



---

# **Universidad de Valladolid**

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,  
Agronómica y de la Bioenergía**

**Campus de Soria**

**GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**TITULO: PROYECTO DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD DE UNA  
EXPLOTACIÓN GANADERA PORCINA DE 2.000 MADRES  
REPRODUCTORAS EN COSCURITA (SORIA) BASADA EN LA  
MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

~~~~~

**AUTOR: RUBÉN BAHÓN SILVERIO**

**DEPARTAMENTO: Ingeniería Agrícola y Forestal**

**TUTOR/ES: MIGUEL BROTO CARTAGENA**

**SORIA, JUNIO DE 2019**



***AUTORIZACIÓN del TUTOR  
del TRABAJO FIN DE GRADO***

D. Miguel Broto Cartagena, profesor del departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, como Tutor del TFG titulado

PROYECTO DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN GANADERA PORCINA DE 2.000 MADRES REPRODUCTORAS EN COSCURITA (SORIA) BASADA EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

presentado por el alumno D. RUBÉN BAHÓN SILVERIO

da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que el Trabajo de Fin de Grado es suficientemente adecuado para ser presentado y defendido por parte del alumno Rubén Bahón Silverio

Soria, 21 de junio de 2019

El Tutor del TFG,

Fdo.: Miguel V. Broto Cartagena



## **RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO**

TÍTULO: PROYECTO DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN GANADERA PORCINA DE 2.000 MADRES REPRODUCTORAS EN COSCURITA (SORIA) BASADA EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL.

TUTOR(ES): MIGUEL BROTO CARTAGENA.

AUTOR: RUBÉN BAHÓN SILVERIO.

RESUMEN:

El presente proyecto tiene como finalidad atender la demanda del promotor de mejorar la rentabilidad de una explotación de 2.000 cabezas de cerdo ubicada en el término municipal de Coscurita, en la provincia de Soria (España), teniendo como base la mejora de la eficiencia energética de dicha explotación ganadera.

El contexto en el que se lleva a cabo dicho proyecto tiene en cuenta la situación actual a nivel mundial debido al agotamiento de la energía proveniente de combustibles fósiles, es decir, energía no renovable, el cuidado del medio ambiente y la recesión económica.

Durante los últimos años, la creciente preocupación por el cambio climático, ha llevado a los gobiernos de distintos países a desarrollar un plan de actuación con el que reducir los efectos de la industrialización y el consumo de energía. Teniendo en cuenta este efecto negativo sobre el medio, el *Protocolo de Kioto* supone para los países firmantes una implicación en la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) sobre la atmósfera, ya que son los causantes del calentamiento global del planeta.

Para ello, se propone para dicha explotación la disminución de los costes ocasionados por el consumo energético y la reducción de emisiones de GEI, sometiendo a la instalación a una evaluación energética siguiendo como guía la norma UNE-EN 16247 de Auditorías Energéticas.

En el proyecto se analiza la situación energética actual de la granja porcina, se estudian las diferentes áreas de mejora para finalmente definir y elegir entre las alternativas propuestas la más rentable para el promotor, quedando las tareas necesarias para la realización de las mejoras definidas de modo que queda cumplida la normativa vigente y los requisitos del promotor.

Las soluciones elegidas para el ahorro energético y diseño de las obras imprescindibles para llegar a las mismas han sido adoptadas teniendo en cuenta las condiciones expuestas por el promotor. De esta forma, el ahorro conseguido en la granja porcina con las medidas de ahorro energético de sustitución de fluorescentes por LED, cambio de motores eléctricos por unos de eficiencia IE3 y el ajuste de la potencia contratada es de un total de 19.200,42 kWh/año, que supone un ahorro económico anual de 5.016,94 €. A su vez, con las mejoras de la eficiencia en energía térmica, consistentes en el cambio del material aislante y sustitución de la caldera actual por una de biomasa, se consigue un ahorro de 95.506,59 € anuales y 427.713,90 kWh/año. La reducción total de emisiones de GEI es de 470.177,86 Kg CO<sub>2</sub> / año.



# ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO:

## Contenido:

### Documento N° I: Memoria

#### Anejos a la memoria

Anejo I: condicionantes del proyecto.

Anejo II: situación actual.

Anejo III: estudio de alternativas.

Anejo IV: ingeniería del proyecto.

Anejo V: ejecución y puesta en marcha.

Anejo VI: estudio básico de seguridad y salud.

Anejo VII: estudio económico.

Anejo VIII: estudio de impacto ambiental.

### Documento N° II: Planos

### Documento N° III: Pliego de condiciones

### Documento N° IV: Presupuesto





---

## DOCUMENTO I: MEMORIA

---



# ÍNDICE DOCUMENTO 1: MEMORIA

Contenido:

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. OBJETO DEL PROYECTO</b> .....                                             | 4  |
| 1.1. Naturaleza del proyecto. ....                                              | 4  |
| 1.2. Agentes. ....                                                              | 4  |
| 1.3. Descripción de la instalación. ....                                        | 4  |
| <b>2. ANTECEDENTES</b> .....                                                    | 6  |
| 2.1. Motivaciones. ....                                                         | 6  |
| 2.2. Bases del proyecto.....                                                    | 6  |
| 2.3. Condicionantes del promotor. ....                                          | 6  |
| 2.4. Condicionantes para la realización del proyecto.....                       | 7  |
| a) Condicionantes legales .....                                                 | 7  |
| b) Condicionantes físicos.....                                                  | 7  |
| c) Condicionantes de producción .....                                           | 8  |
| 2.5. Situación actual del ciclo productivo. ....                                | 9  |
| 2.6. Situación energética actual.....                                           | 9  |
| a) Eficiencia energética aplicada al proyecto .....                             | 9  |
| b) Envoltente térmica.....                                                      | 9  |
| c) Consumo de energía eléctrica.....                                            | 10 |
| d) Consumo de energía térmica .....                                             | 10 |
| e) Evaluación energética inicial .....                                          | 10 |
| <b>3. OBJETIVOS</b> .....                                                       | 12 |
| <b>4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b> .....                                         | 13 |
| 4.1. Alternativas de producción. ....                                           | 13 |
| 4.2. Alternativas de mejora de eficiencia en energía eléctrica. ....            | 13 |
| 4.3. Alternativas de mejora de eficiencia en energía térmica. ....              | 14 |
| 4.4. Selección de alternativas. ....                                            | 14 |
| 4.5. Evaluación energética. ....                                                | 15 |
| <b>5. INGENIERÍA DEL PROYECTO</b> .....                                         | 17 |
| 5.1. Proceso .....                                                              | 17 |
| 5.2. Mejora de la eficiencia en energía eléctrica.....                          | 17 |
| 5.3. Mejora de la eficiencia en energía térmica. ....                           | 19 |
| <b>6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS</b> .....             | 21 |
| 6.1. Obras e instalaciones para la mejora de eficiencia en energía eléctrica.21 |    |
| 6.2. Obras e instalaciones para la mejora de eficiencia en energía térmica..    | 21 |

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| <b>7. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS</b> ..... | 22 |
| <b>8. PRESUPUESTO</b> .....               | 23 |
| <b>9. ESTUDIO ECONÓMICO</b> .....         | 24 |
| <b>10. VALORACIÓN AMBIENTAL</b> .....     | 25 |

# 1. OBJETO DEL PROYECTO

## 1.1. Naturaleza del proyecto

La redacción del presente proyecto tiene por objeto la evaluación de la eficiencia energética de una explotación ganadera porcina de 2.000 madres reproductoras en Coscurita (Soria), con el fin de lograr un incremento de la rentabilidad de la misma.

A su vez, constituye parte del Trabajo de Fin de Grado del grado en Ingeniería Agraria y Energética, perteneciente a la Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal, Agronómica y de la Bioenergía (EIFAB), como requisito para obtener dicho Grado.

En el contenido del proyecto se expone la situación actual de las instalaciones y equipos, analizando los consumos energéticos, se evalúan las distintas alternativas para reducir el gasto energético y se definen y proyectan las actuaciones de mejoramiento, buscando obtener una mayor rentabilidad de la explotación.

## 1.2. Agentes

El promotor es S.A.T. Las Parras, con DNI/NIF F42006056 y localizado en CR Nacional III 0, en la población de Coscurita en la provincia de Soria.

Proyectista: D. Rubén Bahón Silverio, Ingeniero Agrario y Energético.

CIF: 72893561Y

Residencia: C/ Enrique García Carrilero 9, 2º B.

Localidad: Soria, Soria.

Código postal: 42004

## 1.3. Descripción de la instalación

La explotación ganadera está situada en el término municipal de Coscurita (Soria), más en concreto en el polígono 1, parcela 9.000, en el páramo conocido como Los Huertezuelos. Para llegar al páramo donde se encuentra la granja hay que seguir la carretera SO-20 Autovía de Navarra y cogiendo la salida 36, correspondiente a Bordejé y La Miñosa, se accede al camino SO-P-3053 que conduce hasta el emplazamiento.

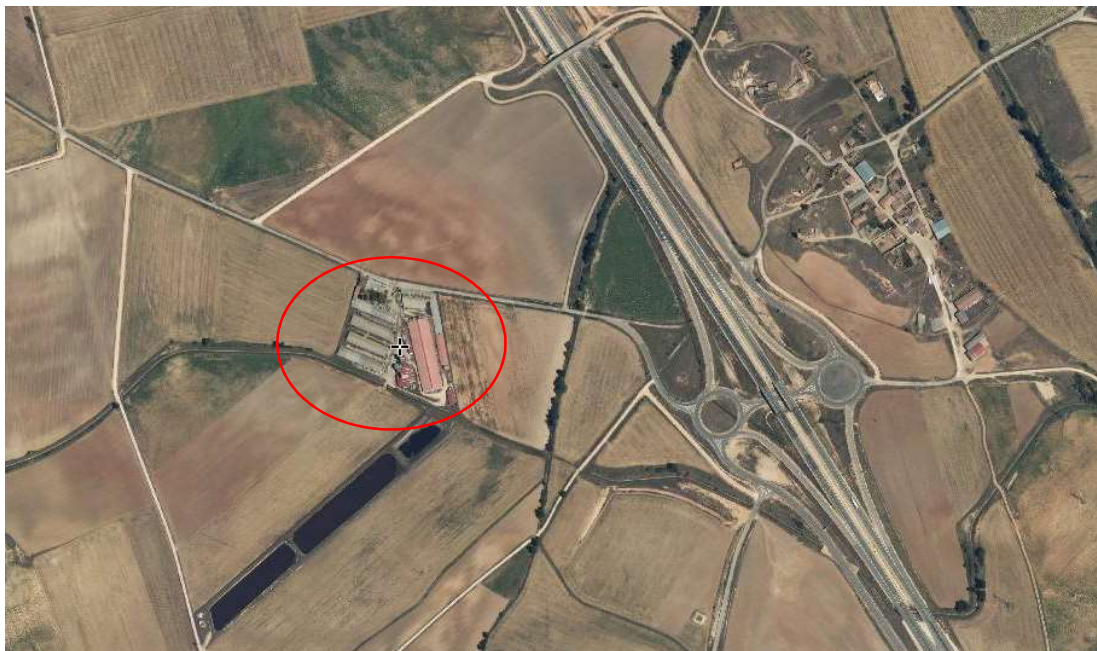


Ilustración 1. Emplazamiento de la explotación ganadera Las Parras. Fuente: Visor SigPac.

Los datos geográficos correspondientes a la explotación son:

- Latitud: 41° 26' 51'' N
- Longitud: 2° 30' 50'' W
- Coordenadas UTM Huso 30: 540.596,84 x – 4.588.573,33 y.
- Altitud sobre el nivel del mar: 964 (m).

La parcela cuenta con una superficie total de 2,5902 ha, localizándose fuera del casco urbano al oeste del municipio de Coscurita, pudiendo diferenciar en dichas hectáreas las naves donde se realiza la cría de los lechones y la gestación de las cerdas. En el catastro la parcela figura como no urbanizable y de tipo agrario, estando sujeto el terreno donde se encuentra al cumplimiento normativo referido a la ordenación de explotaciones agropecuarias.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. Motivaciones

La principal idea para promover dicho proyecto por parte del promotor es la mejora de la rentabilidad de su explotación, principalmente motivada por la reducción de los costes que suponen las naves y las cabezas de ganado.

La elección que se opta por tomar es la mejora de la eficiencia energética, aumentando la rentabilidad y disminuyendo los costes, ya que además de ser un apartado importante de los gastos el consumo energético, es el único sobre el cuál puede actuar el promotor. Sin poder actuar sobre el ciclo de cría que se desarrolla en la granja, la iniciativa es la de alcanzar las condiciones requeridas con el menor coste a poder ser.

Paralelamente, la motivación del autor del presente proyecto es el presentar un proyecto final de carrera centrado en las competencias adquiridas a lo largo del grado estudiado, además de poder reducir gastos y emisiones de gases nocivos a la atmósfera, con los consecuentes beneficios que dichas prácticas conllevan.

### 2.2. Bases del proyecto

El objetivo del proyecto es la reducción de los costes en la explotación, correspondiendo dichos gastos en el aspecto de energético y térmico. Para poder cumplir con los objetivos, se analizan las instalaciones, con la meta de localizar los diferentes campos de mejora, posterior identificación y desarrollo de las diferentes alternativas, selección de las mejores opciones que cumplan de manera más óptima los objetivos y por último se definirán las obras a llevar a cabo con detalle para su realización en base a las normativas vigentes a día de hoy.

### 2.3. Condicionantes del promotor

Para la ejecución del proyecto, el promotor y propietario de la explotación establece una serie de condiciones, que son:

- Análisis de la situación energética actual de la explotación porcina, con los correspondientes consumos y las posibles mejoras en instalaciones y maquinaria presentes en las naves.
- Rápida amortización de la inversión a realizar.
- El periodo de tiempo de ejecución de las obras tiene que ser el mínimo posible, ya que se quiere alterar lo menos posible el ciclo productivo que tiene lugar en la explotación, evitando de esta manera posibles pérdidas económicas.

## 2.4. Condicionantes para la realización del proyecto

### a) Condicionantes legales

Respecto a la normativa urbanística aplicable, el proyecto tendrá que obedecer el documento de Norma Urbanística Municipal de Coscurita (Soria), la cual tiene por objeto la ordenación urbanística y territorial del municipio de Coscurita. Como se puede observar en el Anejo I de la presente memoria, el proyecto que se plantea cumple con las condiciones que dicta la norma. En materia a la normativa referente a la edificación, se cumple, en la redacción del proyecto, con el Código Técnico de la Edificación (CTE) y con todos los Documentos Básicos.

En cuanto a eficiencia energética se refiere, se debe cumplir el R.D.56/2016 el cual insta a las empresas grandes a imponerse a una primera auditoría energética, con al menos el 85 % de energía final de consumo, en un período de tiempo correspondiente a 9 meses, siendo posteriormente este periodo de cada 4 años.

La evaluación de la eficiencia energética se lleva a cabo siguiendo como referencia la normativa UNE-EN 16247 de Auditorías Energéticas.

La normativa a tener en cuenta en el ámbito ganadero es:

- Ley 6/1994, de 19 de mayo, de sanidad animal en Castilla y León.
- Decreto 266/1998, de 17 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de sanidad animal.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- R.D. 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.
- R.D. 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos.

A su vez, se han considerado para la realización del proyecto otras normas, de obligado cumplimiento, las cuales pueden tener una repercusión directa o indirecta en la ejecución, pudiendo ser consultadas en el Anejo I correspondiente a condicionantes del proyecto.

### b) Condicionantes físicos

Los condicionantes físicos que se han tenido en cuenta para la redacción del presente proyecto se explican brevemente a continuación, pudiendo observar más extensamente su contenido en el Anejo I de la memoria.

- **Clima:** factor fundamental a tener en cuenta ya que determina el gasto energético de la explotación, siendo decisivo para la envolvente térmica y equipos de climatización y ventilación, ya que determinan las condiciones de los lechones en las naves.



La explotación se sitúa en un ambiente típico de la meseta Norte, más en concreto clima continental con influencia atlántica y marcadas variaciones termométricas, tanto anuales como diarias. Los veranos son cortos y secos y los inviernos largos y fríos, siendo necesaria la regulación de la temperatura gracias a los equipos presentes de calefacción y ventilación.

- **Suelo y agua:** ambos factores no son relevantes en la evaluación de la eficiencia energética que se va a realizar. En el caso del suelo, las instalaciones y naves ya están construidas y establecidas, mientras que el agua se obtiene de un pozo ya existente en la finca, siendo usada para consumo de las cabezas de ganado y para actividades de limpieza.
- **Mano de obra:** para poder ejecutar las medidas de ahorro y eficiencia energética se estudia la contratación de personal ajeno a la granja puesto que algunas de las tareas requieren de personal especializado. Por otro lado, determinadas tareas podrán ser desarrolladas por el propietario y trabajadores de la explotación.

### c) Condicionantes de producción

Tener un ambiente controlado es uno de los papeles fundamentales para la cría de lechones, siendo uno de los problemas en ocasiones del mal funcionamiento de las explotaciones. Presentar una ventilación insuficiente, además de un control malo de la temperatura ambiente y de la humedad, son los problemas que encontramos en las naves destinadas al nacimiento y crecimiento de los cerdos. A su vez, un correcto control de las temperaturas ayuda a tener una sanidad óptima, ya sea en el entorno de la explotación como en la calidad de la carne.

La temperatura, humedad relativa y ventilación son los principales condicionantes de la producción, encontrando su desarrollo más extenso en el Anejo I de la Memoria. Sus características principales son:

- **Temperatura:** la temperatura media que se requiere en el interior de las naves de cría es de 25 ° C, mientras que las madres gestantes necesitan unas condiciones de 20 ° C. El incumplimiento de las temperaturas supone un retraso en el crecimiento de los animales, condicionando de esta forma el ciclo de la granja.
- **Humedad relativa:** durante los primeros días tras el nacimiento de los lechones la humedad relativa presente en el ambiente es trascendental, teniendo repercusiones si se sobrepasan tanto por encima como por debajo. Los valores en tanto por ciento que se tienen que mantener en las naves de cría son de entre 50 y 60 %.
- **Ventilación:** el tener una buena circulación del aire es esencial para las condiciones óptimas en las naves, estando relacionada con la temperatura y la humedad relativa. La necesidad de tener ventilación es debido a la producción de gases de los animales, además del polvo, humedad y elementos orgánicos que son dañinos para los cerdos en concentraciones elevadas. Con un peso en vivo de hasta 5 kg por lechón, tenemos que conseguir una ventilación mínima de 4 m<sup>3</sup>/hora y máxima de 6,5 m<sup>3</sup>/hora por lechón.

## 2.5. Situación actual del ciclo productivo

La explotación lleva a cabo 2,5 ciclos productivos al año, teniendo en cuenta los días post-destete de la hembra, cubrición, periodo de gestación, parto, destete y vacío sanitario. En el Anejo II se detallan las fases y días que presenta un ciclo.

La granja lleva a cabo todas las semanas el destete de 95 cerdas, con una producción aproximada de 1.000 lechones por semana. Esto supone un total de 52.000 lechones destetados al año, con 2.000 madres reproductoras presentes actualmente en la granja.

## 2.6. Situación energética actual

### a) Eficiencia energética aplicada al proyecto:

En el contexto europeo actual, con la lucha contra el cambio climático como una de las principales prioridades, la eficiencia energética se dirige a un uso eficiente de la energía y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al consumo de energía. Por tanto, el objetivo esencial es reducir tanto el consumo de energía como las emisiones de GEI, con el consumo de energías con bajos factores de emisión, y principalmente las renovables. De este modo, la eficiencia energética se expresa en unidades de emisiones de gases de efecto invernadero, en toneladas de CO<sub>2</sub>.

Para poder ayudar con la mejora de la eficiencia energética, tienen que considerarse unos factores implicados de manera directa, como es el caso de las condiciones climáticas del entorno y necesidades requeridas en el interior de las naves según la especie y estado de desarrollo, así como las fuentes de energía utilizadas.

Las sugerencias para establecer dicha mejora están centradas en una combinación de las normas constructivas y equipamiento de las explotaciones ganaderas como son: materiales para la construcción, aislante, sistema de ventilación, iluminación y sistema de calefacción. De esta forma se tiene que asegurar un funcionamiento adecuado de los diferentes aparatos y sistemas sin que la actividad de alguno de ellos suponga un malgasto de la energía o una emisión innecesaria de GEI.

### b) Envoltente térmica

La envoltente térmica es esencial en la explotación ganadera, especialmente en las naves correspondientes a la cría de los lechones, ya que si se tienen pérdidas de calor puede verse afectado el desarrollo y crecimiento de las mismas. A su vez, además de producir efectos en el ciclo normal de los lechones, el gasto en calefacción será superior para poder alcanzar los niveles de temperatura adecuados, lo que implica un incremento del coste en el sistema térmico y por lo tanto un gasto extra que se tendría que afrontar en la explotación y unas mayores emisiones de GEI.

Para evitar dichas pérdidas de calor, tanto en las naves y módulos de maternidad, como en la correspondiente a la de gestación, se cuenta con un sistema de aislamiento de 5 cm de poliestireno expandido (EPS) en las paredes y techos, además de 2 cm de este aislante en el sistema de calefacción por suelo radiante.

### c) Consumo de energía eléctrica

La explotación ganadera cuenta en su disposición con el equipamiento necesario para desarrollar el proceso de maternidad y cría de los lechones correctamente. El éxito del funcionamiento óptimo se consigue en la actualidad con equipos mecánicos, los cuales facilitan las tareas a llevar a cabo, como puede ser la distribución del alimento, limpieza de la explotación... De esta forma se consigue el objetivo de las instalaciones, que no es otro que el de proporcionar a los animales y trabajadores de la explotación la máxima comodidad para alcanzar el nivel de producción deseado y asumir el mínimo riesgo, siendo los equipos utilizados para dicho fin consumidores de energía eléctrica.

Los equipos consumidores de energía eléctrica son los siguientes, pudiendo ver en profundidad en el Anejo II, correspondiente a "situación actual", cada uno de los equipos.

- **Bomba de pozo profundo y sistema de distribución del agua:** la bomba es una electrobomba sumergida de eficiencia IE2, compacta e inoxidable, con una potencia de 1,5 CV. Gracias a un sistema de red de tuberías y por medio de un grupo de presión se distribuye el agua por las distintas naves hasta los chupetes o bebederos instalados en cada cochinería.
- **Sistema de distribución del alimento:** los transportadores del pienso son accionados por moto reductores de eficiencia IE2 de 2.2 kW de potencia, activados de forma automática por cada cerdo cuando va a comer, ya que la línea transportadora en espiral distribuye la dosis necesaria para cada accionamiento.
- **Ventilación:** los motores empleados para el control de las ventanas presentan una potencia de 0.75 kW y de eficiencia IE2.
- **Iluminación:** las naves presentan una iluminación interior LED de 16 W de potencia, a excepción de una de las naves de cría que cuenta con fluorescentes de 36 W.
- **Sistema de limpieza:** la limpieza se lleva a cabo con máquinas hidrolimpiadoras eléctricas de agua, las cuales tienen 15 CV de potencia.

### d) Consumo de energía térmica

Actualmente, se cuenta en la explotación con una caldera que utiliza gasoil como combustible para generar energía térmica, con un consumo anual de 120.000 litros de gasoil. Dicha caldera es utilizada tanto en el sistema de calefacción de las naves por suelo radiante como en el sistema de incineración de cadáveres.

### e) Evaluación energética inicial

Los gastos que presentan los equipos presentes en las instalaciones, siendo desarrollados en el Anejo III, son los siguientes:

- Iluminación: con un total de 504 dispositivos LED y 120 fluorescentes, el consumo energético al ciclo es de 15.891,12 kWh, siendo de 39.727,80 kWh por año.

- Mecanización: contando en la explotación con dispositivos de eficiencia IE2, presenta un total de 14 motores de 2.2 kW destinados a la alimentación, y para alimentación se requieren motores de 0.75 kW. De esta forma el consumo energético es de 19.821,5 kWh por ciclo, siendo de 49.553,75 kWh por año.
- Climatización y ACS: el consumo de gasoil anualmente para el sistema de calefacción es de 120.000 litros, cuyo precio es de 0,904 €/litro, por lo que el gasto anual que supone es de 108.480 €.

De esta forma, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a este consumo de energía, como puede observarse en el Anejo VIII, son:

➤ Iluminación:

$$39.727,80 \text{ kWh} \cdot 0,331 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 13.149,90 \text{ kg CO}_2 / \text{año.}$$

➤ Mecanización:

$$49.553,75 \text{ kWh} \cdot 0,331 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 16.402,29 \text{ kg CO}_2 / \text{año.}$$

➤ Climatización y ACS:

1l de gasoil tiene un poder calorífico inferior (PCI) de 10.08 kWh, de esta forma, los 120.000 litros que se consumen anualmente en la explotación suponen un total de 1.121.600 kWh.

Con un factor de emisión de 0,311 kg de CO<sub>2</sub> / kWh, el total de emisiones producidas es: 1.121.600 kWh · 0,311 kg CO<sub>2</sub>/kWh = 348.817,60 kg CO<sub>2</sub> / año.

### 3. OBJETIVOS

El proyecto tiene como objetivo la eficiencia energética de la explotación ganadera, situada en el municipio de Coscurita (Soria), exigiendo la granja las condiciones climáticas necesarias para el correcto funcionamiento de las instalaciones y mejoras para alcanzar la reducción de consumo de energía y de emisiones de GEI. Por ello, se plantea como objetivo cuantificar y calcular los gastos, consumos, y difusiones de gases de efecto invernadero asociadas de los distintos equipos presentes en las naves ganaderas, con la intención de presentar mejoras en la propia explotación para disminuir los gastos.

La transición en la explotación porcina hacia el uso de energías renovables y el autoconsumo es un hecho, por lo que se busca dar una continuidad a dicho cambio para disminuir la dependencia energética de la que consta la granja. Dicha optimización de la energía no puede ser un problema a la hora de un correcto funcionamiento en el ciclo de cría de los lechones, ni tampoco reducir el nivel de bienestar animal. De esta forma se busca obtener un adecuado aporte energético con un suministro garantizado.

Gracias a la introducción de energías renovables que se quiere incorporar en la explotación, se obtiene una menor dependencia en las variaciones del precio de la electricidad, debido a la certeza actual que suscita el coste del kWh generado. Como consecuencia, se reduce de este modo la incertidumbre sobre el coste total a pagar, ya que el precio de la factura eléctrica supone un gasto importante y tiene incidencia elevada sobre la rentabilidad de la explotación.

A su vez, se busca disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> que se emiten actualmente a la atmósfera, especialmente las producidas por la combustión de gasoil empleado en el sistema de climatización y ACS.

## 4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Para llevar a cabo el estudio de alternativas se emplea un análisis multicriterio, eligiendo de esta forma la alternativa ideal entre las diferentes opciones planteadas. Dicha elección depende tanto de los beneficios generados en su puesta en marcha como del grado de dificultad existente a la hora de llevar a cabo la implantación, siendo en todos los casos tanto económica como tecnológicamente viable.

En cada una de las situaciones, tienen que ser valoradas, al menos, las alternativas correspondientes a la sustitución y a la ampliación. En el caso de las medidas de sustitución, las que se ejecutan son las generadas por la modificación de equipos lumínicos, climatización o transporte de la energía. Por otro lado, las decisiones de ampliación hacen referencia a la adición de elementos inexistentes, como puede ser el caso de alguna energía limpia o automatización en el control de la energía.

A partir de este análisis se escogen, observando diferentes criterios, la mejor de las alternativas, ponderando el grado de importancia de cada una de las pautas.

En el Anejo III se pueden ver las características de cada una de las alternativas que se han tenido en cuenta para escoger de entre ellas la mejor. A continuación, se exponen las diferentes alternativas con su criterio planteado para la elección.

### 4.1. Alternativas de producción

#### a) Sistema de ventilación:

- A1 = Ventilación natural vertical.
- A2 = Ventilación forzada con presión positiva.
- A3 = Ventilación forzada con presión neutra.
- A4 = Ventilación dinámica o forzada por presión negativa.

Los criterios utilizados para la alternativa de sistema de ventilación son: vida útil, coste de la inversión y funcionalidad.

#### b) Tipos de extractores:

- A1= Ventiladores de pequeño caudal.
- A2 = Ventiladores de gran caudal.
- A3 = Chimeneas de ventilación.

Para la alternativa de tipos de extractores se siguen los criterios de vida útil, mejora de la producción y coste energético.

### 4.2. Alternativas de mejora de eficiencia en energía eléctrica

#### a) Iluminación:

- A1 = Lámparas LED.
- A2 = Lámparas fluorescentes renovadas.
- A3 = Lámparas de vapor de sodio.

Los criterios usados para determinar la alternativa de iluminación son vida útil, coste de inversión y potencia requerida.

#### **b) Mecanización:**

- A1 = Motores trifásicos IE2.
- A2 = Motores trifásicos IE3.

Para la alternativa de mecanización se siguen los criterios de coste de la inversión y eficiencia.

### **4.3. Alternativas de mejora de eficiencia en energía térmica**

#### **a) Climatización y ACS:**

- A1 = Caldera de gasoil renovada.
- A2 = Caldera de biomasa alimentada con astillas.
- A3 = Caldera de biomasa alimentada con pellets.

Utilizados los criterios de vida útil, coste de inversión y operación, seguridad de suministro y riesgo de subida de precios en el combustible.

#### **b) Aislamiento:**

- A1 = Poliestireno extruido (XPS).
- A2 = Poliestireno expandido (EPS).
- A3 = Espuma de poliuretano.

Los criterios utilizados para la alternativa de aislamiento son: vida útil y facilidad de operación.

### **4.4. Selección de alternativas**

Valoradas todas las alternativas, con la asignación de valores y la evaluación de cada una de las alternativas establecido en el Anejo III, las que mayor valoración han obtenido, y siendo las escogidas para llevar a cabo en el proyecto, son:

#### **I. Producción:**

- a) Sistema de ventilación:** al realizar una evaluación de alternativas, una se lleva a cabo para la nave de gestación y otra para las naves de cría, por lo que las alternativas a escoger son diferentes.

En la primera de las instalaciones, la alternativa que mejores resultados ha arrojado es la ventilación natural vertical, puesto que para desempeñar su función no necesita de grandes cantidades de potencia, siendo su consumo energético prácticamente nulo.

Para las naves de cría sólo se valoran las opciones que presentan sistema de ventilación forzada ya que la ventilación natural no permite tener control sobre las condiciones de temperatura y humedad del interior de los módulos. De esta forma, la mejor alternativa es el sistema de ventilación forzada por presión negativa.

- b) **Extractores:** los sistemas de ventilación forzada propuestos necesitan de unos extractores para poder realizar una buena ventilación, escogiendo para ello las chimeneas de ventilación. Con estos extractores se consigue un incremento de la productividad, con una calidad de aire mayor debido a la renovación constante, además de controlar el caudal de aire.

## II. Energía eléctrica:

- a) **Iluminación:** se escogen los dispositivos LED para la iluminación de las naves. El inconveniente es el precio elevado que presentan, pero se compensa con el menor coste de operación con respecto a las demás opciones planteadas debido a su superior eficiencia. Otra de las ventajas es la vida útil, ya que son los equipos más duraderos, sin ser un factor limitante la facilidad de instalación ya que es similar en las demás opciones.
- b) **Mecanización:** se eligen los motores trifásicos IE3. Aunque los motores IE2 presenten una menor inversión, la eficiencia de los escogidos, es decir, los motores IE3, es superior al pertenecer a una clase energética superior, con menores pérdidas de energía.

## III. Energía térmica:

- a) **Climatización y ACS:** escogida la opción de caldera de biomasa alimentada con pellets puesto que asegura la disponibilidad del material y es el que menos riesgo de subida de precio del material combustible presenta.
- b) **Aislante:** se decide optar por la opción de poliestireno extruido (XPS) ya que presenta una vida útil mayor al resto de materiales al tener resistencia al agua y buenas prestaciones frente a condiciones adversas. También la facilidad de operación es un valor determinante ya que se coloca sin ningún tipo de adhesivos y se puede realizar su reemplazo con facilidad.

## 4.5. Evaluación energética

Los gastos que presentan los equipos tras la incorporación de las alternativas, siendo desarrollados en profundidad en el Anejo III, son los siguientes:

- Iluminación: con la sustitución de los fluorescentes por dispositivos LED, la explotación cuenta en su totalidad con elementos LED, por lo que el ahorro energético que supone la nueva medida incorporada es de 3.132 kWh al ciclo, que con 2,5 ciclos que tienen lugar en la explotación al año, se obtiene un ahorro de 1.142,33 €. El periodo simple de recuperación de la inversión se establece aproximadamente en 1 año y 10 meses.



- Mecanización: sustituyendo los motores de eficiencia IE2 por unos de eficiencia superior IE3, se obtiene un ahorro energético de 4.548,17 kWh al ciclo, lo que supone un ahorro anual de 1.337,16 € teniendo 2,5 ciclos productivos al año. El periodo de recuperación de la inversión es de aproximadamente de 2 años y 7 meses.
- Climatización y ACS: con la sustitución de la caldera de gasoil por una que caldera de biomasa alimentada con pellets se ahorra un total de 52.735,20 €/año en combustible, además de incorporar una fuente de energía verde, por lo que se disminuyen las emisiones de GEI a la atmósfera. De esta forma se establece un periodo de recuperación de la inversión inferior a 1 año, de alrededor de 8 meses.
- Aislante: la alternativa escogida para incorporar a las naves de cría permite ahorrar en pérdidas energéticas 427.713,90 kWh/año, siendo el precio del gasoil a 0,10 €/kWh, supone un ahorro en gasoil de 42.771,39 €. La inversión se recupera en un periodo aproximado de 1 año y 6 meses.

Por otra parte, las reducciones de emisiones de GEI, gracias a las medidas adoptadas, son las siguientes:

- Emisiones evitadas por el uso de LED: 2.591,93 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Emisiones evitadas por la sustitución de motores IE2 por IE3: 3.763,71 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Emisiones evitadas por la sustitución de la caldera de climatización y ACS: 330.803,20 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Emisiones evitadas por la incorporación de material aislante: 133.019,02 kg CO<sub>2</sub> / año.

A su vez, si el promotor presenta un Proyecto Clima, se podría recuperar dinero gracias a las medidas tomadas, tanto en el cambio de caldera como en la instalación del aislante. Considerando cero las emisiones de la caldera de biomasa y con un pago de 9,7 € / t CO<sub>2</sub>, la recuperación sería de:

$$(330,8032 + 133,0190) \text{ t CO}_2 / \text{año} \cdot 9,7 \text{ € / t CO}_2 = 4.499,08 \text{ € / año.}$$

## 5. INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 5.1. Proceso

El primer paso para llevar a cabo el presente proyecto es realizar una reunión inicial entre el proyectista y el promotor. En ella, el promotor expone las intenciones que tiene con el proyecto, dando a conocer la tendencia de la explotación ganadera, con su correspondiente tamaño y volumen de trabajo. De esta forma, recabada toda la información, se puede hacer un primer contacto con los equipos presentes en la granja y duración aproximada del proyecto.

Tras la reunión llevada a cabo, se procede a recoger toda la información necesaria correspondiente a la explotación ganadera, como el funcionamiento del proceso de producción de lechones, consumo total de energía y fuentes consumidoras en la explotación. Además, se solicita la cesión de las facturas de la compañía eléctrica contratada para su posterior uso y obtención de información deseada para proceder a la realización de la evaluación energética.

Llevada a cabo la toma de contacto con el sector porcino y con la explotación ganadera que es propósito de estudio, se realiza con el propietario de la empresa una auditoría presencial, visitando la explotación en su totalidad. La finalidad con la que se realiza la auditoría no es otra que llevar a cabo un inventario de los equipos y sistemas que sean susceptibles de conllevar consumo energético. En el Anejo IV de la Memoria, correspondiente a “ingeniería del proyecto”, se observa el inventario de los equipos presentes en la explotación con las horas de consumo al año de cada uno de ellos.

Establecida la toma de datos necesarios, se lleva a cabo un estudio en la explotación de la situación energética actual, con un análisis de las facturas eléctricas. Para ello se elabora una hoja Excel en donde se recogen en tablas los datos de las facturas facilitadas, evolución de consumo de energía en un año y potencia contratada y factura en los diferentes periodos, quedando recogidos en el Anejo IV de la presente Memoria.

### 5.2. Mejora de la eficiencia en energía eléctrica

Las acciones a realizar en la mejora de la eficiencia en energía eléctrica son:

#### a) Sustitución de fluorescentes por LED:

La primera de las medidas de ahorro propuesta es la sustitución de los fluorescentes presentes en una de las naves de maternidad por luminarias de tipo LED.

Dicha sustitución se realiza para poder contar en todas las naves el mismo sistema de iluminación. De esta forma se proyecta la sustitución de ciento veinte fluorescentes localizados en una de las naves de maternidad, cada uno de 36 W, por la misma cantidad de tubos LED, con una potencia de 16 W, aprovechando de esta manera la ubicación actual de los equipos lumínicos, siendo escogidos los fluorescentes LED Philips Universal por las buenas características que presentan.

**b) Sustitución de motores eléctricos:**

Se propone la sustitución de motores eléctricos como segunda medida de ahorro y eficiencia. Dichos motores son los empleados en los mecanismos de ventanas y extractores y en la cadena de distribución del alimento, siendo sustituidos por unos similares, pero de una clase superior de eficiencia energética.

En el caso de la sustitución de los motores eléctricos de tipo IE2 por unos de tipo IE3, la reducción del consumo se debe a un mayor aprovechamiento de la energía, ya que presentan una mayor eficiencia los correspondientes a la clase IE3 incorporada. Dichos motores tienen menos pérdidas, lo que conlleva un requerimiento menor de energía para llevar a cabo la misma tarea.

**c) Ajuste de la potencia contratada:**

Complementario a la sustitución de los elementos de iluminación y mecanización, se puede reducir el gasto económico con la contratación de una potencia adecuada. La explotación tiene contratada una discriminación horaria de tres periodos, punta, llano y valle, siendo el precio distinto para cada uno de dichos periodos.

En las facturas eléctricas se recoge la potencia actual contratada en la explotación, que corresponde con 100 kW para el periodo P1 y P2 y 250 kW para P3. La potencia facturada corresponde con el 85 % de la potencia contratada ya que no se supera en ninguno de los periodos dicho umbral de potencia. Por tanto, la potencia facturada tiene unos valores de 85 kW en P1 y P2 y de 212,5 en P3.

En las lecturas de los máxímetros se observa la potencia en kW que se consume en cada mes. De esta forma, podemos identificar la máxima potencia medida en un año en cada periodo, siendo de 84, 84 y 63 kW para cada periodo respectivamente.

La potencia a contratar se puede establecer en 90 kW para los periodos P1 y P2 y en 70 kW para el periodo P3. De esta forma se disminuye considerablemente dicha potencia, ya que en el caso del periodo 3, el máximo que se ha consumido en un mes es de 63 kW, quedando muy lejos de los 250 kW que se tienen contratados, pagando de esta forma el doble de lo que se ha gastado.

El ahorro que supone el ajuste de la potencia contratada es de un total de 2.537,45 € al año, cifra considerable teniendo en cuenta que la reducción de la misma no conlleva ninguna inversión.

En el Anejo IV se encuentran las características de los elementos nuevos a incorporar para la mejora de la eficiencia en energía eléctrica y tablas en donde se recogen los datos referentes al ajuste de la potencia contratada.

De esta forma, el cuadro resumen con las medidas de ahorro energético queda de la siguiente manera:

Tabla 1. Resumen de las medidas de ahorro energético. Fuente: Elaboración propia.

|                                                                        | Ahorro energético anual (kWh) | Ahorro económico anual (€) | Inversión (€)    | PSRI (años) |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|-------------|
| <b>MAE 1:</b> Sustitución de fluorescentes por LED                     | 7.830                         | 1.142,33                   | 3.669,60         | 1,81        |
| <b>MAE 2:</b> Sustitución de motores eléctricos                        | 11.370,42                     | 1.337,16                   | 7.202,52         | 2,52        |
| <b>MAE 3:</b> Análisis de las facturas y ajuste de potencia contratada | 0                             | 2.537,45                   | 0                | 0           |
| <b>TOTAL</b>                                                           | <b>19.200,42</b>              | <b>5.016,94</b>            | <b>10.872,12</b> |             |

### 5.3. Mejora de la eficiencia en energía térmica

Para la mejora de la eficiencia en energía térmica se propone:

#### a) Sustitución de caldera de gasoil por caldera de biomasa alimentada por pellets:

La alternativa escogida para reducir el gasto que supone el actual sistema es la de instalar una caldera de combustible sólido para calentar el agua del circuito de calefacción, dejando las 2 calderas actuales de gasoil de apoyo por si en algún momento la nueva incorporación falla. Las ventajas de la utilización de pellets en la quema de la caldera son la reducción de emisión de GEI, obtención de energía a través de residuos, en este caso restos de poda de bosques o residuos de industria maderera, y la no dependencia del gasoil, que como otros combustibles fósiles presenta gran incertidumbre acerca de su precio. Otra ventaja añadida es la densidad que presenta el pellet, de 650 kg/m<sup>3</sup>, muy superior al de la astilla, que es de 200 kg/m<sup>3</sup>.

Para la incorporación de la caldera nueva de biomasa hay que tener en cuenta que el equipo incinerador de cadáveres presenta un recuperador de energía. Dicho recuperador está instalado en la chimenea de salida de los humos para convertir la energía en agua caliente, la cual es recirculada al circuito de calefacción.

La caldera y el incinerador van conectados de forma hidráulica a un depósito de inercia de 5.000 litros de capacidad, acumulando la energía producida en los dos equipos. Desde el citado depósito de inercia se proporciona para la calefacción la energía requerida, todo ello mediante un conjunto de tuberías de acero pre-aisladas.

Para que el funcionamiento de la caldera sea el óptimo, la sala de calderas y los silos tienen que ser adecuados. Para ello, el almacenamiento del pellet tiene que ser el necesario para poder alimentar a la caldera y al incinerador, por lo que se opta por 3 silos verticales de acero galvanizado de 10.000 kg de capacidad cada uno, siendo el sistema de alimentación mediante tornillos sin fin. Debido a que en la explotación contaba con una fábrica de piensos en la finca, se decide usar tres de esos silos para el almacenamiento del material combustible, por lo que no se requiere de ninguna inversión en esa actividad. En este aspecto, el pellet presenta una ventaja esencial respecto a la astilla puesto que estos silos no podrían ser utilizados para la misma, puesto que se crearían bóvedas y no se suministraría bien el combustible, lo que obligaría a incorporar depósitos específicos.

La potencia de la caldera va a depender de la demanda térmica y del suelo radiante de la explotación, siendo la caldera de gasoil actual de 225 kW de potencia térmica del agua. De esta forma, la alternativa escogida para sustituir al presente sistema es de 225 kW, manteniendo la potencia térmica del líquido que recorre el sistema de calefacción.

#### **b) Mejora del aislamiento de las naves:**

La mejora del aislamiento de las naves es una medida esencial en la eficiencia energética, puesto que se condicionan las pérdidas de calor durante el proceso de cría de los lechones. Con ello, el rendimiento de los equipos se mejora y se consigue un ahorro de energía.

A día de hoy, se cuenta con un aislamiento en paredes y cubiertas de 5 cm de espesor (e) de poliestireno expandido (EPS), siendo el coeficiente de conductividad térmico ( $\lambda$ ) de 0,045 W/m·K. El espesor mínimo del aislante tiene que ser de 5 cm, que es con el que cuenta actualmente la granja, pero con la medida de mejora se va a incrementar dicho espesor a 10 cm para reducir las pérdidas caloríficas, es decir, se van a incorporar 10 cm del nuevo aislante, eliminando el anterior.

En el Anejo III se desarrollan los cálculos requeridos para calcular las pérdidas caloríficas con el material actual y con la alternativa elegida.

## **6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS**

### **6.1. Obras e instalaciones para la mejora de eficiencia en energía eléctrica**

Para la mejora de la eficiencia en energía eléctrica se realizan dos intervenciones. La primera de ellas es la sustitución de los elementos fluorescentes de una de las naves de cría, en donde se opta por la incorporación de LED debido a que son dispositivos más eficientes. La segunda actuación a llevar a cabo es la sustitución de los motores actuales usados en el sistema de alimentación y ventilación por otros de características similares, pero de una eficiencia superior.

Tanto la sustitución de los elementos de iluminación, como los elementos de mecanización, se va a llevar a cabo en la misma localización que se encuentran actualmente, por lo que no hay que hacer ninguna obra de adaptación.

Las intervenciones planteadas se establecen de forma más detallada en el Anejo IV correspondiente a “ingeniería del proyecto”.

### **6.2. Obras e instalaciones para la mejora de eficiencia en energía térmica**

Al igual que en la instalación eléctrica, en la mejora de la eficiencia en energía térmica se llevan a cabo dos actuaciones. La primera de ellas es la sustitución del material aislante actual de 5 cm, por poliestireno extruido (XPS) de 10 cm de grosor, debido a su facilidad de implantación y buenas características aislantes. La segunda de las medidas a ejecutar es la sustitución de la actual caldera de gasoil por una caldera de biomasa alimentada por pellets. La potencia térmica del agua de la nueva caldera será de características similares a la actual, por lo que dicha potencia térmica será de 225 kW. Hay que tener en cuenta que la caldera de gasoil servirá de apoyo y que no será eliminada de la explotación, permaneciendo ambas en la sala de calderas.

Las intervenciones planteadas se establecen de forma más detallada en el Anejo IV correspondiente a “ingeniería del proyecto”.

## 7. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras a realizar para conseguir mejorar la rentabilidad de la granja en base a su eficiencia energética se llevarán a cabo de tal manera que se altere lo mínimo posible el ciclo de cría de la explotación, con la intención de no causar malestar en las cabezas de ganado, lo que podría ocasionar pérdidas económicas.

Tras realizar las tareas de solicitud de la información en una primera reunión con el promotor, visita a la granja, estudio de la explotación y sus posibles mejoras y la tramitación de licencias y permisos, se procederá a ejecutar las mejoras.

La sustitución de los equipos luminarios en la nave de cría se llevará a cabo tras el destete de los lechones. A la vez que se sustituyen los fluorescentes por LED, se cambian los motores eléctricos de todas las naves. Se establece un periodo máximo de 14 días para estas medidas.

La sustitución de la caldera y mejora del sistema de aislamiento se puede realizar durante el ciclo de cría. Esto se debe a que la sala de calderas no influye en las naves y como se tiene el sistema actual de apoyo, no se producen pérdidas de calor. Por otra parte, el poliestireno extruido permite su implantación en el exterior de las naves, lo que es una ventaja ya que no se altera el ciclo de los lechones. Ambas tareas se pueden desarrollar paralelamente, por lo que se estima un tiempo de ejecución de 21 días.

En el Anejo V de “ejecución y puesta en marcha” se detalla mejor la duración de las tareas del proyecto.

## 8. PRESUPUESTO

El proyecto presenta un presupuesto total que ascienda a una cantidad de “CIENTO DIEZ MIL CIENTO OCHENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS” (110.181,41 €).

El desglose de capítulos queda establecido de la siguiente forma:

- I. Capítulo 1 - Electricidad: “DIEZ MIL OCHOCIENTOS SETENTA EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS” (10.870,72 €).
- II. Capítulo 2 – Aislamiento: “SESENTA Y TRES MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS” (63.572,57 €).
- III. Capítulo 3 – Climatización y ACS: “TREINTA Y CINCO MIL EUROS” (35.000 €).
- IV. Capítulo 4 – Gestión de residuos: “CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTISÉIS CÉNTIMOS” (165,26 €).
- V. Capítulo 5 – Seguridad y salud: “QUINIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS” (572,85 €).



## 9. ESTUDIO ECONÓMICO

Para realizar el estudio económico hay que tener en cuenta las inversiones que se van a realizar con los flujos de caja, los cuales serán igual a los ahorros generados por la introducción de las nuevas mejoras de eficiencia energética.

Para evaluar la situación económica del presente proyecto se definen los siguientes métodos de evaluación:

1. Valor Actual Neto (VAN): indicativo que permite determinar el valor de un número de flujos de caja, generados por la inversión, para saber la rentabilidad del proyecto. Si el resultado obtenido para el interés elegido es mayor que cero, es decir, es positivo, se puede decir que desde el punto de vista financiero el proyecto es viable.
2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR): este método simboliza la tasa en la que se hace cero el VAN. En caso de que el TIR sea mayor a la tasa de interés que se impone en el VAN, el proyecto se dice que es económicamente rentable.

Siendo los parámetros para determinar el VAN y TIR los que se muestran a continuación:

- Importe de la inversión (K): el citado importe queda definido por una sola cifra, la cual queda generada en el año 0 de ejecución del proyecto, siendo necesario el desembolso para lograr que el trabajo empiece a funcionar.
- Vida útil del proyecto (n): hace referencia al periodo de tiempo, definido en años, en el que se estima que la inversión realizada genere rendimientos positivos.
- Flujos de caja (R<sub>i</sub>): los flujos de caja que se generan proceden de la diferencia entre cobros y pagos en cada uno de los distintos años de vida del proyecto.

A partir de los resultados obtenidos en el Anejo VII, puede afirmarse que el proyecto resulta rentable, tanto por el resultado obtenido en el VAN de 905.541,38 € como por el valor de TIR del 89 %, teniendo en cuenta que los precios del kWh y pellet establecidos se mantengan constantes a lo largo de los años.

En primer lugar, el VAN tiene un importe superior a 0, y, además, la TIR estimada es muy superior a la tasa de interés establecida del 5 %. Por ello, se puede considerar que el proyecto resulta viable económicamente y que aporta, de una forma muy rápida, beneficios importantes.

## 10. VALORACIÓN AMBIENTAL

En el presente proyecto se identificarán, para las diferentes medidas adoptadas, el impacto ambiental que se genera. Por tanto, para iluminación, mecanización y aislante, se determinarán, mediante un cálculo, la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que suponen las medidas de ahorro energético que se establecen. Por otro lado, la medida de climatización y ACS consistente en la sustitución de la caldera actual de gasoil por una de biomasa alimentada por pellets no presenta impactos significativos, exponiéndose sus medidas correctoras.

Para poder evaluar la reducción de emisiones de dióxido de carbono se utiliza el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), ya que es una fuente con datos estables para realizar dichos cálculos.

A continuación, se muestran las mejoras introducidas con las emisiones evitadas:

- Emisiones evitadas por el uso de LED: 2.591,93 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Emisiones evitadas por la sustitución de motores IE2 por IE3: 3.763,71 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Emisiones evitadas por la incorporación de material aislante: 133.019,02 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Emisiones evitadas por la sustitución de la caldera de climatización y ACS: 330.803,20 kg CO<sub>2</sub> / año.

En el Anejo VIII, correspondiente a “estudio de impacto ambiental”, se detallan los cálculos de las emisiones evitadas.

A su vez, los impactos que pueden generar las mejoras que se plantean en el proyecto son:

- ✓ Ruidos: la generación de ruidos en la explotación por los equipos incorporados es casi nula. En el caso de iluminación y aislante no se produce ningún tipo de ruido, mientras que el ocasionado por los motores es casi imperceptible. Por otra parte, la caldera de biomasa, al estar instalada en el interior de la sala de calderas, no produce sonido molesto.
- ✓ Destrucción de la flora y fauna: ninguno de los equipos de la explotación tiene efecto alguno de destrucción en la flora o la fauna.
- ✓ Residuos peligrosos y tóxicos: para el correcto funcionamiento de los equipos propuestos en las mejoras no se necesita realizar ningún vertido al sistema.

Soria, 21 de junio de 2019

Fdo: Rubén Bahón Silverio

---

## Anejo I: CONDICIONANTES DEL PROYECTO

---



# ÍNDICE ANEJO I: CONDICIONANTES DEL PROYECTO

Contenido:

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| <b>1. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR</b> .....              | 2  |
| 1.1. Alcance de la evaluación .....                      | 2  |
| 1.2. Dependencia energética .....                        | 2  |
| 1.3. Aspectos económicos de las mejoras planteadas ..... | 2  |
| <b>2. CONDICIONANTES LEGALES</b> .....                   | 3  |
| 2.1. Normativa de aplicación vigente .....               | 3  |
| <b>3. CONDICIONANTES FÍSICOS</b> .....                   | 4  |
| 3.1. Introducción:.....                                  | 4  |
| 3.2. Clima: .....                                        | 4  |
| 3.3. Elementos termométricos: .....                      | 5  |
| 3.3.1. Régimen de heladas.....                           | 7  |
| 3.4. Vientos .....                                       | 7  |
| 3.4.1. Dirección del viento .....                        | 9  |
| 3.5. Radiación solar .....                               | 10 |
| <b>4. CONDICIONANTES DE PRODUCCIÓN</b> .....             | 12 |
| 4.1. Temperaturas.....                                   | 12 |
| 4.2. Humedad relativa .....                              | 12 |
| 4.3. Ventilación .....                                   | 13 |



# 1. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR

## 1.1. Alcance de la evaluación

La Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del consejo derivó obligaciones relativas a la eficiencia energética. Estos compromisos fueron transpuestos a la legislación española en el año 2016 en el Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero.

El presente Real Decreto insta a las empresas grandes a imponerse a una primera auditoría energética, con al menos el 85 % de energía final de consumo, en un período de tiempo correspondiente a 9 meses, siendo posteriormente este periodo de cada 4 años.

La granja sometida en el proyecto no tiene la necesidad de realizar una evaluación de auditoría energética. Por tanto, dicha actuación responde a la inclinación de mejorar la actividad energética de la explotación, lo que conlleva a su vez un progreso en la competitividad de la misma en el sector de granja porcina de cría.

## 1.2. Dependencia energética

La transición en la explotación porcina hacia el uso de energías renovables y el autoconsumo es un hecho, por lo que la propuesta del promotor es dar una continuidad a dicho cambio para disminuir la dependencia energética de la que consta la granja. Dicha optimización de la energía no puede ser un problema a la hora de un correcto funcionamiento en el ciclo de cría de los lechones, ni tampoco reducir el nivel de bienestar animal. De esta forma se busca obtener un adecuado aporte energético con un suministro garantizado.

Gracias a la introducción de energías renovables que se quiere incorporar en la explotación, se obtiene una menor dependencia en las variaciones del precio de la electricidad, debido a la certeza actual que suscita el coste del kWh generado. Como consecuencia, se reduce de este modo la incertidumbre sobre el coste total a pagar, ya que el precio de la factura eléctrica supone un gasto importante y tiene incidencia elevada sobre la rentabilidad de la explotación.

Conocer el promotor de esta realidad, hay que tener en cuenta que es reactivo a una desconexión total de la red y un reemplazo total del consumo de combustibles fósiles por energías verdes por razones de seguridad.

## 1.3. Aspectos económicos de las mejoras planteadas

Al establecer contacto con el promotor, una de las condiciones que ha dejado destacada es la de una amortización rápida de la inversión a realizar. El plazo de recuperación máximo propuesto es de 7 – 8 años, teniendo en cuenta la naturaleza e importe de la misma.

## 2. CONDICIONANTES LEGALES

### 2.1. Normativa de aplicación vigente

El presente proyecto está redactado teniendo en cuenta las normas e instrucciones, dictadas hasta hoy, de cumplimiento obligatorio que afectan de forma directa o indirecta al mismo, siendo en especial:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en el BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2002 así como las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.
- Norma MV-301-1970. Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos (Decreto 2752-1971).
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre de 2002 NCSE-02.
- Documento de seguridad contra incendio, seguridad de utilización y ahorro energético (C.T.E.).
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE (Decreto 3565/1972 de 23 de diciembre).
- Reglamento de seguridad contra incendios en las instalaciones industriales 2267/204.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por el Decreto 432/1971 de 11 de marzo.
- Ley 11/2003, del 8 de abril, de prevención ambiental de Castilla y León.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 833/75, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la ley 38/1972 de 22 de diciembre de Protección del Ambiente Atmosférico.

La normativa usada correspondiente al sector es la siguiente:

- Ley 6/1994, de 19 de mayo, de sanidad animal en Castilla y León.
- Decreto 266/1998, de 17 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de sanidad animal.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- La Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas.
- Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos.



### 3. CONDICIONANTES FÍSICOS

Dentro del apartado de condicionantes físicos, el único que se considera influyente para la ejecución del presente proyecto es el clima.

#### 3.1. Introducción:

El proyecto tiene como objetivo la eficiencia energética de la explotación ganadera, situada en el municipio de Coscurita (Soria), forzando la granja las condiciones climáticas necesarias para el correcto funcionamiento de las instalaciones y mejoras para alcanzar la reducción de consumo de energía, siendo clave por esta razón la climatología de la zona. Por ello, se plantea como objetivo cuantificar y calcular los gastos y consumos en la climatización de las naves ganaderas, con la intención de presentar mejoras en la propia explotación para disminuir los consumos.

La elección de observatorio hay que tenerla muy en cuenta ya que su proximidad con respecto al emplazamiento objeto de estudio será proporcional a la realidad de los datos con los cuales se va a trabajar. De esta forma, la estación meteorológica más cercana a nuestra granja es la situada en Morón de Almazán.

Las coordenadas geográficas del observatorio son las siguientes:

- Longitud: 2°25'13'' O
- Latitud: 41°25'10'' N
- Altitud (m): 978

Los datos recogidos por el observatorio hacen referencia a la temperatura, precipitaciones, sol y heladas entre otros, siendo los más influyentes para el gasto energético de la explotación los de temperaturas y vientos dominantes, utilizando datos correspondientes a una media de 15 años, entre el 1 de enero de 2000 y 31 de diciembre de 2014.

#### 3.2. Clima:

Observando los rasgos de la zona, podemos determinar que la explotación se sitúa en un ambiente típico de la meseta Norte, más en concreto clima continental con influencia atlántica y marcadas variaciones termométricas, tanto anuales como diarias. Los veranos son cortos y secos y los inviernos largos y fríos, con escasas precipitaciones que principalmente tienen lugar en los meses de primavera e invierno, suponiendo una mínima evaporación y la conservación de la humedad. Durante el verano, las precipitaciones suelen ser en modo de chubascos y con tormentas esporádicas, produciendo de este modo una intensa evapotranspiración.

### 3.3. Elementos termométricos:

La termometría se encarga de la medición de la temperatura de sistemas, utilizando para este fin el termómetro. El observatorio descrito anteriormente nos presenta diferentes datos, gracias a los cuales podemos elaborar la tabla en la que se muestran temperatura mínima absoluta (tma), temperatura media de mínimas (tmm), temperatura media (tm), temperatura media de las máximas (Tmm) y temperatura máxima absoluta (Tma).

A continuación, se muestra la tabla con los valores citados anteriormente:

Tabla 2. Media de las temperaturas en un período de 15 años. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por AEMET.

|              | tma (°C)     | tmm (°C)    | tm (°C)      | Tmm (°C)     | Tma (°C)     |
|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| ENE          | -7,79        | -0,93       | 3,44         | 7,81         | 14,96        |
| FEB          | -6,49        | -0,83       | 4,58         | 9,97         | 17,51        |
| MAR          | -4,96        | 1,36        | 7,39         | 13,41        | 21,2         |
| ABR          | -2,21        | 3,29        | 9,21         | 15,11        | 23,48        |
| MAY          | 0,69         | 6,69        | 13,07        | 19,43        | 28,29        |
| JUN          | 4,99         | 10,52       | 18           | 25,48        | 32,35        |
| JUL          | 6,89         | 12,17       | 20,39        | 28,59        | 34,55        |
| AGO          | 7,83         | 12,29       | 20,27        | 28,26        | 34,76        |
| SEP          | 3,6          | 9,19        | 16,41        | 23,61        | 30,15        |
| OCT          | -0,1         | 6,09        | 11,96        | 17,85        | 24,96        |
| NOV          | -4,44        | 1,73        | 6,33         | 10,95        | 18,25        |
| DIC          | -6,87        | -0,88       | 3,69         | 8,25         | 14,92        |
| <b>MEDIA</b> | <b>-0,74</b> | <b>5,06</b> | <b>11,23</b> | <b>17,39</b> | <b>24,62</b> |

La temperatura media anual es de 11.23°C, siendo el mes de julio el que presentan las temperaturas medias más elevadas con 20.39°C, por lo tanto, es el mes más caluroso del año. Por otro lado, el mes de enero se posiciona como aquel mes con la temperatura promedio más baja del año, con 3.44°C.

A su vez, se adjuntan valores de fototemperatura, es decir, valor medio de la temperatura durante el periodo de luz, y nictotemperatura, valor medio de la temperatura durante el periodo nocturno, calculado con las siguientes fórmulas:

- Fototemperatura =  $Tmm - 1,4 \cdot (Tmm - tmm)$
- Nictotemperatura =  $tmm - 1,4 \cdot (Tmm - tmm)$

Tabla 3. Valores medios de fototemperatura y nictotemperatura. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por AEMET.

|     | Fototemperatura<br>(°C) | Nictotemperatura<br>(°C) |
|-----|-------------------------|--------------------------|
| ENE | 5,63                    | -3,12                    |
| FEB | 7,27                    | -3,53                    |
| MAR | 10,40                   | -1,65                    |
| ABR | 12,16                   | 0,34                     |
| MAY | 16,25                   | 3,51                     |
| JUN | 21,74                   | 6,78                     |
| JUL | 24,49                   | 8,07                     |
| AGO | 24,27                   | 8,30                     |
| SEP | 20,01                   | 5,59                     |
| OCT | 14,91                   | 3,15                     |
| NOV | 8,65                    | -0,58                    |
| DIC | 5,97                    | -3,16                    |

Una vez recogidos los datos en las tablas adjuntas, reflejo los mismos datos en gráficas para observar de manera gráfica la evolución de las temperaturas a lo largo de los meses:

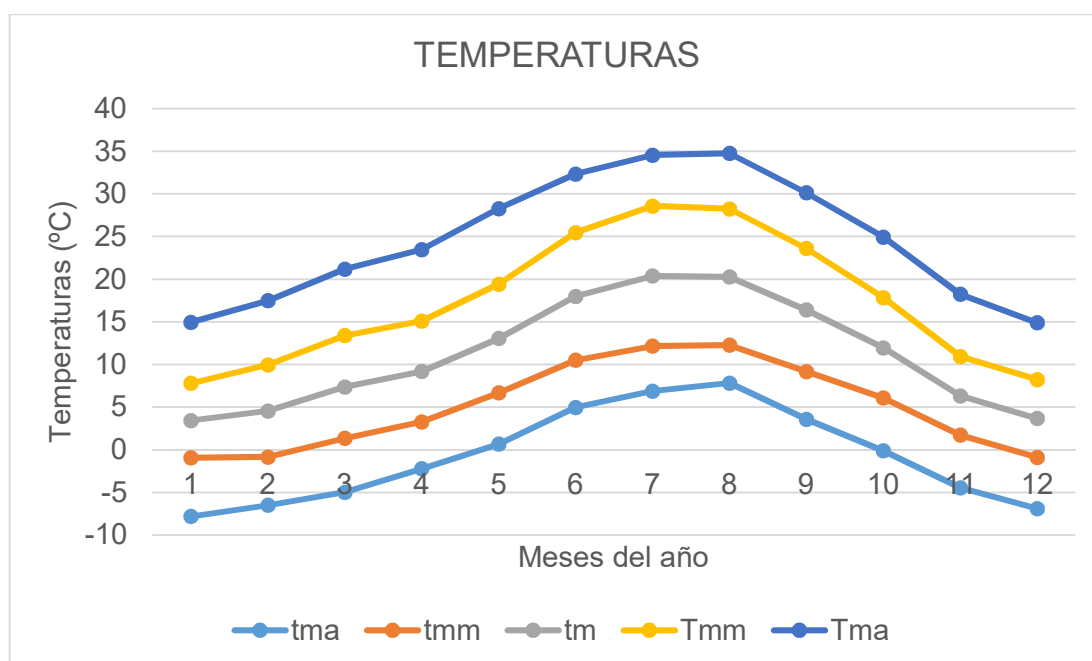


Ilustración 2. Representación gráfica de los valores de temperatura. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.1. Régimen de heladas

Tabla 4. Días de helada, primera y última helada de cada mes. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por AEMET.

|            | Días de helada | Primera helada | Última helada |
|------------|----------------|----------------|---------------|
| Enero      | 19             | 3              | 30            |
| Febrero    | 16             | 2              | 26            |
| Marzo      | 11             | 2              | 22            |
| Abril      | 4              | 6              | 17            |
| Mayo       | 1              | 6              | 12            |
| Junio      | 0              | -              | -             |
| Julio      | 0              | -              | -             |
| Agosto     | 0              | -              | -             |
| Septiembre | 0              | 28             | 28            |
| Octubre    | 2              | 16             | 25            |
| Noviembre  | 9              | 12             | 28            |
| Diciembre  | 19             | 2              | 30            |

Teniendo en cuenta que se realiza un año tipo en base a los datos comprendidos entre 2000 y 2015, en la tabla anterior se recogen los datos correspondientes a el número de días de helada de cada mes, es decir, el número de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C. También están recogidos los valores correspondientes a la primera y última helada, siendo el día del mes en el que se presenta la primera y la última helada respectivamente.

### 3.4. Vientos

El viento es un flujo de gases que varía constantemente en dirección y velocidad. Dicho fenómeno ocurre cuando se estabilizan las masas de aire a diferentes temperaturas, y puede producir efectos positivos como la homogeneización de la composición y temperatura de la atmósfera, por lo que hace más difícil que se produzcan heladas por radiación.

Tabla 5. Velocidad media mensual del viento (km/h). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por AEMET.

|       | ENE  | FER  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP | OCT | NOV  | DIC |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| 2000  | 15   | 14   | 10   | 9    | 10   | 9    | 10   | 9    | 10  | 9   | 10   | 8   |
| 2001  | 6    | 8    | 6    | 9    | 11   | 11   | 7    | 6    | 4   | 8   | 10   | 9   |
| 2002  | 10   | 4    | 9    | 15   | 10   | 8    | 9    | 8    | 10  | 6   | 8    | 5   |
| 2003  | 7    | 9    | 11   | 11   | 9    | 8    | 8    | 8    | 9   | 7   | 6    | 8   |
| 2004  | 3    | 6    | 9    | 13   | 7    | 9    | 10   | 10   | 7   | 9   | 13   | 10  |
| 2005  | 12   | 10   | 15   | 12   | 8    | 8    | 9    | 7    | 8   | 7   | 9    | 6   |
| 2006  | 9    | 13   | 14   | 12   | -    | 13   | -    | -    | 10  | 11  | 13   | -   |
| 2007  | 16   | 12   | 11   | 16   | 13   | 13   | 12   | 10   | 10  | 12  | 11   | 12  |
| 2008  | 16   | 10   | 14   | 15   | 14   | 13   | 13   | 12   | 12  | 13  | 10   | 12  |
| 2009  | 12   | 15   | 12   | 17   | 13   | 13   | 14   | 13   | 13  | 10  | 12   | 14  |
| 2010  | 10   | 11   | 16   | 14   | 13   | 11   | 11   | 14   | 10  | 12  | 10   | 10  |
| 2011  | 9    | 14   | 15   | 10   | 14   | 11   | 12   | 14   | 11  | 10  | 11   | 11  |
| 2012  | 11   | 10   | 17   | 15   | 10   | 12   | 11   | 11   | 10  | 10  | 14   | 11  |
| 2013  | 13   | 12   | 12   | 13   | 13   | 12   | 13   | 10   | 10  | 10  | 15   | 12  |
| 2014  | 11   | 9    | 13   | 11   | 13   | 11   | 10   | 12   | 9   | 11  | 12   | 11  |
| MEDIA | 10.6 | 10.4 | 12.2 | 12.8 | 11.3 | 10.8 | 10.6 | 10.3 | 9.5 | 9.7 | 10.9 | 9.9 |

Con la recogida en la tabla de los datos podemos llegar a dos conclusiones. La primera que el viento en Soria no supone un problema puesto que el registro máximo es de 12,8 km/h correspondiente al mes de abril, lo cual no conlleva ningún riesgo. La segunda de las conclusiones es que apenas hay variación en la velocidad de este parámetro, manteniéndose en torno a los mismos valores todo el año, entre 9 y 13 km/h.

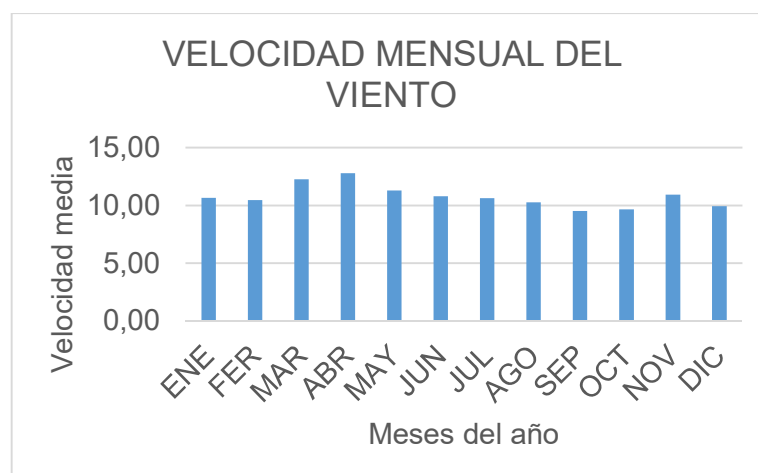


Ilustración 3. Velocidad media mensual del viento. Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.1. Dirección del viento

Las orientaciones principales de la rosa de los vientos son cuatro: Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (W). De las bisectrices de cada uno de los ángulos rectos resultan cuatro nuevas orientaciones, las cuales son: Noreste (NE), Sureste (SE), Suroeste (SW) y Noroeste (NW).

Si volvemos a dividir los rumbos laterales y los principales tendremos ocho nuevos rumbos llamados colaterales que son: norte-noreste (NNE), este-noreste (ENE), este-sureste (ESE), sur-sureste (SSE), sur-suroeste (SSW), oeste-suroeste (WSW), oeste-noroeste (WNW) y norte-noroeste (NNW).

Los valores correspondientes a la dirección y frecuencia de incidencia son los siguientes:

Tabla 6. Dirección y frecuencia del viento en los diferentes puntos cardinales. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos proporcionados por AEMET

| Dirección | % frecuencia | Dirección | % frecuencia |
|-----------|--------------|-----------|--------------|
| N         | 5,41         | S         | 3,94         |
| NNE       | 6,68         | SSW       | 4,41         |
| NE        | 7,26         | SW        | 5,8          |
| ENE       | 4,96         | WSW       | 6,76         |
| E         | 4,46         | W         | 12,29        |
| ESE       | 3,08         | WNW       | 7,06         |
| SE        | 2,81         | NW        | 4,35         |
| SSE       | 2,27         | NNW       | 3,14         |
| Calmas    |              | 15,36     |              |

La rosa de los vientos es un círculo que tiene marcados a su alrededor los rumbos en que se divide la circunferencia del horizonte, los cuales han sido enunciados anteriormente. Con la ayuda de la rosa de los vientos, podemos identificar cual es la dirección dominante del parámetro del viento, teniendo en cuenta que tenemos un total de 15,36 % de frecuencia de calmas.

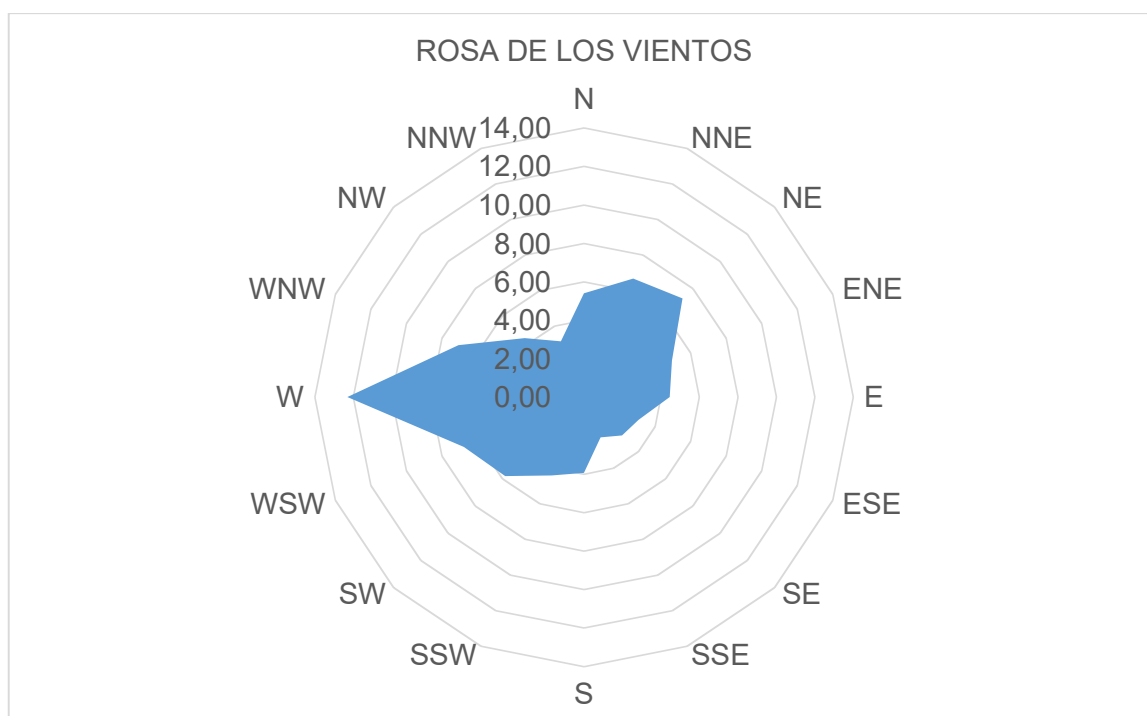


Ilustración 4. Dirección dominante del viento. Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por AEMET.

Observando la rosa de los vientos, se aprecia que la dirección predominante es de poniente, es decir, del Oeste (W) con un valor de 12,29 %. Por otro lado, la dirección que menos ocasiones se da es la correspondiente a sur-sureste (SSE) con un total de 2,27 %.

### 3.5. Radiación solar

En el apartado correspondiente a la radicación solar se analizan las horas de radicación solar a lo largo de todos los meses en el periodo de tiempo del que se disponen datos, es decir, desde el año 2000 al 2014, quedando recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 7. Cálculo de la radiación solar. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos suministrados por AEMET.

|     | n     | Ra     | N     | Radiación solar según Black (W/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------|--------|-------|-------------------------------------------------|
| ENE | 4,27  | 350,00 | 9,60  | 155,25                                          |
| FEB | 5,99  | 481,00 | 10,70 | 239,94                                          |
| MAR | 6,67  | 662,00 | 12,00 | 328,92                                          |
| ABR | 7,19  | 826,00 | 13,30 | 404,19                                          |
| MAY | 8,11  | 942,00 | 14,50 | 469,47                                          |
| JUN | 10,22 | 985,00 | 15,10 | 546,60                                          |
| JUL | 11,02 | 956,00 | 14,70 | 563,93                                          |
| AGO | 10,08 | 852,00 | 13,80 | 494,59                                          |
| SEP | 8,02  | 700,00 | 12,50 | 376,62                                          |
| OCT | 6,22  | 523,00 | 11,00 | 262,17                                          |
| NOV | 4,88  | 375,00 | 9,80  | 175,94                                          |
| DIC | 4,12  | 309,00 | 9,80  | 133,37                                          |

En donde,

- n hace referencia a las horas de sol reales.
- Ra es la radiación global extraterrestre, medida en W/m<sup>2</sup>.
- N se refiere a las horas de sol máximas posibles.

Los datos descritos anteriormente son proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), gracias a los cuales se puede calcular la radiación solar incidente mediante el método de Black. Para realizar el cálculo se usa la siguiente fórmula:  $R_s = R_a \cdot (a + b \cdot \frac{n}{N})$

Siendo a y b valores constantes y definidos por el propio autor, con un valor de 0,23 y 0,48 respectivamente.

Una vez obtenida la radiación solar, se puede concluir que es un valor lógico el obtenido para cada mes ya que, tanto a finales como a principios de año, durante los meses de invierno, la insolación es bastante más baja al ser los días más cortos. En el hemisferio norte, a partir del equinoccio de primavera (20 de marzo), los días pasan a tener más de 12 horas de sol máximas posibles, mientras que a partir del solsticio de otoño (22 de septiembre), ocurre justamente lo contrario.

Aquellos datos que hacen referencia al suelo y la calidad del agua para abastecimiento en la explotación no son relevantes en la evaluación de la eficiencia energética que se va a realizar.



## 4. CONDICIONANTES DE PRODUCCIÓN

Tener un ambiente controlado es uno de los papeles fundamentales para la cría de lechones, siendo uno de los problemas en ocasiones del mal funcionamiento de las explotaciones. Presentar una ventilación insuficiente, además de un control malo de la temperatura ambiente y de la humedad, son los problemas que encontramos en las naves destinadas al nacimiento y crecimiento de los cerdos. A su vez, un correcto control de las temperaturas ayuda a tener una sanidad óptima, ya sea en el entorno de la explotación como en la calidad de la carne.

### 4.1. Temperaturas

A continuación, se muestran las temperaturas ideales para la cría porcina:

Tabla 7. Temperaturas deseadas en la instalación porcina. Fuente: elaboración propia.

|                                 | Rango de temperaturas |
|---------------------------------|-----------------------|
| Madres gestantes                | 18-21 °C              |
| Maternidad en el parto          | 21-22 °C              |
| Maternidad en lactación         | 19-20 °C              |
| Lechones: nacimiento – 48 horas | 35 °C                 |
| Lechones: primera semana        | 31 °C                 |
| Lechones: segunda semana        | 29 °C                 |
| Lechones: tercera semana        | 27 °C                 |

El incumplimiento de los rangos térmicos indicados anteriormente, supone un retraso en el crecimiento de los animales, condicionando el ciclo de la granja, ya que es necesario que permanezcan más de cuatro semanas en las naves, con las pérdidas que esto conlleva.

### 4.2. Humedad relativa

Al igual que con la temperatura, la humedad relativa presente en el ambiente es trascendental para los animales, y más concretamente durante los primeros días tras el nacimiento. Hay que mantener unos rangos determinados ya que, si se sobrepasan tanto por encima como por debajo, tiene repercusión en el desarrollo de los lechones.

Cuando se encuentra una humedad relativa alta, es decir, por encima del 60%, los lechones pueden desarrollar diarrea, enfermedades relacionadas con el aparato respiratorio y la proliferación de microorganismos.

Por otro lado, con una humedad relativa por debajo del 50%, se incrementa en los animales las pérdidas calóricas, demorando de esta forma el crecimiento.

Por tanto, los valores en tanto por ciento que se tienen que mantener en las naves de cría referentes a la humedad relativa son de entre 50 y 60 %.

### 4.3. Ventilación

El tercero de los condicionantes de la producción es la ventilación. El presentar una buena circulación del aire es esencial para las condiciones óptimas en las naves porcinas, estando relacionada dicha actividad con las dos anteriores citadas de temperatura y humedad relativa.

Con la ventilación se consigue conservar la temperatura en un valor máximo y mínimo fijados en el sistema de apertura y cierre de ventanas. Dicha necesidad surge debido a la producción de gases de los animales, además del polvo, humedad y elementos orgánicos que son dañinos para los cerdos en concentraciones elevadas. Entre los gases que se producen se pueden encontrar:

- Dióxido de carbono: producido en la respiración, emitido también del estiércol.
- Amoníaco: originado en las fermentaciones que tienen lugar en el estiércol y purín.
- Ácido sulfhídrico: emitido cuando se pudre el purín y se remueve para extraerlo.
- Metano: su producción se debe a las fermentaciones del estiércol.

La mínima ventilación es la que se debe realizar con la finalidad de expulsar al exterior los gases formados. Con un peso en vivo de hasta 5 kg por lechón, tenemos que conseguir una ventilación mínima de 4 m<sup>3</sup>/hora y máxima de 6.5 m<sup>3</sup>/hora por lechón.

---

## Anejo II: SITUACIÓN ACTUAL

---



## ÍNDICE ANEJO II: SITUACIÓN ACTUAL

Contenido:

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. PROCESO PRODUCTIVO</b> .....                                   | 2  |
| 1.1. Ciclo de madres.....                                            | 2  |
| 1.2. Transición y cebo .....                                         | 3  |
| 1.3. Raza empleada.....                                              | 3  |
| <b>2. ENVOLVENTE TÉRMICA</b> .....                                   | 4  |
| <b>3. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b> .....                         | 5  |
| 3.1. Bomba de pozo profundo y sistema de distribución del agua ..... | 5  |
| 3.2. Silos y sistema de distribución del alimento .....              | 5  |
| 3.3. Ventilación .....                                               | 7  |
| 3.3.1. Ventilación natural vertical.....                             | 7  |
| 3.3.2. Ventilación dinámica o forzada por presión negativa .....     | 7  |
| 3.4. Iluminación .....                                               | 8  |
| 3.5. Sistema de limpieza.....                                        | 8  |
| <b>4. CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA</b> .....                           | 9  |
| 4.1. Sistema de calefacción y sistema de incineración .....          | 9  |
| <b>5. HIGIENE</b> .....                                              | 11 |



# 1. PROCESO PRODUCTIVO

El presente anejo a la memoria tiene como objetivo la descripción de aquellas operaciones que tienen lugar en el transcurso del proceso en la explotación, es decir, el ciclo de madres y cría de los lechones, hasta que éstos últimos salen para seguir con el proceso de transición y cebo.

## 1.1. Ciclo de madres

El ciclo que siguen las madres es el siguiente:

- Preparación de las hembras nulíparas para su entrada en el ciclo de producción. Dichas hembras son aquellas que aún no han parido ninguna vez, y se denomina así al animal hasta el momento del primer parto.
- En el momento que las nulíparas llegan a la edad de unos ocho meses, se lleva a cabo la primera inseminación, la cual se ejecuta con semen muerto. La finalidad de realizarlo así es mejorar el sistema defensivo local del útero, alcanzando de esta forma una mejor nidación de los embriones en el siguiente ciclo.
- Una vez llega la hembra al siguiente ciclo, se distribuyen en alojamientos individuales, en las denominadas dependencias de cubrición-control. Aquí es donde se detecta el celo y se inseminan.
- Pasados 28 días, se puede confirmar el embarazo. Aquellas hembras que no se queden preñadas serán separadas para esperar al siguiente lote de inseminación. En las que ha sido confirmada la preñez, pasarán a las dependencias de gestación confirmada donde permanecerán hasta los cinco días previos al parto.
- Desde el momento en el que la hembra queda embarazada, hasta el momento que se produce el parto, pasan 3 meses, 3 semanas y 3 días. Entrados en los cinco días anteriores a parir, se traslada a todas las hembras a los módulos de partos o maternidad, donde se distribuyen en alojamientos individuales. En estos compartimentos permanecerán hasta 24 días post-parto, momento en el cual se realiza el destete de la camada.
- Una vez se separa la camada de la madre, se alojan a las madres de nuevo en cubrición control, con un periodo de cinco días de intervalo entre el destete y la nueva cubrición, permitiendo de esta forma a la hembra entrar en celo.

La explotación ganadera de la que se va a realizar el presente trabajo lleva a cabo todas las semanas el destete de 95 cerdas, con una producción aproximada de 1.000 lechones por semana. Esto supone un total de 52.000 lechones destetados al año, con 2.000 madres reproductoras presentes actualmente en la granja. Por tanto, en la explotación tienen lugar 2,5 ciclos al año.

Las cuatro naves en las que se lleva a cabo el parto y las primeras semanas de vida de los lechones están divididas interiormente en módulos, con un total de 10 en cada una de las naves y en cada uno hay 14 plazas individuales para la hembra. Dichos módulos deben de estar cuidadosamente preparados cuando se produzca la llegada de los animales puesto que esta fase es el momento más sensible de las crías, produciendo

la mayor mortalidad de las mismas. La preparación citada conlleva la limpieza y desinfección completa de los módulos en las que están divididas las naves, incluyendo los equipos, revisando que funcionen correctamente.

## 1.2. Transición y cebo

Una vez que los lechones se destetan y se separan de la madre, pasan a una fase de transición y cebo. Estas fases tienen lugar en otra granja situada en Villanueva de Zamajón, en la cual el proceso de transición va desde los 6.5 kg a los 20 kg, mientras que el proceso de cebadero va desde los 20 kg hasta los 100 kg.

## 1.3. Raza empleada

La raza presente en la granja es la denominada Large White, gran cerdo blanco, originaria del nordeste de Inglaterra. Como su nombre indica, es un cerdo de color blanco y pigmentación rosada, de longitud media a larga, pelo no muy fuerte, con orejas pequeñas y erguidas. Su cuello es grueso y musculoso, con algo de papada, su espalda es larga y bien proporcionada, al igual que el dorso, el muslo y el lomo, siendo bastante anchos y musculosos.

Esta raza es una de las mejores consideradas en cuanto a resistencia y fertilidad se refiere, es decir, destaca por sus buenas características maternas. A su vez, presenta un buen rendimiento en cebo, con un alto crecimiento y buena calidad de la carne.

Los machos pueden llegar a alcanzar un peso de hasta 155 kilos, y las hembras pueden llegar hasta los 117 kilos en el momento del sacrificio. Las cualidades que podemos distinguir en dicha raza de cara al mercado son: calidad de la carne alta, baja frecuencia de carnes PSE (pálida, blanda y exudativa) y buena respuesta para programas de hibridaciones con otras razas, siendo una de las características principales de dichas hibridaciones la obtención de estirpes de mayor porcentaje de carnes magras en la canal.

Teniendo en cuenta la comercialización, constituye la base genética usada habitualmente en explotaciones ganaderas debido a su adaptación al medio y al actual mercado, además de ser utilizado para realizar embutidos curados y frescos.

Las características representativas de la raza Large White en cuanto a lechones y cerdas se refiere son:

- Consumo de pienso de lechones lactantes (hasta 3 semanas): 60-80 gramos/día.
- Consumo pienso de cerdas gestantes: 2,3 a 2,7 kg/día.
- Consumo de pienso cerdas lactación: 3,5 a 8 kg/día.
- Ganancia media diaria lechones: 240 gramos/día.
- Lechones vivos/parto: 10.5
- Lechones destetados/parto: 10-11.



## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica es esencial en la explotación ganadera, especialmente en las naves correspondientes a la cría de los lechones, ya que si se tienen pérdidas de calor puede verse afectado el desarrollo y crecimiento de las mismas. A su vez, además de producir efectos en el ciclo normal de los lechones, el gasto en calefacción será superior para poder alcanzar los niveles de temperatura adecuados, lo que implica un incremento del coste en el sistema térmico y por lo tanto un gasto extra que se tendría que afrontar en la explotación.

Para evitar dichas pérdidas de calor, tanto en las naves y módulos de maternidad, como en la correspondiente a la de gestación, se cuenta con un sistema de aislamiento de 5 cm de poliestireno expandido (EPS) en las paredes y techos.

El sistema de calefacción por suelo radiante en las plazas en las que están divididos los módulos de parto, presenta también un aislamiento de poliestireno expandido (EPS) por placas, con un espesor de 2 cm, consiguiendo de esta forma aislar el sistema evitando las pérdidas de calor.

### 3. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La explotación ganadera cuenta en su disposición con el equipamiento necesario para desarrollar el proceso de maternidad y cría de los lechones correctamente. El éxito del funcionamiento óptimo se consigue en la actualidad con equipos mecánicos, los cuales facilitan las tareas a llevar a cabo, como puede ser la distribución del alimento, limpieza de la explotación... De esta forma se consigue el objetivo de las instalaciones, que no es otro que el de proporcionar a los animales y trabajadores de la explotación la máxima comodidad para alcanzar el nivel de producción deseado y asumir el mínimo riesgo, siendo los equipos utilizados para dicho fin consumidores de energía eléctrica.

A continuación, se exponen y detallan los diferentes equipos de consumo de energía eléctrica presentes en la explotación:

#### 3.1. Bomba de pozo profundo y sistema de distribución del agua

Utilizada para la elevación del agua del pozo presente en la parcela hasta un depósito para su distribución posterior y propio consumo en la explotación ganadera. La bomba es una electrobomba sumergida de elevada eficiencia, compactada e inoxidable, con una potencia de 1,5 CV. Una vez que el agua ha salido del pozo, pasa un proceso mediante el cual se consigue higienizar para poder ser consumida por los animales, siendo almacenada en un depósito de 30.000 litros de capacidad, funcionando la dicha bomba cuando queda el nivel de agua por debajo de un mínimo señalado. Mediante una red de tuberías de polietileno de alta densidad y distintos diámetros en función de consumo y por medio de grupo de presión se distribuye por las distintas naves hasta los chupetes o bebederos instalados en cada cochiguera.

Los bebederos automáticos, en concreto de tipo tetina o chupeta, consisten en un tubo que contiene una válvula que suministra el agua al cerdo cuando éste la mueve, encontrando dicho tubo adherido a la pared. Es el sistema más utilizado debido a las numerosas ventajas que proporciona, como mantener el agua fría y limpia, evitando que sea desperdiciada.

#### 3.2. Silos y sistema de distribución del alimento

La explotación cuenta 14 silos metálicos de chapa ondulada de caída central para el almacenamiento del pienso, siendo suministrado por la empresa Copiso. Están equipados con unas escaleras de acero hasta el techo, boca superior de llenado con una compuerta de apertura desde el suelo, además de puertas de limpieza y visores. La tolva presenta un ángulo de 65°, la cual es favorecedora para la caída del pienso y evitar de esta forma retenciones.

Los silos se distribuyen de la siguiente manera:

- Nave 1 de cría: dos silos de 12.000 kg de capacidad y otro de 2.000 kg, situados todos ellos en el lateral norte.
- Nave 2 de cría: dos silos de 12.000 kg de capacidad y otro de 2.000 kg situados en el lateral este.
- Nave 3 de cría: dos silos de 12.000 kg de capacidad localizados en el lateral este.
- Nave 4 de cría: tres silos de 6.000 kg de capacidad y otro de 2.000 kg situados en el lateral sur.
- Nave 5 de gestación: dos silos de 18.000 kg de capacidad situados en el inicio de la construcción.



Ilustración 4. Silos de nave de gestación situados en el frontal. Fuente: fotografía tomada en una de las visitas realizadas a la explotación.

El alimento es distribuido de forma mecanizada en las naves, saliendo del silo y distribuido a través de un circuito de líneas transportadoras automáticas de espiral. El sistema es el encargado de llevar el pienso de los silos situados en las naves, hasta las bajantes de los comederos para su consumo.

Los transportadores del pienso son accionados por moto reductores de 0,5 CV de potencia, activados de forma automática por cada cerdo cuando va a comer, ya que la línea transportadora en espiral distribuye la dosis necesaria para cada accionamiento.

### 3.3. Ventilación

#### 3.3.1. Ventilación natural vertical

La nave donde permanecen las hembras en el periodo de gestación presenta una ventilación natural o estática mediante unas ventanas laterales y un caballete central dispuesto en la cumbre.

El funcionamiento está basado en crear corrientes de aire naturales. Para conseguir el flujo de aire hay que aprovechar al máximo los movimientos causados por las diferencias de presión y temperatura entre el exterior y el interior de la nave.

El tipo de ventilación vertical natural que encontramos tiene una salida de aire por caballete central localizado en la cubierta de la nave. El aire cargado, al permanecer en contacto con los cerdos, se calienta, haciéndose ligero y subiendo de esta forma a la parte superior, sustituyéndose por un aire más frío procedente del exterior. Este aire que ha sido calentado por los animales sale por la abertura céntrica, mientras que el procedente del exterior entra por los ventanales destinados para este fin.

Con la instalación de un sistema automático se permite la apertura y cierre de las ventanas laterales dependiendo de la temperatura interior que presenten los módulos, controlando de esta forma la circulación del aire, y, por lo tanto, logrando una ventilación ideal.

#### 3.3.2. Ventilación dinámica o forzada por presión negativa

Por otro lado, en las cuatro naves destinadas a la cría de lechones, se cuenta con sistema de ventilación dinámico o ventilación forzada. Esto se debe a que se usan dispositivos mecánicos para forzar la entrada del aire del exterior al interior y la extracción al exterior. La consecuencia de este sistema de ventilación es el gasto energético que conlleva, siendo necesario en esta explotación para controlar los niveles de calor, extracción de gases y partículas en suspensión, garantizando la ventilación mínima en base a la normativa y el bienestar animal que requieren las cabezas de ganado. Cada una de los módulos cuenta con su ventilador para poder regular de forma independiente los flujos de aire.

Cada una de las cuatro naves cuenta con 10 ventiladores, uno por cada módulo de maternidad en las que está dividida la propia nave. Dichos ventiladores están conectados con el interior del módulo y salen al exterior en forma de chimenea o extractor por la cumbre, funcionando por presión negativa. A su vez, en el lado opuesto a la salida del ventilador se encuentran las ventanas que se regulan para la entrada de mayor o menor cantidad de aire junto con un refrigerador. A la entrada de cada sala se encuentra el punto de control del equipo informático, el cual acciona el sistema para que entre el aire del exterior a través de moto-reductores, lo que permite causar debidamente las corrientes de aire deseadas en cada uno de los módulos.



Ilustración 5. Ventilador en el interior de la nave y salidas de ventilación en la cubierta. Fuente: fotografía tomada en una de las visitas realizadas a la explotación.

### 3.4. Iluminación

En total entre las cinco naves, se cuenta con un total de 624 fluorescentes, de los cuales 120 fluorescentes normales y los restantes, es decir, 504, son fluorescentes LED que se han ido cambiando poco a poco en la explotación. Por tanto, del total de iluminación, sólo una de las naves de maternidad no cuenta con lámparas LED.

Para la iluminación del interior de la nave de entrada en celo de las hembras se cuenta con un total de 144 fluorescentes de 16 W de potencia cada uno, siendo de intensidad regulable, sin influir dicha variación en la factura de la luz puesto que consumen siempre como si estuvieran al 100%.

De las 4 naves correspondientes a maternidad, tres de ellas disponen de dispositivos LED, un total de 360, presentando las mismas características que los instalados en la nave de gestación. La nave restante consta de 120 fluorescentes normales, con una potencia de 36 W cada uno.

### 3.5. Sistema de limpieza

La limpieza se lleva a cabo con máquinas hidrolimpiadoras eléctricas de agua, las cuales tienen 15 CV de potencia. Las buenas características de caudal y presión hacen que estos equipos sean ideales para llevar a cabo el lavado y desinfección de las naves.

La explotación cuenta con un total de cuatro de estos equipos, cuyo funcionamiento es con energía eléctrica de la red. Esto supone un gasto importante ya que todas las semanas se lleva a cabo destete y es necesaria la limpieza de los módulos, siendo una actividad relevante en el consumo de energía eléctrica.

## 4. CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA

### 4.1. Sistema de calefacción y sistema de incineración

En la zona de maternidad, en cada uno de los corrales que conforman los distintos módulos de las cuatro naves, se dispone de suelo radiante por circulación de agua, la cual tiene como función dotar a la superficie de la temperatura idónea para la cría de los lechones. De esta forma, conseguimos tener a los cerdos agrupados en un ambiente de temperatura ideal para su crecimiento.

Se cuenta con un total de 720 boxes de partos, repartidos en los 40 módulos que componen las cuatro naves de maternidad, constandingo del mismo número de placas térmicas para el suelo térmico.

Para aislar el sistema se cuenta con unas placas de poliestireno expandido (EPS) de 2 cm de espesor, el cual ejerce la importante función de aislamiento térmico, impidiendo de este modo las pérdidas de calor.

Las tuberías por su parte son los elementos fundamentales del sistema, ya que gracias a ellas se puede conducir el agua caliente emitida por la caldera a los diferentes circuitos. El material del que están fabricadas es de alta tecnología, llamado polietileno reticulado, soportando de manera eficaz la continua circulación del fluido caliente.



Ilustración 6. Box de cría con suelo radiante para aportar calor a los lechones. Fuente: fotografía tomada en una de las visitas realizadas a la explotación.

El calentamiento del agua para el sistema de suelo radiante viene producido gracias a una caldera de gasoil instalada en la explotación. Dicho combustible calienta el depósito de inercia hasta una temperatura de 60°C. Con la ayuda de tubos y un sistema de circulación del agua, se consigue un ciclo que permite tener el suelo radiante a 35-38°C, con una temperatura de los módulos de maternidad de 22°C, circulando de manera

constante el agua caliente ya que los lechones tienen que tener siempre la misma temperatura en los compartimentos.

El sistema de calefacción de suelo radiante actual va ligado a su vez a la incineradora, la cual funciona también gracias a la caldera de gasoil. Al contar con un sistema autorizado para la eliminación de los animales muertos durante el proceso, se realiza la quema de los cadáveres en la misma explotación, sin tener que disponer de un medio de recogida. Esta incineradora presenta un recuperador de calor del agua caliente sobrante de la incineración. El agua caliente que sobra es recirculada, gracias al recuperador, al depósito de inercia para su uso en el suelo radiante.

El consumo de gasoil actual de la explotación para el correcto funcionamiento del sistema térmico, tanto del de calefacción como del de eliminación de cadáveres, es de 120.000 litros anuales.

## 5. HIGIENE

Actualmente la bioseguridad tiene un papel fundamental debido a que hay diversos factores que pueden hacer que la explotación porcina esté sometida a un elevado riesgo en relación a la llegada y difusión de patógenos que pueden causar una infección.

La granja cuenta con diferentes medidas de higiene para la protección de contaminaciones externas que pueden poner en riesgo la actividad en el interior de la explotación. Las medidas presentes son las siguientes:

- En la entrada de la finca, se dispone de vado sanitario y cerramiento perimetral de la parcela.
- Todos los vehículos que entran en la explotación tienen que pasar por una desinfección.
- Todo el personal de la explotación tiene la obligación de ducharse al llegar a la explotación y tiene que emplear ropa especial. Esto se aplica también a todas las personas ajenas a la granja que visiten la misma.
- Cerramiento perimetral del recinto donde se ubica la explotación valla metálica galvanizada de 2 metros de alto todos los linderos.

Las medidas que se emplean en el interior de la explotación son las siguientes:

- Tras el destete de los lechones, se realiza un vacío sanitario de siete días antes de la entrada del siguiente lote, realizando el mismo proceso en la nave de gestación. De esta forma se consigue una limpieza adecuada y desinfección de las naves y módulos para la llegada del lote nuevo de cría y gestación.
- Las aperturas en cumbre y ventanales están provistas de una tela mosquitera, cuyo objetivo es el de impedir la entrada de posibles vectores a la explotación.
- Realización de limpieza periódica en bebederos y comederos.

La limpieza del interior de las naves se lleva a cabo con máquinas hidrolimpiadoras de agua. Las buenas características de caudal y presión hacen que estos equipos sean ideales para llevar a cabo el lavado y desinfección de las naves, contando la explotación con un total de cuatro de estos equipos.

Para el tratamiento de los purines se dispone de terrenos agrícolas vinculados a la explotación porcina. Es en estos terrenos donde se realiza el vertido controlado de los purines generados en la misma granja, aplicando las cantidades adecuadas y cumpliendo con lo establecido en el plan de gestión de residuos ganaderos.

La gestión de residuos de productos fitosanitarios se realiza teniendo en cuenta la normativa. Son almacenados en contenedores, los cuales tienen una capacidad de 80 litros, y son retirados por el gestor autorizado, con un periodo máximo de almacenamiento de seis meses. El incumplimiento de esta norma, es decir, quemar o enterrar estos envases, tiene duras consecuencias debido al peligro que suponen, siendo la empresa que lo gestiona Sigfito Agroenvases.



---

## Anejo III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

---



# ÍNDICE ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Contenido:

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                                   | 2  |
| <b>2. ALTERNATIVAS</b> .....                                   | 3  |
| 2.1. Alternativas de producción.....                           | 3  |
| 2.1.1. Sistema de ventilación .....                            | 3  |
| 2.1.2. Tipos de extractores .....                              | 4  |
| 2.2. Energía eléctrica.....                                    | 5  |
| 2.2.1. Iluminación .....                                       | 5  |
| 2.2.2. Mecanización.....                                       | 5  |
| 2.3. Energía térmica .....                                     | 6  |
| 2.3.1. Climatización y ACS .....                               | 6  |
| 2.3.2. Aislamiento.....                                        | 6  |
| <b>3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS</b> .....  | 8  |
| <b>4. PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS</b> .....                   | 9  |
| <b>5. ASIGNACIÓN DE VALORES</b> .....                          | 11 |
| <b>6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....                     | 14 |
| <b>7. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA</b> .....                     | 18 |
| <b>8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA</b> ..... | 20 |



# 1. INTRODUCCIÓN

La realización de este anejo tiene como finalidad estudiar las distintas alternativas que se pueden plantear en el presente proyecto para poder escoger la más adecuada al objetivo del mismo, teniendo en cuenta una secuencia de criterios.

Para llevar a cabo el estudio se emplea un análisis multicriterio, eligiendo de esta forma la alternativa ideal entre las diferentes opciones planteadas. Dicha elección depende tanto de los beneficios generados en su puesta en marcha como del grado de dificultad existente a la hora de llevar a cabo la implantación, siendo en todos los casos tanto económica como tecnológicamente viable.

En cada una de las situaciones, tienen que ser valoradas, al menos, las alternativas correspondientes a la sustitución y a la ampliación. En el caso de las medidas de sustitución, las que se ejecutan son las generadas por la modificación de equipos lumínicos, climatización o transporte de la energía. Por otro lado, las decisiones de ampliación hacen referencia a la adición de elementos inexistentes, como puede ser el caso de alguna energía limpia o automatización en el control de la energía.

Los criterios que se establecen para seleccionar las propuestas se clasifican en cuantificables y no cuantificables. Los primeros hacen referencia a aquellos criterios que tienen carácter objetivo, mientras que, por otra parte, los segundos se refieren a aspectos subjetivos, es decir, se pueden establecer a partir de métodos estadísticos.

A partir de este análisis se escogen, observando diferentes criterios, la mejor de las alternativas, ponderando el grado de importancia de cada una de las pautas.

## 2. ALTERNATIVAS

### 2.1. Alternativas de producción

#### 2.1.1. Sistema de ventilación

La buena ventilación en la explotación está relacionada con una productividad óptima puesto que, si contamos con unas condiciones buenas, tanto sanitarias como ambientales, logramos unos resultados destacados.

Para cumplir los objetivos de producción, es necesario que la cantidad de aire y su calidad estén controlados, necesitando ventiladores y sistemas de aireación. Gracias a ellos, se consigue mantener unos niveles de entre 50 y 60 % de humedad relativa, reduciendo de esta forma el riesgo de aparición de organismos patógenos y suprimiendo los gases nocivos generados, en su mayoría, por los purines.

Los sistemas de ventilación que podemos encontrar hoy en día son:

#### a) Ventilación natural vertical:

Podemos denominar también a este sistema como ventilación estática. Principalmente está basado en formar corrientes de aire naturales, empleando para ello los movimientos creados entre el exterior e interior de la nave gracias a la diferencia de presión y temperatura del aire.

Este sistema de ventilación funciona únicamente a través de las fuerzas termales y la velocidad del viento. El flujo de aire que se encuentra en el interior de la nave no tiene tanto peso como el del exterior, entrando este último frío gracias a las aberturas laterales. El aire calentado por los animales tiene menos densidad, por lo que sube hacia el techo por donde sale gracias a un caballete o abertura situada en la cubierta de la nave, desplazando el aire frío y limpio hacia el interior.

Uno de los inconvenientes de la ventilación natural es que no se puede tener control sobre ella, ya que depende de las condiciones que se presenten tanto en el exterior como en el interior, siendo estas condiciones limitantes la temperatura y la velocidad del viento.

#### b) Ventilación forzada con presión positiva:

Consiste en impulsar el aire con la ayuda de ventiladores desde el exterior al interior, saliendo por diferentes aberturas de la nave. El principal inconveniente es la posible introducción del aire húmedo caliente del exterior a la explotación, originando condensación y deterioro de la misma.

#### c) Ventilación forzada con presión neutra:

Formado por un sistema de ventiladores, los cuales se encargan de la impulsión del aire hacia el interior, y por unos extractores, encargados de sacar el aire de la nave. Para evitar los problemas de condensación que se originan en la presión positiva, se recomienda diseñar con un sistema ligero de presión negativa.

Este sistema no se incorpora directamente a la estructura de la nave, estando compuesto por conductos de entrada verticales, siendo estas aberturas las encargadas de distribuir el aire. Las aberturas más grandes mueven el aire hacia las esquinas, por el contrario, las pequeñas lo distribuyen a una distancia más cercana. Los ventiladores de entrada se sitúan en el centro de la nave, con una distribución uniforme.

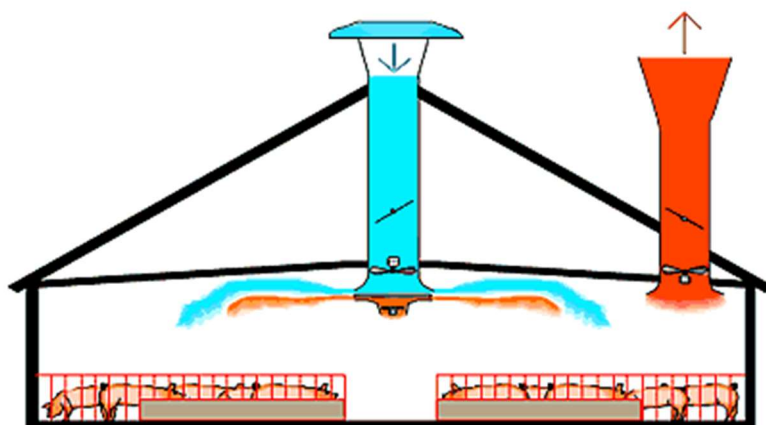


Ilustración 7. Esquema de ventilación forzada con presión neutra. Fuente: 3tres3

#### **d) Ventilación dinámica o forzada por presión negativa:**

El sistema de ventilación forzada por presión negativa es el más fácil de controlar y el que menos consumo de energía presenta. Está constituido por aberturas distribuidas en los laterales de la nave y unos ventiladores extractores. Las ventanas de entrada del aire dirigen a éste hasta el centro de la nave, donde es mezclado con el aire caliente presente en los módulos, siendo llevado al exterior el más cálido.

#### **2.1.2. Tipos de extractores**

Los sistemas de ventilación forzada requieren de unos extractores para poder sacar del interior de las naves el aire caliente, pudiendo encontrar los siguientes tipos:

##### **a) Ventiladores de pequeño caudal:**

Este tipo de ventilador nos permite aumentar la calidad del aire que circula en el ambiente, viéndose traducido en unas buenas condiciones de salud para los cerdos. Dichos ventiladores se encuentran orientados a instalaciones de reducido tamaño, con un continuo aire fresco y libre de impurezas, permitiendo controlar la calidad y cantidad del mismo.

##### **b) Ventiladores de gran caudal:**

La principal ventaja de contar en la explotación con un sistema de ventiladores de gran caudal es que disponen de una oxigenación buena. A su vez, se puede regular el caudal para que se adapte a las necesidades, así como estudiar la calidad.

### c) Chimeneas de ventilación:

Las chimeneas de ventilación proporcionan un notable incremento de su productividad debido a sus idóneas condiciones de salubridad. A su vez, se obtiene una mejora de la calidad del aire que se encuentra en el ambiente. Esto se debe a que se renueva continuamente el aire, aportando de esta forma una frescura mayor y limpieza de las instalaciones. Una ventaja es el contar con el control del caudal de aire que puede actuar dependiendo de los requerimientos que se necesiten.

## 2.2. Energía eléctrica

### 2.2.1. Iluminación

**a) Lámparas LED:** los dispositivos LED son un tipo de lámparas electrónicas parecidas a los diodos, esto quiere decir que permiten pasar la corriente eléctrica en una única dirección, empleando en su fabricación materiales de tipo semiconductores. Estos semiconductores hacen circular la corriente a través de ellos, emitiendo fotones y creando de esta forma una luminiscencia. La luz que son capaces de emitir es muy elevada, teniendo la particularidad de reducido consumo de potencia, y, por tanto, consumo bajo.

**b) Lámparas fluorescentes renovadas:** consistentes en descargas de vapor de mercurio a baja presión. El funcionamiento se basa en producir radiación ultravioleta por descarga, activando así los polvos fluorescentes presentes en el interior del tubo y transformando así la radiación ultravioleta en visible.

**c) Lámparas de vapor de sodio:** la iluminación con este tipo de lámpara se consigue gracias al choque de electrones con las partículas de gas que se encuentran en el tubo. Estos golpes estimulan los electrones, los cuales suben a niveles de energía superiores y al regresar a su trayectoria normal es cuando emiten la radiación lumínica.

### 2.2.2. Mecanización

**a) Motores trifásicos IE2:** este tipo de motores presentan dos partes primordiales diferenciadas. La primera de ellas es el estator, elemento que se encarga de recibir la corriente, generando como consecuencia un campo magnético que confiere giro al rotor, segundo de los dos elementos principales, siendo la tecnología IE2 limpia y eficaz.

**b) Motores trifásicos IE3:** con un sistema de funcionamiento parecido al anterior, la única diferencia es el tipo energético IE3, el cual es un peldaño superior en cuanto a eficiencia se refiere, requiriendo de una inversión mayor.



## 2.3. Energía térmica

### 2.3.1. Climatización y ACS

**a) Caldera de gasoil renovada:** el sistema consiste en la elevación de la temperatura de un fluido calo-portador, siendo normalmente dicho medio líquido agua, realizando la operación gracias a la combustión de gasóleo C de calefacción. El gasoil permanece almacenado en depósitos, siendo bombeado hacia la caldera con la ayuda de una bomba, pasando previamente por un filtro para llegar finalmente a la cámara donde se realiza la combustión. Debido al incremento de temperatura y presión, se origina la combustión del combustible, el cual cede calor al agua con la ayuda de una serie de tuberías y conductos.

**b) Caldera de biomasa alimentada con astillas:** presenta un sistema de funcionamiento similar al de caldera de gasoil. El fluido conductor es calentado gracias a la quema de un combustible, en este caso astillas de madera, aumentando así la temperatura del agua. La alimentación se realiza por tolva, desplazando por gravedad las astillas hasta la cámara de combustión en donde se queman y transmiten el calor al fluido portador gracias a un conjunto de conductos.

**c) Caldera de biomasa alimentada con pellets:** con un concepto muy similar al anterior, pero en lugar de usar astillas de madera como combustible utiliza un material pelletizado. Dicho material presenta un valor de mercado más alto que el producto en astilla, pero el aporte calórico es mayor, es decir, la liberación de calor que se produce al quemar el pellet es superior al anterior material citado. Otra ventaja de este tipo de combustible es su mayor densidad, lo que conlleva un ahorro en el transporte y facilidad a la hora de alimentar la caldera.

### 2.3.2. Aislamiento

En las instalaciones ganaderas correctamente aisladas se contribuye esencialmente a la disminución de las pérdidas y ganancias de calor tanto en épocas gélidas como en calurosas respectivamente, además de la optimización de aquellas instalaciones correspondientes a climatización.

Los diferentes tipos de aislantes que podemos encontrar en una explotación ganadera para cumplir con las necesidades de confort de los animales y conservación de las naves son:

**a) Poliestireno extruido (XPS):** aislante que presenta resistencia al agua, de larga duración con buenas prestaciones, ya que no se pudre a medida que pasa el tiempo. Presenta una conductividad térmica de entre 0.033 y 0.036 W/m·K, siendo poco poroso por lo que tiene poca absorción de fluidos. Las ventajas de este tipo de material es que reduce el efecto de dilatación y contracción de otros materiales, además de su colocación sin adhesivos, por lo que su reemplazo se puede realizar con facilidad.

**b) Poliestireno expandido (EPS):** material plástico característico por ser espumoso y presentar diversidad de espesores, siendo un elemento ligero. Las características son similares a la del poliestireno extruido debido a la composición química similar que presentan, estando comprendidos los valores de conductividad térmica del poliestireno

expandido entre 0.06 y 0.03 W/m·K. La única diferencia con el anterior es el proceso de formación, siendo en el expandido una estructura de burbujas cerradas, por lo que es menos denso y absorbe la humedad.

**c) Espuma de poliuretano:** producto que confiere buena conductividad térmica, es decir, es buen aislante, gracias a su composición a base de petróleo y azúcar. Las principales características de dicho material son la rigidez, gran adhesión a todo tipo de superficies y la baja absorción de la humedad. Su utilización ha decaído debido principalmente a su elevado grado de combustión, por lo que se busca emplear como aislantes materiales que sean ignífugos.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

En el presente apartado se realiza un planteamiento de las diferentes alternativas:

#### I. Producción:

##### a) Sistema de ventilación:

A1 = ventilación natural vertical.

A2 = ventilación forzada con presión positiva.

A3 = ventilación forzada con presión neutra.

A4 = ventilación forzada por presión negativa o dinámica.

##### b) Extractores:

A1 = ventiladores de pequeño caudal.

A2 = ventiladores de gran caudal.

A3 = chimeneas de ventilación.

#### II. Energía eléctrica:

##### a) Iluminación:

A1 = LED.

A2 = VSAP.

A3 = fluorescentes.

##### b) Mecanización:

A1 = motores trifásicos IE2.

A2 = motores trifásicos IE3.

#### III. Energía térmica:

##### a) Climatización y ACS:

A1 = caldera de gasoil renovada.

A2 = caldera de biomasa alimentada por astillas.

A3 = caldera de biomasa alimentada por pellets.

##### b) Aislante:

A1 = poliestireno extruido (XPS).

A2 = poliestireno expandido (EPS).

A3 = espuma de poliuretano.

## 4. PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

Gracias a la ponderación de los criterios planteamos los diferentes métodos dependiendo de los cuales se escogerán las mejores alternativas. De esta forma, se dota a todos los criterios con un valor de ponderación, cuantificando de esta forma la importancia de cada uno de ellos.

A continuación, se exponen cada una de las diferentes alternativas propuestas con el conjunto de criterios aplicados para cada caso:

### I) Producción:

#### a) Sistema de ventilación:

- Vida útil: se considera un criterio trascendental teniendo en cuenta la viabilidad de la granja. Hay que tener en cuenta que, si las instalaciones tienen una vida útil mayor y son más duraderas, el tiempo de recuperación de la inversión será mayor. El valor de ponderación aplicado es de 0.25.

- Coste de la inversión: dicho criterio atribuye valores más positivos cuanto menos desembolso inicial se tiene que realizar y menos importe de operación necesita. Se aplica un valor de ponderación de 0.50.

- Funcionalidad: se ponderan de manera negativa a los sistemas que requieren de mayor potencia para llevar a cabo un mejor flujo del aire, siendo el valor de ponderación de 0.25.

#### b) Extractores:

- Vida útil: criterio importante para la viabilidad de la granja, teniendo en cuenta que, si los extractores tienen una mayor vida útil, el tiempo de recuperación de la inversión será mayor. Se aplica un valor de ponderación de 0.40.

- Mejora de la producción: se asignan valores positivos a aquellos elementos que efectúen una renovación del aire continua, manteniendo las condiciones de humedad y temperatura ideales para tener una producción óptima. El valor de ponderación que se aplica es de 0.30.

- Coste energético: dicho criterio valora de forma negativa a los dispositivos que requieren de un mayor coste energético para realizar la ventilación óptima. Se aplica un valor de ponderación de 0.30.

### II) Energía eléctrica:

#### a) Iluminación:

- Vida útil: se considera un criterio trascendental teniendo en cuenta la viabilidad de la granja. Hay que tener en cuenta que, si las instalaciones tienen una vida útil mayor y son más duraderas, el tiempo de recuperación de la inversión será mayor. El valor de ponderación aplicado es de 0.35.

- Coste de inversión: con un valor de 0.35 de ponderación. Se aplica de manera negativa a las alternativas puesto que requiere una mayor inversión inicial a medida que el capital necesario sea mayor para su puesta en funcionamiento en la explotación.

- Potencia requerida: calificados de manera positiva los equipos que llevan a cabo las exigencias planteadas por la granja con una reducida potencia. Entendiendo el consumo de los equipos como el producto del tiempo de uso por la potencia, una disminución de potencia demandada equivale a una reducción en el equipo de consumo. El valor de ponderación que aplicamos es de 0.30.

#### **b) Mecanización:**

- Coste de inversión: se asigna un valor de ponderación de 0.50. Se aplica de manera negativa a las alternativas puesto que requiere una mayor inversión inicial a medida que el capital necesario sea mayor para su puesta en funcionamiento en la explotación.

- Eficiencia: dicho criterio está ponderado teniendo en cuenta la cuantía de pérdidas de energía de un motor eléctrico cuando tiene un funcionamiento normal. De esta forma tendrá una eficiencia energética mayor el motor que presente menos pérdidas de energía y una potencia útil mayor, generando así consumos menores. El valor de ponderación que aplicamos es de 0.50.

### **III) Energía térmica:**

#### **a) Climatización y ACS:**

- Vida útil: se considera un criterio importante teniendo en cuenta la viabilidad de la granja. Hay que valorar que, si las instalaciones tienen una vida útil mayor y son más duraderas, el tiempo de recuperación de la inversión será mayor. El valor de ponderación aplicado es de 0.25.

- Coste de inversión y operación: dicho criterio atribuye valores más positivos cuanto menos desembolso inicial se tiene que realizar y menos importe de operación necesita. Podemos englobar en este apartado consideraciones como el mantenimiento de la instalación o uso de combustible. Se aplica un valor de ponderación de 0.25.

- Seguridad en el suministro de combustible: se valora en este apartado el número de proveedores para cada una de las alternativas, dando valores positivos a las alternativas que presenten facilidad para la compra de combustible. El valor de ponderación es de 0.25.

- Riesgo de subida de precios en el combustible: se asigna un valor negativo a la alternativa que presente mayor inseguridad acerca de su precio, con un valor de ponderación de 0.25.

#### **b) Aislante:**

- Vida útil: criterio importante desde el punto de vista de la viabilidad de la explotación ganadera. El valor de ponderación es de 0.50, teniendo en cuenta que, si el material tiene una vida útil mayor y es resistente a condiciones desfavorables, la inversión se recuperará en un tiempo mayor.

- Facilidad de operación: se asignan valores positivos cuando es más fácil su implantación en la explotación, aplicando un valor de ponderación de 0.50.

## 5. ASIGNACIÓN DE VALORES

En el presente apartado se justifican los valores que se asignan a cada una de las alternativas en relación a cada criterio, tomando como referencia las cualidades de las alternativas presentadas previamente.

Como se ha indicado en el apartado de introducción, la asignación de valores se va a llevar a cabo con el método cuantificable, es decir, con una valoración subjetiva. Dicha valoración se va a fundamentar en los puntos positivos y negativos enumerados en el apartado de ponderación de criterios, estableciendo un valor máximo de 1 para cada uno de los criterios.

### I) Producción:

#### a) Sistema de ventilación:

Tabla 8. Asignación de valores en los sistemas de ventilación. Fuente: elaboración propia.

|                 | Ventilación natural vertical | Ventilación forzada: presión positiva | Ventilación forzada: presión neutra | Ventilación forzada: presión negativa |
|-----------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Vida útil       | 0.8                          | 0.4                                   | 0.4                                 | 0.7                                   |
| Coste inversión | 0.6                          | 0.4                                   | 0.5                                 | 0.6                                   |
| Funcionalidad   | 0.7                          | 0.5                                   | 0.5                                 | 0.5                                   |

En la elección del sistema de ventilación se han valorado, además de la ventilación natural vertical y la ventilación forzada por presión negativa, la ventilación forzada por presión positiva y por presión neutra. Estas dos últimas alternativas son dos opciones que se han tenido en cuenta pero que han sido peores en todos los criterios valorados. Su uso es prácticamente nulo hoy en día debido a que las tecnologías que presentan han sido superadas y no son prácticas en las explotaciones ganaderas nuevas.

#### b) Extractores:

Tabla 9. Asignación de valores en los distintos tipos de extractores. Fuente: elaboración propia.

|                         | Ventiladores de pequeño caudal | Ventiladores de gran caudal | Chimeneas de ventilación |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Vida útil               | 0.6                            | 0.6                         | 0.7                      |
| Mejora de la producción | 0.6                            | 0.6                         | 0.7                      |
| Coste energético        | 0.3                            | 0.3                         | 0.6                      |

Las chimeneas de ventilación constituyen una alternativa mejor en todos los aspectos, ya que se trata de un sistema nuevo que está siendo utilizado hoy en día en todas las granjas debido a las buenas características que presenta.

**II) Energía eléctrica:****a) Iluminación:**

Tabla 10. Asignación de valores para los diferentes sistemas de iluminación. Fuente: elaboración propia.

|                    | LED | VSAP | Fluorescentes |
|--------------------|-----|------|---------------|
| Vida útil          | 0.7 | 0.4  | 0.3           |
| Coste de inversión | 0.3 | 0.4  | 0.5           |
| Potencia requerida | 0.7 | 0.4  | 0.2           |

**b) Mecanización:**

Tabla 11. Asignación de valores para los elementos de mecanización. Fuente: elaboración propia.

|                    | Motores trifásicos IE2 | Motores trifásicos IE3 |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| Coste de inversión | 0.7                    | 0.5                    |
| Eficiencia         | 0.3                    | 0.7                    |

**III) Energía térmica:****a) Climatización y ACS:**

Tabla 12. Asignación de valores en los sistemas de climatización y ACS. Fuente: elaboración propia.

|                                            | Caldera de gasoil renovada | Caldera de biomasa (astillas) | Caldera de biomasa (pellets) |
|--------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Vida útil                                  | 0.4                        | 0.4                           | 0.4                          |
| Coste de inversión                         | 0.5                        | 0.4                           | 0.4                          |
| Seguridad de suministro                    | 0.7                        | 0.5                           | 0.6                          |
| Riesgo subida del precio en el combustible | 0.3                        | 0.5                           | 0.6                          |

**b) Aislante:**

Tabla 13. Asignación de valores en los diferentes tipos de aislantes. Fuente: elaboración propia.

|                        | Poliestireno extruido (XPS) | Poliestireno expandido (EPS) | Espuma de poliuretano |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Vida útil              | 0.8                         | 0.6                          | 0.7                   |
| Facilidad de operación | 0.7                         | 0.7                          | 0.6                   |



## 6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Para obtener los resultados del análisis multicriterio, se han asignado a cada uno de los criterios y alternativas unos valores de ponderación. Con el producto de la valoración fijada a cada alternativa por el peso adquirido en cada criterio, obtenemos la función de criterio, siendo el sumatorio de todos los resultados obtenidos para cada una de las opciones de mejora. A continuación, queda definido el análisis:

### I. Producción:

- a) **Sistema de ventilación:** dicho sistema se va a evaluar por separado para la nave de gestación y para las de cría, ya que los requerimientos son diferentes.

#### - Nave de gestación:

Tabla 14. Evaluación de los sistemas de ventilación en la nave de gestación. Fuente: elaboración propia.

| Criterios          | Ponderación      | Alternativas           |                                 |                               |                                 |
|--------------------|------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                    |                  | Vent. natural vertical | Vent. forzada: presión positiva | Vent. forzada: presión neutra | Vent. forzada: presión negativa |
| Vida útil          | 0.25             | 0.8                    | 0.4                             | 0.4                           | 0.7                             |
|                    | Producto         | 0.2                    | 0.1                             | 0.1                           | 0.175                           |
| Coste de inversión | 0.5              | 0.6                    | 0.4                             | 0.5                           | 0.6                             |
|                    | Producto         | 0.3                    | 0.2                             | 0.25                          | 0.3                             |
| Funcionalidad      | 0.25             | 0.7                    | 0.5                             | 0.5                           | 0.5                             |
|                    | Producto         | 0.15                   | 0.125                           | 0.125                         | 0.125                           |
|                    | <b>SUMATORIO</b> | <b>0.675</b>           | <b>0.425</b>                    | <b>0.475</b>                  | <b>0.6</b>                      |

#### - Naves de cría:

Tabla 15. Evaluación de los sistemas de ventilación en la nave de gestación. Fuente: elaboración propia.

| Criterios          | Ponderación | Alternativas                    |                               |                                 |
|--------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
|                    |             | Vent. forzada: presión positiva | Vent. forzada: presión neutra | Vent. forzada: presión negativa |
| Vida útil          | 0,25        | 0,4                             | 0,4                           | 0,7                             |
|                    | Producto    | 0,1                             | 0,1                           | 0,175                           |
| Coste de inversión | 0,5         | 0,4                             | 0,5                           | 0,6                             |
|                    | Producto    | 0,2                             | 0,25                          | 0,3                             |

|                      |      |       |       |       |
|----------------------|------|-------|-------|-------|
| <b>Funcionalidad</b> | 0,25 | 0,5   | 0,5   | 0,5   |
| <b>Producto</b>      |      | 0,125 | 0,125 | 0,125 |
| <b>SUMATORIO</b>     |      | 0,425 | 0,475 | 0,6   |

**b) Extractores:**

Tabla 16. Evaluación de los extractores. Fuente: elaboración propia.

| Criterios                      | Ponderación | Alternativas                   |                             |                          |
|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|                                |             | Ventiladores de pequeño caudal | Ventiladores de gran caudal | Chimeneas de ventilación |
| <b>Vida útil</b>               | 0.4         | 0.6                            | 0.6                         | 0.7                      |
| <b>Producto</b>                |             | 0.24                           | 0.24                        | 0.28                     |
| <b>Mejora de la producción</b> | 0.3         | 0.6                            | 0.6                         | 0.7                      |
| <b>Producto</b>                |             | 0.18                           | 0.18                        | 0.21                     |
| <b>Coste energético</b>        | 0.3         | 0.3                            | 0.3                         | 0.6                      |
| <b>Producto</b>                |             | 0.09                           | 0.09                        | 0.18                     |
| <b>SUMATORIO</b>               |             | 0.51                           | 0.51                        | 0.67                     |

**II. Energía eléctrica:**

**a) Iluminación:**

Tabla 178. Evaluación de los elementos de iluminación. Fuente: elaboración propia.

| Criterios                 | Ponderación | Alternativas |      |               |
|---------------------------|-------------|--------------|------|---------------|
|                           |             | LED          | VSAP | Flourescentes |
| <b>Vida útil</b>          | 0.35        | 0.7          | 0.4  | 0.3           |
| <b>Producto</b>           |             | 0.245        | 0.14 | 0.105         |
| <b>Coste de inversión</b> | 0.35        | 0.3          | 0.4  | 0.5           |
| <b>Producto</b>           |             | 0.105        | 0.14 | 0.175         |
| <b>Potencia requerida</b> | 0.3         | 0.7          | 0.4  | 0.2           |
| <b>Producto</b>           |             | 0.21         | 0.12 | 0.06          |
| <b>SUMATORIO</b>          |             | 0.56         | 0.4  | 0.34          |

**b) Mecanización:**

Tabla 18. Evaluación de los elementos de mecanización. Fuente: elaboración propia.

| Criterios          | Ponderación      | Alternativas           |                        |
|--------------------|------------------|------------------------|------------------------|
|                    |                  | Motores trifásicos IE2 | Motores trifásicos IE3 |
| Coste de inversión | 0.5              | 0.7                    | 0.5                    |
|                    | <b>Producto</b>  | 0.35                   | 0.25                   |
| Eficiencia         | 0.5              | 0.3                    | 0.7                    |
|                    | <b>Producto</b>  | 0.15                   | 0.35                   |
|                    | <b>SUMATORIO</b> | 0.5                    | 0.6                    |

**III. Energía térmica:****a) Climatización y ACS:**

Tabla 19. Evaluación de los sistemas de climatización y ACS. Fuente: elaboración propia.

| Criterios                                 | Ponderación      | Alternativas               |                               |                              |
|-------------------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                                           |                  | Caldera de gasoil renovada | Caldera de biomasa (astillas) | Caldera de biomasa (pellets) |
| Vida útil                                 | 0.25             | 0.4                        | 0.4                           | 0.4                          |
|                                           | <b>Producto</b>  | 0.1                        | 0.1                           | 0.1                          |
| Coste de inversión                        | 0.25             | 0.5                        | 0.4                           | 0.4                          |
|                                           | <b>Producto</b>  | 0.125                      | 0.1                           | 0.1                          |
| Seguridad de suministro                   | 0.25             | 0.7                        | 0.5                           | 0.6                          |
|                                           | <b>Producto</b>  | 0.175                      | 0.125                         | 0.15                         |
| Riesgo subida de precio en el combustible | 0.25             | 0.3                        | 0.5                           | 0.6                          |
|                                           | <b>Producto</b>  | 0.075                      | 0.125                         | 0.15                         |
|                                           | <b>SUMATORIO</b> | 0.475                      | 0.45                          | 0.5                          |

**b) Aislante:**

Tabla 9. Evaluación de los diferentes materiales aislantes. Fuente: elaboración propia.

| Criterios              | Ponderación      | Alternativas                |                              |                       |
|------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
|                        |                  | Poliestireno extruido (XPS) | Poliestireno expandido (EPS) | Espuma de poliuretano |
| Vida útil              | 0.5              | 0.8                         | 0.6                          | 0.7                   |
|                        | <b>Producto</b>  | 0.4                         | 0.3                          | 0.35                  |
| Facilidad de operación | 0.5              | 0.7                         | 0.7                          | 0.6                   |
|                        | <b>Producto</b>  | 0.35                        | 0.35                         | 0.3                   |
|                        | <b>SUMATORIO</b> | 0.75                        | 0.65                         | 0.65                  |

## 7. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Teniendo en cuenta los valores tabulados anteriormente, la alternativa escogida será aquella que tenga una puntuación mayor en cada grupo. Por lo tanto, las opciones seleccionadas son:

### I. Producción:

- c) **Sistema de ventilación:** al realizar una evaluación de alternativas, una se lleva a cabo para la nave de gestación y otra para las naves de cría, por lo que las alternativas a escoger son diferentes.

En la primera de las instalaciones, la alternativa que mejores resultados ha arrojado es la ventilación natural vertical, puesto que para desempeñar su función no necesita de grandes cantidades de potencia, siendo su consumo energético prácticamente nulo.

Para las naves de cría sólo se valoran las opciones que presentan sistema de ventilación forzada ya que la ventilación natural no permite tener control sobre las condiciones de temperatura y humedad del interior de los módulos. De esta forma, la mejor alternativa es el sistema de ventilación forzada por presión negativa.

- d) **Extractores:** los sistemas de ventilación forzada propuestos necesitan de unos extractores para poder realizar una buena ventilación, escogiendo para ello las chimeneas de ventilación. Con estos extractores se consigue un incremento de la productividad, con una calidad de aire mayor debido a la renovación constante, además de controlar el caudal de aire.

### II. Energía eléctrica:

- c) **Iluminación:** se escogen los dispositivos LED para la iluminación de las naves. El inconveniente es el precio elevado que presentan, pero se compensa con el menor coste de operación con respecto a las demás opciones planteadas debido a su superior eficiencia. Otra de las ventajas es la vida útil, ya que son los equipos más duraderos, sin ser un factor limitante la facilidad de instalación ya que es similar en las demás opciones.

- d) **Mecanización:** se eligen los motores trifásicos IE3. Aunque los motores IE2 presenten una menor inversión, la eficiencia de los escogidos, es decir, los motores IE3, es superior al pertenecer a una clase energética superior, con menores pérdidas de energía.

### III. Energía térmica:

- c) **Climatización y ACS:** escogida la opción de caldera de biomasa alimentada con pellets puesto que asegura la disponibilidad del material y es el que menos riesgo de subida de precio del material combustible presenta.

- d) **Aislante:** se decide optar por la opción de poliestireno extruido (XPS) ya que presenta una vida útil mayor al resto de materiales al tener resistencia al agua y buenas prestaciones frente a condiciones adversas. También la facilidad de operación es un valor determinante ya que se coloca sin ningún tipo de adhesivos y se puede realizar su reemplazo con facilidad.

## 8. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

Las alternativas correspondientes a sistema de ventilación y extractores han sido valoradas, pero la opción resultante del estudio de alternativas es la solución que se encuentra actualmente en la explotación. Por ello, no se necesita realizar ninguna inversión en los citados apartados.

Para poder trabajar con datos reales, se recoge los datos de precio por kW de las facturas eléctricas, sumando el precio de los tres periodos y se hace una media ponderada con respecto al consumo en kW por cada periodo. De esta forma obtenemos que el precio medio por kW es de 0.0925, al que se le añade el impuesto de energía y el I.V.A., de modo que:

$$0,0925 \times 1,051130 \times 1,21 = 0,1176 \text{ € / kWh.}$$

### 8.1. Iluminación:

En la siguiente tabla se muestran los datos tanto de ahorro eléctrico como económico y los datos técnicos de fluorescentes y LED:

Tabla 21. Ahorro eléctrico y económico de la sustitución de fluorescentes por LED. Fuente: Elaboración propia.

|                                             | Fluorescentes | LED             |
|---------------------------------------------|---------------|-----------------|
| Cantidad                                    | 120           | 120             |
| Horas de luz al ciclo (h/ciclo)             | 1.305         | 1.305           |
| Potencia (kW)                               | 0,036         | 0,016           |
| Potencia instalada actual (kW)              | 4,32          | -               |
| Potencia instalada propuesta (kW)           | -             | 1,92            |
| Consumo al ciclo (kWh/ciclo)                | 5.637,60      | 2.505,60        |
| <b>Ahorro energético (kWh/ciclo)</b>        |               | <b>3.132</b>    |
| Precio medio de los períodos (€/kWh)        | 0,118         | 0,118           |
| Coste de energía al ciclo (€/ciclo)         | 662,98        | 294,66          |
| Ahorro de energía al ciclo (€/ciclo)        | -             | 368,32          |
| Coste de energía anual (€/año)              | 1.657,45      | 736,65          |
| Ahorro de energía anual (€/año)             | -             | 920,81          |
| Vida útil (h)                               | 13.000        | 50.000          |
| Nº ciclos                                   | 9,96          | 38,31           |
| Coste reposición (€)                        | 1.599,60      | 3.669,60        |
| Coste reposición por ciclo (€/ciclo)        | 333,25        | 244,64          |
| Ahorro coste reposición por ciclo (€/ciclo) | -             | 88,61           |
| Coste reposición anual (€/año)              | 833,13        | 611,60          |
| Ahorro coste reposición anual (€/año)       | -             | 221,53          |
| <b>Ahorro total por ciclo (€/ciclo)</b>     | -             | <b>456,93</b>   |
| <b>Ahorro total por año (€/año)</b>         | -             | <b>1.142,33</b> |

Con esta medida de ahorro y eficiencia llevada a cabo, se establece para cada ciclo un ahorro económico de 456,93 €, suponiendo un total de 1.142,33 € de ahorro al año, teniendo como referencia los 2,5 ciclos de cría que se llevan al año en la explotación.

El total del coste de la inversión a realizar es de 3.669,60 €. De esta forma se calcula el periodo simple de recuperación de la inversión (PSRI):

$$PSRI = \frac{3.669,60 - 1.599,60}{1.142,33} = 1,81 \text{ años}$$

El periodo de recuperación de la inversión es superior a 1 año, por lo que los 0.81 años restantes se convierten a meses mediante una regla de tres:

1 año ----- 12 meses

0.81 años ----- x meses

La operación nos da un resultado de 9.72 meses, por lo que se puede establecer un periodo de recuperación de la inversión de aproximadamente 1 año y 10 meses.

Por otra parte, el ahorro por reducción de potencia es de 4,32 kW – 1,91 kW = 2,41 kW, dato que se tendrá en cuenta en la reducción de la potencia contratada.

Tras calcular el ahorro que supone la medida y el periodo de recuperación de la inversión, hay que destacar que el cambio de los fluorescentes por LED es necesario, ya que se quiere contar en la explotación con este tipo de iluminación, y de esta forma la granja contaría con sistema LED en todas sus naves.

## 8.2. Mecanización:

A continuación, se adjuntan los datos correspondientes al ahorro de esta medida:

Tabla 22. Datos correspondientes al ahorro eléctrico y económico de la sustitución de motores de alimentación de 2,2 kW IE2 por IE3. Fuente: Elaboración propia.

### MOTOR 2.2 kW

|                                               | Motor IE2 | Motor IE3      |
|-----------------------------------------------|-----------|----------------|
| Potencia útil (kW)                            | 1,41      | 1,41           |
| Eficiencia                                    | 0,64      | 0,84           |
| Potencia nominal (kW)                         | 2,2       | 1,68           |
| Pérdidas a plena carga                        | 0,79      | 0,27           |
| Ahorro de potencia                            | -         | 0,52           |
| Número de horas de funcionamiento (h/ciclo)   | 580       | 580            |
| Consumo energético al ciclo (kWh/ciclo)       | 1276      | 973,571        |
| <b>Ahorro energético al ciclo (kWh/ciclo)</b> | -         | <b>302,429</b> |
| <b>Ahorro energético anual (kWh/año)</b>      | -         | <b>756,071</b> |
| Precio medio de los períodos (€/kWh)          | 0,118     | 0,118          |
| Coste al ciclo (€/ciclo)                      | 150,06    | 114,49         |
| <b>Ahorro económico al ciclo (€/ciclo)</b>    | -         | <b>35,57</b>   |
| Coste económico anual (€/año)                 | 375,14    | 286,23         |
| Ahorro económico anual (€/año)                | -         | 88,91          |
| Coste reposición (€)                          | 198,25    | 379,78         |
| <b>Ahorro económico al año (€/año)</b>        | -         | <b>88,91</b>   |



Tabla 23. Datos correspondientes al ahorro eléctrico y económico de la sustitución de motores de ventilación en la nave de gestación de 0,75 kW IE2 por IE3. Fuente: Elaboración propia.

**MOTOR 0.75 kW en la nave de gestación**

|                                               | Motor IE2 | Motor IE3     |
|-----------------------------------------------|-----------|---------------|
| Potencia útil (kW)                            | 0,51      | 0,51          |
| Eficiencia                                    | 0,68      | 0,81          |
| Potencia nominal (kW)                         | 0,75      | 0,63          |
| Pérdidas a plena carga                        | 0,24      | 0,12          |
| Ahorro de potencia                            | -         | 0,12          |
| Número de horas de funcionamiento (h/ciclo)   | 145       | 145           |
| Consumo energético al ciclo (kWh/ciclo)       | 108,75    | 91,296        |
| <b>Ahorro energético al ciclo (kWh/ciclo)</b> | -         | <b>17,454</b> |
| <b>Ahorro energético anual (kWh/año)</b>      | -         | <b>43,634</b> |
| Precio medio de los períodos (€/kWh)          | 0,118     | 0,118         |
| Coste al ciclo (€/ciclo)                      | 12,79     | 10,74         |
| <b>Ahorro económico al ciclo (€/ciclo)</b>    | -         | <b>2,05</b>   |
| Coste económico anual (€/año)                 | 31,97     | 26,84         |
| Ahorro económico anual (€/año)                | -         | 5,13          |
| Coste reposición (€)                          | 105,96    | 188,42        |
| <b>Ahorro económico al año (€/año)</b>        | -         | <b>5,13</b>   |

Tabla 24. Datos correspondientes al ahorro eléctrico y económico de la sustitución de motores de ventilación en las naves de cría de 2,2 kW IE2 por IE3. Fuente: Elaboración propia.

**MOTOR 0.75 kW en las naves de cría**

|                                               | Motor IE2 | Motor IE3     |
|-----------------------------------------------|-----------|---------------|
| Potencia útil (kW)                            | 0,51      | 0,51          |
| Eficiencia                                    | 0,68      | 0,81          |
| Potencia nominal (kW)                         | 0,75      | 0,63          |
| Pérdidas a plena carga                        | 0,24      | 0,12          |
| Ahorro de potencia                            | -         | 0,12          |
| Número de horas de funcionamiento (h/ciclo)   | 290       | 290           |
| Consumo energético al ciclo (kWh/ciclo)       | 217,5     | 182,593       |
| <b>Ahorro energético al ciclo (kWh/ciclo)</b> | -         | <b>34,907</b> |
| <b>Ahorro energético anual (kWh/año)</b>      | -         | <b>87,269</b> |
| Precio medio de los períodos (€/kWh)          | 0,118     | 0,118         |
| Coste al ciclo (€/ciclo)                      | 25,58     | 21,47         |
| <b>Ahorro económico al ciclo (€/ciclo)</b>    | -         | <b>4,11</b>   |
| Coste económico anual (€/año)                 | 63,95     | 53,68         |
| Ahorro económico anual (€/año)                | -         | 10,26         |
| Coste reposición (€)                          | 105,96    | 188,42        |
| <b>Ahorro económico al año (€/año)</b>        | -         | <b>10,26</b>  |

Los datos totales de ahorro que presenta esta medida son:

Tabla 25. Ahorro económico y energético para cada motor. Fuente: Elaboración propia.

|                                                   | <b>Ahorro energético al ciclo (kWh/ciclo)</b> | <b>Ahorro energético anual (kWh/año)</b> | <b>Ahorro económico al ciclo (€/ciclo)</b> | <b>Ahorro económico anual (€/año)</b> |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Motor de alimentación de 2.2 kW                   | 302,43                                        | 756,07                                   | 35,57                                      | 88,91                                 |
| Motor ventilación en nave de gestación de 0.75 kW | 17,45                                         | 43,63                                    | 2,05                                       | 5,13                                  |
| Motor de ventilación en nave de cría de 0.75 kW   | 34,91                                         | 87,27                                    | 4,11                                       | 10,26                                 |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>354,79</b>                                 | <b>886,97</b>                            | <b>41,73</b>                               | <b>104,30</b>                         |

La tabla anterior representa el ahorro que produce cada motor por individual, pero hay que tener en cuenta que en la explotación se cuenta con 14 motores de alimentación y 10 de ventilación, por lo que el ahorro real con todos los motores queda de la siguiente manera:

Tabla 2610. Ahorro económico y energético para cada motor. Fuente: Elaboración propia.

|                                        | Nº de motores | Ahorro energético al ciclo (kWh/ciclo) | Ahorro energético anual (kWh/año) | Ahorro económico al ciclo (€/ciclo) | Ahorro económico anual (€/año) |
|----------------------------------------|---------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Motor de alimentación                  | 14            | 4.234,00                               | 10.585,00                         | 497,92                              | 1.244,80                       |
| Motor ventilación en nave de gestación | 2             | 34,91                                  | 87,27                             | 4,11                                | 10,26                          |
| Motor de ventilación en nave de cría   | 8             | 279,26                                 | 698,15                            | 32,84                               | 82,10                          |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>24</b>     | <b>4.548,17</b>                        | <b>11.370,42</b>                  | <b>534,86</b>                       | <b>1.337,16</b>                |

Con la medida ejecutada, para cada uno de los ciclos se establece un ahorro económico de 534,86 €, lo que hace un total de 1.337,16 € al año de ahorro teniendo 2,5 ciclos anuales.

El precio de reposición de los actuales motores presentes en la granja es de:

- 198,25 € para cada motor de 2.2 kW, siendo para los 14 aparatos un total de 2.775,50 €.
- 105,96 € cada motor de 0.75 kW, teniendo un total de 10 el precio final es de 1.059,60 €.

El precio total de reposición de los actuales motores es de 3.835,10 €.

La inversión que se ha de realizar en la sustitución de los motores es la siguiente:

- 379,88 € para cada motor de 2.2 kW, por lo tanto, teniendo 14 motores de estas características, la inversión total es de 5.318,32 €.

- 188,42 € para cada motor de 0.75 kW, teniendo un total de 10 motores, la inversión a realizar es de 1.884,20 €.

De este modo, el coste total de la inversión es de 7.202,52 €.

Con todos los datos anteriores se calcula el PSRI de la inversión, el cual queda de la siguiente manera:

$$PSRI = \frac{7.202,52 - 3.835,10}{1.337,16} = 2,52 \text{ años}$$

Al tener un periodo superior a 2 años, los 0.52 años restantes se calculan en meses de la siguiente forma:

1 año ----- 12 meses

0.52 años ----- x meses

La operación resultante es de 6.24 meses, por lo que se puede establecer un periodo de recuperación de la inversión de aproximadamente 2 años y 7 meses, siendo un periodo de recuperación un tanto elevado, pero hay que tener en cuenta que el estado actual de los aparatos es defectuoso, por lo que su sustitución es necesaria. Otra de las ventajas que presenta la sustitución de los motores es la prolongada vida útil si el cuidado de los mismos es el adecuado.

### 8.3. Climatización y ACS:

El sistema de climatización y ACS actual de la explotación es de gasoil, con un consumo de 120.000 litros de dicho combustible al año. El precio que presenta es de 0,904 €/litro, por lo que el gasto anual empleado en la climatización es de 108.480 €.

De esta forma, el gasto anual se estima en 240 tn de pellets, a un precio a granel con camión cisterna de 232,27 €/tn, por lo que el gasto en un año es de 55.744,80 €/año, por lo que el ahorro en combustible es de 52.735,20 €/año.

La inversión a realizar para cambiar la caldera es de 35.000 €, por lo que el periodo de recuperación de la inversión es de:

$$PSRI = \frac{35.000}{52.735,20} = 0,66 \text{ años}$$

Al tener un periodo inferior a 1 año, calculamos cuántos meses son 0,66 años:

1 año ----- 12 meses

0.66 años ----- x meses

El resultado es de 7,92 meses, estableciendo de esta manera un periodo de recuperación de la inversión de aproximadamente 8 meses.

## 8.4. Aislante:

Se realizan los cálculos correspondientes para poder conocer las pérdidas de calor que tienen lugar en las naves. Para estimar dichas pérdidas, se necesita tener en cuenta los siguientes datos:

- Naves de cría:
  - o Temperatura media requerida dentro de las naves de cría es de 25°C.
  - o La superficie de fachada ocupada por cada nave es de 518,4 m<sup>2</sup>, siendo las cuatro naves de igual dimensión tenemos un total de superficie de 2.073,6.
  - o La superficie ocupada por cada cubierta es de 979,54 m<sup>2</sup>, haciendo un total de 3.918,16 m<sup>2</sup> entre las cuatro naves.
- La temperatura media anual proporcionada por la estación meteorológica es de 11,23°C.
- La temperatura controlada, de una media de 25°C, se exige en el interior de las naves durante todo el año, pero se toma como referencia 145 días que es la duración de un ciclo, lo que hace un total de 3.840 horas al ciclo de requerimiento de esa temperatura media.
- El precio actual del gasóleo para calefacción es de 0,10 €/kWh.
- Se va a sustituir el aislante actual y se va a incorporar el nuevo, con un espesor total de 10 cm de aislante.

Con todos los datos anteriores, se pueden calcular las pérdidas energéticas gracias a la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas energéticas (Wh)} = \frac{\lambda \left( \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right)}{e \text{ (m)}} \cdot S(\text{m}^2) \cdot \Delta T(\text{K}) \cdot t(\text{h})$$

La fórmula está expresada en Wh, por lo que para tener kWh tenemos que dividir la cantidad resultante entre mil, puesto que 1 kW son 1.000 W.

Como las condiciones de temperatura requeridas en el interior de las de naves de cría, se desglosan las pérdidas energéticas, haciendo un cálculo para cada una de ellas. Ocurre lo mismo con la superficie de fachadas y cubiertas, por lo que se dividen también las pérdidas en fachadas y cubiertas.

De esta forma, las pérdidas energéticas resultantes para la situación actual y situación con la alternativa escogida quedan de la siguiente manera:

➤ **Fachadas:**

○ **Naves de cría:**

Tabla 27. Pérdidas caloríficas (kWh/ciclo) por las fachadas en las naves de cría. Fuente: Elaboración propia.

|                    | Conductividad<br>térmica (W/m · K) | Espesor<br>(m) | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | Pérdidas<br>caloríficas<br>(Wh/ciclo) | <b>Pérdidas<br/>caloríficas<br/>(kWh/ciclo)</b> |
|--------------------|------------------------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Fachada<br>actual  | 0,045                              | 0,05           | 2073,6                          | 98.680.799,23                         | <b>98.680,80</b>                                |
| Fachada<br>aislada | 0,036                              | 0,1            | 2073,6                          | 39.472.319,69                         | <b>39.472,32</b>                                |

Esta medida de mejora de ahorro y eficiencia en energía térmica significa una disminución de:

- Naves de cría:  $98.680,80 - 39.472,32 = 59.208,48$  kWh/ciclo.
- El total de disminución en pérdidas térmicas por las fachadas teniendo 2,5 ciclos al año es:  $2,5 \cdot 59.208,48 = 148.021,20$  kWh/año.

➤ **Cubiertas:**

○ **Naves de cría:**

Tabla 28. Pérdidas caloríficas (kWh/ciclo) por las cubiertas en las naves de cría. Fuente: Elaboración propia.

|                    | Conductividad<br>térmica (W/m · K) | Espesor<br>(m) | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | Pérdidas<br>caloríficas<br>(Wh/ciclo) | <b>Pérdidas<br/>caloríficas<br/>(kWh/ciclo)</b> |
|--------------------|------------------------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Fachada<br>actual  | 0,045                              | 0,05           | 3918,16                         | 186.461.786,42                        | <b>186.461,79</b>                               |
| Fachada<br>aislada | 0,036                              | 0,1            | 3918,16                         | 74.584.714,57                         | <b>74.584,71</b>                                |

Esta medida de mejora de ahorro y eficiencia en energía térmica significa una disminución de:

- Naves de cría:  $186.461,79 - 74.584,71 = 111.877,07$  kWh/ciclo.
- El total de disminución en pérdidas térmicas por las fachadas teniendo 2,5 ciclos al año es:  $2,5 \cdot 111.877,07 = 279.692,70$  kWh/año.

En la siguiente tabla se recogen los datos correspondientes al ahorro en pérdidas energéticas al año y el ahorro económico de combustible:

| Ahorro de pérdidas energéticas (kWh/año) |            |            | Ahorro económico en gasoil (€) |           |
|------------------------------------------|------------|------------|--------------------------------|-----------|
| Fachadas                                 | Cubiertas  | Total      | Precio gasoil (€/kWh)          | Total (€) |
| 148.021,20                               | 279.692,70 | 427.713,90 | 0,10                           | 42.771,39 |

El precio del m<sup>2</sup> de poliestireno extruido de 5 cm de anchura vale 5,32 €, por lo que los 10 cm que se quieren incorporar salen a un total de 10,64 € el metro cuadrado. Con el precio del nuevo material, se obtiene:

|                        | Precio (€/m <sup>2</sup> ) | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Coste total (€) |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| Poliestireno extruido  | 4,59                       | 5.991,76                     | 27.502,18       |
| Poliestireno expandido | 10,61                      | 5.991,76                     | 63.572,57       |

La inversión a realizar para cambiar todo el aislante de las naves de la explotación es de 106.405,14 €, por lo que el periodo simple de recuperación de la inversión es de:

$$PSRI = \frac{63.572,57}{42.771,39} = 1,49 \text{ años}$$

Al tener un periodo superior a 1 año, los 0.48 años restantes se calculan en meses de la siguiente forma:

1 año ----- 12 meses

0,49 años ----- x meses

El resultado es de 5,88 por lo que la inversión se recupera en aproximadamente 1 año y 6 meses.

---

## Anejo IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO

---





# ÍNDICE ANEJO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO

Contenido:

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. EVALUACIÓN ENERGÉTICA</b> .....                                                    | 2  |
| 1.1. Reunión inicial.....                                                                | 2  |
| 1.2. Solicitud de información .....                                                      | 2  |
| 1.3. Auditoría.....                                                                      | 2  |
| 1.4. Estudio de la explotación .....                                                     | 4  |
| 1.4.1. Análisis de las facturas eléctricas .....                                         | 4  |
| <b>2. MEJORAS DE LA EFICIENCIA EN ENERGÍA ELÉCTRICA</b> .....                            | 10 |
| 2.1. Sustitución de fluorescentes por LED.....                                           | 10 |
| 2.2. Sustitución de los motores eléctricos.....                                          | 10 |
| 2.3. Ajuste de la potencia contratada.....                                               | 11 |
| 2.4. Ahorro energético y económico total por mejoras del consumo eléctrico .....         | 14 |
| <b>3. MEJORAS DE LA EFICIENCIA EN ENERGÍA TÉRMICA</b> .....                              | 15 |
| 3.1. Sustitución de caldera de gasoil por caldera de biomasa alimentada por pellets..... | 15 |
| 3.2. Mejora del aislamiento de las naves .....                                           | 16 |



# 1. EVALUACIÓN ENERGÉTICA

## 1.1. Reunión inicial

El primer paso para llevar a cabo el presente proyecto es realizar una reunión inicial entre proyectista y promotor. En ella, el promotor expone las intenciones que tiene con el proyecto, dando a conocer la tendencia de la explotación ganadera, con su correspondiente tamaño y volumen de trabajo. De esta forma, recabada toda la información, se puede hacer un primer contacto con los equipos presentes en la granja y duración aproximada del proyecto.

## 1.2. Solicitud de información

En esta fase, el proyectista desea conocer datos acerca de la información deseada como, por ejemplo:

- Superficie y situación geográfica.
- Funcionamiento del proceso de producción de lechones.
- Consumo total de la energía.
- Fuentes consumidoras en la propia explotación.
- Equipos existentes de energía renovable.

A su vez, se solicita al promotor la cesión de las facturas de la compañía eléctrica contratada y facturas de combustible, para su posterior uso y obtención de información deseada para proceder a la realización de la evaluación energética.

## 1.3. Auditoría

Llevada a cabo la toma de contacto con el sector porcino y con la explotación ganadera que es propósito de estudio, se realiza con el propietario de la empresa una auditoría presencial, visitando la explotación en su totalidad. La finalidad con la que se realiza la auditoría no es otra que llevar a cabo un inventario de los equipos y sistemas que sean susceptibles de conllevar consumo energético.

Los equipos que podemos encontrar en la granja han sido definidos en el Anejo II, mostrándose a continuación una tabla resumen de los mismos, los cuales implican consumo energético, por tanto, son susceptibles de mejora:

Tabla 2911. Inventario de los equipos presentes en la explotación. Fuente: elaboración propia.

**INVENTARIO DE EQUIPOS**

| Equipo                                       | Situación                                 | Cantidad |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|
| Bomba de pozo                                | Pozo                                      | 1        |
| Bomba distribución del agua                  | Depósito                                  | 1        |
| Motor ventanas de ventilación                | Nave de gestación                         | 2        |
| Motor de ventanas y chimeneas de ventilación | Naves de maternidad                       | 8        |
| Motor de alimentación                        | Naves de gestación y maternidad           | 14       |
| Lámparas fluorescentes                       | Nave de maternidad                        | 120      |
| Lámparas LED                                 | Nave de gestación y en tres de maternidad | 504      |

Una vez recogidos en la tabla anterior los equipos presentes en la explotación ganadera, se puede observar que se presentan como principales fuentes de consumo de energía los sistemas correspondientes a la mecanización, climatización e iluminación.

Dicha tabla debe de ser completada con las horas de funcionamiento de cada uno de los equipos, siempre de la forma más aproximada posible. Para ello, se elabora la siguiente tabla, en la que se observa en estimación las horas de funcionamiento al año. El periodo de tiempo, en horas, es una media correspondiente a todo el ciclo de cría correspondiente a un año entero.

Tabla 30. Horas de consumo al año de cada uno de los equipos. Fuente: Elaboración propia.

**HORAS DE CONSUMO POR AÑO**

| Equipo                                       | Situación           | Horas/<br>día | Días/semana | Días/ciclo | Horas/ciclo |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------|-------------|------------|-------------|
| Bomba pozo                                   | Pozo                | 2             | 7           | 145        | 290         |
| Bomba distribución del agua                  | Depósito            | 4             | 7           | 145        | 580         |
| Motor ventanas de ventilación                | Nave de gestación   | 1             | 7           | 145        | 145         |
| Motor de ventanas y chimeneas de ventilación | Naves de maternidad | 2             | 7           | 145        | 290         |

|                        |                                           |   |   |     |      |
|------------------------|-------------------------------------------|---|---|-----|------|
| Motor de alimentación  | Naves de gestación y maternidad           | 4 | 7 | 145 | 580  |
| Lámparas fluorescentes | Nave de maternidad                        | 9 | 7 | 145 | 1305 |
| Lámparas LED           | Nave de gestación y en tres de maternidad | 9 | 7 | 145 | 1305 |

## 1.4. Estudio de la explotación

### 1.4.1. Análisis de las facturas eléctricas

Una vez recibidas las facturas de consumo eléctrico de la explotación, facilitadas por el propietario de la misma, se lleva a cabo una verificación y análisis de cargos, estudiando por separado cada uno de los términos correspondientes a impuestos, energía reactiva consumida, potencia y energía consumida. De esta forma, se establece el precio del kWh, el cual viene determinado por el cociente entre importe facturado y consumo total. El dato obtenido en este cálculo será empleado para realizar posteriores cálculos de las mejoras de eficiencia y ahorro, siendo uno de los fines el de reducción del coste que conllevan.

La energía contratada en la explotación tiene un tipo de discriminación horaria distinguiendo tres periodos: hora punta, llano y valle. Se basa principalmente que en cada una de las fases mencionadas el coste por kWh es diferente, siendo el más barato durante la noche, o periodo valle, y el más caro en las horas del día, o periodo punta. Los horarios que comprende cada etapa se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 31. Distribución de las horas en los periodos de discriminación horaria. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en Tarifaluzhora.

|                                     |              | Verano                            | Invierno                          |
|-------------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Horario de cada uno de los periodos | <b>Punta</b> | Desde las 13:00h hasta las 23:00h | Desde las 12:00h hasta las 22:00h |
|                                     | <b>Llano</b> | Desde la 1:00h hasta las 7:00h    | Desde la 1:00h hasta las 7:00h    |
|                                     | <b>Valle</b> | Desde las 23:00h hasta las 13:00h | Desde las 22:00h hasta las 12:00h |

Para el comentado análisis de las facturas de consumo energético, se han realizado distintas tablas de Excel en las que se han detallado las facturaciones y consumo de energía durante un año. Se reflejan a su vez los costes del kWh, siempre dependiendo del periodo de tiempo de consumo.

Los datos quedan recogidos de la siguiente manera:

La potencia contratada y facturada calculada se lleva a cabo en función del Real Decreto 1164/2001.

|                        |         |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Periodo de facturación | Desde   | 01/01/2017 | 01/02/2018 | 01/03/2018 | 01/04/2018 | 01/05/2018 | 01/06/2018 | 01/07/2018 | 01/08/2018 | 01/09/2018 | 01/10/2018 | 01/11/2018 | 01/12/2018 |
|                        | Hasta   | 31/01/2018 | 28/02/2018 | 31/03/2018 | 30/04/2018 | 31/05/2018 | 30/06/2018 | 31/07/2018 | 31/08/2018 | 30/09/2019 | 31/10/2018 | 30/11/2018 | 31/12/2018 |
|                        | Nº días | 31         | 28         | 31         | 30         | 31         | 30         | 31         | 31         | 30         | 31         | 30         | 31         |

|                                 |                      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |           |
|---------------------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Potencia contratada y facturada | P1 contratada (kW)   | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100       |
|                                 | P2 contratada (kW)   | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100           | 100       |
|                                 | P3 contratada (kW)   | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250           | 250       |
|                                 | P1 facturada (kW)    | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85        |
|                                 | P2 facturada (kW)    | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85            | 85        |
|                                 | P3 facturada (kW)    | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5         | 212,5     |
|                                 | Precio P1 (€/kW/día) | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212   |
|                                 | Precio P2 (€/kW/día) | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997   |
|                                 | Precio P3 (€/kW/día) | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293   |
|                                 | Coste P1 (€)         | 427,18357     | 385,84322     | 427,18357     | 413,40345     | 427,18357     | 413,40345     | 427,18357     | 427,18357     | 413,40345     | 427,18357     | 413,40345     | 427,18357 |
|                                 | Coste P2 (€)         | 263,43149     | 237,93812     | 263,43149     | 254,93370     | 263,43149     | 254,93370     | 263,43149     | 263,43149     | 254,93370     | 263,43149     | 254,93370     | 263,43149 |
|                                 | Coste P3 (€)         | 151,01844     | 136,40375     | 151,01844     | 146,14688     | 151,01844     | 146,14688     | 151,01844     | 151,01844     | 146,14688     | 151,01844     | 146,14688     | 151,01844 |
|                                 | Maxímetro P1 (kW)    | 64            | 49            | 68            | 84            | 62            | 72            | 80            | 76            | 69            | 61            | 41            | 43        |
|                                 | Maxímetro P2 (kW)    | 81            | 64            | 73            | 84            | 65            | 63            | 72            | 66            | 62            | 61            | 60            | 66        |
|                                 | Maxímetro P3 (kW)    | 56            | 54            | 59            | 62            | 62            | 60            | 58            | 60            | 61            | 63            | 57            | 58        |
| <b>COSTE TOTAL (€)</b>          | <b>841,63</b>        | <b>760,19</b> | <b>841,63</b> | <b>814,48</b> | <b>841,63</b> | <b>814,48</b> | <b>841,63</b> | <b>841,63</b> | <b>814,48</b> | <b>841,63</b> | <b>814,48</b> | <b>841,63</b> |           |

MEMORIA: ANEJO IV INGENIERÍA DEL PROYECTO

|                              |                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |              |
|------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Consumo de energía facturada | Consumo P1 (kWh)           | 5513            | 4550            | 5498            | 6814            | 6206            | 6174            | 7074            | 6798            | 5651            | 6223            | 4364            | 3974         |
|                              | Consumo P2 (kWh)           | 13963           | 11112           | 12581           | 11967           | 10848           | 10928           | 12740           | 11981           | 10360           | 11267           | 10632           | 10939        |
|                              | Consumo P3 (kWh)           | 13291           | 10421           | 12513           | 12559           | 11571           | 12129           | 13705           | 12702           | 11846           | 12342           | 10573           | 12506        |
|                              | <b>Consumo Total (kWh)</b> | <b>32767</b>    | <b>26083</b>    | <b>30592</b>    | <b>31340</b>    | <b>28625</b>    | <b>29231</b>    | <b>33519</b>    | <b>31481</b>    | <b>27857</b>    | <b>29832</b>    | <b>25569</b>    | <b>27419</b> |
|                              | Precio P1 (€/kWh)          | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,087844        | 0,106338        | 0,106003        | 0,105466     |
|                              | Precio P2 (€/kWh)          | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,08095         | 0,10218         | 0,097855        | 0,098467     |
|                              | Precio P3 (€/kWh)          | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,061182        | 0,080317        | 0,078106        | 0,080136     |
|                              | Coste P1 (€)               | 484,28397       | 399,6902        | 482,96631       | 598,56902       | 545,15986       | 542,34886       | 621,40846       | 597,16351       | 496,40644       | 661,74137       | 462,59709       | 419,12188    |
|                              | Coste P2 (€)               | 1130,3049       | 899,5164        | 1018,432        | 968,72865       | 878,1456        | 884,6216        | 1031,303        | 969,86195       | 838,642         | 1151,2621       | 1040,3944       | 1077,1305    |
|                              | Coste P3 (€)               | 813,16996       | 637,57762       | 765,57037       | 768,38474       | 707,93692       | 742,07648       | 838,49931       | 777,13376       | 724,76197       | 991,27241       | 825,81474       | 1002,1808    |
| <b>COSTE TOTAL (€)</b>       | <b>2.427,76</b>            | <b>1.936,78</b> | <b>2.266,97</b> | <b>2.335,68</b> | <b>2.131,24</b> | <b>2.169,05</b> | <b>2.491,21</b> | <b>2.344,16</b> | <b>2.059,81</b> | <b>2.804,28</b> | <b>2.328,81</b> | <b>2.498,43</b> |              |

|                  |                        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Energía reactiva | Consumo P1 (kVArh)     | 969      | 845      | 1107     | 1362     | 1489     | 1235     | 1285     | 1216     | 1258     | 1286     | 788      | 748      |
|                  | Consumo P2 (kVArh)     | 2618     | 2061     | 2658     | 3016     | 2842     | 2444     | 2454     | 2594     | 2528     | 2443     | 2097     | 2345     |
|                  | Consumo P3 (kVArh)     | 2376     | 2348     | 3169     | 3844     | 3610     | 3190     | 3018     | 3107     | 3052     | 2994     | 2460     | 2739     |
|                  | Exceso P1 (kVArh)      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                  | Exceso P2 (kVArh)      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                  | Exceso P3 (kVArh)      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                  | Coste P1 (€)           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                  | Coste P2 (€)           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                  | Coste P3 (€)           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                  | <b>COSTE TOTAL (€)</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

|         |                                       |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|---------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Factura | Total energía (€)                     | 3.269,39        | 2.696,97        | 3.108,60        | 3.150,17        | 2.972,88        | 2.983,53        | 3.332,84        | 3.185,79        | 2.874,29        | 3.645,91        | 3.143,29        | 3.340,07        |
|         | Impuesto eléctrico (1,05 * 4,864%)    | 166,53          | 161,21          | 158,93          | 161,06          | 151,99          | 152,54          | 170,40          | 162,88          | 146,95          | 186,40          | 160,71          | 170,77          |
|         | <b>Total con Impuesto energía (€)</b> | <b>3.435,92</b> | <b>2.858,18</b> | <b>3.267,53</b> | <b>3.311,23</b> | <b>3.124,87</b> | <b>3.136,07</b> | <b>3.503,24</b> | <b>3.348,67</b> | <b>3.021,24</b> | <b>3.832,31</b> | <b>3.304,00</b> | <b>3.510,84</b> |
|         | Alquiler equipos (€)                  | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            | 0,00            |
|         | I.V.A. del 21 % (€)                   | 721,54          | 600,22          | 686,18          | 695,36          | 656,22          | 658,57          | 735,68          | 703,22          | 634,46          | 804,78          | 693,84          | 737,28          |
|         | <b>TOTAL factura con I.V.A (€)</b>    | <b>4.157,47</b> | <b>3.458,40</b> | <b>3.953,71</b> | <b>4.006,58</b> | <b>3.781,09</b> | <b>3.794,65</b> | <b>4.238,93</b> | <b>4.051,89</b> | <b>3.655,71</b> | <b>4.637,09</b> | <b>3.997,84</b> | <b>4.248,11</b> |

En la primera tabla se muestran los datos desglosados de potencia contratada, facturada y las lecturas de los medidores de demanda o maxímetro. Se puede observar que la potencia contratada por la explotación para las franjas punta y llano es de 100 kW, y de 250 kW para la franja valle. La diferencia entre contratada y facturada se debe a que la energía que se demanda es menor al 85% con respecto a la potencia contratada. De esta forma, la compañía eléctrica factura dicho porcentaje, es decir, el 85% de potencia contratada, siendo de 85 kW en horario punta y llano y de 212,5 kW en la franja valle.

A continuación, se incluyen los precios de las potencias en cada periodo diferente, calculando a su vez la cantidad de coste que conllevan. En la última de las filas se refleja el total de los costes, así como el sumatorio de los costes de cada periodo. Se realiza la suma

La tercera tabla recoge los consumos de energía reactiva de cada mes y periodo, con su correspondiente coste total. Dicho consumo energético es generado como consecuencia del funcionamiento en la explotación de determinados equipos eléctricos, como fluorescentes y motores. La penalización que supone el consumo de energía reactiva se puede eliminar gracias a la instalación de baterías de condensadores. Dicha penalización sólo aparece en la factura cuando se supere el 33 % del consumo en el periodo, aplicándose a todos los periodos menos al valle. En este caso, como no se supera el límite del 33 % no se realiza facturación de energía reactiva.

En la última de las tablas se distingue el coste total de la factura, correspondiente a la suma de la energía, tanto facturada como reactiva, con su impuesto eléctrico del 4,864% y el I.V.A. del 21%.

A partir de la recogida de datos anterior, se puede desarrollar un gráfico correspondiente a la evolución de consumo de energía en kWh en un año:

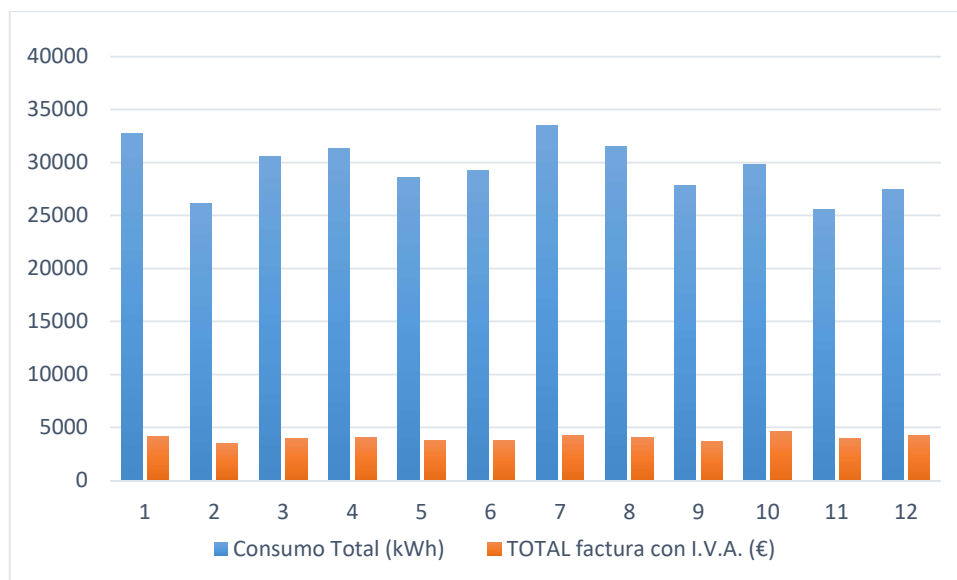


Ilustración 8. Evolución de consumo de energía en un periodo de un año. Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de las facturas.



El gráfico anterior muestra que los consumos son más o menos estables a lo largo de todo el año, sin importar los meses de invierno, en los cuales incrementan las necesidades de climatización de las naves debido a las condiciones atmosféricas, aumentando también las exigencias en iluminación ya que los días tienen una duración menor.

Pudiendo establecer con detenimiento aquellos datos que puede proporcionar la factura eléctrica, se puede realizar a groso modo una rápida comparación de potencia contratada respecto al desarrollo de máxímetros. De esta forma se plantea un ajuste correspondiente a la potencia que actualmente está contratada, siendo desarrollado posteriormente en una Medida de Ahorro Energético (MAE).

|                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1 contratada (kW) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| P2 contratada (kW) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| P3 contratada (kW) | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Maxímetro P1 (kW)  | 64  | 49  | 68  | 84  | 62  | 72  | 80  | 76  | 69  | 61  | 41  | 43  |
| Maxímetro P2 (kW)  | 81  | 64  | 73  | 84  | 65  | 63  | 72  | 66  | 62  | 61  | 60  | 66  |
| Maxímetro P3 (kW)  | 56  | 54  | 59  | 62  | 62  | 60  | 58  | 60  | 61  | 63  | 57  | 58  |

Se obtiene por tanto los siguientes gráficos en donde se muestra la evolución de los máxímetros respecto a los diferentes periodos en los que se divide el consumo de energía, correspondientes a P1, P2 y P3:

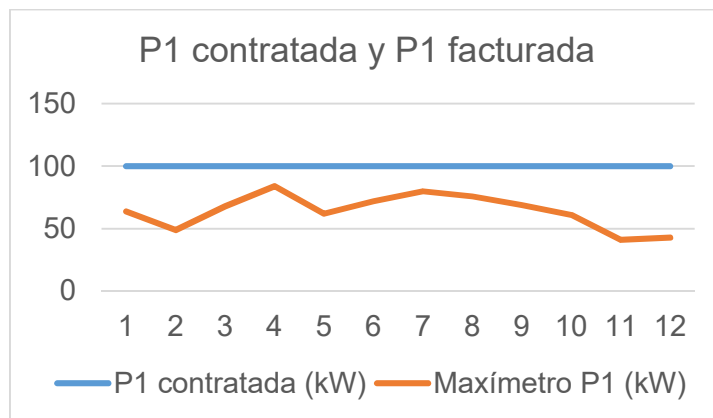


Ilustración 9. Potencia 1 contratada y facturada. Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de las facturas.

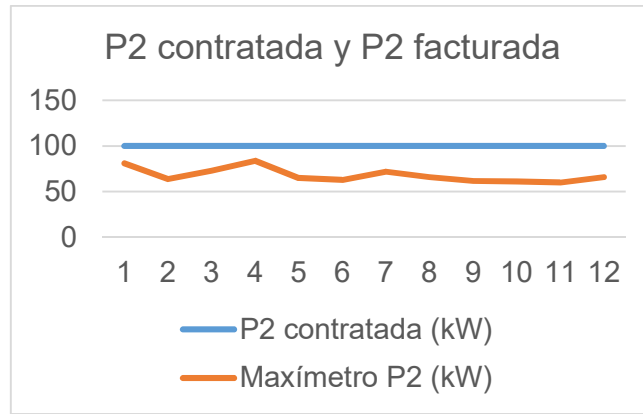


Ilustración 10. Potencia 2 contratada y facturada. Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de las facturas.

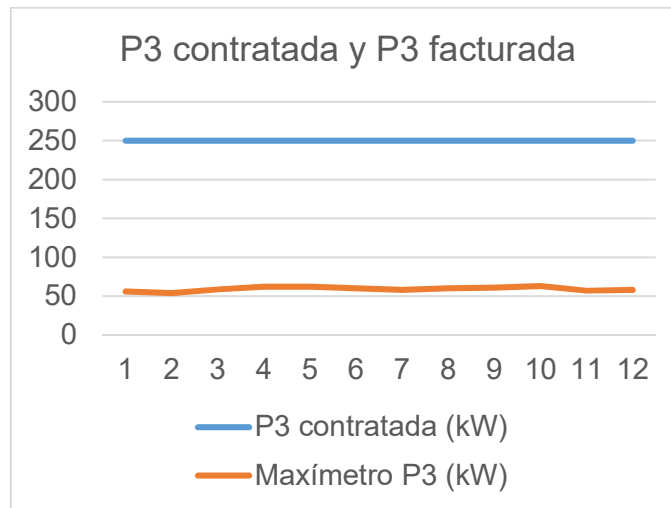


Ilustración 11. Potencia 3 contratada y facturada. Fuente: elaboración propia a partir de los datos extraídos de las facturas.

Comparando las gráficas anteriores, se concluye que la potencia que se tiene actualmente contratada en los periodos P1 y P2 puede modificarse a 90 kW, mientras que la correspondiente a P3 puede establecerse en 70 kW. Dicha potencia contratada será estudiada más detenidamente debido a que otras medidas de eficiencia y ahorro pueden conllevar una disminución de la necesidad de potencia, ya que esta comparación se ha realizado tomando como referencia solamente datos correspondientes a la factura eléctrica.

## 2. MEJORAS DE LA EFICIENCIA EN ENERGÍA ELÉCTRICA

En el apartado de mejoras de la eficiencia en energía eléctrica se pueden distinguir las siguientes acciones a realizar:

### 2.1. Sustitución de fluorescentes por LED

La primera de las medidas de ahorro propuesta es la sustitución de los fluorescentes presentes en una de las naves de maternidad por luminarias de tipo LED.

Dicha sustitución se realiza para poder contar en todas las naves el mismo sistema de iluminación. De esta forma se proyecta la sustitución de ciento veinte fluorescentes localizados en una de las naves de maternidad, cada uno de 36 W, por la misma cantidad de tubos LED, con una potencia de 16 W, aprovechando de esta manera la ubicación actual de los equipos lumínicos, siendo escogidos los fluorescentes LED Philips Universal.

|               | Fluorescentes | LED   |
|---------------|---------------|-------|
| Cantidad      | 120           | 120   |
| Potencia (kW) | 0,036         | 0,016 |

### 2.2. Sustitución de los motores eléctricos

Se propone la sustitución de motores eléctricos como segunda medida de ahorro y eficiencia. Dichos motores son los empleados en los mecanismos de ventanas y extractores y en la cadena de distribución del alimento, siendo sustituidos por unos similares, pero de una clase superior de eficiencia energética.

Algunas de las características relevantes de los motores se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 32. Características de los motores de alimentación presentes en la explotación. Fuente: motores MEB.

|                                                       |                    |      |
|-------------------------------------------------------|--------------------|------|
| <b>Motores 2,2 kW<br/>Motores de<br/>alimentación</b> | Cantidad           | 14   |
|                                                       | Potencia (kW)      | 2,2  |
|                                                       | Pares de polos     | 4    |
|                                                       | Revoluciones (rpm) | 1500 |
|                                                       | Eficiencia IE2     | 0,64 |
|                                                       | Eficiencia IE3     | 0,84 |

Tabla 3312. Características de los motores de ventilación presentes en la explotación. Fuente: motores MEB

|                                                   |                    |      |
|---------------------------------------------------|--------------------|------|
| <b>Motores 0,75 kW<br/>Motores de ventilación</b> | Cantidad           | 10   |
|                                                   | Potencial (kW)     | 0,75 |
|                                                   | Pares de polos     | 4    |
|                                                   | Revoluciones (rpm) | 1500 |
|                                                   | Eficiencia IE2     | 0,68 |
|                                                   | Eficiencia IE3     | 0,81 |

En el caso de la sustitución de los motores eléctricos de tipo IE2 por unos de tipo IE3, la reducción del consumo se debe a un mayor aprovechamiento de la energía, ya que presentan una mayor eficiencia los correspondientes a la clase IE3 incorporada. Dichos motores tienen menos pérdidas, lo que conlleva un requerimiento menor de energía para llevar a cabo la misma tarea.

### 2.3. Ajuste de la potencia contratada

La potencia actual que está contratada en la explotación es:

|                    |     |
|--------------------|-----|
| P1 contratada (kW) | 100 |
| P2 contratada (kW) | 100 |
| P3 contratada (kW) | 250 |

Como se ha visto en el apartado correspondiente a “Análisis de las facturas eléctricas”, la potencia facturada corresponde al 85 % de la potencia contratada ya que no se supera en ninguno de los periodos la potencia que se tiene establecida. Por tanto, la potencia facturada tiene unos valores de:

|                   |       |
|-------------------|-------|
| P1 facturada (kW) | 85    |
| P2 facturada (kW) | 85    |
| P3 facturada (kW) | 212,5 |

En las lecturas de los maxímetros se observa la potencia en kW que se consume en cada mes. De esta forma, podemos identificar la máxima potencia medida en un año en cada periodo, quedando reflejada en la siguiente tabla:

|                   |    |
|-------------------|----|
| Maxímetro P1 (kW) | 84 |
| Maxímetro P2 (kW) | 84 |
| Maxímetro P3 (kW) | 63 |

La potencia a contratar se puede establecer en 90 kW para los periodos P1 y P2 y en 70 kW para el periodo P3. De esta forma se disminuye considerablemente dicha potencia, ya que en el caso del periodo 3, el máximo que se ha consumido en un mes es de 63 kW, quedando muy lejos de los 250 kW que se tienen contratados, pagando de esta forma el doble de lo que se ha gastado.

Tomando como referencia la nueva potencia contratada, la tabla modificada con la potencia contratada con la facturada queda de la siguiente manera:

PROYECTO DE MEJORA DE EXPLOTACIÓN GANADERA BASADO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

|                        |         |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Periodo de facturación | Desde   | 01/01/2017 | 01/02/2018 | 01/03/2018 | 01/04/2018 | 01/05/2018 | 01/06/2018 | 01/07/2018 | 01/08/2018 | 01/09/2018 | 01/10/2018 | 01/11/2018 | 01/12/2018 |
|                        | Hasta   | 31/01/2018 | 28/02/2018 | 31/03/2018 | 30/04/2018 | 31/05/2018 | 30/06/2018 | 31/07/2018 | 31/08/2018 | 30/09/2019 | 31/10/2018 | 30/11/2018 | 31/12/2018 |
|                        | Nº días | 31         | 28         | 31         | 30         | 31         | 30         | 31         | 31         | 30         | 31         | 30         | 31         |

|                                 |                      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |           |
|---------------------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| Potencia contratada y facturada | P1 contratada (kW)   | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90        |
|                                 | P2 contratada (kW)   | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90            | 90        |
|                                 | P3 contratada (kW)   | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70            | 70        |
|                                 | P1 facturada (kW)    | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 84            | 76,5          | 76,5          | 80            | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5      |
|                                 | P2 facturada (kW)    | 81            | 76,5          | 76,5          | 84            | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5          | 76,5      |
|                                 | P3 facturada (kW)    | 59,5          | 59,5          | 59,5          | 62            | 62            | 60            | 59,5          | 60            | 61            | 63            | 59,5          | 59,5      |
|                                 | Precio P1 (€/kW/día) | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212       | 0,16212   |
|                                 | Precio P2 (€/kW/día) | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997       | 0,09997   |
|                                 | Precio P3 (€/kW/día) | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293       | 0,02293   |
|                                 | Coste P1 (€)         | 384,46521     | 347,25890     | 384,46521     | 408,53988     | 384,46521     | 372,06311     | 402,05512     | 384,46521     | 372,06311     | 384,46521     | 372,06311     | 384,46521 |
|                                 | Coste P2 (€)         | 251,03471     | 214,14431     | 237,08834     | 251,93448     | 237,08834     | 229,44033     | 237,08834     | 237,08834     | 229,44033     | 237,08834     | 229,44033     | 237,08834 |
|                                 | Coste P3 (€)         | 42,28516      | 38,19305      | 42,28516      | 42,64050      | 44,06185      | 41,26500      | 42,28516      | 42,64050      | 41,95275      | 44,77253      | 40,92113      | 42,28516  |
|                                 | Maxímetro P1 (kW)    | 64            | 49            | 68            | 84            | 62            | 72            | 80            | 76            | 69            | 61            | 41            | 43        |
|                                 | Maxímetro P2 (kW)    | 81            | 64            | 73            | 84            | 65            | 63            | 72            | 66            | 62            | 61            | 60            | 66        |
|                                 | Maxímetro P3 (kW)    | 56            | 54            | 59            | 62            | 62            | 60            | 58            | 60            | 61            | 63            | 57            | 58        |
| <b>COSTE TOTAL (€)</b>          | <b>677,79</b>        | <b>599,60</b> | <b>663,84</b> | <b>703,11</b> | <b>665,62</b> | <b>642,77</b> | <b>681,43</b> | <b>664,19</b> | <b>643,46</b> | <b>666,33</b> | <b>642,42</b> | <b>663,84</b> |           |
| <b>AHORRO (€)</b>               | <b>163,85</b>        | <b>160,59</b> | <b>177,79</b> | <b>111,37</b> | <b>176,02</b> | <b>171,72</b> | <b>160,20</b> | <b>177,44</b> | <b>171,03</b> | <b>175,31</b> | <b>172,06</b> | <b>177,79</b> |           |

|                  |                                    |                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|------------------|------------------------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ahorro económico | Ahorro con ajuste de potencia (€)  | 163,85          | 160,59        | 177,79        | 111,37        | 176,02        | 171,72        | 160,20        | 177,44        | 171,03        | 175,31        | 172,06        | 177,79        |
|                  | Impuesto eléctrico (1,05 * 4,864%) | 8,37            | 8,20          | 9,08          | 5,69          | 8,99          | 8,77          | 8,18          | 9,06          | 8,73          | 8,95          | 8,79          | 9,08          |
|                  | Total con Impuesto energía (€)     | 172,22          | 168,79        | 186,88        | 117,06        | 185,01        | 180,49        | 168,39        | 186,50        | 179,76        | 184,26        | 180,85        | 186,88        |
|                  | I.V.A. del 21 % (€)                | 36,17           | 35,45         | 39,24         | 24,58         | 38,85         | 37,90         | 35,36         | 39,17         | 37,75         | 38,69         | 37,98         | 39,24         |
|                  | <b>TOTAL ahorro con I.V.A. (€)</b> | <b>208,38</b>   | <b>204,24</b> | <b>226,12</b> | <b>141,64</b> | <b>223,86</b> | <b>218,39</b> | <b>203,75</b> | <b>225,67</b> | <b>217,51</b> | <b>222,96</b> | <b>218,82</b> | <b>226,12</b> |
|                  | <b>TOTAL ahorro al año (€)</b>     | <b>2.537,45</b> |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |

El ahorro que supone el ajuste de la potencia contratada es de un total de 2.537,45 € al año, cifra considerable teniendo en cuenta que la reducción de la misma no conlleva ninguna inversión.

## 2.4. Ahorro energético y económico total por mejoras del consumo eléctrico

El ahorro económico y energético correspondiente a la sustitución de fluorescentes por dispositivos LED y el cambio de motores eléctricos de clase IE2 por IE3 se ha realizado en el anejo III en el apartado de evaluación económica de la alternativa elegida. Así, el promotor del proyecto puede evaluar en dicho apartado el ahorro que le suponen las nuevas alternativas a incorporar en la explotación.

Por lo tanto, el cuadro resumen de las Medidas de Ahorro Energético (MAEs) queda de la siguiente manera:

Tabla 34. Resumen de las MAEs. Fuente: Elaboración propia.

|                                                                        | Ahorro energético anual (kWh) | Ahorro económico anual (€) | Inversión (€)    | PSRI (años) |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------|-------------|
| <b>MAE 1:</b> Sustitución de fluorescentes por LED                     | 7.830                         | 1.142,33                   | 3.669,60         | 1,81        |
| <b>MAE 2:</b> Sustitución de motores eléctricos                        | 11.370,42                     | 1.337,16                   | 7.202,52         | 2,52        |
| <b>MAE 3:</b> Análisis de las facturas y ajuste de potencia contratada | 0                             | 2.537,45                   | 0                | 0           |
| <b>TOTAL</b>                                                           | <b>19.200,42</b>              | <b>5.016,94</b>            | <b>10.872,12</b> |             |

## 3. MEJORAS DE LA EFICIENCIA EN ENERGÍA TÉRMICA

### 3.1. Sustitución de caldera de gasoil por caldera de biomasa alimentada por pellets

A día de hoy, el coste que supone el gasoil usado en la granja en el sistema de calefacción por suelo radiante supone un elevado gasto para el propietario como se ha visto en el anejo III en la evaluación económica de la alternativa elegida.

La alternativa escogida para reducir el gasto que supone el actual sistema es la de instalar una caldera de combustible sólido para calentar el agua del circuito de calefacción, dejando las 2 calderas actuales de gasoil de apoyo por si en algún momento la nueva incorporación falla. Las ventajas de la utilización de pellets en la quema de la caldera son la reducción de emisión de gases contaminantes, obtención de energía a través de residuos, en este caso restos de poda de bosques o residuos de industria maderera, y la no dependencia del gasoil, que como otros combustibles fósiles presenta gran incertidumbre acerca de su precio. Otra ventaja añadida es la densidad que presenta el pellet, de  $650 \text{ kg/m}^3$ , muy superior al de la astilla, que es de  $200 \text{ kg/m}^3$ .

Para la incorporación de la caldera nueva de biomasa hay que tener en cuenta que el equipo incinerador de cadáveres presenta un recuperador de energía. Dicho recuperador está instalado en la chimenea de salida de los humos para convertir la energía en agua caliente, la cual es recirculada al circuito de calefacción.

La caldera y el incinerador van conectados de forma hidráulica a un depósito de inercia de 5.000 litros de capacidad, acumulando la energía producida en los dos equipos. Desde el citado depósito de inercia se proporciona para la calefacción la energía requerida, todo ello mediante un conjunto de tuberías de acero pre-aisladas.

Para que el funcionamiento de la caldera sea el óptimo, la sala de calderas y los silos tienen que ser adecuados. Para ello, el almacenamiento del pellet tiene que ser el necesario para poder alimentar a la caldera y al incinerador, por lo que se opta por 3 silos verticales de acero galvanizado de 10.000 kg de capacidad cada uno, siendo el sistema de alimentación mediante tornillos sin fin. Debido a que en la explotación contaba con una fábrica de piensos en la finca, se decide usar tres de esos silos para el almacenamiento del material combustible, por lo que no se requiere de ninguna inversión en esa actividad.

La potencia de la caldera va a depender de la demanda térmica y del suelo radiante de la explotación, siendo la caldera de gasoil actual de 225 kW de potencia térmica del agua. De esta forma, la alternativa escogida para sustituir al presente sistema es de 225 kW, manteniendo la potencia térmica del líquido que recorre el sistema de calefacción.

Para ubicar el equipo no hay que hacer ninguna modificación en la actual sala de máquinas ya que se cuenta con espacio suficiente para la incorporación de la caldera.



### 3.2. Mejora del aislamiento de las naves

La mejora del aislamiento de las naves es una medida esencial en la eficiencia energética, puesto que se condicionan las pérdidas de calor durante el proceso de cría de los lechones. Con ello, el rendimiento de los equipos se mejora y se consigue un ahorro de energía.

A día de hoy, se cuenta con un aislamiento en paredes y cubiertas de 5 cm de espesor (e) de poliestireno expandido (EPS), siendo el coeficiente de conductividad térmica ( $\lambda$ ) de 0,045 W/m·K. El espesor mínimo del aislante tiene que ser de 5 cm, que es con el que cuenta actualmente la granja, pero con la medida de mejora se va a incrementar dicho espesor a 10 cm para reducir las pérdidas caloríficas, es decir, se van a incorporar 10 cm del nuevo aislante, eliminando el anterior.



---

## Anejo V: EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

---



# ÍNDICE ANEJO V: EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Contenido:

|                                                          |   |
|----------------------------------------------------------|---|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                             | 2 |
| <b>2. PROYECTO DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN</b> .....     | 3 |
| 2.1. Relación de las actividades desarrolladas .....     | 3 |
| <b>3. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA</b> ..... | 4 |
| <b>4. DIAGRAMA DE GANTT</b> .....                        | 6 |



# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es la de indicar la ejecución y la puesta en marcha de las mejoras que se han proyectado en la explotación en cuanto a la evaluación energética se refiere. Para poder conseguir el objetivo, se describen las actividades y se establece la duración que van a conllevar.

Una vez establecido lo citado anteriormente, se desarrolla un diagrama de Gantt, en donde se dejarán reflejadas las diferentes actividades que se van a realizar con las fechas aproximadas de ejecución.

## 2. PROYECTO DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN

### 2.1. Relación de las actividades desarrolladas

El listado con aquellas tareas a llevar a cabo en la explotación porcina con el objetivo final de mejorar la eficiencia energética de la misma es:

- a) Solicitud de información en una primera reunión con el promotor en donde:
  1. Acordar día para realizar una reunión inicial.
  2. Condicionantes y propuestas del promotor.
  3. Solicitud del proyecto de ampliación de la explotación ganadera.
  4. Solicitud de las facturas eléctricas.
- b) Procedimiento de una visita a la granja:
  1. Toma de contacto.
  2. Inventario de equipos que sean susceptibles de llevar a cabo consumo de energía.
  3. Estimación de las horas de funcionamiento de los equipos inventariados.
- c) Estudio de la explotación y mejoras:
  1. Estudio de las facturas eléctricas de un año facilitadas por el promotor.
  2. Propuesta de medidas de ahorro energético.
  3. Cálculo de ahorro, tanto energético como económico.
- d) Tramitación de licencias y permisos.
- e) Mejoras en la eficiencia en energía eléctrica:
  1. Sustitución de fluorescentes por LED.
  2. Sustitución de los motores.
  3. Ajuste de la potencia contratada.
- f) Mejoras en la eficiencia en energía térmica:
  1. Sustitución de la caldera de gasoil por una de biomasa alimentada con pellets.
  2. Sustitución del aislante por poliestireno extruido.

### 2.2 Calendario de ejecución de las actividades

El realizar un calendario supone el establecer los días de estimación del periodo en el que se van a desarrollar las distintas labores enumeradas anteriormente. Con ello, se lleva a cabo la duración total para la puesta en funcionamiento de la granja con las medidas que se plantean.

Hay que tener en cuenta que la realización de las actividades no es necesario que sean consecutivas una seguida de la otra, sino que hay varias que son independientes de otras, por lo que la ejecución de las mismas se puede hacer de manera simultánea sin la necesidad de haber acabado una para comenzar con la siguiente. También, se va a trabajar en días laborables de lunes a viernes.



### 3. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Para la ejecución de las tareas hay que tener en cuenta los condicionantes expuestos por el promotor, siendo uno de ellos el no alterar, en la medida de lo posible, los ciclos productivos de los cerdos de la explotación ganadera, ya que en caso de alteración se pueden producir pérdidas económicas las cuales podrían disminuir la rentabilidad del proyecto.

Las actividades que no tienen ninguna repercusión en el ciclo de cría de los animales, con el periodo de duración, son las siguientes:

- Solicitud de información en la reunión establecida con el promotor, con una duración de siete días.
- Visita a la explotación ganadera, que se realiza en un día.
- Estudio de la explotación y mejoras que se estima llevar a cabo en veinticinco días.
- Tramitación de licencias y permisos, estableciendo una duración de quince días.

Como consecuencia del condicionante expuesto, se opta por ejecutar las labores cuando se realiza el destete de los animales, entre un ciclo y el siguiente. Como cada semana se destetan 95 madres, y cada nave de cría cuenta con 140 plazas, en dos destetes, es decir, en dos semanas, se puede realizar la ejecución de las mejoras por nave.

Una vez realizado el destete y pasado el periodo de desinfección, se procede a la sustitución de los equipos luminarios en la nave de cría en donde se va a realizar esta medida. A la vez que se sustituyen los fluorescentes por LED, se cambian los motores eléctricos de todas las naves, realizando dichas operaciones el propietario de la explotación con los empleados de la misma. Se establece un periodo máximo de 14 días.

La sustitución de la caldera y mejora del sistema de aislamiento se puede realizar durante el ciclo de cría. Esto se debe a que la sala de calderas no influye en las naves y como se tiene el sistema actual de apoyo, no se producen pérdidas de calor. Por otra parte, el poliestireno extruido permite su implantación en el exterior de las naves, lo que es una ventaja ya que no se altera el ciclo de los lechones. Ambas tareas se pueden desarrollar paralelamente, por lo que se estima un tiempo de ejecución de 21 días.

Una vez establecidos los días de requerimiento de cada actividad, se elabora la siguiente tabla con la duración de cada una de ellas, especificando el día de comienzo y de finalización de los trabajos mencionados.

Tabla 35. Tareas a realizar con su duración y fechas de inicio y fin de cada actividad. Fuente: Elaboración propia.

| <b>Tarea</b>                              | <b>Fecha inicio</b> | <b>Fecha finalización</b> | <b>Duración (días laborables)</b> |
|-------------------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Reunión y solicitud de información        | 8/07/2019           | 16/07/2019                | 7                                 |
| Visita a la explotación ganadera          | 17/07/2019          | 17/07/2019                | 1                                 |
| Estudio de la granja y mejoras a realizar | 18/07/2019          | 22/08/2019                | 25                                |
| Trámite de licencias y permisos           | 23/08/2019          | 11/09/2019                | 14                                |
| Mejora de eficiencia en energía eléctrica | 12/09/2019          | 1/10/2019                 | 14                                |
| Mejora de eficiencia en energía térmica   | 12/09/2019          | 10/10/2019                | 21                                |

## 4. DIAGRAMA DE GANTT

Un diagrama de Gantt es un mecanismo útil a la hora de llevar a cabo la planificación de un proyecto. Es de gran ayuda ya que proporciona una vista general de las tareas que se han programado, con su duración y fecha de comienzo y fin de dichas tareas. Esta herramienta está constituida por:

- Eje horizontal: en este eje se encuentran la escala de tiempo que viene definida por la unidad que más se adecúa al proyecto, también se puede denominar calendario. Las unidades que se pueden emplear son: horas, días, semanas, meses... siendo empleado en este caso los días.
- Eje vertical: constituido por las distintas actividades a realizar en el proyecto, siendo atribuida a cada una de las tareas una duración que se representa con una línea horizontal que equivale a la duración de su ejecución en la escala tiempo.

El diagrama de Gantt del presente proyecto queda de la siguiente manera:

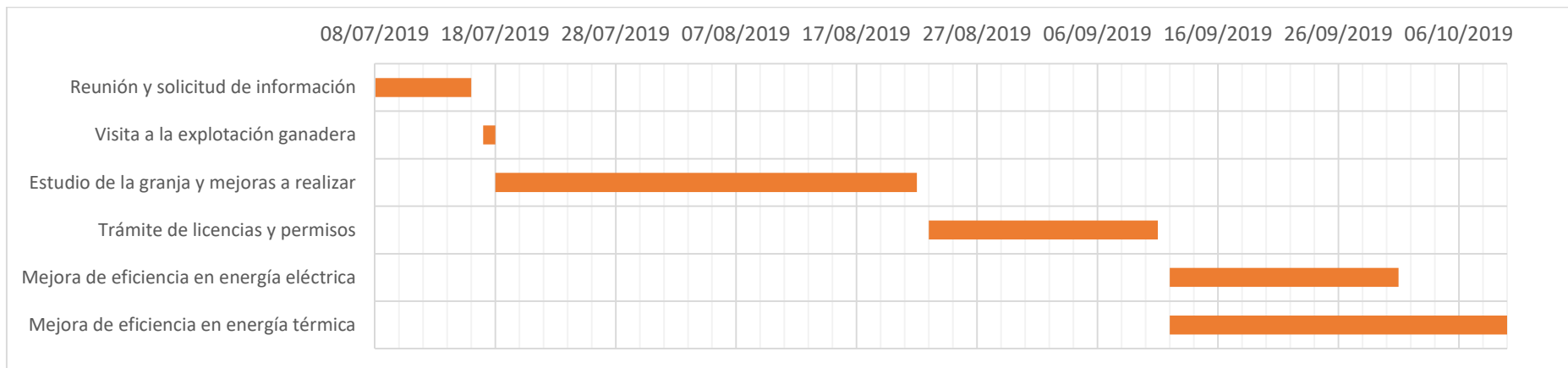


Ilustración 52. Diagrama de Gantt con las actividades correspondientes al presente proyecto. Fuente: Elaboración propia

---

## Anejo VI: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---



# ÍNDICE ANEJO VI: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Contenido:

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES</b> .....                   | 2  |
| 1.1. Objeto y autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud..... | 2  |
| 1.2. Proyecto.....                                               | 2  |
| 1.3. Descripción del emplazamiento y la obra .....               | 3  |
| 1.4. Instalaciones provisionales.....                            | 3  |
| 1.5. Asistencia sanitaria .....                                  | 4  |
| 1.6. Maquinaria de obra.....                                     | 4  |
| 1.7. Medios auxiliares .....                                     | 4  |
| <b>2. RIESGOS LABORALES TOTALMENTE EVITABLES</b> .....           | 6  |
| <b>3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE</b> .....   | 7  |
| <b>4. TRABAJOS CON RIESGOS LABORALES ESPECIALES</b> .....        | 12 |
| <b>5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES</b> .....                   | 13 |





# 1. ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

## 1.1. Objeto y autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. El autor de dicho Estudio es Rubén Bahón Silverio, cuya realización ha sido encargado por el promotor del presente proyecto.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el promotor deberá designar un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

## 1.2. Proyecto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son los siguientes:

Tabla 36. Datos generales del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

| PROYECTO DE REFERENCIA       |                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proyecto de ejecución de     | Mejora de la rentabilidad de una explotación ganadera porcina de 2.000 madres reproductoras en Coscurita (Soria) basada en la mejora de la eficiencia energética |
| Ingeniero autor del proyecto | Rubén Bahón Silverio                                                                                                                                             |
| Titularidad del encargo      | Ingeniero Agrario y Energético                                                                                                                                   |
| Emplazamiento                | Coscurita (Soria)                                                                                                                                                |
| Plazo de ejecución previsto  | 94 días                                                                                                                                                          |
| Número máximo de operarios   | 4                                                                                                                                                                |
| Total aproximado de jornadas | 165                                                                                                                                                              |
| Observaciones:               |                                                                                                                                                                  |

### 1.3. Descripción del emplazamiento y la obra

Los datos del emplazamiento donde tiene lugar el proyecto son los siguientes:

Tabla 37. Datos del emplazamiento. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| DATOS DEL EMPLAZAMIENTO         |                                             |
|---------------------------------|---------------------------------------------|
| Accesos a la obra               | Caminos de acceso normales a la explotación |
| Edificaciones colindantes       | Ninguna                                     |
| Suministro de energía eléctrica | Presente                                    |
| Suministro de agua              | Presente                                    |
| Observaciones:                  |                                             |

Una vez conocidos los datos relevantes del emplazamiento, se recogen a continuación las fases de la obra a realizar con la redacción del proyecto:

Tabla 138. Descripción de las obras a ejecutar. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR CON SUS FASES |                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Demoliciones                                      | No se presentan en el presente proyecto                                                                                                                             |
| Movimiento de tierras                             | No se presentan en el presente proyecto                                                                                                                             |
| Cimentación y estructuras                         | No se presentan en el presente proyecto                                                                                                                             |
| Cubiertas                                         | Aislamiento de cubiertas de las naves de cría con poliestireno extruido (XPS)                                                                                       |
| Fachadas                                          | Aislamiento de fachadas de las naves de cría con poliestireno extruido (XPS)                                                                                        |
| Albañilería y cerramientos                        | No se presentan en el presente proyecto                                                                                                                             |
| Acabados                                          | Acabados externos del aislante                                                                                                                                      |
| Instalaciones                                     | Sustitución de motores eléctricos IE2 por similares de IE3, sustitución de tubos fluorescentes por LED e incorporación de caldera de biomasa alimentada por pellets |
| Observaciones:                                    |                                                                                                                                                                     |

### 1.4. Instalaciones provisionales

Según lo establecido en el apartado 15 del Anexo 4 del R.D. 1627/97, en el momento en que los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo, tienen que disponer de unos vestuarios adecuados, siendo de fácil acceso y de un tamaño aceptable, pudiendo mantener la ropa de trabajo separada de la de calle y de las pertenencias personales. Para ello, se usarán los servicios presentes en la explotación cuya función es la dictada por el R.D, con un uso no simultáneo en el caso de haber operarios de diferentes sexos.

## 1.5. Asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado A). 3 del anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios, indicado en la siguiente tabla, en la que se incluye además el tipo de asistencia y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

Tabla 39. Primeros auxilios y asistencia sanitaria. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA</b> |                                 |                                  |
|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>Nivel de asistencia</b>                      | <b>Nombre y ubicación</b>       | <b>Distancia aproximada (km)</b> |
| Primeros auxilios                               | Botiquín portátil               | Presente en la obra              |
| Asistencia primaria en urgencias                | Centro de Salud de Almazán      | 9 km                             |
| Asistencia especializada en hospital            | Hospital Santa Bárbara de Soria | 42 km                            |
| Observaciones:                                  |                                 |                                  |

## 1.6. Maquinaria de obra

Tabla 40. Maquinaria prevista para la ejecución de la obra. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA</b> |
|---------------------------------------|
| Montacargas                           |
| Sierra circular                       |
| Equipo de soldadura                   |
| Cabrestantes mecánicos                |
| Observaciones:                        |

## 1.7. Medios auxiliares

Los medios auxiliares que se van a emplear para llevar a cabo la obra con sus características más destacadas son los siguientes:

Tabla 41. Medios auxiliares para la ejecución de la obra. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>MEDIOS AUXILIARES</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MEDIOS</b>               | <b>CARACTERÍSTICAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Andamios tubulares apoyados | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tienen que montarse bajo supervisión de persona competente.</li> <li>- Serán apoyados sobre una superficie sólida.</li> <li>- Se facilitarán anclajes en las fachadas.</li> <li>- A ambos lados se colocarán cruces de San Andrés.</li> <li>- Disposición correcta de la barandilla de seguridad.</li> <li>- Buena disposición de los accesos a los diferentes niveles donde se va a trabajar.</li> <li>- Utilización de cinturón de seguridad para el periodo de montaje y desmontaje.</li> </ul> |
| Andamios / Borriquetas      | - La distancia máxima entre los apoyos ha de ser de 3,5 metros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Escaleras de mano           | - Tienen que presentar zapatas antideslizantes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Observaciones:              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 2. RIESGOS LABORALES TOTALMENTE EVITABLES

En este apartado se muestran los riesgos laborales que se pueden presentar en la obra y que, tomando las medidas técnicas adecuadas, van a ser totalmente evitados. Por tanto, los riesgos evitables con sus medidas adoptadas son:

Tabla 42. Riesgos laborales evitables con sus correspondientes medidas adoptadas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| RIESGOS EVITABLES                                                                      | MEDIDAS ADOPTADAS                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caídas al mismo nivel                                                                  | - La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien ordenada.                                                                                                                                                        |
| Caídas a distinto nivel                                                                | - Se dispondrán de escaleras de acceso para salvar los desniveles.<br>- Los huecos horizontales y los bordes se protegerán mediante barandillas.<br>- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.                    |
| Polvo y partículas                                                                     | - Se usarán gafas de protección y mascarillas anti-polvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.                                                                                                                         |
| Esfuerzos                                                                              | - Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.<br>- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.<br>- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de las cargas. |
| Incendios                                                                              | - No se fumará en presencia de materiales inflamables ni en caso de existir riesgo de incendio.                                                                                                                                                |
| Presencia de líneas eléctricas de alta tensión, ya sean tanto aéreas como subterráneas | - Corte del fluido, presencia de una puesta a tierra y cortocircuito de los cables.                                                                                                                                                            |
| Observaciones:                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                |

### 3. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

En este apartado se contiene la identificación de los distintos riesgos laborales, los cuales no pueden ser completamente evitados, producidos por causas que no se esperan, como puede ser desprendimientos o la caída de objetos. También se muestran las medidas preventivas y las distintas protecciones técnicas que deberán ser adoptadas para controlar y reducir este tipo de riesgos.

En la primera tabla se hace referencia a los aspectos generales que afectan a todo el conjunto de la obra, con sus correspondientes medidas preventivas, y la segunda y tercera hacen referencia a los riesgos comentados en la primera tabla adoptando medidas de protección individual y colectivas respectivamente.

Tabla 43. Riesgos laborales no eliminables completamente y las medidas preventivas y protecciones. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>RIESGOS NO EVITABLES COMPLETAMENTE</b> | <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caída de objetos                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se montarán marquesinas en los accesos.</li> <li>- La zona libre de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos y limpia.</li> <li>- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.</li> </ul>                                                            |
| Dermatosis                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se evitará la generación de polvo de cemento.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  |
| Electrocuciones                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.</li> <li>- Los alargadores portátiles tendrán un mango aislante.</li> <li>- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.</li> <li>- Toda la máquina eléctrica estará provista de toma de tierra.</li> </ul> |
| Quemaduras                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.</li> </ul>                                                                                                                                                                                         |
| Golpes y cortes en las extremidades       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentar una zona de trabajo ordenada, sin obstáculos y limpia.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               |
| Observaciones:                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Tabla 44. Equipos de protección individual y colectivos para riesgos laborales no evitables completamente. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> | <b>EMPLEO</b>           |
|-----------------------------------------|-------------------------|
| Cascos de seguridad homologado          | Siempre                 |
| Calzado protector                       | Siempre                 |
| Ropa adecuada de trabajo                | Siempre                 |
| Ropa impermeable o de protección        | Con tiempo desfavorable |

|                                                               |                 |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|
| Gafas de seguridad                                            | Frecuente       |
| Guantes y botas de seguridad                                  | Siempre         |
| Bolsa portaherramientas                                       | Siempre         |
| Cinturones de protección del tronco                           | En ocasiones    |
| Observaciones:                                                |                 |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS</b> | <b>ADOPCIÓN</b> |
| Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra        | Siempre         |
| Orden y limpieza de los lugares de trabajo                    | Siempre         |
| Iluminación adecuada                                          | Siempre         |
| No estar en el radio de operación de las máquinas             | Siempre         |
| Señalización de la obra con señales o carteles                | Siempre         |
| Cintas de señalización                                        | Siempre         |
| Extintor de polvo seco                                        | Siempre         |
| Evacuación de escombros                                       | Con frecuencia  |
| Observaciones:                                                |                 |

Una vez tabulados los aspectos que afectan a toda la obra, se desglosan los aspectos específicos de cada una de las fases en las que se puede dividir dicha obra:

#### A) Fase de cubiertas:

Tabla 45. Riesgos del trabajo en cubiertas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>FASE: CUBIERTAS</b>                                    |
|-----------------------------------------------------------|
| Riesgos                                                   |
| Caídas de operarios                                       |
| Caídas de materiales transportados y a niveles inferiores |
| Cortes y lesiones en extremidades superiores e inferiores |
| Dermatitis ocasionada por el contacto con materiales      |
| Inhalación de sustancias tóxicas                          |
| Quemaduras causadas por soldadura                         |
| Vientos fuertes                                           |
| Derrame de productos                                      |
| Electrocuciones                                           |
| Hundimiento o roturas en cubiertas de materiales ligeros  |
| Proyecciones de partículas                                |
| Condiciones meteorológicas desfavorables                  |

Tabla 46. Equipos de protección individual y colectivos para riesgos en cubiertas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>                           | <b>EMPLEO</b>   |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Guantes reglamentarios de goma o cuero                            | En ocasiones    |
| Botas de seguridad                                                | Siempre         |
| Arneses y cinturón de seguridad                                   | Siempre         |
| Cables fiadores                                                   | Siempre         |
| Observaciones:                                                    |                 |
| <b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN COLECTIVA</b>               | <b>ADOPCIÓN</b> |
| Redes verticales de perímetro                                     | Siempre         |
| Redes de seguridad, tanto interiores como exteriores              | Siempre         |
| Andamios perimetrales en aleros                                   | Siempre         |
| Plataformas para carga y descarga de los materiales               | Siempre         |
| Barandillas resistentes                                           | Siempre         |
| Tableros para la protección en huecos horizontales                | Siempre         |
| Pasarelas o escaleras de tejador                                  | Siempre         |
| Acopio adecuado de los materiales                                 | Siempre         |
| Señalización de los obstáculos presentes                          | Siempre         |
| Ganchos de servicio                                               | Siempre         |
| Acceso adecuado a las cubiertas                                   | Siempre         |
| Paralización de la obra en condiciones atmosféricas desfavorables | En ocasiones    |
| Observaciones:                                                    |                 |

### B) Fase de instalaciones:

Tabla 47. Riesgos del trabajo en instalaciones. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>FASE: INSTALACIONES</b>                            |
|-------------------------------------------------------|
| Riesgos                                               |
| Cortes y lesiones en extremidades superiores          |
| Dermatosis por contacto con materiales                |
| Inhalación de sustancias tóxicas                      |
| Quemaduras                                            |
| Golpes y aplastamientos de pies                       |
| Incendio por almacenamiento de productos combustibles |
| Electrocuciones                                       |
| Contactos eléctricos directos e indirectos            |



Tabla 48. Equipos de protección individual y colectivos para riesgos en instalaciones. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>              | <b>EMPLEO</b> |
|------------------------------------------------------|---------------|
| Gafas reglamentarias de seguridad                    | En ocasiones  |
| Guantes reglamentarios de goma o cuero               | En ocasiones  |
| Botas de seguridad                                   | Siempre       |
| Arneses y cinturón de seguridad                      | Siempre       |
| Mascarilla filtrante                                 | En ocasiones  |
| Observaciones:                                       |               |
| <b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN COLECTIVOS</b> | <b>EMPLEO</b> |
| Ventilación adecuada, ya sea natural o forzada       | Siempre       |
| Escalera portátil de tijera con apoyos de goma       | En ocasiones  |
| Realizar las conexiones eléctricas sin tensión       | Siempre       |
| Observaciones:                                       |               |

### C) Fase de acabados:

Tabla 49. Riesgos del trabajo en la fase de acabados. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>FASE: ACABADOS</b>                                               |
|---------------------------------------------------------------------|
| Riesgos                                                             |
| Caídas de operarios                                                 |
| Caídas de materiales transportados                                  |
| Ambiente con polvo                                                  |
| Cortes y lesiones en extremidades superiores e inferiores           |
| Dermatitis por contacto con materiales                              |
| Incendios causados por el almacenamiento de materiales combustibles |
| Inhalación de sustancias tóxicas                                    |
| Quemaduras                                                          |
| Electrocución                                                       |

Tabla 50. Equipos de protección individual y colectivos para riesgos en la fase de acabados.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>              | <b>EMPLEO</b> |
|------------------------------------------------------|---------------|
| Gafas reglamentarias de seguridad                    | En ocasiones  |
| Guantes reglamentarios de goma o cuero               | Frecuente     |
| Botas de seguridad                                   | Frecuente     |
| Arneses y cinturón de seguridad                      | En ocasiones  |
| Mascarilla filtrante                                 | En ocasiones  |
| Observaciones:                                       |               |
| <b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN COLECTIVOS</b> | <b>EMPLEO</b> |
| Ventilación adecuada, ya sea natural o forzada       | Siempre       |
| Andamios                                             | Siempre       |
| Plataformas para la carga y descarga del material    | Siempre       |
| Barandillas protectoras                              | Siempre       |
| Escaleras de peldaños y bien protegidas              | Siempre       |
| Evitar focos de inflamación                          | Siempre       |
| Almacenamiento correcto de los productos             | Siempre       |
| Observaciones:                                       |               |

## 4. TRABAJOS CON RIESGOS LABORALES ESPECIALES

En este apartado se van a relacionar los trabajos que, siendo necesarios para desarrollar la obra establecida en el presente proyecto, concurren riesgos especiales referidos en el anexo II “Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores” del R.D. 1627/97 de 24 de octubre. También se señalan las medidas concretas que deben seguirse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de tareas.

Tabla 51. Trabajos con riesgos especiales. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

| <b>TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES</b>                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caídas de alturas, sepultamientos y hundimientos.                                                                                                       |
| En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, hay que señalar y respetar la distancia de 5 m de seguridad, además de portar calzado de seguridad. |
| Elevación y acople de los módulos de los andamios usados en la ejecución de las fachadas.                                                               |
| Formación de los antepechos de cubierta.                                                                                                                |
| Observaciones:                                                                                                                                          |

## 5. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES

### 1) General:

Tabla 52. Normas de seguridad de aplicaciones generales. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

|                                                                                                           |              |          |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|-----------|----------|
| - Ley de Prevención de Riesgos Laborales.                                                                 | Ley 31/95    | 08-11-95 | J. Estado | 10-11-95 |
| - Reglamento de los Servicios de Prevención.                                                              | R.D. 39/97   | 17-01-97 | M. Trab   | 31-01-97 |
| - Disposiciones mínima de seguridad y salud en obras de construcción (transposición Directiva 92/57/CEE). | R.D. 1627/97 | 24-10-97 | Varios    | 25-10-97 |
| - Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.                                  | R.D. 485/97  | 14-04-97 | M. Trab.  | 23-04-97 |
| - Modelo de libro de incidencias.                                                                         | Orden        | 20-09-86 | M. Trab.  | 13-10-86 |
| - Corrección de errores.                                                                                  | ----         | ----     | ----      | 31-10-86 |
| - Modelo de notificación de accidentes de trabajo.                                                        | Orden        | 16-12-87 |           | 29-12-87 |
| - Reglamento Seguridad e Higiene en el Trabajo de la Construcción.                                        | Orden        | 20-05-52 | M. Trab.  | 15-06-52 |
| - Modificación.                                                                                           | Orden        | 19-12-53 | M. Trab.  | 22-12-53 |
| - Complementario.                                                                                         | Orden        | 02-09-66 | M. Trab.  | 01-10-66 |
| - Cuadro de enfermedades profesionales.                                                                   | R.D. 1995/78 | ----     | ----      | 25-08-78 |
| - Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.                                                 | Orden        | 09-03-71 | M. Trab.  | 16-03-71 |
| - Corrección de errores.                                                                                  | ----         | ----     | ----      | 06-04-71 |
| - Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrios y cerámica.                                          | Orden        | 28-08-79 | M. Trab.  | ----     |
| - Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones.                               | Orden        | 31-08-87 | M. Trab.  | ----     |
| - Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos.                                                 | R.D. 1316/89 | 27-10-89 | ----      | 02-11-89 |

|                                                                        |              |          |          |          |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|----------|----------|
| - Disposiciones mín. seg. y salud sobre manipulación manual de cargas. | R.D. 487/97  | 23-04-97 | M. Trab. | 23-04-97 |
| - Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto                      | Orden        | 31-10-84 | M. Trab. | 07-11-84 |
| - Estatuto de los trabajadores                                         | Ley 8/80     | 01-03-80 | M. Trab. | ----     |
| - Regulación de la jornada laboral                                     | R.D. 2001/83 | 28/07/83 | ----     | 03-08-83 |
| - Formación de comités de seguridad                                    | D. 423/71    | 11-03-71 | M. Trab. | 16-03-71 |

## 2) Equipos de protección individual (EPI):

Tabla 53. Normas de seguridad en equipos de protección individual. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

|                                                                      |               |          |           |          |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|----------|-----------|----------|
| - Condiciones comerc. y libre circulación de EPI.                    | R.D. 1407/92  | 20-11-92 | MRCor.    | 28-12-92 |
| - Modificación: Mercado "CE" de conformidad y año de colocación.     | R.D. 159/95   | 03-02-95 | ----      | 08-03-95 |
| - Modificación R.D. 159/95.                                          | Orden         | 20-03-97 | ----      | 06-03-97 |
| - Disp. Mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual. | R.D. 773/97   | 30-05-97 | M.Presid. | 12-06-97 |
| - EPI contra la caída de altura.                                     | UNEEN341      | 22-05-97 | AENOR     | 23-06-97 |
| - Requisitos y métodos de ensayo: seguridad/protección/trabajo.      | UNEEN344 / A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |
| - Especificaciones calzado de seguridad de uso profesional.          | UNEEN345 / A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |
| - Especificaciones calzado de protección de uso profesional.         | UNEEN346 / A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |
| - Especificaciones de calzado de trabajo de uso profesional.         | UNEEN347 / A1 | 20-10-97 | AENOR     | 07-11-97 |

### 3) Instalaciones y equipos de obra:

Tabla 54. Normas de seguridad en instalaciones y equipos de obra. Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados con el programa Cype.

|                                                                                 |                 |          |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|----------|
| - Disp. mínima de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo. | R.D.<br>1215/97 | 18-07-97 | M. Trab. | 18-07-97 |
| - MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.                     | Orden           | 31-10-73 | MI       | 31-12-73 |
| - ITC MIE-AEM 3 carretillas automotoras de manutención.                         | Orden           | 26-05-89 | MIE      | 09-06-89 |
| - Reglamento de aparatos elevadores para obras.                                 | Orden           | 23-05-77 | MI       | 14-06-77 |
| - Corrección de errores.                                                        | ----            | ----     | ----     | 18-07-77 |
| - Modificación.                                                                 | Orden           | 07-03-81 | MIE      | 14-03-81 |
| - Reglamento Seguridad en las Máquinas.                                         | R.D.<br>1495/86 | 23-05-86 | P. Gob.  | 21-07-86 |
| - Corrección de errores.                                                        | ----            | ----     | ----     | 04-10-86 |
| - Modificación en la ITC MSG-SM-1.                                              | Orden           | 08-04-91 | M.R.Cor. | 11-04-91 |
| - Requisitos de seguridad y salud en máquinas (Directiva 89/392/CEE).           | R.D.<br>1435/92 | 27-11-92 | M.R.Cor. | 11-12-92 |
| - ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra.                             | Orden           | 28-06-88 | MIE      | 07-07-88 |
| - ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas.                           | R.D.<br>2370/96 | 18-11-96 | MIE      | 24-12-96 |

---

## Anejo VII: ESTUDIO ECONÓMICO

---





# ÍNDICE ANEJO VII: ESTUDIO ECONÓMICO

Contenido:

|                                                    |   |
|----------------------------------------------------|---|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                       | 2 |
| <b>2. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO</b> ..... | 3 |
| 2.1. Valor del proyecto .....                      | 3 |
| 2.2. Flujos de caja.....                           | 3 |
| 2.3. Financiación.....                             | 3 |
| <b>3. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS</b> .....          | 4 |
| 3.1. Valor Actual Neto (VAN) .....                 | 4 |
| 3.2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).....       | 4 |
| 3.3. Conclusiones .....                            | 4 |



# 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de analizar la rentabilidad de la inversión a realizar en este proyecto, planteando para ello cada uno de los tres parámetros que conforman la inversión. Dichos parámetros son los siguientes:

- Importe de la inversión (K): el citado importe queda definido por una sola cifra, la cual queda generada en el año 0 de ejecución del proyecto, siendo necesario el desembolso para lograr que el trabajo empiece a funcionar.
- Vida útil del proyecto (n): hace referencia al periodo de tiempo, definido en años, en el que se estima que la inversión realizada genere rendimientos positivos.
- Flujos de caja (R<sub>i</sub>): los flujos de caja que se generan proceden de la diferencia entre cobros y pagos en cada uno de los distintos años de vida del proyecto.

Una vez establecidos los parámetros que se utilizan para el cálculo de la rentabilidad de la inversión, se definen los métodos de evaluación:

3. Valor Actual Neto (VAN): indicativo que permite determinar el valor de un número de flujos de caja, generados por la inversión, para saber la rentabilidad del proyecto. Si el resultado obtenido para el interés elegido es mayor que cero, es decir, es positivo, se puede decir que desde el punto de vista financiero el proyecto es viable.
4. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR): este método simboliza la tasa en la que se hace cero el VAN. En caso de que el TIR sea mayor a la tasa de interés que se impone en el VAN, el proyecto se dice que es económicamente rentable.

## 2. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

### 2.1. Valor del proyecto

Teniendo en cuenta los datos de desembolso de las mejoras del Anejo III:

- Iluminación: 3.669,60 €.
- Mecanización: 7.202,52 €.
- Climatización y ACS: 35.000 €.
- Aislante: 63.572,57 €.

La inversión total a realizar del presente proyecto asciende a un total de “CIENTO NUEVE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS” (109.444,69 €).

### 2.2. Flujos de caja

El parámetro de flujos de caja es difícil de considerar en el proyecto ya que cada una de las mejoras conlleva una diferencia distinta entre ingresos y gastos, generados por el ahorro en un año que es generado por la realización de las mejorías. Por lo tanto, no se realizan ingresos, lo que se produce es una disminución en la explotación de los costes generados por la misma.

De esta forma, el ahorro generado por cada una de las mejoras de forma individual, como se ha visto en el anejo III, es:

- Iluminación: 1.142,33 €.
- Mecanización: 1.337,16 €.
- Climatización y ACS: 52.735,20 €.
- Aislante: 42.771,39 €.

Por lo que el ahorro anual que se genera al realizar la inversión es de “NOVENTA Y SITE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON OCHO CÉNTIMOS” (97.986,08 €).

### 2.3. Financiación

El promotor decide realizar la inversión con recursos propios por lo que no necesita de ningún tipo de financiación para llevar a cabo el proyecto.

## 3. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS

### 3.1. Valor Actual Neto (VAN)

Para determinar el valor actual neto, se considera una rentabilidad del 5 %.

La fórmula para calcular el VAN viene definida por:

$$VAN = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC}{(1 + Tasa)^t}$$

Si los flujos de caja o ahorros anuales son constantes, como es el caso del presente proyecto, el VAN se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$VAN = -C_0 + FC \cdot \frac{1 - (1 + Tasa)^{-t}}{Tasa}$$

Donde:

- $C_0$  es la inversión inicial.
- $FC$  representa los flujos de caja que en el caso del presente proyecto son los ahorros generados con la incorporación de las nuevas mejoras.
- $Tasa$  es el tipo de interés, tomando como referencia 5 %.
- $t$  es el tiempo, en este caso de 15 años.

Por lo que, aplicando la fórmula anterior, obtenemos un valor de VAN de 905.541,38 €.

### 3.2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

A continuación, se calcula la Tasa Interna de Rentabilidad, que es la tasa que hace 0 el VAN, e informa sobre la rentabilidad del proyecto en un plazo determinado. Para realizar este cálculo se utiliza la herramienta de hoja de cálculo Excel.

Para ello, se establecen los flujos de caja correspondientes a la vida útil de 15 años y el desembolso inicial con signo negativo. Haciendo uso de la función TIR, se obtiene un valor del 89 %.

### 3.3. Conclusiones

A partir de los resultados anteriores, puede afirmarse que el proyecto resulta rentable, tanto por el resultado obtenido en el VAN como por el valor de TIR, teniendo en cuenta que los precios del kWh, del gasóleo y del pellet establecidos se mantengan constantes a lo largo de los años.

En primer lugar, el VAN tiene un importe superior a 0, y, además, la TIR estimada es muy superior a la tasa de interés establecida del 5 %. Por ello, se puede considerar que el proyecto resulta muy viable económicamente. Además, hay que tener en cuenta que el escenario general es de subida mantenida del precio del kWh, del precio del gasóleo y estabilidad relativa del precio del pellet.



---

## Anejo VIII: EVALUACIÓN AMBIENTAL

---





## ÍNDICE ANEJO VIII: EVALUACIÓN AMBIENTAL.

Contenido:

|                                                                                            |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....                                                               | 2 |
| <b>2. EMISIONES EVITADAS DE CO2 POR LAS MEJORAS INTRODUCIDAS</b> ...                       | 3 |
| 2.1. Emisiones evitadas por el uso de LED.....                                             | 3 |
| 2.2. Emisiones evitadas por la sustitución de motores IE2 por unos de eficiencia IE3 ..... | 3 |
| 2.3. Emisiones evitadas por la incorporación de material aislante.....                     | 3 |
| 2.4. Emisiones evitadas por la sustitución de la caldera de climatización y ACS.....       | 4 |
| 2.5. Total de emisiones evitadas con las mejoras.....                                      | 4 |
| <b>3. IMPACTO GENERADO CON EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MEJORAS</b>                            | 5 |



# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se identificarán, para las diferentes medidas adoptadas, el impacto ambiental que se genera en relación con el cambio climático. Por tanto, para iluminación, mecanización y aislante, se determinarán, mediante un cálculo, la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que suponen las medidas de ahorro energético que se establecen. Por otro lado, la medida de climatización y ACS consistente en la sustitución de la caldera actual de gasoil por una de biomasa alimentada por pellets no presenta impactos significativos, exponiéndose sus medidas correctoras.

Para poder evaluar la reducción de emisiones de dióxido de carbono se utiliza el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), cuyo título es “Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios de España”, ya que es una fuente con datos estables para realizar dichos cálculos.

## 2. EMISIONES EVITADAS DE CO<sub>2</sub> POR LAS MEJORAS INTRODUCIDAS

En la explotación se ha iniciado una transición hacia el ahorro y la eficiencia energética en cuanto al sistema de iluminación se refiere. Por ello, se quiere continuar con dicha transición, disminuyendo de esta forma el impacto ambiental que se genera en la granja. A continuación, se muestran las mejoras introducidas con las emisiones evitadas, que en cada uno de los casos será la diferencia entre las actuales emisiones y las emisiones generadas tras las mejoras.

### 2.1. Emisiones evitadas por el uso de LED

La sustitución de los 120 fluorescentes actuales por LED supone un ahorro energético al ciclo de 3.132 kWh, siendo una reducción total anual de 7.830 kWh.

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> de la electricidad convencional peninsular se establece en 0,331 kg CO<sub>2</sub> / kWh, por lo que la disminución de emisiones de dióxido de carbono en un año se establece en:

$$7.830 \text{ kWh} \cdot 0,331 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 2.591,93 \text{ kg CO}_2 / \text{año.}$$

### 2.2. Emisiones evitadas por la sustitución de motores IE2 por unos de eficiencia IE3

Con el cambio de los motores presentes en la explotación, correspondientes a una eficiencia IE2, por unos de una eficiencia superior IE3 se logra un ahorro energético anual de 11.370,42 kWh.

Al igual que en el punto 2.1., el factor de emisión de la electricidad peninsular convencional se establece en 0,331 kg de CO<sub>2</sub> por cada kWh, por lo que esta medida supone unas emisiones evitadas de:

$$11.370,72 \text{ kWh} \cdot 0,331 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 3.763,71 \text{ kg CO}_2 / \text{año.}$$

### 2.3. Emisiones evitadas por la incorporación de material aislante

La incorporación de poliestireno extruido, tanto en fachadas como en cubiertas de las cuatro naves de cría, supone un ahorro de pérdidas energéticas de 427.713,90 kWh por año. Sabiendo que el combustible empleado para calentar las naves es gasoil, se establecen unas emisiones de 0,311 kg de CO<sub>2</sub> / kWh. Por lo tanto, las emisiones evitadas con el nuevo sistema aislante son:

$$427.713,90 \text{ kWh} \cdot 0,311 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh} = 133.019,02 \text{ kg CO}_2 / \text{año.}$$

## 2.4. Emisiones evitadas por la sustitución de la caldera de climatización y ACS

La sustitución de la actual caldera de gasoil por una que utiliza pellets como combustible implica la sustitución completa de gasoil como combustible por biomasa densificada, en este caso los pellets, por lo que las emisiones evitadas vienen determinadas por la diferencia entre las emisiones del sistema de calefacción presente y las correspondientes a la nueva propuesta.

- Caldera de gasoil:
  - 1l de gasoil tiene un poder calorífico inferior (PCI) de 10.08 kWh, de esta forma, los 120.000 litros que se consumen anualmente en la explotación suponen un total de 1.121.600 kWh.
  - Con un factor de emisión de 0,311 kg de CO<sub>2</sub> / kWh, el total de emisiones producidas es: 1.121.600 kWh · 0,311 kg CO<sub>2</sub>/kWh = 348.817,60 kg CO<sub>2</sub> / año.
- Caldera de biomasa:
  - 1 kg de madera con un 12 % de humedad tiene un Poder Calorífico Inferior de 4,90 kWh, por lo que los 240.000 kg que necesitaría la caldera son 1.176.000 kWh.
  - El factor de emisión de la biomasa densificada es de 0,018 kg de CO<sub>2</sub> / kWh, por lo que las emisiones son de 1.176.000 kWh · 0,018 kg CO<sub>2</sub> / kWh = 21.168 kg CO<sub>2</sub> / año.

Calculadas las emisiones de ambos sistemas, las emisiones evitadas son un total de 348.817,60 kg CO<sub>2</sub> / año - 21.168 kg CO<sub>2</sub> / año = 327.649,60 kg CO<sub>2</sub> / año.

## 2.5. Total de emisiones evitadas con las mejoras

Analizadas todas las emisiones de dióxido de carbono emitidas, en la siguiente tabla se muestra la cantidad que se evita con cada medida y el total:

| Mejora              | kg CO <sub>2</sub> / año |
|---------------------|--------------------------|
| Iluminación         | 2.591,93                 |
| Mecanización        | 3.763,71                 |
| Aislante            | 133.019,02               |
| Climatización y ACS | 330.803,20               |
| <b>TOTAL</b>        | <b>470.177,86</b>        |

### 3. IMPACTO GENERADO CON EL FUNCIONAMIENTO DE LAS MEJORAS

Los impactos que pueden generar las mejoras que se plantean en el proyecto son:

- ✓ Ruidos: la generación de ruidos en la explotación por los equipos incorporados es casi nula. En el caso de iluminación y aislante no se produce ningún tipo de ruido, mientras que el ocasionado por los motores es casi imperceptible. Por otra parte, la caldera de biomasa, al estar instalada en el interior de la sala de calderas, no produce sonido molesto.
- ✓ Destrucción de la flora y fauna: ninguno de los equipos de la explotación tiene efecto alguno de destrucción en la flora o la fauna.
- ✓ Residuos peligrosos y tóxicos: para el correcto funcionamiento de los equipos propuestos en las mejoras no se necesita realizar ningún vertido al sistema.

---

## DOCUMENTO II: PLANOS

---





## **ÍNDICE DOCUMENTO II:**

**Contenido:**

**Plano N° I: Situación**

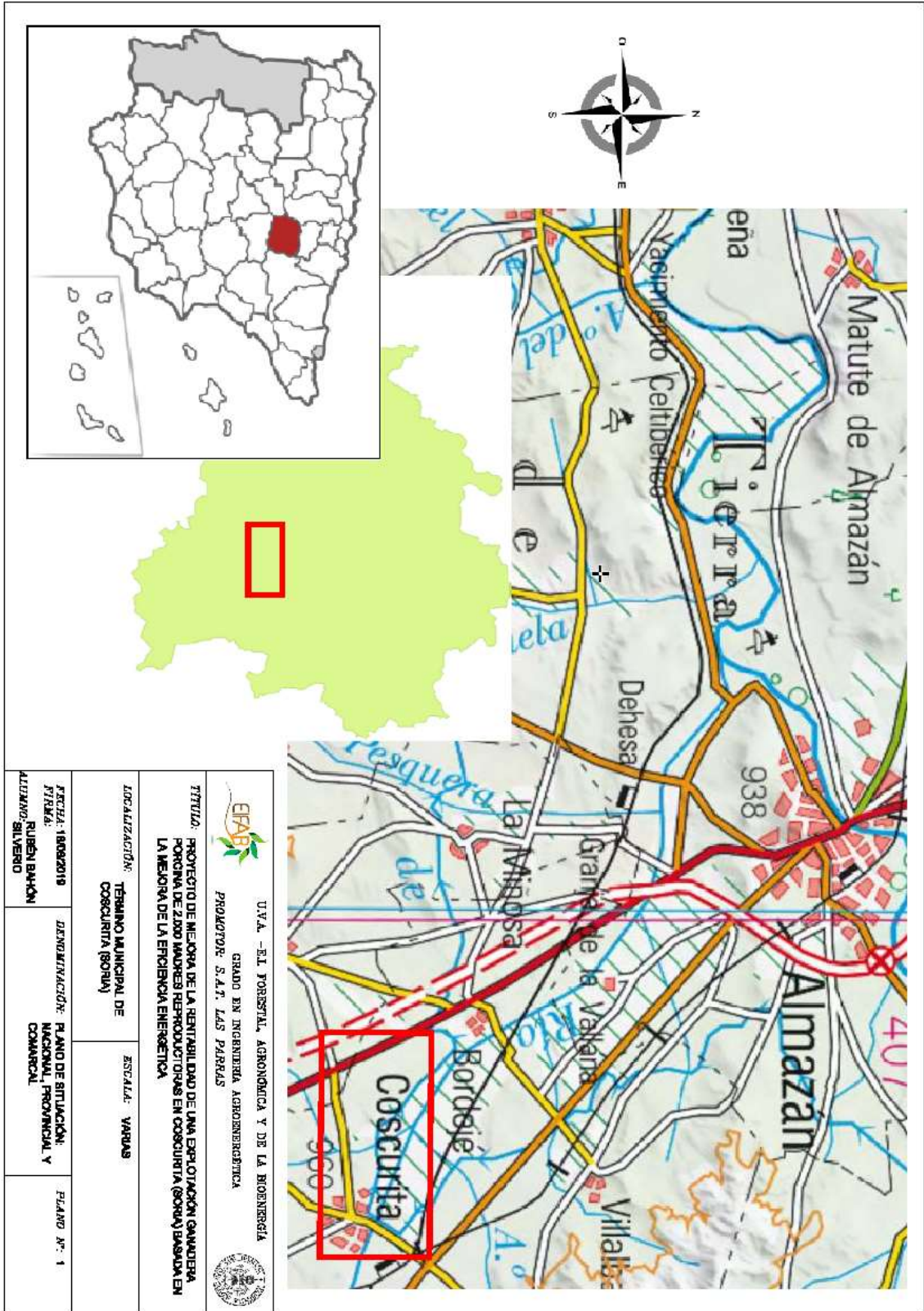
**Plano N° II: Emplazamiento**



**Plano N° III: Distribución de la parcela**

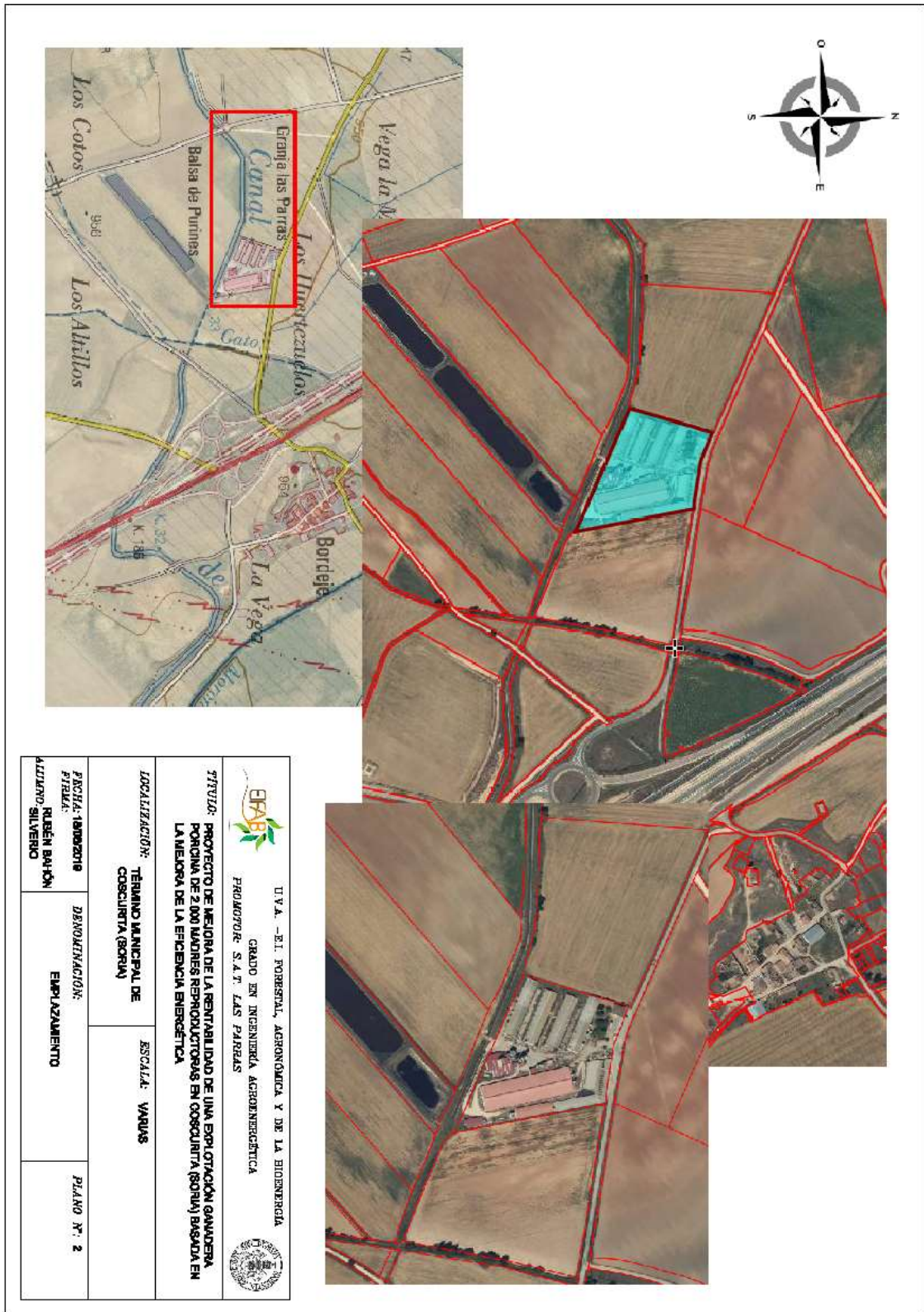
**Plano N° IV: Planta de superficie actual y con aislante**

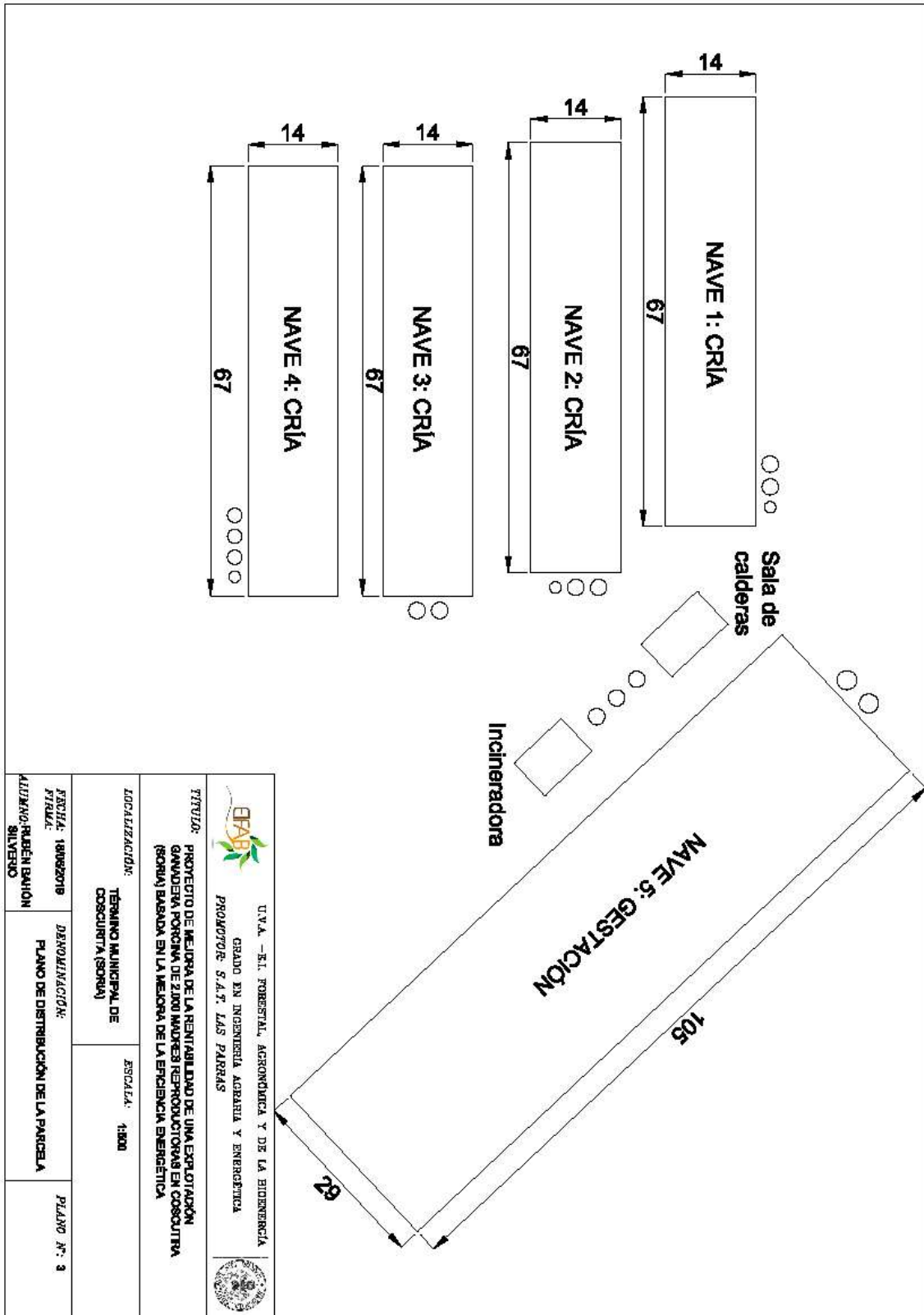
**Plano N° V: Sala de calderas**

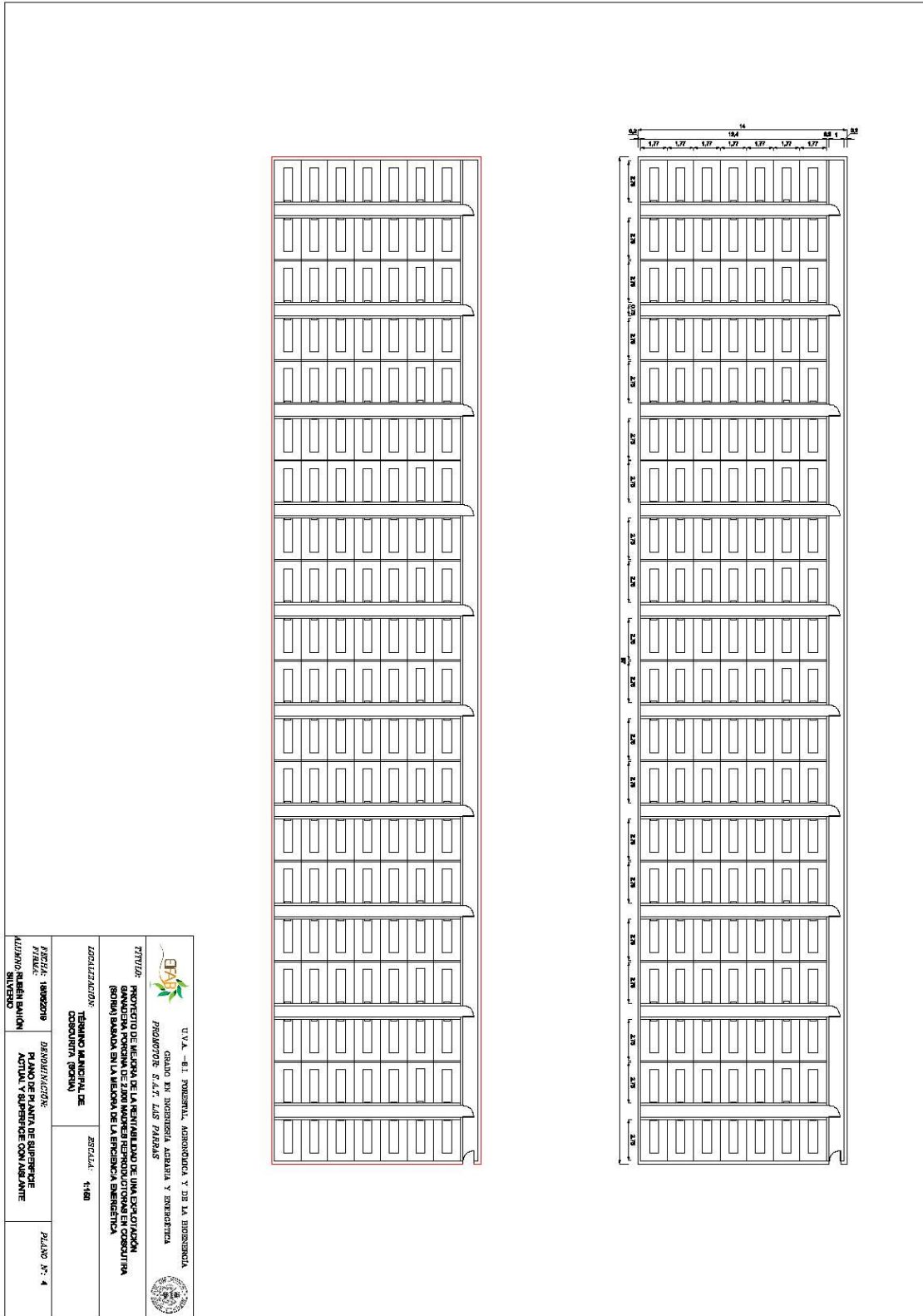


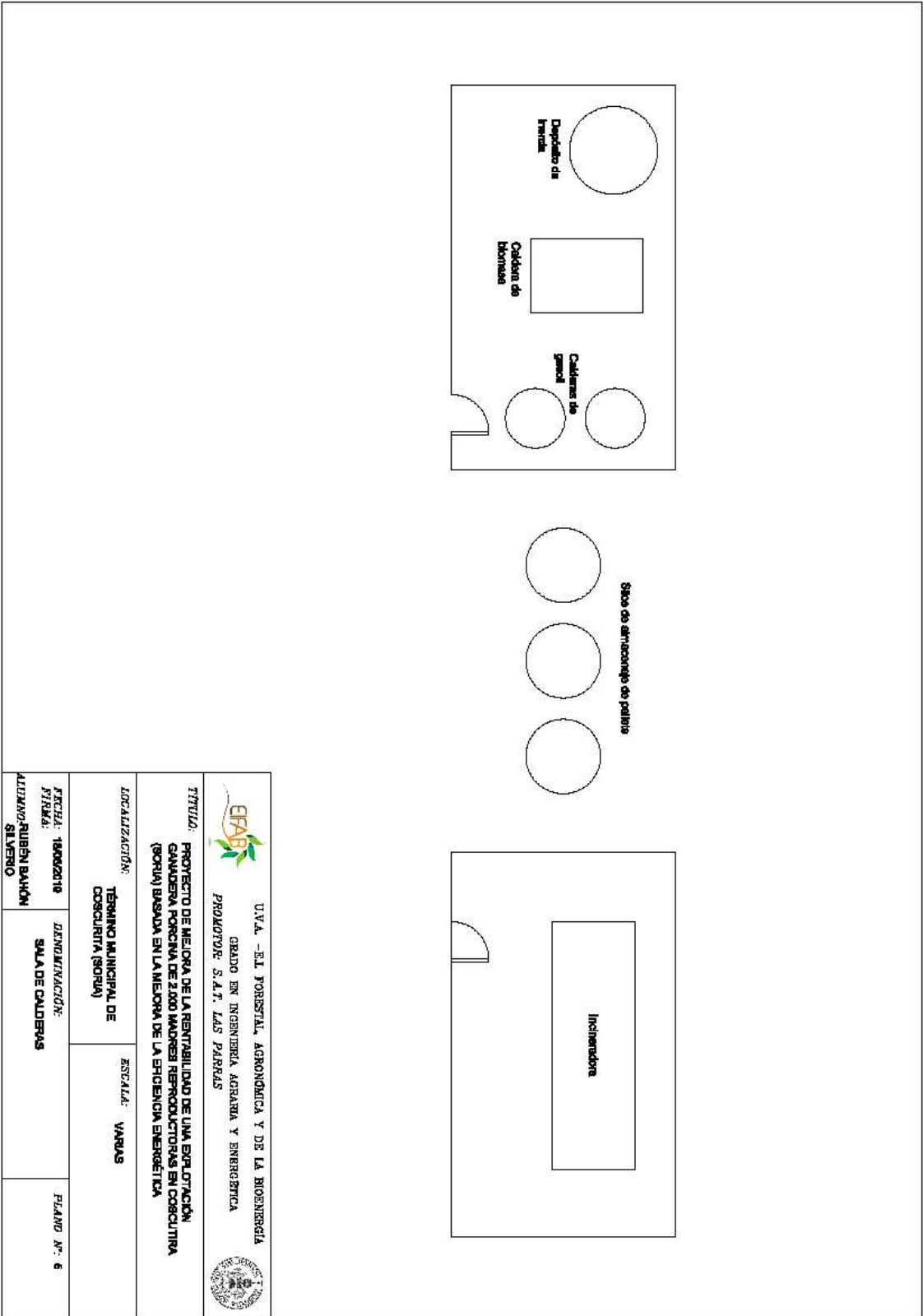




|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|  <p>U.V.A. - EL PORRISTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ENERGÉTICA<br/>PROMOTOR: S.A.T. LAS PARRAS</p>  |                                                                                |                              |
| <p><b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN GANADERA PORCINA DE ZOO MADRES REPRODUCTORAS EN COSCURITA (ZORRA) BASADA EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</p>                                                                                                                    |                                                                                |                              |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b> TÉRMINO MUNICIPAL DE COSCURITA (ZORRA)</p>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                | <p><b>ESCALA:</b> VARIAS</p> |
| <p><b>FECHA:</b> 18/09/2019</p> <p><b>FIRMA:</b> RUBÉN BAHÓN SILVERIO</p>                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>DENOMINACIÓN:</b> PLANO DE SITUACIÓN NACIONAL, PROVINCIAL Y COMARCAL</p> | <p><b>PLANO N.º:</b> 1</p>   |









|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|
|  <p>U.V.A. – EL FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA<br/>PROMOTOR: S.A.T. LAS PARRAS</p>  |                                                  |                            |
| <p><b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN GANADERA PORCINA DE 2.000 MADRES REPRODUCTORAS EN COSCUTIRA (BORJA) BASADA EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA</p>                                                                                                              |                                                  |                            |
| <p><b>LOCALIZACIÓN:</b><br/>TERMINO MUNICIPAL DE COSCUTIRA (BORJA)</p>                                                                                                                                                                                                                                          | <p><b>ESCALA:</b><br/>VARIAS</p>                 |                            |
| <p><b>FECHA:</b> 19/06/2018<br/><b>FIRMA:</b> ALVARO RUBÉN BAHÓN SILVERIO</p>                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>DENOMINACIÓN:</b><br/>SALA DE CALDERAS</p> | <p><b>PLANO N.º:</b> 6</p> |





---

## DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

---



# ÍNDICE DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

Contenido:

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>CAPÍTULO I: PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS</b> .....                           | 2  |
| <b>1. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES GENERALES</b> .....           | 2  |
| <b>2. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES FACULTATIVAS</b> .....        | 5  |
| 2.1. Epígrafe I → Obligaciones y derechos del contratista .....                        | 5  |
| 2.2. Epígrafe II → Trabajos, material y medios auxiliares .....                        | 6  |
| 2.3. Epígrafe III → Recepción y liquidación .....                                      | 8  |
| 2.4. Epígrafe IV → Facultades de la dirección de obra .....                            | 10 |
| <b>3. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA</b> ..... | 11 |
| 3.1. Epígrafe I → Base fundamental .....                                               | 11 |
| 3.2. Epígrafe II → Garantía de cumplimiento y fianzas .....                            | 11 |
| 3.3. Epígrafe III → Precios y revisiones .....                                         | 12 |
| 3.4. Epígrafe IV → Valoración y abono de los trabajos .....                            | 14 |
| 3.5. Epígrafe V → Varios .....                                                         | 16 |
| <b>4. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES DE ÍNDOLE LEGAL</b> .....     | 17 |
| <b>CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES</b> .....                  | 20 |
| <b>1. PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES</b> .....                                        | 20 |
| <b>2. AISLAMIENTO EXTERIOR CON POLIESTIRENO EXTRUIDO</b> .....                         | 22 |
| <b>3. INSTALACIÓN DE CALDERA DE BIOMASA ALIMENTADA POR PELLETS</b> .....               | 23 |
| <b>4. ENTREGA DE LA INSTALACIÓN</b> .....                                              | 24 |



# CAPÍTULO I: PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

## 1. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES GENERALES

### **Artículo I: 1. Obras objeto del presente proyecto.**

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos, presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes al “Proyecto de mejora de la rentabilidad de una explotación ganadera porcina de 2.000 madres reproductoras en Coscurita (Soria) basada en la mejora de la eficiencia energética”, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminadas las instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Las obras accesorias se construirán según se vaya conociendo su necesidad.

Cuando su importancia lo exija, se construirán en base a los proyectos reformados que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

### **Artículo I: 2. Obras accesorias no especificadas en el pliego.**

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren inscritas en este Pliego de Condiciones, el Contratista estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Contratista.

### **Artículo I: 3. Documentos que definen las obras.**

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo. Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto. Los datos incluidos en la Memoria y Anejos tienen carácter meramente informativo. Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, si procede, y redacte el oportuno proyecto reformado.

#### **Artículo I: 4. Compatibilidad y relación entre los documentos.**

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

#### **Artículo I: 5. Director de obra.**

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra.

#### **Artículo I: 6. Disposiciones a tener en cuenta.**

- Ley de Contratos del Estado aprobado por Decreto 923/1965 de 8 de abril.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3354/1967 de 28 de diciembre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Normas Básicas (NBE) y Tecnológicas de la Edificación (NTE).
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U. Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas MIBT complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de octubre de 1966.
- Pliego de Condiciones Generales para Obras de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas.

El contratista está obligado al cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo y en especial las que a continuación se indican:

- Estatuto de los trabajadores.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la industria de la Construcción.
- Reglamento de servicios médicos de empresa.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Normas técnicas reglamentarias de homologación de medios de protección personal.
- Reglamentos de alta y baja tensión.

- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Real Decreto por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad en las obras de construcción.
- Ley 32/95 de Prevención de Riesgos Laborales y Normativa de desarrollo.
- Real Decreto 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/97, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Demás disposiciones relativas a Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos realizados en la obra.

## **2. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES FACULTATIVAS**

### **2.1. Epígrafe I → Obligaciones y derechos del contratista**

#### **Artículo II: 1. Remisión de solicitud de ofertas.**

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

#### **Artículo II: 2. Residencia del contratista.**

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones. Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial, de la Contrata en los documentos del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

#### **Artículo II: 3. Reclamaciones contra las órdenes de dirección.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante explicación razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### **Artículo II: 4. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.**

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director lo reclame.



**Artículo II: 5. Copia de los documentos.**

El contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

**2.2. Epígrafe II → Trabajos, material y medios auxiliares****Artículo II: 6. Libro de órdenes.**

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

**Artículo II: 7. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.**

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo este dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas dentro del plazo de un año. El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

**Artículo II: 8. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales de índole Técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

**Artículo II: 9. Trabajos defectuosos.**

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si esta no estimase justa la resolución y se negase la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 35.

**Artículo II: 10. Obras y vicios ocultos.**

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

**Artículo II: 11. Materiales no utilizables o defectuosos.**

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

**Artículo II: 12. Medios auxiliares.**

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán epígrafe de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. Y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## **2.3. Epígrafe III → Recepción y liquidación**

### **Artículo II: 13. Recepciones provisionales.**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la existencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

### **Artículo II: 14. Plazo de garantía.**

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

### **Artículo II: 15. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.**

Si el Contratista, siendo su obligación no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas". El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

#### **Artículo II: 16. Recepción definitiva.**

Terminando el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdidas de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

#### **Artículo II: 17. Liquidación final.**

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

#### **Artículo II: 18. Liquidación en caso de rescisión.**

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

## **2.4. Epígrafe IV → Facultades de la dirección de obra**

### **Artículo II: 19. Facultades de la dirección de obras.**

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

## **3. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **3.1. Epígrafe I → Base fundamental**

#### **Artículo III: 1. Base fundamental.**

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

### **3.2. Epígrafe II → Garantía de cumplimiento y fianzas**

#### **Artículo III: 2. Garantías.**

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

#### **Artículo III: 3. Finanzas.**

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

#### **Artículo III: 4. Ejecución de los trabajos con cargo de fianza.**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

#### **Artículo III: 5. Devolución de la fianza.**

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

### 3.3. Epígrafe III → Precios y revisiones

#### Artículo III: 6. Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarse el Sr. Director y a concluir a satisfacción de éste.

#### Artículo III: 7. Reclamaciones de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en las indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión de contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

**Artículo III: 8. Revisión de precios.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando sí proceda, el acopio de materiales de obra. En el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desee percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transportes, etc. Adquiridos por el Contratista merced a la información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc. Concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

**Artículo III: 9. Elementos comprendidos en el presupuesto.**

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio. Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.



En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

### **3.4. Epígrafe IV → Valoración y abono de los trabajos**

#### **Artículo III: 10. Valoración de la obra.**

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra. El precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importé el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.

#### **Artículo III: 11. Mediciones parciales y finales.**

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del Contratista o de su representación legal.

En caso de no haber conformidad lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

#### **Artículo III: 12. Equivocaciones en el presupuesto.**

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posible errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna.

Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

#### **Artículo III: 13. Valoración de obras incompletas.**

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

**Artículo III: 14. Carácter provisional de lss liquidaciones parciales.**

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden la propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

**Artículo III: 15. Pagos.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá, precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidos por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

**Artículo III: 16. Suspensión por retraso de pagos.**

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con agregó al plazo en que deben terminarse.

**Artículo III: 17. Indemnización por retraso de los trabajos.**

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será: el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

**Artículo III: 18. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.**

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

### **3.5. Epígrafe V → Varios**

#### **Artículo III: 19. Mejoras de obras.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito,

#### **Artículo III: 20. Seguro de los trabajos.**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por Contrata los objetos asegurados, El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc. Y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## 4. PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS: DISPOSICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

### Artículo IV: 1. Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de Contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política Urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

### Artículo IV: 2. Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra. De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien

corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

#### **Artículo IV: 3. Pagos de arbitrios.**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

#### **Artículo IV: 4. Causas de rescisión del contrato.**

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquel derecho a indemnización alguna. Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales de mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.
- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o menos del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, por causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses, a partir de la adjudicación, en este caso, a la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

# CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## 1. PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES

### 1.1. Prescripciones sobre los materiales.

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego, citándose como referencia:

- Normas MV.
- Normas UNE.
- Normas DIN.
- Normas ASTM.
- Normas NTE.
- Instrucción EH-88/91 EF-88 RL-88
- Normas AENOR.
- PIET-70.
- Normas Técnicas de calidad de viviendas Sociales, Orden 24-4-76
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (MOP), PG-3 para obras de Carreteras y Puentes.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avalen sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El Contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas. Siendo estas condiciones independientes, con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad. Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la obra, corriendo el Constructor con todos los gastos que ello ocasionase. En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Constructor pueda plantear reclamación alguna.

**Artículo I: 1. Materiales no consignados en el proyecto.**

Los materiales no consignados en el proyecto que den lugar a precios contradictorios cumplirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, quedando el contratista sin derecho alguno a cualquier reclamación por estas condiciones exigidas.

**Artículo I: 2. Disposiciones y normas vigentes.**

Las obras se ajustarán tanto como sea posible a las disposiciones y normas dictaminadas por el Ministerio de Industria en el transcurso de la obra. Así mismo se adoptarán las disposiciones y normas que rijan en el municipio donde se ubique la obra.

**Artículo I: 3. Ámbito de aplicación.**

Se aplicará el Pliego de Condiciones en obras de suministro y ensamblaje de cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para efectuar correctamente las instalaciones eléctricas y de aislamiento, objeto de este pliego.



## 2. AISLAMIENTO EXTERIOR CON POLIESTIRENO EXTRUIDO

Hay que tener en cuenta que una vez efectuado éste, si se observan fugas o cualquier otra anomalía que obligue a desmontar algunas piezas, esto exigiría también el levantamiento del aislante, con la consiguiente pérdida de tiempo. Algunas reglas básicas que han de aplicarse escrupulosamente si se desea que la ejecución del trabajo sea perfecta son:

- Utilizar herramientas en perfecto estado, especialmente cuchillos bien afilados y buenas brochas.
- El adhesivo ha de estar fresco.
- Las coquillas que muestran forma ovalada han de rajarse siempre por el lado más plano.
- Limpiar el material de posibles restos de aceite o agua, así como del polvo que ensucie su superficie.
- Aplicar medidas exactas.
- Las juntas a pegar entre coquillas deben estar siempre sometidas a presión, nunca a tracción.
- No se instalará jamás el aislamiento en elementos que estén en servicio. Realizado el aislamiento, no poner en servicio la instalación antes de haber transcurrido 36 horas, a fin de permitir el endurecimiento total del pegamento.
- El aislamiento flexible instalado a la intemperie se protegerá inmediatamente.

En cuanto a los productos que hay que preparar antes de proceder a la ejecución del aislamiento citaremos los siguientes:

- Adhesivo especialmente indicado por el fabricante del material aislante.
- Disolvente especial para el adhesivo, a fin de limpiar las superficies a pegar y las herramientas.
- Pintura protectora elástica. Es imprescindible en la intemperie.
- Pintura de protección anticorrosiva de cromato de zinc (para acero negro).
- Detergente para las pinturas protectoras.

Los adhesivos contienen soluciones agresivas. No se adhieren sobre asfalto, bitumen o aluminio, sino que tienden a disolverlos. Ha de emplearse alternativamente como antioxidante la imprimación de cromato de zinc. El detergente debe ser compatible químicamente con el adhesivo, por lo que deberá usarse siempre las marcas recomendadas por el fabricante del aislamiento.

### 3. INSTALACIÓN DE CALDERA DE BIOMASA ALIMENTADA POR PELLETS

#### Programa de trabajos:

El contratista está obligado a establecer un programa de trabajos, a petición del director de la obra en el que se definan:

- Las instalaciones generales para la ejecución de las obras.
- Las instalaciones y maquinaria para la puesta en obra de los materiales necesarios para la ejecución.

#### Métodos constructivos:

Podrá emplear el contratista cualquier método constructivo para ejecutar las obras siempre que en su programa de trabajos lo hubiera propuesto y hubiera sido aceptado por la Administración.

También podrá variar los procedimientos durante la ejecución de las obras, sin más limitación que la aprobación previa y expresa del Director de Obra de las Obras, el cual la otorgará en cuanto los nuevos métodos no vulnerasen el presente Pliego, pero reservándose el derecho de exigir los métodos antiguos si comprobara la menor eficacia de los nuevos.

La aprobación por parte del Director de Obra de cualquier método de trabajo o maquinaria para la ejecución de las mismas, no responsabiliza a la Administración de los resultados que se obtengan, ni exime al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y total señalados, si con tales métodos o maquinaria no se consigue el ritmo o fin perseguido.

#### Equipos de obras:

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos los equipos que se empleen en la ejecución de las obras deberán cumplir, en todo caso, las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinadas o aprobados, en su caso, por la Dirección de la Obra.
- Después de aprobado un equipo por la Dirección de las obras, deberá mantenerse, en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias haciendo las sustituciones o reparaciones necesarias para ello.
- Si durante la ejecución de las obras la Dirección de la Obra observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o los equipos aprobados no son idóneos al fin propuesto, deberán ser sustituidos por otros que lo sean.

## 4. ENTREGA DE LA INSTALACIÓN

Antes de realizar el acto de recepción se efectuará una completa y cuidadosa limpieza de toda la instalación, retirando los restos de materiales que hayan quedado en los alrededores de la obra.

Una vez cumplidos todos los requisitos legales que pudieran existir, y realizado las pruebas que el director de obra considerase pertinentes, si la instalación funciona correctamente, podrá ser entregada a su titular o al contratista de la obra, quien firmará la consiguiente conformidad.

En el momento de la entrega de la instalación, el director de la obra hará también entrega al titular de la misma del Proyecto de Ejecución, en el que se relacionarán todos los equipos empleados indicando su marca, modelo, características y fabricante, con planos y esquemas.

Además, el instalador habrá confeccionado un completo Manual de Instrucciones, que como mínimo deberá contener:

- Un esquema de la instalación en el que cada aparato sea fácilmente identificado.
- Instrucciones concretas de manejo y seguridad.
- Instrucciones sobre las operaciones de conservación y mantenimiento.
- Límites de dureza tolerados para el agua de alimentación de la instalación e instrucciones sobre el equipo de tratamiento del agua, cuando éste exista.

Una vez realizado el acto de recepción, la responsabilidad sobre el uso y mantenimiento de la instalación recae sobre la propiedad de la misma, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que, en concepto de garantía, hayan sido pactadas y que obliguen a la empresa instaladora. En cualquier caso, es una norma recomendable que el instalador, transcurridas una o dos semanas de uso pleno de la instalación, vuelva a realizar una inspección de la misma, para comprobar su correcto funcionamiento. En este plazo de tiempo el usuario o encargado de la instalación procurará recoger y anotar todos los datos posibles sobre su rendimiento, observando los valores indicados por los aparatos de medida, con el propósito de ayudar al instalador en la evaluación de los resultados de la instalación.

Soria, 21 de junio de 2019

Fdo: Rubén Bahón Silverio



---

## DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

---



# ÍNDICE PRESUPUESTO

Contenido:

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <b>1. Cuadro de precios N° 1</b> .....   | 2  |
| <b>2. Mediciones y presupuesto</b> ..... | 5  |
| <b>3. Presupuesto parcial</b> .....      | 11 |
| <b>4. Presupuesto general</b> .....      | 16 |





# 1. Cuadro de precios N° 1

| N°    | Designación                                                                                                                                                                        | Importe             |                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                    | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)                                              |
|       | <b>1 Electricidad</b>                                                                                                                                                              |                     |                                                                  |
|       | <b>1.1 Iluminación</b>                                                                                                                                                             |                     |                                                                  |
| 1.1.1 | <b>1.1.1 Dispositivos LED</b><br>Ud Philips T8 led universal 120cm UO 16 W: Tubo LED de reemplazo de fluorescentes de 36 W de 120 cm que funciona con equipo electrónico magnético | <b>3.669,60 €</b>   | TRES MIL SEISCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS  |
|       | <b>1.2 Mecanización</b>                                                                                                                                                            |                     |                                                                  |
| 1.2.1 | <b>1.2.1 Motor eléctrico IE3 de 2,2 Kw</b><br>Ud. Motor eléctrico trifásico de 2,2 kW                                                                                              | <b>5.316,92 €</b>   | CINCO MIL TRESCIENTOS DIECISÉIS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS |
| 1.2.2 | <b>1.2.2 Motor eléctrico IE3 de 0,75 Kw</b><br>Ud. Motor eléctrico trifásico de 0,75 kW                                                                                            | <b>1.884,20 €</b>   | MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS       |
|       | <b>2 Aislante</b>                                                                                                                                                                  |                     |                                                                  |
| 2.1   | <b>2.1 Cubiertas</b><br>m2 Aislamiento exterior térmico de poliestireno extruido (XPS) de 10 cm de grosor                                                                          | <b>10,61 €</b>      | DIEZ EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS                             |
| 2.2   | <b>2.2 Fachadas</b><br>m2 Aislamiento exterior térmico de poliestireno extruido (XPS) de 10 cm de grosor                                                                           | <b>10,61 €</b>      | DIEZ EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS                             |
|       | <b>3 Climatización y ACS</b>                                                                                                                                                       |                     |                                                                  |
| 3.1   | <b>3.1 Caldera de biomasa alimentada por pellets</b>                                                                                                                               | <b>35.000 €</b>     | TREINTA Y CINCO MIL EUROS                                        |

| Nº  | Designación                                                                                                                                                                                                                    | Importe          |                                                             |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                | En cifra (Euros) | En letra (Euros)                                            |
|     | <b>4 Gestión de residuos</b>                                                                                                                                                                                                   |                  |                                                             |
| 4.1 | <b>4.1 Gestión de residuos inertes</b><br>Transporte de los residuos generados en la obra, realizando dicha operación con un contenedor de 1,25 m3 a un vertedero o instalación que trate los residuos                         | 28,72 €          | VEINTI OCHO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS                |
| 4.2 | <b>4.2 Gestión de residuos peligrosos</b><br>Almacenaje de los residuos de carácter peligroso en un bidón de 70 L de capacidad y transporte en el mismo bidón a un lugar específico o instalación donde traten dichos residuos | 136,54 €         | CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |
|     | <b>5 Seguridad y salud</b>                                                                                                                                                                                                     |                  |                                                             |
| 5.1 | <b>5.1 Casco homologado</b><br>Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE                                                                                                                                             | 15,10 €          | QUINCE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS                              |
| 5.2 | <b>5.2 Gafas antipolvo</b><br>Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE                                                                                                                                      | 12,60 €          | DOCE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS                             |
| 5.3 | <b>5.3 Mascarilla antipolvo</b><br>Ud. Mascarilla antipolvo, homologada                                                                                                                                                        | 14,20 €          | CATORCE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS                           |
| 5.4 | <b>5.4 Protectores auditivos</b><br>Ud. Protectores auditivos, homologados                                                                                                                                                     | 39,45 €          | TREINTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS         |
| 5.5 | <b>5.5 Mono de trabajo</b><br>Ud. Mono de trabajo, homologado CE                                                                                                                                                               | 69,20 €          | SESENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS                   |
| 5.6 | <b>5.6 Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal</b><br>Ud. Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE                   | 192,15 €         | CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS              |
| 5.7 | <b>5.7 Cinturón porta herramientas</b><br>Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE                                                                                                                                        | 110,45 €         | CIENTO DIEZ EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS             |
| 5.8 | <b>5.8 Par de guantes de goma</b><br>Ud. Par de guantes de goma, homologado CE                                                                                                                                                 | 12,20 €          | DOCE EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS                              |
| 5.9 | <b>5.9 Par de botas de seguridad con punt.serr.</b><br>Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE                                                                                   | 107,50 €         | CIENTO SIETE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS                   |

Solo se pagarán las unidades de obra que estén completamente terminadas.

Soria, 21 de junio de 2019

Fdo: Rubén Bahón Silverio

## 2. Mediciones y presupuesto

### MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

#### CAPÍTULO C1 ELECTRICIDAD

##### SUBCAPÍTULO 1.1 Iluminación

|              |                                                                                                                                                                                                         |      |        |  |  |        |  |       |          |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--|--|--------|--|-------|----------|
| LED<br>1.001 | <b>Ud Dispositivos LED</b>                                                                                                                                                                              |      |        |  |  |        |  |       |          |
|              | Philips T8 les universal 120cm UO 16 W: Tubo LED de reemplazo de fluorescentes de 36 W de 120 cm que funciona con equipo electrónico magnético.<br>Incluida instalación, terminada y en funcionamiento. |      |        |  |  |        |  |       |          |
|              | Nave 4 de cría                                                                                                                                                                                          | 1,00 | 120,00 |  |  | 120,00 |  | 30,58 | 3.669,60 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1.....3.669,60

##### SUBCAPÍTULO 1.2 Mecanización

|                |                                                      |      |       |  |  |       |  |        |          |
|----------------|------------------------------------------------------|------|-------|--|--|-------|--|--------|----------|
| IE3<br>1.002   | <b>Ud Motor eléctrico IE3 2,2 kW</b>                 |      |       |  |  |       |  |        |          |
|                | Incluida instalación, terminada y en funcionamiento. |      |       |  |  |       |  |        |          |
|                | Motor eléctrico IE3 2,2 kW                           | 1,00 | 14,00 |  |  | 14,00 |  | 379,78 | 5.316,92 |
| IE3-2<br>1.003 | <b>Ud Motor eléctrico IE3 0,75 kW</b>                |      |       |  |  |       |  |        |          |
|                | Incluida instalación, terminada y en funcionamiento. |      |       |  |  |       |  |        |          |
|                | Motor eléctrico IE3 0,75 kW                          | 1,00 | 10,00 |  |  | 10,00 |  | 188,42 | 1.884,20 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2.....7.201,12

**TOTAL CAPÍTULO C1 ELECTRICIDAD .....10.870,72**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

**CAPÍTULO C2 AISLAMIENTO**

|            |                                                                                                                                                    |          |    |  |  |       |          |       |           |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|--|--|-------|----------|-------|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>m2 Cubiertas</b>                                                                                                                                |          |    |  |  |       |          |       |           |
| 2.001      | Aislamiento exterior térmico en cubierta formado por poliestireno extruido (XPS) de 10 cm.<br>Incluida instalación, terminada y en funcionamiento. |          |    |  |  |       |          |       |           |
|            | Aislamiento cubiertas                                                                                                                              | 3.918,16 | m2 |  |  | 10,61 | 3.918,16 | 10,61 | 41.571,68 |
| <b>2.2</b> | <b>m2 Fachadas</b>                                                                                                                                 |          |    |  |  |       |          |       |           |
| 2.002      | Aislamiento exterior térmico en fachada formado por poliestireno extruido (XPS) de 10 cm.<br>Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.  |          |    |  |  |       |          |       |           |
|            | Aislamiento fachadas                                                                                                                               | 2.073,60 | m2 |  |  | 10,61 | 2.073,60 | 10,61 | 22.000,90 |

**TOTAL CAPÍTULO C2 AISLAMIENTO.....63.572,58**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO C3 CLIMATIZACIÓN Y ACS

|       |                                                      |      |  |  |  |      |      |           |           |
|-------|------------------------------------------------------|------|--|--|--|------|------|-----------|-----------|
| 3.1   | <b>Ud Caldera de biomasa alimentada por pellets</b>  |      |  |  |  |      |      |           |           |
| 3.001 | Incluida instalación, terminada y en funcionamiento. |      |  |  |  |      |      |           |           |
|       | Caldera de biomasa                                   | 1,00 |  |  |  | 1,00 | 1,00 | 35.000,00 | 35.000,00 |

**TOTAL CAPÍTULO C3 CLIMATIZACIÓN Y ACS .....35.000,00**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                                             | Descripción                                                                                                                                                                     | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto   |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|---------------|
| <b>CAPÍTULO C4 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>             |                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |           |          |        |               |
| 4.1                                                | <b>Ud Gestión de residuos inertes</b>                                                                                                                                           |      |          |         |        |           |          |        |               |
| 4.001                                              | Transporte de los residuos generado en la obra, con un contenedor de 1,25 m3, a un vertedero o instalación que trate los residuos.                                              |      |          |         |        |           |          |        |               |
|                                                    | Transporte de los residuos g                                                                                                                                                    | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |               |
|                                                    |                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |           | 1,00     | 28,72  | 28,72         |
| 4.2                                                | <b>Ud Gestión de residuos peligrosos</b>                                                                                                                                        |      |          |         |        |           |          |        |               |
| 4.002                                              | Almacenaje de los residuos de carácter peligroso en un bidón de 70 L de capacidad y transporte en el mismo bidón a lugar específico o instalación donde traten dichos residuos. |      |          |         |        |           |          |        |               |
|                                                    | Almacenamiento                                                                                                                                                                  | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |               |
|                                                    | Transporte de los residuos g                                                                                                                                                    | 1,00 |          |         |        | 1,00      |          |        |               |
|                                                    |                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |           | 2,00     | 68,27  | 136,54        |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C4 GESTIÓN DE RESIDUOS. ....</b> |                                                                                                                                                                                 |      |          |         |        |           |          |        | <b>165,26</b> |

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                               | Descripción                                 | Uds.  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------------------------------------|---------------------------------------------|-------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>CAPÍTULO C5 SEGURIDAD Y SALUD</b> |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
| <b>5.1</b>                           | <b>Ud Casco de seguridad homologado</b>     |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.001                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Casco homologado                            | 5,00  |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 3,02   | 15,10       |
| <b>5.2</b>                           | <b>Ud Gafas antipolvo.</b>                  |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.002                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Gafas antipolvo                             | 5,00  |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 2,52   | 12,60       |
| <b>5.3</b>                           | <b>Ud Mascarilla antipolvo</b>              |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.003                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Mascarilla antipolvo                        | 5,00  |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 2,84   | 14,20       |
| <b>5.4</b>                           | <b>Ud Protectores auditivos.</b>            |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.004                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Protectores auditivos                       | 5,00  |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 7,89   | 39,45       |
| <b>5.5</b>                           | <b>Ud Mono de trabajo.</b>                  |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.005                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Mono de trabajo                             | 5,00  |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 13,84  | 69,20       |
| <b>5.6</b>                           | <b>Ud Arnés seg. amarre dorsal y torsal</b> |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.006                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Arnés de seguridad                          | 5,00  |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 38,43  | 192,15      |
| <b>5.7</b>                           | <b>Ud Cinturón porta herramientas.</b>      |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.007                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Cinturón porta herramientas 5,00            |       |          |         |        | 5,00      | 5,00     | 22,09  | 110,45      |
| <b>5.8</b>                           | <b>Ud Par de guantes de goma.</b>           |       |          |         |        |           |          |        |             |
| 5.008                                |                                             |       |          |         |        |           |          |        |             |
|                                      | Guantes de goma                             | 10,00 |          |         |        | 10,00     | 10,00    | 1,22   | 12,20       |



PRESUPUESTO

|       |                                              |      |      |      |        |
|-------|----------------------------------------------|------|------|------|--------|
| 5.9   | <b>Ud Par de botas seguri.con punt.serr.</b> |      |      |      |        |
| 5.009 |                                              |      |      |      |        |
|       | Botas de seguridad                           | 5,00 | 5,00 |      |        |
|       |                                              |      |      | 5,00 | 21,50  |
|       |                                              |      |      |      | 107,50 |

**TOTAL CAPÍTULO C5 SEGURIDAD Y SALUD..... 572,85**

---

---

Soria, 21 de junio de 2019

Fdo: Rubén Bahón Silverio

### 3. Presupuesto parcial

#### DETALLE DE LOS PRECIOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

#### PRECIOS DESCOMPUESTOS

#### CAPÍTULO C1 ELECTRICIDAD

##### SUBCAPÍTULO 1.1 Iluminación

###### 1.01 LED Ud Dispositivos LED

Philips T8 les universal 120cm UO 16 W: Tubo LED de reemplazo de fluorescentes de 36 W de 120 cm que funciona con equipo electrónico magnético.  
Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.

|                     |       |    |                 |       |       |
|---------------------|-------|----|-----------------|-------|-------|
| ILUM                | 1,000 | Ud | Dispositivo LED | 30,58 | 30,58 |
| TOTAL PARTIDA ..... |       |    |                 |       | 30,58 |

##### SUBCAPÍTULO 1.2 Mecanización

###### 1.02 IE3 Ud Motor eléctrico IE3 2,2 kW

Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.

|                     |       |    |                            |        |        |
|---------------------|-------|----|----------------------------|--------|--------|
| MOT1                | 1,000 | Ud | Motor eléctrico IE3 2,2 kW | 379,78 | 379,78 |
| TOTAL PARTIDA ..... |       |    |                            |        | 379,78 |

###### 1.03 IE3-2 Ud Motor eléctrico IE3 0,75 kW

Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.

|                     |       |    |                             |        |        |
|---------------------|-------|----|-----------------------------|--------|--------|
| MOT2                | 1,000 | Ud | Motor eléctrico IE3 0,75 kW | 188,42 | 188,42 |
| TOTAL PARTIDA ..... |       |    |                             |        | 188,42 |

## DETALLE DE LOS PRECIOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

## CAPÍTULO C2 AISLAMIENTO

## 2.01 2.1 m2 Cubiertas

Aislamiento exterior térmico en cubierta formado por poliestireno extruido (XPS) de 10 cm.  
Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.

|                    |           |    |                        |       |                  |
|--------------------|-----------|----|------------------------|-------|------------------|
| XPS                | 3.918,160 | Ud | Poliestireno expandido | 10,61 | 41.571,68        |
| TOTAL PARTIDA..... |           |    |                        |       | <b>41.571,68</b> |

## 2.02 2.2 m2 Fachadas

Aislamiento exterior térmico en fachada formado por poliestireno extruido (XPS) de 10 cm.  
Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.

|                    |           |    |                        |       |                  |
|--------------------|-----------|----|------------------------|-------|------------------|
| XPS                | 2.073,600 | Ud | Poliestireno expandido | 10,61 | 22.000,90        |
| TOTAL PARTIDA..... |           |    |                        |       | <b>22.000,90</b> |

**DETALLE DE LOS PRECIOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPÍTULO C3 CLIMATIZACIÓN Y ACS**

3.001 3.1 Ud Caldera de biomasa alimentada por pellets

Incluida instalación, terminada y en funcionamiento.

|     |       |    |                                           |           |                  |
|-----|-------|----|-------------------------------------------|-----------|------------------|
| CDB | 1,000 | Ud | Caldera de biomasa alimentada por pellets | 35.000,00 | 35.000,00        |
|     |       |    | <b>TOTAL PARTIDA . . . . .</b>            |           | <b>35.000,00</b> |

## DETALLE DE LOS PRECIOS

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

## PRECIOS DESCOMPUESTOS

## CAPÍTULO C4 GESTIÓN DE RESIDUOS

## 4.01 4.1 Ud Gestión de residuos inertes

Transporte de los residuos generado en la obra, con un contenedor de 1,25 m3, a un vertedero o instalación que trate los residuos.

|                            |       |    |                                       |       |              |
|----------------------------|-------|----|---------------------------------------|-------|--------------|
| TRANS                      | 1,000 | Ud | Transporte de los residuos peligrosos | 28,72 | 28,72        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                       |       | <b>28,72</b> |

## 4.02 4.2 Ud Gestión de residuos peligrosos

Almacenaje de los residuos de carácter peligroso en un bidón de 70 L de capacidad y transporte en el mismo bidón a lugar específico o instalación donde traten dichos residuos.

|                            |       |    |                                       |       |              |
|----------------------------|-------|----|---------------------------------------|-------|--------------|
| ALM                        | 1,000 | Ud | Almacenaje de los residuos peligrosos | 39,55 | 39,55        |
| TRANS                      | 1,000 | Ud | Transporte de los residuos peligrosos | 28,72 | 28,72        |
| <b>TOTAL PARTIDA .....</b> |       |    |                                       |       | <b>68,27</b> |

**DETALLE DE LOS PRECIOS**

| Código | Cantidad | Ud. | Descripción | Precio | Importe |
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|
|--------|----------|-----|-------------|--------|---------|

**PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CAPITULO C5 SEGURIDAD Y SALUD**

|       |       |    |                                                  |       |              |
|-------|-------|----|--------------------------------------------------|-------|--------------|
| 5.001 | 5.1   | Ud | <b>Casco de seguridad homologado</b>             |       |              |
| CC    | 1,000 | Ud | Protección individual para la cabeza             | 3,02  | 3,02         |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>3,02</b>  |
| 5.002 | 5.2   | Ud | <b>Gafas antipolvo.</b>                          |       |              |
| GA    | 1,000 | Ud | Protección individual para ojos y cara           | 2,52  | 2,52         |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>2,52</b>  |
| 5.003 | 5.3   | Ud | <b>Mascarilla antipolvo</b>                      |       |              |
| MA    | 1,000 | Ud | Equipo de protección para la cara                | 2,84  | 2,84         |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>2,84</b>  |
| 5.004 | 5.4   | Ud | <b>Protectores auditivos.</b>                    |       |              |
| PA    | 1,000 | Ud | Equipo de protección para los oídos              | 7,89  | 7,89         |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>7,89</b>  |
| 5.005 | 5.5   | Ud | <b>Mono de trabajo.</b>                          |       |              |
| MT    | 1,000 | Ud | Equipo de protección para el cuerpo              | 13,84 | 13,84        |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>13,84</b> |
| 5.006 | 5.6   | Ud | <b>Arnés seg. amarre dorsal y torsal</b>         |       |              |
| AS    | 1,000 | Ud | Equipo de protección contra las caídas de altura | 38,43 | 38,43        |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>38,43</b> |
| 5.007 | 5.7   | Ud | <b>Cinturón porta herramientas.</b>              |       |              |
| CH    | 1,000 | Ud | Equipo de protección para el cuerpo              | 22,09 | 22,09        |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>22,09</b> |
| 5.008 | 5.8   | Ud | <b>Par de guantes de goma.</b>                   |       |              |
| GG    | 1,000 | Ud | Equipo de protección para las manos y brazos     | 1,22  | 1,22         |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>1,22</b>  |
| 5.009 | 5.9   | Ud | <b>Par de botas seguri.con punt.serr.</b>        |       |              |
| BS    | 1,000 | Ud | Equipo de protección para pies y piernas         | 21,50 | 21,50        |
|       |       |    | <b>TOTAL PARTIDA .....</b>                       |       | <b>21,50</b> |

## 4. Presupuesto general

### RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código | Capítulo                                      | Total €           |
|--------|-----------------------------------------------|-------------------|
| C1     | ELECTRICIDAD.....                             | 10.870,72         |
|        | 1.2 Mecanización 7.201,12                     |                   |
|        | 1.1 Iluminación 3.669,60                      |                   |
| C2     | AISLAMIENTO.....                              | 63.572,58         |
| C3     | CLIMATIZACION Y ACS.....                      | 35.000,00         |
| C4     | GESTION DE RESIDUOS.....                      | 165,26            |
| C5     | SEGURIDAD Y SALUD.....                        | 572,85            |
|        | <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b> | <b>110.181,41</b> |
|        | 13 % Gastos Generales.....                    | 14.323,58         |
|        | 6 % Beneficio Industrial.....                 | 6.610,88          |
|        | Suma.....                                     | 131.115,87        |
|        | 21 % I.V.A. de Contrata.....                  | 27.534,33         |
|        | <b>PRESUPUESTO DE CONTRATA.....</b>           | <b>158.650,20</b> |

21 de Junio de 2019

Soria, 21 de junio de 2019

Fdo: Rubén Bahón Silverio