera de gasóleo C de la marca ROCA para climatizar todo el edificio. No existe producción de frío para verano.





Imagen 11. Caldera de gasóleo C ROCA

Debido a que no hubo posibilidad de ver la placa del equipo de calefacción, se ha estimado una potencia demanda de 250 kW.

Marca	Modelo	Nº equipos	Potencia calorífica (kW)	Rendimiento	Potencia absorbida (kW)	Combustible	Quemador	Potencia quemador (kW)	Año de fabricación	Equipos de distribución dependientes (listar)		Descripción
										Marca - Modelo	Unidades	
ROCA	desconocido	1	250	0,873	280	Gasóleo	Multietapa	280	1.970	desconocid	74	radiador

Tabla 17. Resumen equipos de calefacción

El **consumo anual** de energía eléctrica estimado para el sistema de calefacción es de **54.308 kWh/año**.

#### 3.2.1.1.1 Sistema de distribución

La distribución de climatización es llevada a cabo por un sistema de tuberías de acero vistas sobre paramento sin aislar.



Imagen 12. Sistema de distribución de calefacción en superficie



Como elementos radiantes el centro dispone de radiadores de fundición acondicionados con válvulas de cierre termostatzables. Destaca que aunque las válvulas de corte sean termostatzables, muchos de los elementos no cuentan con válvula de corte, permaneciendo siempre abiertos al 100% y, aquellos que disponen de válvula, emplean una válvula de corte convencional.



Imagen 13. Radiador de fundición

Tal y como se ha observado en el análisis de condiciones ambientales, el equipo calefactor apenas es capaz de cubrir la demanda de calefacción del centro ni alcanzar temperaturas de confort. Debido a ello, la instalación de mandos de corte termostáticos es innecesaria hasta producirse la mejora del sistema de producción.

Puesto que varios de los radiadores no disponen de válvulas de corte, en temporada otoñal y primaveral no es posible cerrarlos. Por ello los docentes y alumnos se ven obligados a abrir las ventanas para contrarrestar el excesivo aporte de calor. La instalación de válvulas termostatzables permitiría corregir este gasto innecesario de energía térmica.



**Imagen 14. Comedor infantil**

Por último cabe destacar la falta de elementos de calefacción en la zona del comedor infantil. Dicha deficiencia, asociada a la diferencia de altura entre este comedor y el anexo, provocan que dicha zona siempre se encuentre fría, provocando que los alumnos de menor edad deban utilizar las chaquetas en período invernal para soportar las bajas temperaturas.

### 3.2.1.2 Análisis de combustión de caldera

Mediante el uso de un analizador de gases de combustión, durante la visita realizada a las instalaciones se ha llevado a cabo el análisis de combustión de la caldera de calefacción del centro.

Para ello, cuando se ha encendido manualmente la caldera en horario no lectivo para realizar el análisis de combustión a potencia nominal del equipo. Tras esperar el tiempo suficiente para que el equipo se estabilizase, se han obtenido los siguientes valores:

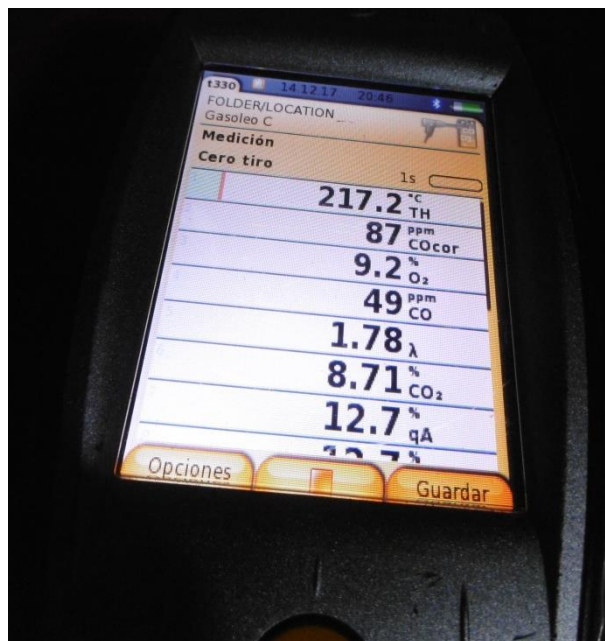


Imagen 15. Medición analizador de combustión

- Temperatura de humos: 217,2 °C
- Ppm CO: 87
- % O<sub>2</sub>: 9,2
- Lambda: 1,78
- % CO<sub>2</sub>: 8,71
- Pérdidas de calor en humos: 12,7%

Acorde con los valores considerados como normales en una caldera de la misma tipología:

- La caldera trabaja con un exceso de aire de combustión que provoca unas mayores pérdidas de calor por humos.
- La temperatura de gases de combustión es muy elevada, considerándose un valor máximo para este tipo de calderas una temperatura de 160°C. Dicho exceso de temperatura puede suponer:
  - o Una deficiente limpieza de los elementos intercambiadores de la caldera en los tubos de paso de humos.
  - o La existencia de incrustaciones en los tubos de paso de humos en el lado de agua.
- La caldera, durante el período de uso normal, no ha sido capaz de subir la temperatura de impulsión del agua a más de 50°C.



Imagen 16. Limitador de temperatura caldera de calefacción

Durante la realización de las mediciones de combustión se ha detectado el mal funcionamiento de la sonda correspondiente al sistema de seguridad de corte por limitación de temperatura. Aunque las mediciones de humos de combustión reflejaban valores de más de 200°C, dicha sonda nunca marcó más de 50°C.

Dicha deficiencia ha sido puesta en conocimiento de los responsables del centro para su subsanación, pues constituye un elemento clave en la protección del funcionamiento de la caldera.

### 3.2.2 Análisis de consumos de Propano

El **consumo anual de propano** es de 1.360 kg, lo que se corresponde con **15.806 kWh/año**.

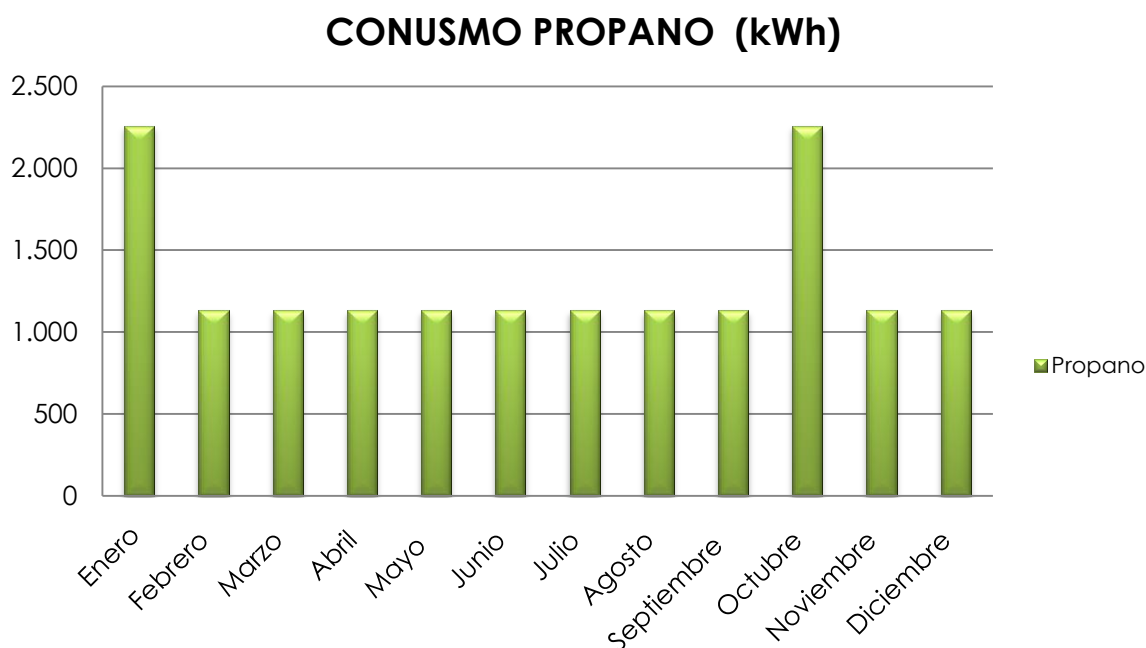


Gráfico 19. Desglose de consumo de propano

El propano demandado es consumido en su mayor parte por el equipo de cocina, formado por los fogones y marmita, también es consumido por un calentador para la producción de ACS.

### 3.2.2.1 Sistema de ACS

En el CPI Santa Lucía de Moraña se dispone de un calentador de propano de la marca JUNKERS, modelo WR 275-3 K V 1 para calentar el agua del servicio de cocina.



Imagen 17. Calentador de propano JUNKERS.

La potencia demanda por el calentador es de 19,2 kW.

Marca	Modelo	Nº equipos	Potencia calorífica (kW)	Rendimiento	Potencia absorbida (kW)	Combustible	Quemador	Potencia quemador (kW)	Año de fabricación	Equipos de distribución dependientes (listar)		Descripción	Consumo anual estimado (kWh/año)
										Marca - Modelo	Unidades		
JUNKERS	WR 275-3 K V 1 B31	1	19,2	0,837	21,8	Propano	1 Etapa	21,80	1.970	desconocid		grifo cocina	5448

Tabla 18. Resumen equipos de propano de ACS

El **consumo anual** de energía eléctrica estimado para el sistema de ACS **5.448 kWh/año**.

### 3.2.2.2 Equipos de restauración

PROPANO					
Cafetería restauración	Nº equipos	Potencia (W)	USO		Consumo estimado (kWh/año)
			h/día	días/año	
Cocina (8 fogones)	4	2000	4,5	184	1656
Marmita	1	12000	4	184	8832

Tabla 19. Resumen equipos propano

El **consumo anual** de energía eléctrica estimado para el sistema de los equipos eléctricos es de **10.488 kWh/año**.

### 3.3 ANÁLISIS DE CONDICIONES AMBIENTALES

Durante la visita a las instalaciones se ha llevado a cabo el registro de temperatura y humedad relativa en zonas representativas del centro. Para ello se han registrado a lo largo de un período de 24h en día lectivo los valores en las siguientes localizaciones:

- P0, ala Sur: Aula 2º B
- P0, ala central: Aula 3ºB
- P0, ala Norte: Despachos profesores
- P1, ala norte: Aula 2ºB E.S.O.

Los datos recogidos son los siguientes:

#### 3.3.1 P0, ala Sur: Aula 2º B

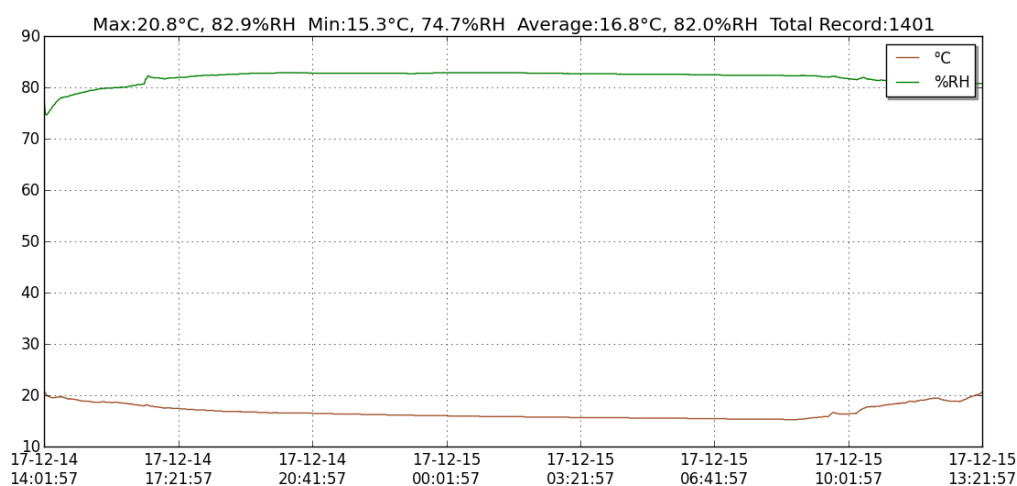


Gráfico 20. Registro de Tº y HR aula 2ºB

#### 3.3.2 P0, ala central: Aula 3ºB

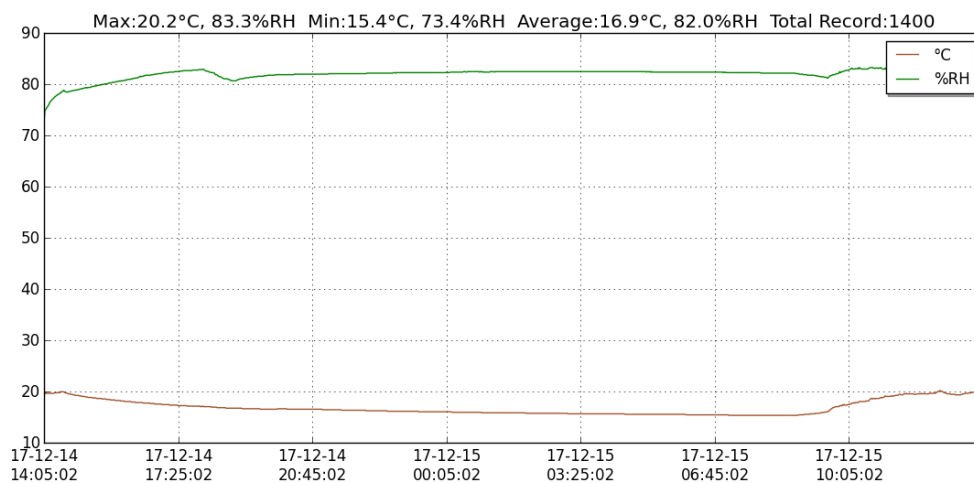


Gráfico 21. Registro de Tº y HR aula 3ºB

### 3.3.3 P0, ala Norte: Despachos profesores

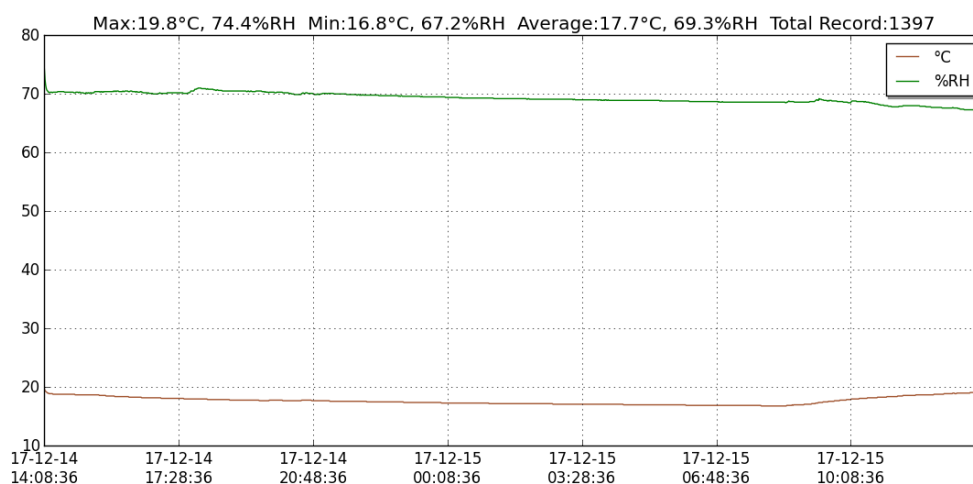


Gráfico 22. Registro de T° y HR despachos profesores

### 3.3.4 P1, ala norte: Aula 2ºB E.S.O.

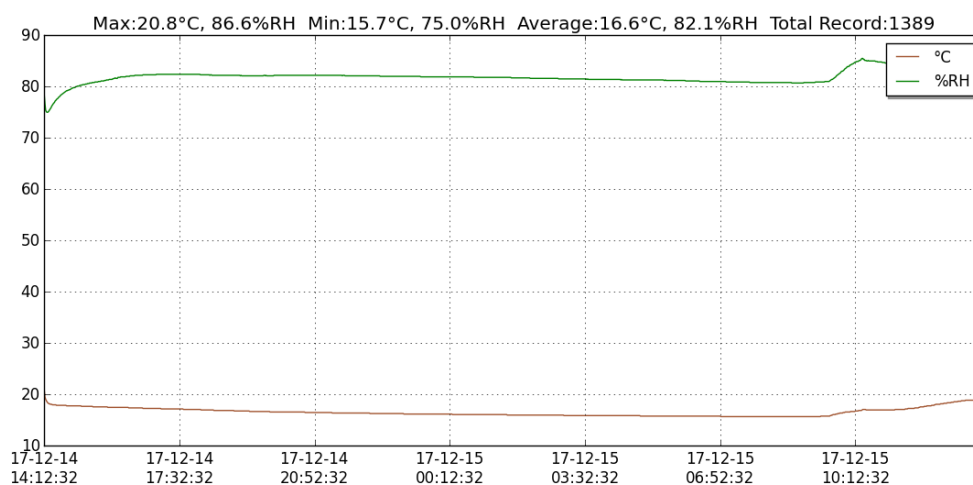


Gráfico 23. Registro de T° y HR aula 2ºB E.S.O.

Poniendo en contexto las medidas:

- El sistema de calefacción se enciende a las 8:30 en los días lectivos
- El sistema de calefacción se apaga a las 14:00.
- El horario lectivo empieza a las 9:30

Como puede observarse en los gráficos anteriores, el sistema no consigue establecer una temperatura mínima de confort de 19°C en ninguna de las localizaciones analizadas hasta aproximadamente las 11:30 de la mañana.

Bajo dichas condiciones se deduce que:

- El sistema de calefacción debería encenderse alrededor de las 6:30h de la mañana para que las dependencias se encuentren a temperatura de confort mínima de 19°C en horario lectivo.



- Aunque se considera que la caldera está bien dimensionada en tamaño respecto a las necesidades del centro, el bajo rendimiento térmico de esta obtenido en las pruebas de análisis de combustión provocan que deba permanecer mucho más tiempo encendida del necesario y con un gasto de combustible muy elevado.



### 3.4 ANÁLISIS DE CERRAMIENTOS

Análisis de cerramientos en donde sea necesario

Análisis de transmitancias y comparación con valores mínimos establecidos en el CTE.

Modelar edificio con CE3X en caso de ser necesario.

#### 3.4.1 Análisis de transmitancia de cerramientos

Debido al desconocimiento de las características constructivas del edificio en estudio, se ha llevado a cabo el análisis de la transmitancia de los cerramientos verticales.

Para ello se ha usado un equipo de análisis no invasivo con el equipo Testo 435 y sus correspondientes sondas asociadas. El equipo ha sido colocado en un muro representativo del centro protegido de los elementos. Las mediciones han sido llevadas a cabo durante período no lectivo, asegurando además que el sistema de calefacción se encontraba apagado, eliminando por lo tanto posibles interferencias por radiación o convección de los elementos distribuidores sobre el equipo de medición.

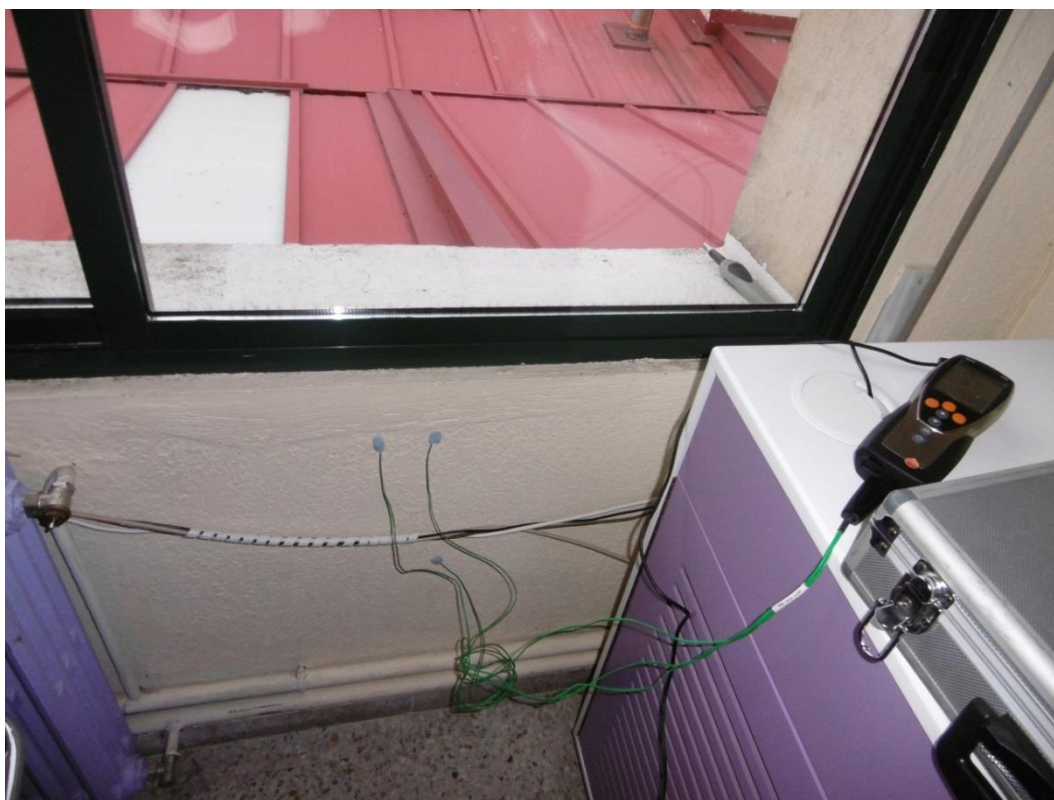


Imagen 18. Analizador de transmitancias

El valor obtenido de transmitancia para los cerramientos verticales es de **1,381 W/m²K**. Dicho valor será empleado en la elaboración del Certificado de Eficiencia Energética del edificio, así como en el análisis energético comparativo en la propuesta de mejora de los cerramientos propuesta.

Puesto que la composición de los elementos de cubierta es conocida, no se han llevado a cabo mediciones sobre dichos cerramientos.

### 3.5 DESGLOSE TOTAL DE ENERGÍA

Acorde con el análisis de equipos y consumos establecidos en los anteriores puntos, se ha establecido un reparto de consumos global por tipo de instalación, quedando distribuidos de la siguiente manera:

DESGLOSE DE CONSUMOS			
	Demanda anual (kWh)	%	%
Iluminación	11.979	21,40%	9,50%
Ofimática	18.044	32,24%	14,31%
Climatización (Distribución)	375	0,67%	0,30%
Frío Industrial (Independiente)	3.788	6,77%	3,00%
Equipos restauración	10.528	18,81%	8,35%
Pequeños equipos	7.122	12,72%	5,65%
ACS	3.553	6,35%	2,82%
<b>TOTAL (Electricidad)</b>	<b>55.968</b>	<b>100,00%</b>	<b>44,39%</b>
Propano ACS	5.448	34,47%	4,32%
Propano Restauración	10.488	66,35%	8,32%
<b>TOTAL (Propano)</b>	<b>15.807</b>	<b>100,00%</b>	<b>12,54%</b>
Gasóleo (Calefacción)	54.308	100,00%	43,07%
<b>TOTAL (Gasóleo)</b>	<b>54.308</b>	<b>100,00%</b>	<b>43,07%</b>
<b>TOTAL (Energía)</b>	<b>126.082</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 20 Desglose total de energía

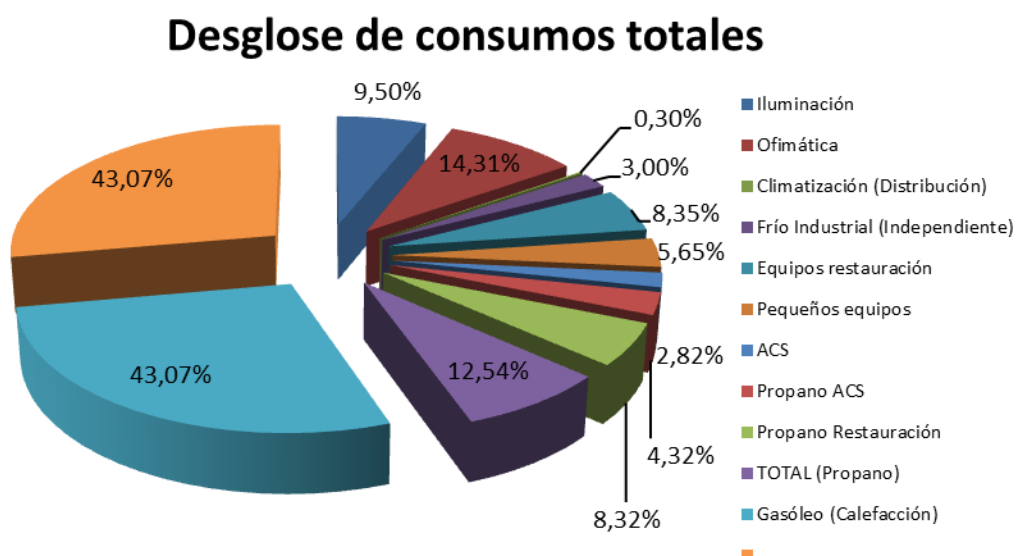


Gráfico 24 Desglose total de energía

### 3.6 CONSUMO DE AGUA

Para el consumo de agua de agua fría se han contabilizado el número de lavabos, inodoros y retretes de todo el edificio. La lectura se ha llevado a cabo en un aseo representativo del centro mediante la pulsación de cada uno de los sistemas integrados.



Imagen 19. Inodoro, lavabo y retrete.

No se ha tenido en cuenta para este análisis el consumo de agua fría de la cocina, pues en su gran mayoría no depende de una mejor utilización de los grifos ni de la eficiencia de caudal, sino las necesidades volumétricas necesarias para cocinar; así como la demanda nominal de los equipos de lavado.

El valor obtenido de dichas mediciones es la siguiente, siendo la pulsación para lavabos de 12 segundos, mientras que para urinarios y retretes de 5 segundos:

	Actuales	
	caudal(l/min)	Pulsación (l)
<b>Lavabos</b>	10	2
<b>Urinarios</b>	9	0,75
<b>Retretes</b>	100	8,33

Tabla 21 Litros consumo agua fría por pulsación.

El valor obtenido del consumo total de agua fría es la siguiente:

	ACTUAL		
	Urinarios	Lavabos	Retretes
<b>Unidades</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>21</b>
<b>Uso(voces/día y persona)</b>	0,5	0,5	1
<b>Nº personas</b>	482,5	482,5	482,5
<b>Nº litros/uso</b>	2	0,75	8,33
<b>Días/año</b>	184	184	184
<b>CONSUMO ANUAL (l)</b>	88.780	33.293	739.833

Tabla 22 Litros consumo agua fría.

Siendo el consumo total de agua fría de **861,906 m<sup>3</sup>/año** lo que equivale a un consumo de **95,77 m<sup>3</sup>/mes.**

### 3.7 OBSERVACIONES

- Debido a la localización del almacén y las cámaras frigoríficas del centro, el personal de cocina debe salir por el exterior del edificio para el aprovisionamiento de productos. Esto provoca que las puertas del pasillo tengan que abrirse innecesariamente provocando pérdidas de energía térmica en cada viaje de aprovisionamiento.
- Las persianas de las aulas, al localizarse en el interior de éstas, se calientan por acción de los radiadores en su parte central. Dicho calentamiento provoca su dilatación y abombamiento que, asociado a sus elevadas dimensiones, provocan que se salgan de los carriles y no se apoyen en el alféizar de las ventanas.
- Durante las visitas realizadas al centro, se han encontrado una parte de los radiadores sin purgar. Se recomienda realizar el purgado periódico de dichos elementos para asegurar el confort de los usuarios de las instalaciones.
- Gran cantidad de las puertas del centro presentan deficiencias en cuanto a su sellado y cierre.
- El comedor de estudiantes se encuentra en el edificio estudiado, pero además da servicio a los otros 2 edificios del complejo. Los alumnos que deben moverse entre ambos edificios para acceder al comedor se encuentran completamente desprotegidos frente a las condiciones climáticas.

## 4 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE INSTALACIONES

Para poder realizar un análisis exhaustivo de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, así como de producción y distribución de energía térmica, se ha llevado a cabo el análisis termográfico de puntos clave del centro.

Las siguientes termografías se han realizado a primera hora de la mañana con las siguientes especificaciones:

- La instalación de climatización se encontraba en funcionamiento.
- Las termografías exteriores se han realizado a primera hora de la mañana previamente a la salida del sol para eliminar el efecto de su radiación.
- Las instalaciones se encontraban en horas de no uso para evitar la influencia de la radiación corporal.

En el momento de realización de las termografías las condiciones ambientales eran las siguientes:

- Interior:
  - o Temperatura: 15,5 °C
  - o Humedad Relativa: 82%
- Exterior:
  - o Temperatura: 9,2 °C
  - o Humedad Relativa: 93%

En cada una de las termografías se ha establecido el valor de emisividad de cada elemento tratado. En este aspecto:

- Aquellas termografías que disponen de puntos de temperatura o líneas marcadas se ha establecido la emisividad correspondiente al elemento señalado. No debe tenerse en cuenta la escala de colores de otros elementos para evaluar su temperatura.
- En aquellas termografías en las que no se especifican temperaturas, se ha establecido la emisividad del material predominante en dicha termografía.



## 4.1 CERRAMIENTOS

### 4.1.1 Cerramientos exteriores

Termografiado de la envolvente del edificio.

Termografiado en detalle de aquellos puntos en los que se detectan deficiencias.

Se han observado que los cerramientos exteriores tienen unas pérdidas elevadas de temperatura debido a los puentes térmicos que se forman entre el interior y el exterior.

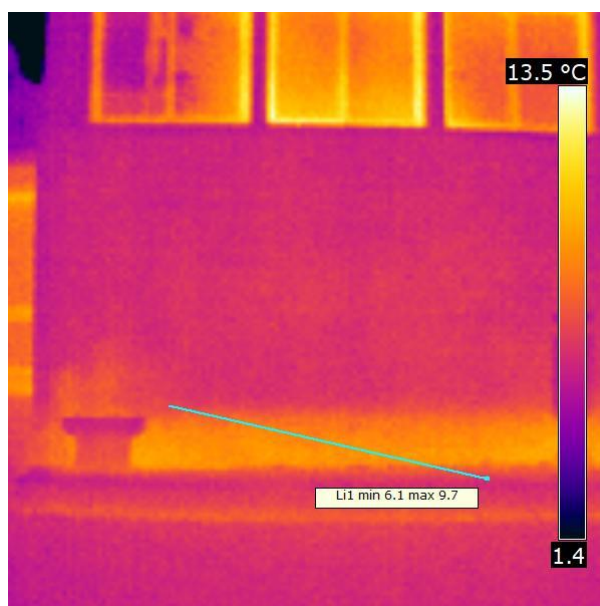
También observamos el deficiente aislamiento suministrado por los cerramientos exteriores que provocan pérdidas de energía térmica.





Termografía 1. Fachada Sur, bloque central I

Como se observa en la termografía anterior, las ventanas o huecos de ventanas y/o puertas son importantes fuentes de pérdidas energéticas. Destaca además que la pérdida de energía sea mayor en los laterales del marco que donde se superponen ambas hojas de la ventana, donde su temperatura es menor y se acerca a la exterior.

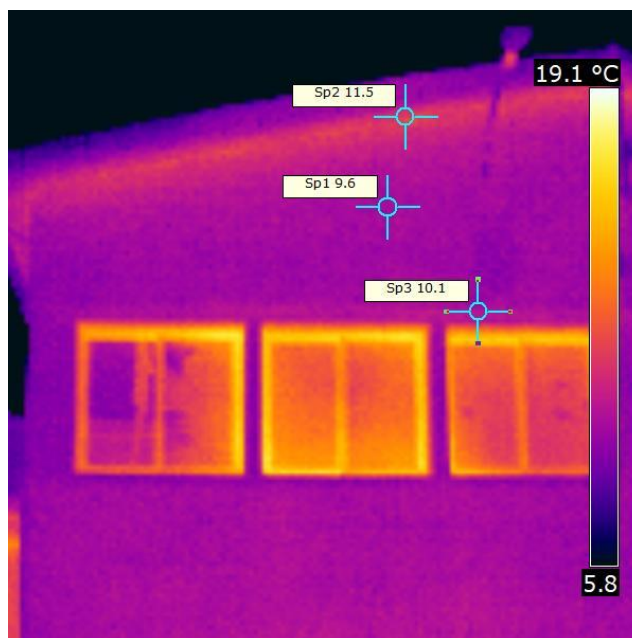


Termografía 2. Fachada Sur, bloque central II

En la parte baja de la fachada puede observarse que es de diferente material, estando compuesta por bloques de granito. A diferencia de lo que puede parecer en la

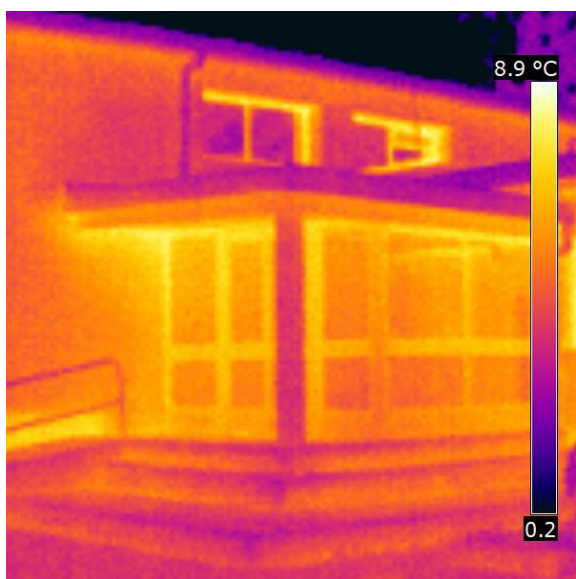


termografía, dichos bloques suponen una mejora del aislamiento con respecto a los muros, quedando casi eliminado el puente térmico formado por el encuentro del solado con el terreno.



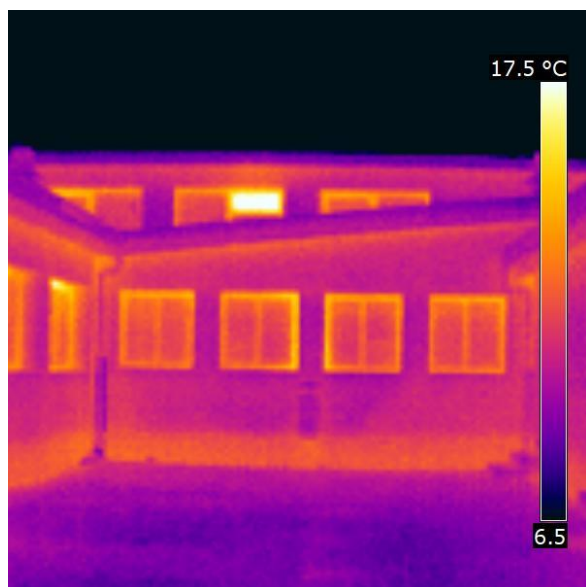
Termografía 3. Fachada Sur, bloque central III

En esta termografía pueden observarse los puentes térmicos del encuentro de la fachada con la cubierta, así como un ligero empeoramiento del cerramiento en el borde de las ventanas.



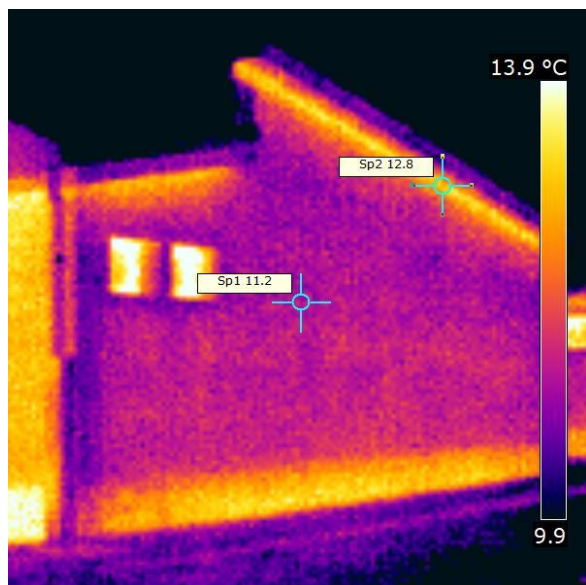
Termografía 4. Puerta de acceso principal

La doble puerta de acceso de que están compuestas las 2 entradas al edificio principal muestran que mejoran el aislamiento del conjunto. Tal y como muestra la termografía, la temperatura de dichos marcos es inferior a la temperatura de los marcos de las ventanas superiores.



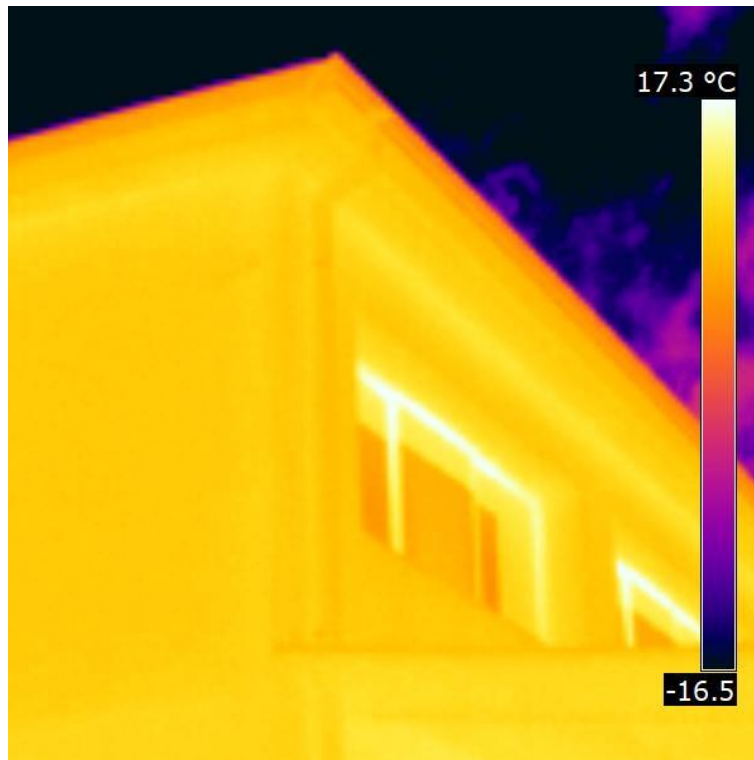
Termografía 5. Patio descubierto

En la anterior termografía puede observarse como la humedad presente en la capa superficial del cerramiento empeora las condiciones de aislamiento del cerramiento.

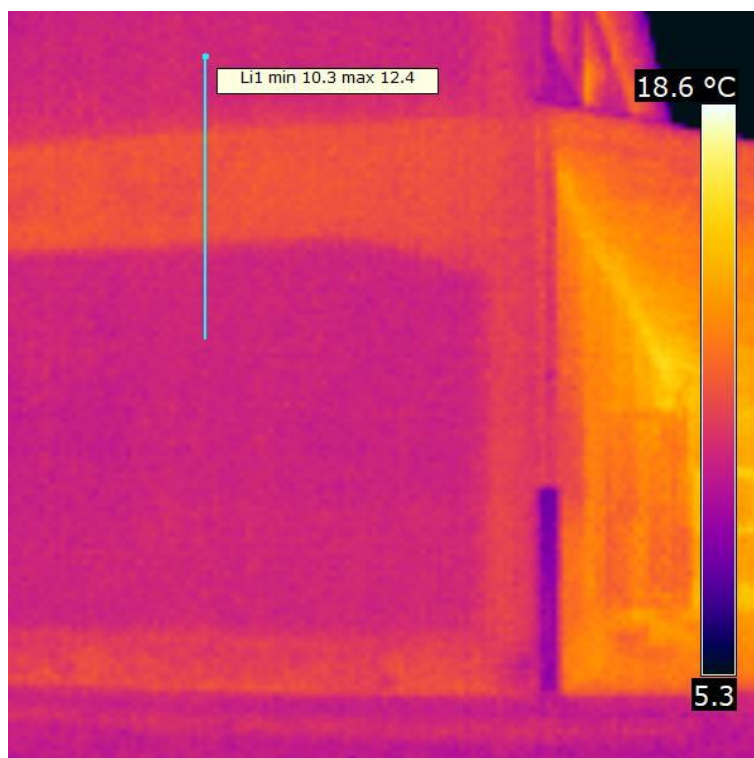


Termografía 6. Bloque central, lateral izquierdo

Al igual que en la termografía anterior, destaca la humedad superficial del cerramiento lateral en comparación con el muro situado bajo el patio cubierto. Pueden observarse claramente los puentes térmicos del encuentro de la fachada con la cubierta.



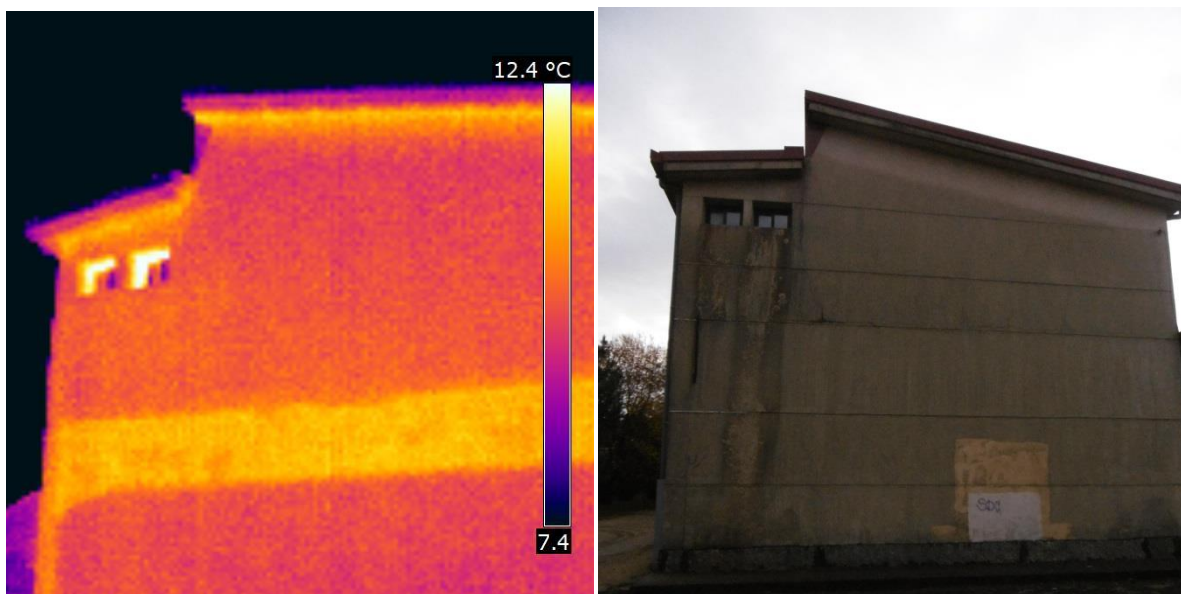
Termografía 7. Planta superior, fachada Sur





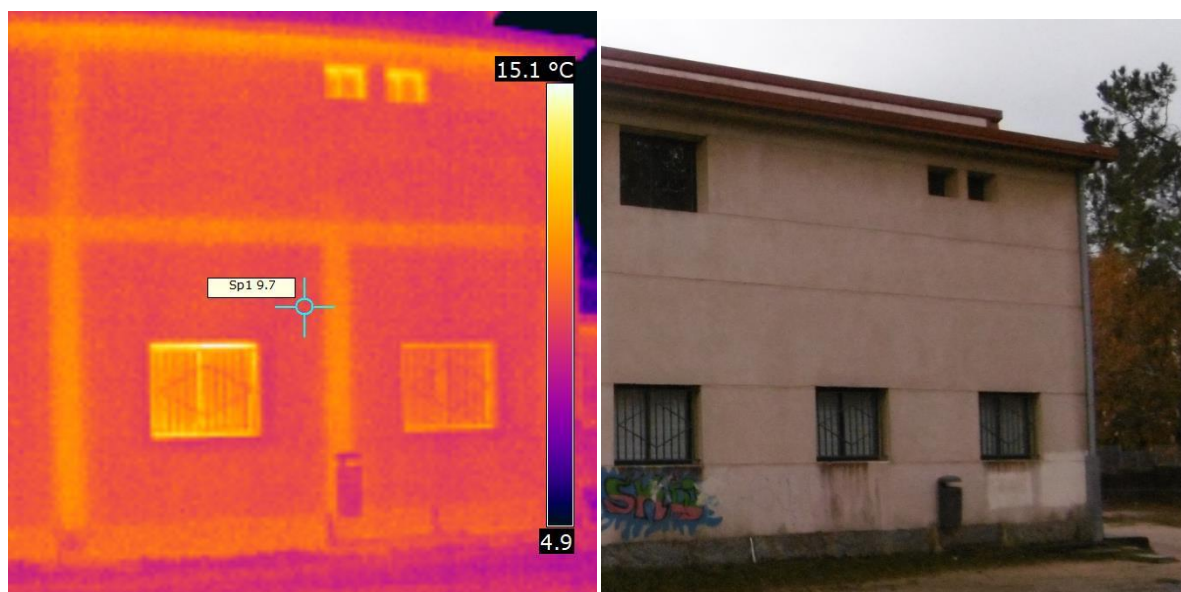
Termografía 8. Planta baja de fachada Oeste, bloque Norte

En esta termografía destaca el puente térmico formado por el forjado de la primera planta del ala Norte del edificio, así como de los pilares de esquina.



Termografía 9. Planta superior de fachada Oeste, bloque Norte

Además del puente térmico del forjado, se sigue mostrando el formado por el encuentro de la fachada con la cubierta.



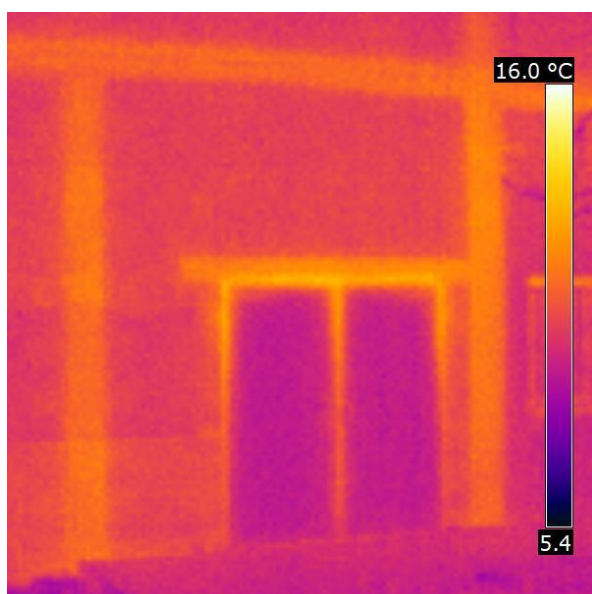
Termografía 10. Fachada Norte I

En esta termografía pueden observarse todos los puentes térmicos de los elementos estructurales del edificio en su cara norte, así como las pérdidas energéticas por los huecos de fachada.



Termografía 11. Fachada Norte II

En esta termografía destaca el pasillo superior que se encuentra sin climatizar, tal y como muestra la menor temperatura del cerramiento frente al resto de muros situados en locales climatizados.



Termografía 12. Fachada Norte III

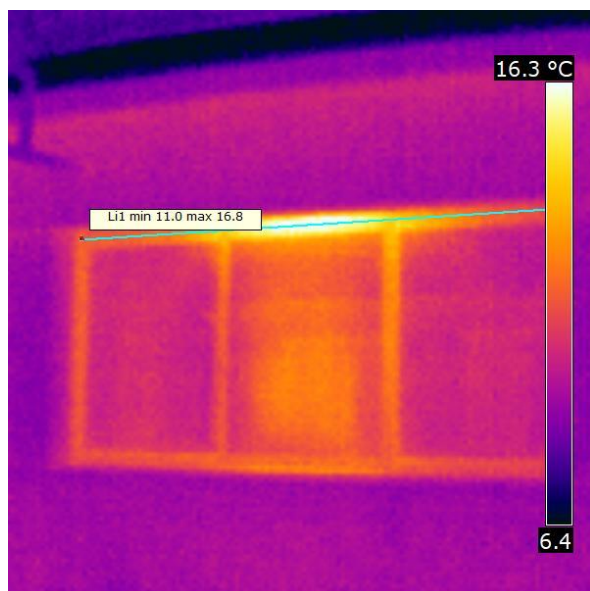
Además de los puentes térmicos de elementos estructurales, destaca la pérdida energética por el mal sellado de la puerta, especialmente en la parte superior de la misma.





Termografía 13. Fachada Norte IV

Los puentes térmicos, tanto de fachada como de elementos estructurales siguen mostrándose muy aparentes en la fachada norte. Destaca además el incremento de temperatura del marco de la ventana derecha al disponer de un radiador situado bajo ella.



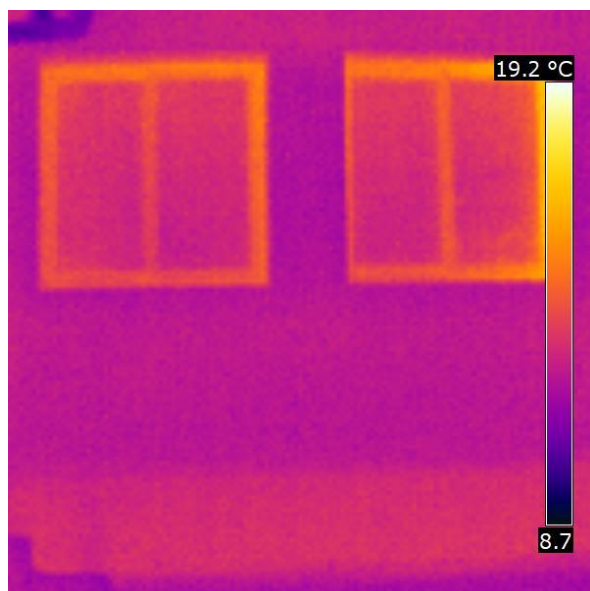
Termografía 14. Ventana de aula bajo patio cubierto

Puede observarse como la posición del radiador en el centro de la ventana provoca el incremento de temperatura del marco y del vidrio en esa zona.



Termografía 15. Puerta de pasillo bajo patio cubierto

Aunque, como se mencionó anteriormente, el granito supone un mejor aislamiento que los muros, sigue constituyendo una fuente de pérdidas de energía térmica, como puede observarse en el contraste del apoyo de muros y las escaleras del mismo material que, conforme se alejan del muro, acercan su temperatura a la temperatura ambiente.



Termografía 16. Ventanas de pasillo central

No se observan diferencias de composición de los muros en toda su extensión.





Termografía 17. Ventanas de pasillo lateral

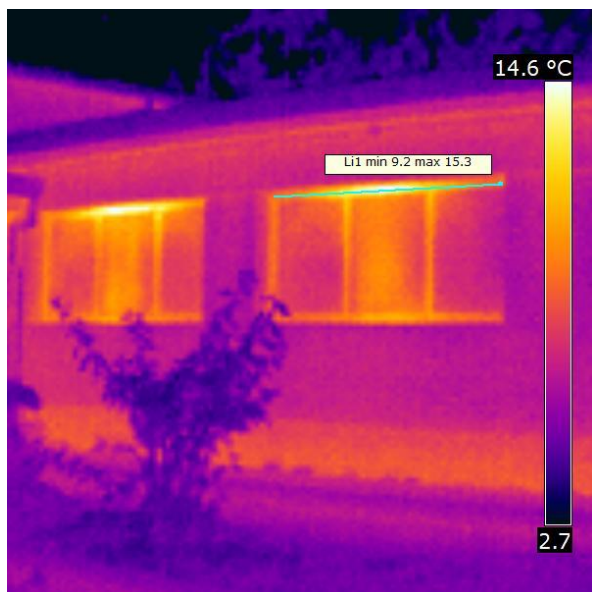
La pérdida de calor, especialmente en aquellas ventanas situadas sobre los radiadores, es patente en esta termografía.



Termografía 18. Ventanas de fachada Sur, lateral derecho I

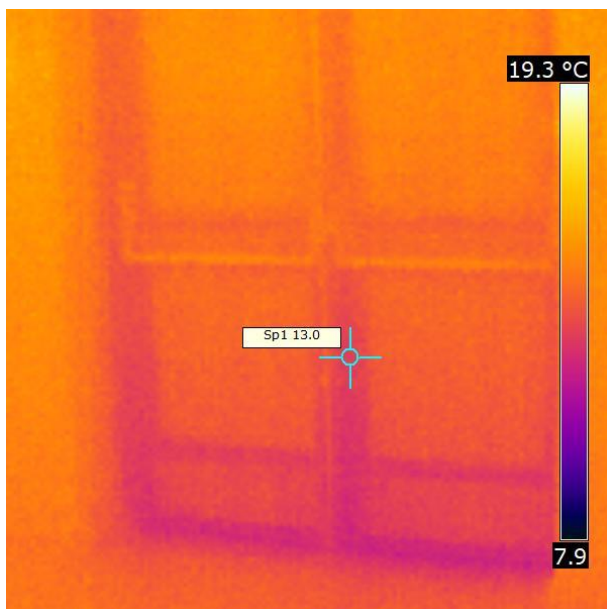
El puente térmico del encuentro de fachada con la cubierta se hace patente en todo el perímetro del edificio.





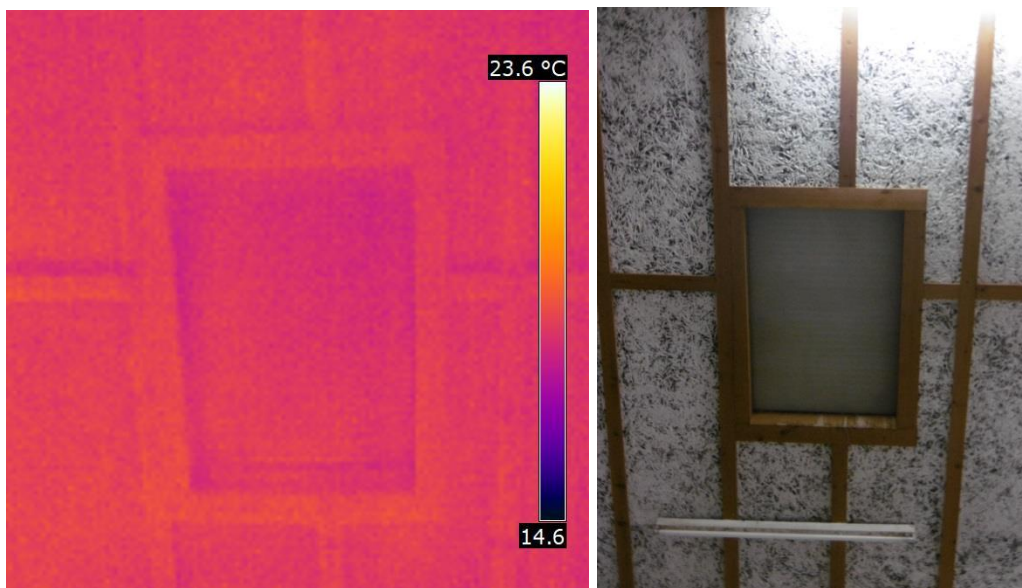
Termografía 19. Ventanas de fachada Sur, lateral derecho II

En la termografía anterior puede observarse el efecto de los radiadores sobre los cerramientos.



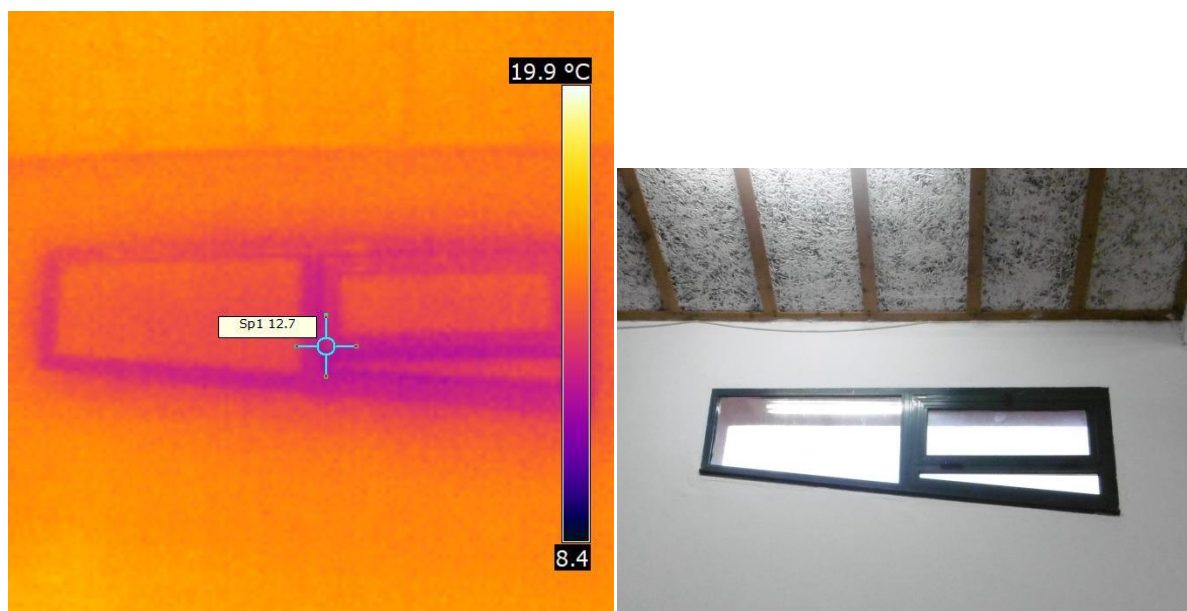
Termografía 20. Puerta interior acceso principal

En este caso se termografía la puerta principal pero desde el interior. Destacan las infiltraciones de aire por la parte inferior de la puerta, previsiblemente por un mal sellado de ésta en su parte inferior. La temperatura del marco se encuentra a unos 13°C frente a los 9,5°C que se encontraba la puerta exterior.



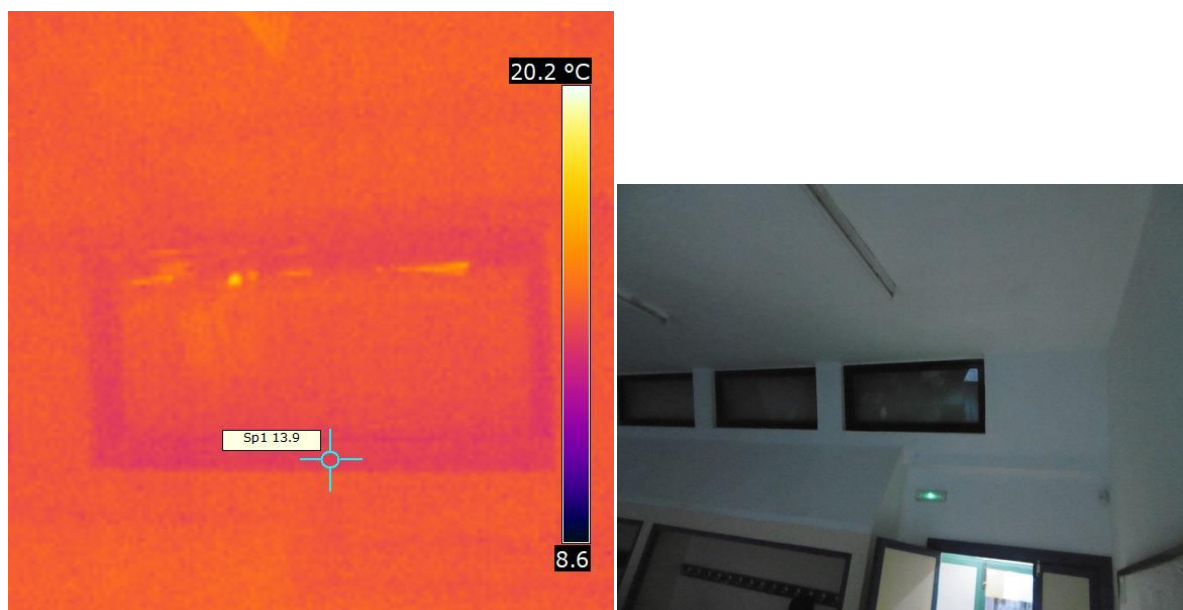
Termografía 21. Ventana bajo cubierta en comedor

En esta termografía puede observarse el correcto funcionamiento del aislamiento del techo del comedor.



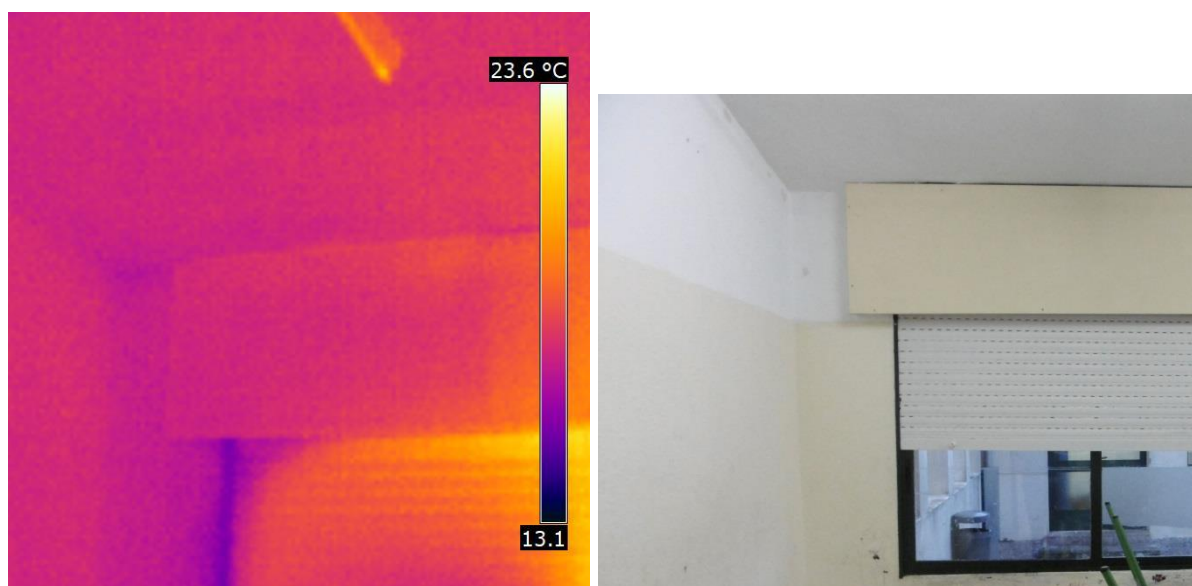
Termografía 22. Ventana en comedor

Todos los marcos de las ventanas, independientemente de su posición, suponen pérdidas térmicas.



Termografía 23. Ventana bajo cubierta de aula

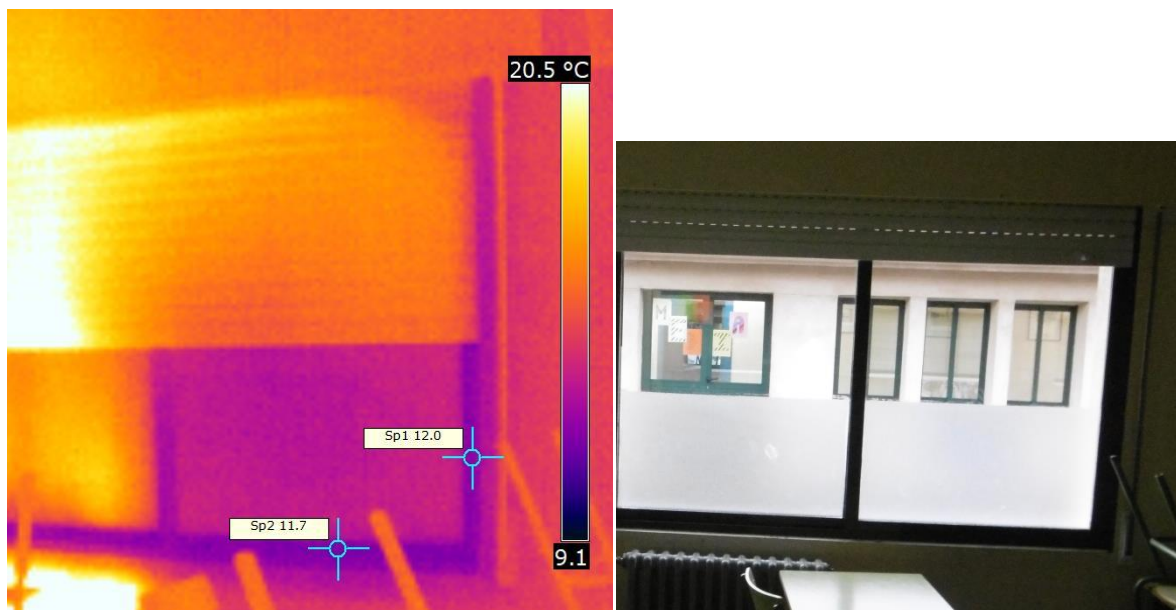
Destaca que el aislamiento de los paneles exteriores en las zonas de los antiguos tragaluces de las aulas funciona perfectamente, consiguiendo valores similares a los de los muros y cubierta del edificio.



Termografía 24. Caja de persiana ventana de aula

Las cajas de persiana, por estar situadas en la parte interior del cerramiento, no constituyen pérdidas energéticas ni ser un puente térmico. No se observan infiltraciones de aire a través de ellas.





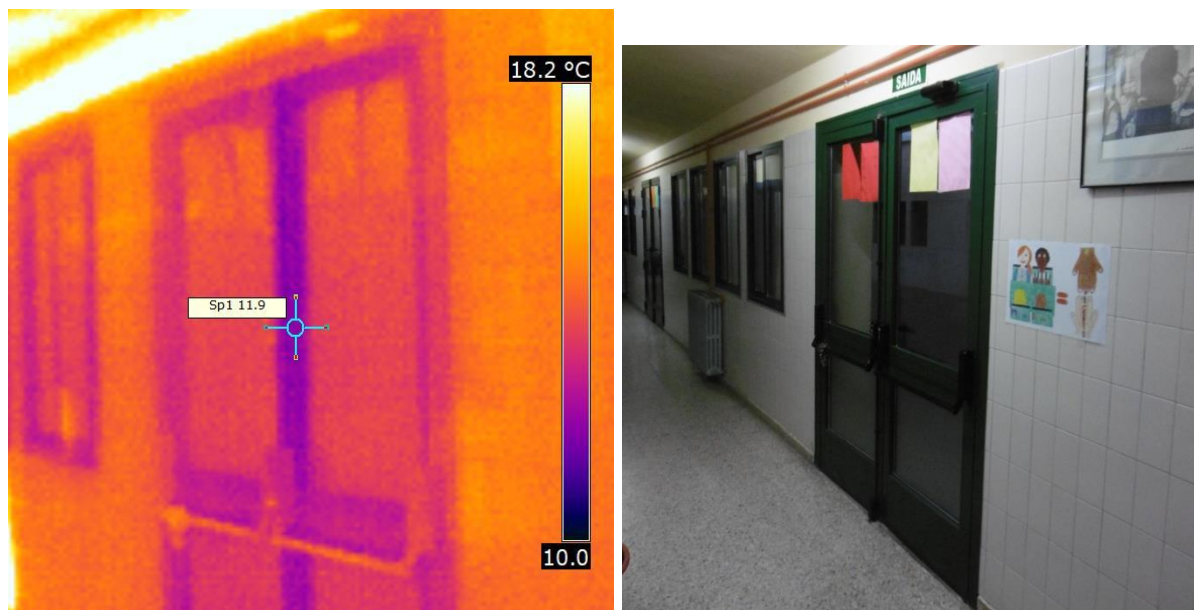
Termografía 25. Ventana de aula II

Al igual que en las termografías realizadas por el exterior de las instalaciones, se observa el deficiente aislamiento de los marcos de las ventanas de las aulas.



Termografía 26. Ventana de pasillo lateral

Lo mismo ocurre en las ventanas de los pasillos.

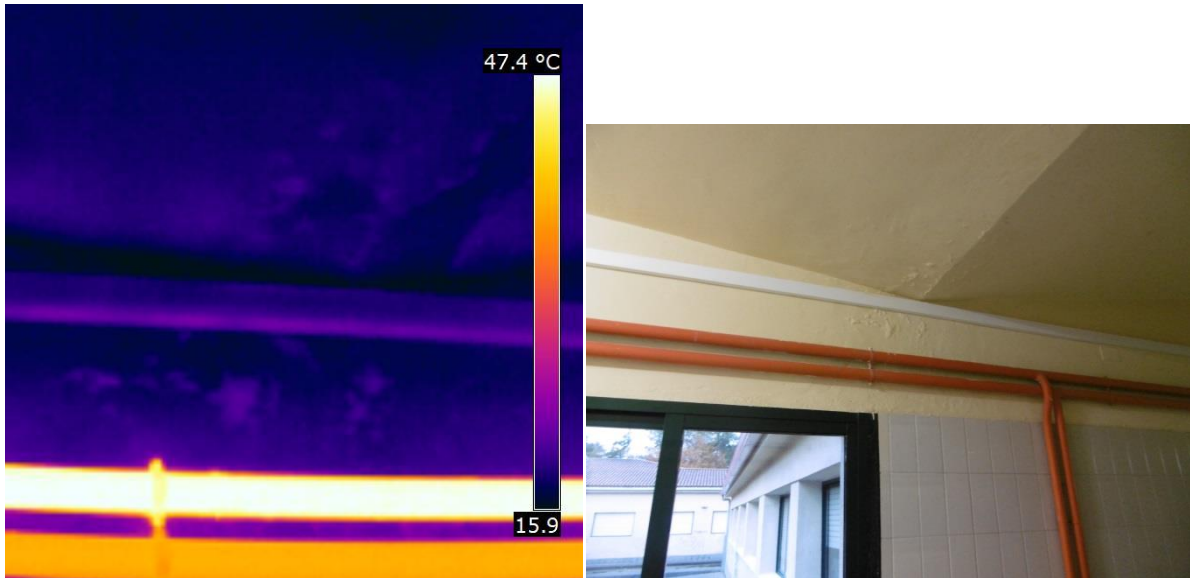


Termografía 27. Puerta de pasillo lateral

En las puertas, además se puede observar como el deficiente sellado permite la entrada de aire frío en el encuentro de las dos hojas de éstas.

#### 4.1.2 Cerramientos interiores

En aquellos puntos en los que se detecten problemas como humedades o infiltraciones de aire exterior.



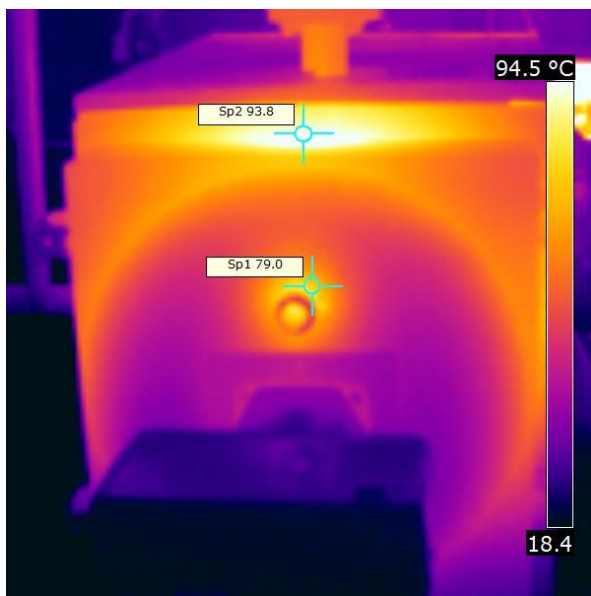
Termografía 28. Humedades detectadas

Aquí puede observarse como las humedades afectan de forma negativa a la transmitancia del cerramiento.

En la parte inferior de la termografía destaca un conducto de distribución de climatización sin aislar.

## 4.2 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

### 4.2.1 Sistema de calefacción



Termografía 29. Frontal de caldera de calefacción



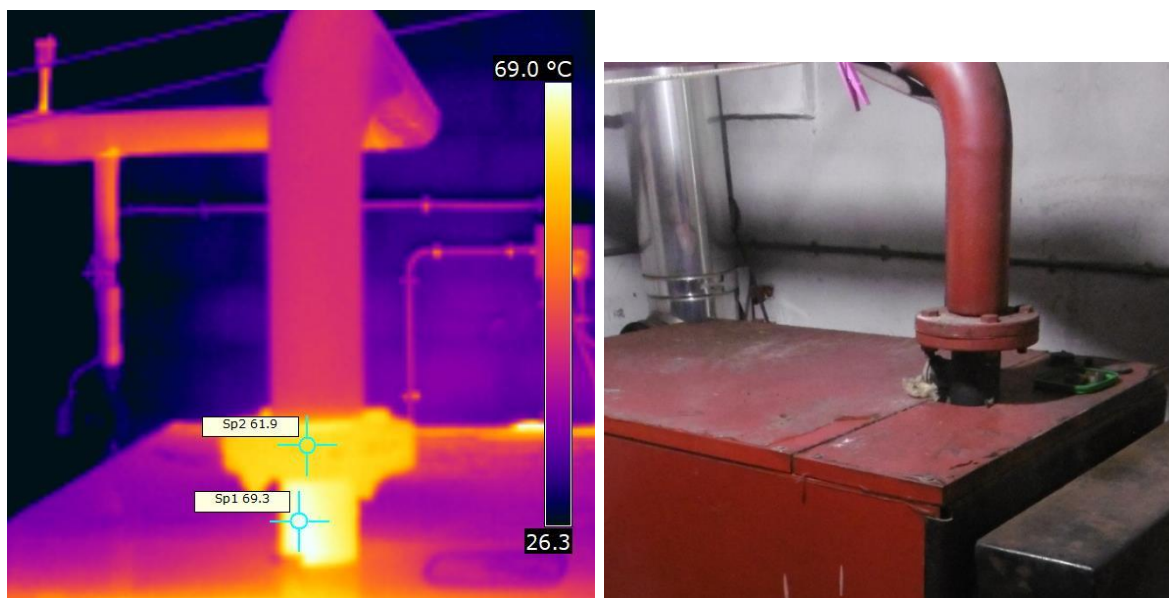
Termografía 30. Salida de humos de caldera de calefacción

Destaca el deficiente aislamiento de la caldera en su frontal.



Al igual que en el frontal, la parte posterior de la caldera posee un deficiente aislamiento térmico. Además de la pérdidas de energía por dichas superficies, podría provocar accidentes y quemaduras del personal por contacto.

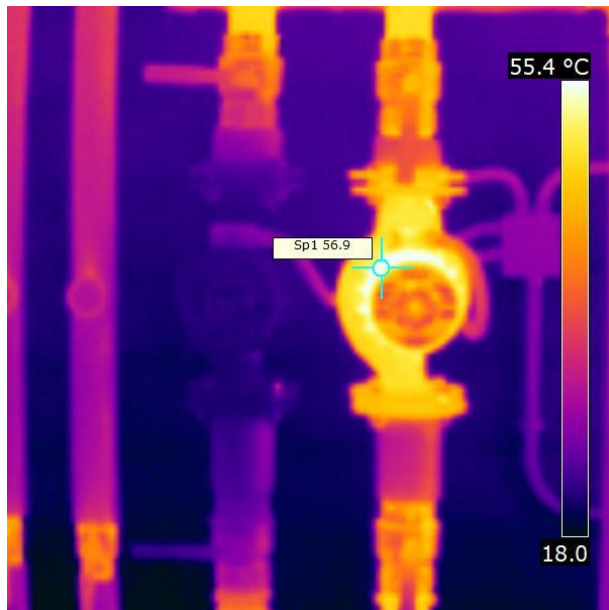
Puede observarse además que el primer tramo de la salida de humos también se encuentra sin aislamiento.



Termografía 31. Colector de impulsión de caldera de calefacción

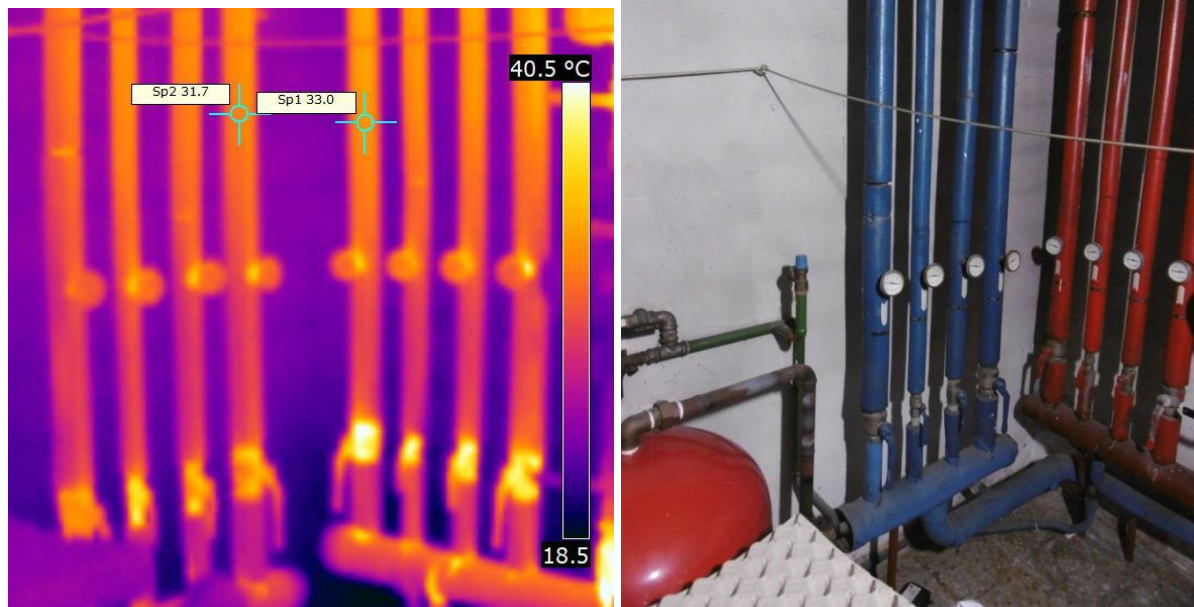
La falta de aislamiento en puntos singulares de la instalación de distribución de calefacción es una constante en toda la sala de calderas.





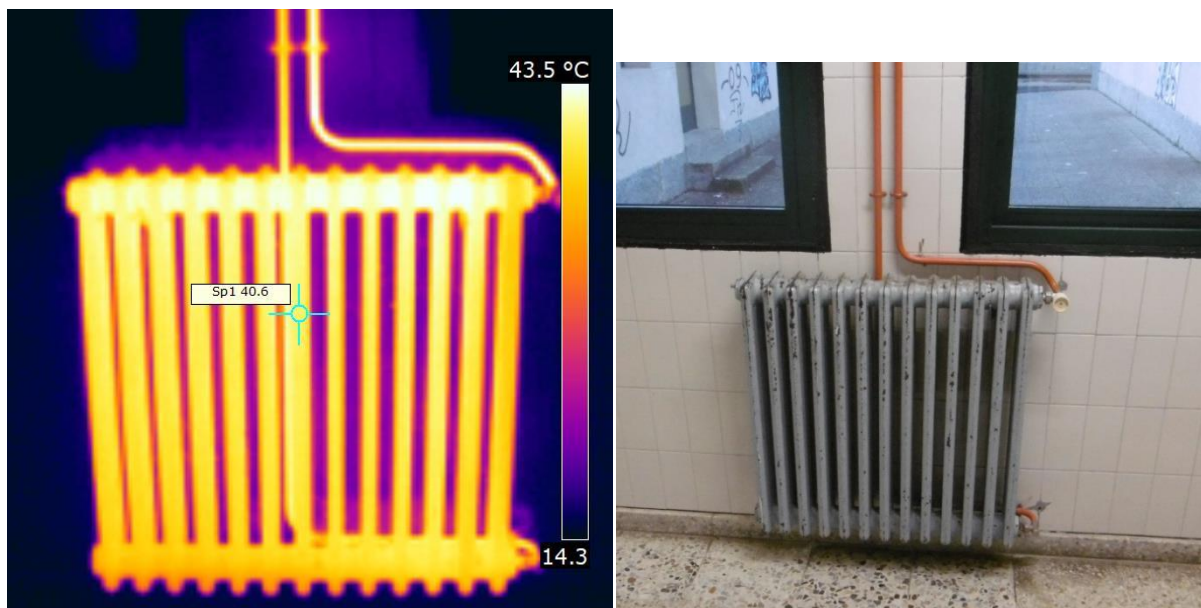
Termografía 32. Equipos de bombeo de calefacción

Tal y como muestra la termografía, 1 bomba se encuentra en funcionamiento y la otra en reserva. La falta de aislamiento sigue estando presente.



Termografía 33. Colectores de distribución de calefacción

Además de las zonas sin aislar, las zonas aisladas disponen de un aislamiento de espesor inferior al necesario, convirtiendo a los colectores de impulsión en radiadores que se encuentran solamente a 10°C por debajo de la temperatura de superficie de los radiadores de distribución.



Termografía 34. Elemento radiador de calefacción

Destaca que en casi ningún punto de la instalación de distribución de calefacción se superen los 40-45°C. Esto puede ser debido a un infradimensionamiento de la caldera o que el bajo rendimiento térmico y/o de combustión no sea capaz de cubrir las necesidades del edificio.

Debido a ello se tarda cada día alrededor de 3 horas en alcanzar una temperatura de confort mínima de 19°C el día de visita a las instalaciones. Teniendo en cuenta que no era un día especialmente frío, todo el sistema debería ser mejorado.

## **5 OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA SUGERIDAS**

### **5.1 ANÁLISIS TARIFARIO ELÉCTRICO**

#### **5.1.1 Tarifa y potencia contratada**

Después de hacer un análisis en profundidad de potencia y tarifa contratada se recomienda dejar los términos como están.

Si se recomienda como se comentó en un apartado anterior, el cobro del término de potencia distinto al tarifado, poniéndose en contacto con la empresa suministradora de electricidad, en este caso, Gas Natural-Fenosa S.L.

#### **5.1.2 Penalizaciones por exceso de reactiva**

Aunque si se analizan penalizaciones por exceso de reactiva, se recomienda no acometer ningún cambio, ya que el coste no compensaría las penalizaciones.

#### **5.1.3 Calidad de red**

En función de los datos del analizador, no es necesario corregir armónicos ya que están dentro de los parámetros de las compañías eléctricas.

##### **5.1.3.1 Equilibrado de fases**

Se observa que las fases están equilibradas ya que cumplen con los márgenes del 7% de desfase permitido.

## 5.2 ILUMINACIÓN

Tras la realización del inventariado y análisis de cada tipo de luminaria según la zona de uso, se valora la sustitución de toda la iluminación actual por luminarias LED adosables o empotrables en falso techo.

Se recomienda la sustitución debido a que hoy en día no cumple la norma UNE 12464.1 sobre iluminación en interiores para establecimientos educativos.

### 5.2.1 Sustitución de equipos actuales por equipos adosables

Teniendo en cuenta que la iluminación del centro supone aproximadamente el 22% de la demanda eléctrica del centro, se propone la sustitución de los equipos de iluminación por equipos adosables en techo.

En todos ellos, el precio del nuevo equipo ya tiene descontado el coste de sustitución de las lámparas actuales durante un período de uso de 5 años.

La sustitución de equipos se corresponde con equipos de pantalla LED adosable directamente al techo de 60 x 60 en todas las aulas, pasillos, sala profesores, etc. Para los aseos su sustituto será downlight LED de 12 W, mientras en los apliques se sustituirá por bombillas LED de 7 W.

LUMINARIAS PROPUESTAS	
	Pantalla LED adosable 60 x 60 41 W
	Bombilla LED 7 W
	Downlight LED 12 W

Las propuestas de cambio de equipos son las siguientes:

EQUIPOS ACTUALES			EQUIPOS PROPUESTOS							CÁLCULOS ECONÓMICOS				
LOCALIZACIÓN		Energía consumida (kWh/año)				Nº Lámparas	Potencia unitaria lámpara (W)	Potencia demandada (kW)	Energía consumida (kWh/año)	AHORRO POTENCIA ANUAL	AHORRO CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL	COSTE LUMINARIA	COSTE	PR (Años)
PLANTA	ESTANCIA		Nº Luminarias	Tipo luminaria	Designación									
P1	PASILLO DERECHO	213	4	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,16	211	0,00 €	0,18 €	141,02 €	564,08 €	3191,1
P1	PASILLO IZQUIERDO	213	4	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,16	211	0,00 €	0,18 €	141,02 €	564,08 €	3191,1
P1	ASEO NIÑAS	8	3	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,01	2	0,00 €	0,46 €	70,00 €	210,00 €	452,6
P1	6ºB	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
P1	6ºA	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
P1	3ºA	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
P1	ESCA IZQUIERDA	53	1	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,04	53	0,00 €	0,04 €	141,02 €	141,02 €	3191,1
P1	ESCA DERECHA	53	1	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,04	53	0,00 €	0,04 €	141,02 €	141,02 €	3191,1
P1	IDIOMAS	480	9	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,37	475	0,00 €	0,40 €	141,02 €	1.269,18 €	3191,1
P1	ASEO	8	3	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,01	2	0,00 €	0,46 €	70,00 €	210,00 €	452,6
P1	3º DESDOBLAR	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
P1	2ºB ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
P1	2ºA ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
P0	PASILLO IZQUIERDO	1188	13	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,53	1.177	0,00 €	0,98 €	141,02 €	1.833,26 €	1861,5
P0	LABORATORIO	183	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	91	0,00 €	7,92 €	141,02 €	846,12 €	106,9
P0	ALMACÉN	46	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	45	0,00 €	0,04 €	141,02 €	846,12 €	22337,5
P0	SALÓN DE ACTOS	10	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,21	5	0,00 €	0,43 €	141,02 €	846,12 €	1966,6
P0	SALÓN DE ACTOS	12	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	6	0,00 €	0,52 €	141,02 €	846,12 €	1638,8
P0	PASILLO DERECHA	1188	13	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,53	1.177	0,00 €	0,98 €	141,02 €	1.833,26 €	1861,5
P0	HALL	213	2	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,08	106	0,00 €	9,24 €	141,02 €	282,04 €	30,5
P0	AULA DESD1	168	2	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,08	83	0,00 €	7,26 €	141,02 €	282,04 €	38,9
P0	AULA DESD2	168	2	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,08	83	0,00 €	7,26 €	141,02 €	282,04 €	38,9
P0	ENCERADOS	270	4	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,16	166	0,00 €	8,92 €	141,02 €	564,08 €	63,2
P0	CUARTO LIMPIEZA	46	1	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,04	45	0,00 €	0,04 €	141,02 €	141,02 €	3722,9



PO	ASEOS	61	12	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,10	18	0,00 €	3,71 €	70,00 €	840,00 €	226,3
PO	PASILLO PROFES	232	3	Appliques	Bombilla LED 7W	1	7	0,02	27	0,00 €	17,57 €	15,00 €	45,00 €	2,6
PO	PASILLO PROFES	320	3	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,12	158	0,00 €	13,85 €	141,02 €	423,06 €	30,5
PO	SALA PROFES	427	4	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,16	211	0,00 €	18,47 €	141,02 €	564,08 €	30,5
PO	SALA PROFES	53	1	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,04	53	0,00 €	0,04 €	141,02 €	141,02 €	3191,1
PO	ASEOS	44	4	Appliques	Bombilla LED 7W	1	7	0,03	5	0,00 €	3,35 €	15,00 €	60,00 €	17,9
PO	3ºB	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	5ºB	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	5ºA	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	ASEOS PO	15	2	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,02	4	0,00 €	0,93 €	70,00 €	140,00 €	150,9
PO	1ºA	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	2ºB	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	2ºA	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	BAÑO MINUS	4	2	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,02	1	0,00 €	0,23 €	70,00 €	140,00 €	603,4
PO	1ºB ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
PO	4ºA ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
PO	1ºA ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
PO	3ºA ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
PO	3ºB ESO	320	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	141,02 €	846,12 €	3191,1
PO	INGLÉS	251	6	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	141,02 €	846,12 €	4061,4
PO	COMEDOR	213	14	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,57	211	0,00 €	0,18 €	141,02 €	1.974,28 €	11168,8
PO	COMEDOR	122	4	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,16	60	0,00 €	5,28 €	141,02 €	564,08 €	106,9
PO	COCINA	344	2	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,08	106	0,00 €	20,42 €	141,02 €	282,04 €	13,8
PO	COCINA	172	2	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,08	106	0,00 €	5,68 €	141,02 €	282,04 €	49,7
PO	COCINA	213	4	Regletas	Pantalla LED ado 60x60 URG<19	1	41	0,16	211	0,00 €	0,18 €	141,02 €	564,08 €	3191,1
PO	COCINA	232	3	Appliques	Bombilla LED 7W	1	7	0,02	27	0,00 €	17,57 €	15,00 €	45,00 €	2,6

Tabla 23. Sustitución del 100% de las luminarias

Los cálculos económicos derivados de la sustitución del 100% de las luminarias por luminarias adosables son:

Iluminación Adosable		
Año	Caja	Ahorro
0	-41.905,69 €	-41.905,69 €
1	-41.748,74 €	156,95 €
2	-41.588,65 €	160,08 €
3	-41.425,37 €	163,29 €
4	-41.258,82 €	166,55 €
5	-41.088,93 €	169,88 €

Incremento anual de coste de energía	2,00%
i	8,00%
TIR (5 años)	-64%
VAN	-38.045,31 €
PR	267 Años

Tabla 24. Análisis económica sustitución 100% luminarias

**Ahorro energético: 1.829 kWh/año**

**Ahorro energético: 0,16 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 0,6 tCO<sub>2</sub>/año**

Esta solución tiene un periodo de retorno elevado ya que el ahorro energético no es muy alto. Pero como se comentó con anterioridad no cumple con la norma UNE 12464.1 Iluminación en Interiores, por lo tanto, se deberían sustituir.

Los elevados periodos de retorno se deben a que la mejora de la iluminación no supondría apenas una reducción de potencia instalada que, asociado al bajo número de horas anuales de uso, provocan bajos ahorros económicos.



### 5.2.2 Sustitución de equipos actuales por equipos empotrables en falso techo

Teniendo en cuenta que la iluminación del centro supone aproximadamente el 22% de la demanda eléctrica del centro, se propone la sustitución de los equipos de iluminación por equipos empotrables en falso techo.

Para la mejora de las cubiertas y a su vez mejora de las condiciones interiores del centro. Se propone la instalación de un falso techo, de esta forma se evitará la estratificación del calor al homogeneizar la altura de todo el centro.

La instalación de falso techo, además de homogeneizar la altura reduce la transmitancia a través de la cubierta y maximizan el aislamiento acústico.

En todos ellos, el precio del nuevo equipo ya tiene descontado el coste de sustitución de las lámparas actuales durante un período de uso de 5 años.

La sustitución de equipos se corresponde con equipos de pantalla LED de 60 x 60 en todas las aulas, pasillos, sala profesores, etc. Para los aseos su sustituto será downlight LED de 12 W, mientras en los apliques se sustituirá por bombillas LED de 7 W.

LUMINARIAS PROPUESTAS	
	Pantalla LED empotrable 60 x 60 41 W
	Bombilla LED 7 W
	Downlight LED 12 W

El falso techo propuesto es de la marca ROCKFON modelo EKLA dB44 o similar de dimensiones 600 x 600 x 50 mm, en el Anexo III se incluyen las características técnicas del sistema elegido, cuya composición es:

- Panel de lana de roca de doble capa
- Cara visible: velo de superficie pintado de blanco
- Cara posterior: contravelo
- Cantos pintados

Y cuyas características son:

- Reacción al fuego: A2-s1
- Resistencia a la humedad: hasta el 70% HR
- Conductividad térmica: 40mW/mK
- Resistencia térmica:  $1.00 \text{ m}^2 \cdot \text{k/W}$

Esta mejora se llevará a cabo a la vez que la mejora de iluminación en falso techo propuesta en el apartado anterior, por eso se ha considerado el coste de iluminación.

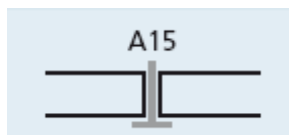


Imagen 20. Falso techo y tipo de anclaje.

Las propuestas de cambio de equipos son las siguientes:

EQUIPOS ACTUALES			EQUIPOS PROPUESTOS							CÁLCULOS ECONÓMICOS				
LOCALIZACIÓN		Energía consumida (kWh/año)				Nº Lámparas	Potencia unitaria lámpara (W)	Potencia demandada (kW)	Energía consumida (kWh/año)	AHORRO POTENCIA ANUAL	AHORRO CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL	COSTE LUMINARIA	COSTE	PR (Años)
PLANTA	ESTANCIA		Nº Luminarias	Tipo luminaria	Designación									
P1	PASILLO DERECHO	213	4	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,16	211	0,00 €	0,18 €	78,03 €	312,12 €	1765,7
P1	PASILLO IZQUIERDO	213	4	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,16	211	0,00 €	0,18 €	78,03 €	312,12 €	1765,7
P1	ASEO NIÑAS	8	3	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,01	2	0,00 €	0,46 €	70,00 €	210,00 €	452,6
P1	6ºB	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P1	6ºA	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P1	3ºA	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P1	ESCA IZQUIERDA	53	1	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,04	53	0,00 €	0,04 €	78,03 €	78,03 €	1765,7
P1	ESCA DERECHA	53	1	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,04	53	0,00 €	0,04 €	78,03 €	78,03 €	1765,7
P1	IDIOMAS	480	9	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,37	475	0,00 €	0,40 €	109,00 €	981,00 €	2466,5
P1	ASEO	8	3	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,01	2	0,00 €	0,46 €	70,00 €	210,00 €	452,6
P1	3º DESDOBLAR	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P1	2ºB ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P1	2ºA ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P0	PASILLO IZQUIERDO	1188	13	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,53	1.177	0,00 €	0,98 €	78,03 €	1.014,39 €	1030,0
P0	LABORATORIO	183	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	91	0,00 €	7,92 €	109,00 €	654,00 €	82,6
P0	ALMACÉN	46	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	45	0,00 €	0,04 €	109,00 €	654,00 €	17265,6
P0	SALÓN DE ACTOS	10	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,21	5	0,00 €	0,43 €	109,00 €	654,00 €	1520,0
P0	SALÓN DE ACTOS	12	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	6	0,00 €	0,52 €	77,63 €	465,78 €	902,1
P0	PASILLO DERECHA	1188	13	Regletas	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,53	1.177	0,00 €	0,98 €	78,03 €	1.014,39 €	1030,0
P0	HALL	213	2	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<22	1	41	0,08	106	0,00 €	9,24 €	78,03 €	156,06 €	16,9
P0	AULA DESD1	168	2	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,08	83	0,00 €	7,26 €	109,00 €	218,00 €	30,0
P0	AULA DESD2	168	2	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,08	83	0,00 €	7,26 €	109,00 €	218,00 €	30,0

P0	ENCERADOS	270	4	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,16	166	0,00 €	8,92 €	109,00 €	436,00 €	48,9
P0	CUARTO LIMPIEZA	46	1	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,04	45	0,00 €	0,04 €	109,00 €	109,00 €	2877,6
P0	ASEOS	61	12	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,10	18	0,00 €	3,71 €	70,00 €	840,00 €	226,3
P0	PASILLO PROFES	232	3	Apliques	Bombilla LED 7W	1	7	0,02	27	0,00 €	17,57 €	15,00 €	45,00 €	2,6
P0	PASILLO PROFES	320	3	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,12	158	0,00 €	13,85 €	109,00 €	327,00 €	23,6
P0	SALA PROFES	427	4	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,16	211	0,00 €	18,47 €	109,00 €	436,00 €	23,6
P0	SALA PROFES	53	1	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,04	53	0,00 €	0,04 €	109,00 €	109,00 €	2466,5
P0	ASEOS	44	4	Apliques	Bombilla LED 7W	1	7	0,03	5	0,00 €	3,35 €	15,00 €	60,00 €	17,9
P0	3ºB	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	5ºB	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	5ºA	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	ASEOS P0	15	2	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,02	4	0,00 €	0,93 €	70,00 €	140,00 €	150,9
P0	1ºA	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	2ºB	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	2ºA	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	BAÑO MINUS	4	2	Downlight	DL LED 12W	1	12	0,02	1	0,00 €	0,23 €	70,00 €	140,00 €	603,4
P0	1ºB ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P0	4ºA ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P0	1ºA ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P0	3ºA ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P0	3ºB ESO	320	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	317	0,00 €	0,27 €	109,00 €	654,00 €	2466,5
P0	INGLÉS	251	6	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,25	249	0,00 €	0,21 €	109,00 €	654,00 €	3139,2
P0	COMEDOR	213	14	Empotrables	Pantalla LED 60x60 URG<19	1	41	0,57	211	0,00 €	0,18 €	109,00 €	1.526,00 €	8632,8
P0	COMEDOR	122	4	Empotrables	Pantalla LED 60x60 UGR<19	1	41	0,16	60	0,00 €	5,28 €	109,00 €	436,00 €	82,6
P0	COCINA	344	2	Empotrables	Pantalla LED 60x60 UGR<19	1	41	0,08	106	0,00 €	20,42 €	109,00 €	218,00 €	10,7
P0	COCINA	172	2	Empotrables	Pantalla LED 60x60 UGR<19	1	41	0,08	106	0,00 €	5,68 €	109,00 €	218,00 €	38,4
P0	COCINA	213	4	Empotrables	Pantalla LED 60x60 UGR<19	1	41	0,16	211	0,00 €	0,18 €	109,00 €	436,00 €	2466,5
0	COCINA	232	3	Apliques	Bombilla LED 7W	1	7	0,02	27	0,00 €	17,57 €	15,00 €	45,00 €	2,6

Tabla 25. Sustitución del 100% de las luminarias

Los cálculos económicos derivados de la sustitución del 100% de las luminarias por luminarias empotrables y la instalación del falso techo son:

<b>Mejora de aislamiento FALSO TECHO e ILUMINACIÓN</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-152.158,06 €	-152.158,06 €
1	-151.688,04 €	470,03 €
2	-151.203,91 €	484,13 €
3	-150.705,25 €	498,65 €
4	-150.191,64 €	513,61 €
5	-149.662,62 €	529,02 €
6	-149.117,72 €	544,89 €
7	-148.556,49 €	561,24 €
8	-147.978,41 €	578,08 €
9	-147.382,99 €	595,42 €
10	-146.769,71 €	613,28 €
11	-146.138,03 €	631,68 €
12	-145.487,40 €	650,63 €
13	-144.817,25 €	670,15 €
14	-144.127,00 €	690,25 €
15	-143.416,04 €	710,96 €
16	-142.683,75 €	732,29 €
17	-141.929,49 €	754,26 €
18	-141.152,60 €	776,89 €
19	-140.352,41 €	800,19 €
20	-139.528,21 €	824,20 €
21	-138.679,29 €	848,92 €
22	-137.804,90 €	874,39 €
23	-136.904,27 €	900,62 €
24	-135.976,63 €	927,64 €
25	-135.021,16 €	955,47 €
26	-134.037,02 €	984,14 €
27	-133.023,36 €	1.013,66 €
28	-131.979,29 €	1.044,07 €
29	-130.903,90 €	1.075,39 €
30	-129.796,25 €	1.107,65 €

<b>Incremento anual de coste de energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (50 años)</b>	-3%
<b>VAN</b>	<b>-91.796,56 €</b>
<b>PR</b>	324 Años

31	-128.655,37 €	1.140,88 €
32	-127.480,26 €	1.175,11 €
33	-126.269,89 €	1.210,36 €
34	-125.023,22 €	1.246,67 €
35	-123.739,14 €	1.284,07 €
36	-122.416,55 €	1.322,60 €
37	-121.054,27 €	1.362,27 €
38	-119.651,13 €	1.403,14 €
39	-118.205,89 €	1.445,24 €
40	-116.717,30 €	1.488,59 €
41	-115.184,05 €	1.533,25 €
42	-113.604,80 €	1.579,25 €
43	-111.978,17 €	1.626,63 €
44	-110.302,75 €	1.675,43 €
45	-108.577,06 €	1.725,69 €
46	-106.799,60 €	1.777,46 €
47	-104.968,82 €	1.830,78 €
48	-103.083,11 €	1.885,71 €
49	-101.140,83 €	1.942,28 €
50	-99.140,29 €	2.000,55 €

Tabla 26. Análisis económica sustitución 100% luminarias e instalación Falso techo

**Ahorro energético: 8.091 kWh/año**

**Ahorro energético: 0,64 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 1,74 tCO<sub>2</sub>/año**

Esta solución tiene un periodo de retorno elevado ya que el ahorro energético no es muy alto. Pero como se comentó con anterioridad no cumple con la norma UNE 12464.1 Iluminación en Interiores.

Con este cambio se produce un ahorro de **8.091 kWh/año** que supone un **11,5 %** de la demanda actual de calefacción, reduciendo a 35,1 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> y pasando de una letra E a una D en la calificación energética.

Se recomienda la instalación de luminarias adosables debido a que la instalación de falso techo implica un mayor coste y no provoca apenas reducción en la demanda térmica del edificio.

### 5.2.3 Conclusiones y recomendaciones generales

Para evitar que la acción del paso del tiempo llegue a afectar al funcionamiento correcto de las instalaciones hasta hacerlas antieconómicas en su explotación, están definidas con carácter general, una serie de operaciones, pautas o procedimientos, que serán de aplicación en la mayoría de los casos; no deben olvidarse, sin embargo, posibles peculiaridades de cada instalación, que puedan requerir actuaciones diferenciadas.

Las operaciones de mantenimiento deben sistematizarse con una periodicidad previamente establecida según el tipo de instalación y los medios disponibles, y han de requerir el menor tiempo posible de actuación.

Sin un buen mantenimiento aumenta el cansancio visual, se producen más fallos y defectos, se requiere de más tiempo para terminar las tareas pueden producirse accidentes y en términos económicos sin un buen mantenimiento se pierde dinero y eficiencia energética.

La frecuencia de aplicación de las pautas de mantenimiento estará muy condicionada también por la agresividad del medio (temperaturas extremas, humedad, polución, etc.) y la accesibilidad de los distintos elementos.

Será factible reducir tiempos de actuación, si en lugar de tratar de reparar las averías en el mismo lugar de la obra, se tiende a la sustitución del bloque funcional dañado, que podrá ser, posteriormente, objeto de una más adecuada y segura reparación en el taller.

Las operaciones de mantenimiento también han de hacerse de forma sistemática, con un orden establecido fijo, para que los cambios de personal no condicionen la calidad y rapidez de los trabajos.

Con una dedicación propia no excesiva, pueden detectarse algunas mejoras, sin inversión, relacionadas con la gestión del alumbrado, la planificación y el mantenimiento. En este aspecto hay que resaltar la gran importancia que puede tener una campaña de concienciación, ya que se estima que es posible ahorrar en gastos de iluminación hasta un 15% simplemente con un adecuado comportamiento del personal.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Aprovechar la luz natural. Deben vigilarse las condiciones de limpieza de las ventanas y luminarias.
- Disponer que las luces permanezcan desconectadas cuando los locales no estén ocupados.
- Limpiar frecuentemente las lámparas. Hasta en un ambiente limpio, después de seis meses sin limpieza, el rendimiento puede reducirse el 20%. Además, la acumulación de suciedad acorta la vida de la lámpara.

Como conclusiones de este apartado, se ha pretendido recoger de una forma breve, pero completa, el abanico de posibilidades que pueden barajarse en las instalaciones de iluminación de recintos interiores para conseguir la mayor eficiencia energética y ahorro de consumo posibles.

### **5.2.4 Mantenimiento de las instalaciones de alumbrado**

Así pues, habrá que prestar una exquisita atención a los siguientes métodos operativos:

#### **5.2.4.1 Previsión de operaciones programadas**

Las tareas de mantenimiento, tales como reposición de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos eléctricos, y resto de componentes de la instalación requiere una organización que, dependiendo de las condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas éstas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento.

Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, con un planning establecido, se denominan operaciones programadas.

Con estas operaciones programadas se pueden llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50 % de las operaciones casuales u ocasionales, es decir, cuando se tiene que acudir de prisa y corriendo para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

La pérdida más importante del nivel de iluminación está causada por el ensuciamiento de la luminaria en su conjunto (lámpara + sistema óptico). Es fundamental la limpieza de sus componentes ópticos como reflectores o difusores; estos últimos, si son de plástico y se encuentran deteriorados, se deberían sustituir.

Según el CTE (Código Técnico de Edificación) se debe proceder a la limpieza general de luminarias, como mínimo, 2 veces al año. Con esta periodicidad de limpieza se recupera un 20% de la iluminancia de las luminarias.

Es importante tener en cuenta que la depreciación de la iluminación después de 6 meses de la limpieza de la luminaria es del orden del 30%, y al cabo de un año casi del 40%.

El mantenimiento comprende el reemplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, así como el reemplazo temporal de elementos deteriorados o estropeados. Contribuye además a un consumo eficaz de la energía y evita costes innecesarios. Las lámparas deben reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

El reemplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable. Se emplea en instalaciones al exterior con pequeña cantidad de lámparas o para alumbrados de emergencia y seguridad.

El mantenimiento de la instalación de alumbrado debe tenerse en cuenta, ya en la etapa de diseño de la misma, debiéndose prevenir con certeza que los proyectores sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

En el exterior es a menudo difícil aproximarse a los postes de alumbrado con equipo móvil, puesto que a veces están cerrados por vallas, o rodeados por árboles y/o arbustos. En consecuencia, es recomendable que los mismos postes dispongan de medios, por ejemplo peldaños, para que los proyectores sean fácilmente accesibles y poder efectuar el necesario mantenimiento.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener cuidado en que los proyectores vayan equipados con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo. Debe verificarse también la correcta alineación de los proyectores.



#### **5.2.4.2 Frecuencia de reemplazo de los componentes**

Una de las normas más estrictas en el mantenimiento de una instalación es que se respeten las frecuencias marcadas para las operaciones programadas, pues en caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como el de que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.

#### **5.2.4.3 Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos**

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunos edificios es que al realizarse las tareas de reposición, ya sea casual o programada, se sustituyen elementos de un tipo por otros similares pero de diferentes prestaciones. Esto que es tan evidente en el color de luz de las lámparas, y que se aprecia a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, pudiendo reemplazarse elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Está claro que el cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.

#### **5.2.4.4 Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos**

A pesar de que se ha publicado recientemente la Directiva Europea RAEE para la recogida y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico, y aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a cumplir con esta Directiva permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del Medio Ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos por otros alternativos.

### 5.3 CERRAMIENTO VERTICAL

Para la mejora del cerramiento de los diferentes edificios y anexos, se propone la incorporación de un SATE.

Se entiende como sistema SATE un sistema compuesto de aislamiento por el exterior (SATE-ETICS) que se suministra como conjunto (kit) y se utiliza para el aislamiento térmico de edificios. Estos sistemas deben tener como mínimo un valor de resistencia térmica igual o superior a  $1 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , como se indica en la guía ETAG 004 y en las normas UNE-EN 13499 y 13500.

Los sistemas SATE que incorporan un aislamiento con un espesor óptimo aseguran drásticas reducciones de la energía disipada al exterior, demostrando una disminución del consumo de combustibles próximo al 30% y permiten un ahorro energético consistente y continuo (calefacción en invierno; aire acondicionado en verano).

Otras propiedades de los sistemas SATE:

- La instalación de un sistema SATE se realiza tratando de minimizar las molestias para los usuarios en el interior de sus viviendas (polvo, eliminación de escombros, simplificación de las fases de elaboración y disminución de los tiempos).
- El sistema revaloriza económicamente el inmueble, mucho más que la simple restitución de la fachada.
- Con este sistema no se reduce el espacio habitable interior de las viviendas.
- El sistema reduce el riesgo de condensaciones. Además los sistemas SATE son impermeables al agua y permeables al vapor de agua.
- Mantiene la envoltura exterior y la estructura del edificio en condiciones termohigrométricas estables, contribuyendo de manera decisiva al mantenimiento de los materiales de construcción a lo largo del tiempo e impidiendo la degradación causada por las oscilaciones de temperatura: grietas, fisuras, infiltraciones de agua, fenómenos de disgregación, manchas, mohos y la impregnación de la masa mural.
- Excluye la necesidad de eliminar el enfoscado viejo, excepto cuando existan riesgos de desprendimiento.
- Los sistemas SATE, al mejorar el aislamiento térmico en la envolvente de un edificio, permiten alcanzar los criterios de sostenibilidad.
- Los sistemas SATE se suministran de forma integral, de esta forma se asegura la compatibilidad de los componentes.

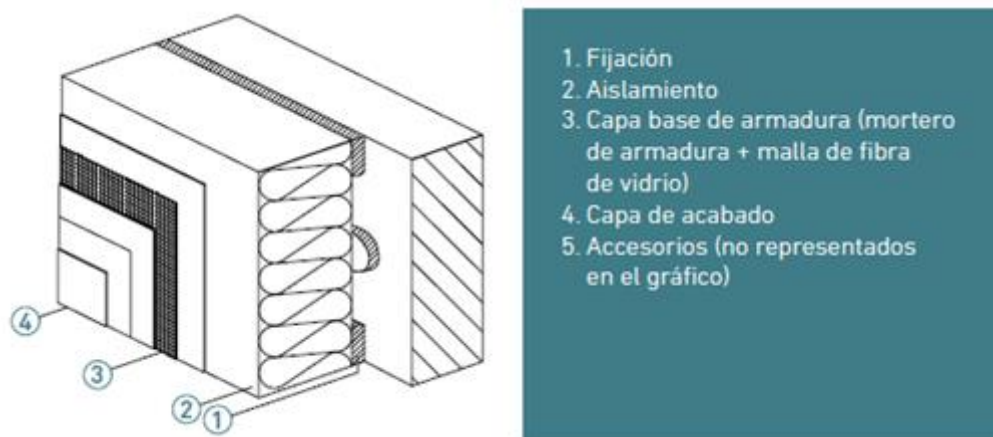


Imagen 21. Esquema básico de un sistema SATE. Fuente: IDEA.

El SATE que se propone es Weber.therm placa EPS Grafito de la casa comercial Weber Saint-Gobain o similar. En el Anexo III se incluyen las características técnicas del sistema elegido.

Con la incorporación de este sistema la transmitancia del cerramiento pasará de 1,38 W/m<sup>2</sup>.K a 0,4 W/m<sup>2</sup>-K, mejorando drásticamente el consumo de energía de las instalaciones.

Los cálculos económicos derivados de la instalación del cerramiento SATE son:

<b>Mejora de aislamiento MUROS (SATE)</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-164.832,15 €	-164.832,15 €
1	-163.523,34 €	1.308,81 €
2	-162.175,26 €	1.348,08 €
3	-160.786,75 €	1.388,52 €
4	-159.356,57 €	1.430,17 €
5	-157.883,50 €	1.473,08 €
6	-156.366,22 €	1.517,27 €
7	-154.803,44 €	1.562,79 €
8	-153.193,76 €	1.609,67 €
9	-151.535,80 €	1.657,96 €
10	-149.828,10 €	1.707,70 €
11	-148.069,17 €	1.758,93 €
12	-146.257,47 €	1.811,70 €
13	-144.391,42 €	1.866,05 €
14	-142.469,38 €	1.922,03 €
15	-140.489,69 €	1.979,69 €
16	-138.450,61 €	2.039,08 €
17	-136.350,35 €	2.100,26 €
18	-134.187,08 €	2.163,26 €
19	-131.958,92 €	2.228,16 €
20	-129.663,91 €	2.295,01 €
21	-127.300,06 €	2.363,86 €
22	-124.865,28 €	2.434,77 €
23	-122.357,47 €	2.507,82 €
24	-119.774,41 €	2.583,05 €
25	-117.113,87 €	2.660,54 €
26	-114.373,51 €	2.740,36 €
27	-111.550,94 €	2.822,57 €
28	-108.643,70 €	2.907,25 €
29	-105.649,23 €	2.994,46 €
30	-102.564,93 €	3.084,30 €

<b>Incremento anual de coste de energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (60 años)</b>	1%
<b>VAN</b>	44.975,87 €
<b>PR</b>	52,91 Años

31	-99.388,11 €	3.176,83 €
32	-96.115,97 €	3.272,13 €
33	-92.745,68 €	3.370,30 €
34	-89.274,27 €	3.471,40 €
35	-85.698,73 €	3.575,55 €
36	-82.015,91 €	3.682,81 €
37	-78.222,62 €	3.793,30 €
38	-74.315,52 €	3.907,10 €
39	-70.291,21 €	4.024,31 €
40	-66.146,17 €	4.145,04 €
41	-61.876,78 €	4.269,39 €
42	-57.479,31 €	4.397,47 €
43	-52.949,91 €	4.529,40 €
44	-48.284,63 €	4.665,28 €
45	-43.479,40 €	4.805,24 €
46	-38.530,00 €	4.949,39 €
47	-33.432,13 €	5.097,88 €
48	-28.181,32 €	5.250,81 €
49	-22.772,98 €	5.408,34 €
50	-17.202,40 €	5.570,59 €
51	-11.464,69 €	5.737,70 €
52	-5.554,86 €	5.909,83 €
53	532,27 €	6.087,13 €
54	6.802,01 €	6.269,74 €
55	13.259,85 €	6.457,84 €
56	19.911,42 €	6.651,57 €
57	26.762,54 €	6.851,12 €
58	33.819,19 €	7.056,65 €
59	41.087,54 €	7.268,35 €
60	48.573,94 €	7.486,40 €

Tabla 27. Análisis económica instalación SATE

**Ahorro energético: 26.176 kWh/año**

**Ahorro energético: 2,03 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 4,75 tCO<sub>2</sub>/año**

Esta mejora supone un ahorro energético en torno al 50 % de la demanda de calefacción y mejorando en dos letras la calificación, pasando de una E a una C y reduciendo las emisiones a 23,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

## 5.4 CARPINTERÍA HUECOS

Se propone la sustitución de las ventanas de todo el centro por carpintería exterior corredera de aluminio anodizado tipo COR-4200 Cortizo o similar, con rotura de puente térmico. En el Anexo III se incluyen las características técnicas del sistema elegido.

Se propone la sustitución de las puertas de todo el centro por carpintería exterior abisagrada de aluminio anodizado, sistema tipo Puerta Millenium Plus Cortizo o similar, con rotura de puente térmico. En el Anexo III se incluyen las características técnicas del sistema elegido.

Se propone la sustitución de vidrios de puertas y ventanas por doble acristalamiento Climalit de espesor total de 24 mm, formado por un vidrio bajo emisivo e incoloro de 4 mm, cámara de aire de 14 mm y vidrio laminado acústico y de seguridad de 6mm (3+3).

El cambio de carpintería y vidrios, además de la reducción de emisiones energéticas tiene una serie de ventajas:

- Mayor atenuación acústica.
- Reducción de condensaciones en el interior de las ventanas.
- Aumento del confort y la temperatura en la cercanía de las ventanas.
- Minimizar las pérdidas térmicas hacia el exterior.



Imagen 22 Carpintería Cortizo 4200 y carpintería Cortizo Millenium Plus



Los cálculos económicos derivados de la sustitución de la carpintería son:

<b>Mejora de aislamiento HUECOS</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-159.584,47 €	-159.584,47 €
1	-159.460,65 €	123,82 €
2	-159.333,11 €	127,54 €
3	-159.201,75 €	131,36 €
4	-159.066,45 €	135,30 €
5	-158.927,09 €	139,36 €
6	-158.783,54 €	143,54 €
7	-158.635,70 €	147,85 €
8	-158.483,41 €	152,28 €
9	-158.326,56 €	156,85 €
10	-158.165,00 €	161,56 €
11	-157.998,60 €	166,41 €
12	-157.827,20 €	171,40 €
13	-157.650,66 €	176,54 €
14	-157.468,82 €	181,84 €
15	-157.281,53 €	187,29 €
16	-157.088,62 €	192,91 €
17	-156.889,93 €	198,70 €
18	-156.685,27 €	204,66 €
19	-156.474,47 €	210,80 €
20	-156.257,35 €	217,12 €
21	-156.033,72 €	223,63 €
22	-155.803,37 €	230,34 €
23	-155.566,12 €	237,25 €
24	-155.321,75 €	244,37 €
25	-155.070,04 €	251,70 €
26	-154.810,79 €	259,25 €
27	-154.543,76 €	267,03 €
28	-154.268,72 €	275,04 €
29	-153.985,42 €	283,29 €
30	-153.693,63 €	291,79 €

<b>Incremento anual de coste de energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (50 años)</b>	-6%
<b>VAN</b>	<b>-134.831,33 €</b>
<b>PR</b>	1289 Años

31	-153.393,08 €	300,55 €
32	-153.083,52 €	309,56 €
33	-152.764,67 €	318,85 €
34	-152.436,26 €	328,42 €
35	-152.097,99 €	338,27 €
36	-151.749,57 €	348,42 €
37	-151.390,71 €	358,87 €
38	-151.021,07 €	369,63 €
39	-150.640,35 €	380,72 €
40	-150.248,20 €	392,14 €
41	-149.844,29 €	403,91 €
42	-149.428,27 €	416,03 €
43	-148.999,76 €	428,51 €
44	-148.558,40 €	441,36 €
45	-148.103,80 €	454,60 €
46	-147.635,55 €	468,24 €
47	-147.153,27 €	482,29 €
48	-146.656,51 €	496,76 €
49	-146.144,85 €	511,66 €
50	-145.617,84 €	527,01 €

Tabla 28. Análisis económica sustitución carpintería

**Ahorro energético: 2.476 kWh/año**

**Ahorro energético: 0,19 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 0,45 tCO<sub>2</sub>/año**

Esta mejora supone un ahorro energético en torno al 4,6 % de la demanda de calefacción y reduciendo a 38,7 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

El elevado coste de implantación de dicha medida frente a los ahorros energéticos conseguidos desaconseja su implantación frente a medidas más eficientes térmica y económicamente como el aislamiento de los muros con sistema SATE.

## 5.5 CALEFACCIÓN

### 5.5.1 Generación

Actualmente el centro tiene un sistema de calefacción compuesto por una caldera de gasóleo C.

Se ha propuesto la sustitución de dicha caldera, no solo por su obsolescencia, sino también porque dispone de un mal aislamiento y la mala combustión del quemador.

Se proponen dos opciones de sustitución.

- Sustitución por una caldera de Gas Natural de condensación
- Sustitución por una caldera de BIOMASA.

Ambas sustituciones conllevan sus respectivos trabajos asociados, como, conexión a la red de Gas Natural en el caso de la caldera de Gas Natural o conexión de la caldera a la red de distribución en el caso de la caldera de Biomasa.

#### 5.5.1.1 *Caldera y calentador Gas Natural*

Se propone la sustitución de la actual caldera por una caldera de Gas Natural de condensación de la marca BAXI ROCA modelo SGB 215 de potencia calorífica de 230 kW y rendimiento de 107 % o similar. En el Anexo III se incluyen las características técnicas del sistema elegido.

El equipo propuesto para la sustitución del actual calentador es un equipo marca BAXI modelo PLATINUM MAX PLUS 24F o similar, que tanto se puede usar con Gas Natural como con propano. En el Anexo III se incluyen las características técnicas del sistema elegido.

Se ha propuesto este equipo por su forma compacta y su fácil instalación ya que para la conexión se usan las mismas que la caldera saliente debido a que irá ubicada en el mismo lugar, solo requiere dimensionar una instalación de conexión a la red de Gas Natural desde el punto más cercano.

Se propone la actualización de los chicle de los fogones y marmita para la adaptación al Gas Natural aprovechando la instalación de la conexión de la caldera y del calentador y de esa forma solo depender de un combustible.



		SGB 215
Potencia útil 80/60 °C	kW	210,1
Potencia útil 50/30 °C	kW	229,6
Rendimiento útil (1) con carga 100%	%	106,8
Rendimiento útil (1) con carga 30%	%	106,9
Rendimiento útil (2) con carga 100%	%	97,7
Peso neto aproximado	kg	285
Longitud máx. evacuación (3)	m	60
Capacidad agua	l	38
Presión máxima de trabajo	bar	6
Tipo de gas (4)		GN/GP

Tabla 29. Características técnicas caldera Baxi SGB215.



<b>Platinum MAX Plus</b>	<b>24/24 F</b>
Potencia máxima en agua caliente (ACS) (kW)	24
Potencia máxima en calefacción (kW)	20
Clase de eficiencia en calefacción	A
Clase de eficiencia en ACS / Perfil de demanda	A/XL
Producción ACS $\Delta T=25^{\circ}\text{C}$ (l/min)	13,8

Imagen 23. Características de ACS Baxi Platinum Max Plus

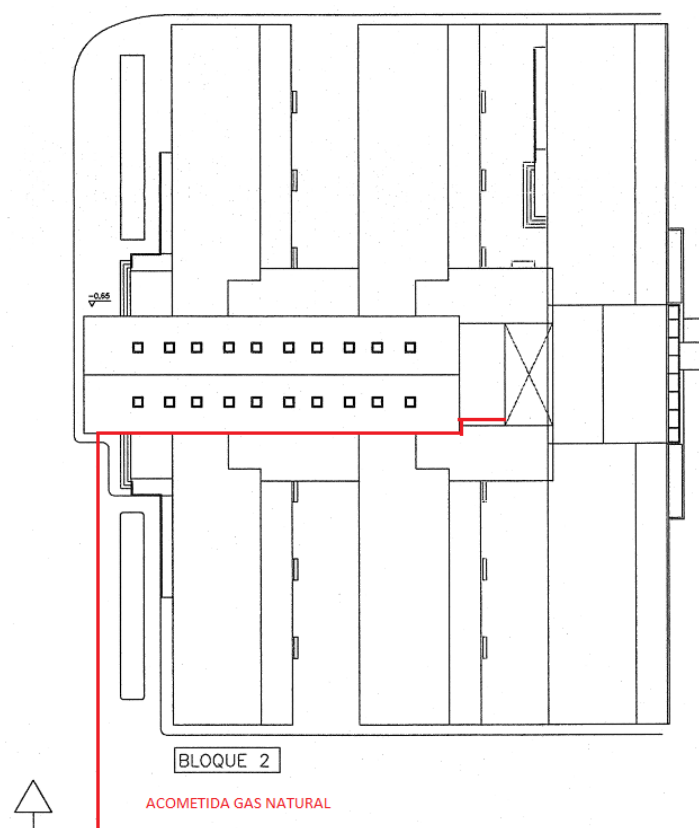


Imagen 24. Plano acometida Gas Natural

El coste de sustitución de la caldera actual por la caldera de condensación de Gas Natural y la sustitución del calentador actual por el calentador de condensación de Gas Natural, a lo que hay que sumarle el coste de la actualización de los equipos de restauración y la instalación de la acometida y conexionado del Gas Natural, se ha calculado en 48.541,50 €.

El rendimiento de la caldera de gasóleo actual se ha estimado en un 87% sobre el PCI, por lo cual, acorde con la demanda de combustible anual, se calcula que la demanda térmica a cubrir es de 47.410 kWh/año.

Teniendo en cuenta el aumento del rendimiento de la nueva caldera y del calentador. El nuevo rendimiento de la caldera se situaría en un 107 % y el del calentador en un 105 %, el consumo de GN previsto para la nueva instalación, con una temperatura de impulsión a 65°C, es de 44.392 kWh/año para la caldera y 5.169 kWh/año para el calentador, consiguiendo una reducción en la demanda de energía de 11.255,9 kWh/año para ambas.

El ahorro económico es de 1.742,07 € en combustible, que se debe a la variación de precio que hay entre el gasóleo y el Gas Natural y al aumento de rendimiento de la caldera y del calentador.

Realizando el análisis económico:

<b>Sustitución de calderas a Gas Natural</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-48.541,50 €	-48.541,50 €
1	-46.799,42 €	1.742,07 €
2	-45.005,09 €	1.794,33 €
3	-43.156,93 €	1.848,16 €
4	-41.253,32 €	1.903,61 €
5	-39.292,60 €	1.960,72 €
6	-37.273,06 €	2.019,54 €
7	-35.192,94 €	2.080,12 €
8	-33.050,41 €	2.142,53 €
9	-30.843,60 €	2.206,80 €
10	-28.570,60 €	2.273,01 €
11	-26.229,40 €	2.341,20 €
12	-23.817,96 €	2.411,43 €
13	-21.334,18 €	2.483,78 €
14	-18.775,89 €	2.558,29 €
15	-16.140,85 €	2.635,04 €
16	-13.426,76 €	2.714,09 €
17	-10.631,25 €	2.795,51 €
18	-7.751,87 €	2.879,38 €
19	-4.786,11 €	2.965,76 €
20	-1.731,37 €	3.054,73 €
21	1.415,00 €	3.146,38 €
22	4.655,77 €	3.240,77 €
23	7.993,76 €	3.337,99 €
24	11.431,89 €	3.438,13 €
25	14.973,16 €	3.541,27 €

<b>Incremento anual de coste de energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (25 años)</b>	2%
<b>VAN</b>	13.864,04 €
<b>PR</b>	20,77 Años

Tabla 30. Análisis económico sustitución caldera de gasóleo por GN

**Ahorro energético: 11.255,9 kWh/año**

**Ahorro energético: 0,97 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 4,43 tCO<sub>2</sub>/año**

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se corresponden con:

- Reducción de la demanda energética por la instalación
- Cambio de combustible a GN



### 5.5.2 Recomendaciones generales

Para evitar que la acción del paso del tiempo llegue a afectar al funcionamiento correcto de las instalaciones hasta hacerlas antieconómicas en su explotación, están definidas con carácter general, una serie de operaciones, pautas o procedimientos, que serán de aplicación en la mayoría de los casos; no deben olvidarse, sin embargo, posibles peculiaridades de cada instalación, que puedan requerir actuaciones diferenciadas.

Las operaciones de mantenimiento deben sistematizarse con una periodicidad previamente establecida según el tipo de instalación y los medios disponibles, y han de requerir el menor tiempo posible de actuación.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda el purgar todo el sistema de distribución antes de la época invernal para evitar bolsas de aire dentro del circuito.
- Se recomienda eliminar todas las capas de pintura excedentes en los radiadores para mejorar la conductividad de los mismos.

Como conclusiones de este apartado, se ha pretendido recoger de una forma breve, pero completa, el abanico de posibilidades que pueden barajarse en las instalaciones de iluminación de recintos interiores para conseguir la mayor eficiencia energética y ahorro de consumo posibles.

## 5.6 ACS

Actualmente, se dispone de 2 sistemas diferentes de ACS, uno de ellos con sistema mediante acumulación con calentamiento por efecto joule y otro mediante calentador de propano, destinados a la cocina.



Imagen 25. Sistema de producción y almacenamiento de ACS

En el sistema de producción de ACS mediante termo eléctrico, se observa que su funcionamiento es normal y no se recomienda su sustitución.

Se recomienda la sustitución del calentador de propano debido a deficiencias en el quemador y a su obsolescencia.

El equipo propuesto para su sustitución es un equipo marca BAXI modelo PLATINUM MAX PLUS 24F o similar, que tanto se puede usar con Gas Natural como con propano. En caso de no realizar el cambio de combustible a gas natural, se recomienda el cambio del equipo productor de ACS de cocina por el siguiente equipo de condensación de propano:



Platinum MAX Plus	24/24 F
Potencia máxima en agua caliente (ACS) (kW)	24
Potencia máxima en calefacción (kW)	20
Clase de eficiencia en calefacción	A
Clase de eficiencia en ACS / Perfil de demanda	A/XL
Producción ACS $\Delta T=25^{\circ}\text{C}$ (l/min)	13,8

Imagen 26. Características de ACS Baxi Platinum Max Plus

El coste de sustitución del calentador actual de propano se ha calculado en 2.182,00 €, contando tanto el coste del equipo como la instalación del calentador.

El rendimiento del calentador de propano actual se ha estimado en un 84% sobre el PCI, y la demanda térmica a cubrir es de 5.448 kWh/año, por lo cual su consumo es de 6.509 kWh/año.

En caso de no realizar el cambio de los equipos actuales a equipos de Gas Natural, se recomienda la sustitución del calentador por uno de condensación.

Teniendo en cuenta el aumento del rendimiento del nuevo calentador, el consumo de propano previsto para la nueva instalación, con una temperatura de impulsión a  $65^{\circ}\text{C}$ , con lo cual el rendimiento del nuevo calentador se situaría en un 105%, el consumo previsto es de 5.169 kWh/año, consiguiendo una reducción en la demanda de energía de 1.340 kWh/año.

En este caso su ahorro económico es de 93,71 €/año, ya que solo se sustituye el calentador, dejando la misma fuente de combustible.

Realizando el análisis económico:

<b>Sustitución de Calentador condensación a Propano</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-2.882,00 €	-2.882,00 €
1	-2.788,29 €	93,71 €
2	-2.691,78 €	96,52 €
3	-2.592,36 €	99,41 €
4	-2.489,97 €	102,40 €
5	-2.384,50 €	105,47 €
6	-2.275,87 €	108,63 €
7	-2.163,98 €	111,89 €
8	-2.048,73 €	115,25 €
9	-1.930,03 €	118,70 €
10	-1.807,76 €	122,27 €
11	-1.681,83 €	125,93 €
12	-1.552,12 €	129,71 €
13	-1.418,52 €	133,60 €
14	-1.280,91 €	137,61 €
15	-1.139,17 €	141,74 €
16	-993,18 €	145,99 €
17	-842,81 €	150,37 €
18	-687,93 €	154,88 €
19	-528,40 €	159,53 €
20	-364,08 €	164,31 €

<b>Incremento anual de coste de energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (20 años)</b>	-1%
<b>VAN</b>	<b>-337,11 €</b>
<b>PR</b>	22,22 Años

Tabla 31. Análisis económico sustitución calentador de propano por propano

**Ahorro energético: 1.340 kWh/año**

**Ahorro energético: 0,12 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 0,31 tCO<sub>2</sub>/año**

Esta medida no supone un gran ahorro económico, ya que solo se mejora el rendimiento del calentador, manteniendo el mismo combustible de suministro, por eso se aconseja hacer la sustitución por Gas Natural.

## 5.7 CONSUMO DE AGUA

La mejora en el sistema de agua solo se llevará a cabo mediante sustitución de los pulsadores de los lavabos, urinarios y retretes.

Se sustituirán los pulsadores actuales por pulsadores de bajo caudal y con una optimización del tiempo de pulso de agua. La marca usada es PRESTO modelos 12 ECO para los urinarios 1000 C ECO para los retretes y 605 ECO para los lavabos o similares.



Imagen 27. Presto 12 ECO.

Se sustituirán los 21 urinarios y retretes, y los 25 lavabos, el coste unitario de cada modelo son, para los modelo Presto 12 ECO y Presto 605 ECO son 70 €, mientras que para los modelo Presto 1000 C ECO son 110 €.

Esto supone un desembolso de **5.530 €** para todo el centro y una disminución de caudal de agua a **558,5 m<sup>3</sup>/ año** o **62 m<sup>3</sup>/mes** con un ahorro económico de **1.213 €/año** en consumo de agua.

	REDUCCIÓN CAUDAL		
	Urinarios	Lavabos	Retretes
<b>Unidades</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>21</b>
<b>Uso(voces/día y persona)</b>	0,5	0,5	1
<b>Nº personas</b>	482,5	482,5	482,5
<b>Nº litros/uso</b>	0,17	0,42	6,00
<b>Días/año</b>	184	184	184
<b>CONSUMO ANUAL (l)</b>	7.398	18.496	532.680
<b>TOTAL</b>	<b>558.574</b>	<b>62,06</b>	<b>m3/mes</b>

<b>Coste sustitución</b>	1.470,00 €	1.750,00 €	2.310,00 €
<b>Ahorro agua (m3/año)</b>	81,38	14,80	207,15
<b>Ahorro económico (€/año)</b>	<b>325,53 €</b>	<b>59,19 €</b>	<b>828,61 €</b>
<b>PR (Años)</b>	<b>4,52</b>	<b>29,57</b>	<b>2,79</b>
<b>AHORRO ANUAL</b>	<b>1.213,33 €</b>		

Tabla 32. Reducción de caudal y ahorro económico

## 5.8 Implantación De Energías Renovables

### 5.8.1 Biomasa

Se propone la sustitución de la actual caldera por una caldera de Biomasa de la marca HERZ modelo BIOMATIC 250 de potencia calorífica de 250 kW y rendimiento de 93 % o similar.

El equipo propuesto se ubicará en la parte norte del edificio, de forma cómoda para la descarga de mercancía desde el transporte. Se llevará a cabo una instalación tanto eléctrica como de agua desde su ubicación hasta la actual sala de caldera, donde se conectará a la instalación ya existente de distribución.



Imagen 28. Caldera Herz Biomatic 250 y caseta prefabricada.

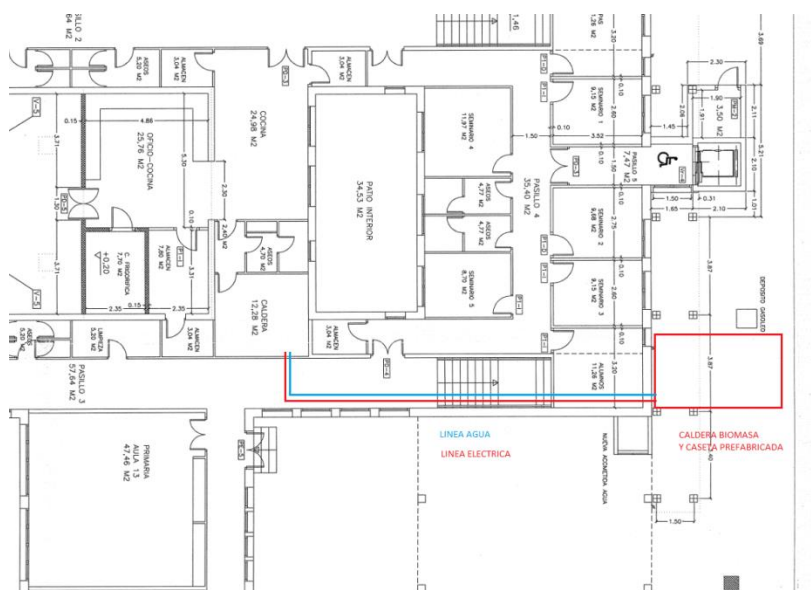


Imagen 29. Plano ubicación caldera y conexiones.

El coste de sustitución de la caldera actual por la caldera de Biomasa, la instalación de una caseta prefabricada y toda la conexión de agua como eléctrica, se ha calculado en 126.019,23 €.

El rendimiento de la caldera de gasóleo actual se ha estimado en un 87% sobre el PCI, por lo cual, acorde con la demanda de combustible anual, se calcula que la demanda térmica a cubrir es de 47.410 kWh/año.

Teniendo en cuenta el aumento del rendimiento de la nueva caldera, el consumo de GN previsto para la nueva instalación, con una temperatura de impulsión a 65°C, con lo cual el rendimiento de la nueva caldera se situaría en un 93%, el consumo previsto es de 50.979 kWh/año, consiguiendo una reducción en la demanda de energía de 1.899 kWh/año.

Realizando el análisis económico:

<b>Sustitución de calderas a Biomasa</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-126.019,23 €	-126.019,23 €
1	-124.119,51 €	1.899,71 €
2	-122.162,81 €	1.956,70 €
3	-120.147,41 €	2.015,40 €
4	-118.071,54 €	2.075,87 €
5	-115.933,40 €	2.138,14 €
6	-113.731,11 €	2.202,29 €
7	-111.462,76 €	2.268,35 €
8	-109.126,35 €	2.336,41 €
9	-106.719,86 €	2.406,50 €
10	-104.241,16 €	2.478,69 €
11	-101.688,11 €	2.553,05 €
12	-99.058,47 €	2.629,64 €
13	-96.349,93 €	2.708,53 €
14	-93.560,14 €	2.789,79 €
15	-90.686,66 €	2.873,48 €
16	-87.726,97 €	2.959,69 €
17	-84.678,49 €	3.048,48 €
18	-81.538,56 €	3.139,93 €
19	-78.304,43 €	3.234,13 €
20	-74.973,27 €	3.331,16 €
21	-71.542,18 €	3.431,09 €
22	-68.008,16 €	3.534,02 €
23	-64.368,11 €	3.640,04 €
24	-60.618,87 €	3.749,24 €
25	-56.757,15 €	3.861,72 €

<b>Incremento anual de coste de energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (25 años)</b>	-4%
<b>VAN</b>	-52.552,91 €
<b>PR</b>	39,70 Años

Tabla 33. Análisis económico sustitución caldera de gasóleo por Biomasa



**Ahorro energético: 1.899 kWh/año**

**Ahorro energético: 0,29 TEP/año**

**Emissiones evitadas: 14,28 tCO<sub>2</sub>/año**

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> tan drásticas se corresponden con:

- Reducción de la demanda energética por la instalación
- Cambio de combustible a Biomasa, ya que se considera que la Biomasa no emite CO<sub>2</sub>.

## 5.9 MEJORAS CONJUNTAS

En este apartado se estudia el resultado de aplicar diferentes mejoras conjuntas para reducir la energía primaria consumida en un 20 % como mínimo y mejorar en dos letras el certificado energético.

### 5.9.1 Iluminación, cerramiento vertical y calefacción por GN

Se estudia la repercusión de la sustitución de luminarias, sustitución de la caldera por una caldera de Gas Natural, sustitución del calentador por una de Gas Natural e instalando un sistema aislante denominado SATE.

- Iluminación

Se recomienda la sustitución de las actuales luminarias por luminarias LED adosables a la cubierta.

- Cerramiento vertical

Se recomienda la instalación de un cerramiento vertical aislante denominado SATE.

- Calefacción

Se recomienda la sustitución de la caldera de gasóleo por una caldera de Gas Natural y aprovechando la instalación de Gas Natural, se recomienda sustituir el calentador por un de Gas Natural y actualizar los chiles de los fogones y marmita para el Gas Natural.

Estas sustituciones están desarrolladas y explicadas en apartados anteriores, en este apartado solo nos centraremos en los resultados de la mejora conjunta.

Aplicando estas tres mejoras en el centro, el ahorro energético será de **28.520 kWh/año**, y reduciendo el consumo de energía primaria no renovable de **163,3 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** a **72,52 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**, siendo una mejora sustancial del **55,6 %** y mejorando en tres letras el certificado del centro.

Realizando el análisis económico:

<b>Mejora conjunta: iluminación, SATE, caldera Gas Natural</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-255.279,33 €	-255.279,33 €
1	-254.089,99 €	1.189,34 €
2	-252.864,97 €	1.225,02 €
3	-251.603,20 €	1.261,77 €
4	-250.303,58 €	1.299,62 €
5	-248.964,97 €	1.338,61 €
6	-247.586,20 €	1.378,77 €
7	-246.166,07 €	1.420,13 €
8	-244.703,33 €	1.462,74 €
9	-243.196,71 €	1.506,62 €
10	-241.644,89 €	1.551,82 €
11	-240.046,52 €	1.598,37 €
12	-238.400,20 €	1.646,32 €
13	-236.704,48 €	1.695,71 €
14	-234.957,90 €	1.746,58 €
15	-233.158,92 €	1.798,98 €
16	-231.305,96 €	1.852,95 €
17	-229.397,42 €	1.908,54 €
18	-227.431,63 €	1.965,80 €
19	-225.406,86 €	2.024,77 €
20	-223.321,34 €	2.085,51 €
21	-221.173,27 €	2.148,08 €
22	-218.960,75 €	2.212,52 €
23	-216.681,85 €	2.278,90 €
24	-214.334,59 €	2.347,26 €
25	-211.916,90 €	2.417,68 €
26	-209.426,69 €	2.490,21 €
27	-206.861,77 €	2.564,92 €
28	-204.219,91 €	2.641,87 €
29	-201.498,79 €	2.721,12 €
30	-198.696,03 €	2.802,76 €
31	-195.809,19 €	2.886,84 €
32	-192.835,75 €	2.973,44 €
33	-189.773,10 €	3.062,65 €
34	-186.618,58 €	3.154,53 €
35	-183.369,42 €	3.249,16 €
36	-180.022,78 €	3.346,64 €
37	-176.575,74 €	3.447,04 €
38	-173.025,30 €	3.550,45 €
39	-169.368,34 €	3.656,96 €
40	-165.601,67 €	3.766,67 €

<b>Incremento anual de coste energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (70 años)</b>	0%
<b>VAN</b>	17.569,63 €
<b>PR</b>	67,89 Años

41	-161.722,00 €	3.879,67 €
42	-157.725,94 €	3.996,06 €
43	-153.610,00 €	4.115,94 €
44	-149.370,58 €	4.239,42 €
45	-145.003,98 €	4.366,60 €
46	-140.506,38 €	4.497,60 €
47	-135.873,85 €	4.632,53 €
48	-131.102,35 €	4.771,50 €
49	-126.187,70 €	4.914,65 €
50	-121.125,61 €	5.062,09 €
51	-115.911,66 €	5.213,95 €
52	-110.541,29 €	5.370,37 €
53	-105.009,81 €	5.531,48 €
54	-99.312,39 €	5.697,42 €
55	-93.444,04 €	5.868,35 €
56	-87.399,64 €	6.044,40 €
57	-81.173,91 €	6.225,73 €
58	-74.761,41 €	6.412,50 €
59	-68.156,53 €	6.604,88 €
60	-61.353,51 €	6.803,02 €
61	-54.346,40 €	7.007,11 €
62	-47.129,07 €	7.217,33 €
63	-39.695,22 €	7.433,85 €
64	-32.038,36 €	7.656,86 €
65	-24.151,79 €	7.886,57 €
66	-16.028,63 €	8.123,17 €
67	-7.661,77 €	8.366,86 €
68	956,10 €	8.617,87 €
69	9.832,50 €	8.876,40 €
70	18.975,20 €	9.142,69 €

Tabla 34. Análisis económico de sustitución iluminación, SATE, caldera GN.

**Ahorro energético: 28.520 kWh/año**

**Ahorro energético: 2,24 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 5,67 tCO<sub>2</sub>/año**

### 5.9.2 Iluminación, cerramiento vertical y calefacción por Biomasa

Se estudia la repercusión de la sustitución de luminarias, sustitución de la caldera por una caldera de Biomasa, sustitución del calentador por uno más eficiente e instalando un sistema aislante denominado SATE.

- Iluminación

Se recomienda la sustitución de las actuales luminarias por luminarias LED adosables a la cubierta.

- Cerramiento vertical

Se recomienda la instalación de un cerramiento vertical aislante denominado SATE.

- Calefacción

Se recomienda la sustitución de la caldera de gasóleo por una caldera de Biomasa, se recomienda sustituir el calentador por uno más eficiente.

Estas sustituciones están desarrolladas y explicadas en apartados anteriores, en este apartado solo nos centraremos en los resultados de la mejora conjunta.

Aplicando estas tres mejoras en el centro, el ahorro energético será de **28.520 kWh/año**, y reduciendo el consumo de energía primaria no renovable de **163,3 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>** a **25,6 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**, siendo una mejora sustancial del **84,3 %** y mejorando en cuatro letras el certificado del centro.

Realizando el análisis económico:

<b>Mejora conjunta: iluminación, SATE, caldera BIOMASA</b>		
<b>Año</b>	<b>Caja</b>	<b>Ahorro</b>
0	-332.757,06 €	-332.757,06 €
1	-331.567,72 €	1.189,34 €
2	-330.342,70 €	1.225,02 €
3	-329.080,93 €	1.261,77 €
4	-327.781,31 €	1.299,62 €
5	-326.442,70 €	1.338,61 €
6	-325.063,93 €	1.378,77 €
7	-323.643,79 €	1.420,13 €
8	-322.181,06 €	1.462,74 €
9	-320.674,44 €	1.506,62 €
10	-319.122,62 €	1.551,82 €
11	-317.524,25 €	1.598,37 €
12	-315.877,93 €	1.646,32 €
13	-314.182,21 €	1.695,71 €
14	-312.435,63 €	1.746,58 €
15	-310.636,65 €	1.798,98 €
16	-308.783,69 €	1.852,95 €
17	-306.875,15 €	1.908,54 €
18	-304.909,36 €	1.965,80 €
19	-302.884,59 €	2.024,77 €
20	-300.799,07 €	2.085,51 €
21	-298.651,00 €	2.148,08 €
22	-296.438,47 €	2.212,52 €
23	-294.159,58 €	2.278,90 €
24	-291.812,31 €	2.347,26 €
25	-289.394,63 €	2.417,68 €
26	-286.904,42 €	2.490,21 €
27	-284.339,50 €	2.564,92 €
28	-281.697,64 €	2.641,87 €
29	-278.976,52 €	2.721,12 €
30	-276.173,76 €	2.802,76 €
31	-273.286,92 €	2.886,84 €
32	-270.313,48 €	2.973,44 €
33	-267.250,83 €	3.062,65 €
34	-264.096,31 €	3.154,53 €
35	-260.847,14 €	3.249,16 €
36	-257.500,51 €	3.346,64 €
37	-254.053,47 €	3.447,04 €
38	-250.503,03 €	3.550,45 €
39	-246.846,07 €	3.656,96 €
40	-243.079,40 €	3.766,67 €
41	-239.199,73 €	3.879,67 €
42	-235.203,67 €	3.996,06 €
43	-231.087,73 €	4.115,94 €
44	-226.848,31 €	4.239,42 €
45	-222.481,71 €	4.366,60 €

<b>Incremento anual de coste energía</b>	3,00%
<b>i</b>	8,00%
<b>TIR (80 años)</b>	0%
<b>VAN</b>	45.789,38 €
<b>PR</b>	75,78 Años

46	-217.984,11 €	4.497,60 €
47	-213.351,58 €	4.632,53 €
48	-208.580,08 €	4.771,50 €
49	-203.665,43 €	4.914,65 €
50	-198.603,34 €	5.062,09 €
51	-193.389,39 €	5.213,95 €
52	-188.019,02 €	5.370,37 €
53	-182.487,54 €	5.531,48 €
54	-176.790,12 €	5.697,42 €
55	-170.921,77 €	5.868,35 €
56	-164.877,37 €	6.044,40 €
57	-158.651,64 €	6.225,73 €
58	-152.239,14 €	6.412,50 €
59	-145.634,26 €	6.604,88 €
60	-138.831,24 €	6.803,02 €
61	-131.824,13 €	7.007,11 €
62	-124.606,80 €	7.217,33 €
63	-117.172,95 €	7.433,85 €
64	-109.516,09 €	7.656,86 €
65	-101.629,52 €	7.886,57 €
66	-93.506,36 €	8.123,17 €
67	-85.139,50 €	8.366,86 €
68	-76.521,63 €	8.617,87 €
69	-67.645,23 €	8.876,40 €
70	-58.502,53 €	9.142,69 €
71	-49.085,56 €	9.416,97 €
72	-39.386,07 €	9.699,48 €
73	-29.395,61 €	9.990,47 €
74	-19.105,42 €	10.290,18 €
75	-8.506,54 €	10.598,89 €
76	2.410,32 €	10.916,85 €
77	13.654,68 €	11.244,36 €
78	25.236,37 €	11.581,69 €
79	37.165,51 €	11.929,14 €
80	49.452,53 €	12.287,02 €

Tabla 35. Análisis económico de sustitución iluminación, SATE, caldera Biomasa.

**Ahorro energético: 28.520 kWh/año**

**Ahorro energético: 2,24 TEP/año**

**Emisiones evitadas: 5,67 tCO<sub>2</sub>/año**



### 5.9.3 Conclusiones

Después de analizar todo los resultados de los apartados anteriores, y de realizar el estudio de viabilidad de las mejoras.

Se puede observar que la instalación de una caldera de Biomasa mejora mucho la calificación energética debido a que la biomasa es neutra en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, pero su elevado coste provoca un elevado período de retorno.

Con el cambio a Gas Natural se cumplen los objetivos de reducir en más de un 20 % la energía consumida primaria no renovable y mejorar en dos letras el certificado del centro de forma más económica. Además no solo se consigue reducir el consumo energético asociado a calefacción, sino que también se reducirían los costes asociados a la producción de ACS; así como un ahorro económico en la demanda energética de los equipos de cocina.

## **5.10 CAMBIO EN EL COMPORTAMIENTO DEL USUARIO**

### **5.10.1 Formación del personal**

No se debe olvidar que un programa de ahorro de energía sólo será positivo si mantiene el interés participativo del personal de la instalación. Si los empleados participan y colaboran en la gestión y seguimiento, este será más realista. Para mantener el interés de todo el personal, se pueden incluir los siguientes puntos entre las actividades a desarrollar por el responsable del programa:

- Publicar información relativa al ahorro energético e informar periódicamente al personal de los resultados obtenidos.
- Realización de folletos, carteles, slogans, adhesivos, formularios, concursos, encuestas, para fomentar la participación de los trabajadores.

En cuanto a la formación, es necesario elegir temas prioritarios, en función de los consumos y de las posibilidades de actuación del personal, y dedicar especial atención al personal relacionado con éstos.

### **5.10.2 Mantenimiento de las instalaciones de ofimática**

Una de las normas más eficientes en un centro, y que no supone mucho esfuerzo por parte de la administración, es la recomendación de mantener apagados los equipos informáticos fuera del horario no lectivo, ya que mantener estos equipos en stand-by supone un incremento sustancial del consumo anual de electricidad. Esta norma supondrá un ahorro energético de en torno a 51 10 kW al año, lo que supone un alto porcentaje.

Esta recomendación también viene dada para mejorar la vida útil de los aparatos eléctricos, debido que al estar apagados no aumentaremos el desgaste de los elementos electrónicos que lo conforman.

## 6 RESUMEN DEL USO DE LA ENERGÍA DEL EDIFICIO Y MEDIDAS DE AHORRO SUGERIDAS

### 6.1 LÍNEA BASE DE CONSUMO ENERGÉTICO

A continuación, se muestra la línea base de consumo energético respecto a la que se evaluarán posibles medidas de eficiencia a lo largo del tiempo.

Ha de tenerse en cuenta que al aplicar medidas de mejora en cualquiera de las áreas de estudio, será necesario recalcular los Indicadores de Desempeño Energético (IDEs) para poder establecer una nueva línea base respecto a la cual comparar mejoras futuras.

#### 6.1.1 En función de la superficie

COSTES ESPECÍFICOS				
	kWh	€	kWh/m2	€/m2
Iluminación	11.979	1.027,51 €	5,21	0,45
Ofimática	18.044	1.547,72 €	7,85	0,67
Climatización (Distribución)	375	32,20 €	0,16	0,01
Frío Industrial (Independiente)	3.788	324,94 €	1,65	0,14
Equipos restauración	10.528	903,06 €	4,58	0,39
Pequeños equipos	7.122	610,90 €	3,10	0,27
ACS	3.553	304,79 €	1,55	0,13
Propano ACS	5.448	380,96 €	2,37	0,17
Propano Restauración	10.488	733,32 €	4,56	0,32
Gasóleo (Calefacción)	54.308	2.715,38 €	23,62	1,18
<b>Total</b>	<b>126.082</b>	<b>8.580,77 €</b>	<b>54,65</b>	<b>3,73</b>

Tabla 36. IDEs, línea base de consumo energético en función de la superficie

### 6.1.2 En función del número de alumnos

COSTES ESPECÍFICOS				
	kWh	€	kWh/Nº alumnos	€/Nº alumnos
Iluminación	11.979	1.027,51 €	27,92	2,40
Ofimática	18.044	1.547,72 €	42,06	3,61
Climatización (Distribución)	375	32,20 €	0,87	0,08
Frío Industrial (Independiente)	3.788	324,94 €	8,83	0,76
Equipos restauración	10.528	903,06 €	24,54	2,11
Pequeños equipos	7.122	610,90 €	16,60	1,42
ACS	3.553	304,79 €	8,28	0,71
Propano ACS	5.448	380,96 €	12,70	0,89
Propano Restauración	10.488	733,32 €	24,45	1,71
Gasóleo (Calefacción)	54.308	2.715,38 €	126,59	6,33
<b>Total</b>	<b>126.082</b>	<b>8.580,77 €</b>	<b>292,85</b>	<b>20</b>

Tabla 37. IDEs, línea base de consumo energético en función del número de alumnos

## 7 LÍNEA DE ACTUACIÓN FUTURA

### 7.1 MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE INSTALACIONES

Actualmente la facturación de los suministros de energía es el único registro de consumo energético que se recoge.

Se propone una gestión básica mediante monitorización del consumo eléctrico del centro basada en la instalación de analizadores de redes en el cuadro eléctrico (climatización, iluminación, frío, interruptor general...) en el cuadro eléctrico.

Con estos sistemas de monitorización pueden alcanzarse **ahorros energéticos entre un 5% y un 20%** y **periodos de retorno de la inversión entre 0,7 y 1,2 años** aproximadamente, ya que permiten ventajas como:

- Detección de consumos latentes innecesarios en las instalaciones (iluminación, climatización, etc.).
- Establecimiento de perfiles de consumo energético para comprobar si se está consumiendo más de lo previsto.
- Ajustar el consumo a los períodos del día en que las tarifas son más económicas (horas fuera de punta).
- Descubrir rendimientos por debajo de lo previsto en los equipos consumidores de climatización, debido a su envejecimiento o por un mal mantenimiento.
- Se convierte en una herramienta para efectuar mantenimiento preventivo, al detectar posibles problemas en equipos consumidores, antes de una avería.
- Informa de los consumos de energía reactiva, pudiendo actuar en la reducción del factor de potencia.
- Desarrollar políticas de uso eficiente de la energía por parte de los empleados.
- Comparar el consumo del sistema de climatización con la evolución de las temperaturas.
- Programar encendidos y apagados de los sistemas consumidores en función de los horarios y su actividad.
- Programar el rango de temperaturas (máximas y mínimas) para el sistema de climatización.
- Mejorar su imagen de compromiso y responsabilidad con el medio ambiente.
- Verificar la eficiencia energética de forma continua y controlar posibles desviaciones, lo que facilita la implantación de la ISO 50001.



**Imagen 30. Analizador y concentrador de redes**

Los sistemas de monitorización envían los datos de consumo medido a un servidor web desde el cual, el responsable energético del centro puede observar, en tiempo real, el consumo efectuado en el mismo. Para ello, estos sistemas se conectan a internet mediante un cable RJ-45 a través del servidor del centro o mediante una conexión inalámbrica 3G.

## 9 CONCLUSIONES FINALES

- La instalación de iluminación eficiente mejoraría el consumo energético de la instalación, y la calidad lumínica de la instalación actual
- La mejora de la instalación de calefacción puede reducir el consumo entre un 3% y un 8%.
- La sustitución de los huecos, ventanas y puertas, ahorraría un 2% del consumo energético.
- La instalación de un SATE ahorraría un 21% del consumo energético.
- **La propuesta de mejora conjunta elegida en función de los cálculos mostrados es la combinación de la siguientes medidas:**
  - o Sustitución de combustibles por Gas Natural:
    - Caldera calefacción
    - Calentador ACS
    - Equipos de cocina
  - o Instalación de aislamiento térmico en los muros del edificio
    - Sistema SATE
  - o Sustitución de las luminarias actuales:
    - Luminarias adosables
- Ciertas medidas propuestas arrojan unos períodos de retorno muy elevados. Es debido a que el ahorro económico no es muy significativo, como por ejemplo el caso de la iluminación, medida en la que hay que instalar más potencia para cumplir con la normativa vigente UNE-12464.1 Iluminación en interiores..
- Los cálculos y medidas realizados para la realización de este informe se basan en mediciones reales de las instalaciones y respecto a las condiciones climáticas del último año.
- Los cálculos de costes referidos para el cálculo del período de retorno de inversión son estimados según conocimientos adquiridos en instalaciones similares previamente adecuadas a la instalación objeto de análisis y, en ningún caso, suponen una propuesta económica formal.



## 10 ANEXO I: RD 56/2016

### ANEXO I del RD 56/2016

#### Modelo de comunicación relativa a la realización de una auditoría energética

D. ...., mayor de edad, con documento nacional de identidad número ....., en función de ..... del CPI Santa Lucía de Moraña, CIF:., con domicilio social en ....., teléfono de contacto ....., y correo electrónico .....

Declaro bajo mi responsabilidad, a efectos de cumplir lo establecido en el Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, que D. Daniel Prieto Renda, auditor cualificado, ha realizado para la empresa Consellería de Cultura, Educación e ordenación Universitaria, con fecha diciembre de 2017 una auditoría energética en sus instalaciones del CPI Santa Lucía ubicado en Rúa 7, nº 34, 36660 de Moraña, Pontevedra, y que la auditoría realizada:

a) Cumple todos los requisitos establecidos en el artículo 3 del Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero.

b) Que refleja la siguiente información:

- a. Ahorro energético estimado 41.738 kWh
- b. Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas (tCO<sub>2e</sub>): 3,35 ton.
- c. Inversión estimada para acometer las mejoras señaladas en la auditoría 525.116,18 €
- d. Consumo energético (kWh/año) 126.082 kWh/año
- e. Periodo de retorno de la inversión 158 años

c) Que se dispone de la documentación que acredita el cumplimiento de los citados requisitos, y que se compromete a conservarlos y ponerlos a disposición de la autoridad competente, para su inspección de acuerdo con el artículo 5 del Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone parcialmente la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos, promoción de la eficiencia del suministro de energía.

En \_\_\_\_\_ a, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_

Firma

## 11 ANEXO II: PRESUPUESTO

### 11.1 SATE

Descripción	€/U	SATE	
		Nº U	Total (€)
<b>TRABAJOS PREVIOS</b>			
ANDAMIO TUBULAR (Alquiler; Montaje-Desmontaje)	5,50 €	1396	7.675,75 €
ANDAMIO MÓVIL			- €
LONA (MONTAJE-DESMONTAJE)	1,98 €	1396	2.763,27 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>10.439,01 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>10.439,01 €</b>
<b>DEMOLICIONES</b>			
SANEADO SUPERFICIES (limpieza con agua a presión)	11,44 €	1396	15.965,55 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>15.965,55 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>15.965,55 €</b>
<b>SATE</b>			
Sistema ETICS "WEBER therm.etics EPS Grafito 80" o similar SATE de fachada existente.	72,10 €	1396	100.622,04 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>100.622,04 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>100.622,04 €</b>
<b>GESTION RESIDUOS</b>			
CLASIFICACION RESIDUOS <MN-OBRA>	9,03 €	0,0056	0,05 €
TRANSPORTE VERTEDERO d<20 km.	6,52 €		- €
DEPOSICION residuos <170402>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170904>	8,25 €	0,4829	3,98 €
DEPOSICION residuos <170604>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170203>	8,25 €	0,067	0,55 €
DEPOSICION residuos <170405>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170407>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170411>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170202>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170201>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €	0,6936	5,72 €
DEPOSICION residuos <150101>	8,25 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>10,31 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>10,31 €</b>

<b>SEGURIDAD-SALUD LABORAL</b>			
<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>			
ACOMETIDA ELECTRICA 4x4mm2	4,69 €	20	93,80 €
ALQUILER CASETA OFICINA 4.00x2.2	94,99 €	4	379,96 €
ALQUILER CASETA VESTUARIO 4.64x2.45	94,73 €	4	378,92 €
ALQUILER CASETA ASEO (químico)	100,37 €	4	401,48 €
TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL	26,66 €	11	293,26 €
ESPEJO (vestuarios-aseos)	13,28 €	1	13,28 €
BANCO MADERA (5 personas)	44,91 €	2	89,82 €
JABONERA INDUSTRIAL 1l.	9,72 €	1	9,72 €
PORTARROLLOS (con cerradura)	11,00 €	1	11,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>1.671,24 €</b>
<b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>			
CUADRO GENERAL OBRA P<15Kw.	133,64 €	1	133,64 €
LIMPIEZA+DESINFECCIÓN (coste mensual)	103,00 €	4	412,00 €
EXTINTOR POLVO ABC 6kg.	47,01 €	3	141,03 €
SELLADO BIOLOGICO HUECOS	2,87 €	184,44	529,34 €
EQUIPO ARNES DORSAL (+cinturón)	35,46 €	2	70,92 €
ROLLO NYLON 14 mm./20m.+ MOSQUETÓN	10,73 €	2	21,46 €
DISPOSITIVO ANTICAIDAS DESLIZANTE ARNÉS	13,36 €	2	26,72 €
ALQUILER VALLA ENREJADOS	4,10 €	192,3	788,43 €
PASADIZO PROTECCIÓN	105,30 €	2	210,60 €
PASARELA TRABAJOS en CUBIERTAS	3,96 €	38	150,48 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>2.484,62 €</b>
<b>EPIs</b>			
CASCO SEGURIDAD	2,58 €	15	38,70 €
GAFAS CONTRA-IMPACTOS	3,27 €	4	13,08 €
SEMI-MASCARA anti-POLVO 1xfiltro	8,50 €	7	59,50 €
FILTRO RECAMBIO (mascarilla)	0,39 €	7	2,73 €
MONO TRABAJO poliester-algodón	13,39 €	11	147,29 €
TRAJE IMPERMEABLE	11,54 €	4	46,16 €
FAJA PROTECCION LUMBAR	2,88 €	1	2,88 €
CHALECO OBRAS REFLECTANTE	0,74 €	2	1,48 €
PAR GUANTES GOMA-LATEX ANTICORTE	1,29 €	4	5,16 €
PAR GUANTES USO GENERAL SERRAJE	1,46 €	6	8,76 €
PAR GUANTES SOLDADOR	1,02 €	2	2,04 €
PAR BOTAS ALTAS AGUA (negras)	24,96 €	3	74,88 €
PAR BOTAS SEGURIDAD	59,46 €	6	356,76 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>759,42 €</b>
<b>SEÑALIZACIÓN</b>			
BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE	12,28 €	2	24,56 €
CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8cm.	0,66 €	250	165,00 €
PALETA MANUAL 2xCARAS (señal)	13,69 €	1	13,69 €
PLACA SEÑALIZACION RIESGO	3,57 €	5	17,85 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>221,10 €</b>
<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>			
BOTIQUIN URGENCIA	76,76 €	1	76,76 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>76,76 €</b>
<b>MANO DE OBRA (SSL)</b>			
COSTO FORMACION SSL (mensual)	53,97 €	4	215,88 €
RECONOCIMIENTO MEDICO BASICO	144,20 €	5	721,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>936,88 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>6.150,02 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>133.186,93 €</b>

## 11.2 HUECOS

Descripción	€/U	HUECOS	
		Nº U	Total (€)
<b>DEMOLICIONES</b>			
RETIRADA DE CARPINTERÍAS ACTUALES	9,28 €	299	2.776,52 €
SANEADO SUPERFICIES (limpieza con agua a presión)	11,44 €		- €
RETIRADA DE LUMINARIAS ACTUALES	3,46 €		- €
RETIRADA DE CALDERA GASOLEO	362,14 €		- €
RETIRADA DE CALENTADOR PROPANO	85,92 €		- €
TRATAMIENTO-CARGA ESCOMBRO	11,00 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>2.776,52 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>2.776,52 €</b>
<b>ALBAÑILERÍA</b>			
REMATE HUECOS	22,56 €	169	3.812,64 €
PINTURA PLASTICA LISA BLANCA/m.	4,20 €	169	709,80 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>4.522,44 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>4.522,44 €</b>
<b>CARPINTERIA</b>			
Carpintería exterior de Aluminio 2,8x1,2m c/persiana	917,14 €	36	33.016,90 €
Carpintería exterior de Aluminio 0,75x0,58m s/persiana	191,93 €	8	1.535,42 €
Carpintería exterior de Aluminio 0,65x0,58m s/persiana	191,93 €	8	1.535,42 €
Carpintería exterior de Aluminio 0,65x0,48m s/persiana	191,93 €	16	3.070,85 €
Carpintería exterior de Aluminio 0,78x1,2m c/persiana	421,86 €	34	14.343,10 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,5x1,2m c/persiana	596,04 €	22	13.112,88 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,9x1,2m c/persiana	694,86 €	3	2.084,57 €
Carpintería exterior de Aluminio 0,75x1,2m c/persiana	421,86 €	3	1.265,57 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,7x0,3m s/persiana	261,62 €	2	523,25 €
Carpintería exterior de Aluminio 0,65x0,3m s/persiana	162,81 €	1	162,81 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,7x1,2m c/persiana	645,46 €	2	1.290,93 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,2x1,2m c/persiana	521,94 €	16	8.350,98 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,5x2,08m	610,82 €	16	9.773,12 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,55x2,10m	614,58 €	1	614,58 €
Carpintería exterior de Aluminio 1,85x2,05m	605,66 €	1	605,66 €
Doble acristalamiento 4/14/6	100,38 €	239	24.026,56 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>115.312,59 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>115.312,59 €</b>
<b>GESTION RESIDUOS</b>			
CLASIFICACION RESIDUOS <MN-OBRA>	9,03 €	8,89	80,30 €
TRANSPORTE VERTEDERO d<20 km.	6,52 €		- €
DEPOSICION residuos <170402>	8,25 €	4,09	33,74 €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170904>	8,25 €	0,05	0,41 €
DEPOSICION residuos <170604>	8,25 €	0,01	0,08 €
DEPOSICION residuos <170203>	8,25 €	0,04	0,33 €
DEPOSICION residuos <170405>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170407>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170411>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170202>	8,25 €	8,52	70,29 €
DEPOSICION residuos <170201>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <150101>	8,25 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>185,15 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>185,15 €</b>

<b>SEGURIDAD-SALUD LABORAL</b>			
<b>INSTALACIONES PROVISIONALES</b>			
ACOMETIDA ELECTRICA 4x4mm2	4,69 €	20	93,80 €
ALQUILER CASETA OFICINA 4.00x2.2	94,99 €	4	379,96 €
ALQUILER CASETA VESTUARIO 4.64x2.45	94,73 €	4	378,92 €
ALQUILER CASETA ASEO (químico)	100,37 €	4	401,48 €
TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL	26,66 €	11	293,26 €
ESPEJO (vestuarios-aseos)	13,28 €	1	13,28 €
BANCO MADERA (5 personas)	44,91 €	2	89,82 €
JABONERA INDUSTRIAL 1l.	9,72 €	1	9,72 €
PORTARROLLOS (con cerradura)	11,00 €	1	11,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>1.671,24 €</b>
<b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>			
CUADRO GENERAL OBRA P<15Kw.	133,64 €	1	133,64 €
LIMPIEZA+DESINFECCIÓN (coste mensual)	103,00 €	4	412,00 €
EXTINTOR POLVO ABC 6kg.	47,01 €	3	141,03 €
SELLADO BIOLOGICO HUECOS	2,87 €	184,44	529,34 €
EQUIPO ARNES DORSAL (+cinturón)	35,46 €	2	70,92 €
ROLLO NYLON 14 mm./20m.+ MOSQUETÓN	10,73 €	2	21,46 €
DISPOSITIVO ANTICAIDAS DESLIZANTE ARNÉS	13,36 €	2	26,72 €
ALQUILER VALLA ENREJADOS	4,10 €	192,3	788,43 €
PASADIZO PROTECCIÓN	105,30 €	2	210,60 €
PASARELA TRABAJOS en CUBIERTAS	3,96 €	38	150,48 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>2.484,62 €</b>
<b>EPIs</b>			
CASCO SEGURIDAD	2,58 €	15	38,70 €
GAFAS CONTRA-IMPACTOS	3,27 €	4	13,08 €
SEMI-MASCARA anti-POLVO 1xfiltro	8,50 €	7	59,50 €
FILTRO RECAMBIO (mascarilla)	0,39 €	7	2,73 €
MONO TRABAJO poliester-algodón	13,39 €	11	147,29 €
TRAJE IMPERMEABLE	11,54 €	4	46,16 €
FAJA PROTECCION LUMBAR	2,88 €	1	2,88 €
CHALECO OBRAS REFLECTANTE	0,74 €	2	1,48 €
PAR GUANTES GOMA-LATEX ANTICORTE	1,29 €	4	5,16 €
PAR GUANTES USO GENERAL SERRAJE	1,46 €	6	8,76 €
PAR GUANTES SOLDADOR	1,02 €	2	2,04 €
PAR BOTAS ALTAS AGUA (negras)	24,96 €	3	74,88 €
PAR BOTAS SEGURIDAD	59,46 €	6	356,76 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>759,42 €</b>
<b>SEÑALIZACIÓN</b>			
BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE	12,28 €	2	24,56 €
CINTA BALIZAMIENTO BICOLOR 8cm.	0,66 €	250	165,00 €
PALETA MANUAL 2xCARAS (señal)	13,69 €	1	13,69 €
PLACA SEÑALIZACION RIESGO	3,57 €	5	17,85 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>221,10 €</b>
<b>PRIMEROS AUXILIOS</b>			
BOTIQUIN URGENCIA	76,76 €	1	76,76 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>76,76 €</b>
<b>MANO DE OBRA (SSL)</b>			
COSTO FORMACION SSL (mensual)	53,97 €	4	215,88 €
RECONOCIMIENTO MEDICO BASICO	144,20 €	5	721,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>936,88 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>6.150,02 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>128.946,73 €</b>

## 11.3 ILUMINACIÓN

### 11.3.1 Iluminación empotrable en falso techo

Descripción	€/U	ILUMINACIÓN empotrable con FALSO TECHO	
		Nº U	Total (€)
<b>DEMOLICIONES</b>			
RETIRADA DE CARPINTERÍAS ACTUALES	9,28 €		- €
SANEADO SUPERFICIES (limpieza con agua a presión)	11,44 €		- €
RETIRADA DE LUMINARIAS ACTUALES	3,46 €	245	847,70 €
RETIRADA DE CALDERA GASOLEO	362,14 €		- €
RETIRADA DE CALENTADOR PROPANO	85,92 €		- €
TRATAMIENTO-CARGA ESCOMBRO	11,00 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>847,70 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>847,70 €</b>
<b>FALSO TECHO</b>			
Falso techo Rockfon EKLA db44 600x600x50 o similar	51,60 €	1887	97.369,20 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>97.369,20 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>97.369,20 €</b>
<b>ILUMINACIÓN</b>			
Pantalla LED 60x60 URG<22	78,03 €	38	2.965,14 €
Pantalla LED 60x60 URG<19	109,00 €	184	20.056,00 €
Downlight LED 12W	70,00 €	22	1.540,00 €
Bombilla LED 7W	15,00 €	10	150,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>24.711,14 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>24.711,14 €</b>
<b>GESTION RESIDUOS</b>			
CLASIFICACION RESIDUOS <MN-OBRA>	9,03 €	1,225	11,06 €
TRANSPORTE VERTEDERO d<20 km.	6,52 €		- €
DEPOSICION residuos <170402>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170904>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170604>	8,25 €	0,17	1,40 €
DEPOSICION residuos <170203>	8,25 €	0,3454	2,85 €
DEPOSICION residuos <170405>	8,25 €	0,0400	0,33 €
DEPOSICION residuos <170407>	8,25 €	0,2286	1,89 €
DEPOSICION residuos <170411>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170202>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170201>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <150101>	8,25 €	0,0614	0,51 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>18,04 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>18,04 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>122.946,08 €</b>

### 11.3.2 Iluminación adosable

Descripción	€/U	ILUMINACIÓN adosable	
		Nº U	Total (€)
<b>DEMOLICIONES</b>			
RETIRADA DE CARPINTERÍAS ACTUALES	9,28 €		- €
SANEADO SUPERFICIES (limpieza con agua a presión)	11,44 €		- €
RETIRADA DE LUMINARIAS ACTUALES	3,46 €	245	847,70 €
RETIRADA DE CALDERA GASOLEO	362,14 €		- €
RETIRADA DE CALENTADOR PROPANO	85,92 €		- €
TRATAMIENTO-CARGA ESCOMBRO	11,00 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>847,70 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>847,70 €</b>
<b>ILUMINACIÓN</b>			
Downlight LED 12W	70,00 €	22	1.540,00 €
Bombilla LED 7W	15,00 €	10	150,00 €
Pantalla LED 60x60 URG<19 adosable	141,02 €	222	31.306,44 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>32.996,44 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>32.996,44 €</b>
<b>GESTION RESIDUOS</b>			
CLASIFICACION RESIDUOS <MN-OBRA>	9,03 €	1,225	11,06 €
TRANSPORTE VERTEDERO d<20 km.	6,52 €		- €
DEPOSICION residuos <170402>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170904>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170604>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170203>	8,25 €	0,3454	2,85 €
DEPOSICION residuos <170405>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170407>	8,25 €	0,2286	1,89 €
DEPOSICION residuos <170411>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170202>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170201>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <150101>	8,25 €	0,0614	0,51 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>16,30 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>16,30 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>33.860,44 €</b>



## 11.4 CALDERAS

### 11.4.1 Caldera de Gas Natural

Descripción	€/U	CALDERAS Gas Natural	
		Nº U	Total (€)
<b>DEMOLICIONES</b>			
RETIRADA DE CARPINTERÍAS ACTUALES	9,28 €		- €
SANEADO SUPERFICIES (limpieza con agua a presión)	11,44 €		- €
RETIRADA DE LUMINARIAS ACTUALES	3,46 €		- €
RETIRADA DE CALDERA GASOLEO	362,14 €	1	362,14 €
RETIRADA DE CALENTADOR PROPANO	85,92 €	1	85,92 €
TRATAMIENTO-CARGA ESCOMBRO	11,00 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>448,06 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>448,06 €</b>
<b>CALDERAS</b>			
Caldera BAXI SGB 215 o similar Gas Natural 230kW	14.673,75 €	1	14.673,75 €
Calentador condensación PLATINIUM MAX PLUS 24F o similar 22kW	2.882,00 €	1	2.882,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>17.555,75 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>17.555,75 €</b>
<b>GAS NATURAL</b>			
Acometida interior para Gas Natural	210,00 €	35	7.350,00 €
Caseta	4.000,00 €	1	4.000,00 €
Estación de regulación y medida	7.500,00 €	1	7.500,00 €
Línea aérea para Gas Natural	60,00 €	39	2.340,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>21.190,00 €</b>
<b>GESTION RESIDUOS</b>			
CLASIFICACION RESIDUOS <MN-OBRA>	9,03 €		- €
TRANSPORTE VERTEDERO d<20 km.	6,52 €		- €
DEPOSICION residuos <170402>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €	2,2947	18,93 €
DEPOSICION residuos <170904>	8,25 €	0,1184	0,98 €
DEPOSICION residuos <170604>	8,25 €	0,0004	0,00 €
DEPOSICION residuos <170203>	8,25 €	0,0004	0,00 €
DEPOSICION residuos <170405>	8,25 €	0,0209	0,17 €
DEPOSICION residuos <170407>	8,25 €	1,0164	8,39 €
DEPOSICION residuos <170411>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170202>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170201>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <150101>	8,25 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>28,47 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>28,47 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>39.222,28 €</b>

## 11.4.2 Caldera de Biomasa

Descripción	€/U	CALDERAS Biomasa	
		Nº U	Total (€)
<b>DEMOLICIONES</b>			
RETIRADA DE CARPINTERÍAS ACTUALES	9,28 €		- €
SANEADO SUPERFICIES (limpieza con agua a presión)	11,44 €		- €
RETIRADA DE LUMINARIAS ACTUALES	3,46 €		- €
RETIRADA DE CALDERA GASOLEO	362,14 €	1	362,14 €
RETIRADA DE CALENTADOR PROPANO	85,92 €	1	85,92 €
TRATAMIENTO-CARGA ESCOMBRO	11,00 €		- €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>448,06 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>448,06 €</b>
<b>CALDERAS</b>			
Caldera Biomasa HERZ BIOMATIC 250 o similar 250kW	98.393,00 €	1	98.393,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>98.393,00 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>98.393,00 €</b>
<b>CONDUCCIONES BIOMASA</b>			
Conducción de agua para biomasa	80,00 €	35	2.800,00 €
Conducción eléctrica para biomasa	10,00 €	17,5	175,00 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>2.975,00 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>2.975,00 €</b>
<b>GESTION RESIDUOS</b>			
CLASIFICACION RESIDUOS <MN-OBRA>	9,03 €		- €
TRANSPORTE VERTEDERO d<20 km.	6,52 €		- €
DEPOSICION residuos <170402>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170904>	8,25 €	0,1184	0,98 €
DEPOSICION residuos <170604>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170203>	8,25 €	0,0033	0,03 €
DEPOSICION residuos <170405>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170407>	8,25 €	1,0164	8,39 €
DEPOSICION residuos <170411>	8,25 €	0,0001	0,00 €
DEPOSICION residuos <170202>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <170201>	8,25 €	0,0032	0,03 €
DEPOSICION residuos <170101>	8,25 €		- €
DEPOSICION residuos <150101>	8,25 €	0,0016	0,01 €
<b>Total subcapítulo</b>			<b>9,43 €</b>
<b>Total capítulo</b>			<b>9,43 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>101.825,49 €</b>

## 11.5 GRIFERÍA

Descripción	€/U	GRIFERÍA	
		Nº U	Total (€)
GRIFERÍA			
Presto 12 ECO o similar	70,00 €	21	1.470,00 €
Presto 1000 C ECO o similar	110,00 €	21	2.310,00 €
Presto 605 ECO o similar	70,00 €	25	1.750,00 €
Total subcapítulo			5.530,00 €
Total capítulo			5.530,00 €
TOTAL			5.530,00 €

## 11.6 RESUMEN PRESUPUESTO

	SATE	ILUMINACIÓN adosable	CALDERAS Gas Natural	HUECOS	ILUMINACIÓN empotrable con FALSO TECHO	CALEDERAS biomasa	GRIFERÍA
TRABAJOS PREVIOS	10.439,01 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
DEMOLICIONES	15.965,55 €	847,70 €	448,06 €	2.776,52 €	847,70 €	448,06 €	- €
ALBAÑILERÍA	- €	- €	- €	4.522,44 €	- €	- €	- €
CARPINTERÍA	- €	- €	- €	115.312,59 €	- €	- €	- €
FALSO TECHO	- €	- €	- €	- €	97.369,20 €	- €	- €
SATE Cerramientos verticales	100.622,04 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
ILUMINACIÓN	- €	32.996,44 €	- €	- €	24.711,14 €	- €	- €
CALDERAS	- €	- €	17.555,75 €	- €	- €	98.393,00 €	- €
CONDUCCIONES	- €	- €	21.190,00 €	- €	- €	2.975,00 €	- €
GRIFERÍA	- €	- €	- €	- €	- €	- €	5.530,00 €
GESTION RESIDUOS	10.31 €	16,30 €	28,47 €	185,15 €	18,04 €	9,43 €	- €
SEGURIDAD-SALUD LABORAL	6.150,02 €	- €	- €	6.150,02 €	- €	- €	- €
PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	133.186,93 €	33.860,44 €	39.222,28 €	128.946,73 €	122.946,08 €	101.825,49 €	5.530,00 €
Obras actualmente ejecutadas	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL RESTANTE (PEM)	133.186,93 €	33.860,44 €	39.222,28 €	128.946,73 €	122.946,08 €	101.825,49 €	5.530,00 €
13% Gastos generales	17.314,30 €	4.401,86 €	5.098,90 €	16.763,07 €	15.982,99 €	13.237,31 €	718,90 €
6% Beneficio industrial	7.991,22 €	2.031,63 €	2.353,34 €	7.736,80 €	7.376,76 €	6.109,53 €	331,80 €
VALOR ESTIMADO de CONTRATO (VEC)	158.492,45 €	40.293,93 €	46.674,52 €	153.446,61 €	146.305,83 €	121.172,33 €	6.580,70 €
Proyecto básico y de ejecución (4%)	6.339,70 €	1.611,76 €	1.866,98 €	6.137,86 €	5.852,23 €	4.846,89 €	263,23 €
SUBTOTAL	164.832,15 €	41.905,69 €	48.541,50 €	159.584,47 €	152.158,06 €	126.019,23 €	6.843,93 €
21% I.V.A.	34.614,75 €	8.800,19 €	10.193,71 €	33.512,74 €	31.953,19 €	26.464,04 €	1.437,22 €
PRESUPUESTO de CONTRATA (PC)	199.446,90 €	50.705,88 €	58.735,21 €	193.097,21 €	184.111,26 €	152.483,26 €	8.281,15 €

Tabla 38. Resumen de partidas presupuestadas

	SATE	ILUMINACIÓN adosable	CALDERAS Gas Natural
TRABAJOS PREVIOS	10.439,01 €	- €	- €
DEMOLICIONES	15.965,55 €	847,70 €	448,06 €
ALBAÑILERÍA	- €	- €	- €
CARPINTERÍA	- €	- €	- €
FALSO TECHO	- €	- €	- €
SATE Cerramientos verticales	100.622,04 €	- €	- €
ILUMINACIÓN	- €	32.996,44 €	- €
CALDERAS	- €	- €	17.555,75 €
CONDUCCIONES	- €	- €	21.190,00 €
GRIFERÍA	- €	- €	- €
GESTION RESIDUOS	10,31 €	16,30 €	28,47 €
SEGURIDAD-SALUD LABORAL	6.150,02 €	- €	- €
<b>PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>	<b>133.186,93 €</b>	<b>33.860,44 €</b>	<b>39.222,28 €</b>
Obras actualmente ejecutadas	- €	- €	- €
<b>PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL RESTANTE (PEM)</b>	<b>133.186,93 €</b>	<b>33.860,44 €</b>	<b>39.222,28 €</b>
13% Gastos generales	17.314,30 €	4.401,86 €	5.098,90 €
6% Beneficio industrial	7.991,22 €	2.031,63 €	2.353,34 €
<b>VALOR ESTIMADO de CONTRATO (VEC)</b>	<b>158.492,45 €</b>	<b>40.293,93 €</b>	<b>46.674,52 €</b>
Proyecto básico y de ejecución (4%)	6.339,70 €	1.611,76 €	1.866,98 €
<b>SUBTOTAL</b>	<b>164.832,15 €</b>	<b>41.905,69 €</b>	<b>48.541,50 €</b>
21% I.V.A.	34.614,75 €	8.800,19 €	10.193,71 €
<b>PRESUPUESTO de CONTRATA (PC)</b>	<b>199.446,90 €</b>	<b>50.705,88 €</b>	<b>58.735,21 €</b>

Tabla 39. Resumen de partidas presupuestadas Mejoras conjuntas, Iluminación, SATE y calefacción por GN

	SATE	ILUMINACIÓN adosable	CALEDERAS biomasa
TRABAJOS PREVIOS	10.439,01 €	- €	- €
DEMOLICIONES	15.965,55 €	847,70 €	448,06 €
ALBAÑILERÍA	- €	- €	- €
CARPINTERÍA	- €	- €	- €
FALSO TECHO	- €	- €	- €
SATE Cerramientos verticales	100.622,04 €	- €	- €
ILUMINACIÓN	- €	32.996,44 €	- €
CALDERAS	- €	- €	98.393,00 €
CONDUCCIONES	- €	- €	2.975,00 €
GRIFERÍA	- €	- €	- €
GESTION RESIDUOS	10,31 €	16,30 €	9,43 €
SEGURIDAD-SALUD LABORAL	6.150,02 €	- €	- €
<b>PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>	<b>133.186,93 €</b>	<b>33.860,44 €</b>	<b>101.825,49 €</b>
Obras actualmente ejecutadas	- €	- €	- €
<b>PRESUPUESTO de EJECUCIÓN MATERIAL RESTANTE (PEM)</b>	<b>133.186,93 €</b>	<b>33.860,44 €</b>	<b>101.825,49 €</b>
13% Gastos generales	17.314,30 €	4.401,86 €	13.237,31 €
6% Beneficio industrial	7.991,22 €	2.031,63 €	6.109,53 €
<b>VALOR ESTIMADO de CONTRATO (VEC)</b>	<b>158.492,45 €</b>	<b>40.293,93 €</b>	<b>121.172,33 €</b>
Proyecto básico y de ejecución (4%)	6.339,70 €	1.611,76 €	4.846,89 €
<b>SUBTOTAL</b>	<b>164.832,15 €</b>	<b>41.905,69 €</b>	<b>126.019,23 €</b>
21% I.V.A.	34.614,75 €	8.800,19 €	26.464,04 €
<b>PRESUPUESTO de CONTRATA (PC)</b>	<b>199.446,90 €</b>	<b>50.705,88 €</b>	<b>152.483,26 €</b>

Tabla 40. Resumen de partidas presupuestadas Mejoras conjuntas, Iluminación, SATE y calefacción por Biomasa

CONCEPTO	COSTE (€)
SATE Cerramientos verticales	164.832,15 €
Carpintería exterior y acristalamientos	159.584,47 €
Iluminación empotrable con Falso Techo	152.158,06 €
Iluminación adosable	41.905,69 €
Calderas Gas Natural	48.541,50 €
Calderas Biomasa	126.019,23 €
Grifería	6.843,93 €

Tabla 41. Resumen de partidas presupuestadas (PEM)

## 12 ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS



### 4200 CORREDERA

**RPT**

#### EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coefficiente de transmisión térmica  
 $U_w$  desde 1,5 (W/m²K)

Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas\*:

α A B C D E

\* En función de la transmitancia del vidrio.

#### AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: 26 mm.

Máximo aislamiento acústico:  $R_w = 39$  dB.

#### CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000):

Clase 3

Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000):

Clase 7A

Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000):

Clase C5

\*Ensayo de referencia 1,20 x 2,20 m. 2 hojas

SECCIONES	Marco 60, 65, 77 y 80 mm Tricarril 106 y 126 mm. tricarril Hoja 33 y 37mm	ALEACIÓN DE EXTRUSIÓN
		6063 T-5
ESPESOR, PERFILERÍA	Ventana 1,5 mm	LONGITUD VARILLA POLIAMIDA
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 2.200 mm Alto (H) = 2.600 mm	Poliamida 6.6 reforzada con un 25% de fibra de vidrio: de 14,6 a 20 mm
PESO MÁXIMO/ HOJA	100 Kg Hoja perimetral 200 Kg Hoja a testa	POSIBILIDADES DE APERTURA
Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.		Corredera de 2, 3, 4 y 6 hojas Posibilidad tricarril Posibilidad galandage mono y bicarril de 1, 2 y 4 hojas

#### ACABADOS

Lacado colores  
(RAL, moteados, rugosos...)

Según sello Qualicoat >60 micras

Lacado imitación madera

Según sello Qualideco

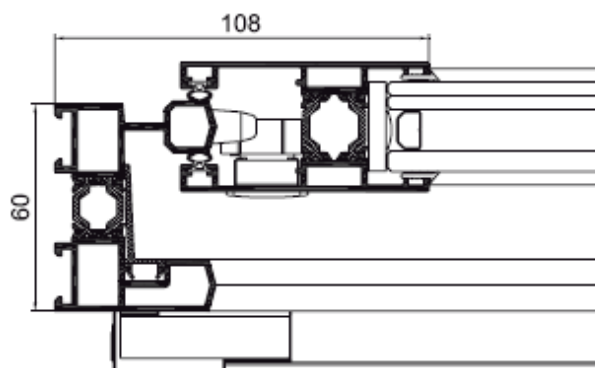
Anodizado

Según sello Ewwa Euras

Standard Clase 15

Posibilidad Clase 20 y 25

Posibilidad bicolor







## PUERTA MILLENNIUM PLUS 70

**RPT**

### EFICIENCIA ENERGÉTICA

Coefficiente de transmisión térmica  
 $U_w$  desde 0,9 (W/m<sup>2</sup>K)  
Consultar tipología, dimensión y vidrio.

CTE- Apto para zonas climáticas\*:  
 $\alpha$  A B C D E  
\* En función de la transmitancia del vidrio.

### AISLAMIENTO ACÚSTICO

Máximo acristalamiento: 54 mm.  
Máximo aislamiento acústico:  $R_w = 38$  dB.

### CATEGORÍAS ALCANZADAS EN BANCO DE ENSAYOS

Protección frente a los agentes atmosféricos

Permeabilidad al aire (UNE-EN 12207:2000):

Clase 4

Estanqueidad al agua (UNE-EN 12208:2000):

Clase 6A

Resistencia al viento (UNE-EN 12210:2000):

Clase C4

Ensayo de referencia ventana 1,20 x 2,30 m. 1 hoja.

Resistencia al impacto de cuerpo blando  
(UNE-EN 13049:2003)

Clase 5 (máx)

Ensayo de referencia puerta 1,80 x 2,20 m. 2 hojas. Vidrio laminar 3+3

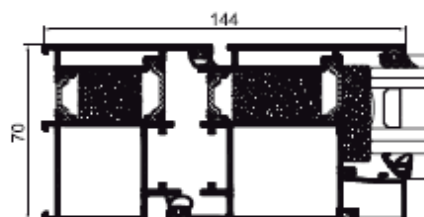
Resistencia a aperturas y cierres repetidos  
(UNE-EN 1191:2000)

1.000.000 ciclos

Ensayo de referencia puerta 2,10 x 2,10 m. 1 hoja

SECCIONES	Marco 70 mm Hoja 70 mm	ALEACIÓN DE EXTRUSIÓN	6063 T-5						
ESPESOR PERFILERÍA	Puerta 2,0 mm	LONGITUD VARILLA POLIAMIDA	Poliamida 6.6 reforzada con un 25% de fibra de vidrio: 24 mm						
DIMENSIONES MÁXIMAS	Ancho (L) = 1.800 mm Alto (H) = 3.000 mm Puerta Ancho (L) = 1.500 mm Alto (H) = 2.700 mm Puerta bisagras ocultas	JUNTAS	Doble junta de EPDM						
PESO MÁXIMO/ HOJA	220 Kg. 120 Kg. (bisagras ocultas)	ESPUMAS	Espuma de poliolefina perimetral en la zona del galce de vidrio						
Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.									
ACABADOS	Lacado colores (RAL, moteados, rugosos...) Según sello Qualicoat >60 micras Lacado imitación madera Según sello Qualideco Anodizado Según sello Ewwa Euras Standard Clase 15 Posibilidad Clase 20 y 25 Posibilidad bicolor	POSIBILIDADES DE APERTURA	<table><tr><td>INTERIOR</td><td>Practicable de 1 y 2 hojas</td></tr><tr><td>EXTERIOR</td><td>Practicable de 1 y 2 hojas</td></tr><tr><td>AUTOM.</td><td>Practicable interior y exterior de 1 hoja</td></tr></table>	INTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas	EXTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas	AUTOM.	Practicable interior y exterior de 1 hoja
INTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas								
EXTERIOR	Practicable de 1 y 2 hojas								
AUTOM.	Practicable interior y exterior de 1 hoja								

Consultar peso y dimensiones máximas según tipología.



**Calderas de media y gran potencia**
**Calderas de pie de condensación**

**EuroCondens SGB**

**Dimensiones compactas**  
para facilitar la reposición en  
instalaciones existentes: ancho  
inferior a 77 cm. en toda la gama.



**Regulación Multilevel Plus**  
con posibilidad de telegestión  
mediante WebServer. Gestión de  
hasta 15 calderas en cascada  
mediante la regulación base.

**Diseño robusto y moderno:**  
cuerpo caldera formado por  
elementos de fundición Aluminio-  
Silicio y quemador de premezcla  
con encendido electrónico.

**La mejor solución para la ErP:**  
Esta completa gama de calderas  
es la solución más rentable y  
eficiente para el cumplimiento  
de la normativa ErP, a la vez que  
proporcionan el máximo ahorro  
energético en las instalaciones de  
media y gran potencia.

		SGB 125	SGB 170	SGB 215	SGB 260	SGB 300
Potencia útil 80/60 °C	KW	121,6	165,8	210,1	254,5	294,3
Potencia útil 50/30 °C	KW	133,1	181,3	229,6	278,1	322,1
Rendimiento útil (1) con carga 100% %		106,5	106,6	106,8	107,0	107,1
Rendimiento útil (1) con carga 30% %		106,6	106,7	106,9	107,0	107,1
Rendimiento útil (2) con carga 100% %		97,3	97,5	97,7	97,9	98,0
Peso neto aproximado	kg	205	240	285	314	344
Longitud máx. evacuación (3)	m	60	50	60	60	60
Capacidad agua	l	29	34	38	45	53
Presión máxima de trabajo	bar	6	6	6	6	6
Tipo de gas (4)		GN/GP	GN/GP	GN/GP	GN/GP	GN/GP
Conexión gas	"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
Presión de suministro del GN		mínimo 18 mbar - máximo 25 mbar				
Conexiones Idlay Retorno IC-RC		DN 65	DN 65	DN 65	DN 65	DN 65
Conexión Salida humos A	mm	160	160	200	200	200
Conexión entrada aire F	mm	110	110	125	125	125
B	mm	1.008	1.008	1.171	1.264	1.357
C	mm	301	301	351	351	351
D	mm	401	401	514	607	700
G	mm	687	687	851	944	1.037
E	mm	134	134	163	163	163
Referencia		222995027	222995028	222995029	222995030	222995031
PVP		8.278 €	9.299 €	11.739 €	12.954 €	14.577 €

Forma de suministro

En un solo bulto, completamente montadas y prerreguladas de fábrica. Incluye sonda exterior.

Funciones de la regulación Multilevel (incluida de serie)

Mediante 3 salidas (230V) programables, permite la gestión de 1 circuito de ACS y/o circuitos directos de calefacción/bomba recirculación (uno por cada salida). Permite también la configuración de señales de alarma (mediante las salidas programables no ocupadas o por módulos BWM adicionales), entradas de sonda, señales ON/OFF y Paro/Marcha, todas programables y entrada 0-10V. Incluye función antilegionella, recirculación y tres programas horarios. Permite la aplicación de funciones mediante un máximo de 3 módulos BWM interiores (señales de alarma, circuitos directos, circuitos con válvula mezcladora, etc.) y de hasta la gestión de 15 dispositivos de control externos (que equivalen a unos 30 circuitos de calefacción adicionales).

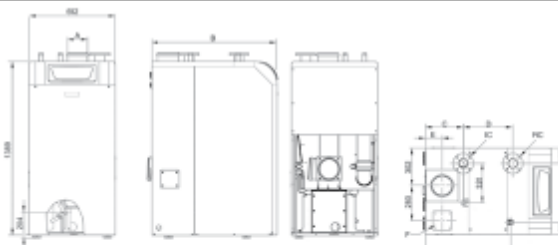
(1) Temp. ida/retorno de 50/30°C. Temp. media = 60°C

(2) Temp. ida/retorno de 80/60°C. Temp. media = 70°C

(3) Para funcionamiento exterior o con toma de aire de la sala, respetando el diámetro de salida de humos A indicado en la tabla superior

(4) Se suministran preparadas para gas natural. La transformación de gas natural a gas propano, para los modelos que admiten ambos combustibles, está incluida en la puesta en marcha opcional.

Disponible Grupo de seguridad, compuesto de purgador automático, manómetro y válvula de seguridad 3 bar.  
SGB 125 - 170: Referencia 141067010 y PVP 95€  
SGB 215 a 300: Referencia 141067011 y PVP 145€



**Puesta en marcha (opcional): 155€**

La puesta en marcha (PEN) de estas calderas sólo se efectuará a petición del cliente. Los precios que se citan son para poblaciones con servicio de post-venta. Para otras poblaciones, se repercutirá el coste del desplazamiento. El precio que se cita es para la PEN de calderas individuales. Se aplicará el 50% del valor de la PEN a partir de la segunda caldera y por cada caldera adicional, en instalaciones de dos o más EuroCondens conectadas para funcionamiento en cascada, actuando como generador único desde una regulación común (es necesario un módulo BM en cada caldera, para configurar la cascada).

110 | Precios de Venta al Público Sugieridos • Abril 2017 • Todo factura tendrá el recargo del I.V.A. • El presente Catálogo-Tarifa anula los anteriores • Medidas en mm.

DISEÑO BLANCO > EKLA dB 44

## EKLA dB 44

- Privacidad y confort acústico óptimos gracias al excepcional aislamiento entre habitaciones y la absorción acústica de alto nivel
- Superficie lisa y mate con una óptima reflexión de la luz
- Alto rendimiento en términos de reacción al fuego

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

- Panel de lana de roca de doble capa
- Cara visible: velo de superficie lisa pintado de blanco
- Cara posterior: contravelo
- Cantos pintados

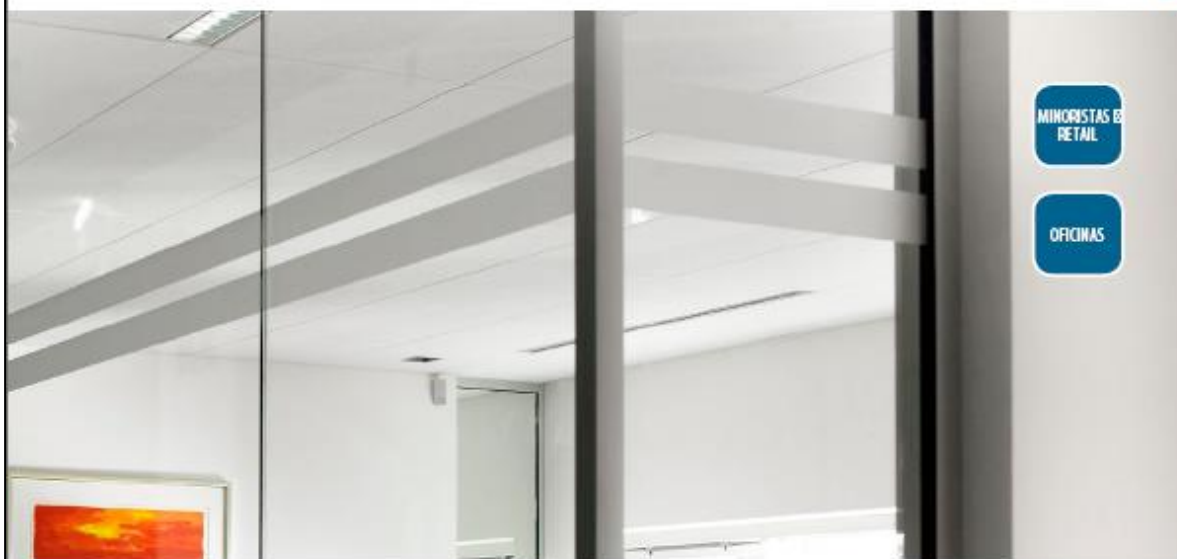
### GAMA

Canto	Dimensiones (mm)	Peso por m <sup>2</sup>	Sistema de instalación
 <b>A15</b>	600 x 600 x 50*	8,5	T15
	675 x 675 x 50	8,5	T15
	1200 x 600 x 50*		
 <b>A24</b>	600 x 600 x 50*	8,5	T24
	675 x 675 x 50	8,5	T24
	1200 x 600 x 50*		
 <b>E15</b>	600 x 600 x 50*	8,5	T15 / Juntas abiertas
	675 x 675 x 50		

Consúltanos para conocer el resto de dimensiones y acabados para cantos disponibles, las cantidades mínimas y los plazos de entrega.

\* Consúltanos para conocer cantidades mínimas.

DISEÑO BLANCO > EKLA dB 44



## PRESTACIONES



### Absorción acústica

$\alpha_w = 0,90$  (Clase A)



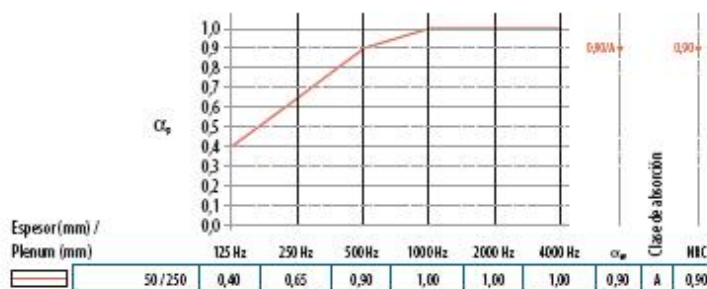
### Aislamiento acústico entre estancias

$D_{nTw} (C; C_{tr}) = 44 (-1;-7)$  dB



### Aislamiento acústico directo

$R_w (C; C_{tr}) = 27 (-1;-4)$  dB



### Reacción al fuego

A2-s1,d0



### Reflexión de la luz

86%



### Resistencia a la humedad y estabilidad dimensional

Hasta 70% HR  
1/C/0N  
2/C/0N : panel de 700 mm de ancho



### Mantenimiento

Aspirador



### Higiene

La lana de roca no contiene ningún elemento que favorezca el desarrollo de microorganismos.



### Medio ambiente

100 % reciclable



### Conductividad térmica

$\lambda_D = 40$  mW/mK  
Resistencia térmica :  
 $R = 1,00$  m<sup>2</sup>K/W



### Ambiente interior

Una selección de productos ROCKFON ha obtenido:



## weber.therm placa EPS Grafito

Ficha Técnica Producto

placa de poliestireno expandido con grafito para el aislamiento del sistema weber.therm etics

- Buena resistencia térmica
- Excelente estabilidad dimensional
- Fácil y rápida colocación



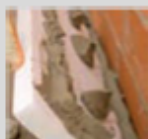
### Aplicaciones

weber.therm placa EPS Grafito son placas aislantes de poliestireno expandido (EPS) con grafito en su composición y estabilizadas. Se usan para aislamiento térmico para el exterior, en el sistema weber.therm etics.

### Características de empleo

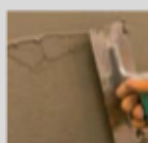
Ver colocación de placas sistema weber.therm etics o ficha técnica de weber.therm base.

### Modo de empleo



1

Amasar weber.therm base con 5,5 - 6,5 litros de agua limpia por saco, con un batidor eléctrico. Aplicar un cordón de weber.therm base de 4 - 8 cm de ancho y de 2 - 4 cm de espesor en el perímetro de la placa y 3 pegotes en el centro de la misma, y proceder a su colocación en el paramento. La superficie de adhesión una vez fijada la placa al soporte debe ser mínima un 40%.



2

Una vez colocadas las placas, seco el adhesivo y ancladas mecánicamente con un mínimo de 6 espigas por cada m<sup>2</sup>, regularizar las placas con una capa de 5 a 6 mm armada con weber.therm malla 160.



3

Una vez seca la regularización, proceder al acabado mediante la aplicación de un revestimiento orgánico de la gama weber.tene, previa aplicación de la imprimación weber CS plus.



Línea de consulta  
900 35 25 35



info@weber.es



www.weber.es



@GCochebertCS



https://www.youtube.com/GCochebertCS



página 1

Ficha Técnica Producto weber.therm placa EPS Grafito  
© Weber 10/05/2016 - (esta versión sustituye y anula todas las anteriores)



# **AISLAMIENTO, REVESTIMIENTO Y RENOVACIÓN DE FACHADAS**

## **Características técnicas**

Especificaciones técnicas del material aislante en base a la UNE EN 13163

Descripción	Norma de las mediciones	Valor (ud.)	Código designación
conductividad térmica	EN 12667 EN 12939	0.032 mK/W	λ32 (definida en el marcado CE)
longitud	EN 822	±0.6% ó 3 mm	L2
anchura	EN 822	±2	W2
espesor	EN 823	±1	T2
rectangularidad	EN 824	±2/1000	S2
planicidad	EN 825	5 mm	P4
condiciones de la superficie	-----	Superficie cortada con hilo en caliente, homogénea y sin piel	-----
Estabilidad dimensional en condiciones normales y constantes de laboratorio (23°C y 50% HR)	EN 1603	Los valores relativos a la longitud y anchura no deben ser superiores al ±0,2 %	DS(N)2
Resistencia a la difusión del vapor de agua	EN 12086	μ≤70	μ30-70
Densidad	-----	15-20 kg/m³	15-20 kg/m³
Reacción al fuego (Euroclases)	EN 13501-1	E	E

## **Packaging y resistencia térmica**

Placas canto recto de y espesor variable\* (mm)

Descripción	Espesor (mm)	Resistencia térmica declarada (m²·K/W)
weber.therm placa EPS Grafito 20	20	0.63
weber.therm placa EPS Grafito 30	30	0.94
weber.therm placa EPS Grafito 40	40	1.25
weber.therm placa EPS Grafito 50	50	1.56
weber.therm placa EPS Grafito 60	60	1.88
weber.therm placa EPS Grafito 70	70	2.19
weber.therm placa EPS Grafito 80	80	2.50
weber.therm placa EPS Grafito 90	90	2.81
weber.therm placa EPS Grafito 100	100	3.13
weber.therm placa EPS Grafito 110	110	3.44
weber.therm placa EPS Grafito 120	120	3.75
weber.therm placa EPS Grafito 130	130	4.06
weber.therm placa EPS Grafito 140	140	4.38
weber.therm placa EPS Grafito 150	150	4.69
weber.therm placa EPS Grafito 160	160	5.00
weber.therm placa EPS Grafito 170	170	5.31
weber.therm placa EPS Grafito 180	180	5.63
weber.therm placa EPS Grafito 190	190	5.94
weber.therm placa EPS Grafito 200	200	6.25

(\*) Para otros espesores consultar con nuestro Departamento Técnico

## **Notas Legales**

- Nuestras indicaciones se realizan según nuestro leal saber y entender, pero no eximen al cliente del examen propio del producto y la verificación de la idoneidad del mismo para el fin propuesto.
- Saint-Gobain Weber no es responsable de los errores acaecidos durante la aplicación del producto en ámbitos diferentes de aquellos especificados en el documento, o de errores derivados de condiciones inadecuadas de aplicación o de omisión de las recomendaciones de uso.



Línea de consulta  
000 35 35 35



info@weber.es



www.weber.es



@GobainES



http://www.youtube.com/GobainES

Ficha Técnica Producto **weber.therm placa EPS Grafito**

© Weber 10/05/2016 - (esta versión sustituye y anula todas las anteriores)

## 13 ANEXO IV: UNIDADES Y EQUIVALENCIAS

### 13.1 RELACIÓN DE UNIDADES UTILIZADAS EN EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

#### 13.1.1 Unidades de medida más empleadas

En principio, se asume que las unidades a emplear deben ser las del Sistema Internacional (S.I.). No obstante, tradicionalmente en electrotecnia, termotecnia, climatización, etc. se han empleado (y se siguen empleando), por comodidad o simple costumbre, algunas unidades ajenas al S.I., por lo que éstas se pueden considerar como válidas.

A continuación, se recogen las unidades a emplear para las magnitudes más habitualmente empleadas (También serán válidos sus múltiplos y submúltiplos):

Magnitud	Unidades		Equivalencia
	Sistema Internacional	Opcional	
<b>Longitud</b>	Metro (m)		
<b>Superficie</b>	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )		
<b>Volumen</b>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>	Litro (l)	1 l = 0,001 m <sup>3</sup>
<b>Masa</b>	Kilogramo (Kg)	Tonelada (t)	1 t = 1.000 Kg
<b>Temperatura</b>	Kelvin (K)	Grados Celsius <sup>2)</sup> (°C)	T (°C) = T(K) - 273
<b>Tiempo</b>	Segundos (s)		
<b>Potencia</b>	Kilovatio (kW)	Kilocaloría x hora (kcal/h)	1 kcal/h = 1,162 kW
		Caballo de vapor (CV)	1 CV = 0,735 kW
<b>Energía</b>	Kilojulio (kJ)	Kilovatio x hora (kWh) <sup>3)</sup>	1 kWh = 3,600 kJ
		Kilocaloría (kcal) <sup>4)</sup>	1 kcal = 4,184 kJ
		Termia (th) <sup>5)</sup>	1 th = 4,184 x 10 <sup>3</sup> kJ
		Tonelada equivalente de petróleo (tep) <sup>6)</sup>	1 tep = 4,184 x 10 <sup>7</sup> kJ
<b>Presión <sup>7)</sup></b>	Kilopascal (kPa)	Bar (bar)	1 bar = 100 kPa
		Metro columna de agua (m.c.a.) <sup>8)</sup>	1 m.c.a. = 9,8 kPa
		Milímetro columna de agua (m.c.a.) <sup>9)</sup>	1 mm.c.a. = 0,0098 kPa
<b>Iluminancia</b>	Lux (lx)		

Tabla 42: unidades de medida. Fuente IDAE



<sup>1)</sup> Para definir cantidades de gases se suele emplear el metro cúbico normal (Nm<sup>3</sup>) que representa un metro cúbico de un determinado gas en condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 0° C).

<sup>2)</sup> También llamado centígrado. En ese caso es preferible, por comodidad, el uso de esta unidad frente a la S. I.

<sup>3)</sup> Es la unidad de energía utilizada habitualmente en electrotecnia.

<sup>4)</sup> Es la unidad de energía utilizada habitualmente en termotecnia.

<sup>5)</sup> Equivale a 1.000 Kcal.

<sup>6)</sup> Equivale a 10.000.000 de Kcal o 10.000 th y normalmente se emplea para cuantificar cantidades grandes de energía de origen combustible.

<sup>7)</sup> Tradicionalmente también se ha empleado el kilogramo por centímetro cuadrado (Kg/cm<sup>2</sup>) y la atmósfera (atm) pero, dada su similitud con el bar (1 bar=1,02 Kg/cm<sup>2</sup>=0,99 atm), se prefiere esta unidad.

<sup>8)</sup> Esta unidad se emplea para definir los datos característicos de las bombas.

<sup>9)</sup> Esta unidad se emplea para definir los datos característicos de los ventiladores.

### 13.1.2 Unidades utilizadas en termotecnia

Además de las unidades dadas en la tabla anterior para energía/calor y para potencia, es habitual utilizar:

	Sistema métrico	Sistema internacional
<b>Calor específico</b>	Kcal/kg °C	kJ/kg*K ó kJ/kg*°C
<b>Entalpía. Poder calorífico</b>	Kcal/kg	kJ/kg

Tabla 43: unidades de energía. Fuente IDAE

## 13.2 EQUIVALENCIAS DE UNIDADES. FACTORES DE CONVERSIÓN

### 13.2.1 Energía, trabajo; calor

		<b>kWh</b>	<b>kcal</b>
<b>Wh</b>	Vatio hora	$10^{-3}$	0,86
<b>kWh</b>	Kilovatio hora	1	860
<b>MWh</b>	Megavatio hora	$10^3$	$0,86 \cdot 10^3$
<b>GWh</b>	Gigavatio hora	$10^6$	$0,86 \cdot 10^6$
<b>TWh</b>	Teravatio hora	$10^9$	$0,86 \cdot 10^9$
<b>Kcal</b>	Kilocaloría	$1,162 \cdot 10^{-3}$	1
<b>Te</b>	Termia	1,163	1.000
<b>J</b>	Julio	$2,778 \cdot 10^{-7}$	$2,389 \cdot 10^{-4}$
<b>TJ</b>	Terajulio	$2,778 \cdot 10^2$	$2,389 \cdot 10^5$
<b>tep</b>	Tonelada equivalente de petróleo	$11,62 \cdot 10^3$	$10^7$
<b>tec</b>	Tonelada equivalente de carbón	$8,13 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^6$

Tabla 44: Equivalencia de unidades de energía. Fuente IDAE

### 13.2.2 Potencia

		<b>W</b>	<b>Kcal/h</b>
<b>W</b>	Vatio	1	0,86
<b>kW</b>	Kilovatio	$10^3$	860
<b>MW</b>	Megavatio	$10^6$	$0,86 \cdot 10^6$
<b>GW</b>	Gigavatio	$10^9$	$0,86 \cdot 10^9$
<b>TW</b>	Teravatio	$10^{12}$	$0,86 \cdot 10^{12}$
<b>Kcal/h</b>	Kilocaloría/hora	1,16	1

Tabla 45: Equivalencia de unidades de potencia. Fuente IDAE

### 13.2.3 Presión

<b>Pa; N/m<sup>2</sup></b>	<b>Mbar</b>	<b>Bar</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>m.c.a.</b>	<b>mm Hg</b>
1	0,01	$10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$0,102 \cdot 10^{-3}$	0,0075
100	1	0,001	$1,02 \cdot 10^{-3}$	0,102	0,75
$10^5$	1.000	1	1,02	10,2	750,1
$98,067 \cdot 10^3$	980,7	0,981	1	10	735,6
$9,807 \cdot 10^3$	98,07	0,098	0,1	1	73,55
133,3	1,333	0,0013	0,0014	0,014	1

Tabla 46: Equivalencia de unidades de presión. Fuente IDAE

### 13.3 PODER CALORÍFICO DE LOS COMBUSTIBLES MÁS USUALES

Se adoptarán las siguientes características normalizadas para los combustibles más usuales:

Magnitud	PCI	PCS	Equivalencia en tep	Densidad
<b>Butano comercial</b>	11.220 kcal/kg	11.150 kcal/kg	1.130 tep/t	0,50 kg/l
<b>Carbón mineral (antracita)</b>	7.050 kcal/kg	7.300 kcal/kg	0,466 tep/t	
<b>Carbón mineral (hulla)</b>	7.100 kcal/kg	7.300 kcal/kg	0,504 tep/t	
<b>Carbón vegetal</b>	7.910 kcal/kg	8.050 kcal/kg		
<b>Fuelóleo nº1</b>	9.700 kcal/kg	10.200 kcal/kg	0,960 tep/t	0,93 kg/l
<b>Fuelóleo nº2</b>	9.480 kcal/kg	9.980 kcal/kg	0,960 tep/t	0,93 kg/l
<b>Fuelóleo B.I.A.</b>	9.600 kcal/kg		0,960 tep/t	0,97 kg/l
<b>Gas natural</b>	10.090 kcal/Nm <sup>3</sup>	9.080 kcal/Nm <sup>3</sup>	0,09 tep/Ggal PCS <sup>10)</sup>	
<b>Gasóleo C</b>	9.730 kcal/kg	10.290 kcal/kg	1,035 tep/t	0,84 kg/l
<b>Keroseno</b>	10.370 kcal/kg	11.110 kcal/kg	1,045 tep/t	0,78 kg/l
<b>Propano comercial</b>	10.800 kcal/kg	12.000 kcal/kg	1,130 tep/t	0,58 kg/l

Tabla 47: Poderes caloríficos. Fuente IDAE

<sup>10)</sup> Gigacaloría (1 Gcal=109 Cal).

## 13.4 EMISIÓN DE CO<sub>2</sub>

CARBURANTES									
FUENTE ENERGÉTICA	CONSUMO FINAL DIRECTO		ENERGÍA PRIMARIA <sup>(1)</sup>		FACTOR DE EMISIÓN <sup>(2)(3)</sup>				
	tep	Volumen específico	tep	MWh	tCO <sub>2</sub> /tep				
Gasolina	1	1.290 l	1,10	12,79	2,89				
Gasóleo A y B	1	1.181 l	1,12	13,02	3,09				
Gas natural	1	910 Nm <sup>3</sup>	1,07	12,44	2,34				
Biodiesel	1	1.267 l	1,24	14,42	neutro				
Bioetanol	1	1.968 l	1,70	19,77	neutro				
Gases Licuados de Petróleo (GLP)	1	1.763 l	1,05	12,21	2,63				
Queroseno	1	1.213 l	1,12	13,02	3,00				
COMBUSTIBLES									
FUENTE ENERGÉTICA	CONSUMO FINAL DIRECTO		ENERGÍA PRIMARIA <sup>(1)</sup>		FACTOR DE EMISIÓN <sup>(2)(3)</sup>				
	tep	Volumen específico	tep	MWh	tCO <sub>2</sub> /tep				
Hulla	1	2,01 t	1,14	13,21	4,23				
Lignito negro	1	3,14 t	1,14	13,21	4,16				
Carbón para coque	1	1,45 t	1,14	13,26	4,40				
Biomasa agrícola	1	3,34 t	1,25	14,53	neutro				
Biomasa industria forestal	1	2,87 t	1,25	14,53	neutro				
Coque de petróleo	1	1,29 t	1,42	16,49	4,12				
Gas de coquerías	1	1,08 t	1,14	13,26	1,81				
Gasóleo C	1	1.092 l	1,12	13,02	3,06				
Fuelóleo	1	1.126 l	1,11	12,91	3,18				
Gas Natural	1	910 Nm <sup>3</sup>	1,07	12,44	2,34				
Gases Licuados de Petróleo (GLP)	1	1.763 l	1,05	12,21	2,72				
Butano	1	1.670 l	1,05	12,21	2,72				
Propano	1	1.748 l	1,05	12,21	2,67				
Gas de refinería	1	0,85 t	1,12	13,07	2,30				
ELECTRICIDAD									
TECNOLOGÍA	ENERGÍA FINAL		ENERGÍA PRIMARIA		FACTOR DE EMISIÓN				
			Bornas de central	En punto de consumo	En bornas de alternador (bruta)	En bornas de central (neta)	En punto de consumo		
	MWh	tep	MWh	tep	MWh	tep	tCO <sub>2</sub> /MWh	tCO <sub>2</sub> /MWh	tCO <sub>2</sub> /MWh
Carbón	1	0,086	2,79	0,24	3,04	0,26	0,96	1,00	1,09
Nuclear	1	0,086	3,03	0,26	3,31	0,28	0,00	0,00	0,00
Ciclo Combinado	1	0,086	1,97	0,17	2,15	0,18	0,36	0,38	0,41
Hidroeléctrica	1	0,086	1,00	0,09	1,09	0,09	0	0	0
Cogeneración MCIA <sup>(4)</sup>	1	0,086	1,86	0,16	1,95	0,17	0,40	0,42	0,45
Cogeneración TG <sup>(5)</sup>	1	0,086	1,86	0,16	1,95	0,17	0,37	0,39	0,42
Cogeneración TV <sup>(6)</sup>	1	0,086	1,86	0,16	1,95	0,17	0,42	0,44	0,48
Cogeneración CC <sup>(7)</sup>	1	0,086	1,86	0,16	1,95	0,17	0,37	0,39	0,42
Eólica y fotovoltaica	1	0,086	1,00	0,09	1,09	0,09	0	0	0
Solar termoelectrica	1	0,086	4,57	0,39	4,98	0,43	0	0	0
Biomasa eléctrica	1	0,086	3,03	0,26	3,31	0,28	0	0	0
Biogás	1	0,086	2,79	0,24	3,04	0,26	0	0	0
RSU	1	0,086	2,88	0,25	3,14	0,27	0,24	0,25	0,28
Productos petrolíferos	1	0,086	2,54	0,22	2,77	0,24	0,71	0,74	0,80
Energía Eléctrica General	1	0,086	0,18 tep /MWh neto	0,19 tep /MWh final	0,29 tCO <sub>2</sub> /MWh bruto	0,30 tCO <sub>2</sub> /MWh neto	0,33 tCO <sub>2</sub> /MWh final	0,33 tCO <sub>2</sub> /MWh final	
			2,06 MWh primario/ MWh neto	2,25 MWh primario/ MWh final	3,38 tCO <sub>2</sub> /tep bruto	3,52 tCO <sub>2</sub> /tep neto	3,84 tCO <sub>2</sub> /tep final	3,84 tCO <sub>2</sub> /tep final	
Energía Eléctrica Baja Tensión (Sector Doméstico)	1	0,086	0,18 tep /MWh neto	0,20 tep /MWh final	0,29 tCO <sub>2</sub> /MWh bruto	0,30 tCO <sub>2</sub> /MWh neto	0,34 tCO <sub>2</sub> /MWh final	0,34 tCO <sub>2</sub> /MWh final	
			2,06 MWh primario/ MWh neto	2,35 MWh primario/ MWh final	3,38 tCO <sub>2</sub> /tep bruto	3,52 tCO <sub>2</sub> /tep neto	4,00 tCO <sub>2</sub> /tep final	4,00 tCO <sub>2</sub> /tep final	

(1) Incluye las pérdidas en las transformaciones para la obtención del combustible y/o carburante y transporte del mismo.

(2) En punto de consumo

(3) Utilizado el factor de oxidación de acuerdo a la Decisión 2004/156/CE para cada uno de los combustibles analizados.

(4) MCIA: Motor de Combustión Interna Alternativo

(5) TG: Turbina de Gas

Tabla 48: Emisiones de CO<sub>2</sub>. (Fuente: IDAE)

Energía eléctrica suministrada en península: 330 g/kWh CO<sub>2</sub>

## 14 ANEXO V: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN ANALIZADOR DE REDES



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of Calibration*

Número **STO.570003/01**  
Number

Página 1 de 8 páginas  
Page 1 of 8 pages

#### LABORATORIO DE CALIBRACION DE SGS TECNOS S.A.

C/. Trespaderne, 29-28042 MADRID  
Edif.. Barajas-1 (Barrio del Aeropuerto)  
Teléf. : 91 313 80 00 / 81 64  
Fax: 91 313 80 93  
e-mail es.calibracion.lab@sgs.com

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

CERTIFICADO SEGUN ISO 9001 POR

BRITISH STANDARDS INSTITUTION

(BSI)

OBJETO **COMPROBADOR DE INSTALACIONES DE BAJA TENSION**  
*Item*

ACCESORIOS: 3 Pinzas flexibles, HT ITALIA, mod. HTFLEX33, n°/s:  
I1: H05180378385; I2: H05180366285; I3: H05180379485;

MARCA **HT ITALIA**  
*Mark*

MODELO **GSC53N**  
*Model*

Nº SERIE **05073650**  
*Identification*

ITEM: NC

SOLICITANTE **SOLTEC INGENIEROS, S.L.**  
*Applicant*  
C/ A CALEIRA, 5 – BAJO  
CP: 36210 – VIGO  
PONTEVEDRA

FECHA/S DE CALIBRACION **13 de Julio de 2016**  
*Date/s of Calibration*

Signatario/s autorizado/s  
*Authorised Signatory/ies*


Firmado electrónicamente por: LUCENA PEDRAZA JOSE - 21632582G  
Dir. Técnico Lab Calibración SGS TECNOS  
Fecha: 15/07/2016 10:41:58

Fecha de Emisión  
*Date of issue*

**14 de Julio de 2016**

**JOSE L. LUCENA PEDRAZA**  
Director Técnico Laboratorio de Calibración

El Laboratorio de Calibración de SGS Tecnos S.A. dispone de un sistema de gestión de la calidad que ha sido certificado de acuerdo a la norma BS EN ISO 9001 por el British Standards Institution (BSI) con núm. de registro FS 38015.  
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de SGS Tecnos S.A.  
El contenido de éste certificado no está cubierto por la acreditación ENAC, ni por sus acuerdos internacionales de reconocimiento.  
The SGS Tecnos. S.A. Calibration Laboratory has a Quality Management System certified according to the International Standard BS EN ISO 9001 by the British Standards Institution (BSI) with the registered number FS 38015.  
This certificate may not be partially reproduced except with the prior written permission of SGS Tecnos S.A.

			SGS Tecnos, S.A.		
CERTIFICADO DE CALIBRACION		STO.570003/01		Pág. 2 / 8	

### 1.-CARACTERISTICAS DEL INSTRUMENTO:

Magnitud de medida:	Tensión alterna, corriente alterna, frecuencia, resistencia de tierra, aislamiento y continuidad, impedancia de bucle, tiempo y corriente de disparo de diferenciales, factor de potencia, potencia y energía activa monofásica y trifásica
Exactitud:	Según manual del fabricante

### 2.-PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION: PE.T-LC-69, PE.T-LC-03, PE.T-LC-04, PE.T-LC-05, PE.T-LC-06, PE.T-LC-07, PE.T-LC-10.

Inicialmente se estabilizan los equipos a temperatura ambiente, efectuándose posteriormente su calibración por el método directo en las magnitudes de Tensión y Corriente Alterna, Frecuencia, Continuidad, Resistencia de Aislamiento, Resistencia de Tierra, Impedancia de bucle, Corriente y Corriente de disparo, Tiempo de Disparo, Factor de Potencia, Potencia. Energía Activa Monofásica y Trifásica se calibran por comparación con patrón de referencia.

Para la calibración de los puntos de corriente superiores a 20A se ha utilizado como equipos auxiliares dos bobinas multiplicadoras con códigos SGS 043.510002.

### 3.-PATRONES UTILIZADOS:

COD. SGS	043.590016	043.590023	043.630004	043.530008
MODELO	5320A	5520A-SC600	DPO 3012	ES3000/3
Nº SERIE	518630116	9855004	C020299	10244420
FECHA CAL	Mayo 2016	Abril 2016	Diciembre 2015	Marzo 2016

### 4.-CONDICIONES AMBIENTALES Y DE REFERENCIA:

Temperatura	(23 ± 2) °C
Humedad relativa	< 70% h.r.

### 5.-TRAZABILIDAD E INCERTIDUMBRES:


La trazabilidad de las medidas está referida a los patrones de referencia del laboratorio, siendo calibrados periódicamente en laboratorios nacionales o internacionales, en laboratorios acreditados por ENAC o por cualquier otra entidad firmante del Acuerdo Multilateral de la EA para el reconocimiento mutuo de certificados.

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02 m: 2013.

Los valores e incertidumbres asignados corresponden al momento y a las condiciones en las que se realizan las medidas, no considerándose la estabilidad del instrumento a largo plazo.

La desviación es la indicación del instrumento menos el valor de referencia del patrón.



			SGS Tecnos, S.A.		
CERTIFICADO DE CALIBRACION		STO.570003/01		Pág. 3 / 8	

## 6.- RESULTADOS OBTENIDOS:

### Tensión alterna - (50 Hz)

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
0 a 300V V1-N	60,00	59,5	-0,500	0,500	0,11	
	110,00	109,8	-0,200	0,750	0,071	
	220,00	220,2	0,20	1,30	0,054	
	290,00	289,8	-0,40	1,65	0,051	
0 a 300V V2-N	60,00	59,6	-0,400	0,500	0,11	
	110,00	109,8	-0,200	0,750	0,071	
	220,00	220,3	0,30	1,30	0,054	
	290,00	289,6	-0,40	1,65	0,051	
0 a 300V V3-N	60,00	59,6	-0,400	0,500	0,11	
	110,00	109,8	-0,200	0,750	0,071	
	220,00	220,3	0,30	1,30	0,054	
	290,00	289,7	-0,30	1,65	0,051	

### Frecuencia (RCD)

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
47,0 – 63,6 Hz	50,00	50,0	0,000	0,600	0,12	
	60,00	60,0	0,000	0,700	0,096	

### Baja resistencia (LOW R – modalidad auto)

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
0 a 10 Ω	0,100	0,09	-0,0100	0,0220	7,3	
	1,000	0,99	-0,010	0,040	1,3	
	9,000	9,04	0,04	0,20	1,2	
10 a 99,9 Ω	25,00	25,1	0,10	0,70	0,74	
	95,00	95,5	0,50	2,10	0,70	

### Impedancia de bucle Ra

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
Ra (P-PE) 0 a 2000 Ω	100,28	101	0,7	8,2	1,2	
	484,1	488	3,9	26,7	1,0	
	1800,1	1799	-1	99	1,0	

<b>SGS</b>		<b>SGS Tecnos, S.A.</b>	
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACION</b>		<b>STO.570003/01</b>	<b>Pág. 4 / 8</b>

Resistencia de aislamiento


RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
0,01 a 99,9 MΩ (50 V)	1,000	0,98	-0,0200	0,0400	0,77	
	49,00	48,9	-0,10	1,18	1,0	
	90,00	90,4	0,40	5,15	1,0	
0,01 a 199,9 MΩ (100 V)	1,000	0,99	-0,0100	0,0400	0,77	
	90,00	90,0	0,00	2,18	1,0	
	190,00	191,0	1,0	10,2	1,0	
0,01 a 499 MΩ (250 V)	1,000	0,99	-0,0100	0,0400	0,77	
	190,00	190,8	0,8	4,2	1,0	
	490,0	493	3,0	26,5	1,0	
0,01 a 999 MΩ (500 V)	1,000	1,00	0,0000	0,0400	0,76	
	490,0	493	3,0	11,8	1,0	
	990,0	995	5,0	51,5	1,0	
0,01 a 1999 MΩ (1000 V)	1,000	1,00	0,0000	0,0400	0,76	
	490,0	493	3,0	11,8	1,0	
	1980,0	1988	8	97	1,0	

Resistencia de tierra (con picas 3-H)

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
0,01 a 19,99 Ω	1,000	1,01	0,010	0,080	1,3	
	5,000	5,01	0,010	0,280	1,2	
	10,000	10,01	0,01	0,53	1,2	
	19,000	18,99	-0,01	0,98	1,2	
20,0 a 199,9 Ω	50,00	49,9	-0,10	2,90	1,2	
	190,00	189,9	-0,1	9,8	1,2	
200 a 1999 Ω	500,0	500	0,0	28,0	1,2	
	1900,0	1899	-1	98	1,2	

Impedancia de bucle

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
P-N 0 a 9,99Ω	1,028	0,96	-0,068	0,078	4,0	
	5,474	5,37	-0,104	0,299	1,0	
P-N 10,0 a 199,9Ω	18,787	18,7	-0,09	1,24	1,0	
	181,92	181,5	-0,4	9,4	1,0	
P-P 0 a 9,99Ω	0,998	0,93	-0,068	0,077	4,0	
	5,444	5,38	-0,064	0,299	1,0	
P-P 10,0 a 199,9Ω	18,757	18,7	-0,06	1,24	1,0	
	181,89	181,6	-0,3	9,4	1,0	
P-Pe 0 a 9,99Ω	1,034	0,96	-0,074	0,078	4,0	
	5,480	5,38	-0,100	0,299	1,0	
P-Pe 10,0 a 199,9Ω	18,793	18,7	-0,09	1,24	1,0	
	181,92	181,6	-0,3	9,4	1,0	
P-Pe 200 a 1999Ω	484,0	488	4,0	27,4	1,0	
	1800,0	1798	-2	93	1,0	


			SGS Tecnos, S.A.		
CERTIFICADO DE CALIBRACION		STO.570003/01		Pág. 5 / 8	

Corriente de disparo

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	INCERT. (%)	MODO	OBS
10 mA	10,113	10	-0,11	3,5	x 1	
	20,531	20	-0,53	4,2	x 2	
30 mA	14,234	15	0,77	3,5	x ½	
	30,734	30	-0,7	3,5	x 1	
	62,25	60	-2,3	4,2	x 2	
100 mA	48,36	50	1,6	3,5	x ½	
	103,86	100	-3,9	3,5	x 1	
	204,00	200	-4,0	4,2	x 2	
	527,3	500	-27	4,5	x 5	
300 mA	145,33	150	4,7	3,5	x ½	
	311,43	300	-11	3,5	x 1	
	637,3	600	-37	4,2	x 2	
	1607,0	1500	-107	4,5	x 5	
500 mA	238,33	250	11,7	3,5	x ½	
	528,0	500	-28	3,5	x 1	
	1068,6	1000	-69	4,2	x 2	
	2683,4	2500	-183	4,5	x 5	

Tiempo de disparo (ms)

RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	INCERT. (%)	MODO	OBS
10 mA	300,0	299	-1,0	1,1	x 1	
	190,0	190	0,0	1,4	x 2	
30 mA	999,9	999	-0,9	0,50	x ½	
	300,0	300	0,0	1,1	x 1	
	190,0	191	1,0	1,4	x 2	
100 mA	999,9	999	-0,9	0,50	x ½	
	300,0	301	1,0	1,1	x 1	
	190,0	189	-1,0	1,4	x 2	
	40,0	40	0,0	4,5	x 5	
300 mA	998,9	999	0,1	0,50	x ½	
	300,0	300	0,0	1,1	x 1	
	190,0	190	0,0	1,4	x 2	
	40,0	41	1,0	4,5	x 5	
500 mA	999,9	999	-0,9	0,50	x ½	
	300,0	300	0,0	1,1	x 1	
	190,0	191	1,0	1,4	x 2	
	40,0	41	1,0	4,5	x 5	

			SGS Tecnos, S.A.		
CERTIFICADO DE CALIBRACION			STO.570003/01	Pág. 6 / 8	

Corriente alterna (c/pinzas flexibles mod: FLEX33) (50 Hz)


RANGO	PATRON	EQUIPO	DESVIACION	ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)	OBS
I1 3000 A	20,00	19,8	-0,200	0,940	0,42	
	200,00	199,7	-0,3	3,9	2,0	
	1000,00	1001,0	1	37	2,0	
I2 3000 A	20,00	20,0	0,000	0,940	0,42	
	200,00	200,4	0,4	3,9	2,0	
	1000,00	1005,0	5	37	2,0	
I3 3000 A	20,00	19,9	-0,100	0,940	0,42	
	200,00	202,9	2,9	3,9	2,0	
	1000,00	1017,0	17	37	2,0	

Factor de Potencia (cosφ) Pinzas HTFlex 33 – U=110V, I=20A 50Hz

PUNTO	PATRÓN	EQUIPO			DESVIACION			ERROR ADM. (±)	INCERT. (%)
		L1	L2	L3	L1	L2	L3		
0,8c	0,800	0,80	0,80	0,80	0,0000	0,0000	0,0000	0,0110	1,1
1	1,000	1,00	1,00	1,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0110	0,99
0,5i	0,500	0,51	0,51	0,51	0,0100	0,0100	0,0100	0,0110	1,5

Potencia activa monofásica – Pinzas HTFlex33

Parámetros Nominale de medida U – I – cosφ	PATRÓN ( kW )	EQUIPO ( kW )			DESVIACION ( kW )			ERROR ADM. ( ± kW )	INCERT. ( % )
		L1	L2	L3	L1	L2	L3		
110V – 20A – 1	2,2000	2,18	2,192	2,216	-0,0200	-0,0080	0,0160	0,1274	0,33
110V – 210A – 1	22,000	21,87	21,94	22,22	-0,13	-0,06	0,22	1,34	2,1
220V – 210A – 1	44,000	43,91	44,08	44,64	-0,09	0,08	0,64	2,65	2,1
220V – 990A – 1	220,00	219,9	220,7	223,5	-0,1	0,7	3,5	12,6	2,1
110V – 20A – 0.5i	1,1000	1,111	1,122	1,133	0,0110	0,0220	0,0330	0,0680	0,41
110V – 210A – 0.5i	11,000	11,16	11,24	11,37	0,16	0,24	0,37	0,71	2,1
220V – 210A – 0.5i	22,000	22,43	22,57	22,84	0,43	0,57	0,84	1,41	2,1
220V – 990A – 0.5i	110,00	112,1	112,7	114,0	2,1	2,7	4,0	6,7	2,1
110V – 20A – 0.8c	1,7800	1,73	1,737	1,780	-0,0300	-0,0230	0,0000	0,1048	0,36
110V – 210A – 0.8c	17,800	17,39	17,47	17,70	-0,21	-0,13	0,10	1,10	2,1
220V – 210A – 0.8c	35,200	34,87	35,00	35,48	-0,33	-0,20	0,28	2,18	2,1
220V – 990A – 0.8c	178,00	174,8	175,7	177,9	-1,2	-0,3	1,9	10,4	2,1

			SGS Tecnos, S.A.		
CERTIFICADO DE CALIBRACION		STO.570003/01		Pág. 7 / 8	

Potencia activa trifásica (modo totalizador de las 3 fases) – Pinzas HTFlex33


Parámetros Nominales de medida U – I – cosφ	PATRON ( kW )	EQUIPO ( kW )	DESVIACION ( kW )	ERROR ADM. ( ± kW )	INCERT. ( % )	OBS
110V - 20 A – 1	6,6000	6,589	-0,011	0,378	0,33	
220V - 20 A – 1	13,200	13,22	0,020	0,772	0,33	
110V - 20 A – 0.5i	3,3000	3,367	0,067	0,200	0,41	
220V - 20 A – 0.5i	6,600	6,775	0,175	0,398	0,41	
110V - 20 A – 0.8c	5,2800	5,228	-0,052	0,310	0,36	
220V - 20 A – 0.8c	10,560	10,49	-0,070	0,637	0,36	

Energía activa monofásica – Pinzas HTFlex33

Parámetros Nominales de medida U – I – cosφ	PATRÓN	EQUIPO			DESVIACION ( Wh )			ERROR ADM. ( ± )	INCERT. ( % )
		L1	L2	L3	L1	L2	L3		
110 – 20A – 1 (Wh)	755,74	735,6	733,5	733,3	-20,1	-22,2	-22,4	46,3	0,68
220 – 20A – 1 (kWh)	1,8798	1,853	1,843	1,842	-0,026	-0,036	-0,037	0,117	0,68
110 – 20A – 0.5i (Wh)	393,15	395,9	394,6	394,7	2,8	1,5	1,6	24,2	0,68
220 – 20A – 0.5i (Wh)	1,0474	1,061	1,059	1,062	0,0136	0,0116	0,0146	0,0659	0,68
110 – 20A – 0.8c (Wh)	521,20	507,3	505,1	503,3	-13,9	-16,1	-17,9	32,0	0,68
220 – 20A – 0.8c (kWh)	1,4458	1,415	1,406	1,405	-0,0308	-0,0398	-0,0408	0,0902	0,68

Energía activa trifásica (modo totalizador de las 3 fases) – Pinzas HTFlex33

Parámetros Nominales de medida U – I – cosφ	PATRON ( kWh )	EQUIPO ( kWh )	DESVIACION ( kWh )	ERROR ADM. ( ± kWh )	INCERT. ( % )	UNIDAD
110V - 20A – 1	2,3224	2,306	-0,016	0,143	0,68	
220V - 20A – 1	4,2311	4,220	-0,011	0,259	0,68	
110V - 20A - 0.5i	1,1425	1,167	0,0245	0,0732	0,68	
220V - 20A - 0.5i	2,2556	2,306	0,050	0,143	0,68	
110V - 20A - 0.8c	1,7721	1,748	-0,024	0,109	0,68	
220V - 20A - 0.8c	3,5891	3,538	-0,051	0,218	0,68	

			<b>SGS Tecnos, S.A.</b>		
CERTIFICADO DE CALIBRACION		STO.570003/01		Pág. 8 / 8	

**RESULTADOS:**

La calibración de este aparato, ha sido realizada en los laboratorios de SGS TECNOS, S.A., obteniéndose como resultado que el equipo CUMPLE con la especificación dada por el fabricante en los puntos calibrados, considerando las desviaciones intrínsecas encontradas inferiores a la misma.

PERIODO DE RECALIBRACION ACONSEJABLE: **12 MESES**

**PEDRO ANDRÉS RAMOS SIMÓN**

Realizado



**CENTRO DI TARATURA LAT 121**  
*Calibration Centre*  
**Laboratorio Accreditato di**  
**Taratura**



LAT N° 121  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 121 5147**  
*Certificate of Calibration*

Pagina 1 di 6

- *Data di emissione*  
*date of issue* **2015-10-14**

- *cliente*  
*customer* **HT ITALIA S.r.l.**  
**Via DELLA BOARIA, 40**  
**FAENZA**

- *Destinatario*  
*receiver* **HT ITALIA S.r.l.**  
**Via DELLA BOARIA, 40**  
**FAENZA**

- *Richiesta*  
*application* **15/434**

- *In data*  
*date* **13/10/2015**

*Si riferisce a:*  
*referring to*

- *Oggetto*  
*item* **Calibratore**

- *costruttore*  
*manufacturer* **Wavetek**

- *Modello*  
*model* **9100**  
**PWR**

- *Matricola*  
*serial number* **37162**

- *Data di ricevimento oggetto*  
*date of receipt of item* **2015-10-08**

- *Data delle misure*  
*date of measurement* **Dal: 2015-10-12 al 2015-10-13**

- *Registro di laboratori*  
*laboratory reference* **5796**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 121 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 121 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of Centre*  
**P.I. Carmelo Pollio**



## European accreditation of laboratories

Every member of the EU and EFTA has a national body (or bodies) responsible for a different type of accreditation. Accreditation means:

**Formal recognition by an authoritative body that an organisation is competent**

European cooperation for Accreditation of Laboratories (EAL) is an organisation of the national organisations of all the EU/EFTA Member countries that accredit calibration and/or testing laboratories.

The national accreditation bodies evaluate each other at frequent intervals, to ensure that they are all operating correctly to international standards.

National accreditation bodies meeting these criteria can become signatories to the appropriate multilateral agreement (MLA).

In addition, EAL has entered into mutual recognition agreements (MRA) with some national accreditation bodies in non-European countries. Certificates and reports issued by bodies accredited by MLA and MRA members are considered to have the same degree of credibility, and are accepted in MLA and MRA countries.

Accredited certificates and reports can be identified because they carry the logo of the accreditation body.

This international acceptance of certificates and reports helps international business by removing barriers to trade.

### Logos of MLA accreditation bodies (calibration)

#### Denmark



**DANAK**  
Dansk Akkreditering  
Erhvervsfremme Styrelsen, Tagensvej 137  
DK-2200 København N, Denmark  
Tel: +45 35 86 82 80 Fax: +45 35 86 85 78

#### Finland



**FINAS**  
Finnish Accreditation Service,  
Centre for Metrology and Accreditation,  
PO Box 239, SF-00181, Helsinki, Finland  
Tel: +358-0 616 71 Fax: +358-0 616 7341

#### France



**COFRAC**  
Comite Francais d'Accreditation  
37 rue de Lyon  
F-75012 Paris, France  
Tel: +331 44 68 82 24 Fax: +331 44 68 82 21

#### Germany



**DKD**  
Deutscher Kalibrierdienst, PTB, Postfach 3345  
D-38023 Braunschweig, Germany  
Tel: +49-531 592 8320 Fax: +49-531 592 9292

#### Ireland



**ILAB**  
The Irish National Accreditation Board  
Wilton Park House, Wilton Place  
Dublin 2, Ireland  
Tel: +353 1 607 3003 Fax: +353 1 607 3109

#### Italy



**SIT**  
Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Servizio di Taratura in Italia  
Strada delle Cacce 91, I-10135 Torino, Italy  
Tel: +39-11 348 8933 Fax: +39-11 348 6384

#### The Netherlands



**RvA**  
Raad voor Accreditatie  
Postbus 2768, 3500 GT Utrecht, Netherlands  
Tel: +31-30 239 4500 Fax: +31-30 239 4539

#### Norway



**Norwegian Accreditation**  
Norewegian Metrology and Accreditation Service  
PO Box 6832, St Olavs Plass  
N-0130, Oslo, Norway  
Tel: +47-2 220 0226 Fax: +47-2 220 7772

#### Spain



**ENAC**  
Entidad Nacional de Accreditation  
Serrano, 240. 7th Floor  
E-28016 Madrid, Spain  
Tel: +34-1-457 32 89 Fax: +34-1-458 62 80

#### Sweden



**SWEDAC**  
Swedish Board for Technical Accreditation  
Box 878, S-501 15 Borås, Sweden  
Tel: +46-8-4 02 0071 Fax: +46-8-791 8929

#### Switzerland



**SAS**  
Federal Office of Metrology  
Swiss Accreditation Service, Lindenweg 50  
CH-3084, Wabern, Switzerland  
Tel: +41-31 323 3520 Fax: +41-31 323 3510

#### United Kingdom



**UKAS**  
United Kingdom Accreditation Service  
Queens Road, Teddington  
Middlesex TW11 0NA, UK  
Tel: +44-181-943 7068 Fax: +44-181-943 6687

### Logos of MRA accreditation bodies (calibration)

#### Australia



**NATA**  
7 Leeds Street, Rhodes  
NSW 2138, Australia  
Tel: +61-2-736 8222 Fax: +61-2-743 5311

#### South Africa



**SANLA**  
PO Box 914-2142, Wingate Park  
0153 Pretoria, S Africa  
Tel: +27-12 349 1441 Fax: +27-12 349 1449



Via de la Borta, 40 - 48018 Fuenzua - Tel 0546621002

Page 1 of 2

**Calibration certificate N° 16032852**

**Certificate**

Pages: 2

Date of release: 29/03/16

Consignee: .....

Request: .....

Date of request: .....

Date of putting into service: .....

(to be filled in by the final customer)

Next calibration date: .....

(to be filled in by the final customer)

Subject: HT ITALIA

Manufacturer: ZG

Type: 47

Model: 16032852

Serial no.: See instruction manual

Accuracy class: See instruction manual

Instrument specifications: See instruction manual

The test results reported in the calibration certificate of the instrument under reference were obtained using samples and measuring instruments whose traceability dates back to the standard instrument provided with calibration certificate as below indicated:

Standard instrument	Calibration certificate
Wv 9100	ACCREDIA 5147 14/10/15

Tests were carried out at the room temperature of 23°C ±5°C with relative humidity of 60% ±10%. Tests were carried out according to top\_11200calibration procedure. In view of the whole chain of traceability the symmetrical uncertainties more and less, referred to the numerical values reported in the certificate, are the following:

For AC voltage: 0.020%  
For DC voltage: 0.009%  
For AC current: 0.16%  
For DC current: 0.16%  
For resistance: 0.010%  
For calibration conditions:  
Frequency: 0.5%  
For room temperature: 1K  
For room humidity: 2.5%

**Result table**

Ref	Set function	Input value	Lower limit	Read value	Upper limit	Uncertainty
1	Outlook, BAT indication, keys and RS232.			OK ✓		
2	LOW Ω	0.25 Ω	0.23 Ω	0.25	0.27 Ω	0.02 Ω
		50.0 Ω	48.8 Ω	50.0	51.2 Ω	1.2 Ω
	Current >200 mA on 5Ω (U <sub>bat</sub> >9V)			OK ✓		
3	MΩ/500V	0.22 MΩ	0.20 MΩ	0.22	0.24 MΩ	0.02 MΩ
		1.80 MΩ	1.74 MΩ	1.80	1.86 MΩ	0.06 MΩ
4	MΩ/1000V	5.00 MΩ	4.88 MΩ	4.99	5.12 MΩ	0.12 MΩ
		30.0 MΩ	29.2 MΩ	30.0	30.8 MΩ	0.8 MΩ
		77.0 MΩ	75.3 MΩ	77.0	78.7 MΩ	1.7 MΩ
		1500 MΩ	1423 MΩ	1511	1577 MΩ	77 MΩ
	Test voltage 50, 100, 250, 500, 1000 V -0 + +10%			OK ✓		
5	(Z <sub>L</sub> / I <sub>k</sub> )	0.84 Ω	0.77 Ω	0.81	0.91 Ω	0.07 Ω
		5.84 Ω	5.52 Ω	5.84	6.16 Ω	0.32 Ω
		180.8 Ω	171.5 Ω	181.1	190.1 Ω	9.3 Ω
6	Z <sub>S</sub> / I <sub>k</sub>	0.84 Ω	0.77 Ω	0.81	0.91 Ω	0.07 Ω
7	Phase sequence indication			OK ✓		
8	Test RCD current	I <sub>an</sub> = 30mA	30 mA	30.7	33 mA	3 mA
		U <sub>I</sub> / I <sub>AN</sub> = 30mA	R <sub>E</sub> = 1000 Ω	30.2	33.0 V	3 V
		U <sub>I</sub> / I <sub>AN</sub> = 100mA	R <sub>E</sub> = 150 Ω	15.2	16.5 V	1.5 V
9	I <sub>RCD</sub>	I <sub>an</sub> = 30mA		16	17 ms	2 ms
		15 ms	13 ms			
10	Ra measurement	1000 Ω	947 Ω	1007	1053 Ω	53 Ω
		0.10 Ω	0.07 Ω	0.10	0.13 Ω	0.03 Ω
11	Earth	120.0 Ω	113.7 Ω	120.0	126.3 Ω	6.3 Ω
		300 Ω	282 Ω	300	318 Ω	18 Ω
		1800 Ω	1707 Ω	1801	1893 Ω	93 Ω

The verifier  
Quartarone Claudio



Via della Bontà 40 - 48018 Faenza - Tel 0546/621002

Page 2 of 2

Calibration certificate Nº 16032852 Type: ZG Model : 47

Serial no.: 16032852

Power Factor = 0.5 Inductive												
Voltage [V]				Current [A]			Power [KW]			Reactive Power [KVAR]		
Phase	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %
1	230.0	230.2	0.1	950.9	951.2	0.1	109.2	109.2	-0.1	-189.7	-189.7	0.2
2	230.0	230.2	0.1	951.2	951.2	0.1	109.2	109.2	-0.1	-189.7	-189.7	0.2
3	230.0	230.2	0.1	951.0	951.0	0.1	109.2	109.2	-0.1	-189.7	-189.7	0.2
1	230.0	230.1	0.1	398.2	398.2	-0.4	45.94	45.94	-0.1	-79.53	-79.53	-0.2
2	230.0	230.2	0.1	398.2	398.2	-0.4	45.56	45.56	-1.0	-79.54	-79.54	-0.2
3	230.0	230.1	0.0	398.0	398.0	-0.5	45.98	45.98	-0.1	-79.48	-79.48	0.0
1	230.0	230.2	0.1	249.9	249.9	0.0	28.78	28.78	0.1	-49.81	-49.81	0.2
2	230.0	230.2	0.1	250.0	250.0	0.0	28.75	28.80	0.2	-49.80	-49.83	0.1
3	230.0	230.2	0.1	250.0	250.0	0.0	28.78	28.78	0.1	-49.83	-49.83	0.1
1	230.0	230.2	0.1	99.7	99.8	-0.3	11.48	11.48	-0.2	-19.86	-19.86	-0.3
2	230.0	230.2	0.1	99.8	99.8	-0.2	11.48	11.48	-0.2	-19.89	-19.89	-0.2
3	230.0	230.1	0.1	99.7	99.7	-0.3	11.47	11.47	-0.2	-19.87	-19.87	-0.2
1	230.0	230.1	0.1	44.9	44.9	-0.2	5.175	5.206	0.6	-8.930	-8.930	-0.4
2	230.0	230.2	0.1	44.9	44.9	-0.2	5.211	5.211	0.7	-8.936	-8.936	-0.3
3	230.0	230.1	0.1	44.9	44.9	-0.2	5.203	5.203	0.5	-8.963	-8.937	-0.3

Power Factor = 0.5 Capacitive															
Voltage [V]				Current [A]				Power [kW]				Reactive Power [kVAr]			
Phase	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %
1	230.0	230.2	0.1	950.4	950.4	0.0	109.0	109.0	-0.2	189.7	189.7	0.2	189.7	189.7	0.2
2	230.0	230.2	0.1	950.3	950.3	0.0	109.3	109.0	-0.2	189.2	189.5	0.2	189.2	189.5	0.2
3	230.0	230.2	0.1	950.4	950.4	0.0	109.0	109.0	-0.3	189.6	189.6	0.2	189.6	189.6	0.2
1	230.0	230.2	0.1	398.1	398.1	-0.5	45.86	45.86	-0.3	79.59	79.59	-0.1	79.59	79.59	-0.1
2	230.0	230.2	0.1	397.9	397.9	-0.5	45.82	45.82	-0.4	79.56	79.56	-0.1	79.56	79.56	-0.1
3	230.0	230.1	0.1	397.9	397.9	-0.5	45.83	45.83	-0.4	79.56	79.56	-0.1	79.56	79.56	-0.1
1	230.0	230.2	0.1	250.1	250.1	0.0	28.78	28.78	0.1	49.86	49.86	0.1	49.86	49.86	0.1
2	230.0	230.2	0.1	250.0	250.0	0.0	28.75	28.77	0.1	49.80	49.86	0.1	49.80	49.86	0.1
3	230.0	230.2	0.1	250.1	250.1	0.0	28.77	28.77	0.1	49.86	49.86	0.1	49.86	49.86	0.1
1	230.0	230.2	0.1	99.7	99.7	-0.3	11.45	11.45	-0.4	19.87	19.87	-0.3	19.87	19.87	-0.3
2	230.0	230.2	0.1	99.6	99.6	-0.4	11.50	11.44	-0.5	19.92	19.86	-0.3	19.92	19.86	-0.3
3	230.0	230.2	0.1	99.6	99.6	-0.4	11.44	11.44	-0.5	19.86	19.86	-0.3	19.86	19.86	-0.3
1	230.0	230.2	0.1	45.0	45.0	0.0	5.175	5.201	0.5	8.963	8.963	-0.1	8.963	8.963	-0.1
2	230.0	230.2	0.1	44.9	44.9	-0.2	5.201	5.201	0.5	8.940	8.940	-0.3	8.940	8.940	-0.3
3	230.0	230.2	0.1	44.9	44.9	-0.2	5.198	5.198	0.4	8.941	8.941	-0.2	8.941	8.941	-0.2

Voltage [V]				
Phase	Nom.	Meas.	Err%	Nom.
1	100.0	99.9	-0.1	230.0
2	100.0	99.8	-0.2	230.0
3	100.0	99.8	-0.2	230.0

AUX [mV]				
Channel	Nom.	Meas.	Err%	Nom.
1	100.0	100.0	0.0	100.0
2	100.0	100.0	0.0	100.0
3	100.0	99.0	-1.00	100.0

Quarantone Claudio





**CENTRO DI TARATURA LAT 121**  
*Calibration Centre*  
**Laboratorio Accreditato di**  
**Taratura**



LAT N° 121  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento  
EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC  
Mutual Recognition Agreements

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 121 5147**  
*Certificate of Calibration*

Pagina 1 di 6

- *Data di emissione*  
*date of issue* **2015-10-14**

- *cliente*  
*customer* **HT ITALIA S.r.l.**  
**Via DELLA BOARIA, 40**  
**FAENZA**

- *Destinatario*  
*receiver* **HT ITALIA S.r.l.**  
**Via DELLA BOARIA, 40**  
**FAENZA**

- *Richiesta*  
*application* **15/434**

- *In data*  
*date* **13/10/2015**

*Si riferisce a:*  
*referring to*

- *Oggetto*  
*item* **Calibratore**

- *costruttore*  
*manufacturer* **Wavetek**

- *Modello*  
*model* **9100**  
**PWR**

- *Matricola*  
*serial number* **37162**

- *Data di ricevimento oggetto*  
*date of receipt of item* **2015-10-08**

- *Data delle misure*  
*date of measurement* **Dal: 2015-10-12 al 2015-10-13**

- *Registro di laboratori*  
*laboratory reference* **5796**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 121 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 121 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of Centre*  
**P.I. Carmelo Pollio**

## European accreditation of laboratories

Every member of the EU and EFTA has a national body (or bodies) responsible for a different type of accreditation. Accreditation means:

**Formal recognition by an authoritative body that an organisation is competent**

European cooperation for Accreditation of Laboratories (EAL) is an organisation of the national organisations of all the EU/EFTA Member countries that accredit calibration and/or testing laboratories.

The national accreditation bodies evaluate each other at frequent intervals, to ensure that they are all operating correctly to international standards.

National accreditation bodies meeting these criteria can become signatories to the appropriate multilateral agreement (MLA).

In addition, EAL has entered into mutual recognition agreements (MRA) with some national accreditation bodies in non-European countries. Certificates and reports issued by bodies accredited by MLA and MRA members are considered to have the same degree of credibility, and are accepted in MLA and MRA countries.

Accredited certificates and reports can be identified because they carry the logo of the accreditation body.

This international acceptance of certificates and reports helps international business by removing barriers to trade.

### Logos of MLA accreditation bodies (calibration)

#### Denmark



**DANAK**  
Dansk Akkreditering  
Erhvervsfremme Styrelsen, Tagensvej 137  
DK-2200 København N, Denmark  
Tel: +45 35 86 82 80 Fax: +45 35 86 85 78

#### Finland



**FINAS**  
Finnish Accreditation Service,  
Centre for Metrology and Accreditation,  
PO Box 239, SF-00181, Helsinki, Finland  
Tel: +358-0 616 71 Fax: +358-0 616 7341

#### France



**COFRAC**  
Comite Francais d'Accreditation  
37 rue de Lyon  
F-75012 Paris, France  
Tel: +331 44 68 82 24 Fax: +331 44 68 82 21

#### Germany



**DKD**  
Deutscher Kalibrierdienst, PTB, Postfach 3345  
D-38023 Braunschweig, Germany  
Tel: +49-531 592 8320 Fax: +49-531 592 9292

#### Ireland



The Irish National Accreditation Board  
Wilton Park House, Wilton Place  
Dublin 2, Ireland  
Tel: +353 1 607 3003 Fax: +353 1 607 3109

#### Italy



**SIT**  
Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Servizio di Taratura in Italia  
Strada delle Cacce 91, I-10135 Torino, Italy  
Tel: +39-11 348 8933 Fax: +39-11 348 6384

#### The Netherlands



**RvA**  
Raad voor Accreditatie  
Postbus 2768, 3500 GT Utrecht, Netherlands  
Tel: +31-30 239 4500 Fax: +31-30 239 4539

#### Norway



**Norwegian Accreditation**  
Norwegian Metrology and Accreditation Service  
PO Box 6832, St Olavs Plass  
N-0130, Oslo, Norway  
Tel: +47-2 220 0226 Fax: +47-2 220 7772

#### Spain



**ENAC**  
Entidad Nacional de Accreditation  
Serrano, 240, 7th Floor  
E-28016 Madrid, Spain  
Tel: +34-1-457 32 89 Fax: +34-1-458 62 80

#### Sweden



**SWEDAC**  
Swedish Board for Technical Accreditation  
Box 878, S-501 15 Borås, Sweden  
Tel: +46-8-4 02 0071 Fax: +46-8-791 8929

#### Switzerland



**SAS**  
Federal Office of Metrology  
Swiss Accreditation Service, Lindenweg 50  
CH-3084, Wabern, Switzerland  
Tel: +41-31 323 3520 Fax: +41-31 323 3510

#### United Kingdom



**UKAS**  
United Kingdom Accreditation Service  
Queens Road, Teddington  
Middlesex TW11 0NA, UK  
Tel: +44-181-943 7068 Fax: +44-181-943 6687

### Logos of MRA accreditation bodies (calibration)

#### Australia



**NATA**  
7 Leeds Street, Rhodes  
NSW 2138, Australia  
Tel: +61-2-736 8222 Fax: +61-2-743 5311

#### South Africa



**SANLA**  
PO Box 914-2142, Wingate Park  
0153 Pretoria, S Africa  
Tel: +27-12 349 1441 Fax: +27-12 349 1449



Via della Borin, 40 - 48018 Faenza - Tel 0546621002

Page 1 of 2

**Calibration certificate N° 16032851**

**Certificate**

Pages: 2

Date of release: 25/03/16

Consignee:

Request:

Date of request:

Date of putting into service:

(to be filled in by the final customer)

Next calibration date:

(to be filled in by the final customer)

Subject:

Manufacturer:

Type:

Model:

Serial no.:

Accuracy class:

Instrument specifications:

The test results reported in the calibration certificate of the instrument under reference were obtained using samples and measuring instruments whose traceability dates back to the standard instrument provided with calibration certificate as below indicated:

Standard instrument	Calibration certificate
Wv 9100	ACCREDIA 5147 14/10/15

Tests were carried out at the room temperature of 23°C ±5°C with relative humidity of 60% ±10%. Tests were carried out according to IEC 61206 calibration procedure. In view of the whole chain of traceability the symmetrical uncertainties more and less, referred to the numerical values reported in the certificate, are the following:

For AC voltage: 0.020%  
For DC voltage: 0.009%  
For AC current: 0.16%  
For DC current: 0.16%  
For resistance: 0.010%  
For calibration conditions:  
Frequency: 0.5%  
For room temperature: 1K  
For room humidity: 2.5%

**Result table**

Ref	Set function	Input value	Lower limit	Read value	Upper limit	Uncertainty
1	Outlook, BAT indication, keys and RS232.			OK ✓		
2	LOW Ω	0.25 Ω	0.23 Ω	0.25	0.27 Ω	0.02 Ω
		50.0 Ω	48.8 Ω	49.9	51.2 Ω	1.2 Ω
	Current >200 mA on 5Ω (Ubat=9V)					
				OK ✓		
3	MΩ/500V	0.22 MΩ	0.20 MΩ	0.22	0.24 MΩ	0.02 MΩ
		1.80 MΩ	1.74 MΩ	1.80	1.86 MΩ	0.06 MΩ
4	MΩ/1000V	5.00 MΩ	4.88 MΩ	5.00	5.12 MΩ	0.12 MΩ
		30.0 MΩ	29.2 MΩ	30.0	30.8 MΩ	0.8 MΩ
		77.0 MΩ	75.3 MΩ	77.0	78.7 MΩ	1.7 MΩ
		1500 MΩ	1423 MΩ	1493	1577 MΩ	77 MΩ
	Test voltage 50, 100, 250, 500, 1000 V -0 + +10%					
				OK ✓		
5	(Z <sub>L</sub> / I <sub>k</sub> )	0.84 Ω	0.77 Ω	0.81	0.91 Ω	0.07 Ω
		5.84 Ω	5.52 Ω	5.84	6.16 Ω	0.32 Ω
		180.8 Ω	171.5 Ω	180.9	190.1 Ω	9.3 Ω
6	Z <sub>S</sub> / I <sub>k</sub>	0.84 Ω	0.77 Ω	0.81	0.91 Ω	0.07 Ω
7	Phase sequence indication					
				OK ✓		
8	Test RCD current					
		I <sub>AN</sub> = 30mA	30 mA	30.8	33 mA	3 mA
		U <sub>B</sub> /I <sub>AN</sub> =30mA	30.0 V	30.2	33.0 V	3 V
		U <sub>B</sub> /I <sub>AN</sub> =100mA	15.0 V	15.2	16.5 V	1.5 V
9	I <sub>RCD</sub>					
		I <sub>AN</sub> = 30mA	15 ms	16	17 ms	2 ms
10	Ra measurement					
		1000 Ω	947 Ω	1007	1053 Ω	53 Ω
11	Earth					
		0.10 Ω	0.07 Ω	0.10	0.13 Ω	0.03 Ω
		120.0 Ω	113.7 Ω	120.0	126.3 Ω	6.3 Ω
		300 Ω	282 Ω	300	318 Ω	18 Ω
		1800 Ω	1707 Ω	1801	1893 Ω	93 Ω

The verifier  
Quarante Claudio





Via de la Bodega 40 - 48918 Pareda - Tel 0546/621002

Page 2 of 2

Calibration certificate Nº 16032851 Type: ZG Model : 47

Serial no.: 16032851

Power Factor = 0.5 Inductive												
Voltage [V]				Current [A]			Power [KW]			Reactive Power [KVAR]		
Phase	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %
1	230.1	230.1	0.1	951.1	951.1	0.1	109.2	109.2	0.0	-189.6	-189.6	0.2
2	230.0	230.1	0.0	951.3	951.3	0.1	109.3	109.3	0.0	-189.2	-189.6	0.2
3	230.1	230.1	0.1	951.4	951.4	0.1	109.3	109.3	0.1	-189.6	-189.6	0.2
1	230.0	230.2	0.1	398.2	398.2	-0.4	45.58	45.58	-0.9	-79.52	-79.52	-0.2
2	230.0	230.2	0.1	398.4	398.4	-0.4	45.61	45.61	-0.8	-79.57	-79.57	-0.1
3	230.2	230.2	0.1	398.3	398.3	-0.4	45.59	45.59	-0.9	-79.52	-79.52	-0.2
1	230.1	230.1	0.1	249.9	249.9	0.0	28.78	28.78	0.1	-49.80	-49.80	0.0
2	230.0	230.1	0.1	250.1	250.1	0.0	28.75	28.80	0.2	-49.80	-49.83	0.1
3	230.1	230.1	0.1	250.1	250.1	0.0	28.75	28.80	0.2	-49.83	-49.83	0.1
1	230.2	230.2	0.1	99.6	99.6	-0.4	11.46	11.46	-0.3	-19.85	-19.85	-0.3
2	230.0	230.2	0.1	99.8	99.8	-0.2	11.50	11.47	-0.3	-19.92	-19.90	-0.1
3	230.2	230.2	0.1	99.9	99.9	-0.1	11.48	11.48	-0.2	-19.91	-19.91	-0.1
1	230.1	230.1	0.1	44.9	44.9	-0.2	5.203	5.203	0.5	-8.924	-8.945	-0.4
2	230.0	230.1	0.0	45.0	45.0	-0.2	5.175	5.203	0.5	-8.963	-8.945	-0.2
3	230.1	230.1	0.1	45.0	45.0	0.0	5.200	5.200	0.5	-8.951	-8.951	-0.1

Power Factor = 0.5 Capacitive												
Voltage [V]				Current [A]				Power [KW]			Reactive Power [KVAR]	
Phase	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %	Nom.	Meas.	Err %
1		230.1	0.0		951.2	0.1		109.1	-0.2		189.7	0.2
2	230.0	230.1	0.0	950.0	951.4	0.1	109.3	109.1	-0.2	189.2	189.8	0.3
3		230.1	0.0		951.5	0.2		109.0	-0.2		189.8	0.3
1		230.2	0.1		398.6	-0.3		45.94	-0.1		79.69	0.0
2	230.0	230.2	0.1	400.0	398.5	-0.4	46.00	45.93	-0.1	79.67	79.66	0.0
3		230.2	0.1		398.7	-0.3		45.92	-0.2		79.75	0.1
1		230.1	0.1		250.0	0.0		28.74	0.0		49.85	0.1
2	230.0	230.1	0.1	250.0	249.9	0.0	28.75	28.72	-0.1	49.80	49.84	0.1
3		230.1	0.1		249.9	0.0		28.74	0.0		49.83	0.1
1		230.1	0.1		99.6	-0.4		11.44	-0.5		19.85	-0.4
2	230.0	230.1	0.1	100.0	99.6	-0.4	11.50	11.46	-0.3	19.92	19.84	-0.4
3		230.1	0.1		99.6	-0.4		11.46	-0.3		19.84	-0.4
1		230.2	0.1		45.0	0.0		5.192	0.3		8.963	0.0
2	230.0	230.1	0.1	45.0	44.9	-0.2	5.175	5.187	0.2	8.963	8.928	-0.4
3		230.2	0.1	45.0	44.9	-0.2		5.190	0.3	8.963	8.928	-0.4

Voltage [V]											
Phase	Nom.	Meas.	Err.%	Nom.	Meas.	Err.%	Nom.	Meas.	Err.%	Nom.	Err.%
1	100.0	99.9	-0.1	230.1	230.1	0.0	400.0	399.7	-0.1	189.7	0.2
2	100.0	99.9	-0.1	230.0	230.0	0.0	400.0	399.9	0.0	189.2	0.3
3	100.0	99.9	-0.1	230.0	230.0	0.0	400.0	399.7	-0.1	189.8	0.3

AUX [mV]			
Channel	Nom.	Meas.	Err. %
1		99.0	-1.0
2	100.0	100.0	0.00
3		100.0	0.00

The verifier  
Quarta Claudio



## 15 ANEXO VI: NORMATIVA APLICADA

A continuación, se desglosa la normativa aplicada durante la redacción de la auditoría energética:

- RD 56/2.016: Obligatoriedad de realización de auditorías energéticas
- UNE 16.247-1: Auditorías energéticas. Requisitos generales
- UNE 16.247-2: Auditorías energéticas en edificios
- CTE: Requisitos técnicos y de eficiencia de las instalaciones
- REBT: Instalaciones eléctricas
- RITE: Instalaciones térmicas
- Orden IET/2.735/2.015: peajes de acceso de energía eléctrica para 2.016
- Orden IET/2.444/2.014: peajes de acceso de energía eléctrica para 2.015
- Ley 24/2.013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- RD 1955/2.000: regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

## **SOLTEC INGENIEROS S.L.**

[soltec@soltecingenieros.com](mailto:soltec@soltecingenieros.com)

[www.soltecingenieros.com](http://www.soltecingenieros.com)

### **Vigo**

C/ Caleira 5

36.210 – Vigo

Tel: (+34) 986 21 38 94

Fax: (+34) 986 24 78 15

### **Madrid**

Av/Alfonso XIII Nº3

28.002 - Madrid

Mov: (+34) 615 893 925