



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE
ALIMENTACIÓN Y DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
EN UNA GRANJA PORCINA DE ENGORDE

DESING AND AUTOMATION THE FOOD LINE
AND THE WATER SUPPLY ON A PIG FARM OF
FATTENING PIGS

Autor

Francisco Javier Julián Ramos

Director

Pedro Pablo Huerta Abad

Escuela Universitaria Politécnica La Almunia
2019



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

MEMORIA

**DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA
LÍNEA DE ALIMENTACIÓN Y DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA EN UNA
GRANJA PORCINA DE ENGORDE**

**DESIGN AND AUTOMATION THE FOOD
LINE AND THE WATER SUPPLY ON A PIG
FARM OF FATTENING PIGS**

424.19.54

Autor: Francisco Javier Julián Ramos

Director: Pedro Pablo Huerta Abad

Fecha: 27/11/2019

INDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN	1
1.1. PALABRAS CLAVE	1
2. ABSTRACT	2
2.1. KEYWORDS	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. OBJETO	4
5. EMPLAZAMIENTO	5
6. DISTRIBUCIÓN GRANJA	7
7. ANTECEDENTES	9
8. MARCO TEÓRICO	10
8.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	10
8.1.1. Silos	11
8.1.2. Tipos de Transporte de Alimento	12
8.1.3. Motores Reductores	15
8.1.4. Comederos	17
8.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	19
8.2.1. Depósito	19
8.2.2. Bombas de Agua	20
8.2.3. Tuberías	22
8.2.4. Bebederos	26
8.3. SISTEMAS DE CONTROL	29
8.3.1. PLCs SIEMENS	29
8.3.2. Estaciones de Trabajo	33
8.3.3. Paneles SIMATIC HMI	35
8.3.4. Redes de Automatización	35

INDICES

9. DESARROLLO	38
9.1. CÁLCULOS SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	38
9.1.1. <i>Cálculo Silos</i>	38
9.2. CÁLCULOS SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	39
9.2.1. <i>Cálculos Depósito</i>	39
9.2.2. <i>Diámetro Tuberías</i>	40
9.2.3. <i>Cálculos Bombas de Agua</i>	43
9.3. SELECCIÓN ELEMENTOS SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	48
9.3.1. <i>Selección Silo</i>	49
9.3.2. <i>Selección Transporte Alimento</i>	50
9.3.3. <i>Selección Bocas de Caída</i>	51
9.3.4. <i>Selección Codos de 45º</i>	53
9.3.5. <i>Selección Motor Reductor</i>	54
9.3.6. <i>Selección Tolvas</i>	55
9.4. SELECCIÓN ELEMENTOS SISTEMA ABASTECIMIENTO DE AGUA	57
9.4.1. <i>Selección Depósito</i>	57
9.4.2. <i>Selección Tuberías Abastecimiento de Agua</i>	58
9.4.3. <i>Selección Codos</i>	61
9.4.4. <i>Selección Válvulas</i>	64
9.4.5. <i>Selección Cazoletas</i>	65
9.4.6. <i>Selección Bombas de Agua</i>	69
9.5. SELECCIÓN ELEMENTOS DE CONTROL	71
9.5.1. <i>Elementos Utilizados Sistema De Alimentación</i>	71
9.5.2. <i>Elementos Utilizados Sistema De Abastecimiento De Agua</i>	75
9.6. ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE CONTROL	78
9.6.1. <i>Autómata</i>	78
9.6.2. <i>Fuente de Alimentación</i>	79
9.6.3. <i>Estaciones de Trabajo</i>	80
9.6.4. <i>SCADA</i>	81
9.6.5. <i>Programa</i>	82
9.6.6. <i>Prueba SCADA</i>	83
10. CONCLUSIONES	87
11. BIBLIOGRAFÍA	89

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Relación principales apartados del proyecto</i>	4
<i>Ilustración 2. Situación granja</i>	5
<i>Ilustración 3. Imagen granja</i>	6
<i>Ilustración 4. Coordenadas granja</i>	6
<i>Ilustración 5. Vista 3D de la granja</i>	7
<i>Ilustración 6. Vista alzado de la granja</i>	7
<i>Ilustración 7. Vista interior de la granja</i>	8
<i>Ilustración 8. Dimensionamiento celdas</i>	8
<i>Ilustración 9. Elementos generales del sistema de alimentación</i>	10
<i>Ilustración 10. Partes de un silo</i>	11
<i>Ilustración 11. Espiral flexible</i>	13
<i>Ilustración 12. Sistema de cadena</i>	14
<i>Ilustración 13. Partes de un tornillo sinfín</i>	15
<i>Ilustración 14. Comedero</i>	17
<i>Ilustración 15. Partes de un depósito</i>	19
<i>Ilustración 16. Bomba sumergible</i>	20
<i>Ilustración 17. Bomba de achique</i>	20
<i>Ilustración 18. Motobomba</i>	21
<i>Ilustración 19. Bomba automática</i>	21
<i>Ilustración 20. Bomba solar</i>	22
<i>Ilustración 21. Tubería de cobre</i>	23
<i>Ilustración 22. Tubería de acero inoxidable</i>	23
<i>Ilustración 23. Tubería galvanizada</i>	24
<i>Ilustración 24. Tubería de PVC</i>	24
<i>Ilustración 25. Tubería de CPVC</i>	25

INDICES

<i>Ilustración 26. Tubería de polietileno reticulado</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 27. Tubería de polypipe</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 28. Bebedero</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 29. Chupetes de tipo mordillo</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 30. Chupete de tipo pulverizador</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 31. Cazoleta con chupete de tipo pulverizador</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 32. Automata Siemens</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 33. Automata S7-200</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 34. Automata S7-300</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 35. Automata S7-400</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 36. Automata S7-1200</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 37. Automata S7-1500</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 38. Tipos de estaciones de trabajo dentro del armario eléctrico</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 39. Tipos de estaciones de trabajo sin armario eléctrico</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 40. Tipos de pantallas HMI</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 41. Cálculo de flujo</i>	<i>43</i>
<i>Ilustración 42. Dimensionamiento tuberías del sistema de alimentación</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 43. Silos</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 44. Espiral flexible</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 45. Bocas de caída</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 46. Codo de 45°</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 47. Motor reductor RSTV050</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 48. Tolda de alimentación</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 49. Dimensionamiento tuberías sistema de abastecimiento de agua</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 50. Tubería de PVC</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 51. Codo de 90°</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 52. Codo en forma de "Cruz"</i>	<i>62</i>

<i>Ilustración 53. Codo en forma de "T".....</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 54. Válvula antirretorno</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 55. Comparación sistema de bebida</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 56. Cazoleta para porcinos de engorde</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 57. Rosca de unión.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 58. Bomba 2SP20</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 59. Bomba 4SP40</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 60. Relé.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 61. Célula de carga Q50</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 62. Final de carrera</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 63. Sensor fotoeléctrico (Sistema réflex)</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 64. Relé.....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 65. Sensor ultrasonido Prosonic FDU90.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 66. Sensor capacitivo KQ6002</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 67. Autómata Siemens S7 300 CPU 314C-2 PN/DP.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 68. Fuente de alimentación 6ES7307-1EA01-0AA0</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 69. Estación de trabajo ET 200B</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 70. Pantalla HMI</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 71. Diagrama del programa.....</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 72. Imagen 1 SCADA.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 73. Imagen 2 SCADA.....</i>	<i>85</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Comparación redes PROFIBUS y PROFINET</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2. Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 3. Consumo de agua en cazoleta para cerdos de engorde.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4. Pérdidas de carga para tuberías de PVC</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 5. Pérdidas de carga para tuberías de PVC</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6. Características Silos.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 7. Características espiral flexible</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 8. Características bocas de caída.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 9. Características codos de 45º</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 10. Características motor reductor</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 11. Características tolva para cerdos de engorde.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 12. Características depósito.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 13. Características tubería PVC</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 14. Características codos de 90º</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 15. Características codos en forma de "Cruz".....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 16. Características codos en forma de "T"</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 17. Características válvulas antirretorno</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 18. Características cazoleta para porcinos de engorde</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 19. Características rosca de unión</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 20. Características bomba 2SP20</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 21. Características bomba 4SP40</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 22. Características relé</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 23. Características sensor fotoeléctrico (Sistema réflex).....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 24. Características relé</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 25. Características sensor ultrasonido Prosonic FDU90</i>	<i>76</i>



<i>Tabla 26. Características sensor capacitivo KQ6002</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 27. Características Autómata Siemens S7 300 CPU 314C-2 PN-DP.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 28. Características fuente de alimentación 6ES7307-1EA01-0AA0</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 29. Características estación de trabajo ET200B</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 30. Características pantalla HMI</i>	<i>81</i>

1. RESUMEN

El objetivo principal del proyecto es diseñar y automatizar tanto la línea de alimentación como la de abastecimiento de agua en una granja porcina de engorde, de forma que se consiga una mejora de dichos procesos en la granja y una optimización de los mismos.

Para llevar a cabo el proyecto, se establecerá el diseño de forma que se conozcan todos los datos tales como los elementos utilizados y la justificación de la utilización de los mismos.

Una vez realizado el diseño, la automatización se desarrollará de forma que, en todo momento, se tenga un control de los elementos utilizados en ambas líneas. Para ello se instalará el autómata programable Siemens "S7 300 CPU 315 C-2 PN/DP", el cual controlará todos los elementos de cada línea y su funcionamiento mediante el lenguaje de programación AWL. También se incluirán junto con el autómata programable estaciones de trabajo ET 200B.

Por último, se diseñará un sistema SCADA mediante un SIMATIC HMI Panel configurado a través de WinCC Flexible, para poder visualizar en todo momento el funcionamiento de las líneas, así como el nivel de llenado de los silos, del depósito y de los comederos y bebederos.

1.1. PALABRAS CLAVE

- Porcinos de engorde.
- Sistema de alimentación y de abastecimiento de agua.
- Control con autómata SIMATIC S7-300.
- SCADA con pantalla HMI.
- Red PROFIBUS

2. ABSTRACT

The main objective of the project is to design and automate both the food line and the water supply on a pig farm of fattening pigs, so that an improvement and optimization of the processes on the farm is achieved.

To carry out the project, the design shall be established in such a way that all the data such as the elements used and the justification for the use of the same are known.

Once the design is done, the automation will be developed so that, at all times, you have a control of the elements used on both lines. To do this, the Siemens programmable automaton "S7 300 CPU 314 C-2 PN/DP" will be installed. It will control all the elements of each line and how it works using the AWL programming language. They will also be included along with the automaton programmable ET 200B workstations.

Finally, a SCADA system will be designed using a SIMATIC HMI Panel configured via WinCC Flexible to be able to visualize at all times the operation of the lines, as well as the level of filling of the silos, the reservoir and the feeders and drinkers.

2.1. KEYWORDS

- Fattening pigs.
- Food line and water supply line.
- Control with automaton SIMATIC S7-300.
- SCADA with HMI Panel.
- PROFIBUS network.

3. INTRODUCCIÓN

La automatización permite una optimización en el uso de las tecnologías en todo tipo de procesos industriales. Cada vez son más utilizados los procesos automatizados y se van desarrollando cada día con la aparición de nuevas tecnologías, consiguiendo sistemas más eficientes en cuanto a rendimiento, rapidez, etc.

Una de las motivaciones que me ha llevado a la elección de este proyecto es poner a prueba mis conocimientos adquiridos en la universidad sobre estos procesos, así como la posibilidad de ampliar dichos conocimientos encontrando y estudiando información de los mismos a lo largo del desarrollo del proyecto.

La elección de poner a prueba dichos conocimientos en el sector ganadero se debe a la cercanía que tengo él así como a la posibilidad de consultar con personas más expertas en dicho sector en caso de surgir problemas a lo largo del desarrollo del proyecto.

Lo que se pretende con este proyecto es realizar el diseño de los sistemas de alimentación y abastecimiento de agua así como su posterior automatización, de forma que, ambos procesos puedan funcionar independientemente y sin necesidad de mano de obra ni de ningún control en cuanto a dichos procesos se refiere.

Las partes en que se ha estructurado este TFG son las siguientes:

- Memoria
 - Marco teórico
 - Desarrollo
 - Conclusiones
- Anexos
 - Planos eléctricos
 - Presupuesto
 - Programa
 - Fichas técnicas

Objeto

4. OBJETO

El principal objetivo del proyecto se basa en automatizar el sistema de alimentación y de abastecimiento de agua de una granja porcina de engorde, de tal manera que eleve el rendimiento de la misma y reduciendo considerablemente la mano de obra. Para ello, anteriormente se llevará a cabo un diseño de ambos sistemas seleccionando los elementos más adecuados para su posterior control.

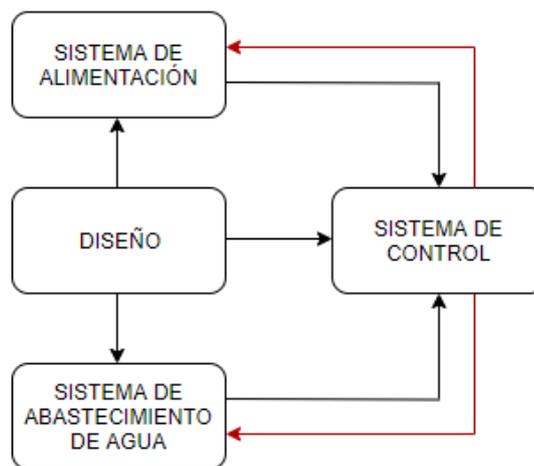


Ilustración 1. Relación principales apartados del proyecto

El desarrollo de este proyecto con el fin de conseguir los objetivos anteriormente mencionados tendrá los siguientes apartados:

- Diseño del sistema de alimentación.
- Diseño del sistema de abastecimiento de agua.
- Elementos utilizados para el control.
- Automatización del sistema de alimentación.
- Automatización del sistema de abastecimiento de agua.
- Diseño de un sistema SCADA para la comprobación del funcionamiento de ambos sistemas.
- Desarrollo del programa.

5. EMPLAZAMIENTO

La instalación de esta explotación porcina se encuentra visible desde la carretera N-330, que enlaza Teruel y Zaragoza, y publicada en la partida "La Venta", polígono 203, parcela 65, del término municipal de Retascón, a 3,70 km de dicha población y a 4,90 km de Mainar, ambas poblaciones pertenecientes a la Comarca de Daroca (Zaragoza), cumpliendo la siguiente normativa del Gobierno de Aragón:

- Ley 07/2006, de 22 de junio, Protección AMBIENTAL DE Aragón (Inicio del proyecto).
- Decreto 94/2009, de 26 de mayo de 2009, por el que se aprueba la revisión de las Directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas.
- Ley 11/2017, de 4 de diciembre, Prevención y Protección Ambiental de Aragón (ampliación).
- Orden de 13 de febrero de 2015.
- Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos.



Ilustración 2. Situación granja

Emplazamiento

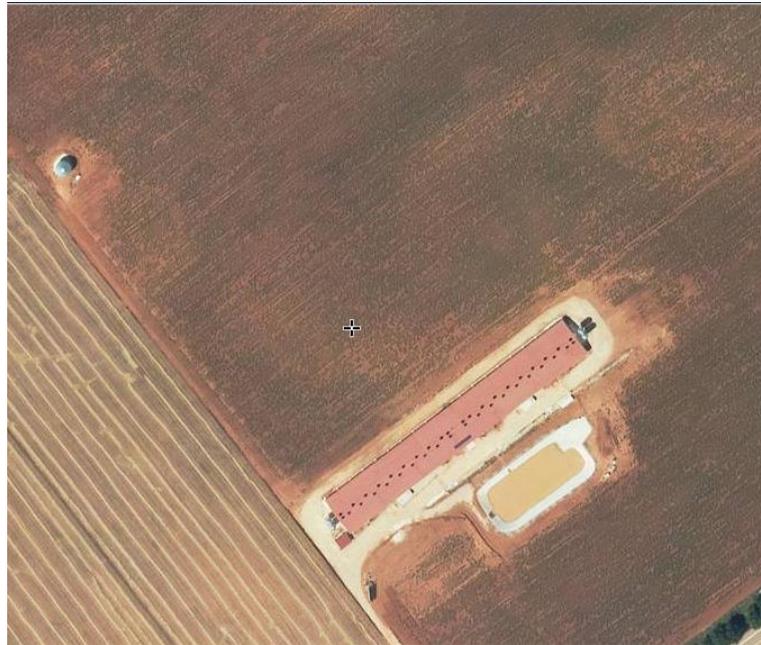


Ilustración 3. Imagen granja

Datum:	ETRS89 ▼
Latitud:	41° 10' 2.95" N
Longitud:	1° 21' 7.90" W
Huso UTM:	30
Coord. X:	638.234,17
Coord. Y:	4.558.658,55
Nivel:	18
50 m	

Ilustración 4. Coordenadas granja

La situación geográfica de la Comarca de Campo de Daroca (entre el mediterráneo y el valle del Ebro) y sobre todo la altitud son los dos factores que determinan el clima existente. La Comarca de Campo de Daroca posee un clima de transición entre mediterráneo y continental, pero dada la elevada altitud de la mayoría de las tierras presenta un carácter continental. En general se podría definir como un clima frío y seco, con escasas precipitaciones, siendo las temperaturas de unos 18° de media.

Las precipitaciones en general no son muy abundantes, presentan un régimen irregular, de forma que en verano hay tormentas frecuentes y en invierno puede nevar, sobre todo en los puntos de mayor actitud. (ARAGÓN, 2010)

6. DISTRIBUCIÓN GRANJA

La granja contará con dos naves totalmente idénticas, cada una de ellas se podrá dividir en dos partes iguales, quedando en total 4 líneas (pasillos) principales con celdas a ambos lados de las mismas.

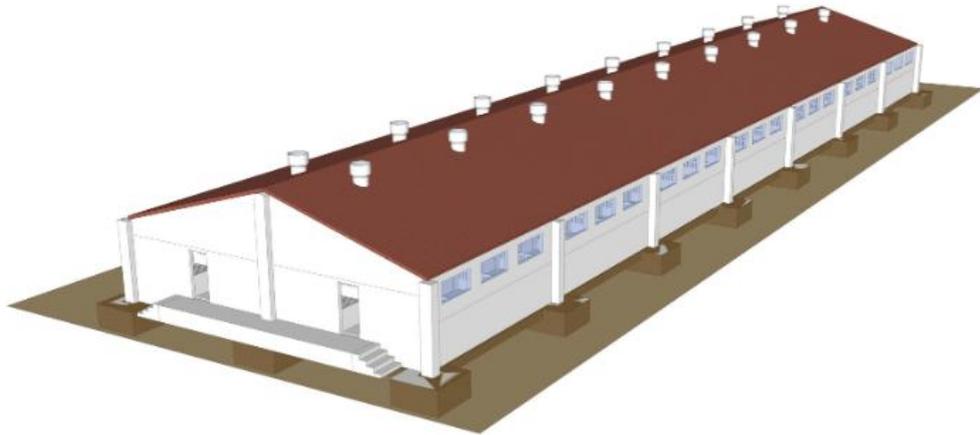


Ilustración 5. Vista 3D de la granja

Habrà un total de 65 celdas en cada nave, 16 en cada una de las líneas más 2 celdas añadidas para porcinos enfermos. Estas dos últimas celdas tendrán un sistema de alimentación y de abastecimiento de agua distinto del resto y serán manuales, por lo que no los hemos incluido ni en el diseño ni en el proceso de automatización.

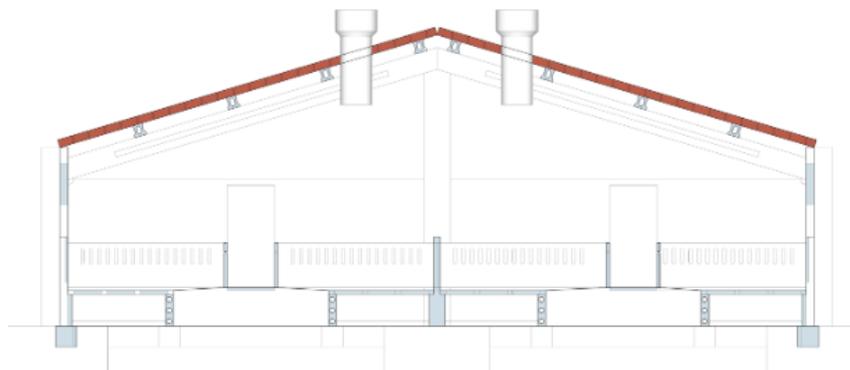


Ilustración 6. Vista alzado de la granja

Distribución Granja

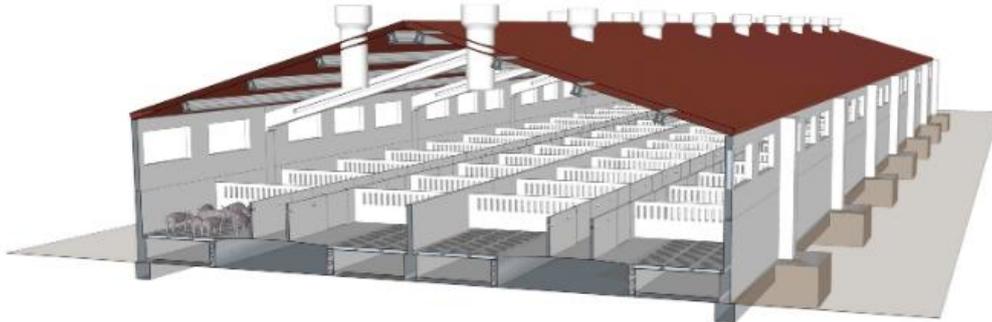


Ilustración 7. Vista interior de la granja

Las celdas tendrán una superficie de $10.5m^2$ ya que los muros que los separan tienen unas dimensiones de $3 \times 3.5m$. Éstas medidas las tendremos en cuenta a la hora de diseñar tanto el sistema de alimentación como el de abastecimiento de agua.

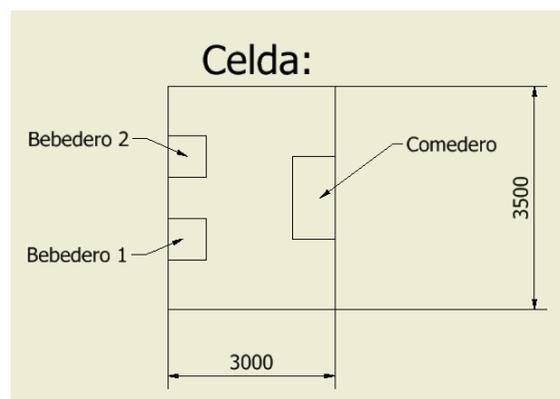


Ilustración 8. Dimensionamiento celdas

7. ANTECEDENTES

El sector porcino español vive tiempos de expansión y continuo crecimiento en los últimos años. Ha llegado a alcanzar una cifra de negocio de 15.000 millones de euros, en gran parte debido al incremento de ventas al exterior, situándose en torno al 13% y alcanzando los 5.000 millones (en el año 2008 se encontraban en torno a los 2.400 millones). Así, España es la tercera potencia en cuanto al comercio mundial de productos de porcino, estando presente en más de 130 países.

Además, a día de hoy, genera 300.000 puestos de empleo directos y alrededor de 1 millón indirectos, contribuyendo muchos de ellos a fijar población en el medio rural en tiempos de crisis. Parte de la estabilidad que vive esta industria viene dada por el sistema de integración que opera en el 80% de las explotaciones, convirtiéndose así en el sector ganadero más importante, con un 14% de la producción final agraria, 36,4% de la producción final ganadera y el 14% del PIB industrial.

Este incremento de la producción porcina en España ha venido unida de un elevado grado de eficiencia, tecnificación, innovación y bienestar animal, poniendo a España como un referente mundial en cuanto al sector porcino se refiere. (Magapor, 2018)

8. MARCO TEÓRICO

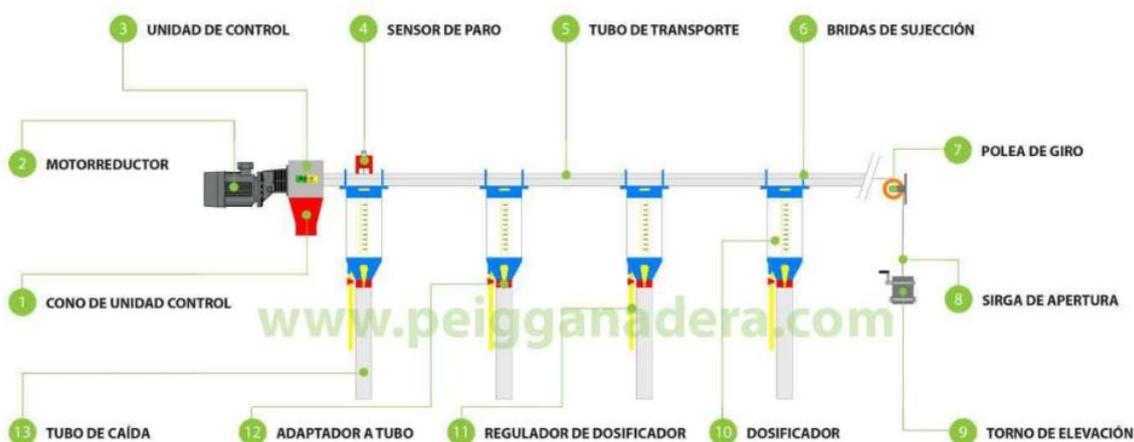
8.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Uno de los puntos más importantes para que se cumplan los objetivos establecidos en cuanto a la producción de la granja y los requerimientos del cliente, es dotar a la instalación de los elementos y el material más adecuado.

La alimentación es un factor importante en cuanto a las granjas de engorde, obteniendo un producto final más fuerte y de mayor calidad, ya que de ello dependerá el desarrollo de los porcinos y, por tanto, los beneficios económicos de la misma.

En nuestro caso, se trata de una granja para porcinos de engorde, por lo que el sistema y los elementos utilizados serán los más adecuados para los mismos, haciendo que su proceso de engorde se lleve a cabo correctamente.

A continuación mostraremos en la "Ilustración 9" los elementos que puede tener un sistema de alimentación. El esquema que se muestra es un sistema general de los elementos ya que dependiendo del tipo de granja o del tipo de porcino que hay en ella, no hace falta que estén todos los mostrados. Esto dependerá del diseño propio de cada sistema y de las necesidades del mismo.



© Copyright - 2019 | Todos los derechos reservados | Diseñado por PEIG Ganadera

Ilustración 9. Elementos generales del sistema de alimentación

(PEIG GANADERA, S.L.)

8.1.1. Silos

A la hora de escoger el silo más adecuado para una granja es importante tener en cuenta una serie de aspectos que nos van a ayudar a encontrar el que mejor cubra nuestras necesidades.

Es importante que el silo nos brinde las prestaciones suficientes para un óptimo almacenamiento del pienso, que garantice que no sufrirá pérdidas o se malograra.

Esta serie de aspectos son; la capacidad, que dependerá de la cantidad de alimento que debemos almacenar, el diseño y materiales, es necesario contemplar las ventajas que ofrece cada tipo de silo para poder valorarlos en su justa medida, ya que dependiendo del tipo de silo tendremos unas prestaciones u otras, el equipamiento auxiliar, ya que podemos encontrar silos con diferentes características, que ofrecen funcionalidades específicas y, por último, el precio, valorando todas las alternativas y no ir directamente a por la opción más barata. (Metálicas BMM, 2019)

A continuación se muestra una imagen general de un silo en la que se pueden observar las partes más características del mismo:



Ilustración 10. Partes de un silo

(Sodimate Ibérica)

8.1.1.1. Silos Metálicos

Los silos metálicos suelen presentarse en geometrías cilíndricas o prismáticas. Los materiales de fabricación de estos silos también suelen ser muy variados y casi siempre se corresponderán con el tipo de producto a almacenar, pudiéndolos encontrar fabricados en acero al carbono, en acero inoxidable o acero galvanizado, pero, lo que todos tienen en común, es la capacidad de almacenar cualquier tipo de producto en el vertical una vez ha sido procesado para su limpieza y posterior pesaje.

Otra de las grandes ventajas que podemos encontrar en este tipo de silos es la capacidad de poder controlar las condiciones de almacenamiento del producto que contiene, ya que el producto a almacenar suele necesitar unas condiciones de conservación muy exigentes que precisan la parametrización constante de valores relacionados con la humedad y la temperatura.

Por último, el uso de este tipo de silos en el ambiente industrial, lo que permiten es automatizar a muy bajo coste el proceso de carga y descarga de los productos contenidos. (Agroisa S.L.)

8.1.1.2. Silos de Poliéster

Los silos fabricados de poliéster ofrecen un óptimo almacenamiento del producto, con una alta resistencia tanto a los cambios de temperatura como a las corrosiones.

El interior de este tipo de silos suele ser totalmente liso con un gran porcentaje de vidrio para mantener una alta resistencia mecánica. No necesitan un mantenimiento excesivo, ofreciendo una gran duración de vida útil y siendo el sabor y el olor que procesan es neutro y, por tanto, nulo a lo que conservan. Evitan la condensación y proporcionan una evacuación perfecta. (Metálicas BMM, 2018)

8.1.2. Tipos de Transporte de Alimento

En las explotaciones ganaderas existen distintos tipos de equipos ganaderos para la distribución de pienso y una extensa gama de capacidades en cada uno de ellos para satisfacer todos los diseños de las granjas, tanto para la dosificación individualizada a cada animal hasta el reparto del pienso desde silos a los comederos.

La gestión del tiempo de espera para la distribución de alimento en la explotación ganadera, está minimizado a través de los sistemas de reparto automático del pienso. Los principales sistemas de reparto de pienso son el de espiral, cadena y helicoidal, ofreciendo una rápida velocidad de transporte. (PEIG GANADERA, S.L.)

8.1.2.1. *Espiral Flexible*

El sistema de espiral flexible ofrece un transporte seguro, rápido y directo de todo tipo de alimento. Este sistema automático permite reducir la mano de obra por su sencillez de manejo, manteniendo intactos los granulados y mejorando el nivel de bioseguridad. Su flexibilidad, permite el transporte del alimento en cualquier instalación, desde un punto central a todas las naves, independientemente de las diferencias de altura y ubicación. (GROWKET)



Ilustración 11. Espiral flexible

8.1.2.2. *Cadena*

El sistema de transporte de pienso mediante cadena es el sistema ideal en instalaciones porcinas que utilicen el pienso seco en forma de harina, migajas o pellets.

El elemento tractor (máquina de arrastre) y los accesorios están contruidos en acero inoxidable, lo cual les da una perfecta terminación consiguiendo alargar la duración del sistema. Este sistema es totalmente modular por lo que se puede adaptar a instalaciones ya existentes o nuevas. La distribución del pienso se puede hacer desde la salida del silo sin necesidad de implantar un sinfín de espiral. Con la gran cantidad de accesorios de descarga de pienso la distribución del mismo puede hacerse a cualquier tipo de tolva, dosificador o comedero. El sistema de tracción ataca directamente sobre el eslabón de cadena, nunca sobre el taco de plástico, evitando así su desgaste y rotura.

Marco Teórico

La cadena de transporte, podrá adaptarse a cualquier tipo de instalación, dando a su vez un gran rendimiento en cualquier situación, con posibilidad de múltiples curvas en la instalación. (Exafan)



Ilustración 12. Sistema de cadena

8.1.2.3. Sinfín Rígido

Los transportadores de tornillo sinfín son sistemas de transporte continuo con el órgano de tracción rígido que se emplean para la manipulación de residuos orgánicos en el tratamiento de aguas, transporte de sólidos en infinidad de industrias, teniendo todo tipo de aplicaciones. Está diseñado para realizar el transporte de material mediante una espiral basado en el principio de Arquímedes, ofreciendo la posibilidad de trabajar en diferentes situaciones según las necesidades en cuando a material a transportar, inclinación, caudal a transportar, velocidad, etc.

Según el uso que se le vaya dar, estos se fabrican de diferentes formas y materiales, cambiando su geometría, tanto estructural como la espiral. También hay un gran abanico de combinaciones, por lo que la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de proceso es elevada.

El transportador se pone en funcionamiento a través del sistema motor que consta de un motor reductor y le suministra la potencia necesaria para el movimiento al tornillo sinfín de alas helicoidales el cual va montado en cojinetes y chumaceras. (EcuRed)

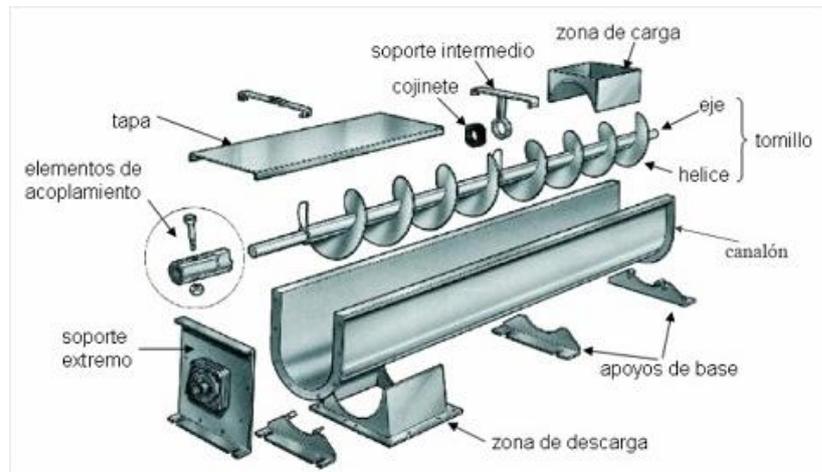


Ilustración 13. Partes de un tornillo sin fin

8.1.3. Motores Reductores

El papel principal de un motor reductor lo desempeña el reductor y sus fases, los pares. Estas características transmiten la fuerza del motor del eje de entrada al eje de salida. Por lo tanto el reductor funciona como un variador de velocidad y par.

En la mayor parte de las aplicaciones, el reductor reduce la velocidad de giro transmitiendo simultáneamente pares significativamente más altos que los que el motor eléctrico por sí solo podría suministrar.

Otra medición importante para un motor reductor es el par máximo en el lado de salida. Este par indica la medida de la fuerza del motor reductor y de la carga que éste puede mover con dicha fuerza. (EURODRIVE)

8.1.3.1. Reductor de Velocidad Sin Fin-Corona

Este tipo de motores reductores de velocidad funcionan mediante un eje de entrada, que es un tornillo sin fin. Este tornillo, al girar, hace contacto con una corona dentada, la cual en cada vuelta del eje adelanta un diente de la corona. La reducción de la velocidad depende del número de dientes que tenga la corona. El inconveniente de este tipo de motores es que desprecia mucha potencia, por lo que su uso es más bien limitado. (MaquiClick)

8.1.3.2. Reductor de Velocidad Planetario

La composición de estos reductores está determinada por un engranaje central alrededor del cual giran múltiples engranajes. Estos engranajes que giran alrededor del central son conocidos como satélites o planetas. Y a su vez, el sistema contiene una corona interna, alrededor de la cual gira todo el sistema de velocidad planetario.

Tienen mayor precisión y repetitividad, mayor durabilidad, mejores niveles de eficiencia y mayor versatilidad. Además de una reducción del ruido del motor y mejor transmisión de par. (MaquiClick)

8.1.3.3. Reductor con Grupo Cónico Espiral o de Velocidad de Engrane

Los motores reductores de este grupo están compuestos por un par más de engranajes. Estos engranajes están colocados de forma que cada uno se relaciona con el anterior. De esta relación entre los engranajes se desprende una transmisión rápida del movimiento a través de una velocidad más lenta del motor. De esta forma, cada par de engranajes consigue efectuar una reducción de velocidad de los que le proceden.

La ventaja de estos motores es que son muy eficientes, necesitan de poco mantenimiento, y son de tamaño reducido. (MaquiClick)

8.1.3.4. Reductor de Engranajes Cilíndrico-Helicoidales

Los motores reductores de velocidad mediante engranajes cilíndricos de dentado helicoidal, se caracterizan por el dentado oblicuo en relación al eje de rotación. Este tipo de engranajes pueden ser paralelos o cruzados, por lo general a unos noventa grados.

Este tipo de engranajes helicoidales tienen como ventaja poder transmitir más potencia que los engranajes rectos. Al mismo tiempo, también transmiten más velocidad, además de ser más silenciosos y tener mayor durabilidad. Otra ventaja, es que pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten entre sí. (MaquiClick)

8.1.4. Comederos

Los comederos son uno de los aspectos más importantes en las granjas porcinas ya que nos ayudarán a tener éxito en nuestro proceso. Deben ser adecuados al tipo de proceso de alimentación ante el que nos encontramos, presentando las condiciones idóneas tanto para la funcionalidad como para el bienestar del animal.

Lo ideal es que sean funcionales y que eviten pérdidas de alimento. Los comederos, tanto manuales como automáticos pueden ser individuales, cuando se trata de racionar a animales individualmente, o colectivos, cuando se trata de lotes numerosos. (Sosa)



Ilustración 14. Comedero

<https://agronomaster.com/comederos-para-cerdos/>

8.1.4.1. Comederos Manuales

Dentro de los comederos manuales podemos encontrar los comederos manuales individuales y los comederos manuales colectivos, ambos podrán tener diversas formas. Ambos tienen que estar muy bien fabricados y con un material duradero. Pueden realizarse de madera, chapa metálica o incluso cemento.

La condición principal dentro de los comederos manuales es que se pueden limpiar perfectamente con facilidad. Para ello tendrán una superficie lisa y todos los

Marco Teórico

ángulos deben ser redondeados. Además para facilitar un poco la tarea de la limpieza es recomendable que tengan un caño de descarga.

Los animales podrán comer simultáneamente del mismo comedero, por ello este deberá ser lo suficientemente grande para hacerlo posible, determinando la longitud del comedero en función del número de animales que haya por celda. (Sosa)

8.1.4.2. Comederos Automáticos

Mediante este sistema se ahorra notablemente en gastos de mano de obra y alimentos, además de facilitar su reparto haciendo el trabajo mucho más rápido y evitando que los cerdos peleen entre sí a la hora de recibir el alimento.

Los que están diseñados para ser llenados fuera del lote tienen la ventaja adicional de no tener que penetrar en el mismo, ahorrando mucho tiempo y disminuyendo las posibilidades de propagación de enfermedades. (Sosa)

8.1.4.2.1. De Libre Alimentación

Los comederos automáticos de libre alimentación se utilizan cuando el cerdo ya es capaz de comer por su propia voluntad. (Sosa)

8.1.4.2.2. Para Lechones en Lactancia

Estos comederos están fabricados para que los cerdos puedan alimentarse hasta saciar su apetito, para distribuir las raciones estos aparatos se basan en el principio de la gravedad.

Están formados por una tolva o depósito en forma de embudo de paredes lisas e inclinadas estando la base dividida en compartimentos para los animales. (Sosa)

8.2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

8.2.1. Depósito

Depósitos metálicos de agua sobre base de hormigón.



Ilustración 15. Partes de un depósito

8.2.1.1. Metálicos

Son depósitos para el almacenamiento de agua y están compuestos por una base de hormigón y chapas modulares de acero galvanizado, ensambladas mediante tornillos y juntas de unión selladas con masillas inalterables a la climatología. Para dar una mayor estanqueidad a todas las costuras de unión se les aplica una capa de pintura que impermeabiliza a base de cemento y resinas.

Se fabrican para un uso continuado, pueden soportar temperaturas extremas, nevadas y vientos fuertes. La alta calidad del acero galvanizado ofrece una mayor resistencia a la corrosión. Se fabrican en acero galvanizado con un acabado en galvanizado o en prelacado. (PEIG GANADERA S.L.)

8.2.1.2. Fibra

Son depósitos de alta calidad de fibra con espesores homogéneos que ofrece mayor firmeza. Fabricados en distintas formas, tamaños y capacidades (cilíndricos, rectangulares, verticales y horizontales). (PEIG GANADERA S.L.)

8.2.2. Bombas de Agua

Teniendo en cuenta los diferentes factores/características de las bombas de agua, estas se pueden dividir en diferentes familias. (BombaSumergible)

8.2.2.1. Bombas Sumergibles

Útiles para bombear agua de pozos, piscinas o depósitos de agua. Son eléctricas ya que se sumergen en el líquido a bombear. Otro aspecto importante es si son automáticas o si tienen sistema de seguridad de paro en caso de que la bomba se quede sin agua, normalmente tienen una boya flotante y cuando el nivel del agua baja hasta cierto punto la bomba para automáticamente. (BombaSumergible)



Ilustración 16. Bomba sumergible

8.2.2.2. Bombas de Achique

Sirven para evacuar aguas de garajes inundados, piscinas, estanques, etc. Pueden bombear agua dulce y limpia. Dependiendo de la potencia permite bombear más caudal o menos, el caudal normalmente se calcula cuando la bomba está al mismo nivel que el líquido a bombear, en caso de que se tenga que bombear el líquido a una altura superior el caudal varía en función de la diferencia de nivel. (BombaSumergible)



Ilustración 17. Bomba de achique

8.2.2.3. Motobombas

Funcionan con gasolina o gasoil. Utilizan motores 2 o 4 tiempos. Se utilizan en sitios donde no se posee de energía eléctrica ni de generador eléctrico. El precio de este tipo de bombas suele ser más caro que las anteriores, suelen tener un uso más industrial y obtienen un caudal máximo superior. (BombaSumergible)



Ilustración 18. Motobomba

8.2.2.4. Bombas Automáticas

Normalmente son bombas eléctricas y su principal característica es que permiten programar su encendido y apagado. Ideales para la extracción de agua en pozos, depósitos y piscinas. (BombaSumergible)



Ilustración 19. Bomba automática

8.2.2.5. Bombas Solares

Funcionan con energía solar. Hay de las más sencillas para estanques en jardines que van bombeando el agua hacia arriba, hasta de las más sofisticados con GPS para orientación al sol, para riego automático. (BombaSumergible)



Ilustración 20. Bomba solar

8.2.3. Tuberías

8.2.3.1. De Metal

No todas las tuberías metálicas son iguales. Se emplean diferentes tipos de metal y son las características de los metales los que hacen diferentes unas cañerías de otras.

8.2.3.1.1. Cobre

Son las más comunes en edificios de viviendas particulares, aunque es más alto que el de las de plástico. El cobre es muy resistente al deterioro por corrosión y también soporta altas temperaturas. Un inconveniente de estas tuberías es que pueden dar cierto olor a agua. (ECONET, 2016)



Ilustración 21. Tubería de cobre

8.2.3.1.2. Acero Inoxidable

Son menos habituales que el cobre, ya que son más caras y se encuentran con mayor dificultad. Se usan sobre todo tipo de edificios cercanos al mar o en complejos marítimos debido al poder anticorrosivo del acero inoxidable, que resiste mejor la acción del agua salada que otros metales. (Tubos)



Ilustración 22. Tubería de acero inoxidable

8.2.3.1.3. Galvanizadas

El galvanizado es un proceso de tratamiento de metal mediante el que se previene que él mismo se oxide. Este tipo de tratamiento suele emplearse en las tuberías de entrada y salida de agua de los hogares. Aunque hoy en día tiende a sustituirse el galvanizado por tuberías PEX debido al menor coste y mayor durabilidad de estas últimas. (INSUMEX S.A.)



Ilustración 23. Tubería galvanizada

8.2.3.2. Tuberías de Plástico

8.2.3.2.1. PVC

Se utilizan sobre todo para la conducción de agua a presión. No se recomiendan para el agua caliente, ya que las altas temperaturas pueden deformar el tubo de plástico e incluso derretirlo si son lo bastante altas. (Eurocasa)



Ilustración 24. Tubería de PVC

8.2.3.2.2. CPVC (POLICLORURO DE VINILO CLORADO)

Se trata de un tipo de plástico derivado del PVC que se distingue por su color amarillo (el PVC suele ser blanco o gris). La mayor diferencia así como ventaja de este tipo de tuberías en cuanto a las de PVC es que estas son resistentes también a altas temperaturas. (Eurocasa)



Ilustración 25. Tubería de CPVC

8.2.3.2.3. Polietileno Reticulado

Estas tuberías son conocidas como tuberías PEX. Comparten las características del CPVC y además son resistentes a temperaturas mucho más altas. Por eso es frecuente encontrarlas en instalaciones de calefacción y calderas. (Eurocasa)



Ilustración 26. Tubería de polietileno reticulado

8.2.3.2.4. Polypipe

Se trata de tuberías gruesas de color negro que se emplean para llevar agua a una presión muy elevada. Se usan sobre todo en el exterior. (NETJET, 2019)



Ilustración 27. Tubería de polypipe

8.2.4. Bebederos

El tipo de bebederos para cerdo debe ser escogido teniendo en cuenta la categoría de animales a la que será destinado y también dependerá del sistema de alojamiento y la forma del corral o lote.

Aunque un solo bebedero por corral o lote sea suficiente, dos reducen el riesgo de falta de agua por roturas, por competencia y por agresión. (Campagna & Somenzini)

8.2.4.1. De Nivel Constante

Pueden proveer agua de manera constante, el nivel es controlado por un mecanismo de flotación, se adapta a más presión de agua que el resto de los bebederos y a distintas categorías.

Se ensucia fácilmente por el alimento que lleva el cerdo en el hocico, por cama y heces. Si bien este último problema se corrige elevando el bebedero, el problema del desperdicio de alimento requiere una limpieza diaria. No se aconseja colocarlos cerca de comederos o cerca del área de dormir. Este bebedero puede ser tasa individual o pileta de varias bocas.

Debido a su permanente disponibilidad de agua, una tasa se adaptaría a un grupo de 12 cerdos por corral o lote mientras que una pileta a 3 o 4 animales por boca. (Campagna & Somenzini)



Ilustración 28. Bebedero

8.2.4.2. Chupetes

Este sistema le permite permanecer libre de suciedad y es de fácil uso por casi todas las categorías. Son de bajo costo y fácil instalación.

Sin embargo, son propensos al derrame con el uso y son fácilmente maltratados por los cerdos después de ser usados. Como el agua fluye con facilidad, los animales juegan frecuentemente y esto puede ser causa de exceso de humedad en el corral. Este tipo de bebedero debe instalarse extendido hacia arriba. Un máximo de 8 cerdos en promedio por chupete es considerado seguro. (Campagna & Somenzini)

8.2.4.2.1. De Tipo Mordillo

Hay varios mecanismos de control de flujo, pero en todo el cerdo encierra la válvula en la boca y reduce así el derrame. Sin embargo, el derrame puede ser importante a causa de algún defecto del mecanismo o una lesión en la boca del cerdo por lo rústico del material. También se produce desperdicio cuando los animales apoyan sus costados contra el chupete para refrescarse.

La cantidad de bebederos por corral y las alturas a las que deben ser ubicados son las recomendadas para los chupetes en general. (Campagna & Somenzini)



Ilustración 29. Chupetes de tipo mordillo

8.2.4.2.2. Tipo Pulverizador

Están diseñados para ser utilizados sobre un comedero o sobre un tazón, donde el cerdo opera una válvula con su hocico y bebe del comedero o del tazón y no directamente desde el bebedero como en el chupete tipo mordillo. Hay, normalmente, mayor resistencia al goteo si se ubica correctamente.

Además, se deberán implementar técnicas para el ahorro de agua. Dentro de éstas será fundamental controlar el funcionamiento de los bebederos y la elección del más apropiado para cada categoría. El aspecto negativo de este bebedero es que puede haber una pérdida de agua de hasta 40%. (Campagna & Somenzini)



Ilustración 30. Chupete de tipo pulverizador



Ilustración 31. Cazoleta con chupete de tipo pulverizador

8.3. SISTEMAS DE CONTROL

8.3.1. PLCs SIEMENS



Ilustración 32. Autómata Siemens

Comparar a los integrantes de la familia de controladores lógicos Siemens no es tan simple. No basta sólo con tomar en cuenta la velocidad del procesador o de la memoria, la cantidad de almacenamiento, contadores o la tensión nominal.

Existen otros factores muy importantes que debemos considerar para poder elegir el PLC Siemens adecuado para nuestro proyecto tales como:

- Lenguajes permitidos.
- Tipos de software permitidos.
- Actualizaciones de firmware.
- Estabilidad de las versiones.
- Cantidad y tipos de módulos de comunicaciones y señal.

(Zenteno, 2019)

8.3.1.1. Gamma S7-200



Ilustración 33. Autómata S7-200

Se caracteriza por ser un controlador rápido y confiable, ideal para el área de la micro automatización, con una pequeña gama de módulos. La programación está basada en STEP 7 Micro/WIN.

El PLC es mayormente utilizado para la automatización al mínimo costo. Su programación es relativamente fácil, y al ser un controlador compacto no necesita de mucho espacio. Está considerado dentro de los controles más simples. (Zenteno, 2019)

8.3.1.2. Gamma S7-300



Ilustración 34. Autómata S7-300

Tiene una gran aceptación en el sector industrial gracias a su eficiencia, calidad y robustez. Cuenta con distintos tipos de leguajes muy aptos para programarlo: KOP, FUP, AWL y SCL.

Todas sus funciones son programables dentro del entorno de TIA Portal preferentemente.

Es el controlador más vendido en el ámbito industrial y cuenta con numerosas aplicaciones satisfactorias en los diversos ambientes industriales de todo el mundo. (Zenteno, 2019)

8.3.1.3. Gamma S7-400



Ilustración 35. Autómata S7-400

Es un controlador con un excelente rendimiento para crear soluciones en cualquier tipo de industrias, principalmente utilizadas en industrias manufactureras y de procesos.

El S7-400 es el PLC ideal para la realización de tareas con tráfico de grandes cantidades de datos. Su gran velocidad de procesamiento y los tiempos de operación del controlador, nos ayuda a reducir los tiempos de ciclo de las máquinas rápidas de cualquier industria. El S7-400 integra un BUS de alta velocidad, lo que hace posible una conversión eficaz de los módulos periféricos centrales. (Zenteno, 2019)

8.3.1.4. Gamma S7-1200



Ilustración 36. Autómata S7-1200

Marco Teórico

El controlador modular SIMATIC S7-1200 es la línea de productos Siemens para tareas de automatización sencillas, pero de alta precisión.

Lleva poco tiempo en el mercado, ya ha recibido numerosas actualizaciones de firmware que permiten mejorar las prestaciones de equipos ya instalados. Esto es una ventaja, pero tiene el inconveniente de algunas incompatibilidades dependiendo de la versión TIA Portal que se utilice.

Tiene la capacidad para cubrir el espectro de comunicaciones inalámbricas y remotas gracias a su interfaz Profinet o Ethernet incorporada. En este sentido, existe la posibilidad de establecer el control de las instalaciones a través de Internet. Esta funcionalidad permite la monitorización y su control a través de un ordenador remoto y la modificación del programa desde cualquier parte del mundo. (Zenteno, 2019)

8.3.1.5. Gamma S7-1500



Ilustración 37. Autómata S7-1500

La serie de controladores SIMATIC S7-1500 constituyen la nueva generación de controladores de TIA Portal y de automatización. SIMATIC S7-1500 asegura el más alto nivel de eficiencia y es muy práctico para aplicaciones de rango medio y alto en máquinas y sistemas de automatización.

Cuenta con un Display para puesta en marcha y diagnóstico, para poder diagnosticar tanto el funcionamiento del CPU como de sus módulos. El Display puede acoplarse y desacoplarse de la CPU durante su funcionamiento. (Zenteno, 2019)

8.3.2. Estaciones de Trabajo

8.3.2.1. Soluciones Dentro del Armario Eléctrico (IP20)

<p>SIMATIC ET 200SP: La periferia escalable con extraordinaria facilidad de manejo ¹⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sistema flexible de conexión de la interfaz PROFINET mediante adaptadores de bus ■ Formación individual de grupos de carga sin módulo de alimentación independiente ■ Estructura del sistema con cableado independiente, Hot Swapping y funcionamiento con huecos ■ Numerosas posibilidades de diagnóstico ■ Bornes de inserción rápida que ahorran espacio y permiten realizar el cableado sin herramientas y con una sola mano, con punto de medición autosustentante ■ Fácil desconexión del cableado gracias a la disposición en columnas de la entrada de cable, el orificio de apertura de resorte y el punto de medición ■ Bornes para conexión mono o multiconductor ■ Sistema de rotulación y código de colores muy informativos 	
<p>SIMATIC ET 200S: El sistema polifacético con una amplia gama de funciones ¹⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Configuración modular al bit con conexión multiconductor ■ Multifuncional gracias a la amplia gama de módulos existente: arrancadores de motor, funciones de seguridad, , módulos tecnológicos, inteligencia descentralizada y módulos IO-Link ■ Uso en atmósfera potencialmente explosiva (zona 2) ■ También disponible en versión de alta velocidad (HS, High Speed) para alto rendimiento y máxima precisión ■ También disponible como periferia tipo bloque ampliable con E/S digitales integradas: SIMATIC ET 200S COMPACT 	
<p>SIMATIC ET 200MP: NUEVO La periferia multicanal y multifuncional de S7-1500</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Alto rendimiento y tiempos de reacción mínimos para aplicaciones rápidas ■ Estructura escalable con módulos de 35 mm de ancho ■ Disposición uniforme de los pines de los módulos y espacio guardacable adaptable ■ Numerosas posibilidades de rotulación para una mejor identificación ■ Sistema integral de diagnóstico y señalización 	
<p>SIMATIC ET 200M: El S7-300 multicanal ¹⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Diseño modular con módulos estándar del SIMATIC S7-300, también en configuración redundante ■ Módulos de E/S de seguridad positiva ■ Gran densidad de canales: hasta 64 por módulo ■ Uso en atmósferas potencialmente explosivas hasta zona 2; sensores y actuadores hasta zona 1 ■ Mayor disponibilidad de la instalación gracias a redundancia y a la posibilidad de cambio en 	
<p>SIMATIC ET 200iSP: la variante de seguridad intrínseca para las atmósferas potencialmente explosivas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Estructura modular, también en configuración redundante ■ Diseño robusto y de seguridad intrínseca ■ Módulos de E/S de seguridad positiva ■ Uso en atmósferas potencialmente explosivas hasta zona 1/21; los sensores y actuadores pueden estar incluso en la zona 0/20 ■ Mayor disponibilidad de la instalación gracias a redundancia y a la posibilidad de cambio en caliente (hot swapping) o de modificar la configuración durante el servicio. 	

Ilustración 38. Tipos de estaciones de trabajo dentro del armario eléctrico

(SIEMENS, 2012)

8.3.2.2. Soluciones Sin Armario Eléctrico (IP65/67)

SIMATIC ET 200pro: Modular y multifuncional

- Diseño modular con caja particularmente compacta
- Montaje sencillo
- Multifuncional gracias a la amplia gama de módulos, desde E/S sencillas hasta sistemas de identificación, pasando por funciones de seguridad, arrancadores de motor y convertidores de frecuencia
- Mayor disponibilidad de la instalación gracias a cambio en caliente (hot swapping) de módulos y cableado independiente
- Numerosas posibilidades de diagnóstico



SIMATIC ET 200eco PN, periferia tipo bloque con conectividad a PROFINET

- Periferia tipo bloque: economiza gastos y espacio
- Módulos digitales hasta con 16 canales (también parametrizables)
- Módulos analógicos, maestro IO-Link y distribuidor de la tensión de carga
- Conectividad a PROFINET con switch de 2 puertos integrado en cada módulo
- Repartible flexiblemente por topología lineal y/o en estrella PROFINET directamente en la planta



SIMATIC ET 200eco: periferia tipo bloque digital

- Periferia tipo bloque digital a un precio asequible
- Posibilidades de conexión flexibles
- Módulos de seguridad positiva
- Mayor disponibilidad de la instalación: el bloque electrónico puede cambiarse sin problemas durante el funcionamiento sin necesidad de interrumpir la comunicación con el bus ni de cortar el suministro eléctrico



Ilustración 39. Tipos de estaciones de trabajo sin armario eléctrico

(SIEMENS, 2012)

8.3.3. Paneles SIMATIC HMI

						
KTP400 Comfort KP400 Comfort	TP700 Comfort KP700 Comfort	TP900 Comfort KP900 Comfort	TP1200 Comfort KP1200 Comfort	TP1500 Comfort KP1500 Comfort	TP1900 Comfort	TP2200 Comfort
4", táctil + teclas 4", teclas	7", táctil 7", teclas	9", táctil 9", teclas	12", táctil 12", teclas	15", táctil 15", teclas	19", táctil	22", táctil
Pantalla ancha TFT, 16 millones de colores, retroiluminación LED						
4,3"	7"	9"	12,1"	15,4"	18,5"	21,5"
480 x 272	800 x 480	800 x 480	1.280 x 800	1.280 x 800	1.366 x 768	1.920 x 1.080
80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	50.000	30.000
140 x 116 152 x 188	214 x 158 308 x 204	274 x 190 362 x 230	330 x 241 454 x 289	415 x 310 483 x 310	483 x 337	560 x 380
Pantalla táctil o teclas táctiles	Pantalla táctil	Pantalla táctil				
4 (con LED) / - 8 (con LED) / •	- / - 24 (con LED) / •	- / - 26 (con LED) / •	- / - 34 (con LED) / •	- / - 36 (con LED) / •	- / -	- / -
4 MB	12 MB	12 MB	12 MB	24 MB	24 MB	24 MB
4 MB / 512 Kbytes	12 MB / 2 MB	12 MB / 2 MB	12 MB / 2 MB	24 MB / 4 MB	24 MB / 4 MB	24 MB / 4 MB
•	•	•	•	•	•	•
• ²⁾ / • / • / 1	• ²⁾ / • / • / 2	• ²⁾ / • / • / 2	• ²⁾ / • / • / 2	• ²⁾ / • / • / 3	• ²⁾ / • / • / 3	• ²⁾ / • / • / 3
1 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1
- / • / •	- / • / •	- / • / •	- / • / •	- / • / •	- / • / •	- / • / •

Ilustración 40. Tipos de pantallas HMI

8.3.4. Redes de Automatización

8.3.4.1. PROFIBUS

Permite la comunicación entre dispositivos de diferentes fabricantes sin ningún ajuste de interfaz especial. Puede utilizarse para aplicaciones críticas de alta velocidad y las tareas de comunicación complejas. Su desarrollo fue perfeccionado principalmente para comunicación entre los sistemas de automatización y los equipos descentralizados. Es aplicable en los sistemas de control, donde se destaca el acceso a los dispositivos distribuidos de I/O. Es utilizado en sustitución a los sistemas convencionales 4 a 20mA, HART o en transmisiones de 23V, en medio físico RS-85 o fibra óptica. Requiere menos de 2ms para transmitir 1kbyte de entrada y es muy usado en controles con tiempo crítico. (Smar S/A)

8.3.4.2. PROFINET

Es el estándar abierto de Ethernet Industrial de la asociación Profibus Internacional (PI) según IEC 61784-2, y uno de los estándares de comunicación más utilizado en redes de automatización. (INCIBE, 2017)

Entre sus características destaca que es Ethernet en tiempo real, donde los dispositivos que se comunican por el bus de campo acuerdan cooperar en el procesamiento de solicitudes que se realizan dentro del bus. (INCIBE, 2017)

Partiendo de una conectividad clásica, como es el cable Ethernet, y unas tramas de comunicaciones establecidas que corresponderán a los niveles 1 y 2 del modelo OSI, PROFINET va incorporando nuevas funcionalidades denominadas "perfiles" de utilidad como ProfiSafe o ProfiEnergy, mediante una interpretación específica para cada caso de los datos transmitidos. (INCIBE, 2017)

Con Profinet es posible conectar dispositivos, sistemas y celdas (conjuntos de dispositivos aislados entre sí), mejorando tanto la velocidad como la seguridad de sus comunicaciones, reduciendo costes y optimizando la producción. Por sus características, permite la compatibilidad con comunicaciones Ethernet más propias de entornos TI, aprovechando todas las características de éstas, salvo la diferencia de velocidad que posee una comunicación Ethernet situada en una red corporativa frente al rendimiento en tiempo real que necesita una red industrial. (INCIBE, 2017)

En resumen, Profibus y Profinet son dos protocolos de comunicación diferentes para uso de automatización industrial ampliamente implementados y desarrollados por la misma organización. (REVISTA, 2018)

Profibus es un bus de campo en serie clásico basado en RS 485, y Profinet es un estándar de Ethernet industrial. Comparten similitudes debido a su origen común, pero Profinet tiene capacidades adicionales que le permiten ofrecer una comunicación más rápida y más flexible. (REVISTA, 2018)

A continuación podremos ver una tabla comparativa entre las dos redes mostrando las características principales y más importantes de cada una y sus diferencias en las que las haya:

	Profibus	Profinet
Organización	PI	PI
Definición de hardware	Archivos GSD	Archivos GSD
Perfiles de aplicación	Iguales	Iguales
Capa física	RS 485	Ethernet
Velocidad de tx de datos	12 Mbit/s	1 Gbit/s o 100 Mbit/s
Telegrama	244 bytes	1.440 bytes (cíclico)
Espacio de direccionamiento	126	Ilimitado
Tecnología	Maestro/esclavo	Proveedor/consumidor
Wireless	Posible	IEEE 802.11, 15.1
Motion	32 ejes	>150 ejes
Machine-to-machine	No	Sí
Integración vertical	No	Sí
Conectividad	PA + otros	Muchos buses

Tabla 1. Comparación redes PROFIBUS y PROFINET

(REVISTA, 2018)

9. DESARROLLO

9.1. CÁLCULOS SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

9.1.1. Cálculo Silos

Las dimensiones de los silos las calcularemos en función de la cantidad de alimento que tengan que almacenar en función de la cantidad de cerdos que hay en el sistema.

Nuestra nave cuenta con 65 celdas por nave las cuales se dividirán en dos pasillos iguales con compartimentos a los lados más otro compartimento de mayor tamaño para los cerdos que sufran alguna enfermedad. Por lo que, cada sistema de alimentación, será autónomo al resto y abastecerá a cada uno de los pasillos de las dos naves.

Calcularemos las dimensiones que debe tener un silo sabiendo que, posteriormente, tendremos 4 silos (2 en cada extremo de la granja) idénticos para abastecer a toda la granja.

Lo primero que haremos será calcular el número de cerdos por nave:

$$N^{\circ} \text{cerdos} = 18 \cdot 65 = 1170 \text{ cerdos/nave}$$

Según la Guía Técnica para Alimentación de Cerdos desarrollada por el Dr. Carlos Campabadal PhD en 2009 (PhD, 2009), estimamos una alimentación media de 3 kg/día, con una capacidad para 14 días (2 semanas).

Peso del cerdo (kg)	Cantidad (kg/día)
30 a 40	1,80
40 a 50	2,20
Promedio	2,00
50 a 60	2,60
60 a 70	2,80
70 a 80	3,10
80 a 90	3,50
Promedio	3.00

Tabla 2. Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde

$$1170 \text{ cerdos} \cdot 3 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 3510 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$3510 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 14 \text{ días} = 49140 \text{ kg/nave}$$

Como tenemos dos silos por nave:

$$\frac{49140 \text{ kg}}{2 \text{ silos}} = \mathbf{24570 \text{ kg}}$$

Nuestros silos tienen que tener una capacidad de 24570 kg para el almacenamiento del alimento.

9.2. CÁLCULOS SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

9.2.1. Cálculos Depósito

Para calcular la capacidad del depósito de agua, estimaremos un consumo de agua de los cerdos de 10L/día y, según el Real Decreto 94/2009, éste debe contar con una capacidad de almacenaje de agua igual o superior al consumo medio estimado para un período de 5 días.

Lo primero que calcularemos será el volumen total de litros/día de toda la granja:

$$\text{Volumen} = 10 \frac{\text{l}}{\text{día}} \cdot 1170 \frac{\text{cerdos}}{\text{nave}} \cdot 2 \text{ naves} = 23400 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

Esos son los litros/día que se necesitaran para abastecer a toda la granja, como la capacidad del depósito tiene que ser para 5 días:

$$23400 \frac{\text{l}}{\text{día}} \cdot 5 \text{ días} = \mathbf{117000 \text{ l}}$$

Nuestro depósito tendrá que tener una capacidad para almacenar al menos 117000 litros de agua para abastecer la granja.

Desarrollo

9.2.2. Diámetro Tuberías

9.2.2.1. Diámetros Tuberías Pozo-Depósito

Al ser el consumo diario de 23400 litros/día, significa que tendremos un flujo de caudal de $0.0002708 \text{ m}^3/\text{s}$.

La velocidad del agua es de 1 m/s, por lo que, con la siguiente fórmula calcularemos la sección de la tubería:

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = S(\text{m}^2) \cdot V \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$
$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0.0002708}{1} = 0.0002708 \text{ m}^2$$

Una vez calculada la sección, calcularemos el radio:

$$S = 2.708 \text{ cm}^2$$

$$S = \pi \cdot r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{2.708}{\pi}} = 0.9284 \text{ cm} = 9.284 \text{ mm}$$

Sabiendo el radio de la tubería, tenemos que:

$$D = 2 \cdot r = 18.57 \text{ mm}$$

El diámetro de la tubería que transporta el agua desde el depósito hasta la granja debe tener un diámetro de 18.57mm.

9.2.2.2. Diámetros Tuberías Exterior Nave

Como el consumo no se produce en un instante del día, sino que se reparte a lo largo de la jornada; se calculan las conducciones para un gasto que dependerá del gasto máximo que pueda producirse en la red y lo llamaremos Q y del número de aparatos n a los que se suministra con esa conducción. El coeficiente de simultaneidad k minorara el consumo del conjunto en función del número de aparatos a los que suministramos agua.

Las cazoletas, abastecen a unos 10-12 cerdos por cada una, como nuestras celdas cuentan con 18 cerdos cada una, colocamos 2 cazoletas por cada celda, lo que harían un total de:

$$65 \text{ celdas} \cdot 2 \frac{\text{cazoletas}}{\text{corral}} = 130 \text{ cazoletas por nave}$$

Las cazoletas, según el trabajo realizado por el Grupo de Gestión Porcina, Departamento de Producción Animal y la Universidad de Lleida "Caracterización de los bebederos para el porcino y estudio de sus prestaciones a nivel de laboratorio" (AGRARI, 2016), tendrán un flujo de caudal de 1L/min.

Categoría	Sistema de bebida	Caudal (l/min)	Altura (1)
Lechones	Cazoleta	0,5	8
	chupete	0,5	20
Destetados	Cazoleta	0,5-1	12
	chupete	0,5-0,8	30
Engorde	Cazoleta	0,8-1,0	20
	chupete	0,5-0,8	50
Cerdas (grupo)	Cazoleta	3,0	30
	chupete	1,5	70
Cerdas (ind)	Cazoleta	>3,0	5-10

Tabla 3. Consumo de agua en cazoleta para cerdos de engorde

La granja también contará con 2 tomas de agua, una en cada nave, siendo los caudales adoptados:

- Bebedero de cazoleta (cerdo de engorde): 1L/min = 0.01667 L/s
- 1 toma de agua = 0.3 L/s

Esto supondrá un gasto de:

$$Q_{nave} = 1 \cdot 0.3 + 130 \cdot 0.01667 = 0.3 + 2.1671 = 2.4671 \frac{l}{s} \text{ por nave}$$

Como son dos naves:

$$Q_{total} = 2.4671 \frac{l}{s} \cdot 2 \text{ naves} = 4.9342 \text{ l/s}$$

Aplicaremos el índice de simultaneidad:

$$130 \text{ cazoletas} \cdot 2 \text{ naves} + 2 \text{ tomas de agua} = 262$$

$$k = \frac{1}{(n-1)^{0.5}} = \frac{1}{(262-1)^{0.5}} = 0.062$$

$$Q = k \cdot Q_{total} = 0.062 \cdot 4.9342 = 0.306 \text{ l/s}$$

Desarrollo

Una vez conocido el flujo de caudal requerido por la granja, pasamos a calcular los diámetros de las tuberías entre el depósito y la nave:

$$Q=0.306\text{L/s}=0.000306\text{m}^3/\text{s}$$

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0.000306\text{m}^3/\text{s}}{1\text{m/s}} = 0.000306\text{m}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.000306}{\pi}} = 0.00987\text{m} = 9.87\text{mm}$$

$$D = 2 \cdot r = 2 \cdot 9.87\text{mm} = \mathbf{19.74\text{mm}}$$

El diámetro que seleccionaremos para llevar el caudal desde el depósito a la explotación tendrá que ser de 19.74mm para poder abastecer a toda la granja.

9.2.2.3. Diámetros Tuberías Interior Nave

En el interior de la nave tendremos 4 tuberías principales y sus derivaciones a cada bebedero, por lo que realizaremos los cálculos para obtener el diámetro de una de ellas, ya que las otras tres tendrán las mismas medidas y características.

La tubería general de cada línea abastece a 32 celdas, habiendo en cada una de estas 2 cazoletas como hemos mencionado anteriormente.

- Bebedero de cazoleta (cerdo de engorde): 1L/min = 0.01667 L/s

$$Q = 32 \cdot 0.01667 = 0.53344 \text{ l/s}$$

Como no todas las cazoletas serán utilizadas a la vez, aplicaremos un factor de simultaneidad de 0.25.

$$Q = 0.25 \cdot 0.53344 = 0.13336 \text{ l/s}$$

Conocido el flujo de caudal que habrá en las tuberías del interior de la nave, calcularemos los diámetros:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0.00013336\text{m}^3/\text{s}}{1\text{m/s}} = 0.00013336\text{m}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.00013336}{\pi}} = 0.006515\text{m} = 6.515\text{mm}$$

$$D = 2 \cdot r = 2 \cdot 6.515\text{mm} = \mathbf{13.03\text{mm}}$$

El diámetro de las tuberías generales del interior de la nave deberá tener un diámetro de 13.03mm para satisfacer los requerimientos del flujo de agua.

9.2.3. Cálculos Bombas de Agua

En este apartado vamos a calcular las bombas de agua que serán necesarias para el transporte de agua desde el pozo hasta los bebederos.

Vamos a utilizar dos bombas de agua; la primera se encargará de conducir el agua desde el pozo hasta el depósito, mientras que la segunda se encargará de conducir el agua del depósito hasta todos los bebederos de la granja siempre que sea necesario.

9.2.3.1. Cálculo Bomba del Pozo al Depósito

Lo primero que haremos a la hora de realizar los cálculos de este apartado, será indicar los datos necesarios que influyen a la hora de calcular la bomba.

- Diámetro tubería = 20mm
- Velocidad agua = 1m/s

Con estos dos datos, podremos calcular el caudal máximo que puede transportar la tubería ayudándonos de la página web TLV Compañía Especialista en Vapor, mediante la calculadora de rango de flujo del agua en la tubería:

Introducir Datos

Unidades SI(bar)

Grado de Tubería	DIN 2448
Tamaño de Tubería	DN20
Velocidad del Agua	1 m/s

[Mostrar Opciones Avanzadas](#)

Calcular
[Limpiar](#)

Resultados

Rango de Flujo del Líquido	1406.05	l/h
----------------------------	---------	-----

Ilustración 41. Cálculo de flujo

El caudal máximo que podrá transportar nuestra tubería es de 1406.05 l/h.

Desarrollo

Una vez conocido esto, indicamos las características tanto de nuestro circuito de aspiración como de impulsión, para el posterior cálculo de pérdidas.

- Características circuito aspiración:
 - Altura aspiración = 42m
 - Longitud tubería = 57m
 - Nº válvulas = 1
 - Nº de codos de 90° = 2

- Características circuito impulsión: en este caso no tendremos circuito de impulsión, ya que la bomba estará colocada a la altura del depósito.

- Datos generales:
 - Altura geométrica (Altura aspiración + Altura impulsión) = $42 + 0 = 42\text{m}$
 - Recorrido total tubería = 57m
 - Diámetro tubería = 20mm

- Pérdidas de Carga en la aspiración:
 - Longitud de la tubería = 57m
 - Pérdidas singulares = 10m (válvula) + 5m (codo 90°) + 5m (codo 90°) = 20m
 - Longitud equivalente de la tubería = 77m

En metros por cada 100 metros de tubería

Litros/hora	Diámetro interior de tubería en m.m.										
	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150
	Diámetro interior de tubería en pulgadas										
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
500	2,1	0,6									
800	4,7	1,3	0,4								
1000	7,0	1,9	0,6								
1500	14,2	3,9	1,2	0,5							
2000	23,5	6,4	2,0	0,9							
2500		9,4	2,9	1,3	0,4						
3000		13,0	4,0	1,8	0,5	0,2					
3500		17,0	5,3	2,3	0,6	0,2					
4000		21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1				
4500			8,2	3,6	1,0	0,3	0,1				
5000			9,8	4,3	1,2	0,4	0,2				
5500			11,6	5,1	1,4	0,5	0,2				
6000			13,5	6,0	1,6	0,5	0,2				
6500			15,5	6,9	1,9	0,6	0,3				
7000			17,7	7,8	2,1	0,7	0,3				
8000			22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2			
9000				12,1	3,3	1,1	0,5	0,2			
10000				14,6	4,0	1,3	0,6	0,3	0,1		
12000				20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2		
15000				29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3		
18000					11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1	

Tabla 4. Pérdidas de carga para tuberías de PVC

(Bombas hasa s.a.)

Para una bomba de agua de 1000 l/h en una tubería de diámetro 20mm, corresponden unas pérdidas de 7 m por cada 100 m lineales de tubería, por lo que:

$$7 \times 77/100 = 5.39 \text{ m.c.a.}$$

- Pérdidas de Carga en la impulsión = 0
- RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS:
 - Altura manométrica total = Altura de aspiración + Altura de impulsión + Pérdidas de carga en la aspiración + Pérdidas de carga en la impulsión = 42 + 0 + 5.39 + 0 = **47.39 m.c.a.** tiene que tener de capacidad nuestra bomba de agua.

Desarrollo

9.2.3.2. *Cálculo Bomba del Depósito a las Naves*

En este caso tendremos los mismos datos que en el apartado anterior.

- Diámetro tubería = 20mm
- Velocidad agua = 1m/s
- Caudal máximo = 1406.05 l/h

Indicamos las características de nuestro circuito de aspiración y de impulsión del nuevo circuito.

- Características circuito aspiración:
 - Altura aspiración = 0m
 - Longitud tubería = 195m
 - Nº válvulas = 1
 - Nº de codos de 90° = 0

- Características circuito impulsión:
 - Altura impulsión = 3m
 - Longitud tubería = 1392m
 - Nº válvulas = 4
 - Nº de codos de 90° = 135

- Datos generales:
 - Altura geométrica (Altura aspiración + Altura impulsión) = 0 + 3 = 3m
 - Recorrido total tubería = 1587m
 - Diámetro tubería = 20mm

- Pérdidas de Carga en la aspiración:
 - Longitud de la tubería = 195m
 - Pérdidas singulares = 10m (válvula)
 - Longitud equivalente de la tubería = 205m

En metros por cada 100 metros de tubería

Litros/hora	Diámetro interior de tubería en m.m.										
	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150
	Diámetro interior de tubería en pulgadas										
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	5"	6"
500	2,1	0,6									
800	4,7	1,3	0,4								
1000	7,0	1,9	0,6								
1500	14,2	3,9	1,2	0,5							
2000	23,5	6,4	2,0	0,9							
2500		9,4	2,9	1,3	0,4						
3000		13,0	4,0	1,8	0,5	0,2					
3500		17,0	5,3	2,3	0,6	0,2					
4000		21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1				
4500			8,2	3,6	1,0	0,3	0,1				
5000			9,8	4,3	1,2	0,4	0,2				
5500			11,6	5,1	1,4	0,5	0,2				
6000			13,5	6,0	1,6	0,5	0,2				
6500			15,5	6,9	1,9	0,6	0,3				
7000			17,7	7,8	2,1	0,7	0,3				
8000			22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2			
9000				12,1	3,3	1,1	0,5	0,2			
10000				14,6	4,0	1,3	0,6	0,3	0,1		
12000				20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2		
15000				29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3		
18000					11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1	

Tabla 5. Pérdidas de carga para tuberías de PVC

(Bombas hasa s.a.)

Para una bomba de agua de 1000 l/h en una tubería de diámetro 20mm, corresponden unas pérdidas de 7 m por cada 100 m lineales de tubería, por lo que:

$$7 \times 205/100 = 14.35 \text{ m.c.a.}$$

- Pérdidas de Carga en la impulsión:
 - Longitud de la tubería = 1392m
 - Pérdidas singulares = 40m (4 válvulas) + 675m (codos de 90°) = 715m
 - Longitud equivalente de la tubería = 2107m

$$7 \times 2107/100 = 147.49 \text{ m.c.a.}$$

Desarrollo

- RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS:
 - $\text{Altura manométrica total} = \text{Altura de aspiración} + \text{Altura de impulsión} + \text{Pérdidas de carga en la aspiración} + \text{Pérdidas de carga en la impulsión}$
 $= 0 + 3 + 14.35 + 147.49 = \mathbf{164.84 \text{ m.c.a.}}$ tiene que tener de capacidad nuestra bomba de agua.

9.3. SELECCIÓN ELEMENTOS SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

La granja está separada en dos naves totalmente similares, habiendo en cada una de las mismas dos líneas de sistema de alimentación independientes (cuatro en total contando con toda la granja). Este sistema será independiente e igual en cada una de las líneas de alimentación ya que todas están diseñadas para la etapa de engorde.

En la "Ilustración 42" podremos observar la distribución del sistema donde se podrán apreciar los pasillos principales de una de las naves, con sus respectivos silos en el exterior.

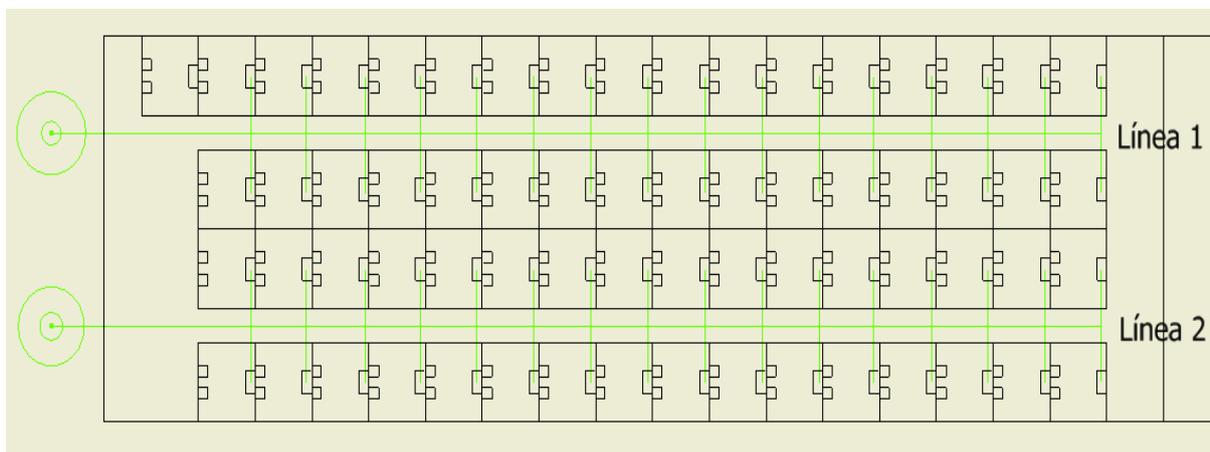


Ilustración 42. Dimensionamiento tuberías del sistema de alimentación

El sistema de alimentación de este proyecto consta de un silo donde se almacena el alimento, un motor reductor y una tubería a lo largo de toda la línea para el transporte del alimento, tuberías bajantes que transportan el alimento desde la tubería principal a los comederos, comederos donde se deposita el alimento y varios sensores y actuadores para la automatización de la línea.

9.3.1. Selección Silo

El silo de almacenamiento elegido para nuestro sistema de alimentación es de la empresa BMM, cuyas actividades están dirigidas a la transformación de chapa, tubo y otros materiales de hierro, galvanizado y acero inoxidable en productos destinados a cualquier sector industrial y ganadero.

En los resultados obtenidos en la parte de cálculos del sistema de alimentación obtenemos que nuestros silos deban tener una capacidad para almacenar 24570 kg, por lo que las características de nuestros silos serán las siguientes:



Ilustración 43. Silos

Material	Chapa Ondulada
Diámetro	3.44 m
Ángulo Tolva	50°
Número de Aros	4
Volumen	40.82 m ³
Capacidad	26.54 Tn
Altura carga	7.14 m

Desarrollo

Características Materiales	Acero Chapa Ondulada (DX51D+Z400)
	Acero Perfil Metálico (S250GD+Z250)
Características Patas Silo	6
	M20

Tabla 6. Características Silos

(Metálicas BMM)

9.3.2. Selección Transporte Alimento

El mecanismo de transporte en nuestro sistema de alimentación es escogido del catálogo de GROWKET, del Grupo Symaga, dedicado a la fabricación de material ganadero, con los mayores estándares de calidad.

El mecanismo escogido, ya que por prestaciones y características es el que más se adecua a nuestra granja, es el de espiral flexible.

Esta espiral está fabricada en acero templado de alta resistencia, garantizándonos una larga vida útil. Permite el uso en tramos tanto rectos como curvos así como en longitudes considerables lo cual nos ofrece grandes posibilidades en cuanto a nuestros requerimientos. (GROWKET)

CÓDIGO	EXTERIOR Ø mm	INTERIOR Ø mm	PASO ENTRE ESPIRAS (P) mm	ANCHO PLETINA (H) mm	ESPESOR (E) mm	CANTIDAD POR PALLET m	LOGITUD MÁXIMA RECOMENDADA	PESO TEÓRICO Kg/m	TUBO Ø mm
4G4009GAA000	34,0	18	38	8,0	3,3	1080	120	0,60	45
4G4001VAA000	38,0	22	40	8,0	3,3	1000	90	0,55	56
4G4001TAA000	38,0	22	31	8,0	3,3	1000	90	0,70	56
4G4009PAA000	44,0	28	41	8,0	3,3	1000	85	0,58	60
4G4003SAA000	56,0	36	40	10,0	3,3	600	60	0,90	75
4G4003RAA000	57,0	36	40	10,5	4,5	600	60	1,25	75
4G4004PAA000	69,4	46	50	11,7	4,3	400	45	1,45	90
4G4004QAA000	68,0	46	41	11,0	5,0	400	45	1,70	90
4G4006EAA000	96,0	66	66	15,0	4,3	300	30	2,05	125

Tabla 7. Características espiral flexible

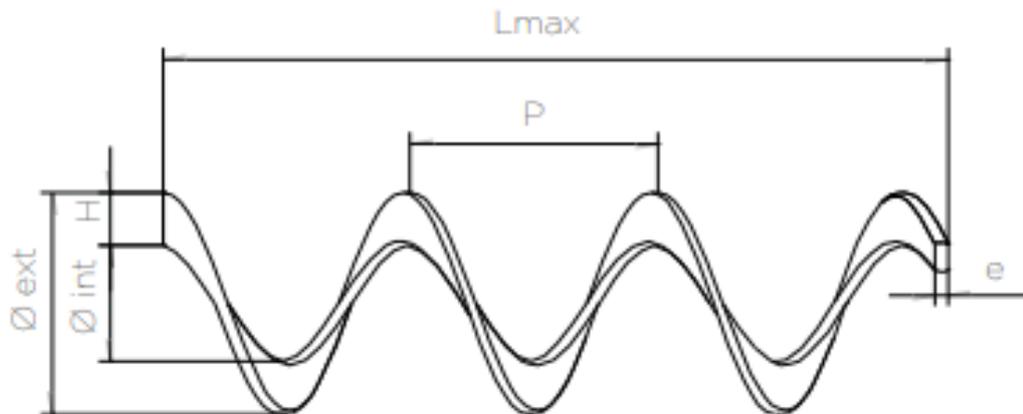


Ilustración 44. Espiral flexible

Nuestra tubería espiral tendrá un diámetro de 75 mm con un espesor de 4.5 mm, así como el ancho de la pletina será de 10.5 mm.

Esta espiral irá desde el silo hasta la última celda y abastecerá el alimento de una línea. Como nuestra granja posee 4 líneas (2 por nave) tendremos 4 sistemas de espirales flexibles idénticos en cada una de las líneas.

9.3.3. Selección Bocas de Caída

Las bocas de caída son un factor importante a la hora de realizar el diseño del sistema de alimentación. Estas nos permiten conseguir la unión de diferentes tuberías para poder llegar a todos los puntos requeridos así como permitiéndonos gran flexibilidad a la hora de realizar el trazado de las mismas.

Hay distintos tipos de bocas dependiendo de las necesidades que tengamos o el número de tuberías que vayan conectadas al mismo.

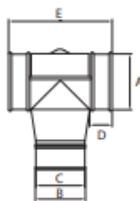
Son utilizadas en el sistema de alimentación y son de la misma empresa que la tubería espiral, GROWKET. Siempre será mejor en elementos los cuales tienen que encajar a la perfección, que estos sean de la misma empresa, ya que tendrán una mejor relación en cuanto a características y propiedades (medidas, material, etc.)

Desarrollo



Ilustración 45. Bocas de caída

Estas bocas están fabricadas con polipropileno que garantiza la resistencia al rozamiento y a los elementos externos. Son herméticos a la humedad y al polvo y disponen de un cierre y apertura individual y manual para el caso de que en alguna celda no haya ningún animal, que la tolva no se llene de alimento y así no desperdiciarlo. (GROWKET)



MODELOS Y DIMENSIONES							TUBO DESCENSO
CÓDIGO	TUBO mm	A ∅ mm	B ∅ mm	C ∅ mm	D ∅ mm	E ∅ mm	mm
G02002030002	75	67	66	60	28	136	70
3G0200205010	125	117	104	92	38	210	110



Acople al tubo por sistema de presión, sin tornillos.

Tabla 8. Características bocas de caída

Nuestras bocas de caída tendrán las medidas relacionadas en cuanto a las medidas del tubo espiral, por lo que escogeremos el indicado para el tubo de 75 mm.

El número de bocas necesarias para nuestra granja será de 64 por nave, es decir, una para cada corral y, por tanto, para cada tolva de alimentación, dándonos un total de 128 bocas de caída en toda la granja.

Utilizaremos tuberías de PVC para las bajantes de las bocas de caída hasta las tolvas y así finalizar el proceso del transporte de alimento. El diseño de estas tuberías estará relacionado con las bocas de caída ya que irán acopladas a ellas, por lo que, con las características de las mismas mencionadas en el apartado anterior, el diámetro de estas tuberías debe de ser de 70 mm y tendremos un total de 128 tuberías, una por cada boca de caída.

9.3.4. Selección Codos de 45°

La tubería que transporta el alimento, desde que sale del silo hasta que entra en las naves, tiene una pequeña elevación, por lo que también son necesarios 8 codos de 45° para hacerlo posible, 2 por cada línea.

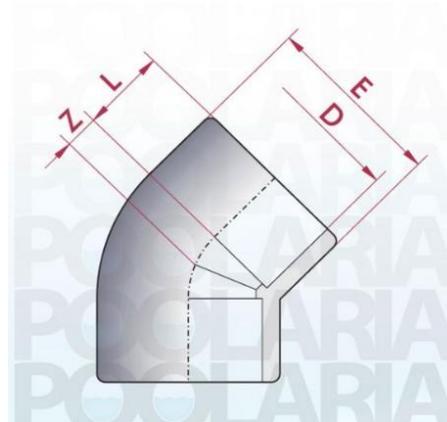


Ilustración 46. Codo de 45°

CÓDIGO	01752
REFERENCIA	05 01 075
DIÁMETRO	75 mm
DN	65
PN	16
L	44
Z	17
E	93

Tabla 9. Características codos de 45°

(POOLARIA)

Desarrollo

9.3.5. Selección Motor Reductor

El motor reductor del sistema de alimentación será el modelo RSTV050, que es un motor trifásico y de potencia 1 CV. Este motor es seleccionado de la página web Zuendo, la cual posee una amplia gama de elementos eléctricos y motores.

Este motor estará situado al final de la línea y será el encargado de hacer girar el tubo espiral transportando el alimento por el mismo desde los silos hasta las tolvas de alimentación situadas en las celdas.



Ilustración 47. Motor reductor RSTV050

MODELO	RSTV050
REDUCTOR	TAÜSEND
TENSIÓN	220 AC
POTENCIA	1 CV
VELOCIDAD MOTOR	3000 rpm
REDUCTORA	I:7.5
VELOCIDAD FINAL	373 rpm

Tabla 10. Características motor reductor

(ZUENDO)

9.3.6. Selección Tolvas

Las tolvas del sistema de alimentación han sido elegidas de la página web Ganaderiaymascotas.com, creada en 2006 y dedicada a la venta, al servicio posventa y el mantenimiento de equipamientos para explotaciones ganaderas.

La tolva elegida es la tolva de engorde TR2 ROTECNA con 130 kg de capacidad y doble boca para cerdos de entre 18 y 120 kg. Está fabricada íntegramente de plástico (polipropileno de alta densidad) y acero inoxidable, siendo muy resistente al desgaste por el uso del animal y a los agentes corrosivos y oxidantes durante mucho tiempo.

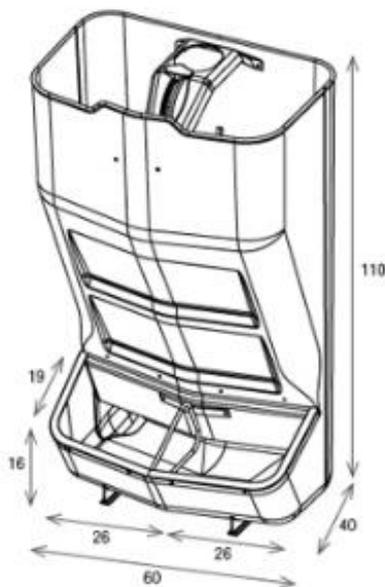


Ilustración 48. Tolva de alimentación

Dos características especiales del diseño son, las bocas de la tolva diseñadas en forma de "V", permitiendo un acceso más cómodo, y la rasera Sandwich, la cual permite su regulación con la tolva llena de alimento, ya que hace que el cierre no soporte presión por el alimento y quede bloqueado. Este diseño evita la acumulación del alimento así como su apelmazamiento.

Habrà una tolva por cada corral ya que tiene una capacidad para 20-22 animales, por lo que tendremos un total de 130 tolvas en toda la granja.

Desarrollo



TOLVA ENGORDE TR2

DATOS TÉCNICOS

Capacidad, L.	130 L.
Peso animal, kg	18 - 120 kg
Uso apto para	engorde (cebo)
Alimentación	seco
Nº animales x corral	20 - 22
Nº de bocas	2
Altura, cm	110 cm
Largo, cm.	40 cm
Ancho, cm	60 cm
Acceso a plato, cm	16 cm
Ancho bocas, cm	55 cm
Peso, kg	12,5 kg

Tabla 11. Características tolva para cerdos de engorde

(Ganadería&Mascotas)

9.4. SELECCIÓN ELEMENTOS SISTEMA

ABASTECIMIENTO DE AGUA

El sistema de abastecimiento de agua, a diferencia que el sistema de alimentación, será el mismo para toda la granja, es decir, no lo dividiremos en este caso en los cuatro pasillos principales ya que la bomba que utilizaremos abastecerá a todos los bebederos.

En la "Ilustración 49" podemos observar la distribución de todas las tuberías utilizadas en una de las dos naves ya que la distribución en ambas es totalmente idéntica.

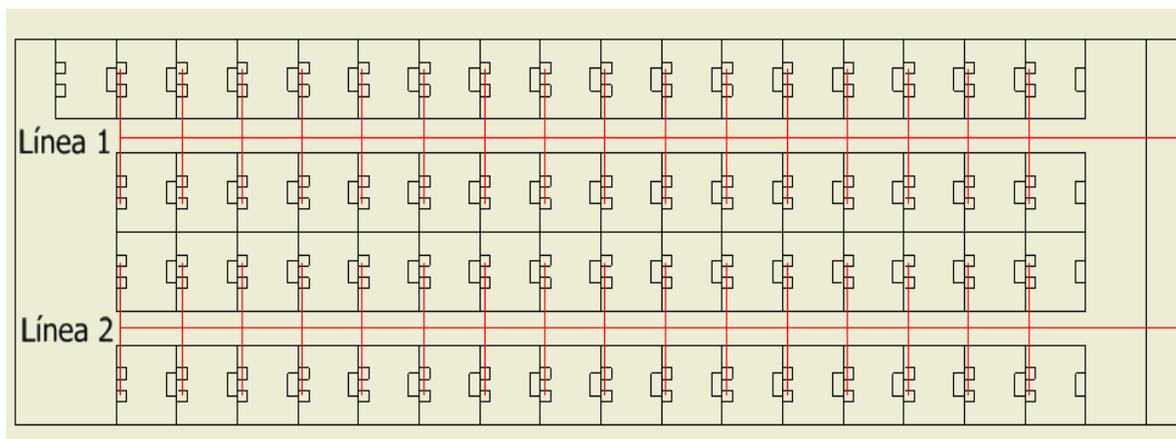


Ilustración 49. Dimensionamiento tuberías sistema de abastecimiento de agua

9.4.1. Selección Depósito

En el apartado de cálculos se llegó a la conclusión de que nuestro depósito debía tener una capacidad para almacenar al menos 117000 litros de agua, lo que es igual a 117 m^3 .

El depósito es elegido del catálogo de 2018 de Metálicas BMM, empresa fundada en 1976 dedicada a las instalaciones ganaderas.

El depósito está fabricado en Acero Galvanizado y es de chapa ondulada según la normativa Europea EN 10346 con tolerancia según EN 10143. La tornillería que utilizan es de alta calidad 8.8 o superior según normativa DIN.

Desarrollo

Posee un diámetro de 8.02 m y una altura de 2.53 m, quedando un volumen de 127.8 m³ satisfaciendo así nuestras necesidades.

Fabricante	Metálicas BMM
Diámetro	8.02 m
Altura	2.53 m

Tabla 12. Características depósito

9.4.2. Selección Tuberías Abastecimiento de Agua

Las tuberías tanto del sistema de abastecimiento de agua como del sistema de alimentación van a ser todas de PVC. Esto se debe a las ventajas que nos ofrecen ya que tiene un bajo coeficiente de fricción y pérdida de carga. Son un excelente aislante eléctrico, siendo esto muy importante teniendo en cuenta que por ellas va a circular agua. Este tipo de tuberías no se oxidan ni corroen, teniendo una gran resistencia a la acción de suelos y aguas agresivas.

Por otro lado, las tuberías de PVC proporcionan una instalación sencilla, ya que son de fácil manejo así como de transporte, siendo también bastante económicas.

9.4.2.1. Tubería del Pozo al Depósito

Esta tubería de PVC será seleccionada en la página web CONSTRUMART. Deberá tener como mínimo un diámetro de 18.57 mm ya que es el resultado obtenido en el apartado de cálculos. Esta tubería será la encargada de transportar el agua desde el pozo hasta el depósito de almacenamiento y será de 20 mm, cumpliendo con el mínimo mencionado anteriormente.



Ilustración 50. Tubería de PVC

MATERIAL	PVC
MARCA	Vinilit
DIÁMETRO	20 mm
LONGITUD	3 m
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	>1250 N
RESISTENCIA AL IMPACTO	>2 J a -5°C
TEMPERATURA MÁXIMA	60°C
TEMPERATURA MÍNIMA	-5°C

Tabla 13. Características tubería PVC

El pozo se sitúa a 15 metros de distancia del depósito y a una profundidad de 42 metros. Como las tuberías tienen una longitud de 3 metros cada unidad, necesitaremos un total de 19 tuberías para transportar el agua desde el pozo hasta el depósito.

9.4.2.2. Tubería del Depósito a Naves

Las tuberías que transportarán el agua desde el depósito hasta las dos naves de la granja deben tener un diámetro mínimo de 19.74 mm, resultado obtenido en el apartado de cálculos. Por tanto, las tuberías seleccionadas son las mismas que en el apartado anterior, es decir, tendrán las mismas características y propiedades que las tuberías que transportan el agua del pozo al depósito, de PVC y con un diámetro de 20 mm.

El depósito se encuentra a una distancia de 195 metros de la granja, por lo que harán falta 65 tuberías para transportar el agua en línea recta hasta la granja. Una vez llegadas las tuberías a la granja, en la parte exterior, se necesitarán 3 tuberías más para situar el circuito en la zona central de la granja así como para elevarlas a la distancia deseada. Esto hace un total de 68 tuberías para comunicar el depósito con la zona media de la granja y a la altura correspondiente.

9.4.2.3. Tuberías de las Naves

Las tuberías encargadas de transportar el agua dentro de las naves son seleccionadas de la misma página web que en los anteriores apartados y deben tener

Desarrollo

un diámetro mínimo de 13.03 mm, resultado obtenido en el apartado de cálculos. Estas tuberías se encargarán de distribuir el agua por toda la nave hasta los bebederos y tendrán un diámetro de 20 mm, esto se debe a que si le damos un diámetro menor, nos dificulta considerablemente la posterior selección de codos para la unión de todas las tuberías, ya que por lo general, la medida mínima de diámetro de los codos suele ser de 20 mm.

Por último, nos queda calcular el número de tuberías necesarias en el interior de la nave. La distancia que hay para transportar el agua en la zona central de separación de las dos naves hacia las cuatro líneas de la granja es de 15 metros, por lo que necesitamos en esta parte 5 tuberías.

Cada una de las líneas (pasillos) tiene una distancia de 48 metros de los cuales: 3 metros es la distancia desde la pared hasta el primer bebedero del primer corral, y posteriormente hay 3 metros entre cada bebedero que hay en cada uno de los corrales. Esto nos hace un total de 16 tuberías por pasillo. Teniendo en cuenta que en dos pasillos hay una celda más para los cerdos que enferman, esto suma 2 tuberías más, por lo que, hay un total de 66 tuberías en total para los cuatro pasillos de las dos naves.

De las tuberías del pasillo, salen las derivaciones a cada corral, las cuales estarán colocadas de forma perpendicular a la tubería principal. Estas derivaciones serán de 3 metros, habiendo en ellas dos bajantes, debido a que tenemos en cada corral dos cazoletas. Una bajante se situará al final de la tubería y la otra se encontrará 0.5 m antes, espacio que hay entre las cazoletas. El número de tuberías utilizadas en este caso serán un total de 130.

Las tuberías bajantes hasta las cazoletas también serán de 3 metros, aunque una vez se vaya a realizar la instalación, estas serán cortadas a medida dependiendo de la altura a la que se coloque la cazoleta y la medida que esta tenga. En este caso necesitaremos un total de 260 tuberías, dos tuberías por cada derivación del apartado anterior.

Estas tuberías terminarán de conducir el agua hasta todos los bebederos, yendo la tubería principal de los pasillos, justo por debajo de la tubería del sistema de alimentación, evitando así que alguna fuga o algo de agua se derrame sobre el alimento.

9.4.2.4. Total Número de Tuberías

- TOTAL TUBERÍAS = PD (pozo-depósito) + PN (tubería principal nave) + + D (derivaciones) + B (bajantes)
- TOTAL TUBERÍAS = 19 + 68 + 71 + 130 + 260 = 548 tuberías de PVC se necesitan en total para el sistema de abastecimiento de agua.
- TOTAL TUBERÍAS GRANJA = tuberías sistema alimentación + tuberías sistema abastecimiento de agua = 140 (128 bajantes y 12 de los silos a las naves) + 548 = **688 tuberías de PVC.**

9.4.3. Selección Codos

Los codos son los encargados de unir todas las tuberías del sistema de abastecimiento de agua. Estos también serán de PVC y los habrá de diferentes tipos:

- Codos de 90°.
- Codos en "T" (3 vías de salida).
- Codos en "Cruz" (cuatro vías de salida).

Los codos que hemos seleccionado son de la página web POOLARIA, la cual ofrece codos fabricados en Cepex. En ella hemos encontrado los codos de 90° y "Cruz".

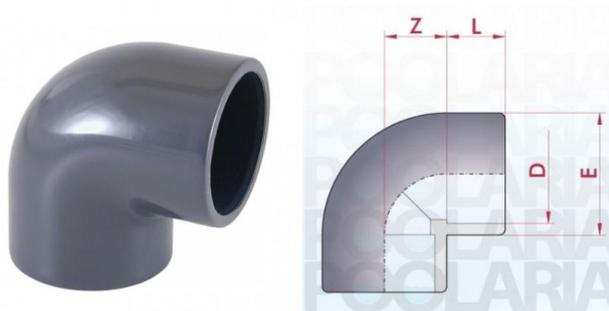


Ilustración 51. Codo de 90°

CÓDIGO	01712
REFERENCIA	05 01 020
NORMA	EN 1452

Desarrollo

DIÁMETRO	20 mm
DN	15
PN	16
L	16
Z	11
E	27

Tabla 14. Características codos de 90°

(POOLARIA)

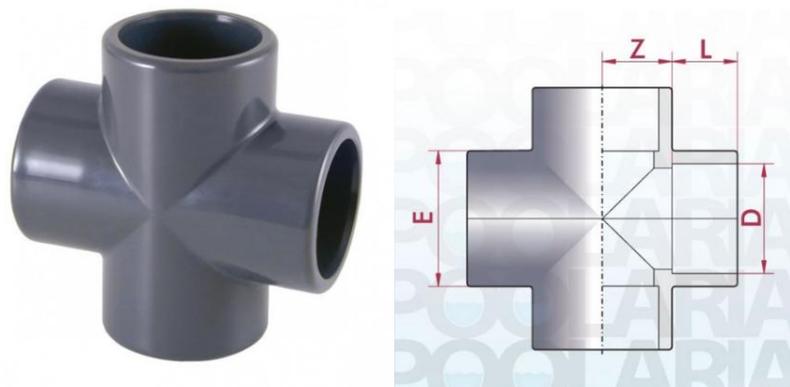


Ilustración 52. Codo en forma de "Cruz"

CÓDIGO	20143
REFERENCIA	05 28 020
DIÁMETRO	20 mm
DN	15
PN	16
L	16
Z	11
E	29

Tabla 15. Características codos en forma de "Cruz"

(POOLARIA)

Los codos en forma de "T" los hemos seleccionado de la página web Amazon, cuyo nombre de marca es DealMux.

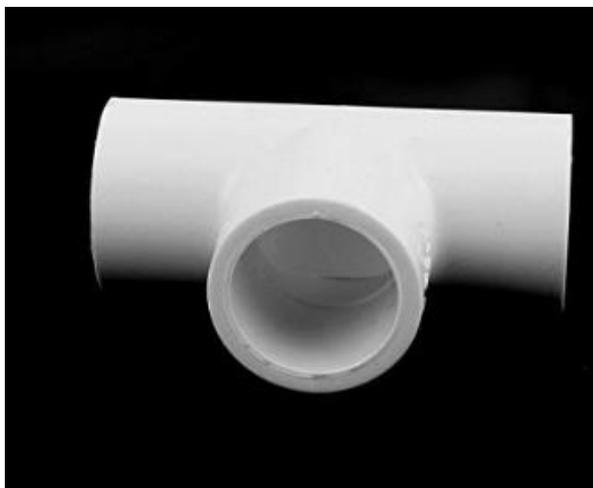


Ilustración 53. Codo en forma de "T"

MARCA	DealMux
Código UNSPSC	40170000
EAN	6787387384025, 8596916518651
MODELO	DLM-B01HGLNR8C
DIÁMETRO	20 mm
TAMAÑO	60 x 44 x 26 mm
PESO	162 gr

Tabla 16. Características codos en forma de "T"

(AMAZON)

9.4.3.1. Número de Codos del Pozo al Depósito

El pozo no se sitúa en la misma vertical que el depósito, por lo que necesitaremos 2 codos de 90° para la unión de distintas tuberías y poder llevar el agua de un sitio al otro.

Desarrollo

9.4.3.2. Número de Codos del Depósito a las Naves

Para transportar el agua del depósito a las naves se necesitarán 3 codos de 90° para la realización de giros, también necesitaremos 1 codos en forma de "Cruz", para las desviaciones de las tuberías hacia los dos primeros pasillos de los corrales y 1 en forma de "T" para la derivación de las tuberías de los segundos pasillos.

9.4.3.3. Número Total de Codos en las Naves

En los sistemas de las naves habrá una cantidad considerable de codos de los distintos tipos mencionados anteriormente para hacer posible el alcance de todas las tuberías hasta los bebederos.

- Codos de 90° = PD (pozo-depósito) + DN (depósito-naves) + N (naves) =
= 2 + 3 + 132 = 137 codos.
- Codos en "T" = PD (pozo-depósito) + DN (depósito-naves) + N (naves) =
= 0 + 1 + 132 = 133 codos.
- Codos en "Cruz" = PD (pozo-depósito) + DN (depósito-naves) + N (naves)
= 0 + 1 + 62 = 63 codos.

En total se necesitarán una cantidad de **137 codos de 90°** para direccionar las tuberías hasta la nave y hacer posibles las bajantes de las tuberías hasta los bebederos, **133 codos en "T"** para las bajantes de las tuberías y el final de las líneas y **63 codos en "Cruz"** para las derivaciones de la tubería principal.

9.4.4. Selección Válvulas

Las válvulas utilizadas en este sistema son seleccionadas de la página web POOLARIA y son las válvulas antirretorno PVC y anillos tóricos en EPDM fabricadas por Cepex.

El funcionamiento de estas válvulas es con muelle y permiten el paso del fluido en un solo sentido de la instalación, permitiendo trabajar sin fluido en el otro sentido o evitar situaciones de vaciados indeseados de la línea.

Habrà un total de 6 válvulas en el sistema de abastecimiento de agua, una entre la bomba del pozo y el depósito, otra entre el depósito y la segunda bomba y otras 4 en las tuberías principales de los pasillos de las naves.



Ilustración 54. Válvula antirretorno

Código	09022
Referencia	05 67 625
G	¾"
DN	20
PN	16
L	19
H	108
E	62

Tabla 17. Características válvulas antirretorno

(POOLARIA)

9.4.5. Selección Cazoletas

En el suministro de agua para los cerdos, hemos llegado a la conclusión de la utilización del diseño de cazoletas como bebederos. Esta opción se ha llegado tras la búsqueda de información en cuanto a comparativas en la utilización de bebederos de chupete o bebederos de cazoleta.

En ésta búsqueda encontramos el estudio realizado por Torrey et. Al., (2008) donde muestra que el diseño del bebedero influye en cuanto al consumo, desperdicio y gasto de agua, realizando una comparativa entre tres opciones distintas.

Desarrollo

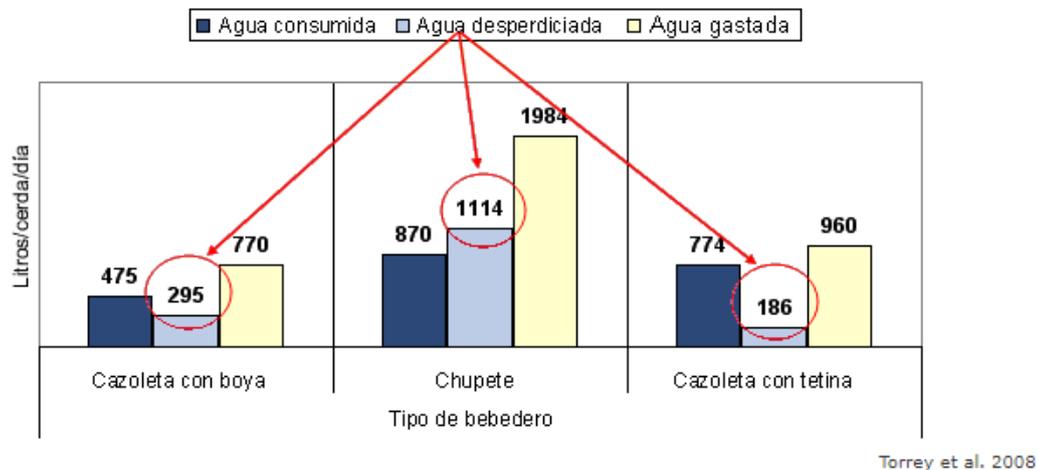


Ilustración 55. Comparación sistema de bebida

(3tres3)

En este estudio podemos observar como los diseños de cazoleta con tetina generan considerablemente una menor cantidad de agua desperdiciada. Esto se debe a que los bebederos de cazoleta permiten un acceso más fácil cerdo para beber, desperdiciando así menos agua y consiguiendo una reducción del volumen de purín.

En cuanto al número de cazoletas por corral, según Young (2004) define que una cazoleta es suficiente para el abastecimiento de agua para un lote de 20 cerdos. También Payne (2004) cita recomendaciones sobre bebederos de cazoleta por cada 15-20 cerdos, aunque reconoce que cada cochinería debe disponer de más de un punto de agua. (Santomá & Pontes, 2006)

Por este motivo, nuestra granja dispondrá de 2 cazoletas por cada celda de 18 cerdos.

Estas cazoletas se encontraran alejadas de las esquinas, donde son lugares propensos a ensuciarse con más frecuencia. Las cazoletas estarán colocadas una cerca de la otra, en nuestro caso a 50 cm.

La altura de las cazoletas deberá ser un 40% de la altura del cerdo más pequeño del corral ya que los cerdos, a la hora de beber, deben tener la cabeza ligeramente bajada, sabiendo que si la tienen demasiado baja ensuciarán más y se perderá mayor cantidad de agua. (3tres3, 2004)

Las cazoletas que hemos seleccionado son de la página web WÜRTH y es una cazoleta de acero inoxidable para cerdos de engorde de pesos de entre 20 y 125 kg. El número de cerdos que es recomendado para abastecerse con esta cazoleta es de 10-12, por lo que esto refuerza nuestra decisión de instalar dos cazoletas por celda.

El diseño de la cazoleta es asimétrico con inclinación de la base, de forma que el agua se acumula en un lado, facilitando la bebida, ahorrando agua y reduciendo su desperdicio. Los bordes están redondeados para así evitar cualquier corte con los cerdos y están alineados de forma perpendicular al suelo, reduciendo así las defecaciones en el bebedero por parte de los cerdos, manteniéndose más limpio.



Ilustración 56. Cazoleta para porcinos de engorde

DESCRIPCIÓN	Cazoleta para engorde porcino
ART. Nº	6028 020 003
COMPOSICIÓN	Acero inoxidable AISI 304
MEDIDAS (cm)	31x19x14.5
PESO (gr)	1285
U/E	1

Tabla 18. Características cazoleta para porcinos de engorde

Desarrollo

La cazoleta posee un tubo de conexión con la tubería de acceso de agua de rosca hembra $\frac{1}{2}$ ", por lo que para poder unir completamente la cazoleta con nuestra tubería (20mm) utilizaremos una reducción roscada de PVC macho-macho seleccionada de la página web TuPiscinaOnline. Esta rosca tendrá de medidas reductoras $\frac{1}{2}$ " x $\frac{3}{4}$ ", adecuándose perfectamente a nuestras medidas de la cazoleta y de la tubería.



Ilustración 57. Rosca de unión

CÓDIGO	02304
REFERENCIA	05 33 625
G x G1	3/4"x1/2"
DN	15
PN	10
L	16
L1	15
H	43
S	32

Tabla 19. Características rosca de unión

(TuPiscinaOnline)

El número de cazoletas totales que hay en la granja, teniendo en cuenta que hay dos por celda, es de 260, habiendo una rosca reductora por cada cazoleta, tendremos también una cantidad de 260 roscas en total.

9.4.6. Selección Bombas de Agua

A la hora de seleccionar las bombas de agua para poder obtener y suministrar el agua desde el pozo hasta la granja, debemos tener en cuenta los resultados obtenidos en el apartado de cálculos.

La bomba que utilizaremos para obtener agua del pozo y transportarla hasta el depósito será seleccionada de empresa Salvador Escoda S.A. y será de la "Serie SP" de bombas sumergibles para pozos.



Ilustración 58. Bomba 2SP20

CÓDIGO	EB 50 210
MODELO	2SP20
CONEXIÓN	TRIFÁSICO
VOLTAJE	220 V
POTENCIA	2 CV
CAPACIDAD DE BOMBEO	3.6 m ³ /h
ALTURA	52 m.c.a.
LONGITUD	1139 mm

Tabla 20. Características bomba 2SP20

(SALVADOR ESCODA S.A.)

Desarrollo

Una vez elegida la bomba que transportará el agua del pozo al depósito, pasaremos a la elección de la bomba que transportará el agua desde el depósito hasta todos los bebederos. Esta bomba será seleccionada de la misma empresa y misma serie "Serie SP".



Ilustración 59. Bomba 4SP40

CÓDIGO	EB 50 224
MODELO	4SP40
CONEXIÓN	TRIFÁSICO
VOLTAJE	220 V
POTENCIA	4 CV
CAPACIDAD DE BOMBEO	3.6 m ³ /h
ALTURA	175 m.c.a.
LONGITUD	1540 mm

Tabla 21. Características bomba 4SP40

(SALVADOR ESCODA S.A.)

Ambas bombas son escogidas cumpliendo los resultados obtenidos en el apartado de cálculos de las bombas de agua.

9.5. SELECCIÓN ELEMENTOS DE CONTROL

Obtener la máxima rentabilidad en las granjas porcinas de engorde, es una de las cuestiones que somete a revisión cada año. Los nuevos avances tecnológicos, la normativa sobre bienestar animal, el avance en el campo sanitario, son algunos de los factores que nos permiten ir evolucionando hacia modelos cada vez más eficientes. Lograr una producción porcina de calidad y maximizando beneficios es el principal objetivo de cualquier instalación ganadera.

La aplicación de nuevas tecnologías ha permitido optimizar y mejorar procesos que antes se realizaban de forma manual. La automatización de los procesos más críticos, y la aplicación de sistemas de control y seguimiento, ha permitido mejorar los ratios de producción porcina. Con ello, logramos instalaciones más eficientes tanto en el uso de los recursos, como en la obtención de beneficios. (CAVENCO, 2019)

9.5.1. Elementos Utilizados Sistema De Alimentación

9.5.1.1. Relé

Para la activación y desactivación de los motores reductores serán necesarios relés de impulso, por lo que habrá un total de 4 relés en el sistema de alimentación. Estos relés serán seleccionados de la página web RS Components.



Ilustración 60. Relé

Referencia	A9C30211
Número de Polos	1

Desarrollo

Tensión de a Bobina	24 V dc, 48 V ac
Tensión máxima de los Contactos	250 V 50/60 Hz
Corriente de Conmutación	16 A
Configuración de los Contactos	NA
Serie	ITL

Tabla 22. Características relé

((RS Components)

9.5.1.2. Células de Carga Silos

Para la medida de cantidad de pienso que hay en los silos, seleccionaremos una Celda de Carga de Compresión Q50 de la página web Flintec, especializada en tecnologías de medición de peso, precisión y alta calidad para su uso en una amplia gama de sectores industriales.

La celda de carga de compresión Q50 ofrece pesaje de alta capacidad en un sensor compacto y de bajo perfil. Diseñado para aplicaciones en la industria de alimentos y productos químicos, el Q50 ofrece características fáciles de limpiar, como superficies lisas electropulidas y sin pozos que puedan contener contaminación. (flintec)

La capacidad de carga de la Q50 abarca desde 0.5 a 30 toneladas, es decir, desde 500kg hasta 30000kg, nosotros seleccionaremos la de 30000kg ya que es la que mejor se adecua perfectamente al peso máximo de alimento que pueden almacenar nuestros silos, que es de 24570kg.



Ilustración 61. Célula de carga Q50

En total tendremos cuatro células de carga en toda la granja, una para cada silo de ambas naves y con ellas mediremos la cantidad de alimento que hay en el silo.

9.5.1.3. Sensores Tolvas

Para el control de llenado de las tolvas utilizaremos finales de carrera seleccionados de la página web Ganadería&Mascotas, expertos en la venta de equipamiento para explotaciones ganaderas, del servicio postventa y mantenimiento de dichas explotaciones.

Este final de carrera encapsulado con tubo seleccionado es muy sensible y efectivo, especialmente diseñado para accionar con piensos granulados o en harina. El funcionamiento está basado en que, si éste se acciona, significa que la tolva está completamente llena por lo que no hay que seguir proporcionándole alimento.



Ilustración 62. Final de carrera

(Ganadería&Mascotas)

Por otro lado, para el vacío de las tolvas utilizaremos sensores fotoeléctricos seleccionados de la página web Automation24, encargados en la distribución online de productos estándar para la automatización de procesos.

El sensor fotoeléctrico seleccionado es un Sistema réflex con filtro polarizador O6P200-O6P-FPKG de ifm electronic con una carcasa de plástico con protección IP65/IP67. La configuración de este sensor se realiza fácilmente mediante un potenciómetro integrado. Gracias a la cubierta translúcida negra, los LED de comunicación de estado y conmutación son claramente visibles incluso en entornos con mucha luz.

Desarrollo



Ilustración 63. Sensor fotoeléctrico (Sistema réflex)

MODO DE TRABAJO	Sensor fotoeléctrico-Sistema réflex
RANGO MÁXIMO	5 m
LONGITUD DE ONDA	633 nm
TENSIÓN DE TRABAJO MÍNIMA	10 V
TENSIÓN DE TRABAJO MÁXIMA	30 V
TENSIÓN	DC
SALIDA	PNP
CORRIENTE DE SALIDA MÁXIMA	100 mA
FRECUENCIA DE CONMUTACIÓN	1000 Hz

Tabla 23. Características sensor fotoeléctrico (Sistema réflex)

(Automation24)

En toda la granja habrá un total de 128 finales de carrera y 128 sensores fotoeléctricos, de esta forma, podremos medir y controlar la cantidad de alimento que tienen los comederos.

9.5.2. Elementos Utilizados Sistema De Abastecimiento De Agua

9.5.2.1. Relé

Para activar tanto la bomba del pozo como la bomba que suministra el agua a las naves utilizaremos relés. Estos relés serán los mismos que los utilizados para los motores en el sistema de alimentación y en este caso necesitaremos 2, uno para cada bomba.



Ilustración 64. Relé

Referencia	A9C30211
Número de Polos	1
Tensión de a Bobina	24 V dc, 48 V ac
Tensión máxima de los Contactos	250 V 50/60 Hz
Corriente de Conmutación	16 A
Configuración de los Contactos	NA
Serie	ITL

Tabla 24. Características relé

(RS Components)

Desarrollo

9.5.2.2. Sensor Ultrasonidos Para Depósito

Para medir la cantidad de agua que tiene el depósito y de esa forma controlar que éste no se vacíe, utilizaremos un sensor de ultrasonido de la página web Endress+Hauser (EH), la cual ofrece una amplia gama de instrumentos, servicios y soluciones para la automatización de procesos industriales.

El sensor seleccionado es el sensor ultrasónico FDU90 de medición de nivel y caudal continua, no invasiva y sin necesidad de mantenimiento, de fluidos, pastas fango y sólidos pulverulentos y granulados, así como también para medición de caudal en canales abiertos y vertederos.

La medición no se ve afectada por la constante dieléctrica, la densidad ni la humedad, y tampoco por las adherencias, gracias al efecto de la función de autolimpieza de los sensores. El rango máximo de capacidad de medida que posee este sensor para líquidos es de 3 metros, lo cual se adecua a nuestro depósito ya que éste tiene una altura de 2.53 metros.



Ilustración 65. Sensor ultrasonido Prosonic FDU90

MODELO	Prosonic FDU90
CONEXIÓN	Roscada
TEMPERATURA	-40 a +80 °C
PRESIÓN	0.7 a 4 bar
RANGO DE MEDIDA	3 m
DISTANCIA BLOQUEO	0.07 m
COMUNICACIÓN	4 hilos (HART, Profibus DP)

Tabla 25. Características sensor ultrasonido Prosonic FDU90

(Endress-Hauser EH)

9.5.2.3. Sensor Capacitivo KQ6002

Este sensor es seleccionado de la página web Automation24 y lo utilizaremos en el inicio de las tuberías de las líneas principales de las naves en el sistema de abastecimiento de agua, por lo que tendremos un total de cuatro de estos sensores en toda la granja.

El sensor capacitivo KQ6002 de ifm electronic tiene como objetivo la detección de agua en dichas tuberías para que, de esa forma, sepamos si les está llegando agua a los bebederos o no.



Ilustración 66. Sensor capacitivo KQ6002

Sensor	Sensor Capacitivo KQ6002
Rango de detección	12 mm
Tensión de trabajo mínima	10 V
Tensión de trabajo máxima	36 V
Salida	PNP
Función de salida	NA/NC programable
Corriente de salida máxima	100 mA
Frecuencia de conmutación	10 Hz

Tabla 26. Características sensor capacitivo KQ6002

(Automation24)

9.6. ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA DE CONTROL

9.6.1. *Autómata*

El autómata seleccionado para el control y la automatización tanto del sistema de alimentación como el de abastecimiento de agua es un Siemens S7 300 CPU 314C-2 PN/DP.



Ilustración 67. Autómata Siemens S7 300 CPU 314C-2 PN/DP

La tensión de alimentación de este autómata es de 24Vcc a 5 A por lo que para conectarlo a la red eléctrica de 230V AC se le proporcionará una fuente de 5ª y 24 Vcc.

Referencia	6ES7314-6EH04-0AB0
Tensión de Alimentación	DC 24 Vcc
Entradas Digitales	24 (0-24 Vcc)
Salidas Digitales	16 (0-24 Vcc)
Entradas Analógicas	4 (4 a 20 mA)
Salidas Analógicas	2 (4 a 20 mA)
Potenciómetros	1 PT100 (10 M ohm)
Contadores rápidos	4 (60 Hz)
Interface integrado	RS485

Memoria central	192 KBYTES
------------------------	------------

Tabla 27. Características Autómata Siemens S7 300 CPU 314C-2 PN/DP

(PLC City)

9.6.2. Fuente de Alimentación

Para el correcto funcionamiento del autómata deberemos alimentar a este con una fuente de alimentación de 24 Vcc y 5A.



Ilustración 68. Fuente de alimentación 6ES7307-1EA01-0AA0

Referencia	6ES7307-1EA01-0AA0
Tensión entrada	120/230 VA
Tensión salida	24 Vcc
Intensidad salida	5A

Tabla 28. Características fuente de alimentación 6ES7307-1EA01-0AA0

(RS Components)

Desarrollo

9.6.3. Estaciones de Trabajo

Las estaciones de trabajo que vamos a utilizar serán bloques electrónicos ET 200B-32DI, y estarán comunicadas con el autómatas mediante una red profibus.



Ilustración 69. Estación de trabajo ET 200B

Referencia	6ES7 131-0BL00-0XB0
Tensión de Alimentación	DC 24 V
Entradas Digitales	32
Tipo de Red	Profibus

Tabla 29. Características estación de trabajo ET200B

(Wi Automation)

9.6.4. SCADA

En el sistema SCADA tendremos una pantalla táctil HMI de Siemens de 12,1 pulgadas. Esta pantalla contendrá imágenes tanto del sistema de alimentación como del sistema de abastecimiento de agua y nos mostrarán el estado de los elementos de almacenamiento como son los silos y el depósito, así como el funcionamiento de los demás elementos de ambos sistemas.



Ilustración 70. Pantalla HMI

Referencia	6V2124-0MC01-0AX0
Tensión de Alimentación	24 Vcc
Tamaño	12.1 pulgadas
Dimensiones	241 x 330 x 70.5 mm
Conexión de Red	Profibus

Tabla 30. Características pantalla HMI

(RS Components)

Desarrollo

9.6.5. Programa

El programa va a estar dividido en 3 partes que serán, el OB1 y las funciones FC1 y FC2.

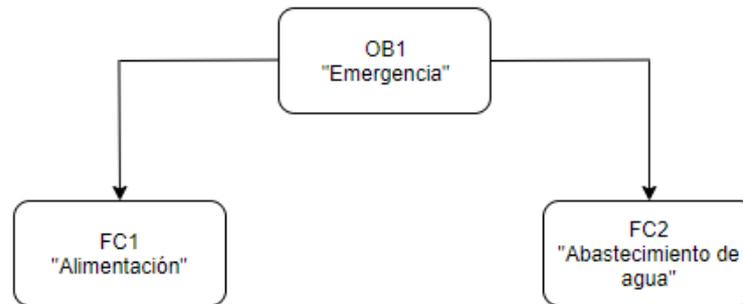


Ilustración 71. Diagrama del programa

De esta forma, ambos programas estarán separados de manera que, si en un futuro se desea cambiar el diseño de alguno de los dos sistemas o se desea modificar el programa se podrá realizar de forma independiente de forma que no haya que modificar ambos. También ocurrirá lo mismo en el caso que se desee automatizar otra área de la granja como puede ser el sistema de ventilación, calefacción, etc., esto se podrá realizar añadiendo una función más al programa.

La parte principal del programa se escribirá en el OB1. En ella se programa la seta de emergencia de forma que si esta es pulsada se detendrá por completo el proceso de ambos sistemas. En esta parte también se programará la llamada a las funciones (FC1 y FC2) en todo momento en que la seta no esté pulsada.

En la función FC1 se encontrará el programa del sistema de alimentación de una de las líneas de la granja, ya que por la cantidad de sensores utilizados habrá que separar en módulos cada una de las cuatro líneas de la granja. En esta función estarán controlados los motores, los sensores de los bebederos, las células de carga de los silos y su respectiva alarma.

Los silos tienen una capacidad de 23000kg, por lo que cuando la célula de carga mida un peso menor que 3000kg, se activa la alarma del silo indicando que este está casi vacío, indicando que hay que rellenarlos de alimento.

En el comedero tendremos en la parte superior un final de carrera y en la parte inferior un sensor fotoeléctrico. Cuando todos los sensores fotoeléctricos estén activados significará que los comederos están vacíos por lo que activarán el motor reductor, mientras que conforme se vayan llenando los comederos se irán desactivando los sensores fotoeléctricos hasta activarse los finales de carrera de la parte superior. Una vez activados todos los finales de carrera al mismo tiempo indicando que todos los comederos están llenos el motor reductor dejará de funcionar.

En la función FC2 se encontrará el programa del sistema de abastecimiento de agua de toda la granja en el cual estarán controladas las bombas tanto del pozo como la de suministro como los sensores capacitivos KQ6002 de las tuberías principales. Estos últimos nos indicarán la presencia o no de agua en dichas tuberías.

La bomba del pozo la controlaremos mediante un sensor de ultrasonido que habrá en el depósito (el cual tiene una altura de 2.52m) de forma que, cuando el nivel de agua esté por debajo de 0.5m, la bomba del pozo se activará llenando así de nuevo el depósito, mientras que si el nivel de agua supera los 2m, esta misma bomba se parará dejando de llenar de agua el depósito.

La bomba de suministro a las naves estará controlada por los cuatro sensores capacitivos KQ6002 colocados en las tuberías principales de forma que, cuando no haya presencia de agua en los cuatro sensores al mismo tiempo, la bomba de suministro se activará durante 10 segundos, llenando de nuevo todas las tuberías de las naves.

9.6.6. Prueba SCADA

Se ha realizado una prueba para la comprobación y demostración del funcionamiento automatizado de la granja. Para ello vamos a utilizar el autómatas S7 300 CPU 314 C-2 PN/DP) y una pantalla virtual Touch de 10" del WinCC flexible.

Esto se debe a que no dispongo de pantalla táctil ni de las estaciones de trabajo ET200B.

Para esta prueba se ha diseñado un sistema que contará con dos pantallas, una para el sistema de alimentación y la otra para el sistema de abastecimiento de agua.

Para esta prueba se ha desarrollado un programa más reducido con los elementos principales de ambos sistemas.

Desarrollo

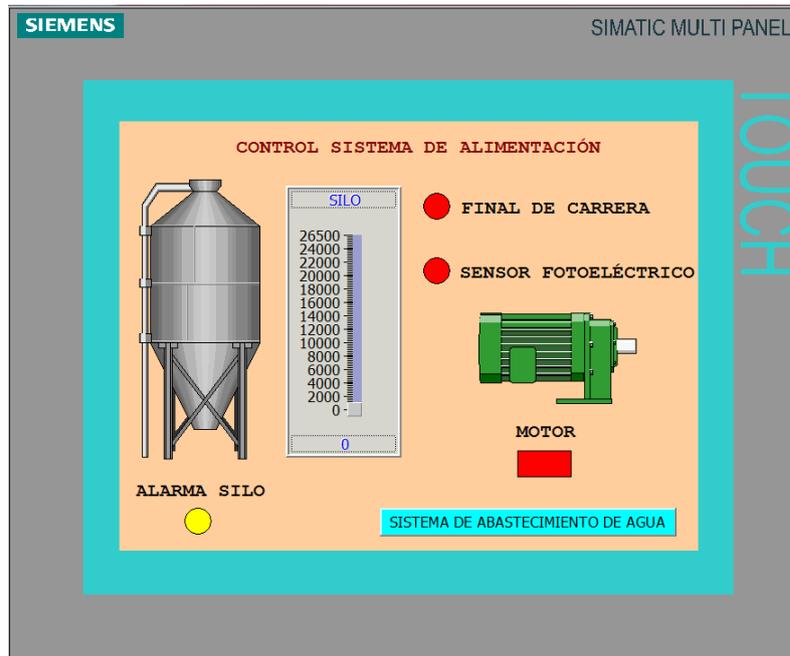


Ilustración 72. Imagen 1 SCADA

La primera pantalla representa el sistema de alimentación. En ella podemos observar un silo con su respectiva alarma, un motor reductor, un variador de cantidad, que simulará la célula de carga, un final de carrera (colocada en la parte superior de la tova) y un sensor fotoeléctrico (colocado en la parte inferior de la tolva), que representan en control del nivel de alimento de la tolva de alimentación.

El nivel máximo del silo en este caso es de 26500 por lo que sistema está programado de tal manera que en el momento que la célula de carga detecte que la cantidad de alimento que hay en el silo está por debajo de 2000, la alarma del silo se active. De esta forma sabremos la cantidad de alimento que hay en el silo, pudiendo rellenarlo antes de que éste se quede vacío.

Por otro lado el final de carrera y el sensor fotoeléctrico estarán relacionados con el motor reductor. Cuando el final de carrera esté desactivado (en 0) y el sensor fotoeléctrico esté activado (en 1), significará que la tolva de alimentación está vacía por lo que el motor reductor se activará haciendo girar la espiral flexible transportando así el alimento a la tolva.

Una vez se esté llenando la tolva grano actuará como barrera y pasará a desactivar el sensor fotoeléctrico (estaba en 1 lo pasa a 0).

El motor reductor seguirá funcionando hasta que el alimento llene la tolva activando de esa manera el final de carrera. Cuando esto ocurre automáticamente el motor reductor deja de funcionar parando así la espiral flexible.

De forma inversa, conforme los porcinos se van alimentando, en el momento en el que vaya bajando el nivel de alimento el final de carrera se volverá a desactivar hasta que baje del nivel del sensor fotoeléctrico activando de nuevo éste, volviendo así al inicio del bucle y activando de nuevo el motor reductor.

De esta forma podemos conseguir uno de los objetivos de este proyecto, que era la funcionalidad del sistema de alimentación de forma automática sin necesidad de botones de inicio ni paro manuales.

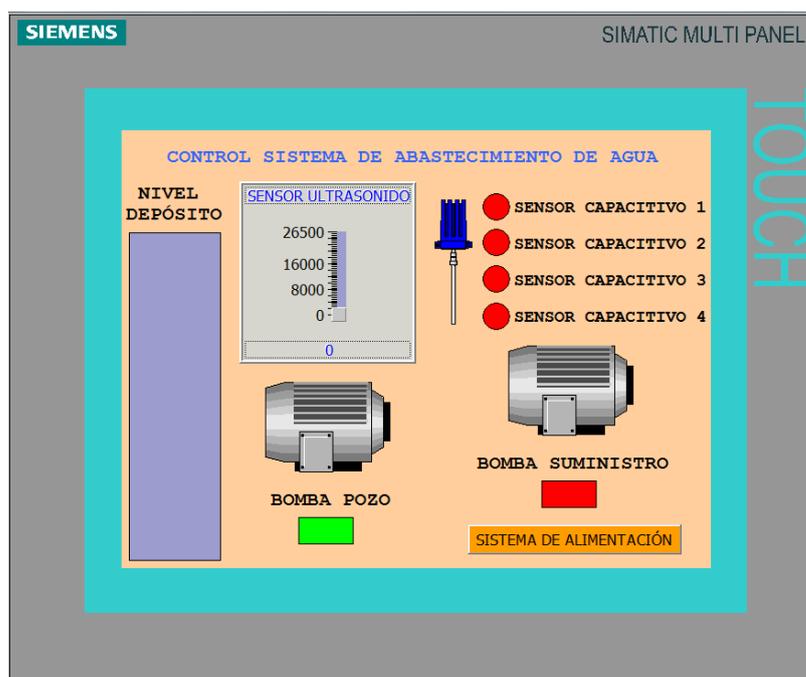


Ilustración 73. Imagen 2 SCADA

La segunda pantalla representa el sistema de abastecimiento de agua. En ella se puede observar el depósito, con una capacidad también de 26500, junto con su variador que simula el sensor de ultrasonido, las bombas, tanto del pozo como la de suministro de las naves y los cuatro sensores capacitivos

En esta prueba, cuando el variador de llenado se encuentra por debajo de los 2000, se activará automáticamente la bomba del pozo, llenando el depósito hasta que alcance la cantidad de 20000 en la cual se volverá a desactivar la bomba.

Desarrollo

Por otro lado, los sensores capacitivos medirán la presencia o no de las tuberías de las líneas principales del sistema. Cuando estos sensores estén desactivados todos al mismo tiempo, indicará que en el sistema no hay agua por lo que activará durante 10 segundos la bomba de suministro llenando todas las tuberías del mismo.

De esta forma el sistema también estará en continuo funcionamiento de forma automatizada sin necesidad de botones de inicio ni de paro, consiguiendo así otro de los objetivos de este proyecto.

10. CONCLUSIONES

El objetivo inicial de este proyecto era el diseño y la automatización de los sistemas de alimentación y de abastecimiento de agua de una granja de porcinos de engorde, de forma que ésta funcionara de forma independiente sin necesidad de mano de obra en cuanto a dichos sistemas se refiere y mejorando su rendimiento.

Mediante la realización de cálculos y la previa búsqueda de información sobre ambos sistemas se ha podido realizar una selección de los elementos utilizados para el desarrollo del diseño.

Para el sistema de alimentación fue necesario calcular el consumo de alimento diario de los porcinos de engorde, el tamaño de los silos y realizar una distribución de los elementos de control utilizados así como de las tuberías del sistema.

Para el sistema de abastecimiento de agua fue necesario calcular los m.c.a. de las bombas de agua, el consumo de agua diario de los porcinos de engorde y el tamaño del depósito. También se realizó una distribución de los elementos de control utilizados y de las tuberías del sistema.

Una vez realizado el diseño se llevó a cabo el desarrollo del sistema de automatización. Para ello se realizó una comunicación vía profibus del autómatas, la pantalla táctil HMI y las estaciones de trabajo, utilizando un solo cable de conexión y automatizando todos los elementos de control de los sistemas.

Este desarrollo del sistema de automatización se ha podido comprobar de forma correcta, teniendo una visualización de ambos sistemas y pudiendo simular el funcionamiento de los sensores desde el autómatas S7 300 CPU 314 C-2 DP/PN.

En cuanto a líneas futuras de este proyecto consistirían en el proceso de diseño y de automatización de los sistemas de ventilación, de calefacción y de humedad, consiguiendo una mayor optimización en el funcionamiento de la granja, sacándole un mayor rendimiento y disminuyendo la mano de obra.

Otra línea futura sería la utilización de, "Tia portal", ya que todos los elementos de control utilizados en este proyecto pueden trabajar en dicho software, y de una "red Profinet".

Otra línea más futura sería la capacidad de controlar el estado de todos los sistemas de la granja desde un dispositivo móvil (portátiles, móviles, etc.) de forma

Conclusiones

que se pueda tener el control y la información de la granja a tiempo real desde cualquier lugar.

11. BIBLIOGRAFÍA

3tres3. (s.f.). Obtenido de Cuáles son los mejores bebederos para ahorrar medicación: https://www.3tres3.com/articulos/cuales-son-los-mejores-bebederos-para-ahorrar-medicacion_2527/

3tres3. (27 de julio de 2004). Obtenido de 12. Necesidades de agua y diseño de bebederos en cebo: https://www.3tres3.com/articulos/12-necesidades-de-agua-y-disenio-de-bebederos-en-cebo_8021/

AGRARI, F. (15 de Diciembre de 2016). *FUTUR AGRARI*. Obtenido de Caracterización de los bebederos para el porcino y estudio de sus prestaciones a nivel de laboratorio: http://www.futuragrari.cat/1/upload/resum_abeuradors_cast.pdf

Agroisa S.L. (s.f.). Obtenido de <https://agroisa.com/tolvas-para-aceitunas/descubre-las-ventajas-los-silos-metalicos-graneles.html>

AMAZON. (s.f.). Obtenido de DealMux 6 piezas de 20 mm interior Dia T en forma de codo de agua accesorios de tubería adaptador de conector: https://www.amazon.es/DealMux-interior-accesorios-adaptador-conector/dp/B072TWDB2Y#detail_bullets_id

ARAGÓN, G. D. (Abril de 2010). *APIA CAMPO DE DAROCA*. Obtenido de <https://www.aragon.es/documents/20127/674325/12-APIA%20CAMPO%20DE%20DAROCA.pdf/43a3005d-9ce3-9f5d-afb1-662b6799a68f>

Automation24. (s.f.). Obtenido de Sensor fotoeléctrico - Sistema réflex ifm electronic O6P200 - O6P-FPKG: https://www.automation24.es/sensor-fotoelectrico-sistema-reflex-ifm-electronic-o6p200-o6p-fpkg?previewPriceListId=1&refID=adwords_shopping_ES&gclid=EAIAIQobChMIvKCQ24iz5QIVBofVCh3fwQbQEAQYASABEGKJU_D_BwE#

Automation24. (s.f.). Obtenido de Sensor capacitivo ifm electronic KQ6002 - KQ-3120NFPKG/2T: https://www.automation24.es/sensor-capacitivo-ifm-electronic-kq6002-kq-3120nfpkg-2t?previewPriceListId=1&refID=adwords_shopping_ES&gclid=EAIAIQobChMItbDuo0zR5QIVh4xRCh1j2AfdEAQYASABEGLjtPD_BwE

Bombas hasa s.a. (s.f.). Obtenido de Pérdidas de carga para tuberías de P.V.C. / POLIETILENO: <https://www.bombashasa.com/sat/inf-tecnica/abaco-pvc.htm>

Bibliografía

BombaSumergible. (s.f.). *Tipos de bombas de agua y bombas sumergibles*.
Obtenido de https://www.bombasumergible.com/tipos_de_bombas_sumergibles.html

Campagna, D., & Somenzini, D. (s.f.). *Instalaciones y equipos (Parte 2)*.
Obtenido de
<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Instalaciones%20y%20Equipos%20Parte%202.pdf>

CAVENCO. (13 de Febrero de 2019). Obtenido de Tendencias en las granjas de engorde porcino: <https://cavenco.com/tendencias-en-las-granjas-de-engorde-porcino/>

ECONET. (01 de Septiembre de 2016). *Cómo escoger sus tuberías de agua potable*. Obtenido de <https://www.econetdesatascos.com/es/blog/escoger-tuberias-agua-potable/180>

EcuRed. (s.f.). *Transportador de tornillo sin fin*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Transportador_de_tornillo_sin_fin

Endress-Hauser EH. (s.f.). Obtenido de Sensor ultrasónico para medición de nivel y flujo para conexión a FMU9x: <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/level-measurement/Ultrasonic-Prosonic-FDU90>

Eurocasa. (s.f.). Obtenido de TIPOS DE TUBERÍAS:
<https://eurocasa.es/fontaneria/tipos-de-tuberias/>

EURODRIVE, S. (s.f.). *Motorreductor*. Obtenido de <https://www.sew-eurodrive.es/productos/motorreductores/getriebemotoren.html>

Exafan, S. (s.f.). *Distribucion de pienso de cadena: ideal en instalaciones porcinas*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Distribucion-de-pienso-de-cadena-Exafan-127135.html>

flintec. (s.f.). Obtenido de Celda De Carga De Compresión Q50 (0.5 - 30t):
<https://www.flintec.com/weight-sensors/load-cells/compression/q50>

Ganadería&Mascotas. (s.f.). Obtenido de TOLVA ENGORDE TR2 ROTECNA:
<https://www.ganaderiaymascotas.com/comprar/comederos-y-tolvas-para-cerdos/comederos-y-tolvas-para-engorde/tolva-engorde-tr2-rotecna>

Ganadería&Mascotas. (s.f.). Obtenido de FINAL DE CARRERA:
<https://www.ganaderiaymascotas.com/comprar/transportadores-de-pienso-con-sistema-sinfin/finales-de-carrera-para-transporte-de-pienso/final-de-carrera>

Group, G. S. (s.f.). *SISTEMA DE TRANSPORTE POR ESPIRAL FLEXIBLE*. Obtenido de <https://growket.com/wp-content/uploads/2019/06/TD-SISTEMA-DE-TRANSPORTE-POR-ESPIRAL-FLEXIBLE-V1.pdf>

GROWKET. (s.f.). Obtenido de ESPIRAL FLEXIBLE: <https://growket.com/wp-content/uploads/2019/06/TD-ESPIRAL-FLEXIBLE-V1.pdf>

GROWKET. (s.f.). Obtenido de BOCAS DE CAÍDA : <https://growket.com/wp-content/uploads/2019/06/FT-Growket-Bocas-de-caida-v2.pdf>

GROWKET. (s.f.). *SISTEMA DE TRANSPORTE POR ESPIRAL FLEXIBLE*. Obtenido de <https://growket.com/wp-content/uploads/2019/06/TD-SISTEMA-DE-TRANSPORTE-POR-ESPIRAL-FLEXIBLE-V1.pdf>

INCIBE. (16 de Febrero de 2017). Obtenido de Características y seguridad en PROFINET: <https://www.incibe-cert.es/blog/caracteristicas-y-seguridad-profinet>

INSUMEX S.A. (s.f.). Obtenido de Tubería Galvanizada: <https://www.insumex.com/index.php/productos/tuberias/tuberia-galvanizada>

Magapor. (05 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://www.magapor.com/el-sector-porcino-espanol/>

MaquiClick. (s.f.). *Tipos de motores reductores de velocidad*. Obtenido de <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/motores-reductores-de-velocidad/>

Metálicas BMM. (s.f.). Obtenido de SILOS DE CHAPA ONDULADA: <https://bmm.es/silo-chapa-ondulada/>

Metálicas BMM. (15 de Junio de 2018). Obtenido de <https://bmm.es/silos-pienso-poliester/>

Metálicas BMM. (15 de Enero de 2019). Obtenido de <https://bmm.es/como-elegir-silo-correcto/>

NETJET. (28 de Enero de 2019). Obtenido de Tipos de tuberías según su material y características: <https://www.netjet.es/tipos-de-tuberias-segun-su-material-y-caracteristicas/>

PEIG GANADERA. (s.f.). Obtenido de <https://peigganadera.com/transportador-automatico-reparto-pienso/#transportadorespiral>

PEIG GANADERA S.L. (s.f.). Obtenido de <https://peigganadera.com/depositos-agua-granjas-explotaciones-agricolas-almacenaje-agua/>

Bibliografía

PEIG GANADERA, S.L. (s.f.). Obtenido de
<https://peigganadera.com/transportador-automatico-reparto-pienso/#transportadorespiral>

PhD, D. C. (2009). *Guía Técnica para alimentación de cerdos.*

PLC City. (s.f.). Obtenido de 6ES7 314-6EH04-0AB0 Siemens S7-300, CPU 314C-2PN/DP COMPACT CPU WITH 192 KBYTE WORKING MEMORY: https://www.plc-city.com/shop/es/siemens-simatic-s7-300-cpu-compact/6es7314-6eh04-0ab0.html?gmc_currency=1&gclid=EAiaIQobChMIgojc88PQ5QIVEMjeCh1g4QMHEAYYAiABEgLqVvD_BwE

POOLARIA. (s.f.). Obtenido de Codo de 45° PVC Encolar:
https://www.poolaria.com/accesorios-de-pvc/317-codo-45-pvc-encolar.html#/2245-medida-o_75

POOLARIA. (s.f.). Obtenido de Codo 90° PVC encolar:
<https://www.poolaria.com/accesorios-de-pvc/316-codo-90-pvc-encolar.html>

POOLARIA. (s.f.). Obtenido de Codo Cruz PVC encolar:
<https://www.poolaria.com/accesorios-de-pvc/1057-cruz-pvc-encolar.html>

POOLARIA. (s.f.). Obtenido de Válvula antirretorno PVC Cepex EPDM roscar:
<https://www.poolaria.com/valvulas-de-pvc/1151-valvula-antirretorno-pvc-cepex-epdm-roscar.html#/2227-medida->

REVISTA, A. (2018). Profibus vs. Profinet: estrategias de comparación y migración. *AADECA*, 31.

RS Components. (s.f.). Obtenido de Relé de impulso 1 con contactos NA:
<https://es.rs-online.com/web/p/relés-de-impulso/7913054/>

RS Components. (s.f.). Obtenido de Fuente de alimentación de montaje en carril DIN Siemens: <https://es.rs-online.com/web/p/fuentes-de-alimentacion-de-montaje-en-carril-din/7141256/>

RS Components. (s.f.). Obtenido de Pantalla táctil HMI, Siemens, 12,1 pulg.:
<https://es.rs-online.com/web/p/displays-hmi-de-pantalla-tactil/7466463/>

S.A., I. (s.f.). *Tubería Galvanizada.* Obtenido de
<https://www.insumex.com/index.php/productos/tuberias/tuberia-galvanizada>

SALVADOR ESCODA S.A. (s.f.). Obtenido de
https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Bombas_Agua_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

Santomá, G., & Pontes, M. (2006). *INFLUENCIA DEL ALOJAMIENTO SOBRE LA NUTRICIÓN DE AVES Y*. BARCELONA: XXII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA.

SIEMENS. (Noviembre de 2012). Obtenido de SIMATIC ET 200 Para soluciones de automatización descentralizadas:

https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-et200_es.pdf

Smar S/A. (s.f.). Obtenido de Qué es PROFIBUS?:
<http://www.smar.com/espanol/profibus>

Sodimate Ibérica. (s.f.). Obtenido de <http://www.sodimateiberica.com/silo/>

Sosa, F. (s.f.). *Los 2 Tipos De Comederos Para Cerdos Que Deben Estar En Tus Instalaciones Porcinas*. Obtenido de <https://agronomaster.com/comederos-para-cerdos/>

Tubos, A. (s.f.). *TUBERÍA Y TUBOS DE ACERO INOXIDABLE 304*. Obtenido de <https://www.tubos-acero-aleacion.com/acero-inoxidable-304-tuberia-tubos.html>

TuPiscinaOnline. (s.f.). Obtenido de Reducción roscada PVC macho-macho D. 1/2" x 3/8".: <https://www.tupiscinaonline.com/accesorios-de-pvc/reduccion-roscada-pvc-macho-macho-d-1-2-x-3-8-02303.html>

Wi Automation. (s.f.). Obtenido de 6ES7131-0BL00-0XB0 SIEMENS SIMATIC ET 200B:
https://es.wiautomation.com/siemens/modulos/6ES71310BL000XB0?SubmitCurrency=1&id_currency=1&gclid=CjwKCAiAzanuBRAZEiwA5yf4ujRsOOvnV_1Gis7XsjHO9IefJIWgcYuV-QPmqIOKT136WPiPHijHOhoC054QAvD_BwE

Zenteno, F. P. (10 de Enero de 2019). *PLCs Siemens ¿Cuál elijo?* Obtenido de <http://www.autracen.com/plcs-siemens-elijo/>

ZUENDO . (s.f.). Obtenido de MOTORREDUCTOR MONOFÁSICO O TRIFÁSICO 0,75 KW / 1 CV I: 7,5: <https://www.zuendo.com/373-vueltas-finales/2445-motorreductor-monofasico-o-trifasico-075-kw-1-cv-i-75.html>

Boix Pascual, D. (Septiembre, 2004). *Automatización de una granja porcina*. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili.

Bibliografía

Duce Plaza, J. M. (Junio, 2013). *PROYECTO DE DISEÑO, EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UNA EXPLOTACIÓN DE 1.984 PLAZAS DE CERDOS DE CEBO, EN LOS RÁBANOS (SORIA)*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Horno Pérez, J. J. (Noviembre, 2018). *SUPERVISION Y CONTROL DE LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA GRANJA PORCINA*. Zaragoza: Escuela Universitaria Politécnica La Almunia.

Lázaro Ibáñez, M. Á. (2012). *Proyecto de construcción de una explotación porcina de cebo para 1950 plazas ubicada en el T.M de Castel de Cabra*. Huesca: Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Muntada Ginestá, R. (Mayo, 2011). *Proyecto de una automatización de una granja porcina*. Tarragona: Universitat Rovira i Virgili.

Sanz Verde, C. A. (Julio, 2013). *Explotación de 2.112 plazas de cerdos de cebo en la localidad de Villabuena (Soria)*. Valladolid: Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias de Soria.

Zamora López, A. (Septiembre, 2013). *Proyecto de explotación porcina de cebo para 2530 plazas en Lerma (Burgos)*. Valladolid: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS.



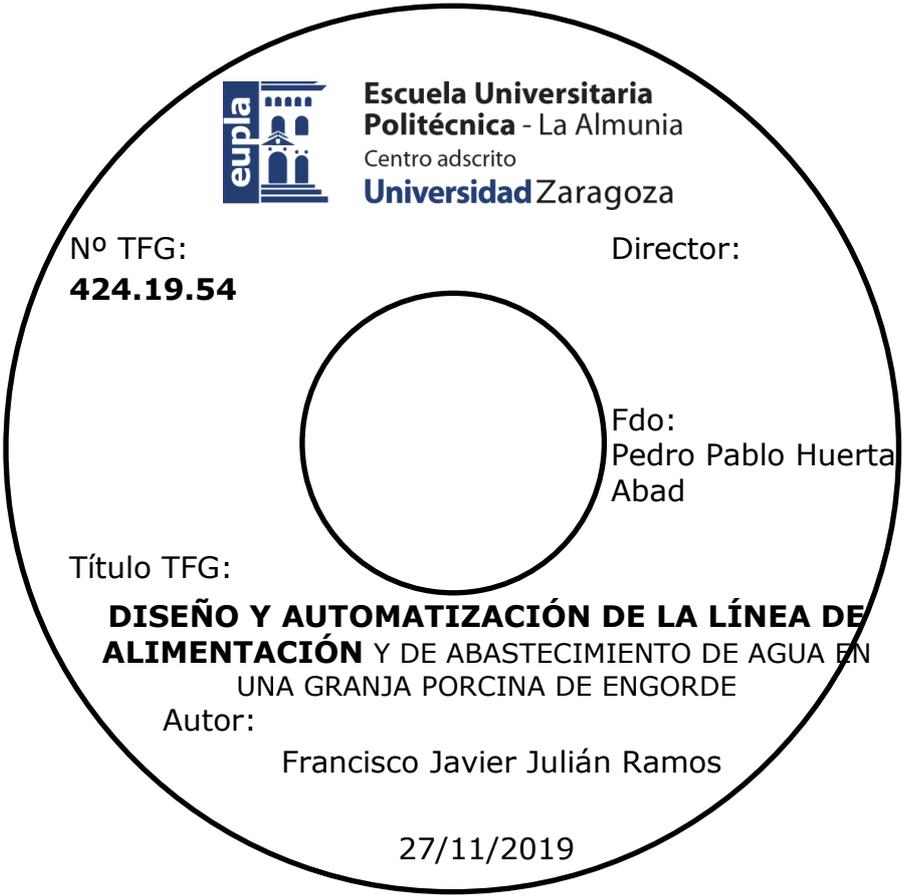
Relación de documentos

<input checked="" type="checkbox"/> Memoria	110	páginas
<input type="checkbox"/> Anexos	72	páginas

La Almunia, a 27 de Noviembre de 2019

Firmado: Francisco Javier Julián Ramos

Etiquetas para CD/DV



 **Escuela Universitaria Politécnica** - La Almunia
Centro adscrito **Universidad Zaragoza**

Nº TFG: **424.19.54** Director:

Fdo: Pedro Pablo Huerta Abad

Título TFG:
DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN Y DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN UNA GRANJA PORCINA DE ENGORDE

Autor:
Francisco Javier Julián Ramos

27/11/2019



 **Escuela Universitaria Politécnica** - La Almunia
Centro adscrito **Universidad Zaragoza**

Nº TFG: **424.19.54** Director:

Fdo: Pedro Pablo Huerta Abad

Título TFG:
DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN Y DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN UNA GRANJA PORCINA DE ENGORDE

Autor:
Francisco Javier Julián Ramos

27/11/2019



**Escuela Universitaria
Politécnica - La Almunia**
Centro adscrito
Universidad Zaragoza

**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA
DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN Y DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA EN UNA GRANJA
PORCINA DE ENGORDE

DESING AND AUTOMATION THE FOOD LINE AND THE WATER SUPPLY
ON A PIG FARM OF FATTENING PIGS

424.19.54

Autor: Francisco Javier Julián Ramos
Director: Pedro Pablo Huerta Abad
Fecha: 27/11/2019

