

# Trabajo Fin de Máster

## Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Estudio de mejora del sistema de generación de agua caliente y calefacción en un bloque de viviendas

Autor: Paloma Carrera Galán

Tutor: Bernabé Alonso Fariñas

**Dpto. Ingeniería Química y Ambiental**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, mayo de 2022





Trabajo Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

# **Estudio de mejora del sistema de generación de agua caliente y calefacción en un bloque de viviendas**

Autora:

Paloma Carrera Galán

Tutor:

Bernabé Alonso Fariñas

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería Química y Ambiental

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Trabajo Fin de Máster: Estudio de mejora del sistema de generación de agua caliente y calefacción en un bloque de viviendas

Autor: Paloma Carrera Galán

Tutor: Bernabé Alonso Fariñas

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal



*A mi familia*

*A mis profesores*



# Agradecimientos

---

Me gustaría agradecer a mi tutor toda la ayuda y consejo aportado durante la realización de este Trabajo de Fin de Máster. Su amplia experiencia y su calidad como docente me han ayudado a alcanzar mis objetivos durante el desarrollo de este proyecto.

Por otro lado, me gustaría hacer una mención especial a mi familia, que siempre han creído en mi cuando alguna vez he perdido la esperanza de finalizar mis estudios. En especial a mi madre, cuyo consejo y gran paciencia han sido siempre de gran ayuda para mi durante todo mi periodo estudiantil. Ha logrado que día a día confiara en mis aptitudes y con ello consiguiera cerrar esta etapa de mi vida que tantos disgustos y alegrías me ha dado al mismo tiempo.

*Paloma Carrera Galán*

*Ingeniera Industrial*

*Sevilla, 2022*



# Resumen

---

En Europa, el sector de la edificación en su conjunto supone aproximadamente el 40% del consumo de energía primaria, lo que se traduce en unas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de unos 840 millones de toneladas, que provienen principalmente de la climatización (calor y frío). En España, en 2018, este porcentaje fue del 30%, siendo el peso de la edificación residencial del 17,1% y el peso del terciario del 12,4% restante, valores que se vienen manteniendo constantes desde el año 2010, con muy ligeras fluctuaciones. Por tanto, podemos afirmar que la eficiencia energética de los edificios es un factor clave en la sostenibilidad del planeta.

Los objetivos de la Unión Europea están cada vez más encaminados hacia la consecución de una sociedad limpia en cuanto a emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero siguiendo la agenda 2030. Desde que se aprobó dicho plan, se han incentivado las acciones relativas a la mejora de la eficiencia energética.

Los NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> resultan claramente nocivos para el ser humano, produciendo irritación del sistema respiratorio y ocular. Por otro lado, los efectos de los SO<sub>x</sub> son fatales cuando el dióxido de azufre se combina con partículas o con la humedad del aire debido a que se forma ácido sulfúrico y se produce lo que se conoce como lluvia ácida, provocando la destrucción de bosques, vida salvaje y la acidificación de las aguas superficiales. El CO penetra en el organismo a través de los pulmones, y puede provocar una disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, con el consecuente detrimento de oxigenación de órganos y tejidos, así como disfunciones cardíacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatiga.

Por otro lado, los gases de escape de las calderas están formados por los gases mencionados anteriormente y también por partículas, que no son otra cosa que pedacitos de tamaño infinitesimal de metales y hollín. En cuanto a sus efectos en la salud, las partículas en suspensión pueden llegar a causar múltiples efectos nocivos en las personas: desde problemas respiratorios mediante irritación, inflamación e infecciones, también asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y en los casos de mayor gravedad, incluso cáncer.

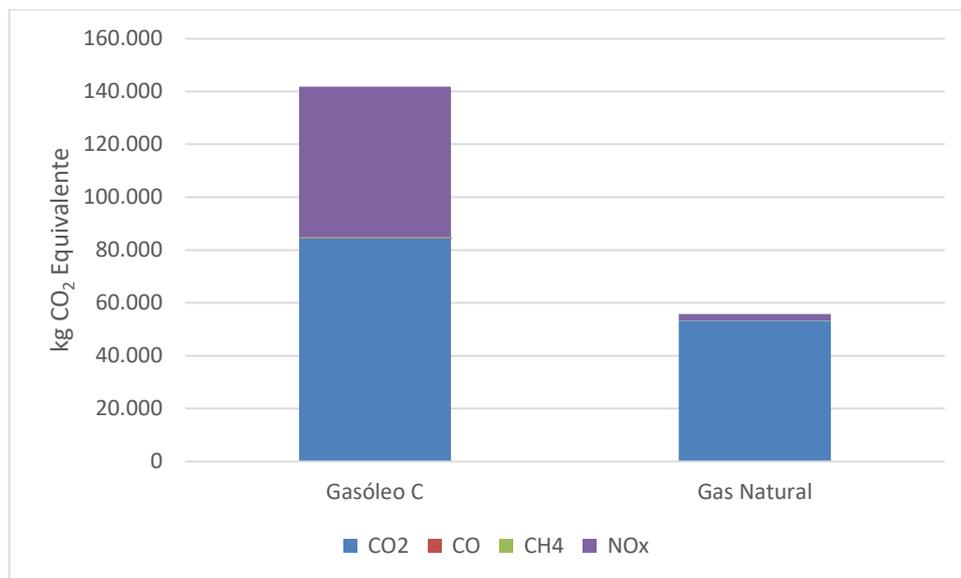
Gran parte de las emisiones producidas en las edificaciones son debidos a la utilización de combustibles fósiles en sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) ineficientes debido a su antigüedad.

Este proyecto se enmarca en el estudio de las posibles Obras de Mejora y Renovación en el sistema de Agua Caliente Sanitaria y Calefacción en un bloque de viviendas llevado a cabo por una Empresa de Servicios Energéticos (ESE) con objeto de generar una oferta a la comunidad de propietarios que ponga de manifiesto la gran viabilidad económica y las mejoras en términos ambientales asociadas a las actuaciones finalmente propuestas.

Partiendo de la renovación propuesta por la ESE, consistente en la instalación de calderas de tipología de condensación y el empleo de gas natural como combustible, se lleva a cabo el cálculo del ahorro económico relativo a las mejoras propuestas y la reducción potencial del impacto ambiental. También se lleva a cabo la planificación de las obras, así como la realización del presupuesto correspondiente a las actuaciones.

La inversión total necesaria para llevar a cabo las actuaciones propuestas asciende a la cantidad de 73.950 €. Tomando el Periodo de Retorno como el indicador de rentabilidad más empleado en estos casos, se obtiene que la comunidad de propietarios verá como retorna su inversión en unos 7,5 años, lo que resulta en una inversión claramente ventajosa. A partir de ahí, conseguirán unos 9.880€ al año de ahorro respecto a las facturas actuales. Este proyecto considera un horizonte de 20 años de vida útil de la instalación, por lo que finalmente el ahorro económico se traducirá en unos 124.500€ aproximadamente.

Desde el punto de vista del cálculo de la Huella de Carbono, se obtiene que, tras llevar a cabo el cambio del sistema existente que opera con gasóleo por una nueva instalación que utiliza gas natural como combustible, las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes se reducen en un 60% aproximadamente, tal y como se puede observar en la gráfica resumen.



La comparativa de emisiones generadas en la situación actual y en la situación proyectada arroja los siguientes resultados: tras el cambio de combustible se produce la reducción total de los de SO<sub>x</sub> y CO así como la gran minoración de las emisiones de NO<sub>x</sub> y partículas generadas en la instalación, del orden del 93 y 97% respectivamente. Este hecho resulta por tanto claramente ventajoso para la salud humana además de producir efectos positivos en el medioambiente como puede ser la no aparición de ozono troposférico por acción de la luz sobre los NO<sub>x</sub> o la no aparición del fenómenos de lluvia ácida ligado a los SO<sub>x</sub>.

Como conclusión final del trabajo realizado se obtiene que, proyectos ligados a la mejora de la eficiencia energética de los sistemas centralizados de calefacción y ACS en edificios no sólo resultan claramente viables económicamente, sino que se traducen en beneficios claramente patentes para la salud humana y el medioambiente ligados a la reducción de las emisiones al aire. Todo lo anterior unido al hecho de que se prevé que las instituciones públicas aprueben en un futuro no muy lejano incentivos para el fomento de estas buenas prácticas hace pensar que, en un futuro cercano, sean cada vez más los propietarios los que decidan invertir en la eficiencia energética y sostenibilidad de su vivienda.



# Abstract

---

In Europe, the building sector accounts for approximately 40% of primary energy consumption, which translates into CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere of some 840 million tons, which come mainly from air conditioning (heat and cold). In Spain, in 2018, this percentage was 30%, with the weight of residential building being 17.1% and the weight of tertiary building being the remaining 12.4%, values that have been kept constant since 2010, with very slight fluctuations. Therefore, we can say that the energy efficiency of buildings is a key factor in the sustainability of the planet.

The objectives of the European Union are increasingly directed towards achieving a clean society in terms of polluting emissions and greenhouse gases following the 2030 agenda. Since this plan was approved, actions related to the improvement of energy efficiency.

NO<sub>x</sub> and SO<sub>x</sub> are clearly harmful to humans, causing irritation of the respiratory and eye systems. On the other hand, the effects of SO<sub>x</sub> are fatal when sulfur dioxide combines with particles or with humidity in the air due to the formation of sulfuric acid and what is known as acid rain is produced, causing the destruction of forests, wildlife, and acidification of surface waters. CO enters the body through the lungs and can cause a decrease in the oxygen-carrying capacity of the blood, with the consequent detrimental oxygenation of organs and tissues, as well as cardiac dysfunction, damage to the nervous system, headache, dizziness and fatigue.

On the other hand, the exhaust gases of the boilers are formed by the gases mentioned above and also by particles, which are nothing more than infinitesimal sized bits of metals and soot. Regarding their effects on health, suspended particles can cause multiple harmful effects in people: from respiratory problems through irritation, inflammation, and infections, also asthma, chronic obstructive pulmonary disease and in the most serious cases, even cancer.

A large part of the emissions produced in buildings are due to the use of fossil fuels in inefficient heating and domestic hot water (DHW) systems due to their age.

This project is part of the study of the possible Improvement and Renovation Works in the Sanitary Hot Water and Heating system in a block of flats carried out by an Energy Services Company (ESE) in order to generate an offer to the community of owners that highlights the great economic viability and the improvements in environmental terms associated with the actions finally proposed.

Starting from the renovation proposed by the ESE, consisting of the installation of condensing type boilers and the use of natural gas as fuel, the calculation of the economic savings related to the proposed improvements and the potential reduction of the environmental impact is carried out. The planning of the works is also carried out, as well as the preparation of the budget corresponding to the actions.

The total investment required to carry out the proposed actions amounts to €73,950. Taking the Return Period as the most used profitability indicator in these cases, it is obtained that the community of owners will see their

investment return in about 7.5 years, which results in a clearly advantageous investment. From there, they will get about €9,880 a year in savings compared to current bills. This project considers a horizon of 20 years of useful life of the installation, so that finally the economic savings will translate into approximately €124,500.

From the point of view of calculating the Carbon Footprint, it is obtained that, after carrying out the change of the existing system that operates with diesel for a new installation that uses natural gas as fuel, the equivalent CO<sub>2</sub> emissions are reduced by Approximately 60%.

The comparison of emissions generated in the current situation and in the projected situation yields the following results: after the change of fuel, there is a total reduction of SO<sub>x</sub> and CO, as well as a great reduction in NO<sub>x</sub> and particulate emissions generated in the installation, of the order of 93 and 97% respectively. This fact is therefore clearly advantageous for human health in addition to producing positive effects on the environment, such as the non-appearance of tropospheric ozone due to the action of light on NO<sub>x</sub> or the non-appearance of acid rain phenomena linked to SO<sub>x</sub>.

As a conclusion of the work carried out, it is obtained that projects linked to the improvement of the energy efficiency of centralized heating and DHW systems in buildings are not only clearly economically viable, but also translate into clear benefits for human health and the environment. environment linked to the reduction of emissions into the air. All the above, together with the fact that public institutions are expected to approve incentives for the promotion of these good practices in the not-too-distant future, suggests that, soon, more and more owners will decide to invest in the energy efficiency and sustainability of your home.

# Índice

---

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>9</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>11</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>14</b>
<b>Índice</b> .....	<b>16</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>19</b>
<b>Índice de Ilustraciones</b> .....	<b>20</b>
<b>Índice de Ecuaciones</b> .....	<b>21</b>
<b>1 Introducción a la Eficiencia Energética en Edificios</b> .....	<b>22</b>
1.1 Historia de la eficiencia energética.....	23
1.2 Revisión de Normativa de Eficiencia Energética en España.....	25
1.3 Importancia del Problema.....	27
<b>2 Objetivos y alcance</b> .....	<b>29</b>
<b>3 Análisis del Estado Actual de las Instalaciones</b> .....	<b>30</b>
3.1 Inspección del Estado Actual de Equipos e Instalaciones .....	30
3.1.1 Sala Técnica.....	31
3.1.2 Instalación de Agua Fría.....	32
3.1.3 Instalación de ACS.....	34
3.1.4 Instalación de Calefacción .....	36
3.2 Consumos y Costes Actuales .....	38
<b>4 Descripción de la Mejora Propuesta</b> .....	<b>42</b>
4.1 Identificación de Principales Instalaciones y Equipos. ....	42
4.1.1 Esquema General .....	42
4.1.2 Módulos Térmicos.....	43
4.1.3 Separador Hidráulico.....	47
4.1.4 Sistema de Evacuación de Humos y Recogida de Condensados .....	48
4.1.5 Acumulador de ACS.....	49
4.1.6 Intercambiador de ACS .....	50
4.1.7 Circuito de ACS .....	50
4.1.8 Bomba Primario de ACS.....	50
4.1.9 Bomba Secundario ACS.....	51
4.1.10 Bomba de Retorno de ACS .....	51
4.1.11 Circuito de Calefacción.....	51
4.1.12 Bomba de Calefacción.....	52
4.1.13 Sistema de Telegestión .....	52

<b>4.2</b>	<b>Modo de Operación .....</b>	<b>54</b>
4.2.1	Sistema de Agua Caliente Sanitaria.....	54
4.2.2	Sistema de Calefacción .....	54
4.2.3	Sistema de Telegestión .....	55
4.2.4	Instalación Eléctrica.....	56
4.2.5	Control de Suministros Energéticos.....	56
4.2.6	Instalación de Gas.....	56
<b>4.3</b>	<b>Comprobación de que el Dimensionamiento de la Instalación de Gas es Acorde a Norma .....</b>	<b>58</b>
4.3.1	Cumplimiento de la Norma UNE 60601/2013, UNE 60670-6/1999.....	63
4.3.2	Cerramientos .....	64
4.3.3	Accesos.....	65
4.3.4	Aire para la Combustión y Ventilación.....	66
4.3.5	Cumplimiento del RITE y UNE 60670-6: Chimeneas.....	67
<b>5</b>	<b>Realización del Presupuesto .....</b>	<b>69</b>
5.1	Búsqueda de Precios de los Equipos Seleccionados .....	69
5.2	Descripción de Partidas del Presupuesto .....	69
5.3	Generación del Presupuesto .....	69
<b>6</b>	<b>Análisis Económico .....</b>	<b>71</b>
6.1	Consumo Futuro .....	71
6.2	Ahorro Económico .....	72
6.3	Cálculo del Periodo de Retorno de la Inversión (PR) .....	74
<b>7</b>	<b>Planificación .....</b>	<b>76</b>
7.1	Conceptos .....	76
7.1.1	Información.....	76
7.1.2	Programación .....	77
7.1.3	Administración.....	77
7.1.4	Método de la Ruta Crítica .....	77
7.1.5	Diagrama de Gantt .....	78
7.1.6	Técnica de Revisión de Evaluación del Programa (PERT) .....	78
7.2	Aplicación al Proyecto.....	79
7.3	Definición de Tareas.....	79
7.3.1	Desmontaje de Equipos Existentes .....	80
7.3.2	Adecuación de la Sala de Calderas .....	80
7.3.3	Instalación de Gas.....	81
7.3.4	Instalación Eléctrica.....	81
7.3.5	Calderas.....	81
7.3.6	Colector de Humos.....	82
7.3.7	Equipos Auxiliares.....	82
7.3.8	Tuberías.....	82
7.3.9	Acumulador .....	82
7.3.10	Sistema de Control .....	82
7.3.11	Inertización del Depósito de Gasóleo .....	82
7.4	Equipo de Trabajo y Estimación de Tiempos .....	83
7.5	Plan de Trabajo .....	83
7.6	Tareas Críticas .....	84
<b>8</b>	<b>Análisis del Impacto Ambiental .....</b>	<b>85</b>
8.1	Qué es la Huella de Carbono .....	¡Error! Marcador no definido.

8.2	Cálculo de Emisiones Generadas .....	85
8.3	Estimación de la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero .....	89
8.4	Análisis de Otros Posibles Impactos .....	91
	<i>Referencias</i> .....	<i>94</i>

***Anexo 1 : Normativa de Aplicación***

***Anexo 2: Análisis de Facturación***

***Anexo 3: Mediciones y Presupuesto***

***Anexo 4: Planificación***

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Energía final y energía primaria total y por suministros. 2014-2016.....	27
Tabla 2: Características Bomba sistema AFS.....	33
Tabla 3: Consumos de Gasóleo.....	38
Tabla 4: Consumo de los Suministros.....	41
Tabla 5: Consumos Suministro S1.....	41
Tabla 6: Consumos Suministro S2.....	41
Tabla 7: Características Calderas Seleccionadas.....	47
Tabla 8: Características del depósito acumulador.....	49
Tabla 9: Características Intercambiador de Calor.....	50
Tabla 10: Características Bomba Circuito Primario.....	51
Tabla 11: Características Bomba Circuito Secundario.....	51
Tabla 12: Características Bomba Circuito Retorno.....	51
Tabla 13: Características Bomba Circuito de Calefacción.....	52
Tabla 14: Características Instalación de Gas.....	57
Tabla 15: Potencias Útiles de los Generadores.....	58
Tabla 16: Características de los Generadores.....	58
Tabla 17: Composición del Gas Natural en Sevilla.....	59
Tabla 18: Características principales del Gas Natural en Sevilla.....	59
Tabla 19: Valores de PCI para la mezcla de gases que componen el gas natural.....	60
Tabla 20: Características del contador.....	61
Tabla 21: Tabla Resumen de Resultados de Tramos de Tubería.....	61
Tabla 22: Cálculo de Caudales y Consumo Final para $P < 0.4$ bar.....	62
Tabla 23: Inversión Necesaria para la Ejecución del Proyecto.....	69
Tabla 24: Consumo Futuro.....	71
Tabla 25: Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas.....	72
Tabla 26: Ahorro Económico conseguido.....	72
Tabla 27: Inversión Necesaria para la Ejecución del Proyecto.....	75
Tabla 28: Factores de Emisión de Combustibles.....	85
Tabla 29: Emisiones Contaminantes Situación Actual.....	87
Tabla 30: Masa de CO <sub>2</sub> generada en cada combustión.....	88
Tabla 31: Emisiones Contaminantes Situación Futura.....	89
Tabla 32: GWP para diferentes combustibles.....	90
Tabla 33: Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalentes de cada combustible.....	91
Tabla 34: Reducción Emisiones CO <sub>2</sub> equivalentes.....	91
Tabla 35: Comparativa de emisiones de contaminantes y su relación con la salud humana.....	93

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

---

<i>Ilustración 1: Historia de la Eficiencia Energética en España. Elaboración propia a partir del [3].....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 2: Normativa Eficiencia Energética en España. Elaboración propia basada en [5].....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 3: Grado de dependencia energética. (Fuente: [10]).....</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 4: Plano de la Sala Técnica (fuente: visita técnica).....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 5: Estado Inicial Sala Técnica.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 6: Esquema de funcionamiento del sistema de AFS.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 7: Depósitos de Acumulación.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 8: Grupo de Presión.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 9: Depósito Exterior.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 10: Esquema de Funcionamiento del Sistema de ACS.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 11: Depósito de Acumulación e Intercambiador.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 12: Caldera Producción ACS.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 13: Bombas Circuito Primario, Secundario y de Retorno respectivamente.....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 14: Esquema Funcionamiento Sistema de Calefacción.....</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 15: Caldera.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 16: Elementos de Bombeo.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 17: Demanda de referencia a 60°C (fuente: [11]).....</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 18: Factor de Centralización (fuente: [11]).....</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 19: Esquema General de la Instalación en la Situación Futura.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 20: Esquema de Funcionamiento de la Caldera Elegida.....</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 21: Esquema de funcionamiento de Módulos Térmicos. Configuración en Cascada.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 22: Separador Hidráulico.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 23: Esquema Sistema de Evacuación de Humos.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 24: Depósito de acumulación propuesto.....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 25: Dispositivo de Honeywell.....</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 26: Esquema de Disposición de la Instalación de Gas Natural.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 27: Esquema de Funcionamiento de Válvulas.....</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 28: Hoja Tipo Análisis de Facturación.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 29: Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de CO.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 30: Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de NOx.....</i>	<i>86</i>
<i>Ilustración 31: Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de SOx.....</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 32: Cálculo de emisiones de CO2 para el caso del Gas Natural.....</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 34: Potencial de Calentamiento Global.....</i>	<i>91</i>

# ÍNDICE DE ECUACIONES

---

<i>Ecuación 1: Cálculo demanda ACS</i> .....	38
<i>Ecuación 2: Cálculo Consumo Instalación de ACS</i> .....	39
<i>Ecuación 3: Cálculo Demanda Energética de ACS</i> .....	40
<i>Ecuación 4: Fórmula de Renouard</i> .....	60
<i>Ecuación 5: Cálculo de diámetro de tubería necesario</i> .....	60
<i>Ecuación 6: Cálculo de cerramientos</i> .....	65
<i>Ecuación 7: Cálculo de superficie libre de entrada de aire</i> .....	67
<i>Ecuación 8: Cálculo de sección de orificios de evacuación</i> .....	67
<i>Ecuación 9: Cálculo de Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub></i> .....	71
<i>Ecuación 10: Cálculo del Periodo de Retorno de la Inversión</i> .....	75
<i>Ecuación 11: Cálculo de kg de CO<sub>2</sub> equivalente</i> .....	90

# 1 INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

---

La eficiencia energética puede ser definida como la optimización del consumo energético para alcanzar unos niveles determinados de confort y de servicio. Se logra de múltiples maneras, como puede ser ajustando el consumo de electricidad a las necesidades reales de los usuarios o implementando mecanismos para ahorrar energía evitando pérdidas durante el proceso. En un país, disponer de un nivel adecuado de eficiencia energética permite aumentar la seguridad de que existirá un abastecimiento de energía suficiente para toda la población entre otras ventajas [1].

Es mundialmente conocido que los edificios eficientes son la última moda en términos de arquitectura, diseño y construcción tanto para las ciudades y núcleos urbanos como para las zonas rurales. Desde que hace unos años se impusiese la exigencia de que todas las operaciones de compra, venta y alquiler implicasen siempre la expedición de un certificado de eficiencia energética, ha ido creciendo el interés por hacer de los edificios y casas lugares más sostenibles.

Desde luego, más allá del mero hecho de conseguir ese certificado tan necesario para realizar operaciones inmobiliarias, la eficiencia energética de un edificio es un factor cada vez más importante y que conlleva muchas ventajas, algunas de las cuales se recogen a continuación [2]:

- Reducción del impacto ambiental

Sin duda, ésta es la primera ventaja en la que se puede pensar. Un edificio que sea eficiente energéticamente es un edificio que consume menor cantidad de recursos necesarios para la producción de la energía y que reduce sus emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero, ya sea por emisiones del propio edificio o por emisiones indirectas.

- Revalorización de la vivienda

Ésta puede ser una de las ventajas más cuantificables de todas. El mercado está dispuesto a pagar más por un edificio que consume menos y, según diversos estudios, este impacto puede llegar a ser de hasta un 20% del valor de su precio. Los inversores inmobiliarios tienen claro que con un edificio que ahorra energía también ahorran dinero y que, aunque a priori tengan que pagar más por él, a la larga resultará mucho más rentable que uno ineficiente.

- Ahorro de gasto energético

Al contar con buenas calificaciones energéticas, hay siempre un menor gasto de energía y un consumo menor que se traduce en facturas menos abultadas y en una mayor solvencia para quienes posean este tipo de edificios. Además, en ciertos municipios se aplican reducciones de hasta un 40% en impuestos como el IBI a aquellos edificios que sean especialmente eficientes. Un ejemplo de ello es la ciudad de Sevilla en la que, mediante la ordenanza municipal se aplica una reducción de un 30% en dicho impuesto del IBI durante 30 años a las comunidades que implanten un sistema fotovoltaico para autoconsumo colectivo.

- Mayor disfrute de la vivienda

Los edificios eficientes hacen que sea mucho más cómodo estar en ellos que los que no lo son. Así, en las viviendas ineficientes, tenemos muchas veces pérdidas de calor, lugares más fríos que otros o la necesidad de calentar mucho un sitio para que en otro haga una temperatura aceptable. Nada de esto ocurre en los edificios que cumplen con los requisitos energéticos, que son eficientes y tienen altos niveles de confort.

- Seguridad y mejora de infraestructuras

Cuando se actúa sobre un edificio cambiando por completo sus sistemas de aislamiento y se emprenden obras como por ejemplo el cambio o la mejora de las ventanas o de los cierres y bordes, se realiza al mismo tiempo una mejora en la seguridad, previniendo asimismo que se produzcan nuevos desperfectos como los que surgen con el paso del tiempo.

A continuación, se realiza una breve introducción histórica acerca del concepto de eficiencia energética desde su primera aplicación hasta nuestros días.

## 1.1 Historia de la eficiencia energética

El objeto de este apartado es llevar a cabo un estudio de la Historia de la Eficiencia energética en España como país miembro de la Unión Europea. El resultado de dicho análisis se presenta en forma de línea de tiempo en la Ilustración 1.

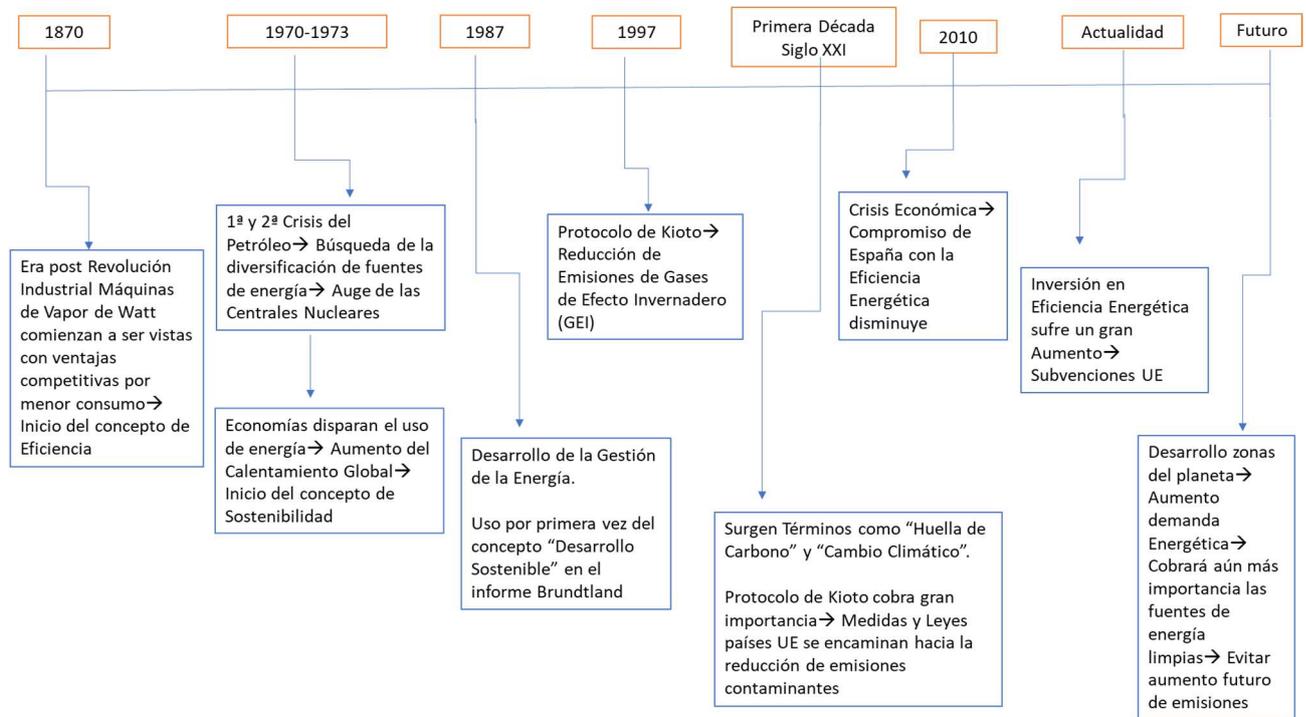


Ilustración 1: Historia de la Eficiencia Energética en España. Elaboración propia a partir del [3]

El concepto de eficiencia energética no es algo moderno e innovador como podemos llegar a pensar. De hecho, si nos paramos a analizar con cierto sentido común la creación de la máquina de vapor por parte de Watt, nos damos cuenta de que esta herramienta estaba ya basada en la eficiencia ligada a un menor consumo de recursos

para llevar a cabo las tareas para la que había sido concebida [3].

Los factores que más han influido en el aumento de la demanda energética han sido [4]:

- El crecimiento demográfico que durante el siglo XX experimentó el planeta, pasando de unos 1500 millones a principios de siglo a más de 6000 millones de habitantes a finales, incremento que no cesa puesto que actualmente se superan los 7000 millones de habitantes.
- El crecimiento del nivel de confort demandado por la sociedad, cuyo aumento llevó aparejado un incremento de la demanda energética.
- La incorporación del petróleo como combustible más usado a partir del año 1964, con el consiguiente desarrollo de la industria de manufactura, transportes, alimentación y cualquier otro tipo de bienes de consumo.

Sin embargo, la gestión de la energía como disciplina separada comenzó a evolucionar a partir de la primera y segunda crisis petrolera que tuvieron lugar durante los años 1973 y 1979. Las economías emergentes no hacían más que disparar el consumo de energía y con ello el fenómeno del Calentamiento Global. Aparece en juego el concepto de Sostenibilidad. Dicho concepto tiene su origen en el informe socioeconómico Brundtland elaborado para la ONU, donde también aparece también por primera vez el término “desarrollo sostenible” Los gobiernos de los diferentes países afectados iniciaron propaganda dirigida a los consumidores insistiendo en el hecho de apagar la luz cuando no estuviera en uso. Fue el inicio del control de gasto de energía tal y como es conocido hoy en día. Durante esta etapa, apareció el mercado de la consultoría de gestión energética y, con él, ciertas empresas que ayudaban a otras a establecer sistemas de monitorización y focalización, realizar auditorías, ejecutar proyectos y ofrecer programas de comunicación y sensibilización. El medio ambiente comenzó a surgir a su vez como una nueva variable a tener en cuenta en este período y muchas empresas incorporaron la gestión de la energía aplicándola a iniciativas ambientales [5].

Durante la primera década del siglo XXI, se llevó a cabo la gran reflexión acerca de la necesidad de reducir el empleo de Carbono debido a que surgieron términos tan comunes actualmente como Calentamiento Global, Huella de Carbono o Cambio climático entre otros. El protocolo de Kioto cobró protagonismo y la agenda del cambio climático se convirtió en uno de los focos principales para individuos, gobiernos y organizaciones. Muchas empresas se comprometieron a reducir el consumo. A partir de 2010, la política que apunta hacia la eficiencia energética comenzó a crecer a nivel mundial. En España por el contrario, el compromiso del gobierno con la eficiencia energética disminuyó con la crisis y los subsiguientes recortes presupuestarios que, unido con el casi nulo apoyo a las energías renovables, desembocaron en una situación de nula inversión en la materia. Sin embargo, desde hace unos pocos años la inversión en eficiencia energética y energías renovables está sufriendo un tremendo aumento, más aún con las ayudas recibidas desde diversos fondos de la Unión Europea. Actualmente, existen multitud de subvenciones dedicadas a estos temas y la previsión es de que aumenten a un ritmo vertiginoso en un futuro cercano, por lo que claramente es una disciplina en auge que merece la pena explotar al máximo [3].

En la actualidad, al menos en la parte del mundo correspondiente a los países desarrollados, ya se tiene consciencia de las necesidades de ahorro de energía. Empieza a ser común el uso de fuentes de energía alternativas consideradas más limpias, como pueden ser la energía solar, eólica, biomasa o energía hidráulica. Se prevé que en el futuro la búsqueda de fuentes de energía limpia cobre aún más importancia debido a que se producirá el desarrollo de zonas del planeta actualmente deprimidas y con ello aumentará la demanda energética. Si no se llevan a cabo actuaciones enfocadas hacia la reducción de emisiones, puede quedar anulado todo el esfuerzo realizado hasta la actualidad en materia de lucha contra el cambio climático [3].

## 1.2 Revisión de Normativa de Eficiencia Energética en España

En este apartado se lleva a cabo una revisión de la Normativa referente a la Eficiencia Energética que ha sido aprobada bien en España o bien en la Unión Europea (UE) pero que se aplica en nuestro país, de forma cronológica. El resultado de dicho análisis se plasma en la Ilustración 2.

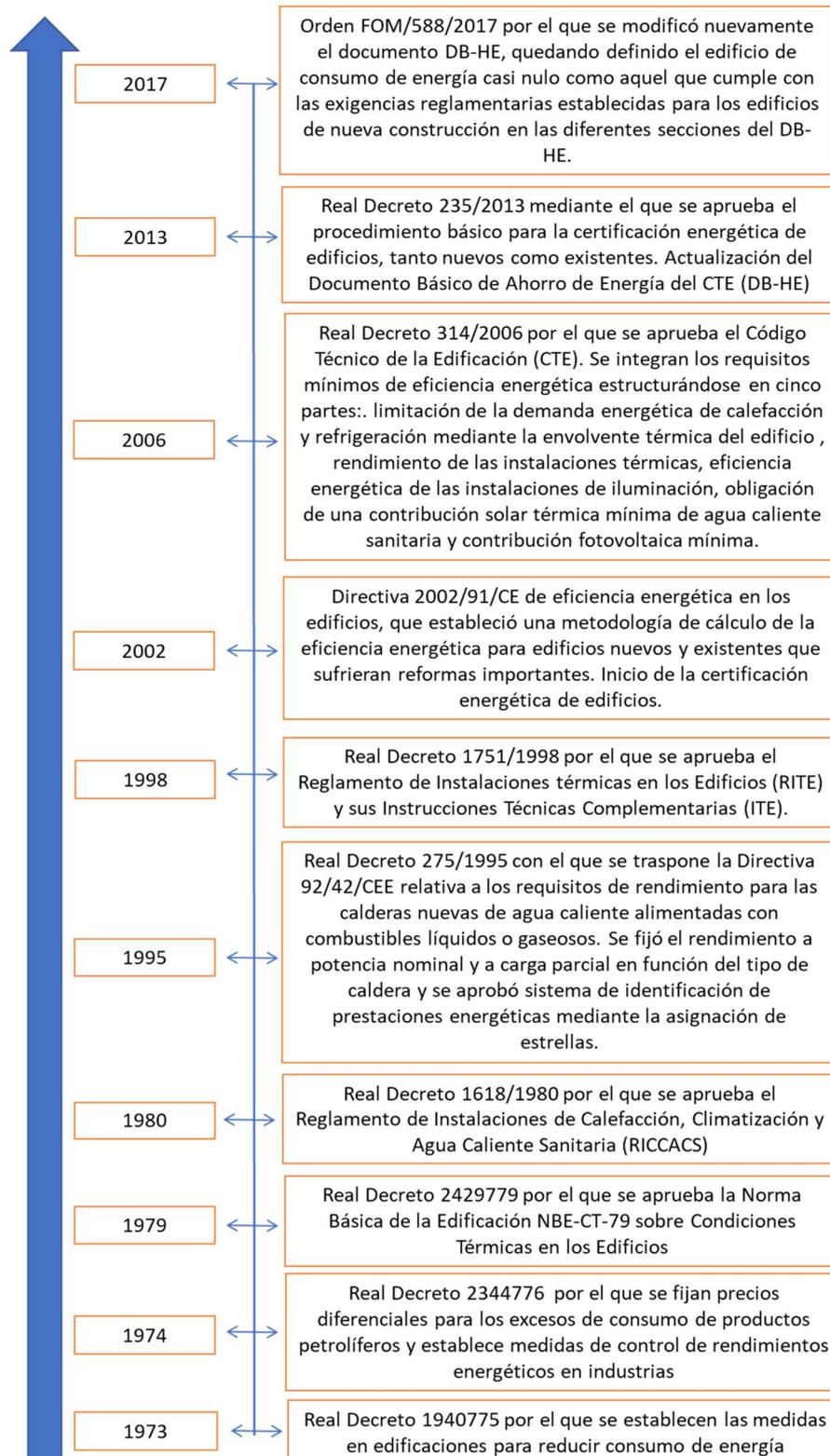


Ilustración 2: Normativa Eficiencia Energética en España. Elaboración propia basada en [5].

Hasta 1975, las referencias al ahorro energético en la legislación española eran muy escasas y dirigidas únicamente a las viviendas de protección oficial. Es el caso de la ORDEN del 20 de mayo de 1969 por la que se aprueba la adaptación de las ordenanzas técnicas y normas constructivas. Se puede considerar como el primer intento normativo, dirigido a reducir el consumo de calefacción en los edificios de nueva construcción, en un contexto de encarecimiento de la energía provocado por la primera crisis del petróleo del año 1973, al Real Decreto 1940775 por el que se establecen medidas a adoptar en las edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía. Al año siguiente, y por Real Decreto 2344776 por el que se fijan precios diferenciales para los excesos de consumo de ciertos productos petrolíferos y en el que se establecen medidas de control de rendimientos energéticos en industria, se adoptan varias medidas dirigidas a moderar el consumo. Cuatro años después, una vez finalizados los trabajos de redacción por parte de la comisión de expertos, ve la luz el Real Decreto 2429779 por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79, sobre Condiciones Térmicas en los edificios. Un año después se aprueba por Real Decreto 1618/1980 el Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético (RICCACS). Este primer reglamento recogía las condiciones que debían cumplir las instalaciones térmicas no industriales desde el punto de vista del confort, calidad, seguridad y medio ambiente. Con esta normativa térmica (NBE-CT-79 y RICCACS), elaborada con motivo de las dos crisis del petróleo y publicada entre 1979 y 1981, se han construido todos los edificios e instalaciones térmicas en nuestro país durante los veinticinco años siguientes, hasta que se produjo la publicación del Código Técnico de la Edificación en 2006 [5].

En 1995, y mediante el Real Decreto 275/1995, se traspuso la Directiva 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo. Tres años después, en 1998 y habiendo transcurrido dieciocho años desde la aprobación del RICCACS, se publica el Real Decreto 1751/1998 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. En diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, de eficiencia energética de los edificios, la cual estableció una metodología de cálculo de la eficiencia energética para los edificios nuevos y existentes que sufrieran reformas importantes, la certificación energética de edificios, la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado y la evaluación del estado de las instalaciones de calefacción de más de 15 años [5].

Todavía se tardarán unos años más en iniciar su transposición, ya que hasta el 2006 no se incorporan los requisitos mínimos de eficiencia energética a la legislación española, mediante la publicación en marzo de 2006 del Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En el Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE se integran los requisitos mínimos de eficiencia energética, estructurándose en cinco partes: limitación de la demanda energética de calefacción y refrigeración mediante la envolvente térmica del edificio (con la aplicación informática LIDER realizada por el Grupo de Termotecnia de la Universidad de Sevilla), rendimiento de las instalaciones térmicas (desarrollado en el RITE), eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, obligación de una contribución solar térmica mínima de agua caliente sanitaria y contribución fotovoltaica mínima. Durante el año 2007 se completa la transposición mediante la publicación del procedimiento básico para la certificación energética de edificios y el nuevo RITE. El Real Decreto 47/2007, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción obliga a poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética. Por último, y con el fin de trasponer los requisitos mínimos de eficiencia energética que debían cumplir las instalaciones térmicas de los edificios nuevos y existentes y realizar una inspección periódica de calderas y de los sistemas de aire acondicionado según la Directiva 2002/91/CE, se redactó un nuevo texto que derogó y sustituyó al RITE- 1998: el Real Decreto 1027/2007, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). En 2010, la Directiva 2002/91/CE fue modificada mediante la Directiva 2010/31/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios [5].

A lo largo de este recorrido por los últimos cincuenta años de la edificatoria energética española, se pueden identificar tres hechos que han actuado como desencadenantes y que han promovido una mayor eficiencia energética en la edificación y en sus instalaciones térmicas. En primer lugar, la primera y segunda crisis del petróleo en los años 1973 y 1979, que darán origen a la normativa energética NBE-CT-79 y al reglamento RICCACS en 1980/81, con la que se han construido los edificios durante los veinticinco años siguientes hasta 2006, momento en el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, el RITE y el procedimiento de

certificación energética de edificios. Aquí, el segundo desencadenante se puede considerar a la política energética de la Unión Europea, a través de las citadas directivas 93/76/CEE, 2002/91/CE y 2010/31/UE, de eficiencia energética de los edificios. Por último, y a partir de 2020, se ha entrado en una nueva etapa; la de los edificios de consumo energético casi nulo, que se prevé se mantenga por tiempo indefinido dada la escasez cada vez mayor de combustibles fósiles y el alto nivel de cambio climático y calentamiento global adquirido por el planeta[5].

### 1.3 Importancia del Problema

Si nos centramos en la demanda de energía en la Unión Europea, resulta que el 40% de su consumo corresponde a las edificaciones, entendiendo este grupo al formado por los edificios de uso público y privado y a las viviendas particulares [6]. Esto representa unas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de unos 840 millones de toneladas, que provienen principalmente de la climatización y, en general, del uso de energía en estos espacios. De este 40%, 2/3 del consumo corresponde a las viviendas privadas y el tercio restante es el correspondiente a los edificios de uso terciario. Por tanto, podemos afirmar que la eficiencia energética de los edificios es un factor clave en la sostenibilidad del planeta.

El sector de la edificación, en su conjunto, supone aproximadamente el 30% del consumo de energía en España: en 2018 -último año del que se disponen datos-, el peso de la edificación residencial fue exactamente del 17,1% y del 12,4% el peso del terciario (Comercio, Servicios y Administración Públicas). Además, este peso se viene manteniendo aproximadamente constante desde el año 2010, con muy ligeras fluctuaciones porcentuales (alcanzando un máximo del 31,6% en 2016 y un mínimo del 29,5% en 2018) [7].

En los edificios se consume energía para cubrir las necesidades de calor, frío e iluminación. También, se utilizan sistemas de refrigeración que en muchas ocasiones necesitan de gases fluorados para su funcionamiento. Las fugas de estos gases o los consumos de combustibles fósiles producen emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones contempladas dentro de los sectores difusos correspondientes a los edificios, con uso residencial, comercial o institucional, excluyen las emisiones derivadas de los consumos eléctricos y las fugas de gases fluorados, ya que éstas se contemplan dentro del conjunto de las emisiones del comercio de derechos de emisión y de las emisiones de los gases fluorados respectivamente [8].

En el año 2017 las emisiones directas generadas por la combustión de combustibles fósiles en el sector residencial, comercial e institucional supusieron un 8% del total de las emisiones del inventario de gases de efecto invernadero de España y el 14% de las emisiones totales en difusos. El 61% de las emisiones se atribuyen a los consumos realizados en las viviendas, mientras que el 39% restante corresponde a las edificaciones institucionales y comerciales [8].

A modo de ejemplo, en la Tabla 1 se muestran los consumos energéticos totales por suministros contabilizados por el Ayuntamiento de Madrid, correspondiente a edificios, instalaciones y casetas; que en 2016 alcanzó más de 340 GWh de energía final (589 GWh de energía primaria), repartidos entre el suministro de gasóleo C, gas natural y electricidad [9].

	Energía final (kWh)			Energía primaria (kWh)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
<b>Consumo total</b>	<b>399.920.549</b>	<b>343.824.314</b>	<b>346.324.970</b>	<b>666.307.084</b>	<b>592.669.280</b>	<b>588.667.956</b>
<b>Electricidad</b>	161.462.259	155.668.961	149.697.194	382.342.629	368.624.100	354.482.955
<b>Gas natural</b>	210.675.591	164.555.353	177.096.899	251.125.304	196.149.981	211.099.504
<b>Gasóleo C</b>	27.782.699	23.600.000 <sup>4</sup>	19.530.877	32.839.150	27.895.200	23.085.497

Tabla 1: Energía final y energía primaria total y por suministros. 2014-2016

Estos consumos son debidos en gran parte a la utilización de sistemas de calefacción y ACS ineficientes, ya sea debido a su antigüedad o por el contrario asociado al uso de combustibles fósiles que generan gran cantidad de emisiones de contaminantes atmosféricos.

A modo de ejemplo, en el año 2020, el grado de dependencia energética exterior en España fue de prácticamente el 68%. Esto quiere decir que el país importó algo más de dos terceras partes de la energía consumida [10]. Si se observa la Ilustración 3 se puede presenciar que dicho valor para el año 2020 ha descendido respecto a periodos anteriores. Sin embargo, no resulta suficiente puesto que se siguen generando gran cantidad de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Nuestro País.

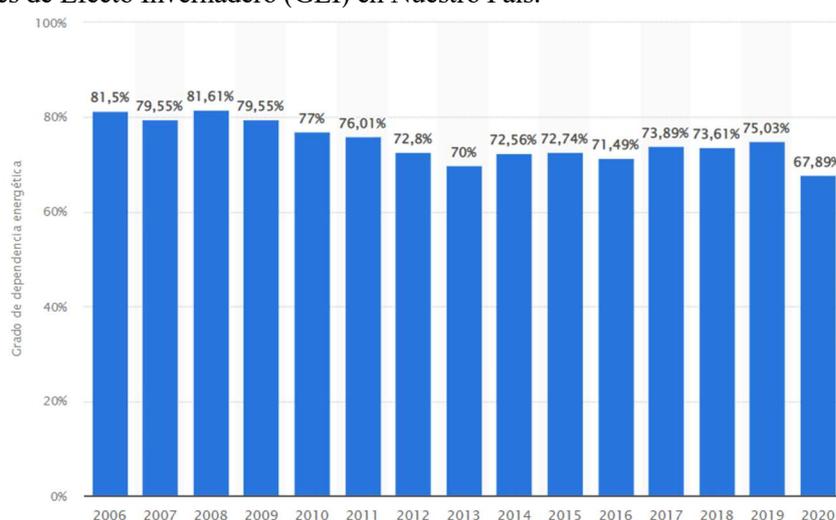


Ilustración 3: Grado de dependencia energética. (Fuente: [10])

Para la mejora de la eficiencia en edificios existentes, debemos reducir la demanda de energía y esto lo logramos actuando sobre dos factores principalmente:

- El uso de instalaciones más eficientes y que, por tanto, no precisen de un gran consumo para lograr la habitabilidad y confort que necesitamos en nuestros edificios.
- Reducir las transmisiones de energía y la transferencia de humedad entre las zonas habitables de nuestros edificios con aquellas partes no habitables o con el exterior, lo cual conseguimos mejorando su envolvente térmica que conlleva la reducción de pérdidas de energía por climatización. Es decir, mediante la implantación de un aislamiento adecuado.

Asimismo, es interesante la realización de un buen diseño arquitectónico que aproveche los recursos naturales renovables. Sin embargo, este hecho se suele dejar a un lado en muchos lugares, como puede ser en el caso de Sevilla, que es justo donde se llevará a cabo el estudio objeto de este proyecto.

Dentro de todo este contexto, podemos concluir que es necesario rehabilitar energéticamente los edificios, de forma que reduzcan su demanda energética sin perder su confort.

## 2 OBJETIVOS Y ALCANCE

---

El objetivo de este Trabajo de Fin de Máster es el estudio de las posibles Obras de Mejora y Renovación en el sistema de Agua Caliente Sanitaria y Calefacción en un bloque de viviendas. Dicho proyecto se enmarca en los trabajos realizados por una Empresa de Servicios Energéticos en un edificio situado en el barrio de Nervión, en Sevilla, con objeto de generar una oferta para la comunidad de propietarios que ponga de manifiesto la viabilidad económica y ambiental asociada a las actuaciones propuestas. Los criterios seguidos por dicha empresa han sido:

- Conseguir el máximo ahorro energético posible para la propiedad, manteniendo los niveles de confort existentes actualmente
- Optimizar la relación inversión realizada frente a ahorro obtenido, con objeto de que el proyecto no suponga ningún sobrecoste para la comunidad durante la vigencia del contrato con la Empresa de Servicios Energéticos, cuyo nombre no se incluye en el documento por razones de confidencialidad

Dentro de estos trabajos, el alcance del proyecto se limita a las tareas realizadas en se mayor parte por la autora de esta memoria, y comprende los siguientes objetivos:

- Análisis del estado actual de las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria:
  - Inspección del estado actual de equipos e instalaciones
  - Análisis del consumo actual de agua, gas y electricidad
- Descripción de la mejora propuesta. El análisis de alternativas y la toma de decisiones de las medidas a adoptar como mejor solución, las mediciones y la elección de los equipos quedan fuera del alcance del presente proyecto.
  - Descripción de principales instalaciones y equipos, y descripción del modo de operación
  - Comprobación de que el dimensionamiento de la instalación de gas es acorde a norma.
- Realización de presupuesto
  - Búsqueda de precios de equipos seleccionados
  - Descripción de las diferentes partidas mediante empleo de software Presto
- Análisis económico
  - Estimación del ahorro económico a partir de los consumos futuros
  - Cálculo del período de retorno
- Planificación de la actuación
  - Definición de tareas y dedicación estimada en base a proyectos anteriores
  - Estimación de la duración de las tareas definidas y definición del cronograma asociado
  - Identificación del plazos y tareas críticas mediante el uso del software Microsoft Project
- Análisis de impacto ambiental
  - Estimación de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
  - Análisis de otras posibles ventajas ambientales de la mejora propuesta

# 3 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES

---

## 3.1 Inspección del Estado Actual de Equipos e Instalaciones

El edificio de viviendas en cuyo interior se halla la instalación objeto de este estudio está emplazado en una conocida calle del barrio de Nervión en Sevilla, y pertenece a una urbanización con varios bloques de similares características, por lo que dicho estudio podrá servir en un futuro como referencia a la hora de llevar a cabo actuaciones en otros componentes de la urbanización.

La construcción data de 1968, se encuentra en una parcela con superficie de 758 m<sup>2</sup> y una superficie total construida de 6.490 m<sup>2</sup>. Esta superficie construida se reparte entre 9 plantas en las cuales se distribuyen un total de 36 viviendas, 4 por planta. La planta baja del edificio está destinada a zonas comunes (cuarto de contadores, pasillos, trasteros y hall de entrada) y sala técnica de calderas y depósitos de agua Fría Sanitaria. La fachada principal tiene orientación Suroeste, formando la normal con la fachada un ángulo de 17° con el Sur. Además, cuenta con una cubierta visitable común para toda la Comunidad, destinada principalmente a zona de tendederos. La comunicación vertical del edificio se resuelve mediante una zona de escaleras, 1 ascensor y 1 montacargas.

El edificio dispone de dos calderas independientes situadas en cuarto técnico de planta baja, con un circuito cerrado que genera agua caliente para dar respuesta a la demanda de agua en la instalación de calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS en adelante) de un modo independiente.

En concreto, los sistemas consumidores de energía existentes en el edificio y sobre los que se proponen las actuaciones para mejora de su eficiencia energética son los siguientes:

- Sistema centralizado de producción de agua caliente sanitaria, basado en caldera de gasóleo y elementos auxiliares, incluyendo bombeo de agua fría sanitaria (AFS en adelante)
- Sistema centralizado de calefacción, basado en caldera de gasóleo y elementos auxiliares
- Sistema eléctrico de la sala de calderas

La comunidad de propietarios dispone de dos contratos de suministro eléctrico en Baja Tensión, uno para las zonas comunes (vestíbulo, pasillos, zonas de servicio que dan acceso a las viviendas, trasteros y portería) y otro para sala de calderas.

Por otro lado, utiliza Gasóleo C como combustible para el abastecimiento a las calderas de ACS y Calefacción.

Una vez llevada a cabo la descripción general del edificio, se mostrará un mayor detalle a la hora de la descripción de las instalaciones destinadas al mantenimiento de las condiciones de confort térmico, las cuales pueden ser divididas en instalación de producción de Calefacción e instalación de ACS centralizada.

### 3.1.1 Sala Técnica

La sala técnica tiene acceso a través de las zonas comunes del portal del edificio y por las zonas comunes de la urbanización, a través de una puerta exterior. En dicha sala se encuentran ubicados los equipos que conforman la instalación de calefacción, ACS, y agua fría. La Ilustración 4 muestra un esquema en el que pueden identificarse las diversas zonas de dicha sala realizado tras llevar a cabo la toma de medidas de la sala técnica durante la visita a las instalaciones.

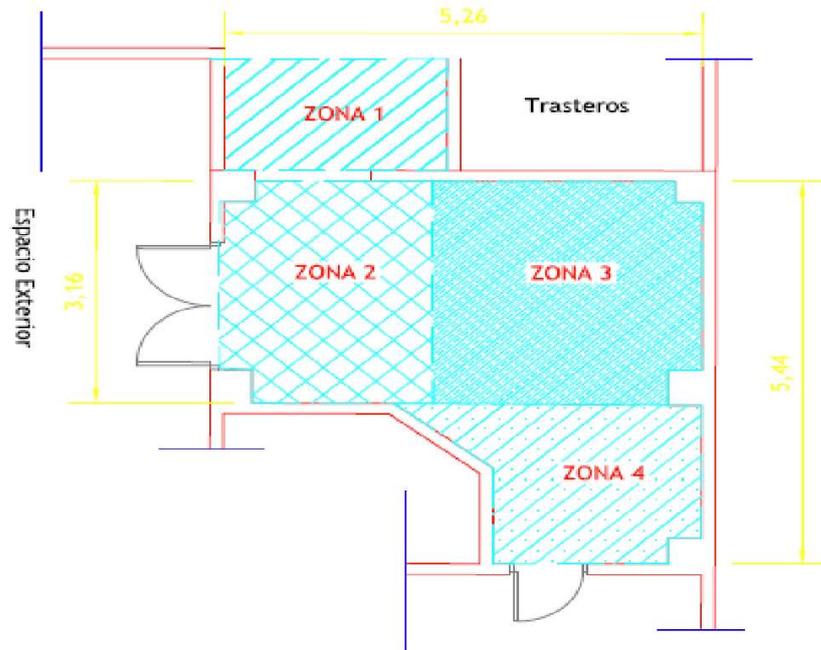


Ilustración 4: Plano de la Sala Técnica (fuente: visita técnica)

En la Zona 1 se encuentran situados los depósitos del grupo de presión de agua fría los cuales están conectados a la red exterior de agua. En la Zona 2 se localizan el sistema de bombeo del grupo de presión, así como el acumulador del sistema de ACS y su bomba de recirculación. En la Zona 3 se encuentran situadas las 2 calderas (una para producción de ACS y la otra para producción de calefacción), las salidas de las 2 chimeneas, los equipos de bombeo y el resto de los equipos auxiliares. Por último, en la Zona 4 se ubica el cuadro eléctrico y bomba de recirculación del sistema de Calefacción.

En la Ilustración 5, se muestran algunas imágenes del estado actual de la sala. Dichas fotografías se han tomado tras llevar a cabo la visita técnica descrita anteriormente. En ellas se puede observar el estado actual de las tuberías del sistema de impulsión y del sistema de retorno, pintadas en color rojo y azul respectivamente. También se muestran algunos de los equipos principales, como pueden ser el depósito de AFS y la caldera existentes.

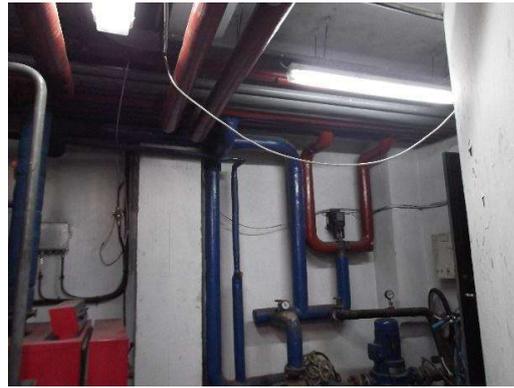


Ilustración 5: Estado Inicial Sala Técnica

### 3.1.2 Instalación de Agua Fría

El funcionamiento del sistema de AFS se basa en el siguiente esquema (Ilustración 6):

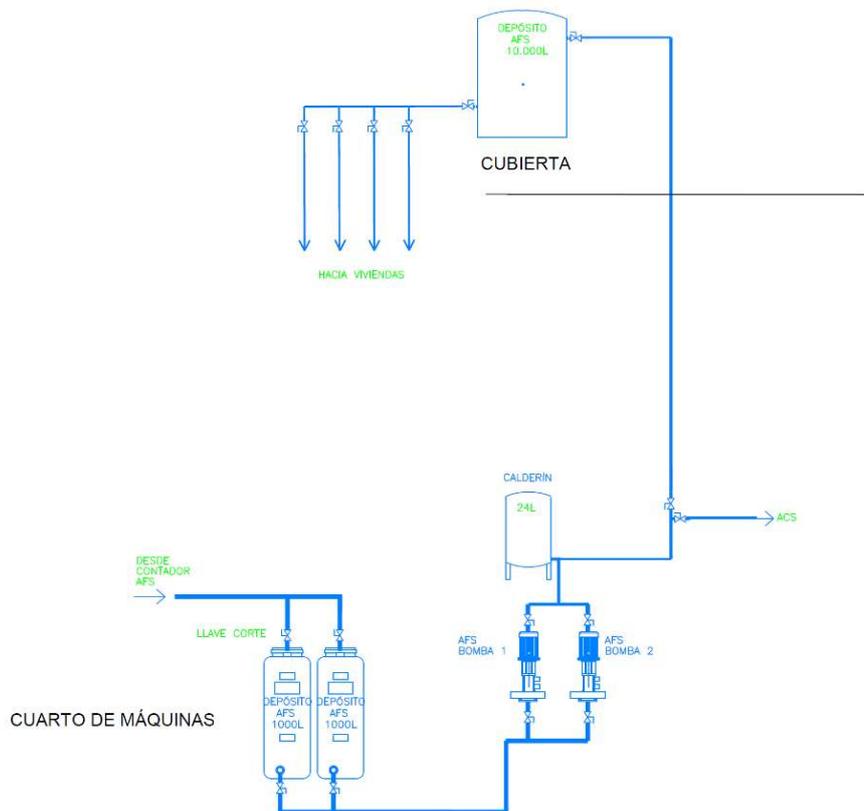


Ilustración 6: Esquema de funcionamiento del sistema de AFS

El edificio dispone de un sistema de AFS, tal y como se muestra en la Ilustración 5, cuyo llenado procede de la red de abastecimiento, teniendo su entrada en el cuarto técnico de planta baja mediante una tubería de PPR (polipropileno) soldada por termofusión, que se conecta a un sistema de acumulación constituido por dos depósitos verticales fabricados en polietileno de alta densidad (PEAD).

La tubería de alimentación desde la red dispone de una llave de corte general, entrando en uno de los dos depósitos, tal y como se observa en la parte inferior izquierda de la Ilustración 5. Desde estos, por su parte inferior con una llave de corte en la tubería de PPR discurre hasta llegar al sistema de impulsión de AFS, presente

en la parte inferior derecha de la Ilustración 6.

Desde este se presuriza la instalación de distribución de agua fría mediante un grupo a presión, constituido por dos bombas de impulsión, gracias a las cuales se impulsa el agua hacia un depósito de acumulación de 10.000 litros situado en la cubierta del edificio, a través del cual el agua cae por gravedad para dar servicio tanto a las distintas viviendas como al llenado del acumulador de ACS. Todo lo anterior se vislumbra en la parte superior de la Ilustración 5.

Los sistemas de impulsión verticales tienen las siguientes características que se recogen en la Tabla 2:

<b>BOMBA AFS</b>	
<b>Marca:</b>	PRINZE
<b>Modelo:</b>	MV 3/6
<b>Q:</b>	20/175 m <sup>3</sup> /h
<b>H:</b>	14/80 mca
<b>HP:</b>	2,2 kW
<b>rpm:</b>	2900
<b>Tensión</b>	400 V
<b>Amperaje:</b>	5 A
<b>Hz:</b>	50

Tabla 2: Características Bomba sistema AFS

A continuación, se recoge en las Ilustraciones 7 y 8 algunas fotografías del sistema de AFS tomadas durante la visita a las instalaciones.



Ilustración 7: Depósitos de Acumulación



Ilustración 8: Grupo de Presión

Tal y como se puede observar en las fotos anteriores, el estado de los equipos de la instalación de AFS es claramente mejorable, lo que ayuda a entender la necesidad de renovación de dicha instalación y todos sus

componentes. En la Ilustración 9, fotografía tomada desde la azotea del edificio, se aprecia el estado claramente ajado y oxidado del depósito de acumulación exterior.



Ilustración 9: Depósito Exterior

### 3.1.3 Instalación de ACS

El funcionamiento del sistema de ACS se basa en el siguiente esquema (Ilustración 10):

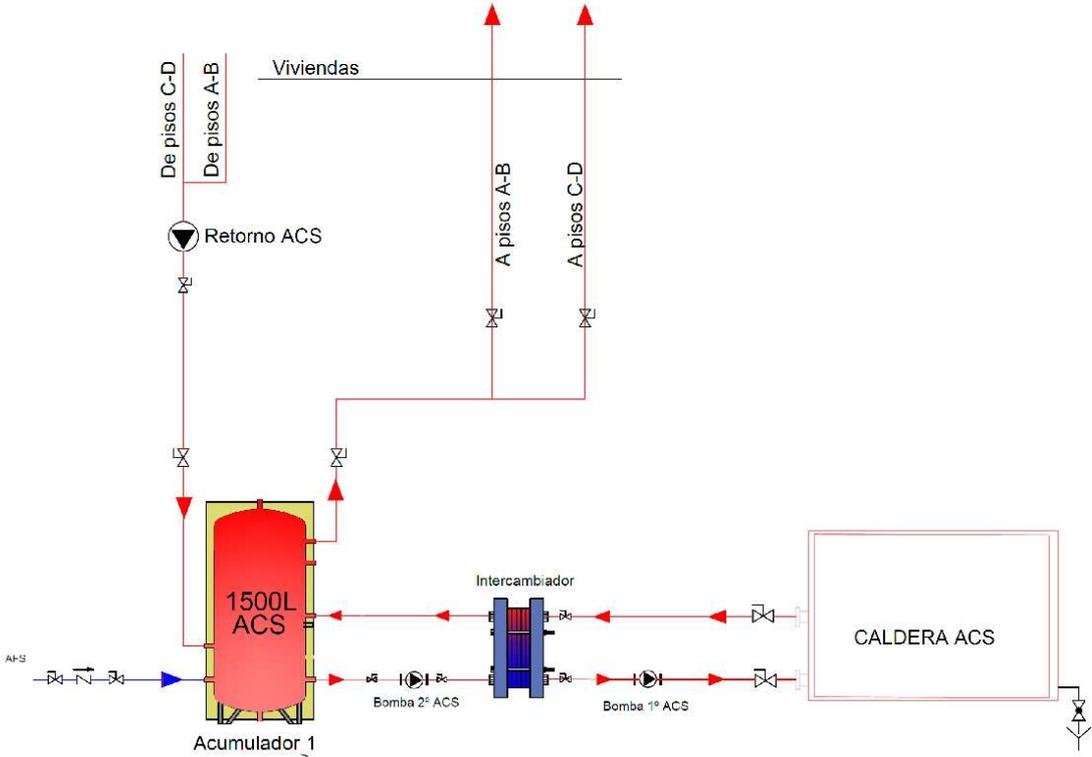


Ilustración 10: Esquema de Funcionamiento del Sistema de ACS

Para satisfacer la demanda de ACS el edificio cuenta con una instalación centralizada formada por una caldera alimentada con gasóleo, situada en la sala de máquinas de la planta baja. Este sistema dispone de una serie de elementos auxiliares para cubrir la demanda de ACS de las distintas viviendas, como son un intercambiador de placas, equipos de bombeo y depósito de acumulación necesarios para el correcto funcionamiento del sistema y alcanzar las condiciones necesarias para dar servicio a los vecinos.

La caldera existente es de la marca ECOFLAM modelo 121F y data del año 2003. Este equipo dispone de un quemador también de la marca ECOFLAM modelo MAIOR P-18. Dicho sistema supone una potencia nominal de 125 kW.

El agua caliente procedente de la caldera forma un circuito cerrado trabajando contra un intercambiador que se utiliza para calentar el agua contenida en los depósitos de acumulación. Para este intercambio de calor, existe una bomba del circuito primario y otra bomba para el circuito secundario que hace circular el agua fría de los acumuladores a través del intercambiador para ser calentada.

Para satisfacer la demanda de agua caliente el sistema cuenta con un depósito de acumulación de 1.500 litros, desde el cual el agua es canalizada a cada uno de los puntos de consumo de las viviendas. El agua se encuentra en movimiento gracias a una bomba de recirculación, que se encarga de transportarla desde la entrada de las viviendas a los acumuladores con la finalidad de que no se enfríe en los montantes en los periodos en los que no hay consumo.

El edificio dispone de un sistema de agua caliente centralizada constituida por un depósito acumulador situado en cuarto técnico de la planta baja. Desde éste el agua se dirige hacia el circuito de distribución de viviendas y hacia el intercambiador para calentarse. El sistema de bombeo se sitúa en el mismo cuarto técnico.

En cuanto al horario y condiciones de funcionamiento, dado el servicio de la instalación el sistema está en funcionamiento 24 horas al día 365 días al año. La temperatura de consigna en los depósitos de acumulación es de 60°C para garantizar unas condiciones óptimas en el consumo y cubrir la demanda de ACS. Esta es la temperatura de consumo hacia las viviendas ya que no existe válvula mezcladora en la instalación. No se dispone de un sistema de control centralizado que permita realizar estrategias de operación y/o conexión y desconexión de equipos.

El sistema de evacuación de humos de la caldera se encuentra constituido por una chimenea de diámetro 150mm, que conecta en la parte trasera de la caldera, dispone de un codo a 90° donde comienza el tramo vertical que discurre vista y anclada al patio hasta llegar a la zona de cubierta donde se eleva por encima de los pretilos mediante una estructura auxiliar constituida por perfiles de acero normalizados. La chimenea dispone de sombrerete para salida de humos.

Para cubrir la demanda de calefacción, al igual que para el caso del sistema de ACS, el edificio dispone de una instalación centralizada compuesta por una caldera de gasóleo localizada también en la sala de máquinas. Además, el sistema cuenta con bombas y otros elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del sistema y alcanzar las condiciones necesarias para dar servicio a los vecinos. Las siguientes imágenes 11, 12 y 13 muestran los equipos principales de la instalación:



Ilustración 12: Caldera  
Producción ACS



Ilustración 11: Depósito de Acumulación e Intercambiador





Ilustración 13: Bombas Circuito Primario, Secundario y de Retorno respectivamente

### 3.1.4 Instalación de Calefacción

El funcionamiento del sistema de Calefacción se basa en el siguiente esquema (Ilustración 14):

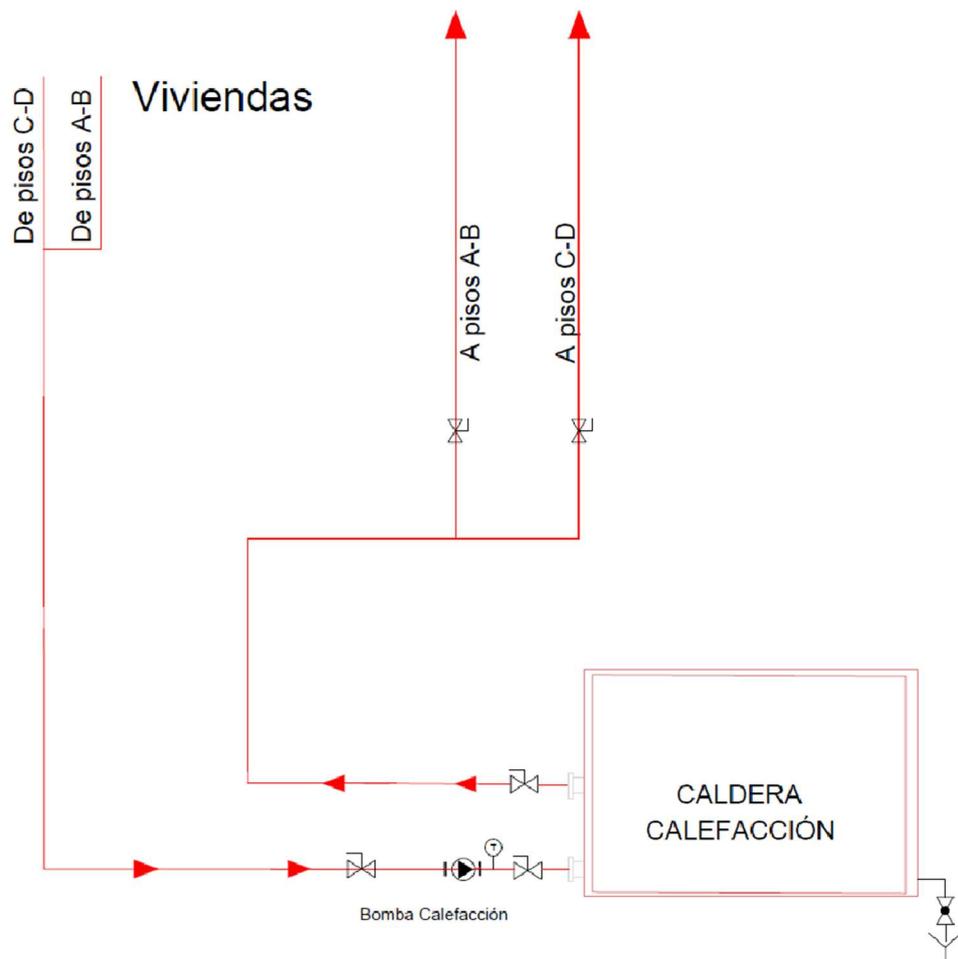


Ilustración 14: Esquema Funcionamiento Sistema de Calefacción

La caldera existente es de la marca ROCA. El quemador también es de la marca ROCA y modelo 38F. La

potencia nominal de dicho sistema es de 450,7 kW y es del año 2004.

En cuanto al circuito hidráulico, el agua caliente producida en las calderas se distribuye desde la sala de calderas hacia las viviendas y se retorna a la misma a través de una bomba de circulación.

En las Ilustraciones 15 y 16 se recogen fotos que muestran los equipos principales de la instalación:



Ilustración 15: Caldera



Ilustración 16: Elementos de Bombeo



El periodo de funcionamiento del sistema de calefacción es de 182 días (octubre a marzo) con un horario de funcionamiento de 15:30 a 21:30 h de forma ininterrumpida.

Para la regulación del sistema de calefacción no se dispone de un sistema de control centralizado que permita desarrollar estrategias de operación y control de este. El encendido y apagado de la instalación se realiza mediante reloj analógico instalado en el cuadro eléctrico de la sala de calderas sin tener en cuenta la temperatura existente en el exterior ni la temperatura en el interior de las viviendas. Además, el sistema no permite el apagado ni la regulación de los radiadores al no contar con un sistema de control centralizado que permita desarrollar estrategias de operación y control.

El sistema de evacuación de humos de la caldera se encuentra constituido por una chimenea de diámetro 300mm, que conecta en la parte trasera de la caldera, dispone de un codo a 90° donde comienza el tramo vertical que discurre vista y anclada al patio hasta llegar a la zona de cubierta donde se eleva por encima de los pretilos mediante una estructura auxiliar constituida por perfiles de acero normalizados. La chimenea dispone de sombrerete para salida de humos.

Dada la orientación del edificio, este funcionamiento tiene un importante efecto de falta de confort por las diferencias existentes entre las viviendas orientadas al norte y al sur. En efecto, cuando los residentes de la zona sur demandan el apagado del sistema ya que la temperatura en sus viviendas es superior a la de confort, los de la zona norte demandan mantenerla encendida ya que sus viviendas no han alcanzado dicha temperatura. En resumen, existen usuarios que pasan frío y otros que pasan calor durante la época de funcionamiento del sistema de calefacción, provocando en algunos momentos que se tengan que abrir las ventanas para reducir la temperatura interior de las viviendas.

## 3.2 Consumos y Costes Actuales

Como se ha mencionado anteriormente, la Comunidad de Propietarios cuenta con 3 suministros energéticos, uno de gasóleo como combustible de las calderas y dos suministros eléctricos uno para la sala de calderas (S1) y otro para las zonas comunes (S2).

Dada la importancia para la viabilidad del proyecto se hace un análisis de los datos de consumo de gasóleo disponibles a partir de las facturas recibidas por parte de dicha comunidad durante un año natural. Las facturas recibidas nos ofrecen los datos recogidos en la Tabla 3:

Fecha de Facturación	Periodo Consumo		Días	Consumo		Precio Unitario		Importe <sup>(*)</sup> (€)
	Desde	Hasta		litros (l)	kWh	(€/l)	(€/kWh)	
Febrero-Marzo 2019	11/02/2019	13/03/2019	30	4.000	40.408	0,66096	0,06543	2643,84
Marzo-Mayo 2019	13/03/2019	03/05/2019	51	4.000	40.408	0,68699	0,06801	2747,96
Mayo-Agosto 2019	03/05/2019	06/08/2019	95	4.000	40.408	0,70189	0,06948	2807,56
Agosto-Septiembre 2019	06/08/2019	27/09/2019	52	2.000	20.204	0,63000	0,06236	1260,00
Septiembre-Noviembre 2019	27/09/2019	05/11/2019	39	2.000	20.204	0,69246	0,06855	1384,92
Noviembre-Diciembre 2019	05/11/2019	05/12/2019	30	2.000	20.204	0,68000	0,06731	1360,00
Diciembre 2019	05/12/2019	30/12/2019	25	4.000	40.408	0,66130	0,06546	2645,20
Enero 2020	30/12/2019	20/01/2020	21	4.000	40.408	0,66754	0,06608	2670,16
Enero-Febrero 2020	20/01/2020	12/02/2020	23	4.000	40.408	0,59800	0,05920	2392,00
Febrero-Marzo 2020	12/02/2020	18/03/2020	35	4.000	40.408	0,46900	0,04643	1876,00
Marzo-Abril 2020	18/03/2020	28/04/2020	41	4.000	40.408	0,46900	0,04643	1876,00
<b>Total</b>			<b>442</b>	<b>38.000</b>	<b>383.876</b>	<b>0,62273</b>	<b>0,06164</b>	<b>23.663,64</b>

(\*) IVA no incluido

Tabla 3: Consumos de Gasóleo

A partir de estos datos, tomando el periodo desde Mayo de 2019 hasta Abril de 2020 y bajo la hipótesis de que el consumo anual se mantiene constante, se obtiene que, para generar 333.605 kWh/año de gasóleo se emplean 30.000 litros de este combustible. Tomando el precio medio del último año de 0,06164€/kWh resulta un coste anual en gasóleo de 20.565 €/año.

Por otro lado, la instalación carece de medidores o contadores individuales que permitan independizar el consumo de gasóleo entre los dos sistemas existentes (calefacción y ACS). Para ello, se calcula en primer lugar la demanda de ACS marcada por Código Técnico de la Edificación (CTE). Para ello se utiliza la siguiente fórmula recogida en la Ecuación 1:

$$Demanda ACS \left( \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) = n^{\circ} \left( \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times \text{unidad} \right) * n^{\circ} \text{ Personas} * \text{Factor de Centralización}$$

Ecuación 1: Cálculo demanda ACS

Se toma como referencia para el cálculo del primer factor de la ecuación anterior la tabla 4.1 del documento Básico HE Ahorro de Energía del CTE, mostrada en la Ilustración 17:

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Ilustración 17: Demanda de referencia a 60°C (fuente: [11])

Para el caso de las viviendas, se tiene que la demanda de referencia es  $28/\text{día} \times \text{unidad}$ . Si se multiplica dicho factor por el número de viviendas que posee el edificio, obtenemos la demanda total de todas las viviendas del bloque. A ello se tiene que añadir las personas que habitan cada vivienda y el factor de centralización.

Partiendo de la base anteriormente descrita de que el edificio cuenta con 36 viviendas, dicho factor de centralización será 0,85 según la Ilustración 18, que hace referencia a la Tabla 4.3 presente en el CTE.

**Tabla 4.3. Valor del factor de centralización**

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Ilustración 18: Factor de Centralización (fuente: [11])

Partiendo de la hipótesis de que cada una de las viviendas del bloque la habitan una familia de 4 personas de media, obtenemos mediante la aplicación de la Ecuación 1 que la demanda de ACS es de 3.427 litros/día. Dado que necesitamos la demanda anual, multiplicando el valor anterior por los 365 días de un año obtenemos que la comunidad tendrá una demanda anual de ACS de 1.250.928 litros/año.

Para calcular el consumo correspondiente de la instalación de ACS, se utiliza la fórmula descrita en la Ecuación 2.

$$\text{Consumo ACS} \left( \frac{kWh}{\text{año}} \right) = \frac{\text{Demanda de ACS} \left( \frac{kWh}{\text{año}} \right)}{\eta_{\text{caldera}}}$$

Ecuación 2: Cálculo Consumo Instalación de ACS

La demanda de ACS en kWh/año se calcula aplicando la Ecuación 3.

$$D_{ACS} = V_{ACS} * C_e * (t_u - t_e)$$

Ecuación 3: Cálculo Demanda Energética de ACS

Siendo:

$D_{ACS}$ : Demanda energética de ACS (kWh/año)

$V_{ACS}$ : Volumen consumido de ACS (litros/año), a la temperatura de utilización.

$t_u$ : Temperatura de uso (°C).

$t_e$ : Temperatura de agua fría de consumo humano (°C).

$C_e$ : Calor específico (kWh / (m<sup>3</sup>·°C)); para el agua toma el valor de 1,16

Tomando como valores de  $t_u$  y  $t_e$  60°C y 12°C respectivamente obtenemos una Demanda Energética de ACS de 75.152 kWh/año.

Dividiendo el valor anterior entre el rendimiento normal de unas calderas con esta antigüedad, correspondiente al rango 70-80% según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), se obtiene el valor del consumo de ACS mostrado en la Tabla 4.

El consumo de calefacción se calcula mediante la resta del consumo de ACS anterior al consumo total obtenido a partir de las facturas de la Tabla 3. Dichos valores serán considerados como base para los ahorros esperados.

Los datos de consumos eléctricos de ambos suministros de la comunidad mostrados en la Tabla 3 se han obtenido a partir de facturas eléctricas aportadas por la comunidad para los CUPS (Código Universal de Punto de Suministro) de S1 y S2. Tal y como se muestra en las tablas 5 y 6, el periodo de dichas facturas no corresponde con los 365 días de un año natural, por lo que se interpola para obtener los valores de consumo anuales, de forma similar al procedimiento realizado en el caso del consumo de gasóleo.

Suministro	Consumo (kW h/año)	Coste (*) (€/año)
Gasóleo	333.605	20.565
ACS	107.360	6.618
Calefacción	226.245	13.947
Electricidad	18.805	5.391
Suministro S1	15.597	4.471
Suministro S2	3.208	920
<b>Total</b>	<b>352.410</b>	<b>25.956</b>

(\*) IVA no incluido

**Tabla 4: Consumo de los Suministros**

Factura	Mes	Periodo de Facturación		Días	Consumo Activa kWh
		Desde	Hasta		
21190527010049100	Abril-Mayo 2019	16/04/2019	17/05/2019	32	1.727
21190701010046400	Mayo-Junio 2019	17/05/2019	18/06/2019	33	1.257
21190726010047000	Junio-Julio 2019	18/06/2019	16/07/2019	29	939
21190826010041200	Julio-Agosto 2019	16/07/2019	19/08/2019	35	998
21190926010035700	Agosto-Septiembre 2019	19/08/2019	17/09/2019	30	991
21191029010035000	Septiembre-Octubre 2019	17/09/2019	21/10/2019	35	743
21191122010055500	Octubre-Noviembre 2019	21/10/2019	16/11/2019	27	1.140
21191216010050500	Noviembre 2019	16/11/2019	30/11/2019	15	789
21200110010039800	Diciembre 2019	30/11/2019	31/12/2019	32	1.657
21200212010041700	Enero 2020	31/12/2019	31/01/2020	32	1.876
21200309010042500	Febrero 2020	31/01/2020	29/02/2020	30	1.429
21200407010063600	Marzo 2020	29/02/2020	31/03/2020	32	1.403
<b>Total</b>				<b>362</b>	<b>14.949</b>

**Tabla 5: Consumos Suministro S1**

Factura	Mes	Periodo de Facturación		Días	Consumo Activa kWh
		Desde	Hasta		
21190510010051400	Abril-Mayo 2019	02/04/2019	04/05/2019	33	516
21190610010066800	Mayo-Junio 2019	04/05/2019	04/06/2019	32	376
21190709010043600	Junio-Julio 2019	04/06/2019	01/07/2019	28	320
21190809010056500	Julio-Agosto 2019	01/07/2019	04/08/2019	35	424
21190909010058400	Agosto-Septiembre 2019	04/08/2019	03/09/2019	31	439
21191014010049800	Septiembre-Octubre 2019	03/09/2019	01/10/2019	29	170
21191114010042600	Octubre-Noviembre 2019	01/10/2019	04/11/2019	35	36
21191216010051800	Noviembre-Diciembre 2019	04/11/2019	02/12/2019	29	137
21200121010045000	Diciembre-Enero 2019	02/12/2019	05/01/2020	35	326
21200214010046700	Enero-Febrero 2020	05/01/2020	03/02/2020	30	269
21200309010037300	Febrero-Marzo 2020	03/02/2020	03/03/2020	30	131
21200409010040400	Marzo 2020	03/03/2020	31/03/2020	29	67
<b>Total</b>				<b>376</b>	<b>3.211</b>

**Tabla 6: Consumos Suministro S2**

Tal y como se puede comprobar en la Tabla 4, el consumo de gasóleo supone un 94,6% del consumo total, de la misma manera el consumo de electricidad principal es el asociado a la sala de calderas (S1), siendo el de las zonas comunes inferior.

# 4 DESCRIPCIÓN DE LA MEJORA PROPUESTA

A continuación, se describe el estado final de las instalaciones según las soluciones elegidas, indicando cuáles son sus características definitorias.

## 4.1 Identificación de Principales Instalaciones y Equipos.

### 4.1.1 Esquema General

En la Ilustración 19 se muestra el esquema general de la instalación proyectada.

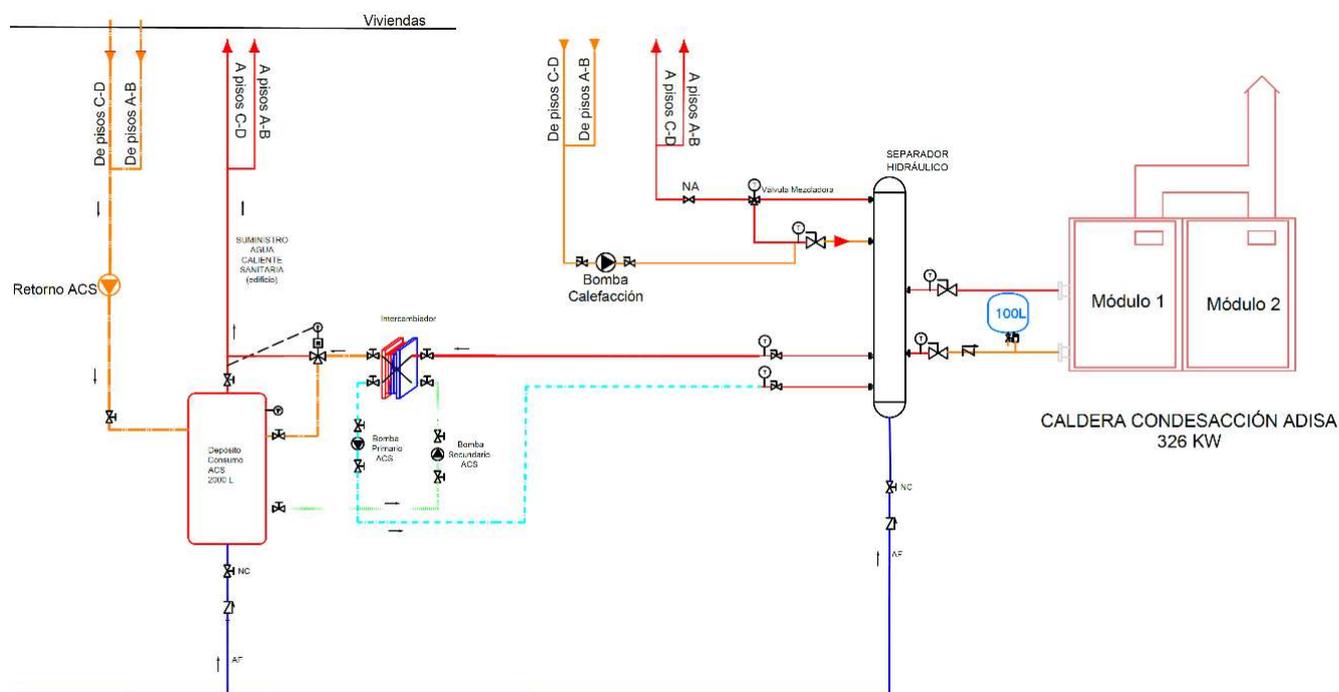


Ilustración 19: Esquema General de la Instalación en la Situación Futura

En dicho esquema se puede observar los elementos que compondrán la instalación futura y cuya descripción de características y funcionalidad se realiza a lo largo de este capítulo. Los equipos mostrados en el esquema general son:

- Módulos Térmicos
- Separador Hidráulico
- Intercambiador de Calor de Placas
- Bomba de Circuito de Calefacción
- Bomba de Circuito Primario de ACS
- Bomba de Circuito Secundario de ACS

- Bomba de Circuito de Retorno
- Valvulería y otros elementos auxiliares
- Sistema de Evacuación de Humos
- Sistema de Telegestión

#### 4.1.2 Módulos Térmicos

Con objeto de conseguir un mayor rendimiento energético, se propone sustituir la actual caldera de calefacción y la caldera de agua caliente sanitaria de gasóleo por equipos autónomos de generación de calor de condensación, cambiando el combustible a gas natural.

Las calderas de condensación ofrecen considerables ventajas frente a las calderas convencionales. Entre ellas, quizás la principal sea el alto rendimiento estacional que alcanza, de hasta el 109% frente al 80% de las calderas convencionales tal y como se refleja en la Ilustración 20.



Ilustración 20: Esquema de Funcionamiento de la Caldera Elegida

Estas calderas aprovechan el calor latente al condensar el vapor de agua de los humos procedentes de la combustión por lo que consiguen, además de mejorar el aprovechamiento de la energía y con ello reducir el consumo de combustible, una importante reducción de emisión de sustancias nocivas debido a que, al aprovechar dicho calor latente, consigue reducir la temperatura de los humos hasta valores del rango de 45°C o inferiores, limitando con ello las emisiones de gases contaminantes.

En general, se puede decir que las principales características de las calderas de condensación son:

- Aprovechan el calor latente de los humos (condensación)
- Requieren una extracción de la corriente de condensados mediante sifón y tuberías de PVC
- El intercambiador es de gran superficie y resistente a la corrosión, normalmente del tipo espiral de acero inoxidable o también de fundición en aluminio

- El rendimiento energético teórico puede llegar a ser del 110% respecto al PCI
- Frente a las calderas tradicionales o de baja temperatura, su rendimiento aumenta a carga parcial
- Disponen de un quemador cilíndrico de premezcla que trabaja a temperatura inferior que la de un quemador convencional
- Sus emisiones de NO<sub>x</sub> son muy bajas, pudiendo alcanzar 20-30 mg/kWh frente a los 50-75mg/kWh que emiten las calderas convencionales

En la nueva instalación de calefacción y producción de ACS se incluiría dos grupos térmicos de condensación ADI CD 175, de ADISA, que aportan las siguientes ventajas:

- Máximo aprovechamiento de espacio por sus dimensiones y pesos optimizados y reducidos
- Máximos rendimientos en cualquier tipo de instalación a cualquier temperatura de uso
- Reconversión de instalaciones con radiadores convencionales
- Nuevas Instalaciones de Muy Baja Temperatura (suelo radiante, climatizadores, etc....)
- Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.: cumpliendo normativa anti-legionela)
- Rendimiento estacional hasta 108%
- Caldera certificada “Condensación”: Temperatura de impulsión hasta 90°C, sin límite de retorno
- Gran reducción de paros/marcha
- Mínimas pérdidas de calor por convección / radiación
- Pérdidas de calor por chimenea con caldera parada, despreciables
- Calderas a gas con quemador modulante a partir del 30% de la potencia (adaptación de manera precisa a la demanda de la instalación)
- Modulación de la potencia del quemador al variar el caudal premezcla aire-gas mediante un motor ventilador de velocidad variable
- Reducidos consumos eléctricos anuales al disponer de un motor-ventilador de velocidad variable para la admisión de aire-gas
- Combustión ecológica (Quemador “PREMIX” de diseño innovador)
- Regulación y control adaptable a todos los sistemas del mercado
- Funcionamiento por la propia regulación de la caldera
- Conectable a centralita de control y secuencia en una instalación de varias calderas
- Conectable a control centralizado por ordenador
- Conectable a telegestión

Las características técnicas del módulo seleccionado son las siguientes:

- Potencia térmica útil 70 °C máxima: 161,8kW
- Potencia térmica útil 40 °C máxima: 163,4kW
- Potencia térmica útil 40 °C mínima: 52,3 kW
- Gasto calorífico máximo: 166 kW
- Gasto calorífico mínimo: 49,8 kW
- Rendimiento estacional: 108%
- Presión máxima de trabajo: 5 bar
- Peso del conjunto: 138 kg
- Capacidad de agua: 35 litros
- Caudal de agua

$$\Delta T = 10^{\circ}\text{C}: 13,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta T = 12^{\circ}\text{C}: 11,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta T = 15^{\circ}\text{C}: 9,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Consumo Eléctrico
  - Consumo a máxima potencia térmica útil 95,2W
  - Consumo a mínima potencia térmica útil 19,5W
  
- Tensión V: 1x230 V
- Dimensiones (alto x ancho x fondo) 1.110 x 450 x 655 mm
- Gas Natural(G20)
  - Caudal gas máxima potencia útil: 15,4 m<sup>3</sup>/h
  - Caudal de humos: 377 m<sup>3</sup>/h
  - Presión residual humos: 54Pa

Las calderas incluyen un sistema de control que incorpora un microprocesador, una interfaz de usuario con pantalla grande y funciones avanzadas de control en cascada y además permite el control tanto de las válvulas como de las bombas.

Para cubrir las necesidades de ACS, la instalación contará con un depósito de acumulación marca CODITER de 2.000 litros de capacidad. La selección de los equipos, así como el número de éstos, se realiza en función de las características de la instalación, en concreto, de las dimensiones disponibles en la sala, así como de las necesidades de acumulación del edificio. Dicha selección queda fuera del alcance de este proyecto, tal y como se ha expuesto anteriormente en el apartado de alcance.

Para el calentamiento final de los depósitos hasta la temperatura de consigna establecida, se instalará un nuevo intercambiador de calor, de capacidad de intercambio adecuada, conectado con el agua caliente procedente de la caldera.

La instalación poseerá un contador de energía para la instalación de ACS y otro para la de calefacción, con objeto de poder medir el rendimiento de la instalación, así como para dar cumplimiento a los requisitos establecidos.

Para el correcto funcionamiento de la instalación, se incluyen todos los equipos necesarios, como los equipos de bombeo, auxiliares de medición y de seguridad, además, se incluye la sustitución de los cuadros eléctricos existentes para albergar las protecciones necesarias de los nuevos equipos.

Las nuevas calderas serán ubicadas en la actual sala de calderas. Dado que el equipo propuesto es más compacto y de menores dimensiones, al liberar espacio se obtendrá suficiente en la sala para la colocación de la aguja hidráulica.

Para poder alimentar los nuevos equipos generadores, se contempla la instalación completa de gas desde la acometida general hasta la sala de calderas.

El sistema cuenta actualmente con dos chimeneas de acero inoxidable a través de las cuales se produce la evacuación de gases de la caldera de ACS y de la caldera de calefacción. Se reutilizará la chimenea de calefacción llevando a cabo el conexionado de las nuevas calderas a la misma. Para ello, se desmontará el tramo comprendido entre las actuales calderas y la parte inferior de la vertical de la chimenea y se sustituirá por los

nuevos elementos.

Desde esta sala a través de la actual red de tuberías de ACS y Calefacción, se conecta con el sistema de tuberías desde donde se realiza el reparto a los vecinos.

Para el cambio, se han identificado los siguientes trabajos necesarios:

- Desmontaje completo de las calderas existentes y otro material inservible, con traslado a gestor de residuos autorizado
- Suministro y montaje de dos módulos térmicos ADI CD 175, incluyendo kit hidráulico para su conexión en cascada y pequeño material necesario
- Suministro y montaje de aguja hidráulica para instalaciones con ADI CD
- Desmontaje de tramo de chimenea existente y traslado a vertedero homologado
- Adaptación de la salida de humos de las nuevas calderas a chimenea existente
- Suministro y montaje de sistemas de bombeo auxiliares asociados a las instalaciones de calefacción y ACS
- Suministro e instalación de intercambiador de placas para sistema de ACS
- Nuevos trazados de tuberías de conexionado de calderas y equipos auxiliares y adaptación de conexionado a tuberías de reparto existentes
- Instalación de Gas natural desde acometida hasta el punto de alimentación a módulos térmicos
- Adecuación de sala de calderas
- Puesta en marcha, adcentamiento y limpieza de sala técnica

Se pretenden instalar equipos autónomos de generación de calor de condensación con posibilidad de trabajar en cascada.

Se trata de un módulo de pie a gas de condensación preparado para funcionar en instalaciones en cascada de varios módulos (Ilustración 21) mediante la incorporación de un kit hidráulico que incluye un colector hidráulico de ida-retorno, las bombas de las calderas (de alta eficiencia y con velocidad variable) y accesorios (válvulas de corte, de seguridad y antirretorno). Este kit supone un montaje de calderas fácil y rápido.

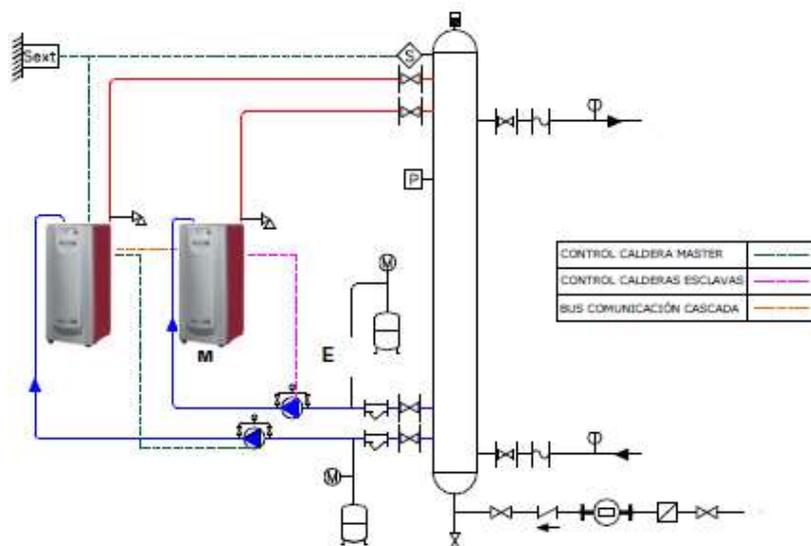


Ilustración 21: Esquema de funcionamiento de Módulos Térmicos.  
Configuración en Cascada

Las calderas seleccionadas tienen las características recogidas en la Tabla 7:

Marca	ADISA
Modelo	ADI CD 175
Potencia Útil Máxima (*)	163,4 kW
Potencia Útil Mínima (**)	40,6 kW
Capacidad de Agua	35 L
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	(0,45 x 1,10 x 0,66) m
Regulación Temperatura Calefacción	SÍ
Regulación Temperatura del ACS	SÍ
Homologaciones y Certificaciones	SÍ
Dimensiones	SÍ

\* T media del agua 40 °C

\*\* T retorno del agua 30 °C

Tabla 7: Características Calderas Seleccionadas

La caldera ADI incluye un avanzado control que gestiona el funcionamiento global de la instalación, optimizando el rendimiento energético y reduciendo el consumo de combustible:

- Control de calderas, instalación y circuitos integrado
- Sistema de máximo ahorro y eficiencia energética
- Secuencia de calderas integradas tipo máster-esclavas
- Adaptación a la potencia requerida por la instalación en todo momento
- Adecuación de la temperatura de agua a los distintos circuitos y requerimientos
- Control de circuitos de calefacción (válvula de mezcla y bomba)
- Producción de agua caliente sanitaria y protección anti-legionela

La instalación del equipo ha de ser realizada por un técnico matriculado y autorizado, respetando todas las instrucciones dadas por el fabricante, las leyes vigentes y las normas nacionales y locales y las reglas de la técnica.

En este caso los módulos tienen la opción de funcionar individualmente o en cascada, su montaje se realizará para un funcionamiento en cascada. En este caso para instalar los generadores en cascada, ADISA ofrece un accesorio opcional (kit cascada), el cual permite optimizar el funcionamiento de las calderas para obtener su máximo rendimiento, mediante la modulación de la potencia precisa en cada momento.

Estos equipos disponen de dispositivos de seguridad propios, en caso de temperatura excesiva, corte de agua o falta de circulación en los equipos. Los dispositivos de protección lo apagan o lo bloquean impidiendo su funcionamiento.

#### 4.1.3 Separador Hidráulico

Se instalará un separador hidráulico (Ilustración 22) dimensionado al efecto previo a la conexión con el sistema de calderas en cascada, en el circuito primario.

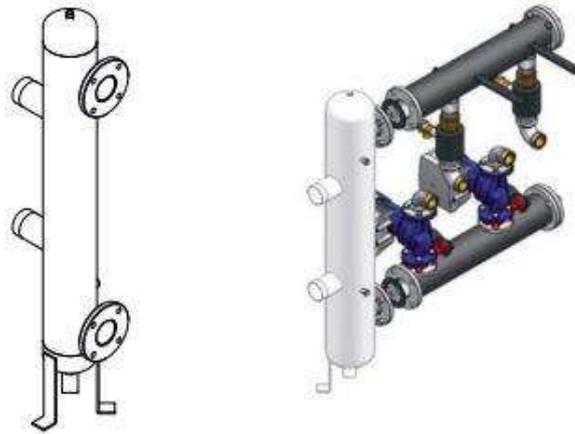


Ilustración 22: Separador Hidráulico

El equipo dispone de los siguientes elementos:

- Conexiones hidráulicas (2 por caldera y 2 por circuito)
- Aislamiento Térmico
- Manguitos para conectar: sondas, termostatos, presostatos, purgador de aire, llave de vaciado

A este equipo se le incorporará un presostato de agua, sonda de temperatura para control de la instalación, purgador de aire, sistema de vaciado. Su montaje se realiza anexo a los módulos térmicos.

#### 4.1.4 Sistema de Evacuación de Humos y Recogida de Condensados

Las actuaciones que se realizarán en la chimenea son la conexión de las nuevas calderas a la actual existente de acero inoxidable de calefacción de diámetro 300mm. Para ello, se desmontará el tramo comprendido entre las actuales calderas y la parte inferior de la vertical de la chimenea y se sustituirá por los nuevos elementos.

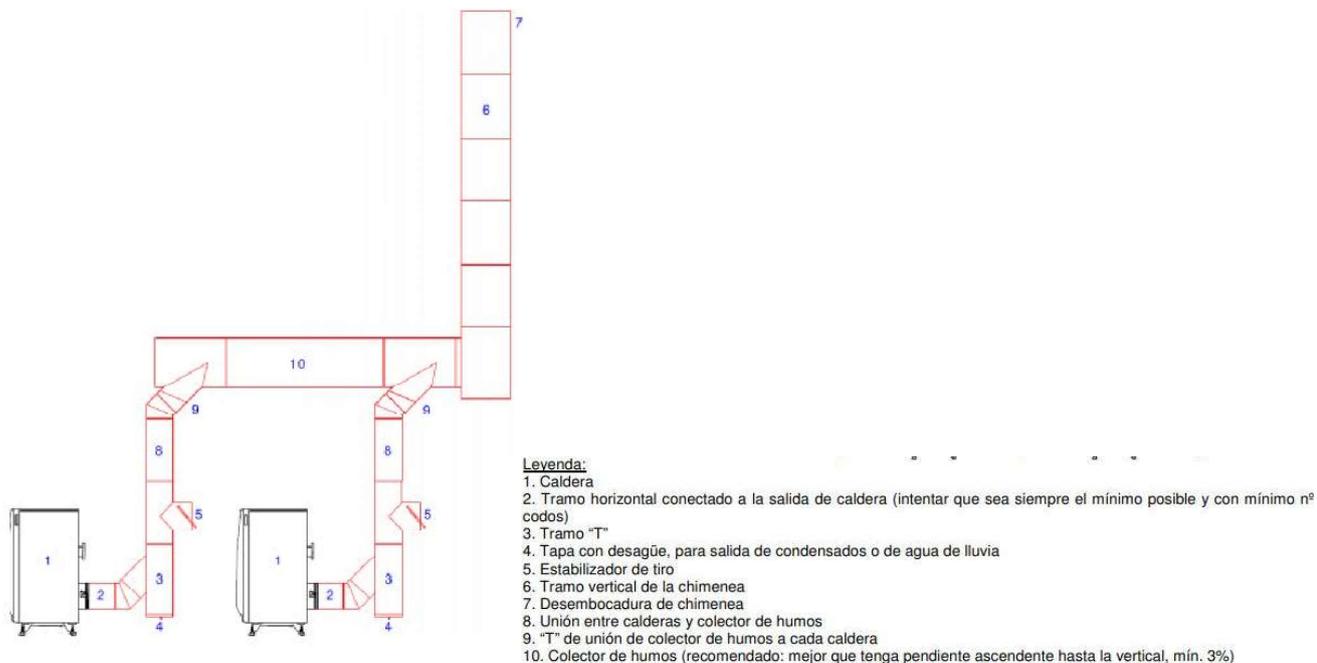


Ilustración 23: Esquema Sistema de Evacuación de Humos

El diámetro del conducto de salida desde la caldera será de 150 mm, siendo necesario el montaje de uno para cada módulo según recomendaciones del fabricante, con recogida independiente de condensados. Las salidas de humos de los distintos tramos se conectarán a la chimenea vertical existente, la cual llevará un desagüe para posibles condensados.

El colector de chimenea para conexión de salida de humos de ambos módulos será de diámetro 300mm fabricado en acero inoxidable AISI316L en interior y AISI304L en exterior.

El conducto de evacuación de humos está fabricado con un material resistente a los condensados que se puedan formar durante el funcionamiento de la caldera.

El conducto tendrá una orientación ascendente desde la salida de la caldera para conservar un buen tiro. La conexión entre la boquilla de evacuación y el conducto será estanca. Se instalarán abrazaderas o cualquier otro elemento adaptado para evitar la transmisión de las vibraciones tal y como se muestra en la Ilustración 23.

#### 4.1.5 Acumulador de ACS

Para la acumulación de agua caliente sanitaria se instalará un depósito de acumulación con tratamiento interno de vitrificación y aislamiento externo de poliuretano. En la Ilustración 24 se muestra una fotografía del equipo elegido y en la Tabla 8 se muestran sus características principales:

<b>DEPÓSITO ACUMULADOR</b>	
<b>Marca:</b>	CODITER
<b>Modelo:</b>	ROBC 2000
<b>Capacidad del Agua</b>	2000 L
<b>Montaje en Suelo</b>	Vertical
<b>Temperatura Máxima</b>	95 °C
<b>Presión Máxima</b>	10 bar
<b>Aislamiento</b>	Sí
<b>Garantía</b>	5 años

Tabla 8: Características del depósito acumulador



Ilustración 24: Depósito de acumulación propuesto

#### 4.1.6 Intercambiador de ACS

Para el intercambio de calor entre el circuito de primario de ACS y el circuito de secundario de Agua caliente sanitaria se empleará un intercambiador de calor de placas.

Este se compone de un conjunto de placas acanaladas montadas. Entre las placas hay dos canales con un medio frío y otro caliente. Estos fluyen por cada lado de las placas y circulan a contracorriente para provocar el intercambio de calor.

Para esta instalación se opta por un intercambiador de placas cuyas características se recogen en la Tabla 9:

<b>INTERCAMBIADOR ACS</b>	
<b>Marca:</b>	CODITER
<b>Modelo:</b>	A1S-P10-34-HL
<b>Potencia de intercambio</b>	163,5 kW
<b>Nº Placas</b>	34
<b>Presión Diseño</b>	10 bar
<b>Presión de Prueba</b>	14,3 bar
<b>Dimensiones</b>	473x190x330mm
<b>Peso Vacío</b>	34,53 kg

Tabla 9: Características Intercambiador de Calor

Para su instalación dispondrá de llaves de corte en cada una de las entradas de conexionado.

#### 4.1.7 Circuito de ACS

Se llevará a cabo la sustitución de las tuberías existentes en el interior del cuarto técnico de instalaciones de modo que se realice la conexión entre los circuitos primario, secundario y retorno de ACS, realizando la conexión a las tuberías de distribución existentes a viviendas.

Esta tubería se ejecutará con tubería de tamaño adecuado y con aislamiento con espesores exigidos en RITE.

#### 4.1.8 Bomba Primario de ACS

Para este circuito se instalará una bomba doble de rotor húmedo con electrónica de alta eficiencia energética, de motor monofásico.

<b>BOMBA PRIMARIO ACS</b>	
<b>Marca:</b>	KSB
<b>Modelo:</b>	CALIO Z 30/100
<b>Tensión</b>	230 V

Tabla 10: Características Bomba Circuito Primario

Se dotará de llaves de corte, válvulas antirretorno y elementos auxiliares necesarios.

#### 4.1.9 Bomba Secundario ACS

Para este circuito se instalará dos bombas de rotor húmedo construida en acero inoxidable con selector de velocidades con motor monofásico.

<b>BOMBA SECUNDARIO ACS</b>	
<b>Marca:</b>	KSB
<b>Modelo:</b>	CALIO-THERM NC 25-70
<b>Tensión</b>	230 V

Tabla 11: Características Bomba Circuito Secundario

Se dotará de llaves de corte, válvulas antirretorno y elementos auxiliares necesarios.

#### 4.1.10 Bomba de Retorno de ACS

Para este circuito se instalará una bomba de rotor húmedo construida en acero inoxidable con selector de velocidades con motor monofásico.

<b>BOMBA RETORNO ACS</b>	
<b>Marca:</b>	KSB
<b>Modelo:</b>	CALIO-THERM NC 25-70
<b>Tensión</b>	230 V

Tabla 12: Características Bomba Circuito Retorno

Se dotará de llaves de corte, válvulas antirretorno y elementos auxiliares necesarios.

#### 4.1.11 Circuito de Calefacción

Se llevará a cabo la modificación de las tuberías existentes en el interior del cuarto técnico de instalaciones de modo que se realice la conexión entre los circuitos de impulsión y retorno de calefacción existentes hasta la distribución a viviendas actual.

La realización de estas modificaciones se realizará con tubo aislado con armaflex, con los espesores exigidos en el RITE.

#### 4.1.12 Bomba de Calefacción

Para este circuito se instalará una bomba doble de rotor seco con cierre mecánico de una sola velocidad de una etapa en diseño in line compacto, con motor trifásico embridado directamente y eje prolongado con linterna y motor normalizado unido de forma rígida mediante acoplamiento. Apta para montaje en tubería o para la instalación de soportes, con bridas de conexiones.

<b>BOMBA CALEFACCIÓN</b>	
<b>Marca:</b>	KSB
<b>Modelo:</b>	ETLD 065-065 125
<b>Tensión</b>	230/400 V

Tabla 13: Características Bomba Circuito de Calefacción

Se dotará de llaves de corte, válvulas antirretorno y elementos auxiliares necesarios.

#### 4.1.13 Sistema de Telegestión

La implantación de la telegestión energética permite obtener los siguientes beneficios:

- Control eficiente de la instalación por mecanismos ajustables de forma remota
- Arranque y parada de los sistemas HVAC por condiciones complejas (programa horario + condiciones ambientales + ocupación)
- Detección de ausencia de demanda y modificación en consecuencia de las consignas en tiempo real.
- Optimización del rendimiento de equipos de HVAC al mantenerlos en la zona de trabajo de máximo rendimiento siempre que las condiciones de confort lo permitan. Se consigue monitorizando en tiempo real los parámetros de funcionamiento, ajustando consignas de funcionamiento y eliminando potencias innecesarias
- Conocimiento exacto de los consumos, lo que permite detectar ahorros potenciales, planificar mejoras y renegociar el contrato de suministro en base a datos fiables
- Aumento de la disponibilidad de los sistemas, facilitando el mantenimiento a través de las alarmas técnicas de la instalación, que son comunicadas de forma inmediata al servidor centralizado y a los agentes involucrados a través de email o SMS
- Vigilancia del ahorro y el confort. Las alarmas de sobreconsumo y subconsumo permiten tener la tranquilidad de que, si la instalación funciona fuera de los rangos establecidos, los técnicos serán avisados de inmediato, sin tener que esperar al fin del ciclo de facturación o a la pérdida de las condiciones de confort para detectar estos casos
- Medida y Verificación de ahorros energéticos
- Informes técnico-económicos para el seguimiento de objetivos de reducción de la factura energética
- Reducción y medición de emisiones de CO2 generadas por consumo energético

El sistema se constituye por unos equipos medidores/sondas, un controlador de planta y un software de gestión que recoge y almacena la información en tiempo real y, de forma remota, la analiza y la convierte en información útil para la gestión de las instalaciones y para la toma de decisiones energéticas.

Para realizar el seguimiento de la nueva instalación se utiliza una solución integral denominada CentraLine de Honeywell. Este sistema permite obtener información y consulta de las medidas preestablecidas. Asimismo, permite el control de los parámetros, la maniobra remota del sistema y el cambio de consignas de la instalación. El equipo descrito se muestra en la Ilustración 25.



Ilustración 25: Dispositivo de Honeywell

Los principales componentes de la solución son los siguientes:

- Controlador programable con herramienta de ingeniería CARE
- Comunicaciones siguiendo protocolos estándar: BACNET/IP, LonWorks (FTT-10<sup>a</sup>), PanelBus, BACNET MS/TP, ModBus y MeterBus
- Servidor Web manejable vía Browser standard (basta disponer en el PC de Internet Explorer o Firefox para acceso remoto a puntos de datos y parámetros de control, gestión de alarmas y eventos, tendencias, gráficos y horarios)
- Pantalla integrada y botones de acceso (según modelo) para acceso y manejo de datos y parámetros, horarios y alarmas
- Sistema Operativo LINUX
- Entradas y Salidas en el controlador (cantidad según modelo) y ampliables con módulos externos
- Registro de variables. Hasta 128 variables y 360.000 registros
- Buffer Interno de Alarmas para 100 Alarmas
- Puerto USB para acceso Ethernet
- Montaje: Carril DIN, Pared o Frente de Armario
- Multilenguaje
- Alarmas a correo (a través de SMTP)
- Certificados: BTL, UL, AMEU, EN1434-5, CE

La actuación incluye todos los trabajos de instalación, conexionado y puesta en marcha de los equipos medidores, sondas y concentrador de comunicaciones local, así como su alta e integración en el software de gestión

Se instalan para ello los siguientes equipos:

- Controlador EagleHawk NX, 26 señales, con pantalla
- Cuadro eléctrico para subestación/es compuesto por de armario metálico de 600x600x200, transformador 63 VA, base de enchufe, bornas y elementos de protección
- Módulo para 8 Entradas Digitales y 4 Salidas Digitales para Panel-Bus
- Transformadores de intensidad 63A
- Sonda de Temperatura de inmersión con vaina con rosca de ½" longitud 50mm captador NTC

## 4.2 Modo de Operación

### 4.2.1 Sistema de Agua Caliente Sanitaria

La producción de ACS se regula mediante la sonda de temperatura incorporada en el acumulador de consumo, la cual está tarada a 60 °C, temperatura por debajo de la cual la caldera de agua caliente sanitaria entraría en funcionamiento, a la vez que el controlador de planta pone en marcha las bombas de circuito primario y secundario.

El sistema de producción de agua caliente sanitaria presenta un depósito de acumulación. Para monitorización de la temperatura de acumulación se dispone en el “depósito de acumulación” de una sonda QAZ36, cableada hasta la caldera y monitorizada por “Eagle”.

Las bombas se pararán un tiempo de retardo después de ser superada la temperatura de consigna más la histéresis.

El cuadro eléctrico de sala posee sendos selectores para caldera, bomba de primario, bomba de secundario y bomba de recirculación. Permiten optar por un funcionamiento automático (de acuerdo con la lógica anteriormente descrita) o bien en manual ante tareas de mantenimiento o posibles incidencias.

### 4.2.2 Sistema de Calefacción

La generación térmica dentro del sistema de calefacción se realiza por medio de unas calderas de condensación, con funcionamiento en cascada.

El agua caliente a la temperatura de consigna fijada en 60 °C se impulsa a las viviendas por medio de un grupo de bombeo de calefacción, compuesto por dos bombas en funcionamiento alternativo. Dicha alternancia se realiza de manera automática.

La lógica de control implementada establece que el horario de funcionamiento de la caldera sea proporcionado por el controlador “Eagle” a través de las señales de la caldera.

El horario de funcionamiento actual de las instalaciones fijado por la comunidad de propietarios, ofreciendo condiciones de confort aceptadas por la misma, es de 15:30 a 21:30 en régimen de invierno. El grupo de bombeo de calefacción es comandado por la caldera maestra, quien gobierna la marcha o paro de este por medio de una salida digital. La entrada en funcionamiento de las bombas se realiza de manera inmediatamente posterior al arranque de las calderas.

Con objeto de poder establecer un funcionamiento en modo manual ante incidencias o tareas de mantenimiento, el cuadro eléctrico de la sala dispone de sendos selectores que permiten optar por funcionamiento en automático (en base a la lógica descrita anteriormente), modo manual o apagado.

La temperatura de consigna de impulsión es configurada a través de “Eagle” conectando el mismo a través de modbus a la caldera.

La temperatura exterior es registrada mediante una sonda de temperatura exterior QAC34 que se encuentra situada en fachada y es leída por “Eagle” a través del “Kit Modbus RTU” de la caldera. Esta temperatura exterior permite establecer un funcionamiento de compensación mediante temperatura exterior, regulando la temperatura de impulsión. La caldera en este modo de funcionamiento presenta dos señales características a monitorizar. Por un lado, la consigna regulada de impulsión que será variable en base a la temperatura exterior recogida y por otro lado la consigna original que opera como valor máximo al que la caldera puede impulsar el agua. Ambas señales son conducidas a Eagle mediante la conexión modbus entre controlador y caldera maestra.

La temperatura de impulsión de agua de calefacción es registrada a través de una sonda QAZ36 situada en el colector de impulsión que es cableada a la caldera maestra y conducida a “Eagle” a través del “Kit Modbus RTU”.

La modulación de la caldera se realiza a través de la temperatura de retorno, registrada mediante sonda interna de la caldera maestra, cuyo valor es trasladado a Eagle mediante modbus. Del mismo modo se monitoriza en Eagle la señal de la presión de agua de la caldera que es medida a través de una sonda interna en la caldera maestra.

En cuanto a las alarmas generadas por las calderas, son monitorizadas en Eagle las señales de anomalía en caldera maestra y esclava, las temperaturas de impulsión de calefacción por encima de 70 °C y la temperatura de retorno superior a 55 °C.

### **4.2.3 Sistema de Telegestión**

El router de comunicaciones junto con el controlador de planta se instalarán en un cuadro de control a situar junto al cuadro general de la sala de instalaciones situado en planta baja, del que toma la alimentación. El cuadro de control estará formado por los siguientes elementos:

- Cuadro eléctrico y elementos de protección
- Controlador EagleHawk NX, 26 señales, con pantalla
- Módulo para 8 Entradas Digitales y 4 Salidas Digitales para Panel-Bus
- Router UR5i de Conel

Los elementos de campo que se cablean al controlador de planta son:

- La propia caldera (módulos térmicos ADI CD 175 marca ADISA) a través de la caldera con la incorporación del accesorio “Kit Modbus RTU”, que permite: leer temperaturas agua (ida y retorno), lectura sonda temperatura exterior, lectura horas funcionamiento, aviso de alarma (falta gas, falta agua, ionización...), cambiar consigna temperatura, estado caldera, controlar circuitos de calefacción que gestione la caldera
- Tanto para el funcionamiento de las calderas como para las lecturas de temperaturas de funcionamiento del sistema es necesario la instalación de las siguientes sondas de temperatura: Sonda de temperatura exterior QAC34 de ADISA a instalar en el exterior de la sala de calderas, Sonda de temperatura QAZ36 de ADISA a instalar en el acumulador de ACS, Sonda de temperatura QAZ36 de ADISA a instalar en el circuito de calefacción, Sonda de temperatura NTC20K modelo VF20 de Honeywell a instalar en el circuito de retorno de ACS
- Módulo de impulsos del contador de gas. Contacto seco. El contador a instalar ha de disponer de módulo de impulsos de Gas Natural

- Contador eléctrico para medida del consumo eléctrico. Conexión modbus RS-485 con el controlador de planta

#### **4.2.4 Instalación Eléctrica**

A este respecto, se considera que los propios generadores no dan origen a ninguna zona clasificada según la ITC BT 29 “Guía Técnica de Aplicación. Prescripciones particulares para las Instalaciones Eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión”. Asimismo, en el caso de que existan muros o paramentos, no existirá zona clasificada al otro lado de estos.

El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, al menos, el interruptor general debe estar situado en las proximidades de la puerta principal de acceso. Este interruptor no debe poder cortar la alimentación al sistema de ventilación de la sala. En nuestro caso no es de aplicación esta última condición, debido al que el sistema de ventilación que se instalará será de tipo natural y no forzado, por lo que no será necesaria ninguna instalación eléctrica asociada.

Se contempla la incorporación de una instalación eléctrica, es decir, se incorporará un nuevo cuadro eléctrico que cumpla con la normativa vigente de REBT.

El cuadro eléctrico de control de la sala será colocado en el exterior de esta, así como los interruptores anteriormente especificados, corte de emergencia omnipolar de la sala situado en el exterior de ésta siguiendo los artículos Art 5.2.5 y Art. 5.3 UNE 60601 así como el artículo Art. I) IT 1.3.2.1.2.2. RD 1027/2007.

#### **4.2.5 Control de Suministros Energéticos**

El consumo de gas se controla por medio de un contador de pulsos que se instala en el contador de gas a instalar, cuya señal se cablea a Eagle mediante entrada digital.

Respecto a la monitorización de parámetros eléctricos, se emplea un analizador de redes Circuitor modelo EDMK instalado en la alimentación al cuadro eléctrico de la sala de calderas, permitiendo recoger el consumo de los equipos de las instalaciones objeto de estudio. En concreto se registra:

- Energía Activa
- Energía Reactiva
- Tensiones por fase
- Intensidades por fase

El analizador de redes se comunica con el controlador Eagle mediante modbus

#### **4.2.6 Instalación de Gas**

Actualmente no existe instalación de gas por lo que se precisa una nueva instalación receptora de gas natural para dar alimentación a los grupos de producción de calor situados en la sala técnica del edificio.

En las inmediaciones del edificio existe red de distribución de gas natural en baja presión, por lo que se procede a diseñar una nueva instalación que dé servicio a la instalación de calefacción y ACS del edificio.

La instalación parte desde la acometida existente para el edificio situada en la parte opuesta de la sala de calderas, realizando el conexionado desde este punto hasta los nuevos equipos consumidores.

El trazado de la instalación discurre por el interior del edificio hasta llegar a la entrada de gas en los módulos térmicos, en la sala de calderas, donde se sitúa una llave de corte de aparato previa a su conexión.

Las características principales de la Instalación de Gas se recogen en la Tabla 14:

<b>Presión de Entrada</b>	<b>22mBar</b>
<b>Caudal Máximo Contador</b>	40 Nm <sup>3</sup> /h
<b>Fluido</b>	Gas Natural
<b>Toma Presión de Salida</b>	Peterson de ¼"
<b>Soporte Contador</b>	Acero
<b>Conexiones Contador</b>	Roscada de 2 1/2"
<b>Contador de Membrana</b>	G-25

Tabla 14: Características Instalación de Gas

La instalación será realizada por una empresa instaladora homologada. Ésta desarrollará el proyecto de legalización de la instalación de gas, expedirá los correspondientes certificados y realizará todas las tramitaciones necesarias para garantizar el correcto suministro de gas en el edificio. Un esquema del trazado propuesto para la instalación de gas se muestra en la Ilustración 26.

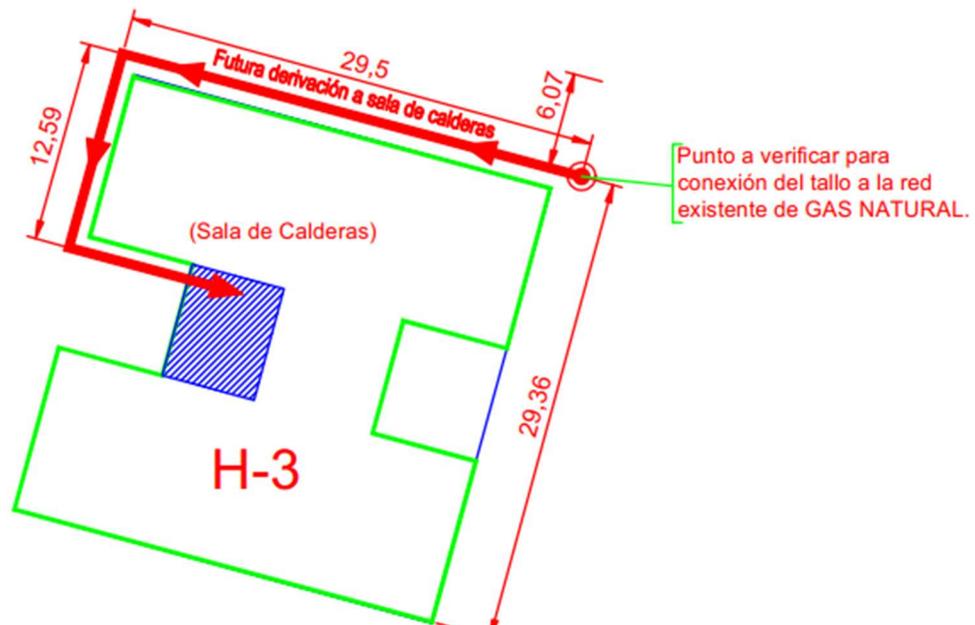


Ilustración 26: Esquema de Disposición de la Instalación de Gas Natural

### 4.3 Comprobación de que el Dimensionamiento de la Instalación de Gas es Acorde a Norma

En este caso, se pretende realizar una sustitución de los equipos generadores de calor existentes ya que se ha alcanzado su vida útil. La potencia útil a instalar será lo más cercana a la potencia actual existente.

Las potencias útiles de los generadores actuales se reflejan en la Tabla 15:

GENERADOR	TIPO	P. ÚTIL (kW)	USO
<b>Caldera de Gasóleo Marca Ecoflam 121F</b>	Convencional	125	Agua Caliente Sanitaria
<b>Caldera de Gasóleo Marca ROCA 38F</b>	Convencional	450,7	Calefacción

Tabla 15: Potencias Útiles de los Generadores

Se detallan a continuación en la Tabla 16 las características de los generadores nuevos a instalar:

Unidades	GENERADOR	TIPO	P. ÚTIL (kW)	USO
<b>2</b>	Caldera de Gas Natural ADISA ADI CD 175	Condensación- GN	326,8	Agua Caliente Sanitaria y Calefacción

Tabla 16: Características de los Generadores

Puede observarse como la potencia útil cedida por la caldera nueva a instalar es levemente inferior a la potencia existente debido principalmente a dos factores:

- El mayor rendimiento de las calderas de condensación
- Los rangos de potencia existentes en el mercado en cuanto a caldera de condensación se refieren

La ESE encargada del estudio de mejora ha llevado a cabo el diseño de la instalación de gas necesaria, para lo que ha empleado las fórmulas correspondientes a las Ecuaciones 4 y 5 y los datos de partida que se muestran a continuación:

- Presión de Entrada: 22mBar
- Caudal máximo Contador: 40 Nm<sup>3</sup>/h
- Fluido: Gas Natural
- Toma presión de salida: Peterson de 1/4"
- Soporte contador: Acero
- Conexiones Contador: Roscada de 2 1/2"
- Contador de membrana: G-25

Composición indicativa del Gas Natural de Sevilla (Tabla 17):

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Metano (CH <sub>4</sub> )	91,89%
Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	6,04%
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	0,91%
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0,89%
Butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,10%
Isobutano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,09%
Hexano (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0,08%

Tabla 17: Composición del Gas Natural en Sevilla

Las características principales del Gas Natural de Sevilla (Tabla 18):

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Poder Calorífico Superior (P.C.S.)	10.036 kcal/m <sup>3</sup> (s)
Poder Calorífico Inferior (P.C.I.)	13,69 kWh/kg
Densidad Relativa	0,613kg/m <sup>3</sup>
Peso Especifico	0,6097 kg/m <sup>3</sup>
Índice de Wobbe (2 <sup>a</sup> Familia según UNE 60002-90)	13.155 kcal/m <sup>3</sup> (s)
Índice de DelBourg	45,1
Poder Comburígeno	10 m <sup>3</sup> aire/m <sup>3</sup> gas

Tabla 18: Características principales del Gas Natural en Sevilla

Los datos anteriores han sido obtenidos mediante conversaciones de la ESE con la distribuidora del combustible en cuestión en la zona a excepción del valor del PCI, que se ha calculado partiendo de la composición del combustible y los valores de PCI de cada uno de los componentes de la mezcla, los cuales se muestran a continuación en la Tabla 19.

Componente	PCI (KWh/Kg)
Metano (CH4)	13,9
Etano (C2H6)	13,19
Nitrógeno (N2)	0
Propano (C3H8)	12,88
Butano (C4H10)	12,70
Isobutano (C4H10)	12,70
Hexano (C6H14)	12,42

Tabla 19: Valores de PCI para la mezcla de gases que componen el gas natural

Para el cálculo se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Presión de servicio efectiva: 0,50 bar.
- Densidad relativa del gas: 0,62 kg/m<sup>3</sup>
- Se emplea el coeficiente de Renouard cuadrático: 48.600
- La presión mínima demanda por el equipo receptor es de 20 mbar, según indicaciones del fabricante
- Se simula con un coeficiente de mayoración en las longitudes del 10% para simular el cálculo de las pérdidas de los elementos especiales, tales como llaves de corte u otros elementos
- El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.
- La acometida de la IRG se conecta a una red de MOP<0,05 Bar, siendo la presión de diseño de la instalación de 22mBar antes y después de contaje.
- La presión no será nunca menor a 17mbar a la entrada de aparato (Art 3.5 Parte 4 UNE 60670).

Fórmula de Renouard cuadrática (para presión de servicio mayor a 0.10 bar):

$$Pf = \sqrt{Pi^2 - 48,6 * dc * Le * \frac{q^{1,82}}{\phi^{4,82}}}$$

Ecuación 4: Fórmula de Renouard

donde:

Pf y Pi son las presiones absolutas en el origen y extremo en bar

48,60 es el coeficiente de Renouard cuadrático dc es la densidad relativa del gas

Le es la longitud equivalente del tramo en m

Q es el caudal en Nm<sup>3</sup>/h

ø es el diámetro interior de la conducción en mm

$$V = \frac{378 * Q}{P * D^2}$$

Ecuación 5: Cálculo de diámetro de tubería necesario

donde:

v es la velocidad del gas en la conducción en m/s

Ps es la presión de servicio en bar

Z es el coeficiente de compresibilidad

Para el cálculo se ha simulado partiendo la instalación desde el contador, por tanto, se emplea tubería de acero de los siguientes diámetros:

Material	Descripción Tubería	Diámetros (mm)
Acero	DIN 2440 -2,5"	76,1 mm

Tabla 20: Características del contador

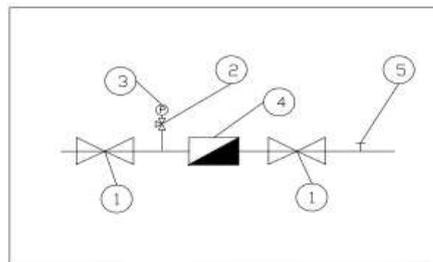
Los resultados obtenidos por la empresa se recogen en la Tabla 21.

TRAMO	Longitud (m)	Longitud Equiv. (m)	Caudal de Simult. (m <sup>3</sup> /h)	Diámetro Nom. (mm-pulg)	Diámetro Int. (mm)	P. entr. (mm.ca)	P.sal. (mm.ca)	Pérdida de carga tramo (mm.ca)	Velocidad del gas tramo (m/s)
A-B	46,00	50,60	27,5	AC 2,5"	68,9	220,00	216,00	4,46	1,99
<b>PÉRDIDA DE CARGA CONTADOR DE MEMBRANA G25 ITRON ACTARIS A 36 m<sup>3</sup>/h 17 mm.ca</b>									
C-D	3,00	3,30	27,5	AC 2,5"	68,9	198,54	198,25	0,29	2,8

Tabla 21: Tabla Resumen de Resultados de Tramos de Tubería

El esquema de funcionamiento de las válvulas empleadas en la instalación de gas propuesta por la ESE se muestra en la Ilustración 27:

Figura 1



1. Válvula de cierre
2. Válvula de 3 vías con toma de 1/4" para manómetro patrón de contrastación
3. Manómetro adecuado a la presión de trabajo (\*)
4. Contador
5. Toma de presión débil calibre (PC<150 mbar)

Ilustración 27: Esquema de Funcionamiento de Válvulas

Partiendo de los resultados obtenidos por la ESE, se recogen a continuación algunas comprobaciones realizadas a partir de las diferentes premisas que deben cumplir este tipo de instalaciones.

La instalación se alimenta a través de la acometida de una canalización de distribución de gas natural con MOP < 0,05 Bar (Antigua denominación Baja Presión), con presión de garantía de 18mBar, acorde al Art 65 RD 1434/2002 de 27 de diciembre.

La acometida transcurre desde la red propiedad de la compañía distribuidora, la cual está realizada en suelo público, hasta la fachada límite de propiedad privada, donde está colocado el tramo de conexión en vertical, que da inicio a la instalación receptora, en un primer tramo, en modalidad envainada con un tubo de PE32 en inicio, protegido mediante vaina de protección, y tubería de AC 2 ½” UNE 1025 hasta entrada en armario de contador (En la entrada de sala de calderas en Exterior), acorde a lo establecido en Art 4.3 y 4.4 de la UNE 60670 Parte 4.

Se colocará en la primera subida de la instalación receptora una llave de mariposa tipo LUG DN65 de accionamiento manual y accesibilidad grado 3 para la compañía Distribuidora, colocando antes de llave, una toma de presión Peterson para lectura de presiones, desde el límite de la propiedad privada, acorde a lo establecido en el Art 6.2 UNE 60670 Parte 4.

El contador se ubica en el exterior del local, con accesibilidad grado 2 desde el exterior de este para la empresa distribuidora (Art 4.1.2 UNE 60670 Parte 5). El contador es un G-25 de membrana de paredes deformables y suministrado por la empresa distribuidora (Art 7.1 UNE 60670 Parte 5).

Para el cálculo del caudal máximo que podrá soportar la instalación se utiliza la Tabla 22, proveniente de la Resolución de 22 de Septiembre de 2011 por la que se modifica el protocolo de detalle PD-01 “medición” de las normas de gestión técnica del sistema gasista. Dicha resolución queda incluida en el BOE-A-2011-15496.

Tabla 2: Sistemas de medición en función del caudal máximo horario y el consumo final para presiones de medición ≤ 0,4 bar

Caudal máximo [m³/h]	Consumo anual (GWh)				
	< 2	≥ 2 y < 5	≥ 5 y < 10	≥ 10 y < 100	≥ 100
Q < 150	Fig I	Fig I	Fig I	–	–
150 ≤ Q < 350	Fig I	Fig II	Fig II	Fig III con conversor PT	–
350 ≤ Q < 600	Fig I	Fig III con conversor PT	Fig III con conversor PT	Fig III con conversor PT	–
Q ≥ 600		Fig III con conversor PT			

Tabla 22: Cálculo de Caudales y Consumo Final para P < 0.4 bar

En el contador se instalarán las medidas requeridas por la resolución de 22 de septiembre de 2011, de la dirección general de política energética y minas, que modifica el protocolo de detalle PD-1, medición de las normas de gestión técnica del sistema gasista epígrafe 6.2 del BOE 238 de 3 de octubre de 2011, mencionado en el Art 7. UNE 60670 Parte 5, para presiones de medición de < 0,4 Bar y caudal máximo de 150 m³(n)/h.

El contador se ubicará en un armario en la fachada límite de la parcela de la propiedad, en el exterior de la sala

de calderas, en las inmediaciones de la entrada, con ventilación superior inferior directa al exterior, acorde a lo establecido en Art 6.1 y 6.2 UNE 60670 Parte 5 y tabla 1 UNE 60670 Parte 5.

Para la sala de calderas, la alimentación principal, así como sus derivaciones, se realizará en AC 2 ½” y AC 2” respectivamente, por la fachada principal de sala de calderas, que alimentara al conjunto de calderas que se encuentran en la sala. Todos los tramos de la instalación se construirán en modalidad vista, acorde a los cálculos realizados para la elaboración del proyecto de legalización. Todo se construirá acorde a los métodos constructivos establecidos en el Art. 4 UNE 60670 Parte 4.

Inmediatamente antes de la entrada de sala de calderas, después de armario de contador, poseerá una llave de corte de mariposa Tipo LUG DN65, seguida de una electroválvula de corte de rearme manual, clase A, normalmente cerrada y enclavada a un sistema de detección y corte por detección de gas acorde a lo establecido en Art 8 UNE 60601.

Todos los elementos están anclados a los paramentos verticales y horizontales mediante las correspondientes abrazaderas, y acorde a lo establecido en el pliego de condiciones técnicas.

Todas las calderas poseerán válvula de obturador esférico 2” DN40, de conexión a aparato con accesibilidad de grado 1 para el usuario (Art 6.5.3. UNE 60670 Parte 4).

La sala de calderas (P=350,00kW) debe de cumplir con lo indicado en la tabla 1 del Art 4.1. de la UNE 60601, en lo que respecta a emplazamiento y requisitos de ventilación y seguridad.

Para nuestro caso, la sala de calderas está ubicada en planta baja, en un edificio que no es de nueva construcción, con una superficie de baja resistencia mecánica directamente al exterior, por lo que el aire de entrada se realizara mediante medios de ventilación natural. Se adecuarán las cerraduras de las puertas existentes, acorde a lo establecido en la tabla 2.2 DB-SI 1 CTE.

Para dar cumplimiento a la obligación de publicación descrita en la modificación del Protocolo de Detalle 01 de las NGTS del sistema gasista, de BOE 3 de octubre de 2011, las principales características del gas a suministrar son las que se recogen en los apartados siguientes.

#### **4.3.1 Cumplimiento de la Norma UNE 60601/2013, UNE 60670-6/1999**

En cumplimiento de la normativa UNE 60601:2013 en el exterior y próximo al equipo se debe instalar un extintor de eficacia 21A-113B.

La norma UNE 60601, UNE 60670-6 y el RD 1027/2007 establecen los requisitos exigibles a los locales o recintos que albergan generadores de calor o frío mediante caloportador, cuya potencia nominal conjunta sea superior a 70 KW.

La sala de calderas debe de cumplir con lo indicado en la tabla 1 del Art 4.1. de la UNE 60601, el punto 4.3 de la UNE 60670-6, así como en IT 1.3.4.1.2.3. RD 1027/2007, en lo que respecta a emplazamiento y requisitos de ventilación y seguridad.

En este local aplicaremos los requisitos establecidos por DB-SI del CTE. Este local lo definiremos dentro

del ámbito Residencial público, local y de Pública Concurrencia, (Punto III. Criterios generales de aplicación DB-SI CTE).

Para nuestro caso, la sala de calderas está ubicada en planta baja, en un edificio de existente, con superficie de baja resistencia hacia el exterior, el aire de entrada y salida de la sala se realizará a través de ventilación natural y precisa de sistema de detección (Sistema A+D Tabla 1 UNE 60601 o 4.3 de UNE 60670-6).

#### **4.3.2 Cerramientos**

En la colocación del aparato de tipo de pie, este debe de cumplir con los requisitos mínimos exigidos en el Art 5.2.4 UNE 60601, sobre distancia a paramentos y otros aparatos instalados, así como IT 1.3.4.1.2.6 RD 1027/2007.

Las conexiones a la caldera y su conducto de evacuación a la chimenea deberán ser perfectamente accesibles para su manipulación y mantenimiento. (Art. 5.1 UNE 60601).

La sala de caldera debe de satisfacer las especificaciones que establece la reglamentación vigente en materia de seguridad en caso de incendio para los recintos de riesgos especiales (Art 5.2.1 UNE 60601, RITE, CTE DB-SI).

Para la elección de los requisitos exigibles a los elementos constructivos, en caso de poder tomar 2 o más opciones, elegiremos las más desfavorables.

La sala de caldera se encuentra en la rasante del edificio, por lo que las características constructivas serán acordes a lo establecido en Tabla 1.2 DB-SI 1 CTE. En este edificio, la sala de calderas, están consideradas como zonas de riesgo especial (Art 2 DB-SI 1 CTE).

Ésta posee una potencia nominal instalada de 326,00 kW, lo que la clasifica de riesgo medio, acorde a lo establecido en la tabla 2.1 DB-SI 1 CTE. Para esta configuración las condiciones de elementos de la sala vienen determinadas por la Tabla 2.2 DB-SI 1 CTE.

#### **Cerramientos acordes al DB SI 1. CTE**

- |  |             |
|--|-------------|
| • Resistencia al fuego de la estructura portante | R120        |
| • Resistencia al fuego de paredes y techos       | EI120       |
| • Vestíbulo de Independencia                     | SI          |
| • Puertas de comunicación con resto edificio     | 2xEI2 30-C5 |
| • Máximo recorrido de evacuación                 | 25m         |

#### **Cerramientos Acordes al RITE**

Acorde a lo establecido en la IT 1.3.4.1.2.4 RD 1027/2007, todas las salas de calderas de Edificios de Pública Concurrencia deben de considerarse de Riesgo Alto, por lo que pasamos a las siguientes condiciones:

- |  |             |
|--|-------------|
| • Resistencia al fuego de la estructura portante | R180        |
| • Resistencia al fuego de paredes y techos       | EI180       |
| • Vestíbulo de Independencia                     | SI          |
| • Puertas de comunicación con resto edificio     | 2xEI2 30-C5 |

- Máximo recorrido de evacuación 25m

Dichas condiciones son de aplicación para salas de máquinas de nueva construcción, tanto en el caso de edificios nuevos como en el de edificios existentes, no resultando de aplicación en actuaciones motivadas por cambio de tipo de combustible en salas existentes, como es nuestro caso.

Los elementos más desfavorables, y en este caso coinciden el CTE y RITE, la sala se clasificará como Sala de Calderas de Riesgo alto.

Los cerramientos (paredes y techos exteriores) del recinto deben de poseer un elemento o disposición constructiva de baja resistencia mecánica, en comunicación directa con una zona exterior o patio de ventilación de dimensiones mínimas de 2x2m (puerta directamente accesible desde el exterior por ejemplo o superficies de ventilación), por lo que la ventilación que se debe de suministrar a la sala es de forma natural (Tabla 1 UNE 60601, Art 5.2.2 UNE 60601 y IT 1.3.4.1.2.3 RITE):

$$SBRM \geq 0,01 V local \geq 1 m^2$$

Ecuación 6: Cálculo de cerramientos

Dada la configuración del local que posee una planta de 12,89 m<sup>2</sup> y una altura de 2,85m, teniendo un volumen total de 36,76m<sup>3</sup>, la superficie de baja resistencia mecánica debe de tener 0,3676 m<sup>2</sup>, siendo necesario aplicar el mínimo establecido por la norma que es de 1 m<sup>2</sup>.

Ésta puede ser la sección de ventilación, siendo recomendable una rejilla que posea dicha medida, o una puerta que comunique con el exterior. Bajo ningún concepto deben de dar a vestíbulos o patios que en su proyección vertical contengan escaleras o ascensores, como es nel caso que nos ocupa (Art 5.2.2 UNE 60601 y IT 1.3.4.1.2.3 RITE).

En el edificio objeto de estudio, se posee una SBRM (puerta de acceso desde exterior) de 3,36m<sup>2</sup>, por lo que se cumple el mínimo exigido.

### 4.3.3 Accesos

El acceso a la sala de máquinas está bien ubicado, ya que ningún punto de la sala de calderas está a más de 15m de una puerta (Art 5.2.3 UNE 60601), siendo este recorrido más restrictivo que el mencionado anteriormente por la tabla 2.1 DB-SI CTE.

La puerta de acceso de la sala de calderas se accede desde el interior de la propiedad, dentro del edificio, y exterior. Art 5.2.3 UNE 60601.

Las dimensiones mínimas de la puerta de acceso a la sala de máquinas serán de 0,8 m de ancho y 2 m de alto, salvo para reformas en instalaciones existentes en las que se adaptará a las posibilidades constructivas, siendo como mínimo el tamaño de la puerta de 0,6 m de ancho y 1,8 m de alto (Art. 5.2.3 UNE 60601).

En nuestro caso, existe una puerta metálica de doble hoja, con apertura en sentido de la salida de la sala, de 2,1 m de alto por 0,8 m de ancho, mayor que lo establecido por la tabla 2.2 DB-SI 1 CTE, que da directamente al exterior las de instalaciones.

Las puertas de las salas de máquinas deben estar provistas de cerradura con llave desde el exterior y de fácil apertura desde el interior, incluso si se han cerrado desde el exterior (Art 1.3.4.1.2.2 RD 1027/2007 y Art 5.2.3 UNE 60601). Debe asegurarse la inexistencia de obstáculos que impidan su fácil apertura.

En el exterior de la puerta y, en lugar y forma visible se colocará las inscripciones de:

- Sala de Máquinas Generadores de Gas
- Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio

Para cumplir con la normativa se realizarán 2 prevestíbulos de pladur RF180, con puerta RF60 cada uno, para los accesos desde interior de edificio, y condiciones de apertura anteriormente establecidas y también se adecuará la cerradura de puerta exterior existente, con fácil apertura desde el interior.

Las dimensiones de las salas de máquinas deben permitir el acceso sin dificultad a los órganos de maniobra y control y una correcta explotación y mantenimiento del sistema, para lo cual se respetarán siempre las indicaciones del fabricante de los equipos y, como mínimo, las que se indican en este apartado.

En todos los casos y para cualquier tipo de generador, desde el generador hasta el paramento vertical más próximo, debe ser como mínimo de 1 m (figuras 1, 2 y 3 UNE 60601 así como indicaciones de IT 1.3.4.1.2.6. RD 1027/2007).

Entre generadores, así como, entre los generadores extremos y los muros laterales, debe existir un espacio libre de al menos 0,5 m. El espacio libre entre los generadores y el muro de fondo debe ser de un mínimo de 0,70 m para el caso de generadores con quemadores exteriores que les sobresalgan y de 0,50 m para el resto.

Todas estas distancias podrán disminuirse en los modelos en que el mantenimiento de los generadores y su aislamiento térmico lo permita, de acuerdo con las instrucciones expresas del fabricante. El espacio entre los generadores y los elementos que delimitan la sala de máquinas debe servir también para permitir el movimiento de equipos, o de partes de ellos, desde la sala hacia el exterior y viceversa.

En el caso de que los generadores a instalar sean del tipo mural y/o modular formando una batería de generadores, o cuando las paredes laterales de los generadores a instalar no precisen acceso, puede reducirse la distancia entre ellos, de acuerdo con las instrucciones indicadas por el fabricante, teniendo en cuenta el espacio preciso para poder efectuar las operaciones de desmontaje de la envolvente y del mantenimiento de estos.

Sobre el generador siempre ha de respetarse una altura mínima libre de tuberías y obstáculos de 0,5 m, siendo la altura mínima de la sala de calderas de 2,50m para sala de calderas de nueva edificación (Art 1.3.4.1.2.6 RD 1027/2007).

#### **4.3.4 Aire para la Combustión y Ventilación**

Tal como hemos mencionado anteriormente, y acorde a la tabla 1 del Art 4.1 UNE 60601, punto 4.3 de la UNE 60670-6 y Art 4. IT 1.3.4.1.2.7 RD 1027/2007, las aportaciones de aire deben de obtenerse a través de un sistema de ventilación natural acorde a lo establecido en los Art 7.1.1 UNE 60601, 4.3 UNE 60670-6 y Art 2 IT

#### 1.3.4.1.2.7 RD 1027/2007.

La superficie libre de las rejillas de protección debe de ser igual o mayor que el tamaño requerido para los orificios de ventilación.

Será alimentada a través de orificios en pared exterior del edificio. El borde superior de dichos orificios distará como máximo 40 cm del nivel del suelo. Dichos orificios también distarán 40cm de cualquier otra abertura distinta de la entrada de aire practicada en la sala de calderas (Art 7.1 UNE 60601/2013).

Estas poseerán una superficie libre de entrada de aire que debe de ser de 5 cm<sup>2</sup> por cada kW de potencia instalada en la sala. Si el orificio es de forma rectangular la sección libre total debe de aumentarse en un 5%. La longitud del lado mayor no será superior a 1,5 veces la longitud del lado menor. Al poseer una potencia de 350,00 kW, la abertura deberá de tener una superficie libre de 1.701,00 cm<sup>2</sup>, acorde a lo establecido Art 7.1.1 UNE 60601/2013.

$$(350,00 \text{ kW} * 5 \text{ cm}^2/\text{kW}) * 1,05 = 1.837,50 \text{ cm}^2$$

Ecuación 7: Cálculo de superficie libre de entrada de aire

La sala de calderas posee una superficie lateral abierta, tomando las superficies libres de alturas eficaces, 1Uds. de apertura de 50x40cm<sup>2</sup> ubicadas en pared, lo que hace un total de, 2.000,00 cm<sup>2</sup>.

En la parte superior de la sala se situarán los orificios de evacuación del aire interior de la sala al aire libre (Ventilación Superior), de tal forma que la distancia de su borde superior al techo no sea mayor de 30 cm y el inferior a menos de 50cm del techo (Art 7.2 UNE 60601/2013), excepto en rehabilitaciones, en las que se permite hasta 50cm. Éstos se deben de practicar en dos partes distintas, si es posible, y su sección total en cm<sup>2</sup> se obtendrá de la expresión:

$$S = 10 \times A$$

Ecuación 8: Cálculo de sección de orificios de evacuación

Donde A es la superficie de la sala de calderas en m<sup>2</sup>, con un mínimo de 250 cm<sup>2</sup> de área de ventilación. Si el orificio es de forma rectangular la sección libre total debe de aumentarse en un 5%. La longitud del lado mayor no será superior a 1,5 veces la longitud del lado menor. Para un área de 36,76 m<sup>2</sup>, deberemos tener una superficie total de 360,76 cm<sup>2</sup>. La sala de calderas posee una superficie libre superior de 30x30cm<sup>2</sup> lo que hace un total de

$$405,00 \text{ cm}^2 > 360,76 \text{ cm}^2 > 250,00 \text{ cm}^2$$

#### 4.3.5 Cumplimiento del RITE y UNE 60670-6: Chimeneas

En el cumplimiento del RITE en su IT1.3.4.1.3.1 y la UNE 60670-6 en su punto 8. Evacuación de los productos de la combustión, se indica que la evacuación de humos de los productos de la combustión en las instalaciones térmicas se realizará de acuerdo con las siguientes normas generales:

- En las instalaciones térmicas existentes que se reformen cambiándose sus generadores que no dispongan de conducto de evacuación a cubierta o ése no sea adecuado al nuevo generador objeto de la reforma, la evacuación se realizará por la cubierta del edificio mediante un nuevo conducto adecuado.

En el cumplimiento del RITE en su IT1.3.4.1.3.2 Diseño y dimensionado de chimeneas:

- Queda prohibida la unificación del uso de conductos de evacuación de los productos de combustión con otras instalaciones de evacuación
- Los generadores de calor de potencia térmica nominal igual o menor que 400kW, que tengan la misma configuración para la evacuación de los productos de la combustión, podrán tener el conducto de evacuación común a varios generadores, siempre y cuando la suma de la potencia sea igual o menor a 400kW

En este caso se emplea un conducto de evacuación independiente para cada uno de los generadores.

En ningún caso se podrán conectar a un mismo conducto de humos generadores que empleen diferentes combustibles.

Según punto 8.1.2 de la norma UNE 60670-6, Características del conducto de evacuación con salida directa al exterior o a patio de ventilación, para que la chimenea cumpla y no sea preciso la sustitución de la existente debe de cumplir con:

- El conducto debe ser de material incombustible de tipo A1 o A2-s1, d0 de conformidad con la Norma UNE-EN 13501-1, liso interiormente, rígido, resistente a la corrosión y capaz de soportar las temperaturas de trabajo sin alterarse. La parte de unión del collarín también está sujeta a esta exigencia relativa a la temperatura
- El conducto debe disponer de un orificio accesible de diámetro mínimo de 11 mm para la toma de muestras, situado lo más cerca posible del aparato, con el fin de permitir la introducción de una sonda para medir la composición de los productos de la combustión y el tiro del conducto, cuando el propio aparato no lo incorpore. Este orificio debe disponer de un sistema de cierre que soporte 200 °C sin alteraciones y sea resistente a los efectos de la corrosión de los productos de la combustión y fácilmente desmontable
- Las uniones del collarín del aparato con el conducto, y las uniones entre los diferentes tramos y accesorios de éste, deben estar realizadas mediante un sistema que asegure la estanquidad y rigidez del conducto
- El diámetro interior del conducto no debe presentar estrechamientos ni reducciones y debe ser el indicado por el fabricante del aparato, que en ningún caso debe ser inferior a los valores indicados en la tabla 5, en función del consumo calorífico nominal del aparato

# 5 REALIZACIÓN DEL PRESUPUESTO

En el capítulo anterior, se ha llevado a cabo la descripción de los equipos elegidos por parte de la ESE para las mejoras propuestas. A continuación, se llevará a cabo la exposición del método seguido para el cálculo del presupuesto correspondiente.

## 5.1 Búsqueda de Precios de los Equipos Seleccionados

Partiendo de la lista de equipos y mediciones aportada por el departamento de Ofertas de la Empresa de Servicios Energéticos (ESE) encargada de generar la oferta correspondiente para la comunidad de propietarios del edificio objeto de estudio, se ha procedido a la consulta en diversos portales online de los precios correspondientes.

A dichos importes, se le ha sustraído el IVA, con idea de poder llevar a cabo la comparativa con los precios aportados por la Base de Costes de la Construcción de Andalucía (BCCA) que mejor se ajustaran a la tipología y características de los equipos en cuestión. En caso de encontrar en dicho banco de precios un equipo que se asimile al que está siendo buscado, se toma el importe proporcionado por el ente oficial. En caso contrario, se trata de identificar el menor importe de entre los encontrados en las distintas web consultadas.

## 5.2 Descripción de Partidas del Presupuesto

Tras la finalización de la búsqueda de precios de equipos, se ha procedido a la descripción de cada una de las partidas que componen el presupuesto mediante el empleo del software Presto. Dicha herramienta es uno de los programas más utilizados en las consultorías tecnológicas para el cálculo de presupuestos. Los diferentes textos usados como descripción de cada equipo han sido elaborados tomando como referencia descripciones de proyectos anteriores de la ESE.

## 5.3 Generación del Presupuesto

Una vez concluidas las operaciones anteriores, se ha generado el presupuesto mediante el empleo de dicho software. Dicho documento se encuentra recogido en el Anexo 3.

En la Tabla 23 se recoge un resumen de los capítulos que forman el presupuesto, su importe, así como el total de inversión necesaria para llevar a cabo las mejoras propuestas.

Capítulo	Descripción	Importe
1	Proyecto de Ejecución, Dirección de Obra, Coordinación de Seguridad y Salud, Certificación y Legalización de Instalaciones	9.250
2	Renovación del sistema centralizado de ACS y calefacción,	28.500
3	Renovación de instalaciones auxiliares	31.200
4	Implantación de sistema de Medida y Control	5.000
	<b>Total.....</b>	<b>73.950</b>

Tabla 23: Inversión Necesaria para la Ejecución del Proyecto

Tal y como se puede observar, la mayor parte de la inversión se realizará para la renovación del sistema centralizado (Capítulo 2 del presupuesto) así como en las instalaciones auxiliares necesarias, debido al gran número de equipos auxiliares, así como a la cantidad ingente de metros de tubería de acero necesaria para llevar a cabo el montaje de los circuitos de impulsión y retorno de ACS y calefacción.

## 6 ANÁLISIS ECONÓMICO

**E**n este apartado se recoge el ahorro económico logrado tras la implantación de las medidas de mejora propuestas.

A continuación, se muestra el análisis de la rentabilidad del proyecto llevado a cabo mediante el cálculo del Periodo de Retorno de la Inversión (PR). Aunque existen diversos indicadores de rentabilidad como pueden ser el Valor Presente Neto (VPN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR) entre otros, en el caso que nos ocupa sólo calcularemos el Periodo de Retorno de la inversión o Payback en inglés. Ello es debido a que se trata de una inversión relativamente pequeña en comparación con otros proyectos de eficiencia energética de mayor envergadura. Cabe destacar que es el modo de actuar ampliamente extendido en este tipo de proyectos.

### 6.1 Consumo Futuro

El valor del consumo futuro se muestra en la Tabla 24. Dicho valor se ha calculado aplicando que, según experiencia de la ESE en proyectos similares, el ahorro debido a la reducción en el consumo de combustible oscila entre un 20-30 %. Se ha optado por tomar el valor conservador del 20% para estar del lado de la seguridad a la hora de presentar los resultados a la comunidad de propietarios en la oferta.

Suministros	Consumos		Ahorro Energético	
	Actual (kWh/año)	Futuro (kWh/año)	%	(kWh/año)
Electricidad	18.805	18.805	0%	0
Combustible	333.605	267.000	20,0%	66.605
<b>Total</b>	<b>352.410</b>	<b>285.805</b>	<b>19%</b>	<b>66.605</b>

Tabla 24: Consumo Futuro

Dicho “ahorro energético” es conseguido tal y como se ha expuesto anteriormente, gracias a la disminución en el consumo de combustible debido a la mayor eficiencia de las calderas de condensación elegidas. Cabe destacar que el consumo de electricidad se considera constante en el cálculo, debido a que no se realiza ninguna mejora en este campo, pudiéndose en un futuro optar por la implantación de una pequeña instalación fotovoltaica de autoconsumo que ayude a reducir el consumo de energía de la red, lo que a su vez llevará aparejado una disminución del coste de operación de la instalación. No obstante, dicha propuesta queda fuera del alcance de este proyecto y es por ello por lo que no se llevará a cabo un análisis más detallado al respecto.

En cuanto a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se obtendrán tras aplicar la siguiente fórmula recogida en la Ecuación 9 fruto de la experiencia de la ESE en proyectos similares:

$$K * AHORRO \frac{(kWh)}{1000}$$

Ecuación 9: Cálculo de Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub>

Siendo K una constante con valor 0,311

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 25.

Suministro	Consumo Anual (kWh)		Reducción Emisiones tCO <sub>2</sub> /año
	Actual	Futuro	
Electricidad	18.805	18.805	0
Combustible	333.605	266.884	21
<b>Total</b>	<b>352.410</b>	<b>285.689</b>	<b>21</b>

Tabla 25: Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas

Por tanto, se puede concluir que las toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas son directamente proporcionales al ahorro en términos de kWh conseguido tras la implantación de las mejoras en la instalación.

## 6.2 Ahorro Económico

A partir de estos datos de consumos futuros, obteniendo los precios medios de gas y electricidad en la situación proyectada se procede a la simulación de las facturas sobre la base de las tarifas negociadas para suministros similares por parte de la Empresa de Servicios Energéticos. En la Tabla 26 se recogen dichos costes futuros y el ahorro económico conseguido.

Suministros	Actual		Futuro		Ahorro Económico (€/año)
	Precio (€/kWh)	Coste (€/año)	Precio (€/kWh)	Coste (€/año)	
Electricidad	0,2866791	5.391	0,2020739	3.800	1.591
Combustible	0,0616400	20.564	0,0459754	12.275	8.289
<b>Total</b>		<b>25.955</b>		<b>16.075</b>	<b>9.880</b>

Tabla 26: Ahorro Económico conseguido

Dichas simulaciones se llevarán a cabo mediante hojas de Excel preparadas para el Análisis de facturación en la situación inicial y final de nuestro proyecto, teniendo en cuenta los precios actuales y futuros que se espera que tengan tanto la electricidad como el gas natural. No obstante, debido al actual escenario del mercado eléctrico, supone una estimación que puede resultar no ser finalmente fiable, por lo que podría ser interesante contrastar dichos resultados con los obtenidos tras realizar dichos cálculos de ahorro económico en el futuro aplicando el cambio a las nuevas tarifas eléctricas que se experimentó el pasado mes de junio de 2021.

Un extracto de la hoja de cálculo tipo para llevar a cabo el citado Análisis de Facturación de muestra a en la Ilustración 28.

Tarifa	3.0 A	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Agos-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total
Días		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Tarifa Potencia	P1	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	
€/kW (año)	P2	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	
	P3	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	
Tarifa Energía	P1	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	
€/kWh	P2	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	
	P3	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	
Imp. Eléctrico	%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	
Alquiler Equipos		0,77	0,77	0,74	0,85	0,85	0,72	0,91	0,80	0,75	0,91	0,75	0,90	
Pot. Contratada	P1	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
	P2	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
	P3	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
Término Potencia		149,84	140,17	149,84	145,01	149,84	145,01	149,84	149,84	145,01	149,84	145,01	149,84	1.769
Consumo	P1	596	381	376	426	323	248	212	207	174	174	396	453	
	P2	1.016	796	770	1.071	907	618	526	523	473	480	814	946	
	P3	264	252	257	263	267	243	239	238	218	243	281	258	
Total		1.876	1.429	1.403	1.760	1.497	1.109	977	968	865	897	1.491	1.657	15.929
Término Consumo		332,51	249,52	244,75	307,47	258,99	190,85	167,07	165,40	147,37	152,17	259,67	290,71	2.766,49
Precio Medio Energía		0,177245	0,174614	0,174450	0,174679	0,173008	0,172013	0,171022	0,170912	0,170364	0,169576	0,174214	0,175444	0,173674
Otros														
Energía Reactiva														
Impuesto Eléctrico		24,66	19,92	20,17	23,13	20,90	17,17	16,20	16,12	14,95	15,44	20,69	22,52	231,89
Alquiler Equipos		0,85	0,85	0,72	0,91	0,80	0,75	0,91	0,75	0,80	0,77	0,74	0,74	9,72
Coste Sin Ubicación Factura		507,86	410,47	415,49	476,52	430,54	353,77	334,02	332,11	308,22	318,22	426,14	463,81	4.777,18
Coste Total														
Precio Medio Actual	€/kWh	0,270717	0,287243	0,296142	0,270721	0,287599	0,318862	0,341929	0,343172	0,356320	0,354618	0,285897	0,279912	0,2866791
	P1	32%	27%	27%	24%	22%	22%	22%	21%	20%	19%	27%	27%	24%
	P2	54%	56%	55%	61%	61%	56%	54%	54%	55%	54%	55%	57%	56%
	P3	14%	18%	18%	15%	18%	22%	25%	25%	25%	27%	19%	16%	20%

Ilustración 28: Hoja Tipo Análisis de Facturación

En ellas, se puede observar como en la parte superior izquierda se indica la tarifa eléctrica, en este caso 3.0A. Se utilizan las diferentes facturas eléctricas de un año natural para completar los datos que se utilizarán para rellenar las diferentes columnas correspondientes a los meses de un año natural y con ello se realiza el posterior cálculo del precio medio de la electricidad, tanto presente como futuro. La primera fila recoge los días que forman cada uno de los meses del año. Las siguientes tres filas recogen los datos correspondientes a la tarifa de potencia contratada por el usuario, medida en €/kWh.

En este caso, al tratarse de una tarifa 3.0 A, se tomarán valores correspondientes a los tres periodos P1, P2 y P3 correspondientes. Dichos valores se mantienen durante todo el año. Lo mismo ocurre con las siguientes tres filas, que hacen referencia a la tarifa de energía de dichos tres periodos. A continuación, se recogen los valores del impuesto eléctrico, fijado por ley en un 5,1127% y el valor del alquiler de equipos para cada mes del año natural. Por último, se introduce el valor de la potencia contratada por el usuario, en este caso 19 kW para los tres periodos.

El término de potencia mensual es calculado mediante la función SUMAPRODUCTO de Excel, que lleva a cabo la suma de la multiplicación de cada uno de los valores de potencia contratada por su tarifa y por el número de días que tiene el mes para el que se calcula.

Las tres filas posteriores a dicho término de potencia recogen los consumos contabilizados para cada periodo en los diferentes meses del año base de cálculo. Con estos datos y aplicando la misma fórmula que en el párrafo anterior, se calcula el término correspondiente a la energía o consumo.

El precio medio de la energía para cada mes se obtiene mediante la división del término de consumo entre el consumo total, calculado como la suma de los consumos para cada periodo del mes en curso.

En caso de poseer penalizaciones por consumo de energía reactiva u otros parámetros a tener en cuenta como puedan ser bonificaciones o por el contrario otro tipo de penalizaciones se procede a su anotación en las filas correspondientes. En este caso, no hay que tener en cuenta ningún otro parámetro a la hora de calcular el coste de la factura.

El impuesto eléctrico se obtiene mediante la multiplicación del porcentaje de impuesto indicado anteriormente

por la suma del término de potencia y el término de energía.

Finalmente, el coste de factura simulado se obtiene mediante la suma del término de potencia, el término de energía, el impuesto eléctrico y el coste de alquiler de equipos. Dividiendo dicho coste entre el consumo total del mes, obtenemos el precio medio de electricidad para cada mes. De forma similar se obtiene el precio medio anual, mediante la división del total del coste anual simulado de factura entre el consumo total anual de energía.

Las últimas tres filas de la tabla hacen referencia al porcentaje de importancia del consumo en cada uno de los tres periodos para cada mes. Para su cálculo no hay más que proceder a la división del consumo de cada periodo entre el total de consumo mensual.

Dichas hojas de cálculo de precios medios presentes y futuros para la electricidad de adjuntan como Anexo 2 al final del documento.

### 6.3 Cálculo del Periodo de Retorno de la Inversión (PR)

El criterio del Periodo de Retorno (PR) tiene como objetivo la identificación del momento en el que el inversionista estará en condiciones de recuperar la inversión realizada al inicio del proyecto. Existen dos posiciones sobre la utilización del método, uno que considera para su determinación el valor presente de los flujos y la otra posición que considera los flujos nominales del proyecto. Dicho criterio establece que será preferido aquel proyecto que permita una más rápida recuperación de la inversión que aquel cuya recuperación es más lejana en el tiempo. Básicamente, el objetivo de este criterio es determinar el plazo mínimo de un financiamiento, más que determinar la rentabilidad del proyecto en sí, dado que no se consideran los flujos posteriores a la recuperación de la inversión. [12]

En este caso, la amortización de la eficiencia energética se clasificará en tres grupos en función del tiempo que tarde el proyecto en alcanzarla: [12]

Corto plazo: <10 Años

Medio Plazo:  $10 < x < 20$  Años

Largo Plazo:  $20 < x < 30$  Años

Si el periodo de retorno fuera mayor a 30 años en un proyecto completo o mayor de 15 años en las instalaciones no resultaría rentable en ningún caso dicha inversión realizada. [12]

Para el cálculo del Periodo de Retorno del proyecto, se parte del uso de las mediciones y presupuesto generados mediante el empleo del software Presto. Con ello obtendremos el valor necesario de la inversión a realizar para llevar a cabo el proyecto. Partimos de la hipótesis de que la comunidad de propietarios podrá hacerse cargo del pago directo de la deuda o, en caso de necesitar de algún tipo o modo de financiación, este queda fuera del alcance del proyecto.

Una vez obtenida dicha inversión calculamos el período de retorno de dicha inversión. Tal y como se ha expuesto anteriormente, Dado el tipo de proyecto a efectuar, será más que suficiente con saber dicho período de retorno de la inversión para saber si resulta interesante o no ejecutar las mejoras propuestas. El cálculo de cualquier otro indicador resultará complejo y no proporcionará una información de mayor utilidad en la toma de decisiones.

La inversión necesaria para acometer el proyecto asciende al valor mostrado en la Tabla 27 tal y como se ha mencionado anteriormente en el apartado 5 “Realización de Presupuesto”.

Capítulo	Descripción	Importe
1	Proyecto de Ejecución, Dirección de Obra, Coordinación de Seguridad y Salud, Certificación y Legalización de Instalaciones	9.250
2	Renovación del sistema centralizado de ACS y calefacción,	28.500
3	Renovación de instalaciones auxiliares	31.200
4	Implantación de sistema de Medida y Control	5.000
	<b>Total.....</b>	<b>73.950</b>

Tabla 27: Inversión Necesaria para la Ejecución del Proyecto

El importe para la ejecución de las obras de renovación de las instalaciones asciende, IVA no incluido, a **SETENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Euros (73.950,00 €)**, e incluye todos los costes directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial, así como las licencias de obra e impuestos municipales aplicables. Estos precios se consideran como precios fijos y cerrados para el alcance de los trabajos definidos en la presente oferta y, por tanto, son fijos y no están sujetos a revisión por ningún índice dentro de los plazos de entrega definidos por el proyecto.

Para calcular el Período de Retorno, bastará con dividir el valor necesario de Inversión entre el ahorro económico anual obtenido en el capítulo anterior siguiendo la siguiente operación:

$$PR(\text{años}) = \text{Inversión Total} / \text{Ahorro Anual Obtenido}$$

Ecuación 10: Cálculo del Periodo de Retorno de la Inversión

Con ello, obtenemos un  $PR$  de  $\frac{73.950\text{€}}{9.880\text{€/año}} = 7,4$  años

Según lo explicado anteriormente, al tratarse de un  $PR$  menor a 10 años, se trata de una recuperación de la inversión a corto plazo, por lo que claramente el proyecto es rentable y resulta de interés su implantación.

Considerando un periodo de operación de 20 años el ahorro económico se puede calcular como:

$$\text{Ahorro} = 9.880\text{€/año} * (20 - 7,4) \text{ años} = \mathbf{124.488\text{€}}$$

# 7 PLANIFICACIÓN

---

**E**ste capítulo describe la planificación, procedimientos, organización y condiciones de ejecución aplicables a la implantación de las actuaciones propuestas, incluyendo de forma específica las condiciones de seguridad y prevención de riesgos laborales aplicables, así como los medios humanos y materiales asignados para ello.

## 7.1 Conceptos

Para poder realizar una correcta planificación de la reforma de las instalaciones deben de tenerse en cuenta los siguientes conceptos:

- Proyecto: planificación de un conjunto de tareas, durante un periodo de tiempo, a los cuales se les puede asignar recursos
- Tarea: actividad planificada en un proyecto
- Recursos: persona, materia o coste, que se puede asignar a una tarea
- La planificación de un proyecto se va ajustando en base a un calendario predefinido, donde se contemplan los días laborales. En este caso, la jornada laboral de cada recurso estará compuesta por 8 horas diarias. Los conceptos que se utilizarán para realizar la planificación de las obras son los siguientes:
  - Comienzo: fecha de comienzo de la tarea o del proyecto
  - Fin: fecha de finalización de la tarea o del proyecto
  - Duración: tiempo hábil que transcurre, desde que comienza hasta que finaliza una tarea o un proyecto
  - Trabajo: tiempo que los recursos invierten en una tarea o proyecto
  - Esfuerzo del recurso: cantidad de esfuerzo de los recursos asignados a la tarea y su asignación
  - Recursos: a efectos de programación, son personas o equipamiento asignados a la tarea y la cantidad de tiempo que son asignados a ella, tanto si trabajan a tiempo completo o parcial
  - Para poder realizar una correcta planificación del proyecto, tanto en el inicio como en su transcurso, es necesario conocer el ciclo de vida de un proyecto, el cual se compone de las tres siguientes fases:
    - Planificación: se planifican las diferentes tareas y se asignan los recursos
    - Seguimiento: se va dando avance al proyecto y si es necesario se modifica la planificación. La fase de seguimiento comienza guardando como referencia la línea de previsión, es decir, la planificación realizada en fase inicial
    - Cierre: se registra el avance de las tareas y se van cerrando

### 7.1.1 Información

La información de un proyecto puede encontrarse en cuatro estados diferentes:

- Actual, cuando se modifica la planificación de un proyecto: duración y recursos
- Previsto, cuál es la previsión inicial de la planificación de un proyecto

- Real, cuando el proyecto avanza se guarda la información real, es decir, las duraciones realmente transcurridas, así como los recursos realmente empleados
- Variación, en este estado se comparan los 3 estados anteriormente escritos, previsión frente a actual o previsión frente a real

### 7.1.2 Programación

El sentido general de la programación es una técnica para planear el desarrollo de un proceso en el tiempo y establecer un modelo de referencia para controlar su ejecución.

Los programas actuales de planificación tienen en cuenta muchos factores cuando establece la fecha de comienzo y fin (delimitaciones que se hayan establecido en las fechas, las dependencias de otras tareas y la duración de la tarea). La duración de la tarea es decisiva ya que la fecha de fin del proyecto se encuentra determinada por la fecha límite del fin de todas las tareas. La duración de cada tarea estará determinada por la disponibilidad de los recursos y, lo que es más importante, por la fórmula  $\text{duración} = \text{trabajo} / \text{recursos}$ .

### 7.1.3 Administración

La administración de un proyecto consiste en la planificación, organización y administración de tareas y recursos necesarios para llevar a cabo un objetivo, con delimitación de tiempo.

Los modelos comúnmente utilizados para la administración de proyecto y que serán descritos más extensamente en los apartados siguientes, son tres:

- Método de ruta crítica (MRC), es utilizado para calcular la duración total de un proyecto en función de la duración de cada una de las tareas y sus dependencias y que identifica que tarea es crítica
- Diagrama de GANTT (GTT) es un sistema que representa gráficamente las actividades a lo largo de una escala de tiempo
- Técnica de Revisión de Evaluación del Programa (PERT), este sistema utiliza probabilidades estadísticas para calcular las duraciones previstas. También es conocido como diagrama de red y hace referencia a la representación gráfica de las relaciones entre tareas

### 7.1.4 Método de la Ruta Crítica

El objetivo principal del Método de Ruta Crítica (MRC) es determinar la duración de un proyecto, entendiendo éste como una secuencia de actividades relacionadas entre sí, donde cada una de las actividades tiene una duración determinada. El resultado final del MRC será un cronograma para el proyecto, en el cual se podrá conocer la duración total del mismo y la clasificación de las actividades según su criticidad.

El principal supuesto de MRC es que las actividades y sus tiempos son conocidos, es decir, no existe incertidumbre.

Para utilizar el MRC se necesita seguir los siguientes pasos:

- Definir el proyecto con todas sus actividades o partes principales
- Establecer relaciones entre las actividades, es decir, decidir el orden de estas
- Dibujar un diagrama con todas las actividades que componen el proyecto, que conecte las diferentes actividades en base a su relación de precedencia, sucesiones e interrelaciones

- Con la inclusión de cada actividad se debe cuestionar respecto a qué actividades preceden a esta y a cuáles siguen inmediatamente termine la misma.
- Definir costos y tiempo estimado para cada una de las actividades
- Escalonar las actividades e identificar la trayectoria más larga del proyecto, siendo ésta la que determinará la duración de este y por tanto se define como la Ruta Crítica
- Usar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto

Adicionalmente se define el término de “Holgura” para cada actividad. La “Holgura” consiste en el tiempo máximo que se puede retrasar el comienzo de una actividad sin que esto retrase la finalización del proyecto completo.

### **7.1.5 Diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt es una herramienta para planificar y programar tareas a lo largo de un periodo determinado. El gráfico del diagrama de Gantt es un sistema de coordenadas con dos ejes esenciales, en el eje vertical se ubican las tareas a realizar desde el inicio hasta el fin de proyecto y en horizontal se ponen los tiempos. Con este gráfico se puede visualizar las acciones previstas y permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas del proyecto, representando gráficamente las tareas, su duración y secuencia dentro del calendario general de proyecto.

Las acciones quedan entre si vinculadas por su posición dentro del cronograma. El inicio de una tarea que depende de la conclusión de una acción previa se verá representado con un enlace del tipo fin-inicio. Además, se puede ver aquellas actividades cuyo desarrollo sucede de forma paralela y se puede asignar a cada una de ellas los recursos que ésta necesita con el fin de controlar los costes y personal requeridos, incluso se refleja el grado de progreso y el tiempo restante para su ejecución pl.

El uso del diagrama de Gantt tiene una serie de beneficios como son:

- Simplificación de la visualización de tareas y representación de todas las etapas y actividades de un proyecto en un único lugar
- Este tipo de gráficos ayuda a administrar proyectos y reducir problemas de programación
- Con este gráfico se puede identificar de una manera más sencilla los puntos críticos

El primer paso para la elaboración de un diagrama de Gantt es realizar una lista con todas las actividades que puede requerir un proyecto, definir los tiempos para la realización de cada tarea, prioridades y orden de consecución, agrupando las actividades para simplificar la gráfica. El diseño debe ser lo más esquemático posible.

### **7.1.6 Técnica de Revisión de Evaluación del Programa (PERT)**

El método PERT es una metodología que permite manejar la incertidumbre en el tiempo de término de las actividades, teniendo 3 tipos de escenarios posibles: optimista, normal y pesimista. El tiempo que requiere cada actividad es aleatorio y está asociado a una función probabilística.

El gráfico PERT consta de los siguientes elementos:

- Actividades, a las que se le asignan un código y duración, sin embargo, la longitud de la flecha es independiente de la duración de la tarea
- Etapas (inicio y final de la actividad) Cada actividad tiene una etapa de inicio y de finalización con excepción de las etapas inicial y final
- Tareas ficticias, que indica las limitaciones de las cadenas de tareas entre ciertas etapas
- Existen tres principios que deben respetarse a la hora de realizar un diagrama PERT:
- Principio de designación sucesiva: Se nombra a los vértices según los números naturales, de manera que no se les asigna número hasta que no han sido nombrado todos aquellos de los que van a parar a ellos
- Principio de unicidad del estado inicial y el final: se prohíbe la existencia de más de un vértice inicial y final. Solo existe una situación de inicio y otra de terminación del proyecto
- Principio de designación unívoca: no puede existir dos aristas que tengan los mismos nodos de origen y destino, si no se respeta puede que dos aristas reciban la misma denominación

## 7.2 Aplicación al Proyecto

Una vez definidos todos los aspectos de las “Obras de Mejora y Renovación de Instalaciones” presentados en los apartados anteriores, el siguiente paso es la elaboración de un plan de trabajo para su ejecución, en el que se indiquen las diferentes tareas a realizar.

Para ello, una vez definidas las tareas de forma detallada en los apartados siguientes, más adelante se definirá el equipo de trabajo necesario para su realización, las comprobaciones técnicas a realizar para asegurar la correcta ejecución de los trabajos, todo ello dentro de una determinada planificación temporal para cumplir los compromisos del Contrato.

Finalmente, se mostrará la planificación correspondiente en formato de Diagrama de Gantt, por resultar esta técnica realmente útil y sencilla a la hora de tener una idea general de las tareas y recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

## 7.3 Definición de Tareas

Tomando como ejemplo proyectos anteriores realizados por la Empresa de Servicios Energéticos, se ha procedido a la definición de las tareas correspondientes para llevar a cabo las mejoras propuestas. Dichas tareas quedan recogidas a continuación:

- Desmontaje de equipos existentes
- Adecuación de Sala de Calderas
- Instalación de gas
- Instalación eléctrica

- Calderas
- Colector de Humos
- Equipos Auxiliares
- Tuberías
- Acumulador
- Sistema de Control
- Inertización del depósito de gasóleo

### **7.3.1 Desmontaje de Equipos Existentes**

Este desmontaje se realizará en varias etapas:

- Etapa 1: Se dismantelará en primer lugar todo lo perteneciente al sistema de calefacción (calderas, bombas, conexiones hidráulicas, instalación eléctrica) dejando de esta manera una parte de la sala libre para comenzar a trabajar
- Etapa 2: Se llevará a cabo la retirada de la caldera de agua caliente sanitaria, así como sistema de bombeo de circuito primario y secundario e intercambiador
- Etapa 3: Desconexión de la instalación de gasoil

En esta primera fase se dejarán instalados los sistemas de bombeo y conexiones hidráulicas que dan servicio provisional de ACS, que serán retirados una vez haya finalizado el resto de los trabajos, asegurando la mínima interrupción del servicio posible

### **7.3.2 Adecuación de la Sala de Calderas**

Los trabajos para ejecutar la adecuación de la Sala de Calderas son:

- Cerramiento de hueco de puerta de entrada desde el interior del edificio
- Destrucción de bancadas existentes de calderas de calefacción y ACS
- Nivelación de pavimento y adecentamiento de paredes verticales
- Realización de bancadas para colocación de nuevas calderas
- Colocación de nuevo desagüe
- Instalación de nueva puerta de hierro de similares características a la existente para favorecer la ventilación, con sistema de barra antipánico en el interior
- Limpieza y pintura

Las etapas de este hito son:

- Etapa 1: La destrucción de las bancadas existentes se realizará conjuntamente al dismantelamiento de las calderas

- Etapa 2: Una vez llevado a cabo la retirada de todos los elementos indicados en las distintas etapas del hito anterior, se procederá a realizar el cerramiento de puerta de entrada a sala de calderas a la nivelación del pavimento y adecentamiento de paredes, así como colocación de nuevo desagüe y ejecución de solera para asentamiento de las nuevas calderas
- Etapa 3: Finalizado todos los trabajos de albañilería se realizará limpieza de la sala de calderas de cualquier tipo de residuo, procediendo a su pintado

### **7.3.3 Instalación de Gas**

Como se ha indicado anteriormente, esta instalación se comenzará a la vez que la adecuación de la Sala de Calderas, de manera que se ejecutará esta en dos etapas:

- Etapa1: Instalación de trazado de tuberías que partirá desde el tallo de la compañía por el falso techo de los soportales del edificio, penetrando al interior y continuando el recorrido por el pasillo interior de los trasteros en paralelo a la tubería de gas existente de viviendas, y finalmente salir al exterior en la parte trasera del edificio coincidiendo con la entrada exterior de la Sala de Calderas
- Etapa2: Colocación de válvula de corte de gas y electroválvula en fachada exterior
- Etapa3: Entrada de tubería de gas a través de pasamuros en el interior de la Sala de Calderas, con colocación de válvulas de corte, para posterior instalación de contador de gas por parte de la compañía distribuidora, hasta derivaciones para conexiones de las calderas
- Etapa4: Montaje de sistema de control de fugas de gas, compuesto por centralita de detección y dos sondas detectoras de gas natural, incluyendo conexionado de la misma a la electroválvula colocada en el exterior

### **7.3.4 Instalación Eléctrica**

La instalación eléctrica se ejecutará en tres etapas:

- Etapa 1: Tirada de cableado para conexionado de los distintos equipos a nuevo cuadro eléctrico, así como el cableado necesario para las señales del sistema de control
- Etapa2: Colocación de nuevo cuadro eléctrico de protección y conexionado a red eléctrica existente
- Etapa3: Instalación de iluminación en sala de calderas y vestíbulo, así como alumbrado de emergencia

### **7.3.5 Calderas**

La instalación de las calderas se ejecutará en dos etapas:

- Etapa1: Instalación de las calderas, incluidos kit y aguja hidráulicos, y conexionado de los mismo con los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, así como para facilitar posteriormente las tareas de mantenimiento
- Etapa2: Conexionado de las calderas a la red de gas natural que será ejecutada de manera independiente, para que se tenga disponible dicha red en el momento de instalar la caldera

### **7.3.6 Colector de Humos**

Esta instalación se ejecutará en dos etapas:

- Etapa 1: Una vez instaladas las calderas se ejecutará los trabajos de montaje de la salida de humos de cada caldera y el conexionado a nuevo colector de humos
- Etapa 2: Adaptación de colector de humos a la chimenea existente

### **7.3.7 Equipos Auxiliares**

Se llevará a cabo la colocación de los distintos equipos secundarios de la instalación, como intercambiador de calor y sistemas de bombeo de ACS y calefacción, para su posterior conexionado con el sistema hidráulico.

### **7.3.8 Tuberías**

A la vez que se instalan equipos auxiliares se va llevando a cabo el trazado de las tuberías de distintos diámetros para conexionado de calderas y equipos, así como su adaptación a las tuberías de distribución a viviendas existentes.

### **7.3.9 Acumulador**

Se realizará la instalación del nuevo acumulador y conexionado al circuito de consumo de viviendas, así como sistema de intercambio de calor y bombeo.

### **7.3.10 Sistema de Control**

Esta instalación se ejecutará en tres etapas:

- Etapa 1: A la vez que se lleva a cabo la tirada del cableado eléctrico se procede al colocar el cableado necesario para monitorizar y controlar los parámetros de funcionamiento de los distintos equipos a través del sistema de control
- Etapa 2: Colocación del cuadro de control y conexionado del cableado
- Etapa 3: Colocación del router de comunicaciones

### **7.3.11 Inertización del Depósito de Gasóleo**

La inertización del depósito de gasóleo existente se puede realizar de manera independiente a cualquier actuación en la Sala de Calderas, de manera que se puede ejecutar en paralelo a cualquier actuación, siendo las etapas de esta fase las siguientes:

- Etapa 1: Retirada del gasóleo sobrante en el depósito
- Etapa 2: Limpieza del tanque
- Etapa 3: Relleno del tanque con material inerte, para dejarlo fuera de servicio

## 7.4 Equipo de Trabajo y Estimación de Tiempos

El equipo de trabajo propuesto para la realización de las actuaciones está constituido por:

- Director de Proyecto
- Operaciones
- Oficina Técnica
- Responsable de Obras
- Técnicos de instalación y puesta en marcha

En cuanto al equipo de técnicos de instalación y puesta en marcha, su composición y distribución se define en función de los plazos de ejecución requeridos y los rendimientos de trabajo establecidos. Atendiendo a los requerimientos temporales definidos, se dispone de 2 meses de trabajo completos para la ejecución de todos los trabajos. Teniendo en cuenta los rendimientos considerados, se establece la siguiente composición del equipo de trabajo:

- Para el desmontaje de los equipos existentes, así como para la adecuación de la Sala de Calderas, se considera la utilización de dos (2) cuadrillas de trabajo, compuesta por dos oficiales de albañilería, lo que permitirá completar los trabajos en 2 semanas
- Para la instalación de nuevos equipos de producción, nuevos equipos auxiliares, el nuevo sistema hidráulico, así como todos los accesorios necesarios se considera la utilización, de una (1) cuadrilla de trabajo, compuesta por dos técnicos especialistas en fontanería e instalaciones térmicas y técnico especialista en soldadura, lo que permitirá completar los trabajos en una semana y media
- Para la instalación del gas se considera la utilización de una empresa especializada, lo que permitirá completar los trabajos en una semana
- Para la inertización del depósito de gasóleo se considera la utilización de una empresa especializada, lo que permitirá completar los trabajos en una semana
- Para la instalación eléctrica se considera la utilización de una (1) cuadrilla de trabajo, compuesta por dos oficiales electricistas, lo que permitirá completar los trabajos en una semana
- Para la instalación del sistema de control se considera la utilización de una (1) cuadrilla de trabajo, compuesta por un técnico de sistemas y un oficial electricista, lo que permitirá completar los trabajos en una semana

## 7.5 Plan de Trabajo

Siguiendo las definiciones anteriores, la planificación temporal de las “Obras de Mejora y Renovación de Instalaciones” se presenta en el Anexo 4, utilizando diagramas de Gantt generados mediante el software Microsoft Project. Cabe destacar que se muestra a su vez la ruta crítica del proyecto, una herramienta de gran utilidad a la hora de saber cuáles son las tareas que comportan mayor dificultad y cuyo retraso haría que se retrasara a su vez todo el proyecto. Esto último nos permite focalizarnos en dicha tipología de tarea, de forma que empleemos todo nuestro empeño en conseguir que no se retrasen ya que sería catastrófico a la hora de cumplir los plazos acordados con el Cliente.

La planificación se realiza teniendo en cuenta que, en condiciones normales, los trabajos se desarrollarán en horarios diurnos y jornadas normales. En casos concretos, para minimizar la posible incidencia sobre las instalaciones y/o sus usuarios, los trabajos que lo requieran se realizarían en horarios nocturnos y/o jornadas especiales, bajo indicación expresa.

Tal y como se muestra en el Anexo 4, las obras tendrán una duración de 2 meses naturales a contar desde la firma del Contrato con el cliente

## **7.6 Tareas Críticas**

Siguiendo la ruta crítica mostrada en rojo en el Anexo anterior, se obtienen las siguientes conclusiones:

- La adhesión al plan de seguridad y salud resultará de gran importancia puesto que no podrán comenzar las obras hasta que dicho plan haya sido aceptado.
- Las obras no podrán iniciarse sin haber llevado a cabo la tramitación de los pedidos correspondientes a las subcontratas.
- El inicio de la obra marcará un claro hito a seguir si se quiere terminar en tiempo y forma.
- Los trabajos de albañilería y las actuaciones de limpieza y pintura en la fase de adecuación de la sala de caldera resultan críticas para proseguir con las obras. Se puede aumentar el número de obreros dedicados a estas labores para conseguir cierta holgura en esta actividad.
- Las actividades de Instalación Eléctrica, Instalación de Equipos de Producción, Instalación de Colector de Humos, Instalación de Sistema Hidráulico, Instalación de Equipos Auxiliares e Instalación de Acumulador resultan claramente críticas a la hora de llevar a cabo la Puesta en Marcha del sistema. Es por ello por lo que se deberán centrar todos los esfuerzos y medios posibles para intentar que ninguna de dichas actividades se retrase ya que, de ser así, sería prácticamente imposible finalizar las obras en el tiempo prescrito.

# 8 ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

Este capítulo propone el Análisis del Impacto Ambiental para el proyecto. Para ello, inicialmente se realiza una breve introducción de la metodología de cálculo de la Huella de Carbono seguida para llevar a cabo el estudio de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otros posibles impactos. Finalmente, se expondrán los resultados y conclusiones alcanzadas.

## 8.1 Cálculo de Emisiones Generadas

En este apartado, se calcularán las emisiones de al aire que produce el sistema en la situación actual y en la situación proyectada.

Para el cálculo de las emisiones de la caldera de gasóleo C existente, partimos de los valores de factores de emisión para el año 2021 publicados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [13] recogidos en la Tabla 28. En ella, se presentan los factores en unidad de masa, ya sea kg o g en función del contaminante correspondiente, divididos por “ud” que, en el caso del gasóleo hace referencia a los litros de combustible empleados para la generación de la energía necesaria y en el caso del gas natural a los kWh de energía producidos.

	2015			2016			2017			2018			2019			2020			2021		
	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)	CO <sub>2</sub> (kg/ud)	CH <sub>4</sub> (g/ud)	N <sub>2</sub> O (g/ud)
Gasóleo C (l)	2,881	0,389	0,023	2,881	0,389	0,023	2,881	0,389	0,023	2,881	0,389	0,023	2,881	0,389	0,023	2,881	0,389	0,023	2,881	0,389	0,023
Gasóleo B (l)	2,721	0,123	0,007	2,721	0,123	0,007	2,721	0,123	0,007	2,721	0,123	0,007	2,721	0,123	0,007	2,721	0,123	0,007	2,721	0,123	0,007
Gas natural (kWh <sub>PCS</sub> )	0,182	0,016	0,000	0,182	0,016	0,000	0,183	0,016	0,000	0,183	0,016	0,000	0,181	0,016	0,000	0,182	0,016	0,000	0,182	0,016	0,000
Fuelóleo (l)	3,017	0,390	0,012	3,017	0,390	0,012	3,017	0,390	0,012	3,017	0,390	0,012	3,017	0,390	0,012	3,017	0,390	0,012	3,017	0,390	0,012
LPG (l)	1,541	0,122	0,002	1,541	0,122	0,002	1,541	0,122	0,002	1,541	0,122	0,002	1,541	0,122	0,002	1,541	0,122	0,002	1,541	0,122	0,002
Gas propano (kg)	2,966	0,000	0,000	2,966	0,000	0,000	2,966	0,000	0,000	2,966	0,000	0,000	2,966	0,000	0,000	2,966	0,000	0,000	2,966	0,000	0,000
Gas butano (kg)	2,996	0,000	0,000	2,996	0,000	0,000	2,996	0,000	0,000	2,996	0,000	0,000	2,996	0,000	0,000	2,996	0,000	0,000	2,996	0,000	0,000
Gas manufacturado (kg)	0,878	0,099	0,002	0,878	0,099	0,002	0,878	0,099	0,002	0,878	0,099	0,002	0,878	0,099	0,002	0,878	0,099	0,002	0,878	0,099	0,002
Biogás (kg)	1,369	0,025	0,003	1,369	0,025	0,003	1,369	0,025	0,003	1,369	0,025	0,003	1,369	0,025	0,003	1,369	0,025	0,003	1,369	0,025	0,003
Biomasa madera (kg)	1,617	4,332	0,058	1,617	4,332	0,058	1,617	4,332	0,058	1,617	4,332	0,058	1,617	4,332	0,058	1,617	4,332	0,058	1,617	4,332	0,058
Biomasa pellets (kg)	2,025	5,424	0,072	2,025	5,424	0,072	2,025	5,424	0,072	2,025	5,424	0,072	2,025	5,424	0,072	2,025	5,424	0,072	2,025	5,424	0,072
Coque de petróleo (kg)	3,169	0,325	0,020	3,169	0,325	0,020	3,169	0,325	0,020	3,169	0,325	0,020	3,169	0,325	0,020	3,169	0,325	0,020	3,169	0,325	0,020
Coque de carbón (kg)	3,017	0,282	0,042	3,017	0,282	0,042	3,017	0,282	0,042	3,017	0,282	0,042	3,017	0,282	0,042	3,017	0,282	0,042	3,017	0,282	0,042
Hulla y antracita (kg)	3,117	0,303	0,046	3,117	0,303	0,046	3,117	0,303	0,046	3,117	0,303	0,046	3,117	0,303	0,046	3,117	0,303	0,046	3,117	0,303	0,046
Hullas subbituminosas (kg)	1,331	0,134	0,020	1,331	0,134	0,020	1,331	0,134	0,020	1,331	0,134	0,020	1,331	0,134	0,020	1,331	0,134	0,020	1,331	0,134	0,020

Tabla 28: Factores de Emisión de Combustibles

Se toma como dato de partida los 30.000 litros de combustible necesarios para dar 383.876 kWh/año tal y como se expone en el apartado 3.2. Multiplicando esta cantidad de gasóleo por cada uno de los factores recuadrados en la Tabla anterior, obtenemos las emisiones de Dióxido de Carbono y Metano generadas por la instalación existente en un año.

Para el cálculo de las emisiones de CO, NOx y SOx generadas, se utilizan los factores de emisión publicados por la Junta de Andalucía [14] y que se muestran en las Ilustraciones 29, 30 y 31. Multiplicando estos factores por la energía consumida, que se obtiene de la multiplicación de los litros de combustible por su PCI, fijado por la experiencia en 10,102 kWh/l, obtenemos las emisiones buscadas.

**Tabla 7. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de CO**

Instalaciones: ≥50 MWth			
Combustible	Tipo	(g/GJ)	Fuente: Corinair
<b>Carbón</b>	DBB	8,7	Tabla 3.9 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
	WBB	8,7	Tabla 3.14 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
	FBB	313	Tabla 3.15 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
<b>Lignito</b>	DBB	8,7	Tabla 3.10 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
	WBB	8,7	Tabla 3.10 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
	FBB	13	Tabla 3.16 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
<b>Coque de petróleo; Fuel Oil</b>	DBB	15,1	Tabla 3.11 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
<b>Biomasa (madera)*</b>	DBB	90	Tabla 3.13 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
<b>Gas Oil</b>	-	16,2	Tabla 3.6 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019
<b>Gas Natural</b>	DBB	39	Tabla 3.12 Aptdo. "1.A.1 Energy Industries". Guía EMEP/EEA 2019

Ilustración 29: Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de CO

**Tabla 10. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de NO<sub>x</sub> en calderas**

Combustible	Tipo	Decreto 503/2004 (g/GJ)	
		>50 MW	<50 MW
<b>Carbón de importación</b>	DBB	557	203
	WBB	690	203
	FBC; CFBC	70	70
	PFBC; GF	150	150
<b>Carbón nacional</b>	DBB; WBB	461	203
	FBC; CFBC	70	70
	PFBC; GF	150	150
<b>Coque de petróleo</b>	-	300	300
<b>Biomasa</b>	DBB	245	96
	WBB	245	200
	FBC; CFBC	100	100
	PFBC	160	160
	GF	87	200
<b>Fuel Oil</b>	-	226	159
<b>Gas Oil</b>	-	80	89
<b>Gas Natural</b>	-	170	100
<b>GLP</b>	-	194	174
<b>Biogas</b>	-	171	194

Ilustración 30: Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de NO<sub>x</sub>

**Tabla 11. Factores de emisión sin dispositivos de control propuestos para el cálculo de las emisiones de SO<sub>x</sub>**

Combustible	Decreto 503/2004	
	S (% de azufre) valores por defecto	Factor de emisión (g/GJ)
<b>Carbón de importación</b>	0,6	499
<b>Carbón nacional</b>	0,4	415,6
<b>Coque de petróleo</b>	5	3.077
<b>Orujillo</b>	0,085	99
<b>Resto biomasa:</b> <i>Astillas, cortezas, hueso de aceituna, bagazo de remolacha, serrín, etc.</i>	0,0025	3,5
<b>Fuel Oil</b>	1	495
<b>Gas Oil</b>	0,2	93
<b>Gas Natural</b>	0,01 <sup>(a)</sup>	4,15
<b>GLP</b>	0,005	2,11
<b>Biogas</b>	1	1.143

Ilustración 31: Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de SO<sub>x</sub>

Para el cálculo de emisión de partículas, se parte de que una caldera de gasóleo de media produce 18 mg/kWh y una caldera de gas natural sólo emite 0,7 mg/kWh [15].

Los resultados de las emisiones generadas por la caldera de gasóleo existente se recogen en la Tabla 29.

Contaminante	Emisiones (kg/año)
Monóxido de Carbono (CO)	19,25
Metano (CH <sub>4</sub> )	11,67
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	86.430
Óxidos de Azufre (SO <sub>x</sub> )	128,9
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	123,34
Partículas	6,90

Tabla 29: Emisiones Contaminantes Situación Actual

A la hora de calcular las emisiones en la situación proyectada, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En primer lugar, cabe destacar que, tras observar la composición del gas natural presente en Sevilla, que queda recogida en el apartado 4.3 de la presente memoria, se extrae que los componentes de dicha mezcla no contienen azufre, por lo que las emisiones de SO<sub>x</sub> serán nulas.

- En el caso de cambiar la caldera por la de condensación de nueva generación, la combustión resultará completa, por lo que en ningún caso se producirán emisiones de CO y CH<sub>4</sub>.
- Las emisiones de NO<sub>x</sub> se calculan en este caso aplicando el rango correspondiente a esta tecnología, que como se ha expuesto anteriormente oscila entre los 20-30 mg/kWh. Tomamos el valor mayor para estar del lado de la seguridad.
- Para el cálculo de emisión de partículas, se parte de que y una caldera de gas natural emite 0,7 mg/kWh [15].

Debido al hecho de que se produce una combustión completa, todo el carbono presente en el combustible se convertirá en CO<sub>2</sub>. Dividiendo el consumo futuro de la instalación, fijado en 267.000 kWh/año en el apartado 6.1. entre el valor del PCI presente en la Tabla 18, obtendremos la cantidad de combustible necesario, que en este caso resulta 19.503 kg de Gas Natural.

Multiplicando el valor anterior por el porcentaje en masa de cada uno de los elementos que constituyen la mezcla de gases que forma el combustible, obtenemos los kg de cada uno de los componentes. Multiplicando cada valor por el peso molar del componente se obtendrán los moles de cada elemento. Finalmente, aplicando estequiometría, se obtendrá la masa de dióxido de carbono producida en cada una de las reacciones de combustión. Sumando los valores, obtenemos la cantidad total de CO<sub>2</sub> generada. Este proceso se muestra en forma de esquema en la Ilustración 32 y los resultados obtenidos en cada paso se muestran en la Tabla 30.

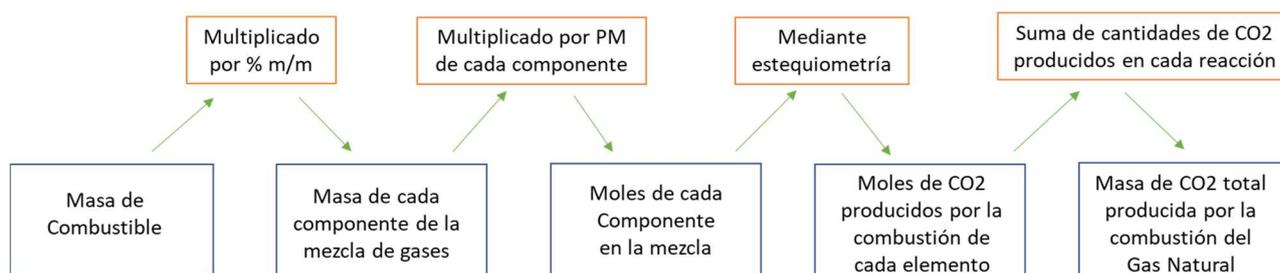


Ilustración 32: Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> para el caso del Gas Natural

Componente	%m/m	PCI (kWh/kg)	Factor de conversión estequiométrico	kg CO <sub>2</sub> producidos
Metano (CH <sub>4</sub> )	91,89%	13,90	1/1	49.148
Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	6,04%	19,19	0,5	3.447,4
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	0,91%	0	0	520,73
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0,89%	12,88	1/3	112,44
Butano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,10%	12,70	0,25	24,00
Isobutano (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0,09%	12,70	0,25	23,9
Hexano (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0,08%	12,42	1/6	47,90

Tabla 30: Masa de CO<sub>2</sub> generada en cada combustión

Los resultados de las emisiones generadas por la caldera de gasóleo existente se recogen en la Tabla 31.

<b>Contaminante</b>	<b>Emisiones (kg/año)</b>
Monóxido de Carbono (CO)	0,0
Metano (CH4)	0,0
Dióxido de Carbono (CO2)	53.276
Óxidos de Azufre (SOx)	0,0
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	8,01
Partículas	0,19

Tabla 31: Emisiones Contaminantes Situación Futura

## 8.2 Estimación de la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

La huella de carbono se define como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO<sub>2</sub> equivalentes, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos [16].

Para su apropiada gestión, la huella de carbono corporativa agrupa las emisiones de gases de efecto invernadero en 3 alcances [16]:

- Emisiones directas (Alcance 1): son aquellas emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes que son propiedad o son controladas por la empresa, como, por ejemplo, consumo de combustibles fósiles en fuentes fijas y/o móviles, fugas no intencionadas de los equipos de climatización, etc.
- Emisiones indirectas por consumo y distribución de energía (Alcance 2): corresponden a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de electricidad y/o vapor generados por terceros.
- Otras emisiones indirectas (Alcance 3): son aquellas emisiones de gases de efecto invernadero que no son de propiedad ni están controladas por la empresa, como, por ejemplo, transporte de los funcionarios, viajes aéreos o terrestres por motivos de trabajo, transporte de insumos, generación y trasporte de residuos, entre otros.

Se propone realizar el estudio desde el punto de vista del alcance 1 puesto que, tal y como se ha expuesto anteriormente en la memoria, la electricidad consumidas en la situación inicial y futura será la misma.

En este caso, de entre las emisiones estudiadas, aquellas que producen efecto invernadero serán las correspondientes a:

- Dióxido de Carbono
- Metano
- Monóxido de Carbono
- NO<sub>x</sub>

Partiendo de los valores de emisiones anteriores y aplicando los potenciales de calentamiento global (GWP) para cada uno de estos gases para un horizonte temporal de 100 años resaltados en la Tabla 32, obtenemos las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes para la situación inicial y aquella proyectada utilizando la Ecuación 11. Se asume que los NO<sub>x</sub> producidos van a corresponder mayoritariamente a N<sub>2</sub>O a la hora de elegir su GWP.

$$KgCO_2 eq = \sum GWP_{gas\ presente\ en\ combustible} * Kg_{gas\ presente\ en\ combustible}$$

Ecuación 11: Cálculo de kg de CO<sub>2</sub> equivalente

Para el caso del CO se tiene un rango de valores de GWP entre 1 y 3 kgCO<sub>2</sub> equivalente/kg CO [17]. Tomamos el valor menor para estar del lado de la seguridad.

Global Warming Potentials (selected greenhouse gases)						
Greenhouse Gas	Chemical formula	Lifetime (years)	Global Warming Potential (Time Horizon – years)			
			100 years (UNFCCC)#	20 years	100 years	500 years
Major GHGs						
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	variable§	1	1	1	1
Methane *	CH <sub>4</sub>	12	21	72	25	7.6
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	310	310	289	298	153
Hydrofluorocarbons						
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	264	11,700	12,000	14,800	12,200
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	5.6	650	2,330	675	205
HFC-125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	32.6	2,800	6,350	3500	1,00
HFC-134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	14	1,300	3,830	1,430	435
HFC-143a	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	52	3,800	5,890	4,470	1,590
HFC-152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	1.4	140	437	124	38
HFC-236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	240	6,300	8,100	9,810	7,660
Perfluorinated compounds						
Sulphur hexafluoride	SF <sub>6</sub>	3200	23900	16300	22,800	32,600
Nitrogen trifluoride	NF <sub>3</sub>	740		12,300	17,200	20,700
Perfluoromethane	CF <sub>4</sub>	50,000	6500	5,210	7,390	11,200
Perfluoroethane	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10,000	9200	8,630	12,200	18,200
Other						

Tabla 32: GWP para diferentes combustibles

Los resultados se muestran en las tablas 33 y 34.

Combustible de la Caldera	Kg CO2 equivalente debido al CO2	Kg CO2 equivalente debido al CO	Kg CO2 equivalente debido al CH4	Kg CO2 equivalente debido al NOx
Gasóleo C	84.430	19,25	291,75	36.755
Gas Natural	53.276	0,00	0,00	2.387

Tabla 33: Emisiones de CO2 equivalentes de cada combustible

Escenario	Total Kg CO2 equivalente
Situación Inicial (Combustible Gasóleo)	121.496
Situación Proyectada (Combustible Gas Natural)	50.889

Tabla 34: Reducción Emisiones CO2 equivalentes

Dividiendo las emisiones finales entre las iniciales, obtenemos que se produce una reducción de emisiones de GEI del entorno del 60%.

En las Ilustraciones 34 se recogen los principales resultados obtenidos tras llevar a cabo el análisis. En ella podemos observar como la contribución del CO y el CH<sub>4</sub> en el potencial de calentamiento global es despreciable en ambos casos.

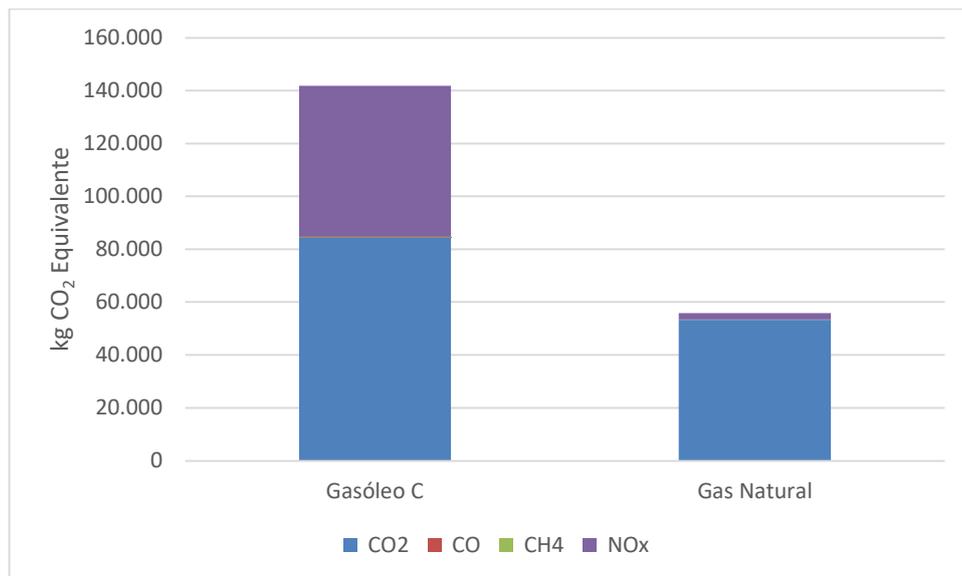


Ilustración 33: Potencial de Calentamiento Global

### 8.3 Análisis de Otros Posibles Impactos

Además del efecto que producen las emisiones de NO<sub>x</sub> en el fenómeno de efecto invernadero, presenta otros problemas para la salud humana. Una exposición breve puede provocar irritación del sistema respiratorio y ocular. A largo plazo, los principales efectos pueden ser un desarrollo pulmonar más lento en los niños y la aparición de enfermedades respiratorias crónicas y cerebrovasculares [18].

Otro problema formado por la acción de la luz en presencia de NO<sub>x</sub> es el problema de la generación de ozono troposférico. Se trata de un contaminante secundario, es decir, no emitido directamente a la atmósfera por una fuente, sino formado a partir de reacciones fotoquímicas entre contaminantes primarios. Los efectos que el ozono puede provocar sobre la salud de las personas son tos, irritaciones en la faringe, el cuello y los ojos, y dificultades respiratorias como la garganta seca. También puede producir otros problemas respiratorios como una mayor incidencia y un agravamiento del asma, la reducción de la función pulmonar y una inflamación de las vías respiratorias, que genere síntomas respiratorios y una alteración del rendimiento. Por último, los niveles elevados de ozono también pueden causar un incremento de la mortalidad diaria [19].

Por otro lado, el SO<sub>x</sub> es un gas irritante y tóxico. Afecta sobre todo las mucosidades y los pulmones provocando ataques de tos, si bien éste es absorbido por el sistema nasal. La exposición de altas concentraciones durante cortos períodos de tiempo puede irritar el tracto respiratorio, causar bronquitis, reacciones asmáticas, espasmos reflejos, parada respiratoria y congestión de los conductos bronquiales de los asmáticos [20].

Los efectos de los SO<sub>x</sub> empeoran cuando el dióxido de azufre se combina con partículas o con la humedad del aire ya que se forma ácido sulfúrico, y produce lo que se conoce como lluvia ácida, provocando la destrucción de bosques, vida salvaje y la acidificación de las aguas superficiales [20].

El CO penetra en el organismo a través de los pulmones, y puede provocar una disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, con el consecuente detrimento de oxigenación de órganos y tejidos, así como disfunciones cardíacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatiga; estos efectos pueden producirse tanto sobre el ser humano como sobre la fauna silvestre [21].

Los gases de escape de las calderas están formados por los gases mencionados anteriormente y también por partículas, que no son otra cosa que pedacitos de tamaño infinitesimal de metales y hollín. En cuanto a sus efectos en la salud, las partículas en suspensión pueden llegar a causar múltiples efectos nocivos en las personas: desde problemas respiratorios mediante irritación, inflamación e infecciones, también asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y en los casos de mayor gravedad, incluso cáncer. Los excesos de partículas en suspensión se asocian también a enfermedades cardiovasculares, efectos en el sistema nervioso central e incluso incidencia en el sistema reproductivo [22].

Se muestra en la Tabla 35 la comparativa de emisiones de estos contaminantes para el caso de usar gasóleo como combustible frente a cambiarlo por gas natural tal y como se propone.

<b>Combustible de la Caldera</b>	<b>Emisiones CO (kg/año)</b>	<b>Emisiones SOx (kg/año)</b>	<b>Emisiones NOx (kg/año)</b>	<b>Emisiones de partículas (kg/año)</b>
<b>Gasóleo C</b>	19,25	128,9	123,34	6,90
<b>Gas Natural</b>	0,00	0,00	8,01	0,19

Tabla 35: Comparativa de emisiones de contaminantes y su relación con la salud humana

La reducción total de los de SOx y CO así como la gran minoración de las emisiones de NOx y partículas generadas en la instalación, del orden del 93 y 97% respectivamente, resulta claramente ventajosa para la salud humana además de producir los efectos positivos en el medioambiente ya mencionado anteriormente.

# REFERENCIAS

---

- [1] BBVA., «¿Qué es la Eficiencia Energética y cómo se calcula?» [En línea].  
Available: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>.  
[Último acceso: 15 Mayo 2022].
- [2] C. Plus, «Ventaja de los Edificios Eficientes» [En línea].  
Available: <https://climalit.es/blog/ventajas-edificios-eficientes/>.  
[Último acceso: 15 Mayo 2022].
- [3] B. S. Carbonell, «Estudio de la evolución del Concepto de Eficiencia Energética y su aplicación en los edificios,» 2016.  
Available: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/97150/Vol.1%201\\_TFG.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/97150/Vol.1%201_TFG.pdf)
- [4] I. R. E. A. (IRENA), «Transformación Energética Mundial. Hoja de Ruta hasta 2050,» 2018.  
Available: <https://www.irena.org/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/>
- [5] P. A. Prieto, «Interempresas. Climatización e Instalaciones,» 2017. [En línea].  
Available: <https://www.interempresas.net/Instaladores/Articulos/194349-1967-2017-Cincuenta-anos-eficiencia-energetica-edificacion-sus-instalaciones-termicas.html>.  
[Último acceso: 8 Mayo 2022].
- [6] C. Europea, « "In focus: Energy efficiency in buildings",» [En línea].  
Available: [https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-lut-17\\_es](https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-lut-17_es).  
[Último acceso: 23 Mayo 2022].
- [7] M. y. A. U. Ministerio de Transportes, «Actualización 2020 de la Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España,» 2020.
- [8] M. p. I. T. E. y. e. R. Demográfico, «Página Web del Ministerio,» [En línea].  
Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/edificacion.aspx>.  
[Último acceso: 21 Mayo 2022].
- [9] A. d. Madrid, «Hoja de Ruta Madrid 2030,» 2021.  
Available: <https://fundacionrenovables.org/wp-content/uploads/2018/09/20171219-HOJA-DE-RUTA-AYTO.-MADRID-Documento-Final.pdf>
- [10] S. R. Department, «Dependencia de las importaciones de energía de España de 2006 a 2020,» [En línea].  
Available: <https://es.statista.com/estadisticas/493962/dependencia-de-las-importaciones-de-energia-de-espana/#:~:text=Dependencia%20de%20Espa%C3%B1a%20de%20las%20importaciones%20de%20energ%C3%ADa%2006%2D2020&text=En%20el%20a%C3%B1o%2020%2C%20el,partes%20de%20la%20>.  
[Último acceso: 21 Mayo 2022].
- [11] M. d. Fomento, «Documento Básico HE Ahorro de Energía,» Diciembre 2019.  
Available: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DcmHE.pdf>
- [12] G. V. Martínez, «Evaluación de Proyectos de Inversión. Nota Técnica.»  
Available: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/19937/evaluacion-de-proyectos-de-inversion-notas-tecnicas>
- [13] M. d. p. I. T. E. y. e. R. Demográfico,  
«Factores de Emisión. Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono,»  
Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision.pdf>
- [14] G. P. y. D. S. Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura,  
«Guía de apoyo para la notificación de las emisiones en las centrales térmicas y otras instalaciones de combustión,»  
Available: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/administracion\\_electronicas\\_Combustion.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/administracion_electronicas_Combustion.pdf)
- [15] Nedgya, «El fin de las calderas de carbón y la reducción de las de gasóleo en Madrid, como plan para frenar la polución en la ciudad,» [En línea].  
Available: <https://www.nedgia.es/blog-gas-natural/el-fin-de-las-calderas-de-carbon-y-la-reduccion-de-las-de-gasoleo-en-madrid-como-plan-para-frenar-la-polucion-en-la-ciudad/>.  
[Último acceso: 26 Mayo 2022].

- [16] M. d. M. d. Chile, «Huella de Carbono,» [En línea].  
Available: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>.  
[Último acceso: 25 Mayo 2022].
- [17] IPCC, «IPCC Reports,» [En línea].  
Available: <https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/249.htm#:~:text=Table%206.9%20shows%20that%20the,discussed%20further%20in%20Chapter%204.>  
. [Último acceso: 25 Mayo 2022].
- [18] Meteored, «Los óxidos de nitrógeno (NOx) en el aire urbano y la salud,» [En línea].  
Available: <https://www.tiempo.com/ram/144942/los-oxidos-de-nitrogeno-nox-en-el-aire-urbano-y-la-salud/>.  
[Último acceso: 22 Mayo 2022].
- [19] M. p. l. T. E. y. e. R. Demográfico, «Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes,» [En línea].  
Available: <https://prtr-es.es/SOx-oxidos-de-azufre,15598,11,2007.html#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20de%20altas%20concentraciones,conductos%20bronquiales%20de%20los%20asm%C3%A1ticos..>  
[Último acceso: 22 Mayo 2022].
- [20] M. p. l. T. E. y. e. R. Demográfico, «Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes,» [En línea].  
Available: <https://prtr-es.es/SOx-oxidos-de-azufre,15598,11,2007.html#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20de%20altas%20concentraciones,conductos%20bronquiales%20de%20los%20asm%C3%A1ticos..>  
[Último acceso: 22 Mayo 2022].
- [21] G. d. España, «Monóxido de Carbono. Efectos en la Salud y Ecosistemas,» [En línea].  
Available: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/monoxido-carbono.aspx#:~:text=El%20CO%20penetra%20en%20el,cabeza%2C%20mareos%20y%20fatiga%3B%20estos.>  
[Último acceso: 26 Mayo 2022].
- [22] S&P, «Consecuencias en la salud de los contaminantes ambientales,» [En línea].  
Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/consecuencias-salud-contaminantes-ambientales/>.  
[Último acceso: 26 Mayo 2022].



# **ANEXO 1: NORMATIVA DE APLICACIÓN**

---

- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas complementarias (ITE). (BOE 29/08/2007) junto con sus respectivas correcciones de errores y modificaciones
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. DB SU: Seguridad de utilización. DB HS: Salubridad. DB SI: Seguridad en caso de incendio. DB HR: Protección al ruido. DB HE: Ahorro de energía junto con sus respectivas correcciones de errores y modificaciones
- Normativa aplicable de ámbito nacional y específica de la Comunidad Autónoma de Andalucía y provincia de Sevilla, en cuanto a condiciones de las instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 90/396/CEE sobre aparatos de gas Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (BOE 05/12/1992) junto con sus respectivas modificaciones y corrección de errores
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, del Ministerio de Industria y Energía (BOE 08/04/1996)
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo (BOE 18/07/2003)
- Disposiciones de aplicación Directiva del Parlamento Europeo y de Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos en presión. Real Decreto 769, de 07/05/1999; Ministerio de Industria y Energía (BOE 31/05/1999)
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones complementarias ITC-MIG. Orden de 18 de noviembre de 1974, del Ministerio de Industria (BOE núm. 292, 06/12/1974) (C.E. BOE núm. 39, 14/02/1975) \* Modificación de las ITC MIG-R.7.1 y MIGR
- Orden de 29 de mayo de 1998, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 139,11/06/1998)
- Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible. Real Decreto 494/1988, de 20 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 125, 25/05/1988)
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible. Orden de 7 de junio de 1988, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 147, 20/06/1988)
- Reglamento general del servicio público de gases combustibles. Decreto 2913/1973, de 26 de octubre, del Ministerio de Industria (BOE núm. 279, 21/11/1973)
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. (BOE Nº: 224 de 18/09/2002). Regulación del procedimiento administrativo para la aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión. Decreto 363, de 24 de agosto de 2004; Departamento de Trabajo e Industria (DOGC 4205, 26/08/2004)
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo (BOE números. 64 y 65, 16 y 17/03/1971) (C.E. - BOE núm. 82, 06/03/1971)
- Prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995, de 10 de noviembre de la Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995)
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997)
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad

y salud en las obras de construcción (BOE nº 256 25-10-1997)

- Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales. Y sus instrucciones técnicas complementarias ITC MI-IRG (1- 13). Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 281, 24/11/1993) (C.E. - BOE núm. 57, 08/03/1994)
- Directiva del Consejo de Comunidades Europeas 90/396 CEE sobre aparatos de gas
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 (BOE 04-09-2006)
- Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la directiva 93/68/CEE del consejo
- Norma UNE 60601:2013. Salas de máquinas y equipos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos
- Norma UNE 60.670-2/13:2014 - Instalaciones receptoras de gas suministradas en una presión máxima de operación (MOP) inferior o iguales en 5 bar
- Norma UNE 20324-1M:2000 - Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP) (IEC 60529:1999)
- Norma UNE - EN 13.501-1:2007+A1:2010 - Clasificación en función del comportamiento frente en el fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación
- Norma UNE - EN 50.194-1:2011+2:2007 - Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento
- Norma UNE - EN 50.244:2001+ ERRATUM - Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o normas básicas
- Normas particulares de la empresa suministradora de gas



## **ANEXO 2: ANÁLISIS DE FACTURACIÓN**

---

SIMULACIÓN ACTUAL DE FACTURAS														
Tarifa	3.0 A	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Agos-19	Sept-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total
Días		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Tarifa Potencia	P1	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	0,123151	
(€/kW-año)	P2	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	0,076581	
	P3	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	0,054666	
Tarifa Energia	P1	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	0,202271	
(€/kWh)	P2	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	0,171824	
	P3	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	0,141613	
Imp Eléctrico	%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	
Alquiler Equipos		0,77	0,77	0,74	0,85	0,85	0,72	0,91	0,80	0,75	0,91	0,75	0,90	
Pot Contratada	P1	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
	P2	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
	P3	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
<b>Término Potencia</b>		<b>149,84</b>	<b>140,17</b>	<b>149,84</b>	<b>145,01</b>	<b>149,84</b>	<b>145,01</b>	<b>149,84</b>	<b>149,84</b>	<b>145,01</b>	<b>149,84</b>	<b>145,01</b>	<b>149,84</b>	<b>1.769</b>
Consumo	P1	596	381	376	426	323	248	212	207	174	174	396	453	
	P2	1.016	796	770	1.071	907	618	526	523	473	480	814	946	
	P3	264	252	257	263	267	243	239	238	218	243	281	258	
	<b>Total</b>	<b>1.876</b>	<b>1.429</b>	<b>1.403</b>	<b>1.760</b>	<b>1.497</b>	<b>1.109</b>	<b>977</b>	<b>968</b>	<b>865</b>	<b>897</b>	<b>1.491</b>	<b>1.657</b>	<b>15.929</b>
<b>Término Consumo</b>		<b>332,51</b>	<b>249,52</b>	<b>244,75</b>	<b>307,47</b>	<b>258,99</b>	<b>190,85</b>	<b>167,07</b>	<b>165,40</b>	<b>147,37</b>	<b>152,17</b>	<b>259,67</b>	<b>290,71</b>	<b>2.766,49</b>
Precio Medio Energia		0,177245	0,174614	0,174450	0,174679	0,173008	0,172013	0,171022	0,170912	0,170364	0,169576	0,174214	0,175444	0,173674
Otros														
Energia Reactiva														
Impuesto Eléctrico		24,66	19,92	20,17	23,13	20,90	17,17	16,20	16,12	14,95	15,44	20,69	22,52	231,89
Alquiler Equipos		0,85	0,85	0,72	0,91	0,80	0,75	0,91	0,75	0,90	0,77	0,77	0,74	9,72
<b>Coste Simulación Factura</b>		<b>507,86</b>	<b>410,47</b>	<b>415,49</b>	<b>476,52</b>	<b>430,54</b>	<b>353,77</b>	<b>334,02</b>	<b>332,11</b>	<b>308,22</b>	<b>318,22</b>	<b>426,14</b>	<b>463,81</b>	<b>5.391,00</b>
<b>Coste Total</b>														
<b>Precio Medio Actv</b>	<b>€/kWh</b>	<b>0,270717</b>	<b>0,287243</b>	<b>0,296142</b>	<b>0,270721</b>	<b>0,287599</b>	<b>0,318862</b>	<b>0,341929</b>	<b>0,343172</b>	<b>0,356320</b>	<b>0,354618</b>	<b>0,285897</b>	<b>0,279912</b>	<b>0,2866791</b>
	P1	32%	27%	27%	24%	22%	22%	22%	21%	20%	19%	27%	27%	24%
	P2	54%	56%	55%	61%	61%	56%	54%	54%	55%	54%	55%	57%	56%
	P3	14%	18%	18%	15%	18%	22%	25%	25%	25%	27%	19%	16%	20%

SIMULACIÓN ACTUAL DE FACTURAS														
Tarifa	3.0 TD	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Agos-20	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total
Días		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Tarifa Potencia	P1	0,111586	0,111586	0,111586	0,111586	0,111586	0,111586	0,111586	0,111586	0,104229	0,104229	0,104229	0,104229	
(€/kW-año)	P2	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	0,066952	
	P3	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	0,044634	
Tarifa Energía	P1	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	0,119597	
(€/kWh)	P2	0,109039	0,109039	0,109039	0,109039	0,109039	0,109039	0,109039	0,109039	0,098662	0,098662	0,098662	0,098662	
	P3	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	0,089186	
Imp Eléctrico	%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	5,1127%	
Alquiler Equipos		1,56	1,46	1,56	1,51	1,56	1,51	1,56	1,56	1,51	1,56	1,51	1,56	
Pot Contratada	P1	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	
	P2	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	
	P3	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	
<b>Término Potencia</b>		<b>131,45</b>	<b>122,97</b>	<b>131,45</b>	<b>127,21</b>	<b>131,45</b>	<b>127,21</b>	<b>131,45</b>	<b>131,45</b>	<b>123,01</b>	<b>127,12</b>	<b>123,01</b>	<b>127,12</b>	<b>1.535</b>
Consumo	P1	596	381	376	426	323	248	212	207	174	174	396	453	
	P2	1.016	796	770	1.071	907	618	526	523	473	480	814	946	
	P3	264	252	257	263	267	243	239	238	218	243	281	258	
Total		1.876	1.429	1.403	1.760	1.497	1.109	977	968	865	897	1.491	1.657	15.929
<b>Término Consumo</b>		<b>205,61</b>	<b>154,84</b>	<b>151,85</b>	<b>191,20</b>	<b>161,34</b>	<b>118,77</b>	<b>104,00</b>	<b>102,99</b>	<b>86,93</b>	<b>89,89</b>	<b>152,68</b>	<b>170,52</b>	<b>1.690,62</b>
Precio Medio Energía		0,109599	0,108353	0,108232	0,108628	0,107776	0,107046	0,106463	0,106418	0,100499	0,100170	0,102434	0,102910	0,106133
Otros														
Energía Reactiva														0,00
Impuesto Eléctrico		17,23	14,20	14,48	16,28	14,97	12,58	12,04	11,99	10,73	11,09	14,10	15,22	164,91
Alquiler Equipos		1,56	1,46	1,56	1,51	1,56	1,51	1,56	1,56	1,51	1,56	1,51	1,56	18,41
<b>Coste Simulación Factura</b>		<b>355,85</b>	<b>293,47</b>	<b>299,34</b>	<b>336,20</b>	<b>309,32</b>	<b>260,06</b>	<b>249,05</b>	<b>247,98</b>	<b>222,19</b>	<b>229,66</b>	<b>291,30</b>	<b>314,41</b>	<b>3.800,00</b>
<b>Coste Total</b>														
Precio Medio Actu	€/kWh	0,189685	0,205364	0,213358	0,191004	0,206625	0,234396	0,254943	0,256240	0,256863	0,255924	0,195433	0,189749	<b>0,2020739</b>
	P1	32%	27%	27%	24%	22%	22%	22%	21%	20%	19%	27%	27%	24%
	P2	54%	56%	55%	61%	61%	56%	54%	54%	55%	54%	55%	57%	56%
	P3	14%	18%	18%	15%	18%	22%	25%	25%	25%	27%	19%	16%	20%

## **ANEXO 3: MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

---

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01</b>	<b>SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CALOR</b>			
01.01	UD DESMONTAJE EQUIPOS EXISTENTES UD. TRABAJOS DE DESMONTAJE DE EQUIPOS EXISTENTES EN SALA DE CALDERAS, INCLUYENDO DESCONEXIÓN DE GASOIL, DESCONEXIÓN HIDRÁULICA Y ELÉCTRICA, CORTE DE TUBERÍAS NECESARIAS, INCLUIDO DESGUACE DE LOS EQUIPOS Y TRANSPORTE A GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS CON LA EMISIÓN DEL CORRESPONDIENTE CERTIFICADO. MEDIDA LA UD EJECUTADA.			
		1,00	1.568,46	1.568,46
01.02	UD MÓDULO TÉRMICO CALDERA CONDENSACIÓN 160KW UD DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y TRANSPORTE DE MÓDULO TÉRMICO DE CONDENSACIÓN PARA CALEFACCIÓN Y "AGUA CALIENTE SANITARIA" A GAS, MARCA ADI, MODELO 175, DE 163,4kW DE POTENCIA, QUEMADOR MODULANTE 30%, DE VELOCIDAD VARIABLE. DIMENSIONES 405x655 mm, Y 138Kg DE PESO, DISEÑADA PARA TRABAJAR EN CASACADA, INCLUSO CENTRALITA DE GESTIÓN DEL SISTEMA DE CALDERAS PARA EL CONTROL DE VARIOS EQUIPOS INTERCONECTADOS, E INCLUSO KIT SIFÓN DE DESCARGA EN CASCADA P.P. DE PEQUEÑO MATERIAL, CONEXIONES, REPLANTEOS, ACCESORIOS DE ANCLAJE, AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Y LA CANALIZACIÓN NECESARIA DESDE LA DERIVACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN DE GAS NATURAL EN INTERIOR DE LA SALA (FORMADO POR TUBERÍA DE COBRE Y EXTERIOR ENVAINADO DE ACERO APTA PARA GAS NATURAL, DE DIÁMETRO ADECUADO PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALDERAS Y P.P. DE VÁLVULAS). MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
		2,00	8.302,86	16.605,72
01.03	UD KIT HIDRÁULICO KIT HIDRÁULICO PARA 2 CALDERAS, INCLUYENDO COLECTOR HIDRÁULICO IDA-RETORNO (AISLADO), BOMBA POR CALDERA DE ALTA EFICIENCIA, LLAVES DE CORTE POR CALDERA, VÁLCULA DE SEGURIDAD POR SOBREPRESIÓN Y ANTIRRETORNO POR CALDERA, INCLUSO P.P. DE CABLE BUS (AGU2 110). MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
		1,00	3.773,60	3.773,60
01.04	UD AGUJA HIDRÁULICA UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLECTOR COMPENSADOR COMÚN DE 6" VERTICAL INCLUIDO AISLAMIENTO TÉRMICO, DOS CONEXIONES HIDRÁULICAS POR CALDERA, DOS CONEXIONES HIDRÁULICAS POR CIRCUITOS, MANGUITOS PARA CONECTAR SONDAS, TERMÓMETROS, PRESOSTATOS, PURGADOR DE AIRE Y LLAVES DE VACIADO, INCLUSO 4 TERMOMETROS VERTICALES, INCLUIDO PICAJES Y VAINAS NECESARIAS E INCLUSO INSTALACIÓN DE CONTADOR DE ENERGÍA DE CALEFACCIÓN WOLTMAN PARA UN CAUDAL MÁXIMO DE 15 M3/H EMBRIDADO DN50, PARA FLUIDO DE TEMPERATURA ENTRE 5 Y 90°C, CON CONTADOR + CALCULADOR ELÉCTRÓNICO CON SALIDA MBUS Y DE PULSOS, INCLUIDO SONDAS NECESARIAS Y COLOCACIÓN DE VAINAS EN TUBERÍAS. MEDIDA LA			

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
01.05	<p><b>UD TUBERÍAS MODIFICACIÓN CIRCUITO HIDRÁULICO</b></p> <p>UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONJUNTO DE TUBERIAS NECESARIAS PARA CONEXIÓN DE SEPARADOR HIDRAULICO DE 6" A PRIMARIO DE CALDERA, Y CONEXIONES A CIRCUITO DE CALEFACCIÓN EXISTENTE Y NUEVAS TUBERIAS PARA CIRCUITO DE CALENTAMIENTO DE ACS A INTERCAMBIADOR DE CALOR, CON TUBERIAS DE ACERO NEGRO DE 4" (SALIDA DEL SEPARADOR), 3" (CONEXIONES DE CALEFACCIÓN) Y 2" CONEXIONES A INTERCAMBIADOR SECUNDARIO DE ACS, INCLUIDO PP DE PIEZAS ESPECIALES, AISLAMIENTO DE ESPESOR 40 MM Y SUJECCIONES DE TODOS LOS ELEMENTOS. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.</p>	1,00	2.774,86	2.774,86
01.06	<p><b>UD COMPONENTES AUXILIARES</b></p> <p>P.A. UD DE SUMINISTRO DE TODOS LOS ELEMENTOS AUXILIARES Y COMPLEMENTARIOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALDERAS, INCLUYENDO KIT DE BRIDAS DE CONEXIÓN, BRIDAS CIEGAS Y DE UNIÓN, SONDA DE TEMPERATURA PARA INMERSIÓN MÓDULO QAZ36, SONDA DE TEMPERATURA PARA EXTERIOR MÓDULO QAC34KIT, KIT DE CALEFACCIÓN PARA 1er CIRCUITO DE CALEFACCIÓN (AGU2 550), E INCLUSO P.P. DE PEQUEÑO MATERIAL, CONEXIONADO, REPLANTEO, ACCESORIOS DE ANCLAJE Y AYUDAS DE ALBAÑILERÍA. MEDIDA LA PARTIDA ALZADA COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.</p>	1,00	2.960,46	2.960,46
		1,00	816,90	816,90
<b>TOTAL 01</b> .....				<b>28.500,00</b>

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>02</b>	<b>ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS</b>			
02.01	<p><b>UD INERTIZACIÓN DE DEPÓSITO DE GASOIL</b></p> <p>UD. DE INERTIZACIÓN DE DEPÓSITO DE GASOIL, SEGÚN REAL DECRETO 1416/2006 DEL 1 DE DICIEMBRE, SIGUIENDO LAS PAUTAS DE LA INSTRUCCIÓN MI-IP06, INCLUYENDO APERTURA DE BOCA DE HOMBRE, LIMPIEZA DE PAREDES INTERIORES DE LODOS NO ASPIRABLES, MEDIANTE AGUA A PRESIÓN (250bar), POR MEDIO DE EQUIPO MIXTO ASPIRADOR-IMPULSOR, DESGASIFICACIÓN COMPLETA DEL DEPÓSITO (CERTIFICADO GAS-FREE, CERTIFICADO DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS POR OCA), TRANSPORTE DE RESIDUOS A PLANTA DE TRATAMIENTO (CERTIFICADO DE GESTIÓN DE RESIDUOS) EL PRESUPUESTO INCLUYE UN MÁXIMO DE 3.000I DE COMBUSTIBLE Y 500 KILOS DE RESIDUOS POR TANQUE. INCLUSO RELLENADO DE INTERIOR DEL DEPÓSITO (HASTA SU SELLADO) Y LAS TUBERÍAS EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE, CON MATERIAL INERTE QUE CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES DE LA INSTRUCCIÓN MI-IP06 DEL RD 1416/2006. E INCLUSO PRUEBAS REGLAMENTARIAS TRAS LA ACTUACIÓN E INSPECCIÓN DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADOS. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE EJECUTADA, FINALIZADA Y CERTIFICADA.</p>			
02.02	<p><b>UD COLECTOR CHIMENEA</b></p> <p>UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLECTOR DE CHIMENA DE SALIDA DE GASES PARA CONJUNTO DE CALDERAS MODULARES VIESMANN, Y SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS TRAMOS Y PIEZAS NECESARIAS PARA SALIDA DE CHIMENEA PREVISTA. INCLUIDO SALIDA DE DESAGÜE DE CONDENSACIÓN PROVENIENTE DE LOS HUMOS. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.</p>	1,00	4.303,66	4.303,66
02.03	<p><b>UD ACUMULADOR 2.000I</b></p> <p>UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DEPÓSITO ACUMULADOR MARCA CODITER, MODELO ROBC, DE 2.000I DE CAPACIDAD, PARA ACS. FABRICADO EN ACERO AL CARBONO DE ALTA CALIDAD, Y CON REVESTIMIENTO EXTERIOR DE POLIURETANO Y CAMISA DE SKAY EN COLOR GRIS, Y ACABADO INTERNO VITRIFICADO, SIGUIENDO NORMATIVA DIN-4753. PARA COLOCACIÓN VERTICAL, INCLUSO P.P. DE PEQUEÑO MATERIAL Y VALVULERÍA NECESARIA PARA SU COMPLETA CONEXIÓN. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, CONEXIONADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.</p>	1,00	1000,00	1000,00
02.04	<p><b>UD INTERCAMBIADOR</b></p> <p>UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UD INTERCAMBIADOR DE PLACA MARCA IDROGAS MOD IDS-30-40M DE TIPO PLACAS TERMOSOLDADAS MOD DE 40 PLACAS POTENCIA NOMINAL DE INTERCAMBIO 70 KW, INCLUIDO 4 LLAVES DE CIERRE TIPO BOLA DE 1 1/4" Y RACORES LOCOS DESMONTABLES. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.</p>	1,00	5.211,09	5.211,09

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.05	<b>UD TRANSFORMADOR</b> UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR TRIFÁSICO DE TENSIÓN REVERSIBLE 220V/380V/440V CLASE DE AISLAMIENTOT40-F, FRECUENCIA 50/60 HZ Y GRADO DE PROTECCIÓN IP23 Y 2KVA DE POTENCIA MÁXIMA, CUMPLIENDO TODAS LAS EXIGENCIAS DE LA NORMATIVA EN 61558-2-13, MARCA HANSIK, MODELO XRB O SIMILAR, INCLUIDO REPLANTEO, PEQUEÑO MATERIAL Y CONEXIONADO. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.	1,00	945,87	945,87
02.06	<b>UD BOMBA CIRCUITO PRIMARIO</b> UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UD DE BOMBA ACELERADORA DEL TIPO ROTOR HÚMEDO, CON MOTOR DE TRES VELOCIDADES, MARCA WILO, MODELO TOP SD 65/15 3-400, CON PRESIÓN DE TRABAJO NOMINAL PN10, ALIMENTACIÓN 400V-50HZ Y GRADO DE PROTECCIÓN IP44, INCLUIDO VALVULERIA NECESARIA DE MONTAJE COMPUESTO POR FILTRO DE LATÓN DE 1 1/2", DOS LLAVES DE BOLA DE 1 1/2", 2 MANGUITOS ANTIVIBRATORIOS DE 1 1/4" Y MANÓMETRO INDICADOR DE ESFERA, SALIDA RADIAL, ROSCA 1/4 MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.	1,00	605,99	605,99
02.07	<b>UD BOMBA CIRCUITO SECUNDARIO</b> UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UD DE BOMBA ACELERADORA DEL TIPO ROTOR HÚMEDO, CON MOTOR DE TRES VELOCIDADES, MARCA WILO, MODELO TOP SD 32/10 3-400, CON PRESIÓN DE TRABAJO NOMINAL PN10, ALIMENTACIÓN 400V-50HZ Y GRADO DE PROTECCIÓN IP44, INCLUIDO VALVULERIA NECESARIA DE MONTAJE COMPUESTO POR FILTRO DE LATÓN DE 1 1/2", DOS LLAVES DE BOLA DE 1 1/2", 2 MANGUITOS ANTIVIBRATORIOS DE 1 1/4" Y MANÓMETRO INDICADOR DE ESFERA, SALIDA RADIAL, ROSCA 1/4 MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.	1,00	1.217,62	1.217,62
02.08	<b>UD BOMBA RECIRCULACIÓN</b> UD. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UD DE BOMBA DE RECIRCULACIÓN DE ACS EN CONSTRUCCIÓN DE BRONCE (EN CONFIGURACIÓN PRINCIPAL + RESERVA) MARCA DAB MOD VS 65/150 M EVO, INCLUIDO VALVULERIA NECESARIA DE MONTAJE COMPUESTO POR FILTRO DE LATÓN DE 1 1/2", DOS LLAVES DE BOLA DE 1 1/2", 2 MANGUITOS ANTIVIBRATORIOS DE 1 1/4" Y MANÓMETRO INDICADOR DE ESFERA, SALIDA RADIAL, ROSCA 1/4 MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE COLOCADA, TERMINADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.	1,00	1.168,46	1.168,46

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1,00	976,31	976,31
	TOTAL 02.....			15.429,00

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>03</b>	<b>INSTALACIÓN DE GAS</b>			
03.01	M TUBERÍA DE COBRE/ACEREO ENVAINADA DIAM S/NORMATIVA M. DE TUBERÍA DE COBRE INTERIOR Y EXTERIOR ENVAINADO DE ACERO, DE DIÁMETRO SEGÚN NORMATIVA, PARA DAR SERVICIO A LAS CALDERAS, APTA PARA INSTALACIONES DE GAS NATURAL PARA UN BLOQUE DE VIVIENDAS, MEDIDO DESDE EL PUNTO DE CONEXIÓN DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA HASTA LA ENTRADA A LA SALA DE CALDERAS, INCLUYENDO LA CONEXIÓN CON EL TALLO Y LA LEGALIZACIÓN DE ESTE PUNTO, E INCLUSO P.P. DE ACCESORIOS DE TUBERÍA, VÁVULAS, ABRAZADERAS, TACOS Y PUEZAS ESPECIALES, ASÍ COMO APERTURA DE ZANJAS, Y SU RELLENO POSTERIOR, SEGÚN INDICACIONES DE LA NORMATIVA VIGENTE SOBRE GAS NATURAL Y NORMATIVA COMPLEMENTARIA DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA DE GAS. MEDIDA LA LONGITUD TOTALMENTE EJECUTADA, INSTALADA, CERTIFICADA Y COMPLETAMENTE FUNCIONANDO.			
		46,00	124,17	5.711,82
03.02	UD ALBAÑILERIA UD PARTIDA ALZADA DE TRABAJOS NECESARIOS DE ALBAÑILERIA PARA APERTURA Y CIERRE DE HUECOS EN LA PARED Y TECHO PARA PASO DE ACOMETIDA DE GAS POR EL INTERIOR DEL EDIFICIO. INCLUIDOS REPASOS DE ALBAÑILERÍA Y PINTURA.			
		1,00	339,48	339,48
<b>TOTAL 03.....</b>				<b>6.051,30</b>

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04</b>	<b>ADECUACIÓN SALA TÉCNICA Y CONTRAINCENDIOS</b>			
04.01	UD DESAGÜE SALA TÉCNICA UD DE DESAGÜE EN SALA TÉCNICA, CONECTADA A LA RED DE SANEAMIENTO DEL EDIFICIO, MEDIANTE TUBO PVC A LAS ARQUETAS EXISTENTES, INCLUYENDO MATERIALES COMPLEMENTARIOS Y CAZOLETA DE PVC. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE EJECUTADA, PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y CERTIFICADA.			
		1,00	653,52	653,52
04.02	UD ACABADO SALA TÉCNICA P.A. ACABADO DE SALA TÉCNICA TOTALMENTE TERMINADA, INCLUSO PINTADO DE LAS PAREDES EXISTENTES CON PINTURA PLÁSTICA BLANCA, PINTADO DE SUELO DE TODA LA SALA, PINTADO DE MÁQUINAS CON PINTURA AL CLOROCAUCHO Y PINTADO DE ELEMENTOS METÁLICOS EXISTENTES CON PINTURA ANTIOXIDANTE Y ESMALTE NEGRO. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE EJECUTADA Y CERTIFICADA.			
		1,00	1.352,69	1.352,69
04.03	UD VENTILACIÓN UD INSTALACIÓN DE REJILLAS DE VENTILACIÓN NORMALIZADAS, CON LAMAS INCLINADAS Y MALLA METÁLICA PARA EVITAR QUE SE INTRODUCAN OBJETOS A TRAVÉS DE ELLAS, EN DIMENSIONES Y UBICACIÓN EN SALA SEGÚN NORMATIVA VIGENTE, PINTADAS CON PINTURA ANTIOXIDANTE Y ESMALTE NEGRO. INCLUSO APERTURA EN PARED, REPLANTEO Y AYUDAS DE ALBAÑILERÍA. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE INSTALADA Y CERTIFICADA.			
		2,00	653,52	1.307,04
04.04	UD SOLERA APOYO CALDERAS P.A. DE EJECUCIÓN DE SOLERA DE HORMIGÓN PARA ASENTAMIENTO DE LAS CALDERAS, CON DIMENSIONES, ARMADO Y CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN SEGÚN INDICACIONES DE LA DF EN OBRA Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE DE LAS CALDERAS, CUMPLIENDO LA NORMATIVA VIGENTE. MEDIDA LA UD TERMINADA.			
		1,00	1.076,34	1.076,34
04.05	UD INSTALACIÓN ELECTRICA SALA TÉCNICA P.A. ADECUACIÓN A NORMATIVA RBT DE BAJA TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA UBICADA EN LA SALA TÉCNICA, INCLUYENDO CUADROS Y CABLEADOS, CON TODOS LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, Y DEMÁS DISPOSITIVOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALDERA Y BOMBEO, INCLUSO REALIZACIÓN DE PRUEBAS REGLAMENTARIAS SEGÚN LA ITC-BT-05 DEL REBT-02 MEDIDA LA UNIDAD COMPLETAMENTE INSTALADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
		1,00	2.710,15	2.710,15
04.06	UD INSTALACIÓN ALUMBRADO EMERGENCIA			

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	UD. LUMINARIA ADOSADA DE EMERGENCIA CON PILOTO TESTIGO DE CARGA LED BLANCO, DE AUTONOMÍA 1h, DE 250lm Y LÁMPARA DE EMERGENCIA DE 8W. INCLUSO REPLANTEO, ACCESORIOS DE ANCLAJE, AYUDAS DE ALBAÑILERÍA, PEQUEÑO MATERIAL E INCLUSO P.P. DE CONDUCTOR DE Cu Y DE CANALIZACIÓN FORMADA POR TUBO RÍGIDO PARA INSTALACIÓN EN SUPERFICIE. SEGÚN NORMATIVA ITC-BT-21. MEDIDA LA UNIDAD COMPLETAMENTE COLOCADA, CHEQUEADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
		2,00	150,31	300,62
04.07	<b>UD SISTEMA COMPLETO DE DETECCIÓN DE GAS</b> P.A. INSTALACIÓN COMPLETA DE DETECCIÓN DE GAS, COMPUESTA POR CENTRAL ELECDTRÓNICA DE DETECCIÓN DE GAS, PARA LA SEÑALIZACIÓN, CONTROL Y ALARMA DE INSTALACIÓN TÉRMICA, CON SENSOR, FUENTE DE ALIMENTACIÓN INTERNA, PARA CONEXIÓN A RED, CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN DE ZONAS INDEPENDIENTES, INDICADORES DE SERVICIO-AVERIA-ALARMA, INCLUIDO DETECTOR DE GAS, REALZIADO EN PVC CORRUGADO Y CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR AISLADO, INCLUIDA CAJA DE REGISTRO, CAJA DE MECANISMO UNIVERSAL CON TORNILLO, APTO PARA LA COMUNICACIÓN CON LA CENTRAL DE ALARMAS, SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ELECTROVÁLVULA DE GAS NATURAL, NORMALMENTE CERRADA, CON REARME MANUAL PARA INSTALACIÓN A BAJA PRESIÓN. MEDIDA LA UD TOTALMENTE INSTALADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
		1,00	1.209,02	1.209,02
04.08	<b>UD EXTINTOR POLVO QUÍMICO</b> UD SUMINSITRO E INSTALACIÓN DE EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO POLIVALENTE CONTRA FUEGOS ABC, INCLUSO P.P. DE ANACLAJES EN LA PARED. MEDIDA LA UD CHEQUEADA Y CERTIFICADA.			
		1,00	84,96	84,96
04.09	<b>UD EXTINTOR CO2</b> UD SUMINSITRO E INSTALACIÓN DE EXTINTOR PORTATIL DE CO2 CONTRA FUEGOA BC, INCLUSO P.P. DE ANACLAJES EN LA PARED. MEDIDA LA UD CHEQUEADA Y CERTIFICADA.			
		1,00	52,28	52,28
04.10	<b>UD PUERTA CORTAFUEGO</b> UD SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PUERTA CORTAFUEGO DE 1.40 x 2.07 M, CON RESISTENCIA HOMOLOGADA EI2-60 C5, CON PUERTAS DOBLES Y DIMENSIONES MÍNIMAS PARA PODER MONTAR Y DESMONTAR ELEMENTOS DEL INTERIOR DE LA SALA DE CALDERAS, CON CERRADURA EXTERIOR Y APERTURA INTERIOR ANTIPÁNICO, INCLUSO P.P. DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS Y AYUDAS DE ALBAÑILERÍA. MEDIDA LA UD. COMPLETAMENTE INSTALADA Y CERTIFICADA.			
		1,00	503,08	503,08

**PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<hr/> <b>TOTAL 04.....</b>				<b>9.249,70</b>

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>05</b>	<b>SISTEMA DE MEDIDA Y CONTROL</b>			
05.01	UD INSTALACIÓN DE SISTEMA DE TELEGESTIÓN (ELECTRICIDAD Y GAS) UD. DE SUMINISTRO, INSTALACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y CONFIGURACIÓN DE SISTEMA DE MEDIDA Y CONTROL DE LA INSTALACIÓN, COMPUESTA POR CONTROLADOR EAGLEHAWK DE 26 SEÑALES CON CAPACIDAD SUFICIENTE PARA ALBERGAR LOS PUNTOS FÍSICOS DE CONTROL/INTEGRACIÓN, ANALIZADORES DE REDES O LECTORES ÓPTICOS PARA LA LECTURA DE CONSUMO DE LOS CONTADORES DE GAS Y ELECTRICIDAD EN FUNCIÓN DEL MODELO DE EQUIPO EXISTENTE, INCLUSO CONECTORES ESPECIALIZADOS, SENSORES, SONDAS Y DEMÁS MEDIDORES, INCLUIDO CABLEADO DE INTERCONEXIÓN CON LOS EQUIPOS A TRAVÉS DE PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN. ADEMÁS, SE INCLUIRÁ ROUTER PARA COMUNICACIÓN VÍA VPN CON EL CENTRO DE CONTROL DE OPERACIONES DE CACTUS, DONDE SERÁ INTEGRADO EL SISTEMA DE MEDIDA Y CONTROL DE LAS INSTALACIONES. INCLUSO, CUOTA MENSUAL TELEFÓNICA (DURANTE LA VIGENCIA DEL CONTRATO DE SERVICIOS ENERGÉTICOS) Y PUESTA EN MARCHA DE TODO EL SISTEMA. MEDIDA LA UD COMPLETAMENTE EJECUTADA, TERMINADA, FUNCIONANDO Y CERTIFICADA.			
		1,00	5.000,00	5.000,00
<b>TOTAL 05.....</b>				<b>5.000,00</b>

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>06</b>	<b>GESTIÓN DEL PROYECTO</b>			
06.01	UD PROYECTO Y LEGALIZACIÓN UD. DE REDACCIÓN Y TRAMITACIÓN DE PROYECTO DE CALEFACCIÓN Y PROYECTO DE GAS, VISADOS POR EL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE ANDALUCÍA OCCIDENTAL, INCLUSO TRAMITACIÓN DE AMBOS EN LA CONSEJERÍA DE INDUSTRIA, E INCLUSO SOLICITUD DE LICENCIA DE OBRAS ANTE LOS ORGANISMOS COMPETENTES (EXCLUIDO EL PAGO DE LAS TASAS MUNICIPALES), E INCLUSO EMISIÓN DE CERTIFICADO FINAL DE OBRA. MEDIDA LA UD. CERTIFICADA.			
		1,00	2.000,00	2.000,00
06.02	UD DIRECCIÓN DE OBRA Y PUESTA EN MARCHA UD DIRECCIÓN TÉCNICA FACULTATIVA DE LA INSTALACIÓN, PARA EL CONTROL DE LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, ASÍ COMO CERTIFICACIÓN DE LA TERMINACIÓN DE ESTAS, A EFECTOS DE ORGANISMOS OFICIALES COMPETENTES, CERTIFICADOS DE MONTAJE Y MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES. MEDIDA LA UD TERMINADA.			
		1,00	500,00	500,00
06.03	IMPUESTO SOBRE CONSTRUCCIONES, INSTALACIONES Y OBRAS UD. DE TRAMITACIÓN Y EL CORRESPONDIENTE PAGO DEL IMPUESTO SOBRE CONSTRUCCIONES, INSTALACIONES Y OBRAS, IMPUESTO DE CARÁCTER LOCAL QUE DEBE ABONAR, EN NOMBRE DE LA COMUNIDAD DE PROPIETARIOS, CACTUS2e QUE REALIZARÁ LA LIQUIDACIÓN, Y SU IMPORTE SE CORRESPONDERÍA AL 3,5% DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM). MEDIDA LA UD. CERTIFICADA.			
		1,00	2.250,00	2.250,00
06.04	UD PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD Y COORDINACIÓN S&S UD DE ELABORACIÓN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD, APERTURA CENTRO DE TRABAJO, COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD, SE ESTIMAN 4 VISITAS DURANTE EL TRANSCURSO DE LA OBRA. MEDIDA LA UD. CERTIFICADA.			
		1,00	1.500,00	1.500,00
<b>TOTAL 06.....</b>				<b>6.250,00</b>

# PRESUPUESTO DESCOMPUESTOS Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>07</b>	<b>OTRAS ACTUACIONES</b>			
07.01	UD INSTALACIÓN LÁMPARAS LED UD. MONTAJE DE LÁMPARAS LED EN ZONAS COMUNES DE TODAS LAS PLANTAS INCLUYENDO DETECTORES DE PRESENCIA.			
		1,00	1.550,00	1.550,00
07.02	UD REPOSICIÓN DE SERVICIO DE ACS UD MODIFICACIÓN DE EMERGENCIA DE INSTALACIÓN DE ACS CON CALDERA DE CALEFACCIÓN INCLUYENDO TUBERÍAS, CODOS Y ACCESORIOS Y PEQUEÑO MATERIAL NECESARIO. INSTALACIÓN DE 3 EQUIPOS BOMBA DE CALOR INCLUYENDO TUBERÍA MULTICHAPA, AISLAMIENTO, CABLEADO, ACCESORIO Y PEQUEÑO MATERIAL NECESARIO. RETIRADA DE EQUIPOS BOMBA DE CALOR, INCLUYENDO LA RESTAURACIÓN DE LA OPERATIVA EN EL ESTADO ANTERIOR. MANO DE OBRA Y PUESTA EN MARCHA INCLUIDOS.			
		1,00	1.920,00	1.920,00
<b>TOTAL 07.....</b>				<b>3.470,00</b>
<b>TOTAL.....</b>				<b>73.950,00</b>

## **ANEXO 4: PLANIFICACIÓN**

---

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	28 mar '22	04 abr '22	11 abr '22	18 abr '22	25 abr '22	02 may '22	09 may '22	16 may '22	23 may '22	30
					L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	
1	<b>OBRAS DE MEJORA Y RENOVACIÓN</b>	<b>42 días</b>	<b>vie 01/04/22</b>	<b>lun 30/05/22</b>										
2	DEFINICIÓN Y PREPARACIÓN	12 días	vie 01/04/22	dom 17/04/22										
3	Proyecto Técnico	10 días	vie 01/04/22	jue 14/04/22										
4	Plan de Obras de Instalaciones	10 días	vie 01/04/22	jue 14/04/22										
5	Solicitud Licencia de Obra	1 día	mié 13/04/22	mié 13/04/22										
6	Plan de Seguridad y Salud	4 días	mar 12/04/22	vie 15/04/22										
7	Plan de Gestión de Residuos	4 días	mar 12/04/22	vie 15/04/22										
8	Tramitación Pedidos Subcontratas	1 día	vie 15/04/22	vie 15/04/22										
9	EJECUCIÓN	42 días	vie 01/04/22	lun 30/05/22										
10	Recopilación de materiales	4,4 sem.	vie 01/04/22	lun 02/05/22										
11	Sistema de Iluminación Zonas Comunes	3 días	mar 19/04/22	jue 21/04/22										
12	Desmontaje Equipos Existentes	4 días	mar 19/04/22	vie 22/04/22										
13	Desmontaje Inicio Obra	4 días	mar 19/04/22	vie 22/04/22										
14	Desmontaje Final Obra	2 días	mar 19/04/22	mié 20/04/22										
15	Adecuación Sala Calderas	13 días	mar 19/04/22	jue 05/05/22										
16	Etapas 1.- Destrucción bancada	4 días	mar 19/04/22	vie 22/04/22										
17	Etapas 2.- Trabajos Albañilería	6 días	lun 25/04/22	lun 02/05/22										
18	Etapas 3.- Limpieza y Pintura	3 días	mar 03/05/22	jue 05/05/22										
19	Instalación de gas	9 días	mar 03/05/22	vie 13/05/22										
20	Etapas 1.- Tuberías exterior sala calderas	5 días	mar 03/05/22	lun 09/05/22										
21	Etapas 2.- Electroválvula	1 día	mar 10/05/22	mar 10/05/22										
22	Etapas 3.- Tuberías interior sala calderas	3 días	mar 10/05/22	jue 12/05/22										
23	Etapas 4.- Sistema detección fugas	1 día	vie 13/05/22	vie 13/05/22										
24	Instalación de Eléctrica	6 días	mar 10/05/22	mar 17/05/22										
25	Instalación Equipos de Producción (Calderas)	3 días	mar 17/05/22	jue 19/05/22										
26	Instalación Colector de Humos	2 días	vie 20/05/22	lun 23/05/22										
27	Instalación Sistema Hidráulico	1 sem	mar 24/05/22	lun 30/05/22										
28	Instalación Equipos Auxiliares	4 días	mar 24/05/22	vie 27/05/22										
29	Instalación de Acumulador	1 día	lun 30/05/22	lun 30/05/22										
30	Puesta en marcha del sistema	2 días	mié 20/04/22	jue 21/04/22										
31	Instalación Sistema de Control	6 días	vie 22/04/22	vie 29/04/22										
32	Inertización Depósito de Gasoil	5 días	mar 03/05/22	lun 09/05/22										
33	Remates y Comprobaciones	5 días	mar 26/04/22	lun 02/05/22										
34	Finalización Obra	5 días	mar 03/05/22	lun 09/05/22										

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	28 mar '22	04 abr '22	11 abr '22	18 abr '22	25 abr '22	02 may '22	09 may '22	16 may '22	23 may '22	30
					L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	L M X J V S D	
1	<b>OBRAS DE MEJORA Y RENOVACIÓN</b>	<b>42 días</b>	<b>vie 01/04/22</b>	<b>lun 30/05/22</b>										
2	DEFINICIÓN Y PREPARACIÓN	12 días	vie 01/04/22	dom 17/04/22										
3	Proyecto Técnico	10 días	vie 01/04/22	jue 14/04/22										
4	Plan de Obras de Instalaciones	10 días	vie 01/04/22	jue 14/04/22										
5	Solicitud Licencia de Obra	1 día	mié 13/04/22	mié 13/04/22										
6	Plan de Seguridad y Salud	4 días	mar 12/04/22	vie 15/04/22										
7	Plan de Gestión de Residuos	4 días	mar 12/04/22	vie 15/04/22										
8	Tramitación Pedidos Subcontratas	1 día	vie 15/04/22	vie 15/04/22										
9	EJECUCIÓN	42 días	vie 01/04/22	lun 30/05/22										
10	Recopilación de materiales	4,4 sem.	vie 01/04/22	lun 02/05/22										
11	Sistema de Iluminación Zonas Comunes	3 días	mar 19/04/22	jue 21/04/22										
12	Desmontaje Equipos Existentes	4 días	mar 19/04/22	vie 22/04/22										
13	Desmontaje Inicio Obra	4 días	mar 19/04/22	vie 22/04/22										
14	Desmontaje Final Obra	2 días	mar 19/04/22	mié 20/04/22										
15	Adecuación Sala Calderas	13 días	mar 19/04/22	jue 05/05/22										
16	Etapas 1.- Destrucción bancada	4 días	mar 19/04/22	vie 22/04/22										
17	Etapas 2.- Trabajos Albañilería	6 días	lun 25/04/22	lun 02/05/22										
18	Etapas 3.- Limpieza y Pintura	3 días	mar 03/05/22	jue 05/05/22										
19	Instalación de gas	9 días	mar 03/05/22	vie 13/05/22										
20	Etapas 1.- Tuberías exterior sala calderas	5 días	mar 03/05/22	lun 09/05/22										
21	Etapas 2.- Electroválvula	1 día	mar 10/05/22	mar 10/05/22										
22	Etapas 3.- Tuberías interior sala calderas	3 días	mar 10/05/22	jue 12/05/22										
23	Etapas 4.- Sistema detección fugas	1 día	vie 13/05/22	vie 13/05/22										
24	Instalación de Eléctrica	6 días	mar 10/05/22	mar 17/05/22										
25	Instalación Equipos de Producción (Calderas)	3 días	mar 17/05/22	jue 19/05/22										
26	Instalación Colector de Humos	2 días	vie 20/05/22	lun 23/05/22										
27	Instalación Sistema Hidráulico	1 sem	mar 24/05/22	lun 30/05/22										
28	Instalación Equipos Auxiliares	4 días	mar 24/05/22	vie 27/05/22										
29	Instalación de Acumulador	1 día	lun 30/05/22	lun 30/05/22										
30	Puesta en marcha del sistema	2 días	mié 20/04/22	jue 21/04/22										
31	Instalación Sistema de Control	6 días	vie 22/04/22	vie 29/04/22										
32	Inertización Depósito de Gasoil	5 días	mar 03/05/22	lun 09/05/22										
33	Remates y Comprobaciones	5 días	mar 26/04/22	lun 02/05/22										
34	Finalización Obra	5 días	mar 03/05/22	lun 09/05/22										