



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
ELECTRÓNICO EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**TEMA: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DEL SISTEMA DE  
TRANSPORTE ELEVADO Y HORNO CHAMUSCADOR DE  
PORCINOS DEL CAMAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE  
TULCÁN**

**AUTOR: VÁSQUEZ BENAVIDES, CRISTIAN ANTONIO**

**DIRECTOR: ING. ORTÍZ, HUGO**

**CODIRECTOR: ING. IBARRA, ALEXANDER M.Sc.**

**SANGOLQUÍ, MAYO 2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**  
**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**CERTIFICADO**

Ing. Hugo Ortiz

Ing. Alexander Ibarra MSc.

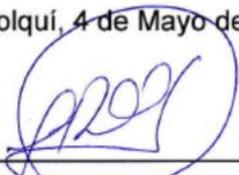
**CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado: "INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DEL SISTEMA DE TRANSPORTE ELEVADO Y HORNO CHAMUSCADOR DE PORCINOS DEL CAMAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE TULCÁN", realizado por el Sr. Cristian Antonio Vásquez Benavides, ha sido guiada y revisada periódicamente y cumple con las normas estatutarias por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Debido a que se trata de un trabajo de investigación recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan al Sr. Cristian Antonio Vásquez Benavides que lo entreguen al Ing. Luis Orozco, en su calidad de Coordinador de la carrera.

Sangolquí, 4 de Mayo de 2015

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Hugo Ortiz  
DIRECTOR

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Alexander Ibarra MSc.  
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CRISTIAN ANTONIO VÁSQUEZ BENAVIDES

### DECLARO QUE:

El proyecto de grado titulado “INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DEL SISTEMA DE TRANSPORTE ELEVADO Y HORNO CHAMUSCADOR DE PORCINOS DEL CAMAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE TULCÁN”, ha sido desarrollado con base a investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de página correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en bibliografía.

Consecuente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 4 de Mayo de 2015



---

Cristian Antonio Vásquez Benavides

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**

**INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Cristian Antonio Vásquez Benavides

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la institución, el proyecto de grado titulado “INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DEL SISTEMA DE TRANSPORTE ELEVADO Y HORNO CHAMUSCADOR DE PORCINOS DEL CAMAL MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE TULCÁN” cuyo contenido, ideas y criterios es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 4 de Mayo de 2015



---

Cristian Antonio Vásquez Benavides

## DEDICATORIA

*Este proyecto está dedicado a dos pilares fundamentales en mi vida. El primero Dios, ese ser Supremo que nunca te abandona y que guía tu camino, a mis queridísimos padres, esos seres incondicionales de cariño permanente y carácter sobreprotector que nunca hicieron que me faltara nada y que nadie me hiciera daño*

*Cristian Antonio Vásquez Benavides*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por llenarme de bendiciones y permitirme culminar esta etapa de mi vida*

*A mi madre Julia el amor de mi vida por siempre estar a mi lado sin importar la situación en la que me encuentre y nunca permitir que me rinda.*

*A mi padre Olmedo por ser tutor a lo largo de mi vida estudiantil y despertar en mí la curiosidad de la ingeniería.*

*A todos mis primos, compinches de la vida, gestores de grandes alegrías y buenos aprendizajes.*

*A mis tías por siempre estar pendiente de mí, por ser mis segundas madres.*

*A mis pocos pero sinceros amigos, compañeros de grandes batallas con los que compartimos victorias y derrotas.*

*A mis Directores de tesis Ing. Hugo Ortiz e Ing. Alexander Ibarra por mostrar una gran disposición y ser guías y asesores de este proyecto.*

*Cristian Antonio Vásquez Benavides*

## ÍNDICE

CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia .....	3
1.3 Alcance del proyecto .....	4
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos .....	6
CAPÍTULO 2.....	7
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1 Características generales del sector porcino en Ecuador .....	7
2.2. La cadena productiva de porcinos.....	8
2.3 Producción y tasa de extracción.....	9
2.3.1 Producción.....	9
2.3.2 Tasa de extracción .....	12
2.4 Características de los mataderos en Ecuador .....	12
2.5 Reglamentación para mataderos de porcinos .....	13
CAPÍTULO 3.....	14
DESCRIPCION DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE PORCINOS.....	14
3.1 Proceso Ante-Morten.....	16
3.1.1 Recepción .....	16
3.1.2 Inspección .....	16
3.1.3 Traslado. ....	17

3.2 Operaciones de matanza y preparación del canal.....	18
3.2.1 Noqueo.....	18
3.2.2 Izamiento.....	18
3.2.3 Área de desangre.....	20
3.2.4. Transferencia.....	22
3.2.5. Escaldado-depilación.....	22
3.2.6 Evisceración.....	24
3.3 Operaciones Post-morten.....	26
3.3.1 Corte en canales.....	26
3.3.2 Lavado.....	26
3.3.3 Pesaje.....	27
3.3.4. Oreo.....	27
3.3.5 Despacho.....	28
CAPÍTULO 4.....	29
INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE.....	29
4.1. Ingeniería Básica.....	29
4.1.1. Estado actual de los equipos.....	29
4.1.1.1. Polipasto para zona1.....	30
4.1.1.2. Transportador biriel zona1.....	30
4.1.1.3. Cuba de sangrado.....	32
4.1.1.4. Máquina combinada escaldadora – depiladora.....	33
4.1.1.5. Polipasto para zona2.....	34
4.1.1.6. Gancho biriel.....	35
4.1.1.7. Transportador biriel zona 2.....	35

4.1.1.8. Chamuscador.....	36
4.1.1.9. Lavado.....	36
4.1.1.10. Mesa de evisceración.....	37
4.1.2. Ubicación de los equipos actuales en el camal.....	38
4.1.3. Requerimientos del sistema.....	38
4.1.3.1. Sensado de señales.....	38
4.1.3.1.1. Tensiómetro.....	39
4.1.3.1.2. Interruptor final de carrera.....	39
4.1.3.1.3. Sensores de proximidad.....	39
4.1.3.1.4. Detector de Flama.....	40
4.1.3.1.5. Sensor de temperatura – Termocupla.....	40
4.1.3.1.6. Transmisor de temperatura.....	41
4.1.3.2. Actuadores.....	41
4.1.3.2.1. Motor eléctrico DC.....	41
4.1.3.2.2. Motor eléctrico AC.....	41
4.1.3.2.3. Variador de Frecuencia.....	42
4.1.3.2.4. Válvulas solenoide para gas.....	43
4.1.3.2.5. Ignición por chispa eléctrica.....	43
4.1.3.2.6. Blower.....	44
4.1.3.2.7. Contactor.....	44
4.1.3.2.8. Relé.....	45
4.1.3.2.9. Relé de interfaz.....	45
4.1.3.3. Fuente de 24VDC.....	46
4.1.3.4. Sistema de control.....	46

4.1.3.5. Monitoreo y Supervisión .....	47
4.1.3.6. Software. ....	48
4.1.3.7. Dispositivos de protección. ....	48
4.1.3.7.1. Interruptor automático .....	49
4.1.3.7.2. Guardamotor. ....	49
4.1.3.8. Otros elementos .....	50
4.1.3.8.1. Pulsadores.....	50
4.1.3.8.2. Luces Piloto .....	50
4.1.3.8.3. Tablero de control.....	50
4.1.3.8.4. Tuberías, mangueras y canaletas .....	51
4.1.4. Diagramas .....	51
4.1.4.1. Diagrama P&ID.....	51
4.1.4.2. Diagrama de flujo de proceso.....	52
4.1.4.3. Diagrama de conexiones eléctricas.....	52
4.1.4.4. Diagrama de fuerza .....	52
4.1.4.5. Diagrama de montaje .....	52
4.1.4.6. Diagramas de bloques PLC.....	52
4.1.4.7. Diagrama de bloques del control de lazo cerrado del sistema. .	54
4.1.4.8 Diagrama de Comunicación. ....	55
4.2. Ingeniería de Detalle .....	56
4.2.1. Descripción de equipos. ....	56
4.2.1.1. PLC CompactLogix 1768.....	56
4.2.1.1.1. Controlador 1768-L43.....	57
4.2.1.1.2. Fuente 1768-PA3 .....	58

4.2.1.1.3. Módulo de entrada 1769 – IQ16F .....	59
4.2.1.1.4. Módulo de salida 1769 – OB16P .....	60
4.2.1.1.5. Módulo de entrada 1769-IF4 .....	61
4.2.1.1.6. Módulo de Salidas 1769-OF2 .....	63
4.2.1.1.7. Módulo De Comunicación 1768-ENBT/A .....	65
4.2.1.2. Variador de Frecuencia PowerFlex .....	66
4.2.1.3. Motor Eléctrico W22 .....	67
4.2.1.4. Motor eléctrico TENV .....	68
4.2.1.5. Válvula solenoide 8235. ....	68
4.2.1.6. Blower BB600-ar .....	70
4.2.1.7. Ignición de chispa.....	71
4.2.1.8. Tensiómetros - celda de carga .....	72
4.2.1.9. Sensor de temperatura.....	73
4.2.1.10. Transmisor de temperatura. ....	74
4.2.1.11. Fines de carrera Nema 802X.....	74
4.2.1.12. Sensor de Proximidad 875C.....	76
4.2.1.13. Detector de flama. ....	77
4.2.1.14. Fuente de alimentación de 24 VDC .....	78
4.2.1.15. Relé Estado Solido .....	79
4.2.1.16. Contactor. ....	80
4.2.1.17. Guardamotor .....	81
4.2.1.18. Disyuntor 2 y 3 polos .....	83
4.2.1.19. Relé de interfaz. ....	84
4.2.1.20. Interruptor de protección.....	84

4.2.1.21. Luces.....	85
4.2.1.22. Pulsadores.....	86
4.2.1.23 Tablero de control.....	87
4.2.1.24. Monitoreo PC.....	88
4.2.2 Asignación de entradas - salidas del PLC .....	90
4.2.3. Dimensionamiento de equipos. ....	92
4.2.3.1. Válvula solenoide .....	92
4.2.3.2. Motores eléctricos .....	95
4.2.3.2.1. Motor trifásico. ....	95
4.2.3.2.2. Motor corriente continua. ....	97
4.2.3.3. Contactor para chispa de ignición .....	97
4.2.3.4. Relé de estado sólido para blower. ....	97
4.2.3.5. Relé de interfaz. ....	99
4.2.3.6. Dimensionamiento de conductores. ....	100
4.2.3.6.1. Método de cálculo del conductor por caída de tensión.....	101
4.2.3.6.2 Motores trifásicos .....	106
4.2.3.6.3. Motor DC .....	108
4.2.3.6.4. Conductor Interruptor automático - Variador de frecuencia .	109
4.2.3.6.5. Conductores Interruptor automático – Blower. ....	110
4.2.3.6.6. Conductor Interruptor automático – Ignición de chispa .....	111
4.2.3.6.7. Conductor Interruptor automático – PLC .....	111
4.2.3.7. Dimensionamiento de Protecciones .....	112
4.2.3.8. Dimensionamiento tablero de control. ....	118
4.2.4. Variador de frecuencia .....	121

4.2.5. Software .....	122
4.2.5.1. Algoritmo y rutina de programación.....	122
4.2.5.1.1. Rutina principal.....	123
4.2.5.1.2. Subrutina Stop.....	124
4.2.5.1.3 Subrutina Izamiento.....	124
4.2.5.1.4. Subrutina Área de Desangre .....	125
4.2.5.1.5. Subrutina Escaldado – Depilación.....	125
4.2.5.1.6. Subrutina Transferencia .....	126
4.2.5.1.7. Subrutina Chamuscado .....	126
4.2.5.1.7.1. Subrutina Encendido de Flama. ....	128
4.2.5.1.8. Subrutina Lavado .....	128
4.2.5.1.9. Subrutina Evisceración .....	128
4.2.6. Diagrama de Flujo de Proceso .....	130
4.2.7. Planos eléctricos .....	131
4.2.7.1. Plano P&ID.....	131
4.2.7.2. Plano de Gancho y Polea para faenado de Porcinos .....	133
CAPÍTULO 5.....	134
ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.....	134
5.1. VAN .....	134
5.1.1. Determinar la inversión inicial.....	135
5.1.2. Periodo de tiempo .....	138
5.1.3. Calcula las entradas de caja para cada periodo de tiempo .....	138
5.1.4. Calculo de salidas de caja.....	138
5.1.5. Suma tus flujos de caja descontados y resta tu inversión inicial. ....	139

5.2 TIR.....	140
5.3 Análisis.....	141
CAPÍTULO 6.....	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
6.1 Conclusiones.....	142
6.2 Recomendaciones.....	143
BIBLIOGRAFÍA.....	144
ANEXOS.....	148

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1	Volumen de Faenamiento de Ganado Porcino Anual .....	10
Tabla 2	Volumen de Faenamiento de Porcinos 1° Semestre. ....	10
Tabla 3	Volumen de Faenamiento de Porcinos 2° Semestre. ....	11
Tabla 4	Polipasto para zona1 .....	31
Tabla 5	Transportador biriel zona1 .....	32
Tabla 6	Máquina combinada escaldadora – depiladora.....	33
Tabla 7	Polipasto para zona2 .....	34
Tabla 8	Transportador biriel zona 2 .....	35
Tabla 9	Señales del PLC .....	46
Tabla 10	PLC CompactLogix 1768.....	56
Tabla 11	Fuente 1768-PA3.....	58
Tabla 12	Módulo de entrada 1769 – IQ16F .....	59
Tabla 13	Módulo de salida 1769 – OB16P .....	60
Tabla 14	Módulo de entrada 1769-IF4.....	61
Tabla 15	Módulo de Salidas 1769-OF2 .....	63
Tabla 16	Módulo De Comunicación 1768-ENBT/A.....	65
Tabla 17	Variador de Frecuencia PowerFlex.....	66
Tabla 18	Motor Eléctrico W22 .....	67
Tabla 19	Motor eléctrico TENV.....	69
Tabla 20	Válvula solenoide 8235.....	69
Tabla 21	Blower BB600-ar.....	71
Tabla 22	Ignición de chispa .....	72
Tabla 23	Tensiómetros - celda de carga .....	73
Tabla 24	Sensor de temperatura .....	74
Tabla 25	Transmisor de temperatura.....	75
Tabla 26	Fines de carrera Nema 802X.....	75
Tabla 27	Sensor de Proximidad 875C .....	76
Tabla 28	Detector de flama .....	77

Tabla 29	Fuente de alimentación de 24 VDC .....	79
Tabla 30	Relé Estado Solido .....	80
Tabla 31	Contactador .....	81
Tabla 32	Guardamotor.....	82
Tabla 33	Disyuntor.....	83
Tabla 34	Relé de Interfaz .....	84
Tabla 35	Interruptor de protección.....	85
Tabla 36	Luces .....	86
Tabla 37	Pulsadores.....	86
Tabla 38	Tablero de control.....	87
Tabla 39	Monitoreo PC.....	89
Tabla 40	Ubicación de slots en el PLC .....	90
Tabla 41	Direcciones de entradas y salidas del PLC .....	90
Tabla 42	Características de válvulas solenoides .....	94
Tabla 43	Eficiencia n de acuerdo especificaciones del motor .....	96
Tabla 44	Modelo de Contactores.....	98
Tabla 45	Modelo de relés .....	99
Tabla 46	Corriente de los elementos de corriente continua.....	100
Tabla 47	Modelo de relé de interfaz .....	100
Tabla 48	Conductividad de los materiales .....	101
Tabla 49	Principales tipos de aislantes de conductores .....	102
Tabla 50	Fórmulas de Sección del conductor.....	104
Tabla 51	Calibre AWG de conductores .....	104
Tabla 52	Especificaciones técnicas del motor WEG .....	113
Tabla 53	Modelo de Guardamotores .....	115
Tabla 54	Modelos de interruptores .....	116
Tabla 55	Modelo de disyuntores .....	117
Tabla 56	Primer cifra característica de grado de protección.....	118
Tabla 57	Segunda cifra característica de grado de protección .....	119
Tabla 58	Simbología del diagrama de flujo.....	131

Tabla 59	Nomenclatura del diagrama P&ID .....	132
Tabla 60	Lista de componentes técnicos.....	135
Tabla 61	Componentes Profesionales.....	137
Tabla 62	Entradas de Caja .....	138
Tabla 63	Calculo de VAN .....	139

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Fachada Centro de Faenamiento .....	3
Figura 2. Diagrama de flujo proceso de un matadero de porcinos.....	15
Figura 3. Traslado de cerdos por mangas. ....	16
Figura 4. Inspección de veterinario a los porcinos .....	17
Figura 5. Traslado a la etapa de noqueo .....	18
Figura 6. Caja de potencia para el noqueo .....	19
Figura 7. Teclé eléctrico.....	20
Figura 8. Área de Desangre.....	21
Figura 9. Tanque de acero inoxidable.....	22
Figura 10. Sistema de rieles .....	23
Figura 11. Tanque para inmersión .....	23
Figura 12. Horno Chamuscador .....	24
Figura 13. Transporte de vísceras .....	25
Figura 14. Corte de canales.....	26
Figura 15 Zona de Oreo.....	27
Figura 16. Delimitación de las zonas de faenado .....	30
Figura 17. Cuba de sangrado .....	32
Figura 18. Gancho biriel.....	35
Figura 19. Chamuscador.....	36
Figura 20. Lavado .....	37
Figura 21. Mesa de evisceración .....	37
Figura 22. Distribución elementos para el faenado del porcino .....	38
Figura 23. Módulos de entradas analógicas y discretas .....	53
Figura 24. Módulo de salidas analógicas y discretas .....	53
Figura 25. Esquema del sistema.....	54
Figura 26. Diagrama de comunicación.....	55
Figura 27. Controlador 1768-L43 .....	58
Figura 28. Caída de tensión por tramos.....	107

Figura 29. Longitud del conductor.....	108
Figura 30. Diagrama de flujo: Rutina Principal.....	123
Figura 31. Diagrama de flujo: Subrutina Stop .....	124
Figura 32. Diagrama de flujo: Subrutina Izamiento .....	124
Figura 33. Diagrama de flujo: Subrutina Área de Desangre.....	125
Figura 34. Diagrama de flujo: Subrutina Escaldado – Depilación .....	126
Figura 35. Diagrama de flujo: Subrutina Transferencia.....	127
Figura 36. Diagrama de flujo: Subrutina Chamuscado .....	127
Figura 37. Diagrama de flujo: Subrutina Encendido de Flama.....	128
Figura 38. Diagrama de flujo: Subrutina Lavado .....	129
Figura 39. Diagrama de flujo: Subrutina Evisceración .....	129
Figura 40. Diagrama de flujo del proceso de faenamiento de porcinos ....	130

## **RESUMEN**

El presente proyecto abarca una ingeniería básica y de detalle de dos etapas de la línea de faenado de porcinos como son el transporte elevado y el horno chamuscador, proyecto elaborado para la Empresa Pública Municipal de Rastro de Tulcán EPMUR-T. El proyecto empieza con una introducción acerca de los camales, las características de los camales en el Ecuador, en que reglamentación se basan así como también la descripción de cada etapa del faenado del porcino. El diseño propiamente dicho arranca con la ingeniería básica que tiene como objetivo saber el estado actual en que se encuentran los equipos, los requerimientos necesarios para los nuevos componentes para que al momento de acoplarse no exista problema alguno, luego da lugar a la ingeniería de detalle que se fundamenta en la primera ingeniería, aquí se describe y se dimensiona los equipos y/o elementos, además de crear planos de carácter eléctrico y civil. Al final del proyecto se elabora un análisis costo/beneficio, que permita a la Empresa Pública Municipal de Rastro de Tulcán EPMUR-T ofrecer un mejor servicio siendo más seguro y eficiente para que el producto final del faenado sea de mejor calidad.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **HORNO CHAMUSCADOR**
- **TRANSPORTE ELEVADO**
- **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**
- **MOTORES ELECTRICOS**
- **SENSORES**

## **ABSTRACT**

The present project covers a basic and detail engineering of two stage of pig slaughtering such as the overpasses transportation and the oven heater. The project has been elaborated to the “Empresa Pública Municipal de Rastro de Tulcán EPMUR-T”. This project begin with a brief introduction about pig slaughtering centers; besides theirs’ features and law regulations in Ecuador; likewise, the description of each stage of the porcine slaughtering. The design start with the basic engineering which the main goal is to know the current equipment status and the all necessary requirements for the new components in order to avoid coupling problems. Furthermore, it continues with the detail engineering, which is based in the first engineering, it describes and measures the equipment and parts; similarly, it allow to create civil and electric drawings. At the end of the project it was performed the cost-benefit ratio analysis, which conducts to the “Empresa Pública Municipal de Rastro de Tulcán EPMUR-T” to provide better services that allow to assure the final slaughtered product quality and finally to work with efficiency and safety.

### **KEYWORDS:**

- **OVEN HEATER**
- **OVERPASSES TRANSPORTATION**
- **PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER**
- **ELECTRICAL MOTOR**
- **SENSORS**

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### **1.1 Antecedentes.**

Con el advenimiento de la revolución industrial, hace más de 150 años, se transformó para los propietarios en objetivo económico el estudio de la ordenación de sus fábricas. No fue ajeno a esta transformación el sector de los mataderos.

La estructura de los mataderos se manda actualmente por razones económicas, al igual que el resto de industrias agroalimentarias, sobre todo por necesidades tecnológicas. Estos avances a partir de la segunda mitad del siglo XX han incrementado notablemente la capacidad de rendimiento de los mataderos, lo que ha implicado una mayor concentración de los sacrificios, ya que, únicamente, con el aprovechamiento al máximo de estos establecimientos se pueden recuperar los elevados costes de construcción y de explotación. (Vásquez L. )

El diseño de los mataderos se debe hacer por tanto bajo unas premisas diferentes a como se hacía antiguamente, particularmente desde el punto de vista higiénico, tecnológico y funcional.

En Tulcán, desde hace más de una década, el Camal dejó de cumplir con las especificaciones técnicas y a la vez, se perdieron las características alimenticias a favor de la población. Sus instalaciones construidas hace más de

30 años se deterioraron con el pasar del tiempo y junto a ella, su maquinaria y equipamiento. Jamás contó con un sistema de refrigeración; es decir, todos sus productos estaban a disposición de bacterias e incluso, de animales que invaden el sector. En relación a la transportación de la carne, bastaba un vehículo cualquiera. Así llegaba a los mercados y despensas, sin ninguna seguridad y garantía. Esa era la carne del día en los hogares de los tulcanes y carchenses.

Las autoridades de salud miraron con preocupación las condiciones de insalubridad del camal, se señaló que ese lugar no brinda las garantías necesarias para el expendio del producto. Se calificó al problema como un tema crónico. Con el propósito de contribuir eficazmente al cuidado y mantenimiento de la salud ciudadana, y específicamente en lo que se refiere al Camal Municipal, se ha emprendido un amplio trabajo tendiente a mejorar sus instalaciones y completo equipamiento.

La Alcaldía Municipal dentro de sus realizaciones administrativas tuvo el interés en construir un nuevo centro de faenamiento y de esta manera dar solución a la problemática sanitaria que presentaba el anterior camal municipal. Es por eso que en sesiones Ordinarias de Consejo Municipal de 8 y 26 de enero de 2010, se aprobó la ordenanza de creación de la Empresa Pública de Rastro – Tulcán EPMUR-T que paralelamente aprueba la construcción del Moderno Centro de Faenamiento con una inversión de 2 millones de dólares cuyo objetivo es manejar los aspectos técnicos, sanitarios y económicos, brindando a la población productos cárnicos con estándares de calidad, sanidad e inocuidad.

Es así que se inauguró el nuevo camal de Tulcán el 3 Enero de 2012 que tiene la capacidad de procesar más 20 porcinos por día lo cual permitirá convertirse en una empresa productora de carne regional prestando incluso sus servicios de forma binacional.



**Figura 1. Fachada Centro de Faenamiento**

## **1.2 Justificación e importancia**

El Camal Municipal de Tulcán presta un servicio de suma importancia tanto para los productores como para los consumidores de carne de la ciudad y sus inmediaciones, por lo tanto, debe proporcionar las condiciones de higiene para asegurar la salud de los ciudadanos mediante la automatización de todos sus procesos.

Durante sus años de funcionamiento, no se han efectuado mejoras en el proceso de faenamiento de ganado porcino, estancamiento que no corresponde a las crecientes demandas de los consumidores, quienes exigen sus derechos amparados en la ley ecuatoriana. Por tal se mejorara las condiciones operativas del Camal Municipal a través de la mejora de procesos.

Cabe destacar que la infraestructura aunque no presente problemas críticos, observadores nacionales como delegados del Ministerio de Producción MIPRO, Ministerio del Medio Ambiente y Comisión Nacional de Mataderos e Internacionales (Empresarios Españoles) han dado su dictamen en que tiene que mejorar este centro de faenamiento, en procesos como el anestesiado, el noqueo del animal, su traslado en cada etapa, el escaldado y el depilado. Por

este motivo al Camal le urge una mejora inmediata que permita agilizar el proceso sin necesidad de ampliar sus instalaciones.

Otro agregado de importancia es la inconformidad de los dueños de los animales faenados debido a que el proceso post muerte no se hace con cautela, resultando patas rotas, órganos quemados, piel mal desollada, que finalizan en una rebaja del precio del animal perjudicando su venta.

En lo que al proceso de chamuscado se refiere actualmente se realiza de forma manual, un operario usa un soplete alimentado con GLP<sup>1</sup> de manera rudimentaria y con poca uniformidad en el quemado o chamusque del porcino, retrasando el proceso y la calidad del producto. Referente al transporte elevado del porcino se realiza de forma manual por varios operarios, empujando al animal de una etapa a otra, además cambiándolo de altura dependiendo de la etapa que se esté realizando poniendo en riesgo la integridad del operador y del porcino.

### **1.3 Alcance del proyecto**

En cuanto a las características y procesos tecnológicos del EPMUR-T deben estar orientados, entre otros, a los siguientes condicionamientos:

- Se deberá incluir los siguientes equipos: Sistema de riel a lo largo de todo el proceso de faenamiento, tecles elevadores, tina de escaldado para cerdos, carretillas y equipos para la movilización y el lavado de vísceras, tarimas estacionarias, ganchos, utensilios y accesorios para productos comestibles y no comestibles de material inoxidable.
- Se realizará un análisis de la mejor alternativa tecnológica a utilizar con los respectivos análisis técnicos económicos y de viabilidad en su

---

<sup>1</sup> GLP: Gas licuado de petróleo

aplicación en nuestras condiciones operativas. De este análisis de describirá la maquinaria y equipos a implementar en cada etapa

Por lo que en el proyecto se diseñará la automatización de dos etapas de gran importancia que permiten ayudar al faenamiento del porcino y lograr cumplir ciertos requerimientos del Camal. Para ello se realizará la ingeniería básica y de detalle que definirá el alcance técnico y económico del proyecto que permita la consecución de fondos para que EPMUR-T pueda obtener el financiamiento requerido para la ejecución de:

**Horno chamuscador.** Lo que se necesita es un chamuscador automático que sirve para eliminar el resto de pelo que haya podido quedar después del proceso de depilado y tener un cuero apto para el consumo humano, es decir libre de microorganismos y bacterias, se define entonces todos y cada uno de los subsistemas, componentes o partes que integran este horno chamuscador, en el que de forma global se equipara de columnas de quemadores con encendido electrónico automático de forma que cuando pasa el animal, se activen dichos quemadores, provocando una llama que abarca todo el animal, siendo regulables, el inicio, el tiempo y la intensidad usando de combustible gas natural o gas licuado de petróleo. Antes de ingresar el porcino al horno se colocara uno sensor que indiquen el peso que tiene el porcino para que se prendan determinado tiempo los quemadores para ser más eficientes en el consumo de combustible.

**Rieles y Transporte.** Definiremos los lineamientos generales para realizar el transporte elevado del porcino de forma automática, se diseñara el introductor que dosificara los “carros” en el transportador<sup>2</sup> en el que se pueda adaptar al biriel, la tracción se realizara mediante transmisión directa con motor adaptando a un variador de frecuencia para conseguir la velocidad que se necesite según las necesidades de matanza. El transporte tendrá inicio en el sangrado hasta llegar al chamuscador.

---

<sup>2</sup> Transportador es la unión de un motor y cinta transportadora.

Se adicionara un panel conectado a un PLC para que un operario atienda las necesidades de producción en cada etapa del faenamamiento, se ubicara a lo largo de la vía sensores y actuadores para que el cambio sea automático del tal forma que sea seguro para el operario y el animal.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Realizar la ingeniería básica y de detalle del sistema de transporte elevado y horno chamuscador de porcinos del camal municipal de la ciudad de Tulcán.

### **1.4.2 Específicos**

- Considerar los requerimientos del camal para tener bases y criterios del diseño a realizar
- Efectuar la ingeniería básica y de detalle del transporte superior del animal a través de rieles, teniendo en cuenta los requerimientos del camal, sus especificaciones básicas y su presupuesto
- Efectuar la ingeniería básica y de detalle del chamuscado del porcino, teniendo en cuenta eficiencia del combustible y el área establecida para este proceso
- Realizar el análisis de los costos de la implementación de los procesos industriales a realizar.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **2.1 Características generales del sector porcino en Ecuador**

No existen datos oficiales que digan cuál es la situación actual del sector porcino, a cuánto asciende la población o cómo mejorar la crianza de cerdos. Se habla de una población de entre 100 mil y 150 mil cerdas madres repartidas en un sinnúmero de granjas porcinas, la mayoría en manos de pequeños y medianos productores. (Gobierno Municipal, 2012)

El sector porcicultor tiene posibilidades de crecer en el país. Pero existen factores que lo impiden como la desorganización, los malos sistemas de crianza y de comercialización de cerdos, la falta de nuevas líneas de genética, así como mataderos modernos que permitan una excelente calidad. (ASPE, 2011)

La actividad empresarial dedicada al sector porcícola ha realizado un importante esfuerzo en términos del desarrollo de la productividad de la industria de la carne de cerdo, buscando mejorar su competitividad al interior de la cadena productiva, con miras a fortalecer su participación en el mercado interno y crear opciones en el mercado externo. Los avances en tecnificación de las explotaciones porcícolas y en el mejoramiento de los parámetros productivos, darán como resultado un producto de excelente calidad: carne de

cerdo con alta proporción de magro y las mejores propiedades nutricionales. (Caiza, 2002)

## **2.2. La cadena productiva de porcinos**

En los actuales momentos, el sector porcino es uno de los sectores agro-productivos que menos eficiencia tiene y uno de los sectores que está atravesando una gran crisis, por diferentes factores. El sector porcino requiere buscar la fórmula que le permita estimular esa eficiencia tan necesaria y así lograr la calidad que exige. Existen factores impulsores y restrictivos que afectan esta cadena en los que tenemos:

Factores impulsores:

- Interés de parte de los productores del circuito para organizarse y solucionar el problema.
- Capacidad del recurso humano capaz para el diseño y puesta en marcha de los planes de mejoramiento del manejo de cerdos.
- Disponibilidad de tierras para el desarrollo de cultivos nativos como fuente alternativa de proteína para la elaboración de alimentos balanceados para los porcinos.
- Existencia de leyes aplicables para los mataderos de cerdos.

Factores restrictivos:

- Falta de interés de parte de los organismos del estado relacionados con el sector (MIPRO Y AGROCALIDAD) en realizar una investigación exhaustiva del problema, de generar soluciones y desarrollar un programa que permita su aplicación con su respectivo monitoreo.
- Alto costo para la implantación de nuevas tecnologías que permitan solucionar el problema.

- Interés personal de parte de un actor de la cadena que impida que la misma tenga el desenvolvimiento esperado con la aplicación de correctivos.
- Implementación de tecnologías para la producción de fuentes proteicas alternativas de producción nacional que permita la sustitución del 60 % de las fuentes proteicas de origen importado.
- Aumentar el rendimiento de los cereales, que su uso este destinado a la producción de alimentos concentrados para animales.
- Incorporación de planes para el mejoramiento de la calidad de las carnes que van destinadas al consumo fresco y de uso industrial.
- Desarrollar programas de información con basamento científico real que permita incentivar el consumo de la carne fresca de cerdo en la población.
- Promoción de las ferias porcinas, ofreciendo los productos a precios solidarios con el objetivo que los diferentes estratos de la población puedan tener accesibilidad a los productos.

(Feraz, Delgado, & Rafael, 2002)

## **2.3 Producción y tasa de extracción**

### **2.3.1 Producción.**

Los volúmenes de faenamiento de esta especie representan el 53% del total del sacrificio mensual del Cantón. Para los porcinos, se indica que por cada 1.000 habitantes se deben consumir 2 animales, lo cual equivaldría a 169 porcinos por día. En el Cantón Tulcán se faenan entre 15 y 20 porcinos

promedio diario lo que representa un 13,60% menos sobre el teórico esperado. (Gobierno Municipal, 2012)

Los días de mayor sacrificio de cerdos son los días miércoles y sábado, en donde se observan picos de faenamiento hasta de 23 animales diarios. En algunas semanas del año, en especial para las festividades, se puede observar que estos picos, los días viernes, pueden alcanzar los 34 animales.

En la Tabla 1, se relacionan el faenamiento efectuado durante los años 2010, 2011 y 2012, años del último censo efectuado en el camal.

**Tabla 1**

**Volumen de Faenamiento de Ganado Porcino Anual**

<b>Años</b>	<b>Faenamiento anual</b>	<b>Faenamiento mensual</b>	<b>Faenamiento semanal</b>	<b>Faenamiento diario</b>
<b>2010</b>	3.997	333	83	17
<b>2011</b>	3.820	318	80	16
<b>2012</b>	4.209	351	88	18

**Fuente: Administración del Camal Municipal.**

El anterior cuadro muestra una disminución del sacrificio de porcinos, entre el año 2010 y 2011 del 4,42%. Entre los años 2011 y 2012, un crecimiento en el sacrificio del 10%.

Con el ánimo de determinar una proyección del sacrificio de porcinos hacia futuros, se efectuará un análisis del comportamiento histórico mensual del sacrificio de porcinos en los años 2011, 2012 y 2013. En la Tabla 2, se presenta la relación mensual del sacrificio, en el primer semestre, de esos años.

**Tabla 2**

**Volumen de Faenamiento de Porcinos 1° Semestre.**

<b>Año</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Total</b>
------------	--------------	----------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------

<b>2010</b>	287	330	360	268	335	268	1848
<b>2011</b>	370	321	363	302	365	340	2061
<b>2012</b>	267	267	251	195	342	419	1741
<b>2113</b>	300	311	394	317	463	567	2352

**Fuente: Administración del Camal Municipal.**

Analizando el cuadro anterior, se observa que se presentó un incremento del 11,52% en el sacrificio de porcinos entre los años 2010 y 2011; entre los años 2011 y 2012 se presentó una disminución en el sacrificio del 15,52% y, con relación al primer semestre del 2013 comparado con el mismo periodo del año 2012, se presenta un incremento del 35,09%. En esta última variación, que es significativa, no se encontró alguna explicación sustentable.

Como punto de comparación, se relaciona en la Tabla 3, los sacrificios realizados en el segundo semestre de los años 2010, 2011, 2012. Igualmente, se presenta la proyección de los sacrificios para el segundo semestre del año 2013, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento promedio histórica entre el primero y segundo semestre de los años 2010, 2011 y 2012.

**Tabla 3**

**Volumen de Faenamiento de Porcinos 2° Semestre.**

<b>Año</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Total</b>
<b>2010</b>	331	322	276	237	558	425	<b>2.149</b>
<b>2011</b>	299	356	294	255	175	380	<b>1.759</b>
<b>2012</b>	402	444	408	398	314	502	<b>2.468</b>
<b>2013</b>	<b>447</b>	<b>447</b>	<b>447</b>	<b>447</b>	<b>447</b>	<b>447</b>	<b>2.681</b>

**Fuente: Administración del Camal Municipal.**

Analizando el comportamiento del sacrificio entre el primer y segundo semestre para cada año, se observa un promedio de crecimiento del 14%.

Tomando como base de crecimiento entre primero y segundo semestre del año, para el año 2013 se tendría un total de 2.681 porcinos sacrificados, con un promedio mensual de 447 animales. Sumados los valores para el primero y segundo semestre del año 2013, identifican un sacrificio para ese año de 5.033 animales, lo cual indica un crecimiento del 19,57%, en relación al año 2012.

Del total de los porcinos sacrificados, el 80% son chamuscados y el 20% son escaldados y, se destinan para consumo en forma de hornado.

### **2.3.2 Tasa de extracción**

Para la tasa de extracción con la que se debería iniciar el 2015, se han analizado los valores que se le están cobrando a los tercenistas en la actualidad por parte de las señoras que lavan las vísceras, las personas arreglan cabezas y patas y, el valor del transporte. Estos valores indican un cobro por porcino entre USD 4,25 y USD 4,25 dependiendo del tamaño del animal. A estos valores se debe adicionar el impuesto de ingreso al camal que cobra el municipio, que es de USD 0,80.

## **2.4 Características de los mataderos en Ecuador**

Los Municipios del país están en deuda con la ciudadanía. El desposte de porcinos no reúne las adecuadas condiciones de higiene, por lo que Agrocalidad, en sus visitas periódicas a los distintos camales, está obligando a que se cumpla con lo dispuesto en la Ley de Sanidad Animal y Mataderos.

Las inspecciones han permitido detectar deficiencias tanto en el manejo de las reses como de porcinos, equipamiento del personal y la falta de infraestructura adecuada para la ejecución de estas tareas.

Según Agrocalidad, carecen de equipamiento para las personas que faenan, no hay rieles, las paredes no cuentan con pintura adecuada o baldosa, no hay un sitio de descanso de los animales antes de ser sacrificados, no hay

guías de movilización ni rampas por donde se bajen los animales de los vehículos que los transportan, también los locales carecen de utensilios para faenar y desinfectantes, no hay vehículos para transportar la carne a los centros de expendio, los desechos y la sangre desfogan en las quebradas, no hay obras complementarias como instalaciones sanitarias y el cuchillo es la herramienta para el sacrificio de los animales. (Hora, 2013)

## **2.5 Reglamentación para mataderos de porcinos**

En esta sección incursionaremos las normas y reglamentos que infieren en nuestro proyecto tanto en la estructura como trato del animal a faenar. Para ello se ha tomado en cuenta dos normativas y reglamentos. La primera es del Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma INEN 1218 (1985- 02) la que nos habla sobre el procedimiento de faenamamiento del animal y la FAO Food and Agriculture Organization un reglamento a la Ley sobre Mataderos Inspección, Comercialización e Industrialización de la Carne que nos dice los requisitos para poner en funcionamiento el camal, así también como la aprobación para la construcción.

Los documentos descritos se encuentran en el ANEXO A: Reglamentación de Mataderos

## **CAPÍTULO 3**

### **DESCRIPCION DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE PORCINOS**

El Centro de Faenamiento cuenta con la maquinaria y equipos necesarios para realizar el sacrificio y faenado de porcinos. Desafortunadamente estas dotaciones presentan un deterioro marcado o rudimentario, siendo necesario efectuar reformaciones en forma urgente.

Aunque se puede ver una mejora en la línea de porcinos donde se ha eliminado el trabajo de chamuscado en el piso y todo el proceso se realiza en los rieles, esto no es suficiente, el uso de demasiado personal, además de fallas graves en la limpieza de la parte superior de las paredes, los rieles y soportes de faenado, las plataformas de trabajo, los gachos de colgado, el tanque de escaldado de cerdos y la depiladora, la cual presenta una anomalía grave en el suministro de gas y la salida de los humos hacia el exterior.

Las operaciones que se llevan a cabo en el Camal se dividen en 3 etapas: proceso ante-mortem, operaciones de matanza y proceso post-mortem. En la Figura 2 divisamos que contiene cada etapa de faenado.

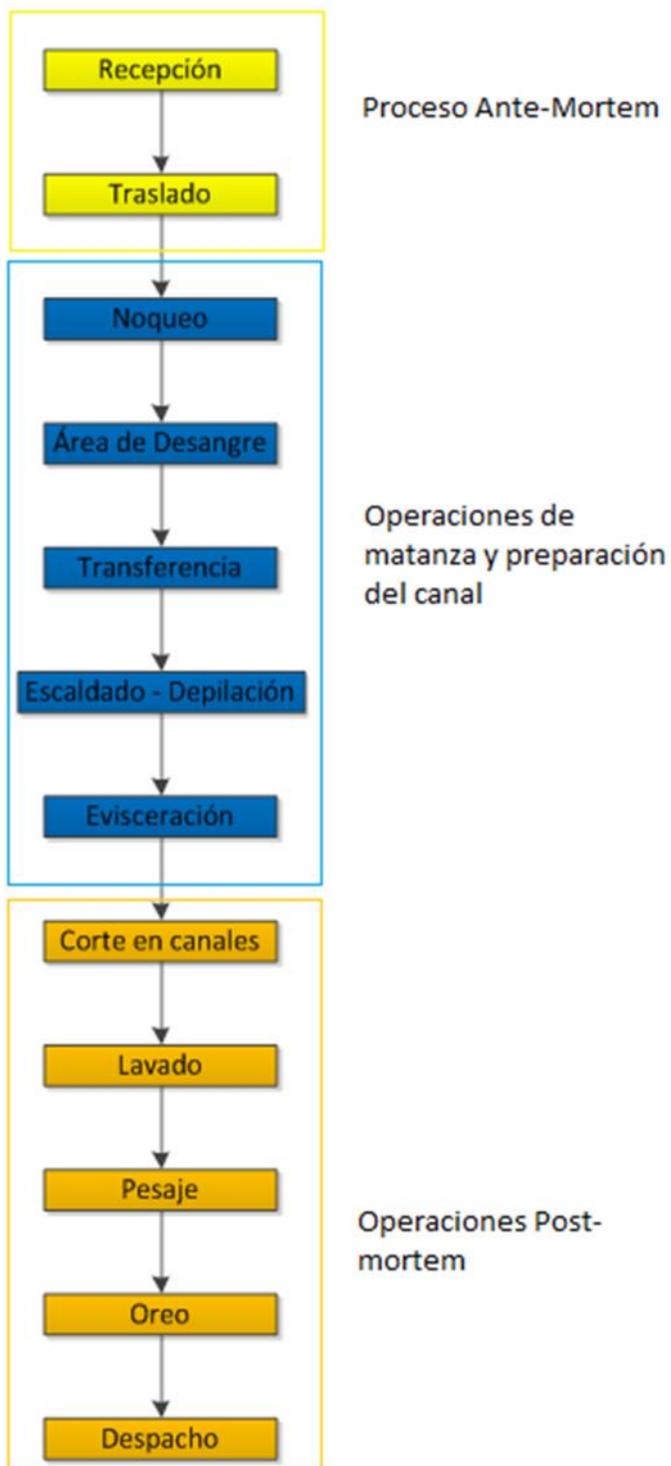


Figura 2. Diagrama de flujo proceso de un matadero de porcinos

### 3.1 Proceso Ante-Morten

#### 3.1.1 Recepción

Los animales llegan al Camal por vía terrestre hasta la zona de desembarco, se los envía por las mangas<sup>3</sup> se los traslada hasta los corrales, donde deberán permanecer mínimo 12 horas alimentados solo con agua.



**Figura 3. Traslado de cerdos por mangas.**

**Fuente: (Segunda, 2012)**

#### 3.1.2 Inspección

Es un examen visual del estado físico de los animales, en la Figura 4 se mira como el veterinario debe inspeccionar a los animales en búsqueda de

---

<sup>3</sup> Mangas. Pasillos por donde transitan los cerdos desde un punto a otro.

signos externos de enfermedad. Los animales que presenten características sospechosas serán aislados en cuarentena y sometidos a un chequeo clínico. Los animales que a criterio del veterinario no sean aptos para consumo humano serán decomisados e incinerados total o parcialmente.



**Figura 4. Inspección de veterinario a los porcinos**

**Fuente: (Marco, 2012)**

### **3.1.3 Traslado.**

A través de mangas como se ve en la Figura 5 se los traslada hasta el ingreso a la nave de faenamiento, se recomienda que el orden de faenamiento se haga por grupos de animales del mismo sexo, y que pertenezcan al mismo introductor<sup>4</sup>, para evitar confusiones, deben estar debidamente identificados,

---

<sup>4</sup> Introductor. Dueño o encargado de los porcinos.

antes de ingresar reciben una ducha de agua fría, la que a más de lavarlos les relaja, lo cual es en beneficio de la calidad de la carne.



**Figura 5. Traslado a la etapa de noqueo**

**Fuente: (Marco, 2012)**

## **3.2 Operaciones de matanza y preparación del canal**

### **3.2.1 Noqueo**

En esta etapa el operador desde una plataforma, de hormigón, ubicada paralelamente al cajón de noqueo, aturde al animal para evitar la tensión que produce la muerte y la emisión de anticuerpos que dañan a la carne, se acciona el seguro de la puerta de vaivén y el animal cae al área de izamiento.

El equipo requerido: se emplea electricidad de alto voltaje y bajo amperaje el mismo que es regulado dependiendo del tamaño del animal; se aplica con una varilla en forma de V entre las orejas. Ver Figura 6.

### **3.2.2 Izamiento**

El objeto de esta sección es el ubicar al animal en los rieles para todo el proceso, ya que según normas debe ser aéreo, impidiendo que la carne se

contamine teniendo contacto con el piso, en esta zona el animal debe permanecer hasta que deje de vomitar.



**Figura 6. Caja de potencia para el noqueo**

Precauciones: El operador debe tener cuidado al asegurar la pata del animal lo cual debe hacerse rápidamente, puede suceder que el animal reaccione y se levante golpeando al operador, inclusive hay movimientos que se producen por reacción de los músculos.

El equipo requerido: Existen varias alternativas dependiendo del número de animales que se faenen se puede utilizar tecles manuales, eléctricos como la Figura 7 o grúa tipo tambor con colocador automático, esta decisión depende de la cantidad de animales que se faenen.

- Para volúmenes bajos la elevación se utiliza un tecele móvil manual o eléctrico enganchado a un trole que corre por una viga tipo I (IPN) asegurando la pata a la cadena del tecele.
- Para volúmenes medios se utiliza un tecele fijo manual o preferentemente eléctrico, se utiliza un trole con cadena la misma que se amarra a la pata de la res y que tiene que ser enganchado en el riel con ayuda del operador
- Para volúmenes mayores se utiliza una grúa tipo tambor con colocador automático, que permite una operación bastante más ágil, al ubicar el trole con cadena en el riel. (S.A, 2005)



**Figura 7. Tecle eléctrico**

### **3.2.3 Área de desangre**

En esta zona al animal aturdido y elevado se le da muerte cortando la yugular, en esta zona el animal permanece hasta terminar el desangre.

Precauciones: Debe ser manejada con sumo cuidado porque a través de la sangre se pueden transmitir una serie de enfermedades, por lo que se debe evitar enviarla a los ríos o a los canales donde consumen el oxígeno del agua, matando a las especies acuáticas. Por otro lado es muy rica en proteínas y con un manejo adecuado sirven como alimento animal o como abono para mejorar la propiedad de los terrenos, inclusive con un tratamiento adecuado como alimento humano. En la Figura 8 muestra el desangre del porcino que lleva alrededor de 3 minutos.



**Figura 8. Área de Desangre**

El equipo requerido: esto depende del volumen de faenamiento en lo que a recoger la sangre se refiere.

- La operación se realiza solo con cuchillo
- La sangre puede ser recogida en tanques de acero inoxidable o aluminio con embudo como en la Figura 9, en los camales pequeños, se pueden utilizar fogones para cocinar la sangre a 120° C por espacio de 20 a 30 minutos.

- En camales medianos y grandes a través de canales a una cisterna o por canales independizados para evitar se mezcle con el agua



**Figura 9. Tanque de acero inoxidable**

#### **3.2.4. Transferencia**

Pasa luego a la zona de transferencia, llamada así por cuanto se cambia del primer sistema de rieles donde el animal está asegurado solo a una pata, a otro donde se engancha las dos patas a troles individuales, donde estará suspendido durante el resto del proceso.

El equipo requerido: El operador necesita estar sobre una plataforma, que le permita operar a la altura de los rieles, hay plataformas operadas neumáticamente para subir o bajar. Se requiere de un teclé manual o eléctrico para ayudarse a enganchar cada una de las patas a troles con gancho.

#### **3.2.5. Escaldado-depilación**

No se trata realmente de un descuerado, sino más bien de un afeitado, ya que se trata de eliminar los vellos de la piel, para esto existen dos procesos, que dependen del tratamiento posterior, son el escaldado y el chamuscado.



**Figura 10. Sistema de rieles**

El escaldado consiste en sumergir el animal en una tina con agua caliente a no más de 65°C para que no se cocine, sino únicamente al abrir los poros se facilite el arrancar los pelos. El chamuscado es el quemar los pelos con ayuda de un soplete y luego un raspado.

El equipo requerido: Se requiere del tanque para inmersión como refiere la Figura 11, la inmersión se realiza con ayuda del mismo tacle de la transferencia, el calentamiento del agua del tanque puede ser por vapor directo, electricidad o gas y tener una red metálica para sacar al animal y pasarlo al pelado.



**Figura 11. Tanque para inmersión**

**Fuente: (5PIGROU)**

Para el pelado existen máquinas eléctricas, que realizan la operación rápidamente y luego se termina el proceso en la mesa gambrelera, que se termina el afeitado manualmente. Luego con el mismo tecele se procede a ubicarlo nuevamente en el riel de proceso



**Figura 12. Horno Chamuscador**

**Fuente: (5PIGROUP)**

### **3.2.6 Evisceración**

Como su nombre lo indica, el operador sobre una plataforma, saca las vísceras de los animales, que pasan a la sección de lavado, donde se clasifican, esto lo hace en mesas de doble fondo con ganchos para vísceras rojas, las blancas se saca el contenido ruminal que se recoge en carretilla.

Todas las vísceras son recogidas de acuerdo a las facilidades con que cuente el camal, una forma sería el pasar por un tobogán a la sección de lavado para ser clasificadas y luego lavadas. Esta operación tiene que ser realizada con el suficiente cuidado para que las heces fecales no caigan en las vísceras comestibles. Es preferible utilizar dos toboganes, para mandar separadamente las vísceras blancas de las rojas. Otra manera es el recoger las vísceras con un coche de dos canastas, para cargar las vísceras rojas en la parte superior y las blancas en la parte inferior. La sección de lavado de vísceras se conoce como zona sucia a diferencia de la zona de procesamiento, identificada como área limpia. (Ponton & Luis, 2006)



**Figura 13. Transporte de vísceras**

**Fuente: (Marco, 2012)**

El equipo requerido:

- Cuchillos
- Descueradora, que se escogerá de acuerdo al volumen de faenamiento
- Mesas de clasificación de vísceras

- Lavadora de panzas, de acuerdo al volumen de faenamiento

### 3.3 Operaciones Post-mortem

#### 3.3.1 Corte en canales.

Se corta la carcasa en canal<sup>5</sup>, que es la unidad más común de transporte y comercialización de carne al por mayor. En la Figura 14, dos operarios se encargan de esta labor. Se recomienda la utilización de una sierra diseñada especialmente para esta operación, hay de diferentes capacidades de acuerdo al número de animales a ser procesados.



**Figura 14. Corte de canales**

**Fuente: (Marco, 2012)**

#### 3.3.2 Lavado

Se rocían los canales con agua a presión para retirar sobre todo las astillas de los huesos que se producen por el corte, se debe utilizar el agua indispensable sin excesos para no afectar a la carne.

---

<sup>5</sup> Canales: La Canal de cerdo es el cuerpo entero del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado

El equipo requerido: Se recomienda una máquina de lavado a presión.

### 3.3.3 Pesaje

De requerirse, es conveniente pesar los canales o las piezas en el riel antes del despacho, hay balanzas digitales especiales para ser instaladas en el riel, es conveniente esta operación para llevar estadísticas.

### 3.3.4. Oreo

Esta sección se podría llamar también de maduración, es donde permanece la carne previa a la entrega al introductor o propietario y antes de ingresar a refrigeración, es recomendable que permanezcan al menos 4 horas. De requerir el introductor se pasa a la zona de refrigeración para ser almacenada a baja temperatura, esto se lo hace principalmente con animales que van fuera de la ciudad y sirve para preservar la carne.



**Figura 15 Zona de Oreo**

### **3.3.5 Despacho**

En esta zona los canales porcinos normalmente son entregados enteros.  
(Vásquez C. , 2014)

## CAPÍTULO 4

### INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE

#### 4.1. Ingeniería Básica.

En cuanto a la ingeniería básica se plantea el estado actual de los equipos concernientes al transporte elevado y el horno chamuscador del camal, así como también componentes requeridos para el nuevo sistema constituyendo una base sólida para la ingeniería de detalle.

##### 4.1.1. Estado actual de los equipos

Es necesario conocer las condiciones técnicas y de desempeño de los equipos que actualmente funcionan en el camal, recopilando información para reparar, modificar o reemplazar dichos equipos, determinando si servirán o no en el acoplamiento del nuevo sistema.

El Camal municipal cuenta con un transporte elevado a una altura de 2,30 m del piso con una longitud de 32m dividida en dos secciones. El transporte es manual y se detiene en cada etapa gracias a topes en cada una de ellas por lo tanto es ineficiente e inseguro para el personal.

Estas etapas están divididas en dos secciones como muestra la Figura 16:

- El primero contiene el noqueo, el izamiento y área de desangre.

- El segundo contiene la transferencia, el escaldado – depilación, evisceración, corte en canales, lavado, pesaje, oreo y despacho

La diferencia entre estas etapas radica en que se cambia de un sistema de rieles a otro, a través de los polipastos, en la primera se asegura al porcino en una sola pata, en el otro se engancha las dos patas.



**Figura 16. Delimitación de las zonas de faenado**

Delimitadas las dos secciones procedemos a describir los equipos en cada una de ellas.

#### **4.1.1.1. Polipasto para zona1**

Luego de noqueado el porcino pasa al izamiento es donde se usa el primer polipasto para elevar al porcino. Aquí con una cadena se amarra a la pata trasera del porcino para ser enganchado al riel. Las especificaciones se encuentran en la Tabla 4.

#### **4.1.1.2. Transportador biriel zona1**

Es el sistema riel por el cual el porcino pasara por las etapas de noqueo, desangre y por ultimo al de escaldado. Sus especificaciones están en la Tabla 5

**Tabla 4**  
**Polipasto para zona1**

<b>Datos de Identificación</b>	
<b>Marca</b>	TXK
<b>Modelo</b>	0.5-01S
<b>Datos Generales</b>	
<b>Voltaje</b>	3 fases, 200VAC-690VAC,
<b>Carga nominal</b>	0.5 ton
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Potencia del motor</b>	0.8 kW
<b>Numero de rotatorias de cadena</b>	1
<b>Especificación de cadena</b>	6.3 mm
<b>Peso neto</b>	47 kg

**Imagen:**

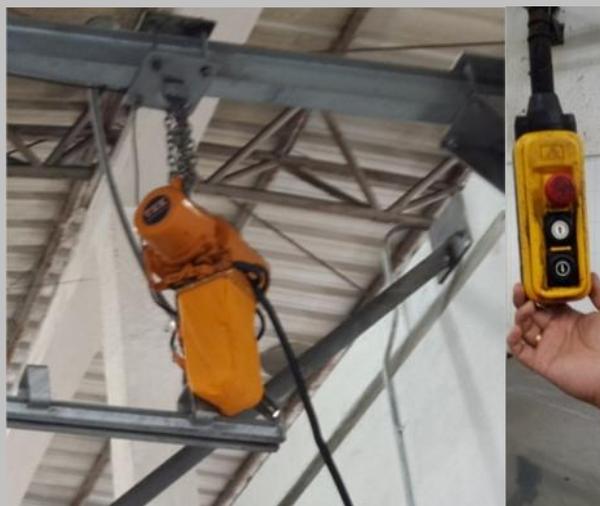


Tabla 5

## Transportador biriel zona1

Datos Generales	
Longitud	18m
Soportes	Aluminio fundido
Aleación	50S-T5
Curvas	90°
Peso máximo lineal	300 kg

Imagen:



#### 4.1.1.3. Cuba de sangrado

El animal esta boca abajo ya cortada la yugular, se espera el desangre en esta cuba. El desangre dura alrededor de 5 minutos, dependiendo del tamaño del animal. Construida de acero inoxidable, se obtiene la sangre del porcino para luego ser procesada fuera de la planta. La vemos en la Figura 17.



Figura 17. Cuba de sangrado

#### 4.1.1.4. Máquina combinada escaldadora – depiladora

Se desciende al porcino al tanque de inmersión y se desengancha la pata, en esta etapa hace que los poros del porcino se abran y se facilite el arrancar los pelos. Esto toma un tiempo de 3 a 5 minutos dependiendo del peso del porcino. Sus datos se ven en la Tabla 6.

**Tabla 6**

#### **Máquina combinada escaldadora – depiladora**

##### **Datos de Identificación**

<b>Marca</b>	Bernad
<b>Modelo</b>	D-20
<b>Datos Generales</b>	
<b>Voltaje</b>	220VAC,
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Producción</b>	15-20 porcinos/hora
<b>Potencia</b>	2.2 kW
<b>Calentamiento</b>	12 kW
<b>Velocidad</b>	140 rpm

**Imagen:**



#### 4.1.1.5. Polipasto para zona2

Llamado también el polipasto de la transferencia, porque se pasa de la primera a la segunda zona, es decir se eleva el porcino de la máquina de escaldado - depilado para ubicarlo en el segundo sistema de rieles. Para esta sección se usa un gancho biriel. Sus especificaciones están en la Tabla 7.

**Tabla 7**

#### **Polipasto para zona2**

<b>Datos de Identificación</b>	
<b>Marca</b>	Amenabar
<b>Modelo</b>	AK-1
<b>Datos Generales</b>	
<b>Voltaje</b>	3 fase, 220VAC
<b>Frecuencia</b>	50/60Hz
<b>Carga nominal</b>	0.25 ton
<b>Potencia del motor</b>	0.37 kW
<b>Numero de rotatorias de cadena</b>	1
<b>Especificación de cadena</b>	5 mm
<b>Velocidad elevación</b>	8 m/min

**Imagen:**



#### 4.1.1.6. Gancho biriel

Gancho para transportar de manera segura al porcino ya que asegura las dos patas posteriores. Se puede observar en la Figura 18.



**Figura 18. Gancho biriel**

#### 4.1.1.7. Transportador biriel zona 2

Sistema riel que va por las etapas de escaldado, chamuscado, lavado, evisceración, lavado hasta el cuarto frío, en este último cuarto se mantendrán hasta la llegada de los carros refrigeradores para su traslado a mercados locales. Sus datos técnicos están en la Tabla 8.

**Tabla 8**

#### Transportador biriel zona 2

<b>Datos Generales</b>	
<b>Longitud</b>	20 m
<b>Soportes</b>	Aluminio fundido
<b>Aleación</b>	50S-T5
<b>Curvas</b>	90°
<b>Peso máximo lineal</b>	600 kg

---

**Imagen:**



#### **4.1.1.8. Chamuscador.**

Como en el escaldado y depilado no se excluye todo el pelo del porcino, a través del chamuscado se elimina todo rastro de pelo eliminando bacterias y microorganismos. El tiempo del chamuscado va desde los 10 a 15 minutos. El soplete se lo observa en la Figura 19, es un artefacto mecánico de usos varios que usa el GLP como combustible.



**Figura 19. Chamuscador.**

#### **4.1.1.9. Lavado.**

Se rocía al porcino con agua para retirar todo tipo de residuos que en él se encuentre, se lo hace de forma breve para no dañar la carne. Se utiliza una manguera hueca flexible que transporta fluidos, su longitud es de 24m. Se la observa en la Figura 20.



**Figura 20. Lavado**

#### **4.1.1.10. Mesa de evisceración.**

Construida de acero inoxidable, en esta mesa se pondrá las vísceras y se las clasificara para su posterior venta. Se muestra en la Figura 21.



**Figura 21. Mesa de evisceración**

#### 4.1.2. Ubicación de los equipos actuales en el camal.

En la Figura 22 se observa como actualmente están distribuidos los elementos para el faenado del animal, desde su ingreso al cajón de aturdimiento hasta la etapa de evisceración. Se mira que únicamente existen tres elementos electrónicos que son dos polipastos que sirven para la elevación y descenso del porcino y la caja de aturdimiento, en las etapas de faenado todo se lo hace de forma manual con cuchillos y cierras.

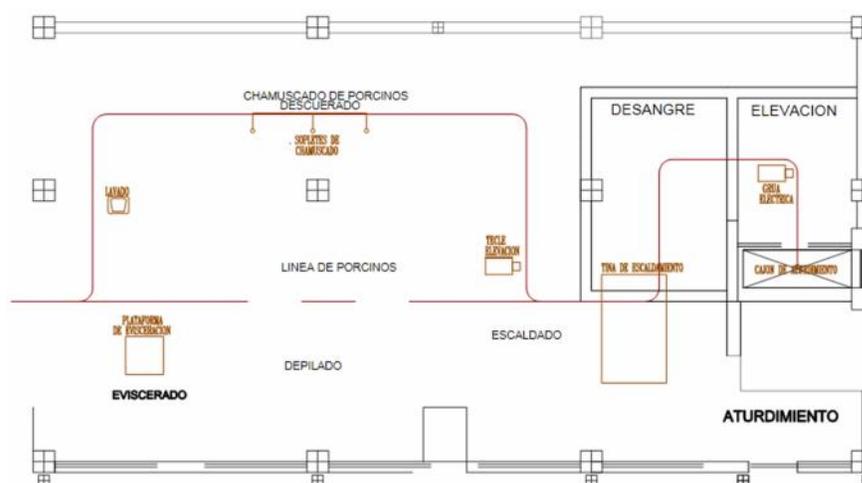


Figura 22. Distribución elementos para el faenado del porcino

#### 4.1.3. Requerimientos del sistema.

Para la automatización de las etapas como son el transporte elevado y el horno chamuscador, se debe analizar que necesita cada una de ellas y como los elementos existentes ayudarán a nuestro diseño, ya sea potenciándolos, remplazándolos o simplemente quitándolos.

##### 4.1.3.1. Sensado de señales

Los sensores son aquellos que detectan un fenómeno eléctrico o físico, como temperatura, voltaje corriente, que luego serán transmitidas al controlador para ser procesadas y efectuar una acción.

#### **4.1.3.1.1. Tensiómetro**

Se utilizará una celda de carga que es utilizado para convertir la fuerza (en este caso el peso del porcino) en una señal eléctrica a través de una galga extensiométrica. El objetivo de usar estas celdas de carga es saber el peso del porcino, para calcular el tiempo en cada etapa y saber que ya está en el polipasto de la zona 1.

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- De acero inoxidable
- Soportar peso entre 50 y 200 kilos.
- Estructura en S
- Salida de 4 a 20mA o 0 a 10VDC

#### **4.1.3.1.2. Interruptor final de carrera**

Son sensores de contacto que envían una señal eléctrica ante la presencia de un movimiento. En este proceso se usará como interruptor de límite, se colocará al inicio y fin de cada una de las dos zonas ya delimitadas en este proyecto

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Frecuencia de operación mínimo 10 operaciones por minuto
- Resistente a la vibración
- Tipo normalmente abierto

#### **4.1.3.1.3. Sensores de proximidad**

Es el que detecta objetos que se localicen cerca de este dispositivo. En cada etapa del faenado concernientes a nuestro proyecto ubicaremos uno, así localizamos en qué etapa está cada porcino.

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- De tipo capacitivos.
- Voltaje de alimentación 24 VDC
- Margen de detección 50 a 80cm

#### **4.1.3.1.4. Detector de Flama**

Es un sensor óptico del espectro de la llama, que ve de forma dinámica las señales y genera una respuesta eficaz y rápida ante la presencia de fuego. Exclusivamente usado para el horno chamuscador, el sensor indicara la presencia de una llama, en el caso de haberla se cerrara inmediatamente el paso de gas y aire.

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Rango de detección. Hasta un metro
- Señal de salida 4 a 20 mA.
- De acero inoxidable
- Sensor de tipo UV

#### **4.1.3.1.5. Sensor de temperatura – Termocupla.**

La Termocupla es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que al aplicar calor genera un voltaje en orden de los mV. Este sensor informara la temperatura del horno precaviendo que quememos al porcino.

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Rango de medición de 20 a 200°C
- De tipo k

#### **4.1.3.1.6. Transmisor de temperatura.**

Cuando se recibe una señal de la termorresistencia, termocupla o sensor en el orden de los mV, estos transmisores son capaces de transformarla en una señal analógica (4 ~ 20 mA o de 0 a 10 VDC) totalmente lineal y proporcional a la temperatura.

- Voltaje de alimentación 24 VDC
- Salida analógica (4 – 20mA o 0 10 VDC)

#### **4.1.3.2. Actuadores**

Aquellos elementos que ejercen una acción sobre el proceso automatizado, los actuadores reciben la señal del controlador para efectuar dicha acción.

##### **4.1.3.2.1. Motor eléctrico DC**

Es el que transforma la energía eléctrica en movimiento mecánico a través del electromagnetismo. Estos dos motores se encargaran de mover las boquillas de arriba abajo a través de una polea, se ubicarán a cada lado del riel chamuscando al porcino uniformemente.

Los requisitos son:

- Voltaje de alimentación 24 VDC
- Potencia 1/50 HP
- Carcasa de acero
- Velocidad 1200 rpm

##### **4.1.3.2.2. Motor eléctrico AC.**

Es el que transforma la energía eléctrica en mecánica, esta energía mecánica moverá los carros biriel a través de las diferentes etapas. La

selección del motor viene dado principalmente en función de la potencia que se necesita para arrastrar el porcino, la altitud a la que se encuentra y la temperatura del ambiente a la que trabaje. El dimensionamiento del motor debe ser tal que la resistencia de la carga no supere la nominal del motor, y que la diferencia entre una y otra provea la aceleración y desaceleración suficiente para cumplir los tiempos de arranque y parada.

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Voltaje de alimentación 220VAC
- Potencia 6 Hp
- Número de fases 3
- Frecuencia de trabajo 60hz
- Factor de potencia mayor a 0.8
- Carcasa de hierro

#### **4.1.3.2.3. Variador de Frecuencia**

Permite el control completo del motor eléctrico de inducción a través de la frecuencia. Lo que permitirá que el motor en si se detenga en cada etapa del faenado, o variar la velocidad de los carros para una mayor producción. Los variadores de velocidad deben estar preparados para trabajar con motores trifásicos asincrónicos en el que la tensión de alimentación del motor no podrá ser mayor que la tensión de red

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Voltaje de control de 24VDC
- Voltaje de línea de 220VAC
- Rango frecuencia de 2 a 16 kHz

- Conexiones de control: 2 entradas analógicas, 1 salida analógica, 4 entradas digitales, 2 salidas digitales
- Protección contra conexiones erróneas
- De la misma familia del controlador.

#### **4.1.3.2.4. Válvulas solenoide para gas**

Responde a una señal eléctrica enviada desde el controlador que activará el solenoide. Es el que dará paso al gas para hacer la combustión y prender la llama para el horno chamuscador, es un elemento de mucha precaución.

Al momento de elegir una válvula, debemos tomar en cuenta:

- Voltaje de alimentación 24VDC
- De dos vías
- De acero inoxidable
- Con coeficiente de capacidad de válvula superior a 4
- De tipo normalmente cerrada
- De diámetro de 1 a 2 pulgadas

#### **4.1.3.2.5. Ignición por chispa eléctrica**

Como su nombre lo indica es el que generara la chispa que mezclado el aire con el gas se crea la llama para el horno chamuscador.

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Voltaje de alimentación 120/220 VAC
- Temperatura de servicio mayor a 500°C
- Con aislamiento cerámico.

#### **4.1.3.2.6. Blower.**

Transforma la energía mecánica en energía cinética generando presión e incrementando el aire en el sistema. Así lleva la flama a las diferentes boquillas para una perfecta distribución de quemado en el porcino. Una vez enviada la señal desde el controlador, el Blower se encenderá y proveerá de aire al sistema de encendido del horno chamuscador

Los requisitos mínimos de este elemento son:

- Voltaje de alimentación 110/220VAC
- Caudal 2 m<sup>3</sup>/min
- Potencia 500W

#### **4.1.3.2.7. Contactor**

Elemento de protección para un motor o demás elementos de potencia, no permite que altas corrientes lleguen a estos elementos. Al energizarse la bobina se genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae a la armadura, con un movimiento muy rápido, con este movimiento todos los contactos del contactor, principales y auxiliares, cambian inmediatamente de estado, es accionado por cualquier forma de energía, menos manual. Para referirnos al tipo de contactor que se usará se referirá al tipo de carga. Estas son:

- AC-1 Para cargas resistivas
- AC-2 Para cargar.
- AC-3 Para cargas fuertemente inductivas ( $\cos \delta = 0.35$  a  $0.65$ ).
- AC-4 Para motores de jaula: Arranque, marcha a impulsos y frenado por inversión.

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se deberá considerar las características

- Voltaje nominal de línea 220 VAC
- Voltaje de control 24VDC
- Potencia contactor mayor a 1kW
- Corriente contactor 40 A
- Clase de servicio.
- Número de contactos

#### **4.1.3.2.8. Relé**

Aquel que produce cambios de estado de salida por acción de una de entrada, pueden ser electromecánicos, térmicos o de presión. Es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, usados más en circuitos de control.

Las prestaciones deben ser:

- Volteje de control 24VDC
- Voltaje de acción 120/220 VAC
- Corriente mayor a 5A

#### **4.1.3.2.9. Relé de interfaz.**

Están diseñados principalmente para trabajar con aplicaciones PLC ya que garantizan una separación galvánica<sup>6</sup> entre la salida del PLC y el relé.

Las prestaciones que se necesitan son:

- Voltaje de trabajo 24VDC
- Un contacto normalmente abierto

---

<sup>6</sup> Galvánica. Proceso químico en el un metal se corroe

- Con led indicador.

#### 4.1.3.3. Fuente de 24VDC

Dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro en una o varias tensiones prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta. Necesitamos una fuente con las siguientes características:

- Entrada de 120/220 VAC
- Salida de voltaje 24 VDC
- Corriente de salida 5A.

#### 4.1.3.4. Sistema de control.

Encargado de dirigir y regular el comportamiento de un sistema, adquiriendo señales de los sensores y efectuando acciones de control a través de los actuadores en tiempo real y en ambiente de tipo industrial. En otras palabras conseguimos un comportamiento deseado en las señales de salida de acuerdo a las señales de entrada. Dado que se trabaja en un entorno industrial y existen muchas entradas y salidas de datos optamos por un PLC (Controlador Lógico Programable)

Este PLC administrara las siguientes señales

**Tabla 9**

**Señales del PLC**

Señal	Cantidad	Tipo	Entrada/Salida
Temperatura	1	Analógica	Entrada
Presencia	4	Digital	Entrada
Proximidad	4	Digital	Entrada

<b>Peso</b>	1	Analógica	Entrada
<b>Válvula solenoide</b>	1	Digital	Salida
<b>Blower</b>	1	Digital	Salida
<b>Chispa</b>	1	Digital	Salida
<b>Variador de frecuencia</b>	4	3 Digital y 1 Analógica	Entrada/Salida
<b>Detector de Flama</b>	1	Analógica	Entrada
<b>Motor DC</b>	2	Analógica	Salida

De acuerdo a la Tabla 9 se necesita:

- 3 entradas analógicas
- 8 entradas discretas
- 2 salidas analógicas
- 7 salidas discretas
- Voltaje de alimentación de 24VDC
- Con módulos expandibles
- Comunicación Ethernet

#### 4.1.3.5. Monitoreo y Supervisión

En el monitoreo se obtiene y muestra los datos de la planta en tiempo real, estos datos se mostraran como gráficos, números, permitiendo su fácil interpretación. La supervisión estará a cargo de un operario calificado quien cambiara los diferentes parámetros de acuerdo a la necesidad de la planta.

Por lo tanto necesitamos un monitor en el cual se vean los procesos del faenado del porcino en tiempo real. El monitor tendrá las siguientes características:

- Tamaño de la pantalla 12”
- Alta resolución
- Conexión Ethernet

#### **4.1.3.6. Software.**

En cuanto al software se encaminaran a dos sectores uno para el PLC que tendrá que ser de la misma familia del controlador y otra para el PC que tendrá la HMI para controlar e interactuar con el proceso.

#### **4.1.3.7. Dispositivos de protección.**

La utilización de la corriente eléctrica supone riesgos para los operarios, los receptores eléctricos y las propias instalaciones eléctricas. Por tanto, toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados como de las personas que trabajan en ella.

Hay varios tipos de protecciones que deben usarse en todo tipo de instalaciones, en este caso se centrara en dos:

- Protección contra cortocircuitos.
- Protección contra sobrecargas.

A la hora de elegir una protección ha de tenerse presente:

- Por sus características que sea lo opción más apropiada en función de los sucesos concurrentes en ese punto a través del uso de las curvas de funcionamiento que relacionan la Intensidad vs el tiempo de fusión/desconexión.

- Que el poder de corte de la sea adecuado a la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto donde se sitúa la protección.

#### **4.1.3.7.1. Interruptor automático**

Tiene como función proteger los circuitos contra sobrecarga y cortocircuitos, por ello poseen dos relés independientes, cualquiera de los ellos ordena la apertura de los contactos y el corte de sobre intensidad, se destaca en su funcionamiento que el cierre es manual y la apertura automática de ahí su nombre.

A los interruptores automáticos se los elige únicamente por la corriente nominal de apertura

#### **4.1.3.7.2. Guardamotor.**

Interruptor magnetotérmico diseñado para la protección de motores eléctricos, en el que su ventaja a otros elementos de protección como el disyuntor o interruptor automático es su robustez frente a sobre intensidades transitorias típicas en los motores. Su característica principal radica en protección de motores y maniobra, su curva característica se denomina D muy superior a la C de un magnetotermico

Las características a considerar son

- El voltaje de alimentación 220VAC
- La capacidad interruptora 50A
- La frecuencia de trabajo medio
- Número de polos 3

#### **4.1.3.8. Otros elementos**

##### **4.1.3.8.1. Pulsadores.**

Es un dispositivo usado para realizar una acción, permitiendo la conexión y el control del proceso como el inicio del proceso, el aumento de velocidad, etc.

Como la gama de pulsadores es variada se necesita:

- Volteje de alimentación 24VDC
- Pulsadores de 16 y 22mm
- Pulsador paro de emergencia
- Con iluminación.

##### **4.1.3.8.2. Luces Piloto**

Indicará la existencia de una condición normal o no de un sistema o de un dispositivo.

Los requisitos para este dispositivo son:

- Volteje de alimentación 24VDC
- Tipo led.
- Diámetro mayor a 10mm
- De forma redonda

##### **4.1.3.8.3. Tablero de control**

El tablero eléctrico es un gabinete donde están los dispositivos de conexión, control, protección y señalización, permitiendo que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

Los requisitos para este dispositivo son

- Diseño de perfil bota aguas
- Reconocida en el mercado
- De cerradura con llave
- Con fondo metálico.

#### **4.1.3.8.4. Tuberías, mangueras y canaletas**

Elementos que protegerán a los conductores de las inclemencias del clima. Sus requisitos son:

- Fundas y conectores selladas de 1/2", 3/4" y 1"
- Tubería de 1/2", 3/4" y 1" con conectores
- Canaletas de superficie y de piso

#### **4.1.4. Diagramas**

Un diagrama o esquema eléctrico es una representación gráfica de un circuito electrónico. Muestra los componentes de manera simple y uniforme de acuerdo a normas, y las conexiones de alimentación y de señal entre los distintos dispositivos. El arreglo de los componentes y conexiones no corresponden a sus ubicaciones físicas en el dispositivo terminado. En cambio un plano se diferencia del diagrama en que este muestra la ubicación exacta de donde se encuentran cada conexión y la cantidad de conductores que pasan por cada conexión. (Jiménez, 2012).

Entre los diagramas a realizar se encuentran

##### **4.1.4.1. Diagrama P&ID**

Es un diagrama que muestra el flujo del proceso, así como los equipos instalados y el instrumental, concernientes a las etapas de horno chamuscador

y el transporte elevado detallando los sistemas de control a utilizar y presenta desde sus sensores hasta los actuadores.

#### **4.1.4.2. Diagrama de flujo de proceso**

Representación gráfica que permite una fácil comprensión del funcionamiento del sistema, en que cada paso está representado por un símbolo que contiene o no alguna descripción, estos símbolos están unidos entre sí con flechas que indican la dirección del proceso. (Pleguezuelos, 1999)

#### **4.1.4.3. Diagrama de conexiones eléctricas**

Indica las rutas de conexión interna de un aparato o equipo electrónico, esto con el fin de facilitar los trabajos en caso de mantenimiento de los equipos o ver la conexión que el equipo tiene, este diagrama no se rige a ninguna norma.

#### **4.1.4.4. Diagrama de fuerza**

Aquí se manejan altos niveles de corrientes y voltajes, regularmente los circuitos de potencia están directamente asociados a la carga final de un circuito, mientras que los circuitos de control se encuentran asociados con los de potencia, actuando como manejadores

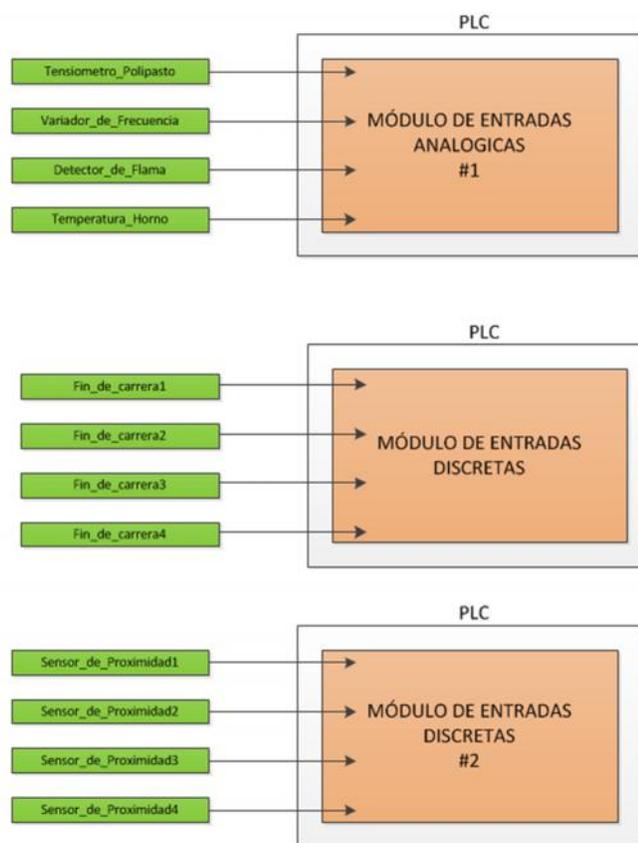
#### **4.1.4.5. Diagrama de montaje**

Aquel que visualiza el armado de un sistema con todos los elementos a usarse en el proyecto de manera que quede claro su distribución.

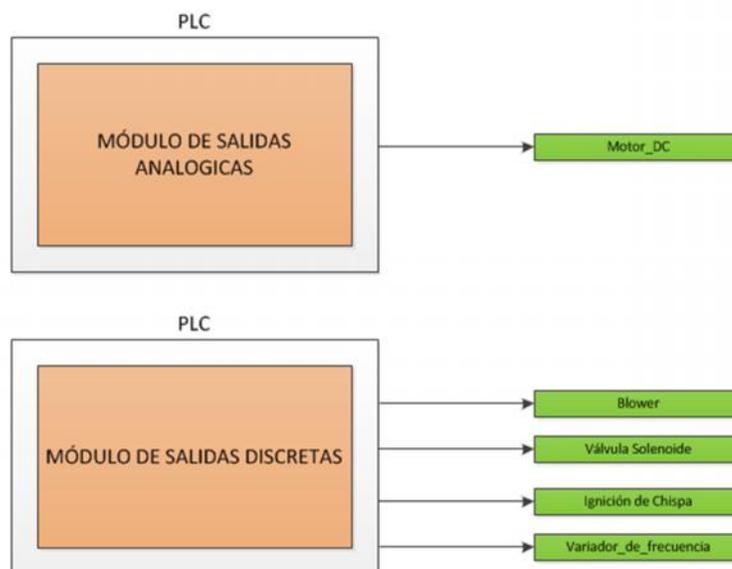
#### **4.1.4.6. Diagramas de bloques PLC**

Representaremos de manera gráfica las entradas y salidas del PLC:

En la Figura 23 se encuentra las entradas analógicas y digitales que irán conectadas al PLC, en la Figura 24 están las salidas conectada al PLC.



**Figura 23. Módulos de entradas analógicas y discretas**

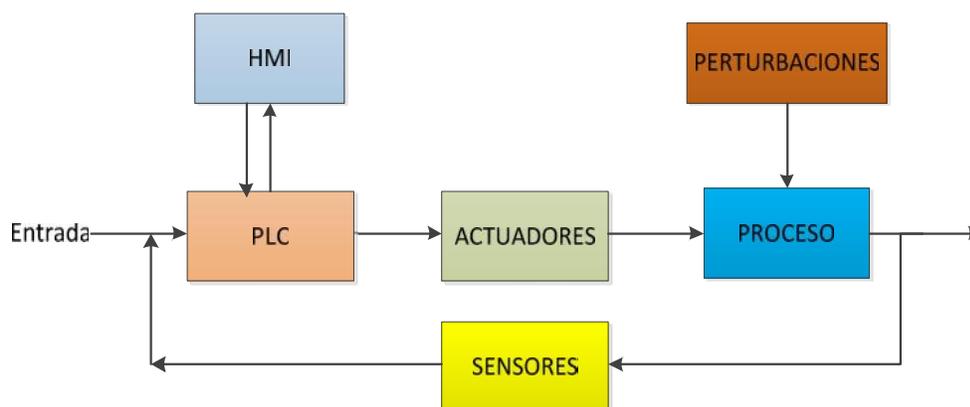


**Figura 24. Módulo de salidas analógicas y discretas**

#### 4.1.4.7. Diagrama de bloques del control de lazo cerrado del sistema.

Un control el lazo cerrado es el que posee retroalimentación de la señal de salida, en el que el PLC ante perturbaciones tiende a reducir la diferencia entre la salida del sistema y alguna entrada de referencia. Esta reducción se logra manipulando alguna variable de entrada del sistema, siendo la magnitud de dicha variable de entrada función de la diferencia entre la variable de referencia y la salida del sistema.

En la Figura 25 se muestra como está constituido el sistema para la automatización.



**Figura 25. Esquema del sistema.**

Donde:

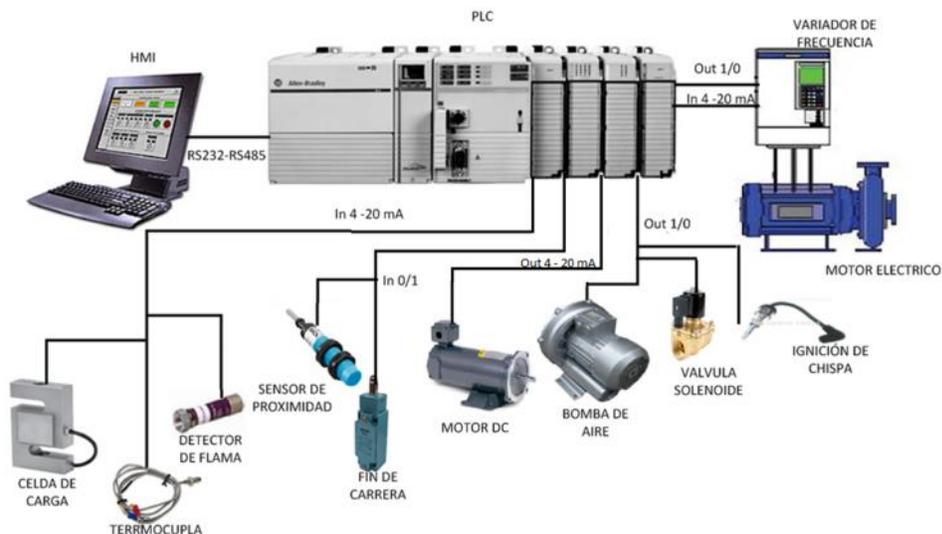
- HMI. Por sus siglas en ingles Interfaz Hombre Máquina, es la relación entre hombre y máquina aplicada a la automatización de procesos. Un interfaz de usuario asistido por un computador.
- PLC. Por sus siglas en ingles. Controlador Lógico Programable. Es un computador que se usa en la ingeniería para automatizar procesos electrónicos o electromecánicos en tiempo real.
- Actuadores. Todos los dispositivos capaces de transformar energía (neumática, hidráulica o eléctrica) en la activación de un proceso.

- Proceso. Conjunto de actividades relacionadas
- Perturbaciones. Es la alteración normal del proceso
- Sensores. Elemento capaz de detectar magnitudes físicas o químicas

#### 4.1.4.8 Diagrama de Comunicación.

Una de las principales tendencias en el entorno industrial actual es la migración hacia sistemas automatizados abiertos y totalmente especializados. Sin duda alguna, uno de los principales factores que ha impulsado esta creciente tendencia ha sido la introducción de Ethernet en el entorno industrial.

Una comunicación que integre nuestro HMI con nuestro PLC es vital para el monitoreo del proceso. El hmi o pc a usar contara con puerto Ethernet por lo que podemos integrarlo al PLC, además por ser alámbrico posee ventajas como la fiabilidad y excelente velocidad en el orden de los Gbits/s. La conexión será punto a punto, ya que solo usaremos dos nodos de conexión.



**Figura 26. Diagrama de comunicación.**

## 4.2. Ingeniería de Detalle

Realiza un estudio pormenorizado de la ingeniería básica, definiendo criterios y normas a ser considerados en los elementos a usarse describiendo cantidades y ubicaciones, precisando a través de planos y diagramas cada una de las etapas del faenado del porcino.

### 4.2.1. Descripción de equipos.

En el dimensionamiento de los equipos se menciona las funciones más importantes de los elementos a usarse, sus características eléctricas, mecánicas y porque hemos elegido ese componente.

#### 4.2.1.1. PLC CompactLogix 1768.

Como elemento principal y cerebro de todo el proceso está el Controlador CompactLogix 1768, de la familia Allen Bradley. Este elemento, permite controlar y accionar el resto de dispositivos con la tarea que cada uno debe cumplir y así lograr un correcto funcionamiento en tiempo, precisión y desempeño. Combina los beneficios de una interfaz de SERCOS y EtherNet / IP con un procesador potente, rentable; permite el manejo de módulos de IN/OUT tanto en AC, DC y relé. En la Tabla 10 vemos las características del principal elemento de control

**Tabla 10**  
**PLC CompactLogix 1768**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Memoria disponible</b>	2 MB
<b>Puertos de comunicación</b>	1 RS – 232 38.4 Kbps máx.

<b>Opciones de comunicación</b>	Ethernet / IP ; ControlNet ; DeviceNet
<b>Peso</b>	0.34 Kg
<b>Memoria flash (opcional)</b>	1784-CF64 1784-CF128
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Tensión de Aislamiento</b>	30 V DC
<b>Corriente Nominal a 24 VDC</b>	1.3 A
<b>Módulos máximos (1768)</b>	2
<b>Módulos máximos (1769)</b>	16
<b>Potencia</b>	6.3 W
<b>Fuente de alimentación</b>	1768-PA3, 1768-PB3

Para más detalle del controlador CompactLogix 1768 está el ANEXO B con la descripción y detalle de los módulos de entrada / salida, conexión Ethernet, fuente de voltaje y el controlador en sí.

#### 4.2.1.1.1. Controlador 1768-L43

Se encargara de tomar las señales, procesarlas y enviarlas a donde se requiera, e internamente el controlador está conformado por el módulo de alimentación, módulo de comunicación, CPU, módulos de entrada salida digitales y una unidad de alta impedancia



**Figura 27. Controlador 1768-L43**

**Fuente: (Allen Bradley)**

#### 4.2.1.1.2. Fuente 1768-PA3

Fuente de alimentación que suministra 24 VDC y nos proporciona 24 VDC y 5 VDC. Proveerá de alimentación al controlador 1768-L43 y demás módulos. Sus características están presentes en la Tabla 11.

**Tabla 11**

#### **Fuente 1768-PA3**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	1768-PA3
<b>Dimensiones</b>	131.25 x 132.75 x 105.50 mm
<b>Peso</b>	0.98 kg
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Rango de tensión de entrada</b>	85...265V AC 108...132V DC
<b>Rango de frecuencia de entrada</b>	47...63 Hz
<b>Potencia</b>	30 W

<b>Corriente de entrada máximo</b>	50 A - 85...132V AC
	80 A - 195...265V AC

**Imagen:**



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### **4.2.1.1.3. Módulo de entrada 1769 – IQ16F**

Módulo de 16 entradas, para entradas tipo lógicas que servirá para interruptores como el encendido, pulsadores de inicio o fin, fines de carrera ubicados en principio y fin de cada riel. En la Tabla 12 se muestran sus especificaciones.

**Tabla 12**

#### **Módulo de entrada 1769 – IQ16F**

##### **Características Generales**

<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	1769-IQ16F
<b>Tipo</b>	Entradas DC
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Número de Entradas</b>	16

<b>Voltaje de trabajo</b>	20.4 – 26.4 V DC
---------------------------	------------------

<b>Impedancia Nominal</b>	3000
---------------------------	------

<b>Disipación Potencia</b>	3.55 W
----------------------------	--------

**Imagen:**



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### 4.2.1.1.4. Módulo de salida 1769 – OB16P

Módulo de 16 salidas, para salidas tipo lógicas que servirá para la activación o desactivación de válvula solenoide y la ignición de chispa. A través de la Tabla 13 se detallan sus características.

**Tabla 13**

#### **Módulo de salida 1769 – OB16P**

##### **Características Generales**

<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	1769-OB16P
<b>Tipo</b>	Salidas DC

##### **Características Técnicas.**

<b>Número de Salidas</b>	16
--------------------------	----

<b>Voltaje de trabajo</b>	20.4 – 26.4 V DC
<b>Impedancia Nominal</b>	3000
<b>Disipación Potencia</b>	3.55 W

**Imagen:**



**Fuente:(Allen Bradley)**

#### **4.2.1.1.5. Módulo de entrada 1769-IF4**

Tiene 4 canales con aislamientos eléctricos e independientes una de otra. Realiza conversiones análogas digitales convirtiendo a la señal de entrada a información de bits. Su trabajo está restringido a 10[V] positivos y negativos con un rango de corriente de 0 – 20 [mA]. Recibirá las señales provenientes de los tensiómetros, la termocupla, sensor de flama. Se detalla sus características en la Tabla 14

**Tabla 14**

**Módulo de entrada 1769-IF4**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	1769-IF4

<b>Tipo</b>	Entradas
<b>Topología</b>	
<b>Número de canales</b>	Cuatro diferenciales o unipolares, con aislamiento eléctrico.
<b>Formato de datos</b>	Entradas de voltaje de dos polos.
<b>Fuente de poder</b>	Clase 2 de 24 VDC opcional de 20.4 V a 26.4 VDC.
<b>Entradas de Voltaje</b>	
<b>Rango de operación normal</b>	$\pm 10$ , de 0 a 10, de 0 a 5, de 1 a 5. VDC
<b>Máximo voltaje absoluto de entrada [VDC]</b>	$\pm 30 - 0.1$ mA.
<b>Impedancia de entrada</b>	Terminal de corriente: 250
<b>Tipo de cable</b>	Belden™ 8761 (blindado)
<b>ENTRADAS DE CORRIENTE</b>	
<b>Rango de operación normal</b>	De 0 a 20, de 4 a 20 mA
<b>Máximo voltaje absoluto de entrada</b>	$\pm 32$ mA continuos, $\pm 7.6$ VDC
<b>Impedancia de entrada</b>	Terminal de corriente: 250
<b>Tipo de cable</b>	Belden™ 8761 (blindado)
<b>Resolución</b>	14 bits (unipolar) 14 bits con signo (bipolar)
<b>Límite de error en rango</b>	$\pm 0.3\%$
<b>Voltaje</b>	

Continua



<b>Límite de error en rango</b>	$\pm 0.5\%$
<b>Corriente</b>	

**Imagen:**



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### **4.2.1.1.6. Módulo de Salidas 1769-OF2**

Tiene dos canales analógicos, y puede tener señales de salida en el rango de 10 [V] positivos y negativos, y en corriente de 0 a 20 [mA]. Dos salidas serán usadas para los motores DC. Las características de este módulo se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15**

**Módulo de Salidas 1769-OF2**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	1769-OF2
<b>Tipo</b>	Salida
<b>Topología</b>	
<b>Número de canales</b>	Dos unipolares, con aislamiento eléctrico

<b>Formato de datos</b>	14-bit, complemento a dos. El bit más significativo es el bit de signo
<b>Fuente de Poder</b>	
<b>Fuente externa requerida</b>	20.4 a 26.4 VDC
<b>Disipación de potencia</b>	2.52 W
<b>Características Eléctricas</b>	
<b>Voltaje de salida (operación normal) [VDC]</b>	± 10, 0 a 10, 0 a 5, 1 a 5.
<b>Corriente de salida (operación normal)</b>	0 a 20, 4 a 20. mA
<b>Impedancia de salida</b>	15 (típico)
<b>Resolución</b>	14 bits (unipolar) 14 bits con signo (bipolar)
<b>Límite de error en rango Voltaje</b>	±0.3%
<b>Límite de error en rango Corriente</b>	±0.5%

**Imagen:**



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### 4.2.1.1.7. Módulo De Comunicación 1768-ENBT/A

Es el que permite al controlado Compact Logix L43 comunicarse con diferentes dispositivos a través de una red de conexión Ethernet/Ip que se dirigirá a nuestro PC para monitorizar el proceso. Sus características se indica en la Tabla 16

**Tabla 16**

**Módulo De Comunicación 1768-ENBT/A**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	1768-ENBT/A
<b>Tipo</b>	Comunicación
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Velocidad de comunicación</b>	10/100 Mbps
<b>Conector</b>	RJ-45
<b>Disipación de energía</b>	4.38 W
<b>Tipo de cable</b>	2 – en los puertos de comunicación
<b>Número de conexiones</b>	32

**Imagen:**



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### 4.2.1.2. Variador de Frecuencia PowerFlex

Se ha elegido un variador de frecuencia PowerFlex ya que el Controlador CompactLogix 1768 tiene configuración automática de dispositivos, el controlador le detecta automáticamente descargando todos los parámetros de configuración, y así se elimina la necesidad de reconfigurar manualmente.

Para aplicaciones de hasta 30 HP y 22 kW, con modulo desmontable y montaje en riel DIN, cuenta con una precarga de relé que limita la corriente de entrada al momento del arranque, con puente conmutador entre la alimentación para control de 24VDC. Posee un software de programación PC Workbench con conexión USB para mayor flexibilidad en la programación. Sus características se encuentran en la Tabla 17.

**Tabla 17**

**Variador de Frecuencia PowerFlex**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Módulo</b>	PowerFlex 525
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de Alimentación</b>	220 VAC
<b>Frecuencia</b>	48-60 Hz
<b>Entradas analógicas</b>	Dos , una unipolar y una bipolar
<b>Entradas digitales</b>	Siete, seis entradas programables
<b>Salida analógica</b>	Una (0 a 10V) o (0 a 20mA)
<b>Salida de relé</b>	Cuatro, dos de optoacoplador y dos de relé.
<b>Comunicación</b>	EtherNet/IP incorporado
	Continua



---

**Imagen:**



**Fuente: (Allen Bradley)**

---

#### 4.2.1.3. Motor Eléctrico W22

El motor elegido es de marca WEG, de gran prestigio en el ámbito industrial, proporcionando confianza, fiabilidad, garantía y respaldo técnico dentro del país. Las características se encuentran en la Tabla 18.

**Tabla 18**

#### **Motor Eléctrico W22**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	WEG
<b>Modelo</b>	W22
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje</b>	220 VAC Trifásico
<b>Potencia</b>	4,5 kW
<b>Número de polos</b>	2
<b>Frecuencia</b>	50-60 Hz
<b>Tipo Carcasa</b>	Hierro.

---

<b>Rotación nominal</b>	3490
<b>Corriente nominal</b>	15.08 A
<b>Par nominal</b>	12,3 Nm
<b>Aplicaciones típicas</b>	Bombas, ventiladores, cintas transportadoras

**Imagen:**



**Fuente: (WEG)**

#### **4.2.1.4. Motor eléctrico TENV**

El motor es un TENV de Baldor, de pequeño tamaño para que se integre perfectamente en la estructura. EL fabricante cuenta con soporte técnico en el país y ofrece 2 años de garantía. Las características de este motor están en la Tabla 19.

#### **4.2.1.5. Válvula solenoide 8235.**

De bajo consumo eléctrico, de aislamiento/núcleo blindado, de larga vida útil y silenciosas, para aplicaciones con amoníaco, aire seco o gas, de enclavamiento, de marca ASCO. Sus características en la Tabla 20.

Tabla 19

**Motor eléctrico TENV**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Baldor
<b>Modelo</b>	TENV F1
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de trabajo</b>	Hasta 90 VDC
<b>Corriente</b>	Continua 2.5 A
<b>Potencia</b>	0.02 Hp
<b>Velocidad (Rpm)</b>	1800
<b>Tipo Carcasa</b>	Hierro.
<b>Aplicaciones típicas</b>	Ventiladores, elevadores.

**Imagen**

Fuente: (Baldor)

Tabla 20

**Válvula solenoide 8235**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Asco

<b>Modelo</b>	8235
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje Alimentación</b>	24VDC
<b>Potencia Consumida</b>	6.1 W
<b>Factor de flujo CV</b>	Mayor a 6
<b>Numero de vías</b>	2
<b>Diámetro</b>	2"
<b>Temperatura</b>	0 a 40 °C

#### Imagen



Fuente: (ASCO)

#### 4.2.1.6. Blower BB600-ar

De la marca Black and Decker marca de gran prestigio en instrumentos de construcción, se eligió el blower por su tubo flexible de goma y peso ligero, además de poseer una gran potencia. Con garantía de 2 años. Las características están en la Tabla 21.

Tabla 21

## Blower BB600-ar

Características Generales	
Fabricante	Black and Decker
Modelo	BB600-ar
Características Técnicas.	
Voltaje Alimentación	110 VAC
Potencia	600 W
Caudal de aire	3.5 m <sup>3</sup> /min
Velocidad de aire	0 – 1600 rpm

## Imagen



Fuente: (Black and Decker)

#### 4.2.1.7. Ignición de chispa

Este generador de chispa funcionará entre 5 y 10 segundos para generar la chispa. Este sistema de encendido es usado en las cocinas de tipo industrial. Fabricado por Eitar expresamente dedicado a la industria del GLP distribución y accesorios. Sus características se observan en la Tabla 22.

Tabla 22

## Ignición de chispa

Características Generales	
Fabricante	Eitar
Modelo	
Características Técnicas.	
Voltaje Alimentación	220VAC, 60 Hz
Potencia absorbida	0.6 KVA
Frecuencia de Chispa	2.5 Hz
Temperatura de Funcionamiento	130 °C
Tensión media de chispa	13KV

## Imagen



Fuente: (Eitar)

## 4.2.1.8. Tensiómetros - celda de carga

De la marca Sensatronics, expertos en instrumentación para pesos en el país. Es una celda de carga para tensión - compresión con un revestimiento resistente a la humedad y cables protegidos que habilitan el uso en ambientes difíciles, mientras se mantiene operando, ideal para para pesos colgando. Las características de este elemento están en la Tabla 23

Tabla 23

**Tensiómetros - celda de carga**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Sensatronics
<b>Modelo</b>	100-1000 lb
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Salida voltaje</b>	0 – 10 V DC
<b>Soporte de Peso</b>	50 a 500 Kg

**Imagen**

**Fuente: (Sensatronics)**

**4.2.1.9. Sensor de temperatura.**

Con una amplia variedad de aplicaciones, está disponible a un bajo costo y en una variedad de sondas. De dos aleaciones la primera es una aleación de Ni-Cr, y la segunda es una aleación de Ni-Al. Para este caso se usara la segunda aleación. Sus principales características están en la Tabla 24

Tabla 24

**Sensor de temperatura**

<b>Características Generales</b>	
<b>Tipo</b>	K
<b>Rango de temperatura</b>	0 – 400 °C
<b>Aislamiento interno</b>	Fibra de Vidrio
<b>Longitud</b>	3 m
<b>Número de hilos</b>	2
<b>Salida</b>	mV

**Imagen****4.2.1.10. Transmisor de temperatura.**

De la marca Siemens con montaje de cabezal en el área industrial, de gran resistencia, con fácil conexión al PLC. Las características están en la Tabla 25.

**4.2.1.11. Fines de carrera Nema 802X**

La marca elegida es Allen Bradley para fácil integración con el PLC, que a través de sus modelos NEMA están diseñados para uso en interior con el fin de

proteger las piezas internas contra la filtración de agua y las salpicaduras. Sus principales características constan en la Tabla 26.

**Tabla 25**

**Transmisor de temperatura**

**Características Generales**

<b>Fabricante</b>	Siemens
<b>Modelo</b>	Sitrans Th100

**Características Técnicas.**

<b>Conexión a</b>	Rtd y termopar
<b>Número de hilos</b>	2

**Imagen**



**Fuente: (Siemens)**

**Tabla 26**

**Fines de carrera Nema 802X**

**Características Generales**

<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Modelo</b>	Nema 802X

### Características Técnicas.

**Tipo** Lateral pulsable

**Estado** Normalmente abierto

### Imagen



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### 4.2.1.12. Sensor de Proximidad 875C

La marca elegida es Allen Bradley para fácil integración con el PLC, tienen una distancia de detección ajustable y están equipados con dos indicadores de estado que muestran la alimentación eléctrica y la salida, de carcasa blindada, se alojan en un barril de latón niquelado. Las opciones de conexión incluyen cable de PVC y desconexión rápida micro y pico. Las características se observan en la Tabla 27.

**Tabla 27**

#### Sensor de Proximidad 875C

##### Características Generales

<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Modelo</b>	875C

##### Características Técnicas.



<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de alimentación</b>	24VDC
<b>Salida analógica</b>	4 a 20 mA
<b>Área de Cobertura (m)</b>	15 a 90°
<b>Material Carcasa</b>	Aluminio

#### Imagen



**Fuente: (Notifier)**

#### 4.2.1.14. Fuente de alimentación de 24 VDC

Dado que el camal de Tulcán no posee una fuente DC en su estructura y necesitamos una fuente independiente a la del PLC para los actuadores de corriente continuo o los transmisores. Las fuentes de alimentación eléctrica de fuente conmutada Allen Bradley son una excelente opción cuando el ahorro de espacio es fundamental y uno de los principales objetivos.

En la Tabla 29 se muestra las características de esta Fuente.

Tabla 29

## Fuente de alimentación de 24 VDC

Características Generales	
<b>Fabricante</b>	Allen Bradley
<b>Modelo</b>	Bulletin 1606
Características Técnicas.	
<b>Voltaje de alimentación</b>	110/220 VAC
<b>Corriente Nominal</b>	5 A
<b>Corriente de Cortocircuito</b>	10 A
<b>Voltaje de Salida</b>	24 VDC

## Imagen



Fuente: (Allen Bradley)

## 4.2.1.15. Relé Estado Solido

Se usara para la activación del circuito de control conectado a 24VDC y activara un voltaje de potencia. Estos relés electrónicos cuentan con una función de alarma integrada, una amplia gama de ajustes y un alto nivel de

precisión adecuado a las aplicaciones más exigentes. Las características de este relé están en la Tabla 30.

#### 4.2.1.16. Contactor.

Este elemento es de la marca Schneider por su alta gama de productos en esta línea. A través de la familia Tesys K ofrece la mejor relación rendimiento/forma, compacta e integración perfecta en todas sus aplicaciones

**Tabla 30**

#### **Relé Estado Solido**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	HWE
<b>Modelo</b>	HW-1-DA4840
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de alimentación</b>	24VDC
<b>Corriente contactor</b>	10 A
<b>Voltaje de carga</b>	110/220 VAC
<b>Luz indicadora</b>	Tipo LED

#### **Imagen**



**Fuente: (HWE)**

Tabla 31

**Contactador**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Schneider
<b>Modelo</b>	Tesys K
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de alimentación</b>	220 VAC
<b>Potencia</b>	1.5 kW
<b>Circuito de control</b>	De corriente continua
<b>Corriente Contactador</b>	Hasta 6 A
<b>Contactos</b>	3 NO
<b>Numero de Polos</b>	3

**Imagen****Fuente: (Schneider)****4.2.1.17. Guardamotor**

Segundo elemento de seguridad, después del interruptor general, de la marca Schneider para fácil integración de los elementos de protección. Se integra fácilmente con todas las configuraciones, gracias a su ancho de 55 mm

y la fijación en perfiles Din. Las características de este Guardamotor están en la Tabla 32.

**Tabla 32**  
**Guardamotor**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Schneider
<b>Modelo</b>	TeSys GV3
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de alimentación</b>	220 VAC
<b>Tipo de unidad de control</b>	Automáticos termomagnéticos y magnéticos
<b>Corriente protección Térmica</b>	40 a 63 A
<b>Corriente protección Magnética</b>	819 A
<b>Numero de polos</b>	3
<b>Protección térmica</b>	De 11 a 30 kW

**Imagen**



**Fuente: (Schneider)**

#### 4.2.1.18. Disyuntor 2 y 3 polos

El disyuntor de Schneider es compacto y fácil de seleccionar, de la familia TeSys GB2 sólo mide 30mm de ancho en la versión de 2 polos y 45mm de ancho en la versión de 3 polos. En la Tabla 33 se encuentran las características de este disyuntor.

**Tabla 33**  
**Disyuntor**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Schneider
<b>Modelo</b>	TeSys GB2
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de alimentación</b>	DC O AC
<b>Tipo</b>	Térmico - magnético
<b>Corriente de disparo</b>	6.6 A
<b>Número de polos</b>	Dos o Tres
<b>Potencia disipada</b>	2 W por polo

#### Imagen



**Fuente: (Schneider)**

#### 4.2.1.19. Relé de interfaz.

Usado para la activación de la válvula solenoide, y motores DC, funciona con 24 VDC, de marca Schneider por su tamaño e integración al resto del circuito. Las características se observan en la Tabla 34

**Tabla 34**

#### Relé de Interfaz

Características Generales	
<b>Fabricante</b>	Schneider
<b>Modelo</b>	RXM4AB1BD
Características Técnicas.	
<b>Voltaje de alimentación</b>	24 VDC
<b>Tipo</b>	Interfaz
<b>Corriente</b>	6 A
<b>Número de contactos</b>	4 NO

#### Imagen



**Fuente: (Schneider)**

#### 4.2.1.20. Interruptor de protección

Este interruptor responde a todas las necesidades en términos de protección contra el voltaje bajo. Fácil de elegir, fácil de instalar y fácil de usar. Sus características están en la Tabla 35.

**Tabla 35****Interruptor de protección****Características Generales**

<b>Fabricante</b>	Schneider
<b>Modelo</b>	Easy Pact EZC
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Voltaje de alimentación</b>	220 VAC
<b>Tipo de unidad de control</b>	Magnetotérmico
<b>Corriente de Interruptor</b>	50 A
<b>Numero de polos</b>	3

**Imagen**

**Fuente: (Schneider)**

**4.2.1.21. Luces**

Indicarán un evento mediante una luz led. Se elegirá los más comunes en el mercado. En la Tabla 36 se visualizan sus principales características

Tabla 36

## Luces

Características Generales	
Fabricante	Genérico
Modelo	800F-N3R
Características Técnicas.	
Voltaje de Encendido	12-24 VDC
Corriente Nominal	11mA
Corriente térmica	1A
Voltaje de Aislamiento	300V
Dimensiones	D=18, Le=12 Li=42.4
Fijación	Rosca sobre panel

## Imagen



## 4.2.1.22. Pulsadores.

Realiza acciones de control. De la marca Allen Bradley para más durabilidad. Sus características están en la Tabla 37.

Tabla 37

## Pulsadores

Características Generales	
Fabricante	Allen Bradley

<b>Modelo</b>	800FM
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Tensión Nominal de Aislamiento</b>	150 VDC 300VAC
<b>Corriente nominal</b>	1A
<b>Dimensiones</b>	D=18, Le=12 Li=42.4
<b>Fijación</b>	Montaje sobre panel mediante tornillo

**Imagen**



**Fuente: (Allen Bradley)**

#### 4.2.1.23 Tablero de control

El gabinete es de la marca Beaucoup fabricados en el Ecuador y con mucha experiencia en el campo. Sus características en la Tabla 38.

**Tabla 38**

#### **Tablero de control**

##### **Características Generales**

<b>Fabricante</b>	Beaucoup
<b>Modelo</b>	IP-65
<b>Características Técnicas.</b>	

- 
- Perfil bota aguas
  - Cerradura con llave universal y tapa cubre polvo
  - Bisagras de poliamida
  - Empaque de neopreno
  - Fondo metálico con pintura electrostática en polvo color naranja con perforaciones para montaje de riel DIN
  - Conexión de tierra entre puerta y cuerpo de tablero
  - Cono recortable para diferentes diámetros de cable

**Imagen:**



**Fuente: (Beaucoup)**

#### **4.2.1.24. Monitoreo PC**

El monitoreo se la hará a través de una PC, en el camal se cuenta con el computador que se describe en la Tabla 39.

Tabla 39

**Monitoreo PC**

<b>Características Generales</b>	
<b>Fabricante</b>	Toshiba
<b>Modelo</b>	Satellite P755-SP5161M
<b>Características Técnicas.</b>	
<b>Sistema Operativo</b>	Windows 7 Home Premium (64 bits)
<b>Procesador</b>	Intel Core i7-2630QM (2.0GHz)
<b>Memoria</b>	6GB, DDR3
<b>Disco Duro</b>	750GB (5400 RPM) SATA
<b>Pantalla</b>	Pantalla de 15.6"
<b>Imagen</b>	

Ya descritos los equipos a usar en el proyecto, se procede a ubicarlos en la línea de faenamiento que estarán distribuidos por las diferentes etapas.

En el ANEXO C descrito como Ubicación de los Elementos muestra una vista superior del sitio de los elementos.

#### 4.2.2 Asignación de entradas - salidas del PLC

A través del diagrama de bloques se mencionó cuáles son las entradas y salidas del PLC de forma general, también se indicó los diferentes módulos que tiene el PLC, a continuación determinaremos que componentes van conectados a cada módulo del PLC.

Establecemos el lugar de los módulos en los slots del PLC, en la Tabla 39 establecemos la ubicación de los módulos en los Slots del PLC; en la Tabla 40 las direcciones del PLC y como cada dirección se asigna una tarea.

**Tabla 40**

##### Ubicación de slots en el PLC

Slot	Modulo	Tipo	Descripción
1	1769-IQ16F	Entrada Digital	16-IN24 V
2	1769-OB16P	Salida Digital	16-OUT 24 V
3	1769-IF4	Entrada Analógica	4 CHANNEL A/D
4	1769-OF2	Salida Analógica	2 CHANNEL D/A

Ahora direccionamos las entradas y salidas del PLC

**Tabla 41**

##### Direcciones de entradas y salidas del PLC

Módulo	Dirección PLC	Función
1769-IQ16F	Local:1:I.Data.0	Interruptor de activación del PLC
	Local:1:I.Data.1	Parada de emergencia
	Local:1:I.Data.2	Fin de carrera 1, inicio fase 1
	Local:1:I.Data.3	Fin de carrera 2, inicio fase 2
	Local:1:I.Data.4	Fin de carrera 3, fin fase 1

	Local:1:I.Data.5	Fin de carrera 4, fin fase 2
	Local:1:I.Data.9	Sensor de presencia 1, etapa sangrado
	Local:1:I.Data.10	Sensor de presencia 2, etapa escaldado
	Local:1:I.Data.11	Sensor de presencia 3, etapa chamuscado
	Local:1:I.Data.12	Sensor de presencia 4, etapa lavado
<b>1769-OB16P</b>		
	Local:2:O.Data.0	Indicador PLC en línea
	Local:2:O.Data.1	Válvula solenoide, para paso de gas
	Local:2:O.Data.2	Blower, para paso de aire
	Local:2:O.Data.3	Ignición de chispa, para generar llama
	Local:2:O.Data.4	Variador de frecuencia – stop
	Local:2:O.Data.5	Variador de frecuencia – run
	Local:2:O.Data.6	Variador de frecuencia – giro
<b>1769-IF4</b>		
	Local:3:I.Ch0Data	Celda de carga, para saber peso de porcino
	Local:3:I.Ch1Data	Detector de flama
	Local:3:I.Ch2Data	Transmisor de temperatura, señal proviene del horno chamuscador
<b>1769-OF2</b>		
	Local:5:O.Ch0Data	Variador de frecuencia - control de velocidad
	Local:5:O.Ch1Data	Motor 1 de corriente continua

Para mayor información sobre la asignación de entradas y salidas del PLC está el diagrama de conexionado (Ver ANEXO D), en él se detalla los pines de conexión de cada módulo del PLC a través de una dirección, además de

puntualizar el voltaje de alimentación, elementos de seguridad y los actuadores a los que se están conectados.

El ANEXO D contiene cuatro secciones:

- La sección 1 el módulo 1769-IQ16F correspondiente a entrada digital
- La sección 2 el módulo 1769-OB16P correspondiente a salida digital
- La sección 3 el módulo 1769-IF4 correspondiente a entrada analógica
- La sección 4 el módulo 1769-OF2 correspondiente a salida analógica

#### **4.2.3. Dimensionamiento de equipos.**

El dimensionamiento de equipos y de más elementos eléctricos y electrónicos como los conductores va relacionado directamente con los cálculos para la capacidad de conducción de corriente y potencia de estos elementos, impidiendo que trabajen de una manera errónea.

Se dimensionara las protecciones de los diferentes circuitos, los conductores eléctricos y los elementos de carga.

##### **4.2.3.1. Válvula solenoide**

- Al momento de dimensionar la válvula, se debe tener en cuenta la cantidad de flujo a controlar, más que el ancho de la tubería.
- Para dimensiona la válvula tomamos realizamos los siguientes pasos
- El fluido o gas a controlar. En este caso es gas licuado de petróleo (GLP).
- Rango de presión y temperatura. La presión de un tanque de GLP en el Ecuador es aproximadamente 88,86 psi a una temperatura

estándar de 15°C (sacado de la norma técnica NTE INEN 2 260:2010)

- El parámetro más importante en una válvula solenoide de gas es la capacidad de paso de gas que esta tiene, por eso se define el coeficiente Cv. (Villajulca, Como dimensionar una válvula de control, 2010)

Ec.1

$$Cv = \frac{Q}{(\Delta P/G)^{1/2}}$$

Donde:

- Q es el flujo volumétrico a través de la válvula (caudal) en galones por minutos
- P es la caída de presión a través de la válvula en psi (incluyendo las pérdidas en la entrada y la salida)
- G es la gravedad específica del gas.

El flujo volumétrico de un tanque de gas de 15 kilos es de 15 metros cúbicos por hora. Transformamos a galones por minuto.

$$Q = \frac{15m^3}{h} * \frac{264,2 gal}{1m^3} * \frac{1h}{60 min}$$

$$Q = \frac{61.55gal}{min}$$

La gravedad específica del gas es 0,538.

Reemplazamos todos los valores en la ecuación.

$$Cv = \frac{61.55}{(88.85/0,583)^{1/2}}$$

$$Cv = 4.98$$

En la Tabla 42 se muestra una tabla del fabricante de válvulas, donde detalla el diámetro de la válvula versus su Cv.

**Tabla 42**

**Características de válvulas solenoides**

Pipe Sizes (in)	Cv Flow (Air, Inert Gas)	Gas Capacity (Million BTU/hr)	Ambient Temperature (F)	Standard Voltages (Volts DC)
1"	21	1.1	32 to 104	12, 24, 120, 240
1 1/4"	32	1.7		
1 1/2"	35	1.9		
2"	60	3.2		

**Fuente: (ASCO)**

Elegimos la primera opción, con un dimensionamiento de Cv considerable, lo importante es que no sea menor.

Para saber la corriente que necesita el solenoide de la válvula, requerimos la potencia del mismo, para el caso de la válvula solenoide es de 6.1 W según dato del fabricante.

Calculamos la corriente para ello:

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{Ec.2}$$

Donde

I = Corriente a calcular en Amperios

P= Potencia del actuador en Watts

V= Voltaje nominal en Voltios

- Para la válvula solenoide será:

$$I = \frac{6.1}{24}$$

$$I = 0.254 \text{ A}$$

Esta corriente servirá para el dimensionamiento del conductor hacia la válvula.

#### 4.2.3.2. Motores eléctricos

El cálculo de la potencia de un motor eléctrico se realiza en función del trabajo que este tiene que realizar.

La potencia útil necesaria del motor viene dado por la expresión.

$$P_{HP} = \frac{(m + g) * v}{746 * n} \quad \text{Ec.3}$$

Donde

- $P_{HP}$  es la potencia en Caballos de fuerza
- $m$  es la masa del porcino en Kg.
- $g$  constante de la gravedad  $9.98\text{m/s}^2$
- $v$  es la velocidad de traslación en m/s
- $n$  rendimiento mecánico<sup>7</sup>.

##### 4.2.3.2.1. Motor trifásico.

Primero calculamos la potencia que necesitara el motor para trasladar al porcino a lo largo del faenado a través de Ec.3.

<sup>7</sup> n: La eficiencia  $n$  es una medida de la capacidad que tiene el motor para convertir toda la energía eléctrica que le suministran en energía mecánica.

Como se indicó en el capítulo 2 el peso de un porcino pequeño es de 60 kg, de un mediano 80 kg y de un grande de 100 kg, sobredimensionamos al tamaños más grande un 25 % o sea 125 Kg, se tiene máximo tres porcinos en sistema de riel, adicional el peso del sistema riel (2 kg) serían entonces

$$\text{Masa total } m = 125 \text{ kg} * 3 + 2 \text{ kg}$$

$$\text{Masa total } m = 377 \text{ kg}$$

La velocidad del proceso estará dada en 1 metro por segundo.

La Eficiencia es el valor a considerar, dependerá principalmente del tipo y tamaño de motor. La Tabla 43 muestra la variación de la eficiencia para diversos tipos de motor. Como el requerimiento del motor es de fierro, asignamos una eficiencia del 90% (Terán)

**Tabla 43**

**Eficiencia n de acuerdo especificaciones del motor**

Tipo de motor	Eficiencia mejorada	Alta eficiencia	Ahorro de energía	Salida aumentada
Carcasa de aluminio	0.09 a 45 kW	0.09 a 37 kW	0.12 a 50 kW	0.14 a 43 kW
	56% a 93.6 %	68% a 94%	70% a 92.4 %	62% a 91.7%
Carcasa de fierro	1.1 a 1000 kW	37 kW a 160 kW		
	77% a 97.1 %	77% a 97,1%		

Entonces:

$$P_{Hp} = \frac{(377 * 9.8) * 1}{746 * 0.92}$$

$$P_{Hp} = 5.38Hp \approx 6Hp$$

#### 4.2.3.2.2. Motor corriente continua.

Realizamos el mismo procedimiento del motor trifásico. Usamos la Ec.3

El peso viene dado únicamente por las boquillas metálicas por las cuales saldrá la flama para chamuscar al porcino. Las boquillas presentan un peso conjunto de 2 kg. Al igual que el dimensionado del motor trifásico, consideramos una eficiencia  $n$  de 90 %

$$P_{Hp} = \frac{(2 * 9.8) * 0.2}{746 * 0.9}$$

$$P_{Hp} = 0.00583 Hp$$

El motor más cercano a él es uno de 0.02 Hp

#### 4.2.3.3. Contactor para chispa de ignición

Para saber la corriente que soportara el contactor y su futuro dimensionamiento de cable, se requiere la potencia de la chispa: 516 W. y el voltaje de alimentación es 220V

Según la Ec.2 se tiene

$$I = \frac{516}{220}$$

$$I = 2.34 A$$

Una vez conocida la corriente que pasara por el contactor, revisamos la Tabla 44 que provee el fabricante, en nuestro caso es marca Schneider para categoría AC-3

#### 4.2.3.4. Relé de estado sólido para blower.

Para saber la corriente que soportara el relé y su futuro dimensionamiento de cable, se requiere la potencia, es 600W y el voltaje de alimentación es 110V

Según la Ec.2 se tiene

$$I = \frac{600}{110}$$

$$I = 5.45 \text{ A}$$

Una vez conocida la corriente que pasara por el relé, revisamos la Tabla 45 que provee el fabricante, para que soporte dicha corriente.

**Tabla 44**  
**Modelo de Contactores**

*Selection*

**TeSys contactors**  
For utilisation category AC-3



Operational current and power conforming to IEC ( $\theta \leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$ )			LC1/ LP1 K06	LC1/ LP1 K09	LC1 K12	LC1 K16	LC1 D09	LC1 D12	LC1 D18	LC1 D25	LC1 D32	LC1 D38	LC1 D40A
Maximum operational current in AC-3	$\leq 440 \text{ V}$	<b>A</b>	6	9	12	16	9	12	18	25	32	38	40
Rated operational power P (standard motor power ratings)	220/240 V	<b>kW</b>	1.5	2.2	3	3	2.2	3	4	5.5	7.5	9	11
	380/400 V	<b>kW</b>	2.2	4	5.5	7.5	4	5.5	7.5	11	15	18.5	18.5
	415 V	<b>kW</b>	2.2	4	5.5	7.5	4	5.5	9	11	15	18.5	22
	440 V	<b>kW</b>	3	4	5.5	7.5	4	5.5	9	11	15	18.5	22
	500 V	<b>kW</b>	3	4	4	5.5	5.5	7.5	10	15	18.5	18.5	22
	660/690 V	<b>kW</b>	3	4	4	4	5.5	7.5	10	15	18.5	18.5	30
	1000 V	<b>kW</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Fuente: (Schneider)**

El contactor a usar para la la ignición de chispa es un LCP1 – K06.

**Tabla 45****Modelo de relés**

Technical Specification	
Controlling voltage	3–32VDC
Controlling current	6–35mA
Make-on voltage	3.5VDC
Break-off Voltage	1.5VDC
Reverse Voltage	32VDC
Load Voltage	220V/480V/660V
Load Current	5,10,25,40,60,80,100,120A
Instant Voltage	900VAC
On-state Voltage Drop	<1.5V
On-off Time	≤10mS
Off-state Leakage Curent	≤10mA
Dielectric Strength	≥2500VAC
Insulation Resistance	500MΩ 500VDC
Ambient Temperature	–30~80°C
Indicate Methods	LED

**Fuente: (HWE)**

Por lo tanto nuestro relé es marca HWE de modelo HW-1-DA4840

#### **4.2.3.5. Relé de interfaz.**

No hace falta dimensionar los relé de propósito general, únicamente se hace referencia a la corriente de activación de los diferentes elementos a través de la señal de salida del PLC. Se ha elegido un relé Schneider que es activado con señal de 24VDC que posee contactos NO y NC con corriente térmica de 6A. En la Tabla 46 se indica la corriente de consumo de los elementos que trabajan con corriente continua; luego de considerar la corriente de cada elemento se observa en la Tabla 47 el modelo del fabricante.

Tabla 46

## Corriente de los elementos de corriente continua

Elemento	Corriente
Motor 1 DC	2.5 A
Motor 2 DC	2.5 A
Válvula	0.254 A

Tabla 47

## Modelo de relé de interfaz

## Zelio Relé

## Relés de Propósito General

Con indicador mecánico de posición de contactos, botón de prueba.

Relés Miniatura Enchufables



RXM-4AB1P7

REFERENCIA	Tensión de control	N de contactos N/A/NC	Corriente térmica Ith(A)	tipo de terminal	PRECIO USD
RXM-4AB1ID	12 VOLT DC	4	6	Plano	7,96
RXM-4AB1BD	24 VOLT DC	4	6	Plano	7,96
RXM-4AB1ED	48 VOLT DC	4	6	Plano	7,96
RXM-4AB1B7	24 VOLT AC	4	6	Plano	7,96
RXM-4AB1E7	48 VOLT AC	4	6	Plano	7,96
RXM-4AB1F7	120 VOLT AC	4	6	Plano	9,13
RXM-4AB1P7	230 VOLT AC	4	6	Plano	9,13
<b>ACCESORIOS PARA RELÉ ENCHUFABLE RXM</b>					
Base socket					
RXZ-E2M114M	14 pines				5,94

Fuente: Schneider

## 4.2.3.6. Dimensionamiento de conductores.

Determinar la ampacidad de un conductor es de mucha importancia ya que un mal dimensionamiento trae consecuencias como pérdidas de voltaje, quemadura de los propios cables, disminución de la vida útil, corto circuitos. La ampacidad de un conductor viene dado por su sección transversal, que está relacionado con un número, AWG (American wire gauge) o MCM (Miles de Circular Mils).

Los principales factores a considerar al calcular el calibre mínimo para un conductor son:

- Que la sección del conductor pueda transportar la corriente necesaria.
- Que la temperatura de operación del conductor no dañe su aislamiento.
- Que la caída de tensión esté dentro de los parámetros de funcionamiento del equipo eléctrico.

Existen varios métodos para el dimensionamiento de conductores, el que se usara será el método de caída de tensión

#### 4.2.3.6.1. Método de cálculo del conductor por caída de tensión

Al circular una corriente eléctrica por un conductor, se origina una caída de tensión por la resistencia que el conductor opone al paso de corriente originada por la distancia o la sección transversal del mismo, y que se refleja como aumento de corriente y disminución de voltaje.

Antes de determinar la sección transversal del cable se debe tomar en cuenta:

- Escoger el material del conductor que se va a utilizar y que se encuentre disponible en el mercado para la venta. Los principales elementos conductores están en la Tabla 48

**Tabla 48**

#### Conductividad de los materiales

Material	Conductividad $\frac{\Omega \cdot \text{m}}{\text{m}}$
Plata	61
Cobre	57
Oro	44

<b>Aluminio</b>	37
<b>Latón</b>	17
<b>Hierro</b>	10

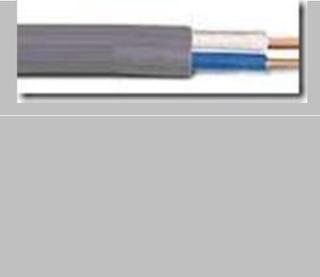
Por lo general son de cobre, por su conductividad y precio en el mercado.

- Escoger el tipo de aislante del conductor que dependerá de características tecnológicas particulares que poseen los distintos materiales aislantes. A continuación en la Tabla 49 se establecen los más importantes en el ambiente industrial

**Tabla 49**

**Principales tipos de aislantes de conductores**

Tipo de aislante	Imagen	Descripción
<b>Desnudo de Cobre</b>		Línea de transmisión y distribución de energía eléctrica.
<b>TWF - BATERIA</b>		Instalaciones donde requieren gran flexibilidad.
<b>TW</b>		Para circuitos de fuerza y alumbrado de edificaciones industriales, comerciales y domésticas.
<b>THHN</b>		Circuitos de Fuerza, alumbrado e instalaciones expuestas a elementos como gasolina y/o aceite.
<b>TTU</b>		Circuitos de fuerza, alumbrado e instalaciones industriales. Tensión nominal: 600 V.

<b>SPT Piatina</b>		Extensiones, conexiones colgantes y en general como cables portátiles.
<b>UF Plastiplomo</b>		En instalaciones cubiertas o expuestas y en viviendas. Uni o multifamiliares del lado exterior de las paredes. Resistente a humedad, corrosión, hongos.
<b>ASC Conductores Aluminio Desnudos</b>		Líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica.
<b>ASCR Conductores de Aluminio Reforzados</b>		Líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Ya determinado el material y tipo de aislamiento procedemos a calcular la sección transversal con las siguientes formulas, pero antes se toma en cuenta que la caída de tensión no sea mayor a 3% entre el origen y cualquier punto de utilización en la instalación por lo tanto:

$$\Delta v = e * V_{in} \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

- $v$  = caída de tensión desde el principio a final dela línea
- $e$ = Porcentaje admisible
- $V_{in}$ = Tensión de servicio

Sección de conductor, en la Tabla 50 están las formulas concernientes a la sección del cable considerando el tipo de corriente.

Tabla 50

## Fórmulas de Sección del conductor

Tipo de corriente	Sección	
Continua ( $\cos\theta=1$ ) y Monofásica	$S = \frac{L + I + \frac{\cos\theta}{\rho + \Delta}}{\rho + \Delta}$	Ec.5
Trifásica	$S = \frac{\sqrt{3} * \frac{L + I + \frac{\cos\theta}{\rho + \Delta}}{\rho + \Delta}}{\rho + \Delta}$	Ec.6

Fuente: (Villajulca, Datos de Placa de un motor y Formulas Electricas, 2012)

Donde:

- $S$  = área de la sección transversal en  $mm^2$
- $L$  = distancia del conductor en metros;
- $\rho$  = conductividad del conductor ( $\rho = 57 mm^2 / \Omega \cdot m$ )
- $\cos \theta$  = factor de potencia ( $\theta = 0.86$ )

Conocida el área de la sección transversal, se elige un calibre AWG mayor al calculado, para ello está la Tabla 51 que relaciona la sección del cable con un número específico AWG

Tabla 51

## Calibre AWG de conductores

## Tabla de conversión – Americal Wide Gauge

AWG N°	Diámetro en mm	Área en $mm^2$
1	7.350	42.400
2	6.540	33.600
3	5.830	26.700

<b>4</b>	5.190	21.200
<b>5</b>	4.620	16.800
<b>6</b>	4.110	13.300
<b>7</b>	3.670	10.600
<b>8</b>	3.260	8.350
<b>9</b>	2.910	6.620
<b>10</b>	2.590	5.270
<b>11</b>	2.300	4.150
<b>12</b>	2.060	3.310
<b>13</b>	1.830	2.630
<b>14</b>	1.630	2.080
<b>15</b>	1.450	1.650
<b>16</b>	1.290	1.310
<b>17</b>	1.150	1.040
<b>18</b>	1.024	0.8230
<b>19</b>	0.912	0.6530
<b>20</b>	0.812	0.5190
<b>21</b>	0.723	0.4120
<b>22</b>	0.644	0.3250
<b>23</b>	0.573	0.2590
<b>24</b>	0.511	0.2050
<b>25</b>	0.455	0.1630
<b>26</b>	0.405	0.1280
<b>27</b>	0.361	0.1020

---

<b>28</b>	0.321	0.0804
<b>29</b>	0.286	0.0646
<b>30</b>	0.255	0.0503

#### 4.2.3.6.2 Motores trifásicos

De acuerdo a la placa de motor la corriente nominal es de 16 A, específicamente para motores, sobredimensionamos en un 25 % más esa corriente por seguridad.

Si 16 A es el 100%, el 125%. ¿Cuánto es?

Una regla de 3 simple

$$X = \frac{16 * 125}{100}$$

$$X = 20 A$$

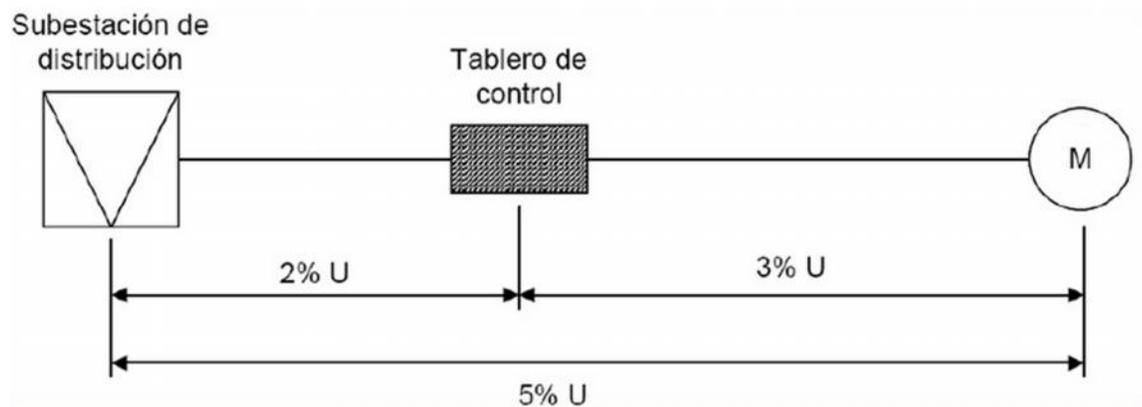
Ahora sí, se pasa a dimensionar el conductor

1. Tipo de conductor: De cobre.
2. Material de aislamiento: El que se ajusta al ambiente donde estará el motor es tipo TW
3. Sección transversal:

Se adopta una caída de 0.5 %

$$\Delta v = 0.005 * 220$$

$$\Delta v = 1.1V$$



**Figura 28. Caída de tensión por tramos**

La distancia del motor 1 a la parte de control es de 8m

$$S = \frac{\sqrt{3} * 8 * 20 * \cos 0.86}{57 * 1.1}$$

$$S = 4.41mm^2$$

Para el motor 2 tiene una distancia de 12m

$$S = \frac{\sqrt{3} * 12 * 20 * \cos 0.86}{57 * 1.1}$$

$$S = 6.63mm^2$$

Consultamos la Tabla 51 y el resultado es: Para el motor 1 un cable N 10 y para el segundo motor un cable N 8

Los conductores serian:

Cable tipo TW AWG 10 de cobre para motor1 y

Cable tipo TW AWG 8 de cobre para motor 2.

#### 4.2.3.6.3. Motor DC

La corriente a plena carga de nuestro motor fue de 2.5 A, específicamente para motores sobredimensionamos en un 25 % más esa corriente por seguridad.

Si 2.5 A es el 100%, el 125%. ¿Cuánto es?

Una regla de 3 simple

$$X = \frac{2.5 * 125}{100}$$

$$X = 3.12 \text{ A}$$

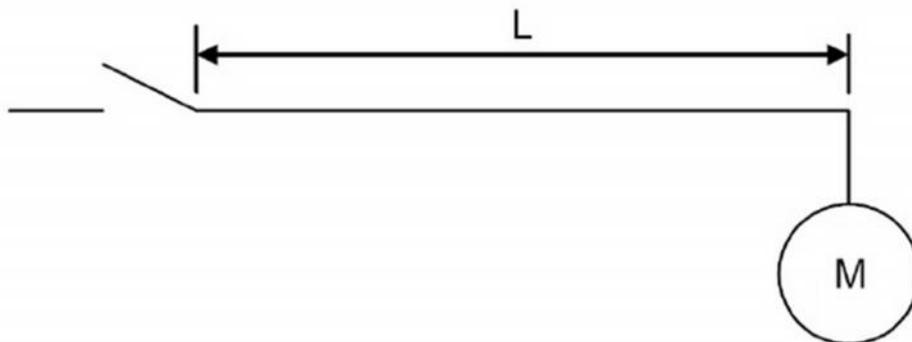
Ahora sí, se pasa a dimensionar el conductor

1. Tipo de conductor: De cobre.
2. Material de aislamiento: El que se ajusta al ambiente donde estará el motor es tipo TW
3. Sección transversal:

Adoptamos la caída máxima de tensión de 3%

$$\Delta v = 0.03 * 24$$

$$\Delta v = 0.72V$$



**Figura 29. Longitud del conductor**

La distancia del motor a la parte de control es de 13.5m

$$S = \frac{2 * 13.5 * 3.12}{57 * 0.72}$$

$$S = 2.05 \text{ mm}^2$$

Consultamos la Tabla 51 y el cable más indicado es N13 AWG

El conductor sería:

Cable tipo TW AWG 13 de cobre

#### 4.2.3.6.4. Conductor Interruptor automático - Variador de frecuencia

Ya calculamos los conductores de forma individual para cada motor, ahora calculamos el alimentador principal común para los dos motores. Los conductores que alimentan a los dos motores tendrán una capacidad igual a la suma del valor nominal de la corriente a plena carga de los 2 motores, más el 125% del valor de la corriente del motor más grande del grupo.

Como conocemos que los dos motores poseen las mismas características, cualquiera puede ser el motor más grande

$$I = (I_{N1} * 1.25) + I_{N2} \quad \text{Ec.7}$$

Donde

- I = Corriente que circulara por el conductor en Amperios
- IN1= Corriente nominal del motor más grande
- IN2= Corriente nominal del segundo motor

Entonces:

$$I = (16 * 1.25) + 16$$

$$I = 36 A$$

Dimensionar el conductor

1. Tipo de conductor: De cobre.

2. Material de aislamiento: El que se ajusta al ambiente donde estará el conductor es tipo THHN

3. Sección transversal:

Calculamos la sección del cable, recordando que la longitud del conductor es de 5m

$$S = \frac{\sqrt{3} * 5 * 36 * \cos 0.86}{57 * 1.1}$$

$$S = 4.97 \text{ mm}^2$$

Revisamos la Tabla 51 y da un N 10 AWG.

El conductor sería:

Cable tipo THHN AWG 10 de cobre

#### **4.2.3.6.5. Conductores Interruptor automático – Blower.**

Ya calculamos la corriente del Blower, que es 5.45 A. Ahora dimensionamos el conductor, la distancia es de 14.5 metros

1. Tipo de conductor: De cobre.

2. Material de aislamiento: El que se ajusta al ambiente donde estará el motor es tipo TW

3. Sección transversal:

$$S = \frac{\sqrt{3} * 14.5 * 5.45}{57 * 1.1}$$

$$S = 2.18 \text{ mm}^2$$

Revisamos la Tabla 51 y da un N 13 AWG.

El conductor sería:

Cable tipo TW AWG 13 de cobre

#### 4.2.3.6.6. Conductor Interruptor automático – Ignición de chispa

La corriente de consumo de la ignición de chispa es 2.3 A a 13.5 metros como el soplador ya que es un sistema conjunto. Para dimensionar el cable se procede a

1. Tipo de conductor: De cobre.

2. Material de aislamiento: El que se ajusta al ambiente donde estará el conductor es tipo THHN

3. Sección transversal:

$$S = \frac{\sqrt{3} * 13.5 * 2.3}{57 * 1.1}$$

$$S = 0.87 \text{ mm}^2$$

Corresponde según la Tabla 51 un cable N17.

El conductor sería:

Cable tipo THHN AWG 17 de cobre

#### 4.2.3.6.7. Conductor Interruptor automático – PLC

Aunque el PLC viene da fabrica con sus propios elementos de protección interna, se ha decido integrarlo a la misma red de protección, la corriente de consumo del PLC está en el orden de 1.3 A se añade la corriente de la válvula solenoide 0.254 A y el motor dc con 3.12 A. y la distancia será de unos 5m. Entonces

$$I = 1.3 + 0.254 + (3.12 * 2)$$

$$I = 7.79 A$$

Se realiza el mismo procedimiento

1. Tipo de conductor: De cobre.
2. Material de aislamiento: El que se ajusta al ambiente donde estará el motor es tipo TW
3. Sección transversal:

$$S = \frac{\sqrt{3} * 5 * 7.79}{57 * 1.1}$$

$$S = 1.07 \text{ mm}^2$$

Revisamos la Tabla 51 y da un N 16 AWG.

El conductor sería:

Cable tipo TW AWG 16 de cobre

#### 4.2.3.7. Dimensionamiento de Protecciones

El motor posee básicamente 2 tipos de protecciones, la primera es la protección contra corto circuitos (interruptor magnético) y la protección contra sobrecarga (interruptor térmico) o dos protecciones en el mismo dispositivo como un interruptor automático, además se implementara guardamotor para cada motor como una medida extra de protección. Para dimensionar estas protecciones se debe:

- 1.- Se ubica las especificaciones técnicas del motor (Ver Tabla 52), localizamos el factor de servicio, la corriente nominal y la potencia del motor, se los encuentra en el documento de especificaciones del motor o en la placa

frontal del mismo. En este caso los motores tienen las mismas especificaciones.  
(Cardona)

**Tabla 52**  
**Especificaciones técnicas del motor WEG**

<b>Características</b>	
<b>Carcasa</b>	112M
<b>Potencia</b>	60 HP
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Polos</b>	2
<b>Rotación nominal</b>	3490
<b>Deslizamiento</b>	3.06%
<b>Voltaje nominal</b>	208-230/460 V
<b>Corriente nominal</b>	15.9-14.3/7.17 A
<b>Corriente arranque</b>	108/53.8 A
<b>Ip/In</b>	7.5
<b>Corriente en vacío</b>	5.55/2.77 A
<b>Par nominal</b>	12.3 Nm
<b>Par de arranque</b>	250%
<b>Par máximo</b>	310%
<b>Categoría</b>	----
<b>Clase de aislación</b>	F
<b>Elevación de temperatura</b>	80 K
<b>Tiempo de rotor bloqueado</b>	24s (caliente)
<b>Factor de servicio</b>	1.25

<b>Régimen de servicio</b>	S1
<b>Temperatura Ambiente</b>	-20°C – 40°C
<b>Altitud</b>	1000m
<b>Protección</b>	IPW55
<b>Masa aproximada</b>	40 Kg
<b>Momento de Inercia</b>	0.000803 Kg m <sup>2</sup>
<b>Nivel de ruido</b>	69 dB (A)

**Fuente: (WEG)**

2.- Calculamos la corriente de protección  $I_p$ . (Cardona)

$$I_p = C + I_n$$

Ec.8

Donde

- $I_p$  = Corriente de protección
- $C$  = Constante de protección (1.25 para circuitos trifásicos)
- $I_n$  = Corriente Nominal

$$I_p = 1.25 * 15.9$$

$$I_p = 19.88 A$$

3. Guardamotor.

Conocida la corriente  $I_p$  de 20 amperios, se ubica esta corriente en la Tabla 53 del proveedor sin olvidar que tiene que ser de 3 polos

**Tabla 53**  
**Modelo de Guardamotores**

	
Up to 30 kW	37 kW
25...65 A	80 A
50...100 kA	35 kA
With	With
<b>GV3 L</b>	<b>GK3 EF 80</b>
24522/3	24522/3

**Fuente: (Schneider)**

Únicamente existen 2 modelos en esta familia de guardamotores, el más indicado para la corriente calculada es el primer modelo un GV3 L.

El relé a adquirir es marca Schneider de la familia Tesys D modelo LRD 22

4. Interruptor automático.

Para saber la corriente con la que trabajara el interruptor, la norma NEC manifiesta que para protección de derivaciones de motores, tendrán una intensidad de régimen de carga continuo no inferior al 125% de la intensidad a plena carga. Pero se tomara en cuenta q no únicamente los motores irán conectados al interruptor, sino también el Blower, la ignición de chispa, el circuito de control.

$$I = C I_{N1} * 1.25 + I_{N2} + I_{SO} + I_{IC} + I_{CC}$$

Ec.9

Donde

- $I_{n1}$  = Corriente del moto más grande
- $I_{n2}$  = Corriente del segundo motor
- $I_{so}$  = Corriente Blower
- $I_{lic}$  = Corriente de la ignición de chispa
- $I_{cc}$  = Corriente de todo el circuito de control

Entonces:

$$I = (16 * 1.25) + 16 + 5.45 + 2.3 + 1.3 + 7.79$$

$$I = 51.54 A$$

**Tabla 54**

**Modelos de interruptores**

interrupción      25 KA a 220/240 VAC  
                           10 KA a 440/480 VAC  
                           5 KA a 125/250 VDC

CATALOGO	DESCRIPCIÓN	
	CORRIENTE NOMINAL AMP.	NÚMERO DE POLOS
EZC100N3015	15	3
EZC100N3020	20	3
EZC100N3030	30	3
EZC100N3040	40	3
EZC100N3050	50	3
EZC100N3060	60	3
EZC100N3075	75	3
EZC100N3080	80	3
EZC100N3100	100	3

**Fuente: (Schneider)**

La corriente es alrededor 50 A por lo tanto se observa en la Tabla 54 que el modelo Schneider EasyPack EZC100N3050 es el más indicado.

## 5. Disyuntores

Para la elección del disyuntor al igual que los relés de interfaz, únicamente nos basamos en la corriente de consumo del elemento, la corriente de cada elemento de control están en la Tabla 46 y asociamos el disyuntor

**Tabla 55**

### Modelo de disyuntores

Disyuntores GB2

**DISYUNTORES TERMOMAGNÉTICOS PARA PROTECCIÓN DE CIRCUITOS DE CONTROL, VÁLVULAS SOLENOIDE Y TRANSFORMADORES.**

REFERENCIA		
	Corriente térmica de Protección I <sub>th</sub> (A)	N de Polos
GB2-CB05	0,5	1
GB2-CB06	1	1
GB2-CB07	2	1
GB2-CB08	3	1
GB2-CB09	4	1
GB2-CB10	5	1
GB2-CB12	6	1
GB2-CB14	8	1
GB2-CB16	10	1
GB2-CB20	12	1
GB2-CD05	0,5	1 + Neutro
GB2-CD06	1	1 + Neutro
GB2-CD07	2	1 + Neutro
GB2-CD08	3	1 + Neutro
GB2-CD09	4	1 + Neutro
GB2-CD10	5	1 + Neutro
GB2-CD12	6	1 + Neutro
GB2-CD14	8	1 + Neutro
GB2-CD16	10	1 + Neutro
GB2-CD20	12	1 + Neutro
GB2-DB05	0,5	2
GB2-DB06	1	2
GB2-DB07	2	2
GB2-DB08	3	2
GB2-DB09	4	2
GB2-DB10	5	2
GB2-DB12	6	2
GB2-DB14	8	2
GB2-DB16	10	2
GB2-DB20	12	2



Fuente: Schneider

Ya dimensionados los conductores y las protecciones del circuito se detalla en el ANEXO E la conexión de todos los elementos por fase aclarando el número de cable a usar en cada sección.

#### 4.2.3.8. Dimensionamiento tablero de control.

Para dimensionar un tablero eléctrico se debe cumplir con ciertas normas garantizando así la seguridad de las instalaciones como de los operarios.

Lo primero es determinar el voltaje de distribución, luego

Lugar de instalación: De ser posible un tablero se debe instalar en un lugar seco, ambiente normal y alejado de otras instalaciones, este no es el caso al encontrarse en un ambiente industrial, por lo que el tablero deberá construirse con el grado de protección IP adecuado al ambiente. ( La Estanquidad en materiales eléctricos, 2009). El IP tiene dos dígitos que representan al grado de protección, para la primera cifra referimos a la Tabla 56 y para la segunda a la Tabla 57, dando un grado de dos dígitos.

**Tabla 56**

#### Primer cifra característica de grado de protección

Grado de Protección		
1ra Cifra	Descripción	Detalle
Característica		
0	No protegida	No tiene protección especial
1	Protegida contra cuerpos solidos mayores de 50mm	Una gran superficie de cuerpo humano, por ejemplo, la mano
2	Protegida contra cuerpos solidos mayores de 12	Los dedos u objetos análogos que no excedan los 80 mm

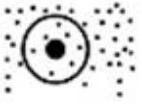
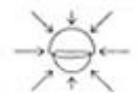
	mm	de largo
3	 Protegida contra cuerpos solidos mayores de 2.5mm	Herramientas, alambres, etc. de diámetros o espesores mayores de 2.5 mm
4	 Protegida contra cuerpos solidos mayores de 1mm	Alambres o tiras de espesor mayor de 1mm
5	 Protegida contra el ingreso de polvo	La penetración de polvo no es totalmente impedida pero no alcanza a perjudicar el funcionamiento
6	 Estaca	No hay penetración de polvo

Tabla 57

## Segunda cifra característica de grado de protección

Grado de Protección		
2da Cifra Característica	Descripción	Detalle
0	No protegida	No tiene ninguna protección
1	 Protegida contra las caídas verticales de	Las gotas de agua (que caen verticalmente) no deben tener efectos nocivos

		gotas de agua (goteo)	
2		Protegida contra las caídas de agua para una inclinación máxima de 15°(goteo)	El goteo vertical de agua no debe tener efectos nocivos cuando el panel está inclinado hasta 15° respecto de esa posición
3		Protegida contra la lluvia de agua	La lluvia cayendo en un Angulo igual o menor a 60° respecto de la vertical no debe tener efectos nocivos
4		Protegida contra las proyecciones de agua	El agua proyectada en todas las direcciones contra el panel no debe tener efectos nocivos
5		Protegida contra los chorros de agua	El agua, proyectada a presión en todas las direcciones contra el panel no debe tener efectos nocivos
6		Protegida contra los golpes de mar	Con mar gruesa o bajo el efecto de chorros potentes, el agua no debe penetrar el panel, en cantidad nociva
7		Protegidos contra los efectos de la inmersión	Al sumergir el panel bajo una presión dada y durante un tiempo determinado, no debe tener penetrar agua en si

		interior en una cantidad nociva	
8		Protegido contra la inmersión prolongada	El panel es apto para usarse inmerso dentro del agua por un tiempo prolongado

Conocidas las bases para el dimensionamiento de tableros, referimos al usado en este proyecto.

El tablero recibirá una tensión de voltaje de 220 V trifásico, ubicado en la zona 1, específicamente entre el proceso de aturdimiento y sangrado a 1.70 m del suelo con un grado de protección IP 51 con una única puerta frontal de apertura vertical. El elemento de mayor dimensión ubicado en el tablero es el PLC junto al variador de frecuencia la medida viene dada en milímetros (ancho, alto, profundidad). Las medidas del tablero son: 60, 120, 40.

En el ANEXO F están ubicados los elementos en el tablero de control, con una leve descripción de cada uno, conjuntamente se halla un esquema del tablero de control con su vista interior y exterior.

#### 4.2.4. Variador de frecuencia

Como ya se explicó el variador de frecuencia es de la misma familia del controlador Allen Bradley para fácil integración ya que usa la plataforma de Control Logix para simplificar la programación de parámetros y tags reduciendo el tiempo de desarrollo con la autoconfiguración de componentes. La explicación o principal ventaja de elegir un variador de frecuencia es mantener la velocidad constante a cualquier peso o en términos de motores torque. Es decir no depende de cuantos porcinos estén en el transporte elevado la velocidad se mantendrá fija.

Se intervendrá al variador de frecuencia a través del controlador

Los pines de conexión a usar en el variador de frecuencias son:

- Pin 01 para Paro
- Pin 02 para Arranque
- Pin 03 para Giro
- Pin 11 para Alimentación de Variador A 24 VDC
- Pin 13 para entrada de voltaje Analógico 0 -10
- Pin 14 para polarización del circuito
- Pin R1 para conexión de falla
- Pin R2 para conexión común de falla

Para ver el diagrama de conexionado del variador de frecuencia PowerFlex 525 ver ANEXO G.

#### **4.2.5. Software**

Como se ha elegido como PLC un controlador de la familia Allen Bradley, el programa a usar es RsLogix 5000. Este software está destinado a la creación de los programas del autómeta en lenguaje de esquema de contactos o también llamado lógico de escalera (Ladder). Contiene un amplio conjunto de instrucciones que sirven en diferentes aplicaciones además de ofrecer una solución fácil con una interfaz compatible. (Bernard, 2014).

A través de RsLinx Classic se gestionará la comunicación entre el controlador Logix y el programa de software RsLogix 5000, RsLinx proporciona varias interfaces abiertas para diferentes fabricantes para la recolección y análisis de datos.

##### **4.2.5.1. Algoritmo y rutina de programación.**

A través de rutinas se definirá la labor específica de cada etapa del faenado del porcino que serán llamadas por el programa principal o algoritmo principal sirviendo como base para la futura programación en el software ya descrito.

#### 4.2.5.1.1. Rutina principal.

En la Figura está estructurada la rutina principal que contiene las etapas del faenado del porcino que están determinadas como subrutinas.

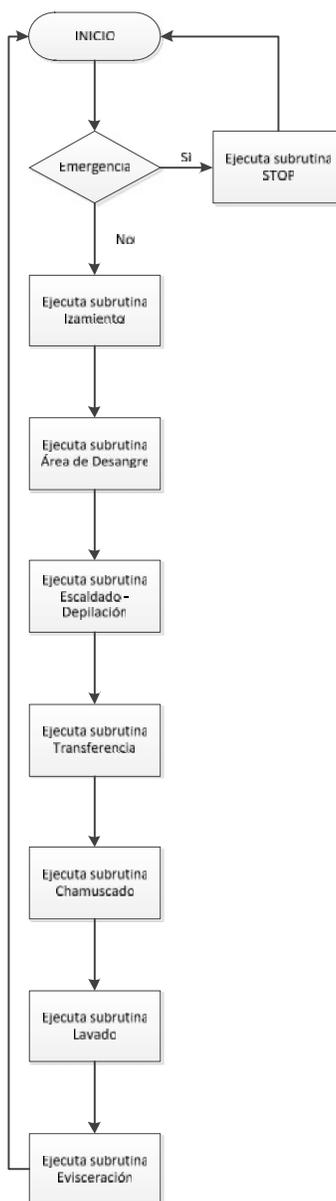


Figura 30. Diagrama de flujo: Rutina Principal.

#### 4.2.5.1.2. Subrutina Stop

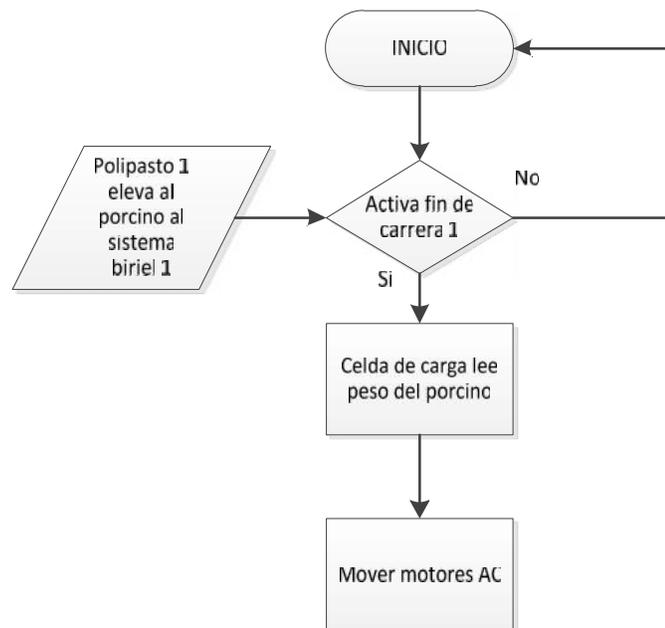
En la Figura 31 se muestra la subrutina Stop, esta rutina entra en actividad cuando se active el pulsador de emergencia.



**Figura 31. Diagrama de flujo: Subrutina Stop**

#### 4.2.5.1.3 Subrutina Izamiento

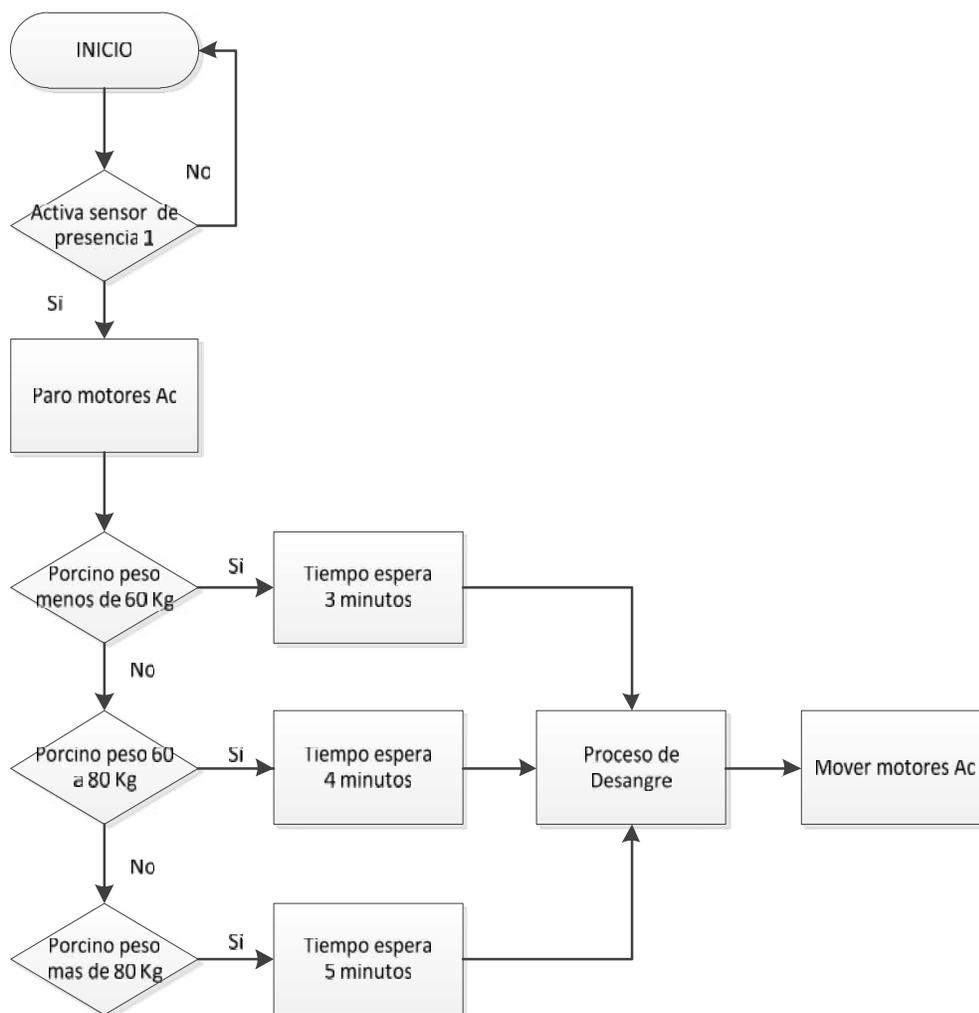
En la Figura 32 se mira una operación Celda de carga, esta operación es muy esencial en todo el proceso ya que debido al peso del porcino se determinara los tiempos de operación.



**Figura 32. Diagrama de flujo: Subrutina Izamiento**

#### 4.5.4.1.4. Subrutina Área de Desangre

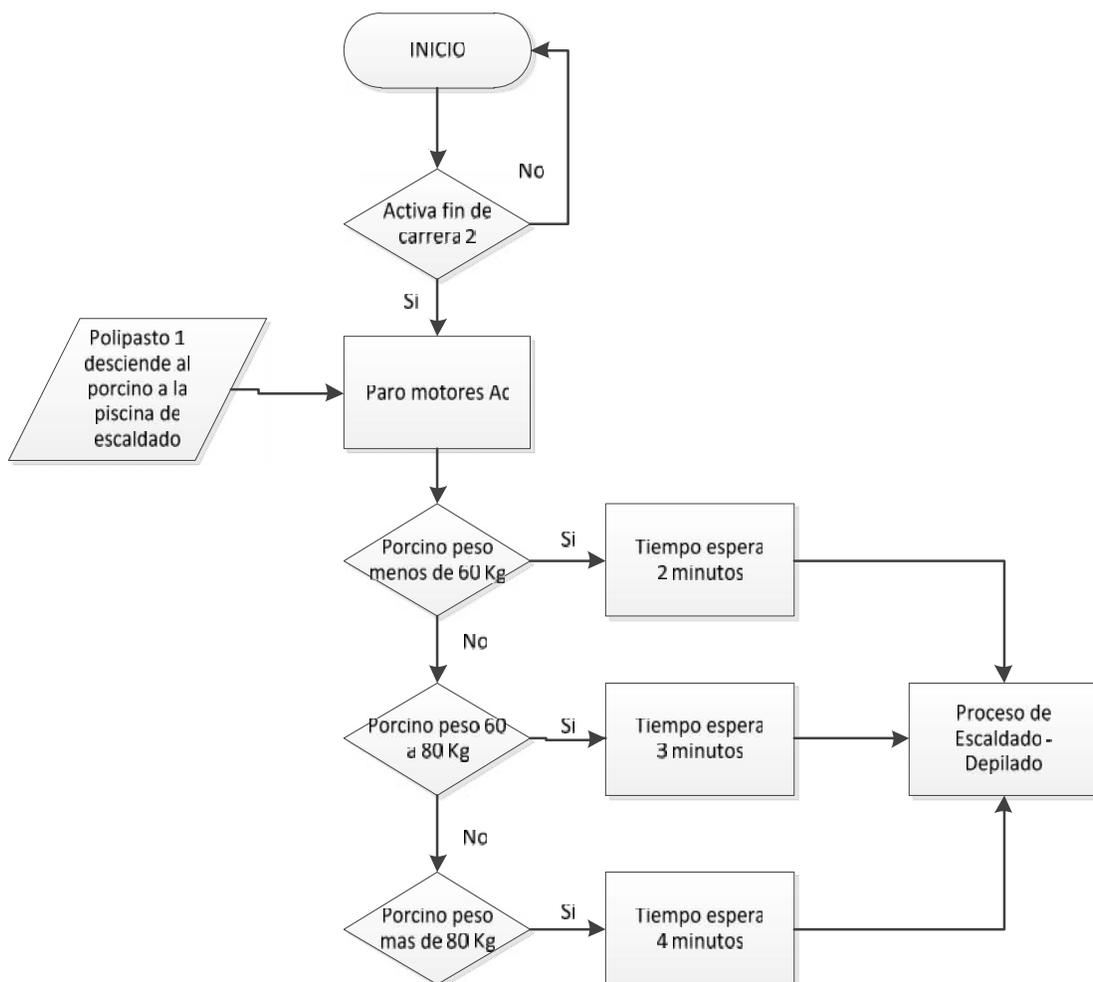
En la Figura 33 se categoriza tres tipos de pesos, dependiendo del peso obtenido en la celda de carga se valida los tiempos y se realiza el proceso.



**Figura 33. Diagrama de flujo: Subrutina Área de Desangre**

#### 4.2.4.1.5. Subrutina Escaldado – Depilación

En la Figura 34 se mira la inclusión de un agente externo que es el uso del polipasto1 para descender al porcino, igualmente se validan tiempos respecto al peso del porcino.



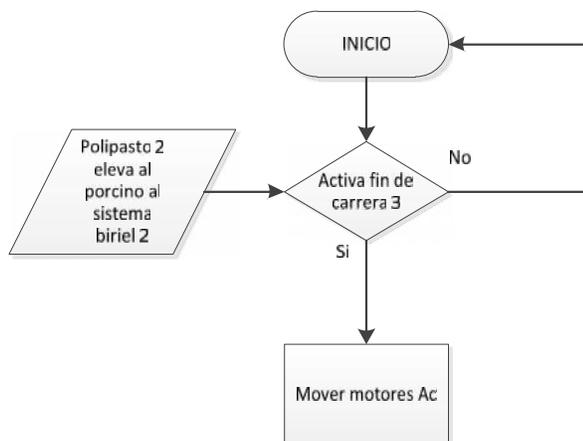
**Figura 34. Diagrama de flujo: Subrutina Escaldado – Depilación**

#### 4.2.5.1.6. Subrutina Transferencia

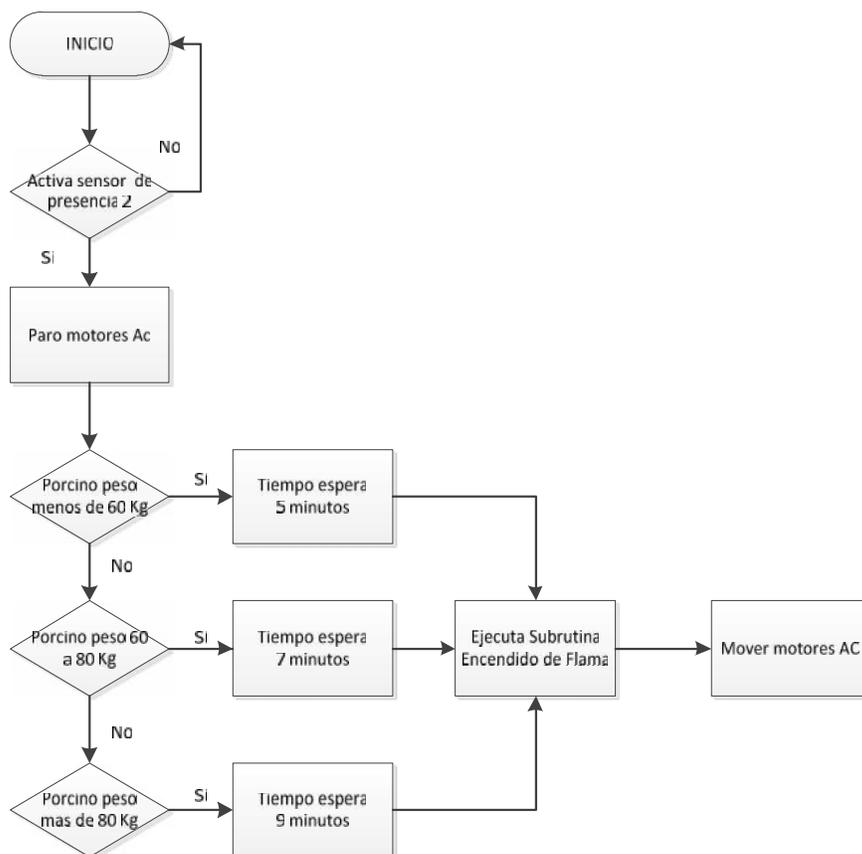
Aquí interviene el polipasto 2 que al elevar el porcino activara el fin de carrera 3 para mover los motores. Ver Figura 35.

#### 4.2.5.1.7. Subrutina Chamuscado

En esta subrutina funciona todo lo que tiene que ver con el horno chamuscador, una vez activado el sensor de presencia 2 y validado el tiempo – peso del porcino se activa la Subrutina Encendido de Flama.



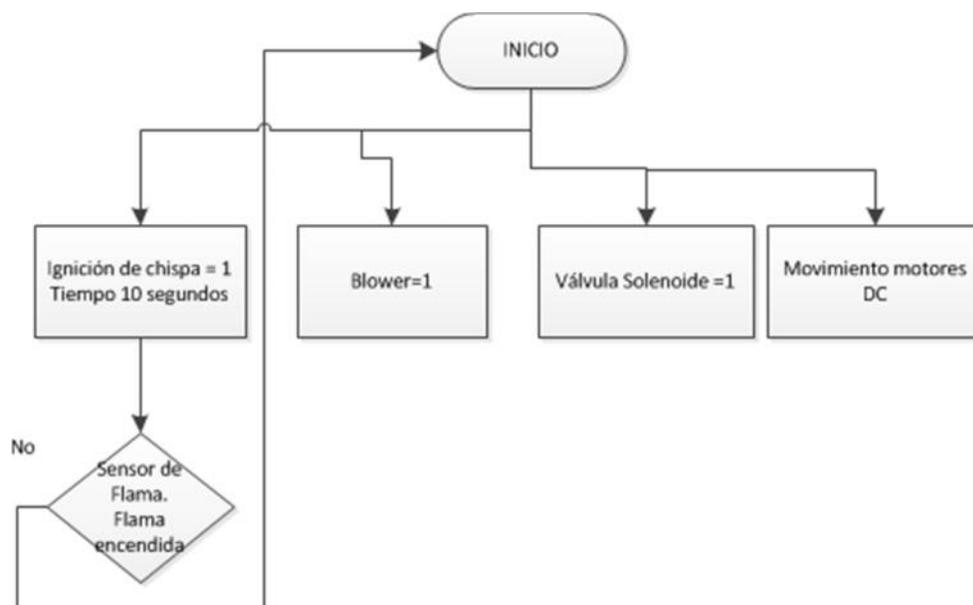
**Figura 35. Diagrama de flujo: Subrutina Transferencia**



**Figura 36. Diagrama de flujo: Subrutina Chamuscado**

#### 4.2.5.1.7.1. Subrutina Encendido de Flama.

Es una subrutina dentro de otra subrutina, como se ve en la Figura 37 da inicio a los actuadores para que realicen la flama que chamuscara al porcino. En el caso de no haber llama en los 10 primeros segundos se reinicia la rutina.



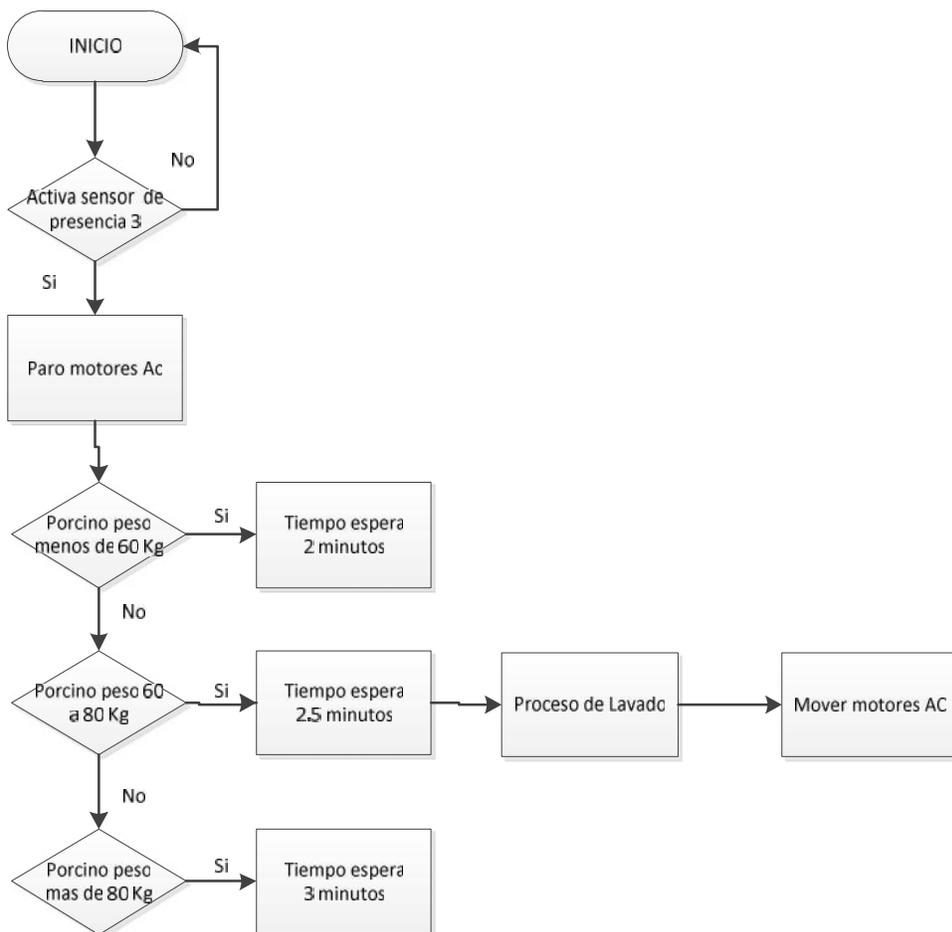
**Figura 37. Diagrama de flujo: Subrutina Encendido de Flama**

#### 4.2.5.1.8. Subrutina Lavado

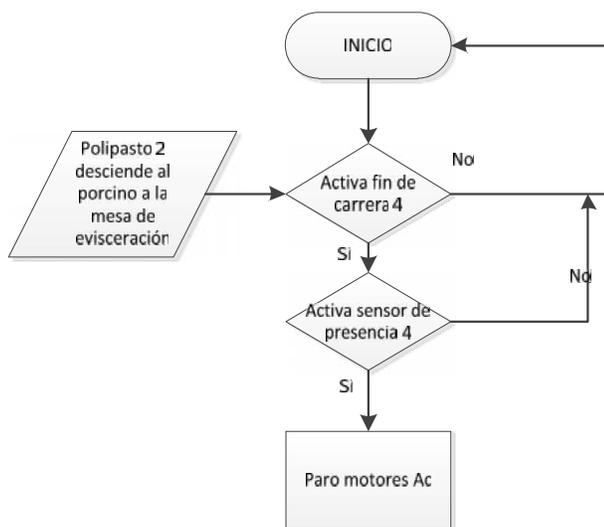
Se activara el sensor de presencia 3, parará el proceso para que se realice dicho proceso, una vez finalizado ira al proceso de evisceración. Ver Figura 38.

#### 4.2.5.1.9. Subrutina Evisceración

Ultima subrutina, participa el polipasto 2 para el descenso, por ultimo activa el sensor de presencia 4 y el sensor fin de carrera 4, determinando el fin del proceso. Ver Figura 39.



**Figura 38. Diagrama de flujo: Subrutina Lavado**



**Figura 39. Diagrama de flujo: Subrutina Evisceración**

#### 4.2.6. Diagrama de Flujo de Proceso

Mediante este diagrama representamos paso a paso las diferentes etapas en el faenado del porcino, mostrando la relación secuencial que hay entre ellas, logrando una visión general del proceso.

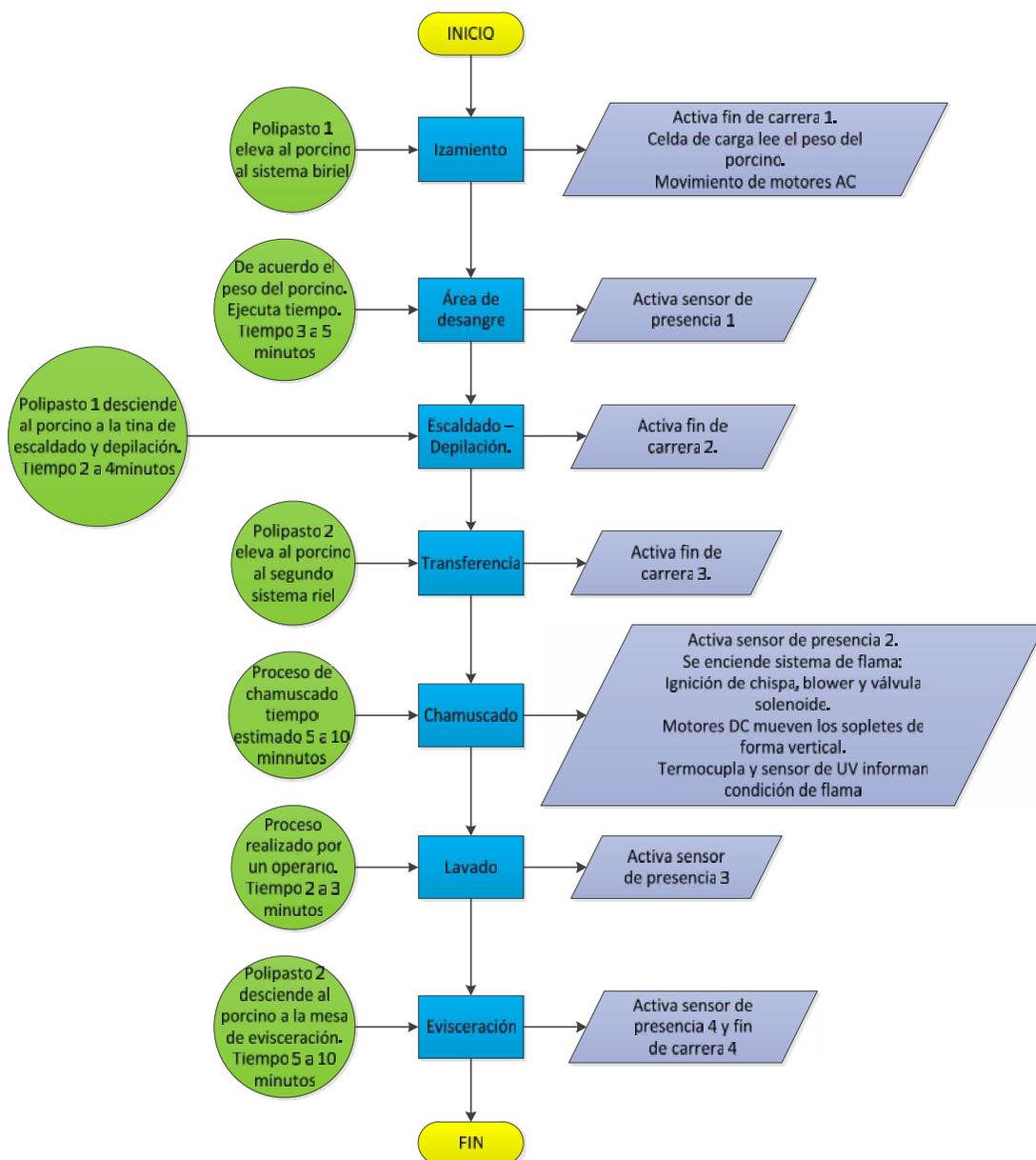


Figura 40. Diagrama de flujo del proceso de faenamiento de porcinos

En la Tabla 58 se encuentra la simbología del diagrama de flujo

**Tabla 58**  
**Simbología del diagrama de flujo**

Símbolo	Significado	Descripción
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo
	Proceso	Representa la realización de una operación o actividad.
	Operación	Indica las principales fases del proceso.
	Datos	Elementos que alimentan y se generan en el procedimiento.
	Línea de Flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.

#### 4.2.7. Planos eléctricos

Los planos eléctricos son la representación gráfica, en la que ubicamos cada uno de los componentes de la instalación y la interconexión entre ellos mediante símbolos que identificaran dichos componentes. (León, 2012)

##### 4.2.7.1. Plano P&ID

El plano en mención se halla en el ANEXO H.

Al representar un proceso de instrumentación existen diferentes símbolos, figuras y términos utilizados en éstos que están normados según la Sociedad de Instrumentistas de América (ISA) o la Organización de Estándares Internacionales (ISO). Estas entidades son las encargadas de establecer y registrar cada uno de los términos utilizados en cualquier plano o diagrama de proceso de instrumentación a nivel mundial.

Dentro de estos planos, se establece los elementos que se implementan en el proyecto, en la Tablas 59 se indica la nomenclatura con su función.

**Tabla 59**  
**Nomenclatura del diagrama P&ID**

<b>Nomenclatura</b>	<b>Función</b>	<b>Ubicación</b>
<b>PLC</b>	Controlador logico programable	Tablero de control
<b>WT</b>	Trasmisor de Peso	Sistema riel 1
<b>ZS</b>	Swich de Posición	Varias
<b>VFD</b>	Variador de Frecuencia	Tablero de control
<b>MOT1</b>	Polipasto 1	Sistema de riel 1
<b>MOT2</b>	Polipasto 2	Sistema de riel 2
<b>MOT3</b>	Motor trifásico de inducción	Sistema de riel 1
<b>MOT4</b>	Motor trifásico de inducción	Sistema de riel 2
<b>MOT5</b>	Motor de Corriente continua	Sistema de riel 2
<b>MOT6</b>	Motor de Corriente continua	Sistema de riel 2
<b>GS</b>	Alimentación de Gas	Sistema de riel 2
<b>BT</b>	Trasmisor de LLama	Sistema de riel 2
<b>TT</b>	Trasmisor de temperatura	Sistema de riel 2

Existe un solo lazo de control en todo el proceso al que se le asiga el proceso 001.

#### **4.2.7.2. Plano de Gancho y Polea para faenado de Porcinos**

En el ANEXO I esta detallado con dimensiones el sistema de gancho y polea para el faenado de porcinos que va conectado al sistema riel, como también a qué altura se encuentra el sistema riel. En si un detalle estructural del sistema riel.

## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISIS COSTO BENEFICIO**

En este capítulo se Indicará los beneficios y costos que involucraría la implementación de este proyecto del transporte elevado y el horno chamuscador, considerando si es viable realizarlo preguntando si la solución sobrepaso el costo del proyecto.

Bien al decidir realizar una inversión en el Camal de Tulcán se debe contar con la mayor cantidad de información para poder minimizar los riesgos. Para decidir realizar una inversión, casi siempre pensamos en términos de análisis de la rentabilidad de las inversiones. Así, se tocan técnicas financieras como las distintas medidas de riesgos y rentabilidad, el cálculo de los flujos de caja, etc.

El método más utilizado para evaluar la viabilidad de una inversión son: el V.A.N. (Valor Neto Contable) y el T.I.R. (Tasa Interna de Rentabilidad)

#### **5.1. VAN**

Mide el valor actual de los desembolsos y de los ingresos, actualizándolos al momento inicial y aplicando un tipo de descuento en función del riesgo que conlleva el proyecto. Si el VAN obtenido es positivo el proyecto es interesante de realizar. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto hay que

descartarlo. Es decir es el rendimiento actualizado de los flujos positivos y negativos originados por la inversión.

Para restablecer los signos en términos de igualdad, consideraremos que los desembolsos que señalan una salida de capital les aplicamos el signo negativo y los que constituyen ingresos o entradas tendrán signo positivo. (Guerra, 2014)

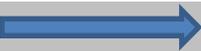
### 5.1.1. Determinar la inversión inicial.

En la Tabla 59 se observa la lista de componentes a usar en el proyecto mientras que en la Tabla 60 los costos profesionales que tendrá la obra. Estos dos costos cuentan como inversión en nuestro proyecto

**Tabla 60**

#### **Lista de componentes técnicos.**

<b>Elemento</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario USD</b>	<b>Subtotal USD</b>
<b>Aisladores 1, 2, 3 polos</b>	Leipole	Genérico	6	2.79	16.74
<b>Blower</b>	Black and Decker	BB600-ar	1	82.00	82.00
<b>Borneras</b>	Leipole	Genérico	10	1.16	11.60
<b>Celda de carga</b>	Sensatronics	60001 Tipo S	1	276.00	276.00
<b>Contactador</b>	Schneider	Tesys KLC1K06010	1	24.32	24.32
<b>Disyuntor</b>	Schneider	Tesys GB2-CD	4	36.60	146.40
<b>Encendedor electrónico de alta</b>	Eitar	Genérico	1	14.00	14.00

<b>tensión</b>					
<b>Fuente de voltaje</b>	Allen Bradley	Bulletin 1606	1	293.48	293.48
<b>Fin de Carrera</b>	Allen Bradley	Nema 802X	4	27.05	108.20
<b>Gabinete modular</b>	Beaucoup	Beauline I-0317	1	70.61	70.61
<b>Guardamotor</b>	Schneider	Tesys GV3-ME63	2	169.17	338.34
<b>Interruptor Automático</b>	Schneider	Easy port EZC 3p	1	61.88	61.88
<b>Motor AC</b>	WEG	W22	2	1127.00	2254.00
<b>Motor DC</b>	Baldor	TENV	2	294.00	588.00
<b>PLC</b>	Allen Bradley	CompactLogix 1768	1	8256.77	8256.77
<b>Relé de estado solido</b>	HWE	HW-1-DA4840	1	10.00	10.00
<b>Relé de Interfaz</b>	Schneider	RXM4AB1BD	4	7.96	31.84
<b>Riel DIN</b>	Leipole	Genérico	4	2.47	9.88
<b>Sensor de flama UV</b>	Notifier	S40/40R	1	238.60	238.60
<b>Sensor de proximidad Capacitivo</b>	Allen Bradley	875C	4	33.15	132.60
<b>Sensor de temperatura</b>	Termocupla	Genérico	1	9.50	9.50
<b>Soporte para barreras</b>	Leipole	Genérico	4	0.48	1.92
				Continuar	

<b>Transmisor de temperatura</b>	Siemens	Sitrans th100	1	92.04	92.04
<b>Tubería Bx ½ y accesorios. Rollo 50m</b>	Metal Gray		1	1.54	1.54
<b>Tubería Bx ¾ y accesorios. Rollo 50m</b>	Metal Gray		1	2.31	2.31
<b>Válvula solenoide</b>	Asco	8235	1	45.74	45.74
<b>Variador de frecuencia</b>	Allen Bradley	Power Flex	1	331.48	331.48
				Subtotal	13429.67
				Iva 12%	1611.56
				Total	15041.23

**Tabla 61**

**Componentes Profesionales**

<b>Rubro</b>	<b>Días</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Costo por día USD</b>	<b>Subtotal USD</b>
<b>Mano de obra</b>	7	5	50	1750
<b>Diseño de Ingeniería</b>	-	1	2500	2500
			Subtotal	4250
			Iva 12%	510
			Total	4760

### 5.1.2. Periodo de tiempo

Se determina un tiempo de 8 años para analizar el proyecto

### 5.1.3. Calcula las entradas de caja para cada periodo de tiempo

Si bien el costo de faenar a un porcino es de 4.50 USD, según la Administración del Camal la ganancia es a partir de los 4.00 USD. Estos 4.00 USD son para gastos de operarios, del GLP y gastos administrativos de todo el Camal. Pues bien considerando dicho rubro se elabora la Tabla 61 para calcular la entrada de caja.

**Tabla 62**

#### Entradas de Caja

<b>Años</b>	<b>Faenamiento anual</b>	<b>Costo por unidad USD</b>	<b>Flujo Total USD</b>
<b>2015</b>	4300	0.50	2150
<b>2016</b>	4400	0.70	3080
<b>2017</b>	4500	0.80	3600
<b>2018</b>	4600	0.90	4140
<b>2019</b>	4700	1.00	4700
<b>2020</b>	4800	1.10	5280
<b>2021</b>	4900	1.20	5880
<b>2022</b>	5000	1.30	6500
	<b>Valor Total USD</b>		<b>35330</b>

### 5.1.4. Calculo de salidas de caja

Únicamente como coste de salida está el mantenimiento anual que se la haría a las maquinas más el valor de los materiales. Ver Tabla 62.

**Tabla 62**  
**Mantenimiento Anual**

<b>Rubro</b>	<b>Días</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Costo por día USD</b>	<b>Subtotal USD</b>
<b>Mantenimiento</b>	2	2	250	500
<b>Materiales</b>	-	-	200	700
			<b>Subtotal</b>	<b>1200</b>
			Iva 12%	144
			<b>Total</b>	<b>1344</b>

#### 5.1.5. Suma tus flujos de caja descontados y resta tu inversión inicial.

En el año 0 se considera como el año de inversión, la inversión consiste en componentes técnicos y componentes profesionales dando un total de  $15041.23 + 4760 = 19801.23$ . En la Tabla 62

**Tabla 63**  
**Calculo de VAN**

<b>Años</b>	<b>Pagos USD</b>	<b>Cobros USD</b>	<b>Valor Actual USD</b>
<b>0</b>	-19801.23		-19801.23
<b>1</b>	-1344	2150	806
<b>2</b>	-1344	3080	1736
<b>3</b>	-1344	3600	2256
<b>4</b>	-1344	4140	2796

5	-1344	4700	3356
6	-1344	5280	3936
7	-1344	5880	4536
8	-1344	6500	5156
<b>Valor Actual Neto</b>			<b>4776.77</b>

El VAN es positivo (4777.77 USD), por lo que la inversión es aceptable.

## 5.2 TIR

Es la Tasa de Rentabilidad Interna, o tipo de rendimiento interno de una inversión; es decir, es aquel tipo de actualización que hace igual a cero el valor del capital. Informa de la rentabilidad de la inversión, por lo tanto, es un indicador relativo al capital invertido. (Guerra, 2014)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I \quad \text{Ec.10}$$

Donde:

- $F_t$  = Es el flujo de caja en el periodo  $t$
- $n$  = es el número de periodos
- $I$  = es el valor de la inversión inicial

Si  $VAN=0$ , entonces

$$\frac{2150}{(1+TIR)} + \frac{3080}{(1+TIR)^2} + \frac{3600}{(1+TIR)^3} + \frac{4140}{(1+TIR)^4} + \frac{4700}{(1+TIR)^5} + \frac{5280}{(1+TIR)^6} + \frac{5880}{(1+TIR)^7} + \frac{6500}{(1+TIR)^8} - 19801.23 = 0$$

Despejamos la variable TIR de la ecuación y obtenemos

La tasa TIR = 12.47% es superior a un 10% que ya se lo considera rentable, por lo que es viable realizar el proyecto, claro a un tiempo de 8 años.

### **5.3 Análisis**

El camal de Tulcán es una Empresa pública Municipal que como objetivo es servir a la ciudadanía productos cárnicos con estándares de calidad, es decir no persigue un lucro económico de esta actividad.

Hay que considerar que si es cierto que con la automatización se aumenta la producción, el número de porcinos a faenar es limitado, como se mencionó en el capítulo 2 el promedio por día de faenado de cerdos es de 23, por lo que el tiempo no es variable importante. Más bien la automatización que se haría en el camal permitiría que el camal suba sus estándares sobre todo en el de seguridad gracias al transporte elevado y el horno chamuscador.

Teniendo en cuenta los costos y beneficios totales, se ha determinado la cantidad de tiempo necesario para que se pueda recuperar los costos proyectados de la inversión inicial, hay que tener en cuenta que la inversión inicial también se la puede financiar a través de diferentes agentes de inversión entre ellos el MIPRO.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- Se realizó la ingeniería básica del transporte elevado y horno chamuscador, identificando los elementos actuales y los requerimientos básicos para el nuevo sistema.
- Se realizó la ingeniería de detalle del transporte elevado y horno chamuscador describiendo y dimensionando los elementos nuevos a usar plasmándolos en documentos escritos y planos eléctricos y civiles
- Si se implementa el horno chamuscador de acuerdo al diseño planteado, se disminuiría al operador del soplete a gas, pudiendo este realizar otra actividad, además de que se lo alejaría de una zona peligrosa por el tanque de GLP no solo por la explosión de este tanque, sino por la inhalación del gas.
- Según las proyecciones de volúmenes de sacrificio de porcinos y el análisis costo beneficio del proyecto se establece que el tiempo para recuperar el monto de inversión es alrededor de 3 años y medio, luego de este tiempo se obtendría ganancias que podrían ser utilizadas en el mismo camal o a las arcas municipales.
- La inclusión de un variador de frecuencia al diseño permite la disminución o aumento de velocidad en la línea de proceso pudiendo

trabajar con varias velocidades que estarán relacionadas con el peso del porcino.

- Las mejoras planteadas al proceso de faenado aseguran una ayuda al faenamiento del porcino igualmente sin necesidad de ampliar las instalaciones

## **6.2 Recomendaciones**

- En las etapas del faenado que no se intervino se recomienda la compra o diseño de máquinas para automatizar aún más la planta como por ejemplo una flageladora, transportador de vísceras rojas etc.
- Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos en el camal, para alargar la vida útil y evitar fallas en la línea de faenamiento.
- Se capacite al personal que labora en el faenamiento de los animales acerca de normas de seguridad industrial y buenas prácticas de manufactura para garantizar buen funcionamiento de los equipos y un buen producto final respectivamente.
- Se espera que las medidas adoptadas en esta ingeniería básica y de detalle se adopten por parte de la Alcaldía Municipal para subsanar algunas deficiencias basadas en las normas de matadero, todo esto en beneficio de la ciudadanía del Municipio de Tulcán.
- Consultar de manera exhaustiva las normas que rigen a los mataderos en el Ecuador además del proceso de faenamiento de los porcinos, siendo base fundamental para la realización de la ingeniería.

## BIBLIOGRAFÍA

*La Estanquidad en materiales eléctricos*. (11 de Abril de 2009). Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de Sitio web de Newsroker: <http://www.roker.com.ar/newsroker/abril09/abril09.html>

Allen Bradley. Obtenido de <http://ab.rockwellautomation.com/es>

ASCO. Obtenido de <https://www.ascovalve.com/es-us/Applications/Products/SolenoidValves.aspx>

ASPE. (21 de Marzo de 2011). *Boletín informativo de ASPE*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2014, de Sitio Web de Agrytec.com: [http://agrytec.com/pecuario/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4331:censo-de-granjas-porcicolas-&catid=31:articulos-tecnicos&Itemid=32](http://agrytec.com/pecuario/index.php?option=com_content&view=article&id=4331:censo-de-granjas-porcicolas-&catid=31:articulos-tecnicos&Itemid=32)

Baldor. Obtenido de <http://www.baldor.com/>

Beaucoup. Recuperado el 2015, de <http://www.inselec.com.ec/content/products.php?m=1>

Bernard, B. (2014). *Controladores programables*. Recuperado el 25 de Marzo de 2015, de Monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos75/controladores-programables/controladores-programables3.shtml>

Black and Decker. (s.f.). Obtenido de <https://www.ascovalve.com/es-us/Applications/Products/SolenoidValves.aspx>

Caiza, F. (6 de Junio de 2002). Porcinos: un sector inexplorado. *La Hora*.

Cardona, M. *Sistema de Producción y Transporte de Aire Comprimido*. Recuperado el 20 de Marzo de 2015, de Sitio web de monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos66/sistema-transporte-aire-comprimido/sistema-transporte-aire-comprimido3.shtml>

Eitar. Recuperado el 2015, de <http://www.eitar.com.ar/>

Feraz, L., Delgado, D., & Rafael, G. (12 de Noviembre de 2002). *Cadena Productiva de Cerdos*. Recuperado el 6 de Junio de 2014, de <https://es.scribd.com/doc/74617656/Cadena-Productiva-de-Cerdos-Doc>

Gobierno Municipal, T. (2012). *Estudio de factibilidad para el establecimiento del Camal de Tulcán*. Tulcán.

Guerra, R. (2014). *Como calcular el Van WikiVerificador*. Obtenido de WikiHow: <http://es.wikihow.com/calcular-el-VAN>

Hora, D. L. (6 de Octubre de 2013). *Ecuador Inmediato*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2014, de [http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=2818748617&umt=la\\_hora\\_quito\\_camales\\_en\\_alerta](http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818748617&umt=la_hora_quito_camales_en_alerta)

Jiménez, O. (31 de Enero de 2012). *Diferencia entre plano y diagrama*. Recuperado el 11 de Abril de 2015, de Scrib: <https://es.scribd.com/doc/80018854/Diferencia-Entre-Un-Plano-y-Un-Diagrama>

León, J. (2 de Marzo de 2012). *Control Electrico Industrial*. Recuperado el 8 de Marzo de 2015, de Sitio web de Jorge León: <http://jorgeleon.terradeleon.com/automatizacion/Controlelectrico/index.html>

Marco, E. (2012). *Manejo de Cerdos para matadero*.

Notifier. Recuperado el 2014, de <http://www.notifier.es/index.php/empresa/delegaciones-en-el-mundo/category/s40-40r>

Pleguezuelos, T. (1999). *Calida Total en la Administración Pública*. Granada.

Ponton, T., & Luis, S. (2006). *Reingeniería del Camal de Machala*. Machala.

S.A, P. (2005). *Diagnóstico y estudio de impacto ambiental - Camales zona norte del Ecuador*.

Schneider. (s.f.). Recuperado el 2014, de <http://www.schneider-electric.com.co/sites/colombia/es/empresa/perfil/schneider-ecuador.page>

Segunda, L. (20 de Agosto de 2012). Agrosuper a 3 meses del cierre.

Sensatronics. (s.f.). Recuperado el 2014, de <http://www.sensatronics.com/>

Siemens. (s.f.). Recuperado el 2015, de <http://www.siemens.com/answers/ec/es/>

Terán, N. *Dimensionamiento de un conductor principal para motor*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de sitio web de Academia.edu: [http://www.academia.edu/9623364/DIMENSIONAMIENTO\\_DE\\_CONDUCTOR\\_PRINCIPAL\\_PARA\\_MOTOR](http://www.academia.edu/9623364/DIMENSIONAMIENTO_DE_CONDUCTOR_PRINCIPAL_PARA_MOTOR)

Vásquez, C. (14 de Enero de 2014). Proceso de faenamiento en porcinos. (C. Vásquez, Entrevistador)

Vásquez, L. (s.f.). Evolución de un matadero. *Distribución en planta de un matadero*. Navarra, España.

Villajulca, J. (31 de Mayo de 2010). *Como dimensionar una válvula de control*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de Instrumentacion y Control.net: <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/instrumentacion/curso-completo-instrumentacion-industrial/item/226-como-dimensionar-una-v%C3%A1lvula-de-control?-pasos-simples-y-eficaces.html>

Villajulca, J. (30 de Enero de 2012). *Datos de Placa de un motor y Formulas Electricas*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Control Y automatización: <http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos->

libres/automatizacion/control-motores-electr/item/610-datos-de-placa-de-un-motor-y-formulas-electricas.html

WEG. Obtenido de <http://www.weg.net/ec>

## **ANEXOS**

**ANEXO A**

**REGLAMENTACIÓN DE MATADEROS**

**ANEXO B**

**PLANO: CONTROLADOR COMPACTLOGIX 1768**

## **ANEXO C**

### **UBICACIÓN DE ELEMENTOS EN EL SISTEMA RIEL**

## **ANEXO D**

### **DIAGRAMA DE CONEXIONADO PLC**

## **ANEXO E**

### **CIRCUITO DE FUERZA**

## **ANEXO F**

### **DESCRIPCIÓN Y DIMENSIONES DEL TABLERO DE CONTROL**

## **ANEXO G**

### **DIAGRAMA DE CONEXIONADO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA POWER FLEX**

**ANEXO H**

**PLANO P&ID**

## **ANEXO I**

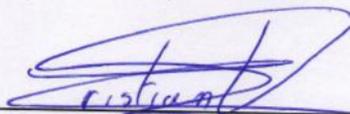
### **DETALLE POLEA Y GANCHO PARA FAENADO DE PORCINO**

## ACTA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposición  
en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE desde:

Sangolquí, 04 DE MAYO DE 2015

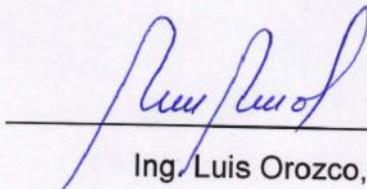
**ELABORADO POR:**



Cristian Antonio Vásquez Benavides

CI: 0401513528

**AUTORIDAD:**



Ing. Luis Orozco, MSc

DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

