



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**“MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS PARA MICRO  
EMPRESAS DE EMBUTIDOS.”**

**AUTOR: FELIPE NICOLÁS CÓRDOVA REINA**

**DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS.**

**IBARRA, ECUADOR**

**2016**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003244520		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Córdova Reina Felipe Nicolás		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Obispo Mosquera 6-64 Calixto Miranda.		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:felip_89@hotmail.com">felip_89@hotmail.com</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2603020	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0997290802

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS PARA MICRO EMPRESAS DE EMBUTIDOS.
<b>AUTOR (ES):</b>	Córdova Reina Felipe Nicolás
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	8 de Julio del 2016.
<b>PROGRAMA:</b>	<input type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería en Mecatrónica
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Octavio Arias

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Córdova Reina Felipe Nicolás, con cédula de identidad Nro. 1003244520, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad.

repositorio del Norte, la publicación de la  
uso del archivo digital en la Biblioteca  
ra ampliar la disponibilidad del material  
n y extensión; en concordancia con la

obra en el Repositorio Digital Institucional  
de la Universidad con fines académicos, p  
y como apoyo a la educación, investigaci

original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de Julio del 2016.

**EL AUTOR:**

(Firma).....



Nombre: Felipe Nicolás Córdova Reina.

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Yo, **Felipe Nicolás Córdova Reina**, con cédula de identidad Nro. 1003244520, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, establecido en los artículos 4,5 y 6 en calidad de autor del trabajo de grado denominado. **MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS PARA EMPRESAS DE EMBUTIDOS**, que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO EN MECATRONICA** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad Técnica del Norte para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo de los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

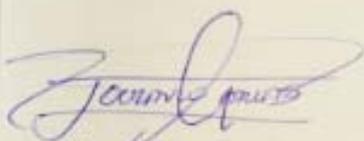
Además, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

Ibarra, a los 08 días del mes de Julio de 2016.

(Firma).....  
Nombre: Córdova Reina Felipe Nicolás.  
Cedula: 1003244520

## CERTIFICACION.

En calidad de Director de Grado, presentado por el Señor Felipe Nicolás Córdova Reina, para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que dicho trabajo fue realizado bajo mi supervisión.



Ing. Arias Octavio

DIRECTOR

C.I.1002434338

## **AGRADECIMIENTO.**

Expreso mi agradecimiento:

A Dios por darme la fuerza, el valor y la fe para poder seguir alcanzando todos mis objetivos y pruebas en el transcurso en mi vida profesional y personal.

A mis padres por su apoyo incondicional, por sus valores brindados, por su paciencia a lo largo de toda mi vida y por estar siempre junto a mí.

A mi esposita por el aliento y amor incondicional que me dedica día a día.

A mis hermanos por el cariño y el apoyo incondicional que me han brindado en toda la etapa de mi vida.

A todos mis compañeros y amigos que fueron testigos de triunfos y derrotas, gracias por su apoyo y animo en realización de este trabajo.

A los Ing. Octavio Arias y Washington Mosquera por su colaboración prestada en la realización de este proyecto.

Al Ing. Sebastián Corella propietario de la micro empresa Carnes y embutidos la Candelaria por brindar sus instalaciones y permitir implementar el proyecto de trabajo de grado.

A la Universidad Técnica del Norte y al departamento de ingeniería en Mecatrónica que con sacrificio y esmero contribuyen al conocimiento y desarrollo profesional e institucional de esta identidad.

Córdova Reina Felipe Nicolás.

## **DEDICATORIA.**

A mis padres por ser el pilar de mi vida y por saber inculcarme valores y principios para poder llegar a cumplir esta meta, con cariño y responsabilidad.

A mí querida esposita por estar pendiente y alentarme en cada momento de mi vida.

Se la dedico especialmente a mi hijo Lio Pipe por ser mi gran motivación día a día para así nunca darme por vencido en cualquier meta y llegar hacer un ejemplo para él.

Córdova Reina Felipe Nicolás.

## **RESUMEN.**

Los resultados del estudio de factibilidad económica con respecto a la elaboración de alimentos y embutidos determinan la rentabilidad para implementar una máquina adecuada para el desarrollo industrial y la independencia de tecnología extranjera.

El presente proyecto tiene por objetivo diseñar y construir una máquina retorcedora de salchichas en la industria de embutidos, para mejorar las condiciones de trabajo de los medianos y pequeños productores de este sector. La máquina está orientada en el proceso de formado continuo, para optimizar el tiempo de desarrollo y elaboración de salchichas. Obteniendo así una máquina eficiente, eficaz y de trabajo productivo. La cual permite una fácil trasportación, fácil conexión, fácil control del proceso y mejorar la calidad del producto final. Diseñada de acuerdo a las condiciones de trabajo y constituida con materiales adecuados para la manipulación de alimentos. Su interfaz de funcionamiento a través de un panel de control (HMI-PLC-Logo) donde el operador manipula de acuerdo al tipo de calibre (grosor) y longitud deseado, esta interfaz envía información al PLC el cual da respuesta en tiempo real para el encendido del mecanismo de movimiento giratorio y obtener como resultado un mejor proceso continuo con uniformidad del producto.

## **ABSTRACT.**

The results of the economic feasibility study regarding food processing and sausage determine the profitability to implement a machine suitable for industrial development and independence of foreign technology.

This project aims to design and build a twister sausage machine sausage industry to improve the working conditions of the medium and small producers in this sector. The machine is oriented in the process of continuous formed to optimize development time and production of sausages. Thus obtaining an efficient, effective and productive working machine. Which it allows easy captivity, easy connection, easy process control and improve the quality of the final product. Designed according to the working conditions and constituted with materials suitable for food handling. Its interface operating through a control panel (HMI-PLC-Logo) where the operator manipulates according to the type of gauge (thickness) and the desired length, this interface sends information to the PLC which responds in real time to the on the rotational movement mechanism and get better results in continuous process with product uniformity.

## **PRESENTACIÓN.**

El presente trabajo está detallado en 6 capítulos, los cuales describen la implementación del proyecto titulado “MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS PARA MICRO EMPRESAS DE EMBUTIDOS”.

El primer capítulo se describe el origen y su revolución industrial en la elaboración de embutidos, así también como los pasos a seguir para la obtención de una salchicha o embutido. También se describe la rutina diaria en el formado del producto y una serie de alternativas para enfocar la máquina a diseñar a este tipo de proceso.

El segundo capítulo se detalla los parámetros que intervienen en el proceso de torsión que existe actualmente en la elaboración de cada salchicha, así también como el diseño a implementar, el tipo de material de acuerdo a las normas internacionales para trabajar con alimentos de consumo humano y los elementos conformados para el sistema principal de la máquina.

El tercer capítulo se presenta los cálculos para el diseño mecánico de la máquina, para acondicionar con mayor exactitud el proceso de torsión que tiene una salchicha de forma artesanal, se realiza también los cálculos para su tipo de perfil y un análisis de simulación para su factor de seguridad en la construcción de la máquina diseñada mediante el software SolidWorks.

El cuarto capítulo consiste en la implementación y descripción del sistema de control (PLC-HMI) Logo! con sus respectivas protecciones, el cual permite al operario un mejor funcionamiento.

El quinto capítulo se procede al ensamble de cada parte de la máquina, pruebas de funcionamiento y un análisis costo beneficio.

Y el último capítulo se describe las conclusiones y recomendaciones concebidas en la realización de este proyecto.

## INDICE DE CONTENIDO.

Certificación.....	v
Agradecimiento. ....	vi
Dedicatoria. ....	vii
Resumen.....	viii
Abstract. ....	ix
Presentación. ....	x
Indice de contenido. ....	xi
Indice de figuras.....	xvi
Indice de tablas. ....	xix
Indice de ecuaciones.....	xxi
Introducción.....	xxiii
Capitulo i .....	1
1. Marco teorico.....	1
1.1 Antecedentes. ....	1
1.2 Embutido.....	2
1.2.1 La salchicha.....	2
1.3 Requerimiento para la máquina. ....	3
1.4 Elaboración de salchichas en una micro empresa local.....	3
1.5 Procesos en la elaboración de la salchicha. ....	4
1.5.1 Recepción de materia prima.....	4
1.5.2 Refrigeración. ....	5
1.5.3 Picado. (cúter). ....	5
1.5.4 Mescladora de carne. ....	6
1.5.5 Embutidora. ....	6
1.5.6 Proceso de formado de las salchichas. ....	8
1.5.7 Cocina. ....	10

1.5.8	Enfriamiento.....	11
1.5.9	Empacado. ....	11
1.6	Flujo grama de fabricación de salchichas en una micro empresa local. .	12
1.6.1	Métodos de formado del embutido para salchicha. ....	13
1.7	Tipos de máquinas formadoras.....	15
1.7.1	Máquinas atadoras semiautomáticas o automáticas. ....	16
1.7.2	Máquinas retorcedoras semiautomáticas o automáticas. ....	17
1.8	Alternativas para el sistema de formado. ....	19
1.8.1	Alternativa (a): por metodo de torsion.....	19
1.8.2	Alternativa (b): (por método de atado) .....	20
1.8.3	Criterios de selección. ....	21
1.9	Selección por el método de criterios ponderados. ....	21
1.10	selección de alternativas.....	22
1.10.1	Resultados del análisis de selección de alternativas.....	25
Capitulo ii.....		26
2	Generalidades de la máquina. ....	26
2.1	Parámetros del proceso de formado manual de una salchicha.....	27
2.1.1	Fuerza necesaria para retorcer una salchicha proceso manual. ....	29
2.1.2	Velocidad angular necesaria para retorcer una salchicha. ....	30
2.1.3	Mecanismo de potencia necesaria para elaborar una salchicha. ....	31
2.2	Parámetros de diseño .....	32
2.2.1	Diseño de la máquina a construir. ....	33
2.3	Materiales a utilizar. ....	34
2.3.1	Acero inoxidable 304 adecuado para manipulación con alimentos. .	34
2.3.2	Estructura de la máquina.....	35
2.3.3	Mecanismo de transmisión. ....	37
2.3.4	Selección del motor. ....	38

2.3.5	Mecanismo (banda polea).....	39
2.3.6	Rodamientos (chumaceras- kdf modelo ucp208-24).....	40
Capitulo iii.....		42
3	Cálculos mecánicos del diseño de la máquina.....	42
3.1	Sistema de transmisión por bandas en v.....	42
3.1.1	Características del motor factor del servicio por bandas en v.....	42
3.1.2	Cálculo de la velocidad de la banda.....	45
3.1.3	Cálculo teórico de la distancia entre centros.....	45
3.1.4	Cálculo de la longitud de la banda.....	46
3.1.5	Angulo de contacto de la banda.....	47
3.1.6	Cálculo de las fuerzas de la banda.....	49
3.1.7	Chumaceras ucp208-24.....	50
3.1.8	Cálculo de la vida útil del rodamiento.....	51
3.2	Diseño del eje.....	52
3.2.1	Cálculo de la fuerza flexionante sobre el eje.....	53
3.2.2	Esfuerzo normal máximo.....	56
3.2.3	Cálculo del esfuerzo por torsión.....	57
3.2.4	Calculo de esfuerzos principales por el circulo de mohr.....	58
3.2.5	Análisis de falla por fatiga.....	61
3.2.6	Eje sometido a carga simple fluctuante.....	64
3.2.7	Factor de seguridad (n) por criterio de goodman modificado.....	65
3.2.8	Vida util por fatiga.....	65
3.3	Estructura de la máquina.....	67
3.3.1	Calculo y analisis de esfuerzos sobre la estructura.....	68
3.3.2	Análisis de la estructura mediante solidwork.....	78
3.4	Modelo matemático del sistema banda polea.....	80
Capitulo iv.....		86

4	Diseño de control y visualización.....	86
4.1	Panel de control. ....	86
4.2	Esquema de control. ....	87
4.3	Variables consideradas .....	88
4.4	Elementos de control.....	90
4.4.1	Plc siemens. ....	90
4.4.2	Contactores .....	93
4.4.3	Relé térmico.....	94
4.4.4	Pulsadores e indicadores luminosos. ....	95
4.4.5	Breakes. ....	96
4.4.6	Gabinetes. ....	96
4.5	Programación con el plc logo.....	98
4.5.1	Asignación de entradas .....	98
4.5.2	Asignación de salidas .....	99
4.5.3	Conexiones.....	99
Capitulo v	.....	102
5	Ensamblaje de la máquina retorcedora y pruebas de funcionamiento.....	102
5.1	Ensamble de la máquina.....	102
5.2	Descripción del procedimiento de la construcción de la máquina.....	103
5.2.1	Estructura base.....	104
5.2.2	Elementos que intervienen en la estructura de la máquina. ....	105
5.3	Montaje de la máquina. ....	107
5.4	Pruebas de funcionamiento.....	108
5.4.1	Funcionamiento de la máquina en vacío. ....	108
5.4.2	Funcionamiento de la máquina con carga. ....	109
5.5	Análisis de resultados. ....	111
5.5.1	Proceso de pruebas para cada calibre. ....	111

5.6	Costo económico.....	115
5.6.1	Costo de la máquina.....	116
5.7	Costo total de la máquina.....	121
5.8	Análisis costos-beneficio.....	121
	Capitulo vi.....	124
6	Conclusiones.....	124
6.1	Recomendaciones.....	126
	Anexos.....	129
	Anexo1: Catalogos.....	130
	Anexo 2: (Manual de mantenimiento).....	140
	Anexo 3: (Plano eléctrico.).....	156
	Anexo 4: Plano mecánico.....	157
	Anexo 5: (Imágenes máquina retorcedora.).....	158

## INDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.1.</b> Condimentos, especias. ....	4
<b>Figura 1.2.</b> Bandeja de carne molida con hielo (8°-10°). ....	5
<b>Figura 1.3.</b> Picadora de carne (cutter) ....	5
<b>Figura 1.4.</b> Puesta la carne en la máquina mescladora. ....	6
<b>Figura 1.5.</b> Máquina embutiendo. ....	6
<b>Figura 1.6.</b> Tripa sintética. ....	7
<b>Figura 1.7.</b> Operario sujeta la tira de embutido. ....	8
<b>Figura 1.8.</b> Operario comienza a torcer el embutido. ....	8
<b>Figura 1.9.</b> Operador inician la atadura de hilo para cada salchicha. ....	9
<b>Figura 1.10.</b> Operador atando la tira de embutido. ....	9
<b>Figura 1.11</b> Cocción agua a temperatura de 80°C ....	10
<b>Figura 1.12.</b> Ahumado a vapor de temperatura 90°C ....	10
<b>Figura 1.13.</b> Salchichas a temperatura ambiente. ....	11
<b>Figura 1.14.</b> Empaquetado al vacío. ....	11
<b>Figura 1.15.</b> Flujo grama de la elaboración de salchichas. ....	12
<b>Figura 1.16.</b> Método de atado manual. ....	14
<b>Figura 1.17.</b> Proceso de torsión manual. ....	14
<b>Figura 1.18.</b> Diagrama de la elaboración del formado de salchicha. ....	15
<b>Figura 1.19</b> Máquina semiautomática. (T-70) ....	16
<b>Figura 1.20</b> Máquina automática. Risco. (RS21) ....	16
<b>Figura 1.21</b> Máquina automática continúa con brazo adicional que reemplaza la función del operario. VF 608 ....	17
<b>Figura 1.22</b> Máquina automática V162 con sistema colgante FPVLH 242(planta automática.) ....	18
<b>Figura 2.1</b> Diagrama de fuerza ....	29
<b>Figura 2.2.</b> Diagrama de flujo del proceso ....	33
<b>Figura 2.3.</b> Esbojo del diseño del sistema de torsión para salchichas. ....	34
<b>Figura 2.4</b> Tipos de soldaduras. ....	36
<b>Figura 2.5.</b> Metales de aporte para soldadura. ....	37
<b>Figura 2.6.</b> Diagrama de bloques de un mecanismo. ....	37
<b>Figura 2.7</b> Banda polea en el mismo sentido. ....	39
<b>Figura 2.8.</b> Banda tipo V. ....	39

<b>Figura 2.9.</b> Rodamiento de bolas.....	40
<b>Figura 3.1.</b> Sistema de transmisión banda polea.....	44
<b>Figura 3.2</b> Longitud de la banda. ....	46
<b>Figura 3.3.</b> Factor de corrección y longitud de la banda.....	48
<b>Figura 3.4.</b> Diagrama de fuerzas. ....	49
<b>Figura 3.5.</b> Eje con chumaceras.....	52
<b>Figura 3.6.</b> Diagrama de cuerpo libre .....	52
<b>Figura 3.7.</b> Diagrama de fuerza de corte. ....	55
<b>Figura 3.8.</b> Diagrama de momento flector. ....	56
<b>Figura 3.9.</b> Circulo de Mhor en el software Mdsolid.....	59
<b>Figura 3.10</b> Fracción de resistencia a la fatiga. ....	66
<b>Figura 3.11</b> Estructura y componentes de la máquina diseñada en CAD SolidWorks. ....	68
<b>Figura 3.12</b> Fuerzas que actúan en la viga A-B.....	68
<b>Figura 3.13</b> Elementos de la viga A-B. ....	69
<b>Figura 3.14</b> Viga con apoyos fijos y carga intermedia. ....	69
<b>Figura 3.15</b> Bosquejo del eje y diagrama de cuerpo libre.....	70
<b>Figura 3.16</b> Diagrama de fuerzas que interactúan en la viga A-B .....	71
<b>Figura 3.17</b> Viga con Apoyos fijos con carga central.....	72
<b>Figura 3.18</b> Diagramas de cortes y momentos. ....	73
<b>Figura 3.19</b> Representación de $A_p$ y $\bar{y}$ de la sección transversal del perfil.....	75
<b>Figura 3.20</b> Concentración de esfuerzos en el punto 1 y 2 de la viga A-B que causa la carga (P1). ....	76
<b>Figura 3.21</b> Tensión axial y de flexión en el límite superior .....	79
<b>Figura 3.22</b> Factor de seguridad.....	80
<b>Figura 3.23</b> Sistema de trasnmicion de movimiento. ....	82
<b>Figura 3.24</b> Función trasferencia de un sistema banda polea. ....	85
<b>Figura 3.25</b> Velocidad angular generada por el motor reductor.....	85
<b>Figura 4.1.</b> Funcionamiento de bloques .....	87
<b>Figura 4.2</b> Esquema de Control.....	87
<b>Figura 4.3</b> Flujograma general del Esquema de control. ....	89
<b>Figura 4.4.</b> Tipos de Plc Logo.....	90
<b>Figura 4.5.</b> Estructura técnica del PLC Logo. ....	91
<b>Figura 4.6.</b> Logo TD.....	92

<b>Figura 4.7.</b> Contactor siemens (3RT). .....	93
<b>Figura 4.8</b> Relé térmico. ....	95
<b>Figura 4.9.</b> Indicadores Luminosos.....	95
<b>Figura 4.10.</b> Interruptor Automático .....	96
<b>Figura 4.11.</b> Tablero de control.....	96
<b>Figura 4.12.</b> Características IP Gabinetes. ....	97
<b>Figura 4.13.</b> Programación en bloques.....	98
<b>Figura 4.14.</b> Conexión de entrada del PLC.....	100
<b>Figura 4.15.</b> Conexión de salidas del PLC.....	100
<b>Figura 4.16.</b> Diagrama de figuras de Potencia. ....	101
<b>Figura 4.17.</b> Diagrama de Potencia. ....	101
<b>Figura 4.18.</b> Diagrama de control. ....	101
<b>Figura 5.1</b> Flujo grama de construcción de la máquina retorcedora.....	103
<b>Figura 5.2.</b> Estructura base. ....	104
<b>Figura 5.3</b> Pruebas de salchicha tipo1. ....	112
<b>Figura 5.4</b> Prueba de salchicha tipo 2. ....	113
<b>Figura 5.5</b> Pruebas de salchicha tipo 3. ....	114

## INDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.1</b> Elaboración de la salchicha. ....	3
<b>Tabla 1.2.</b> Caracterización organoléptica.....	4
<b>Tabla 1.3.</b> Elaboración de salchichas en el área local. ....	13
<b>Tabla 1.4.</b> Características técnicas de la maquinas retorcedora automáticas. ...	17
<b>Tabla 1.5.</b> Características técnicas de máquinas retorcedoras automáticas. ....	18
<b>Tabla 1.6.</b> Evaluación del peso específico de cada criterio. ....	22
<b>Tabla 1.7.</b> Evaluación del peso específico del criterio de funcionalidad. ....	23
<b>Tabla 1.8.</b> Evaluación del peso específico del criterio de Tiempo.....	23
<b>Tabla 1.9.</b> Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento. ....	23
<b>Tabla 1.10.</b> Evaluación del peso específico del criterio de mecanismo operación. .....	24
<b>Tabla 1.11</b> Evaluación del peso específico del criterio de manufactura.....	24
<b>Tabla 1.12.</b> Evaluación del peso específico del criterio costo.....	24
<b>Tabla 1.13.</b> Resultados. ....	25
<b>Tabla 2.1.</b> Resultados de la pruebas realizadas en forma manual en la elaboración de una.....	27
<b>Tabla 2.2</b> Dimensiones de la estructura de soporte.....	35
<b>Tabla 2.3.</b> Características generales del motor.....	38
<b>Tabla 3.1.</b> Tabla del factor de servicio. ....	43
<b>Tabla 3.2</b> Datos de la sumatoria de áreas y de $A * \tilde{y}$ de la sección transversal.....	75
<b>Tabla 4.1.</b> Características generales de la Logo TD. ....	92
<b>Tabla 4.2.</b> Características generales del contactor 3RT-1AP01 .....	94
<b>Tabla 4.3.</b> Características generales del relé térmico. ....	95
<b>Tabla 4.4</b> Diagrama de entradas y salidas de distribución del PLC LOGO.....	99
<b>Tabla 5.1.</b> Equipos necesario para la construccion de la máquina. ....	102
<b>Tabla 5.2.</b> Procedimiento de fabricacion. ....	105
<b>Tabla 5.3.</b> Cuadro de respuesta de la máquina en vacío.....	109
<b>Tabla 5.4.</b> Pasos para el encendido de la máquina. ....	109
<b>Tabla 5.5.</b> Cuadro de respuesta de la máquina retorcedora en trabajo de campo. .....	110
<b>Tabla 5.6</b> Datos en el proceso de elaborar una salchicha tipo 1.....	112
<b>Tabla 5.7</b> Datos en el proceso de elaborar una salchicha tipo 2.....	113

<b>Tabla 5.8</b> Datos en el proceso de elaborar una salchicha tipo 3.....	114
<b>Tabla 5.9.</b> Resultado en función del tiempo total para elaborar cada salchicha.	115
<b>Tabla 5.10.</b> Costos de materia prima directa. ....	117
<b>Tabla 5.11.</b> Costos de elementos normalizados. ....	117
<b>Tabla 5.12.</b> Costos de maquinado. ....	119
<b>Tabla 5.13.</b> Costos de ensamble. ....	119
<b>Tabla 5.14.</b> Costos de materiales indirectos. ....	119
<b>Tabla 5.15.</b> Costos de ingeniería. ....	120
<b>Tabla 5.16.</b> Costo total directo. ....	120
<b>Tabla 5.17.</b> Costo total indirecto. ....	121
<b>Tabla 5.18.</b> Costo total de la máquina. ....	121
<b>Tabla 5.19.</b> Costo beneficio. ....	121
<b>Tabla 5.20.</b> Costo beneficio. ....	122

## INDICE DE ECUACIONES.

<b>Ecuación 2-1</b> Media aritmetica .....	84
<b>Ecuación 2-2</b> Fuerza necesaria para retorcer una salchicha .....	29
<b>Ecuación 2-3</b> Potencia salchicha .....	31
<b>Ecuación 2-4</b> Torque .....	31
<b>Ecuación 3-1</b> Potencia de diseño (factor de servicio) .....	43
<b>Ecuación 3-2</b> Relacion de velocidades .....	44
<b>Ecuación 3-3</b> Velocidad de la banda.....	45
<b>Ecuación 3-4</b> Longitud de paso (banda ) .....	46
<b>Ecuación 3-5</b> Distancia entre centros (poleas).....	46
<b>Ecuación 3-6</b> Coeficiente B (distancia en entre centros(poleas)).....	46
<b>Ecuación 3-7</b> Calculo del angulo de contacto de la banda.....	47
<b>Ecuación 3-8</b> Potencia corregida .....	48
<b>Ecuación 3-9</b> Numero de bandas.....	49
<b>Ecuación 3-10</b> Potencia de diseño (Fuerzas de la banda).....	50
<b>Ecuación 3-11</b> Calculo de la carga equivalente (rodamiento) .....	51
<b>Ecuación 3-12</b> Calculo vita utiol (rodamiento) .....	51
<b>Ecuación 3-13</b> Par torsional (diseño del eje).....	53
<b>Ecuación 3-14</b> Fuerza flexionante sobre el eje .....	53
<b>Ecuación 3-15</b> Esfuerzo normal maximo.....	56
<b>Ecuación 3-16</b> Momento de inercia.....	57
<b>Ecuación 3-17</b> Esfuerzo cortante maximo.....	57
<b>Ecuación 3-18</b> Centro (Circulo de Mhor).....	59
<b>Ecuación 3-19</b> Radio (Circulo de Mhor) .....	59
<b>Ecuación 3-20</b> Esfuerzos principales .....	60
<b>Ecuación 3-21</b> Factor seguridad (ECM) .....	60
<b>Ecuación 3-22</b> Resistencia a la fatiga .....	61
<b>Ecuación 3-23</b> Resistencia ultima .....	62
<b>Ecuación 3-24</b> Factor superficial.....	62
<b>Ecuación 3-25</b> Esfuerzo medio .....	64
<b>Ecuación 3-26</b> Esfuerzo alternante .....	64
<b>Ecuación 3-27</b> Factro seguridad por medio Godman.....	65
<b>Ecuación 3-28</b> Factor seguridad por fluencia localizada .....	65

<b>Ecuación 3-29</b> Resistencia a la fatiga .....	65
<b>Ecuación 3-30</b> .Vida Util por fatiga .....	66
<b>Ecuación 3-31</b> Coeficiente a .....	66
<b>Ecuación 3-32</b> Coeficiente b .....	67
<b>Ecuación 3-33</b> Reacción (apoyos fijos carga intermedia) .....	70
<b>Ecuación 3-34</b> Reacción (apoyos fijos carga intermedia) .....	70
<b>Ecuación 3-35</b> Reacciones(apoyos fijos carga central).....	72
<b>Ecuación 3-36</b> Momento resultante(apoyos fijos carga central).....	72
<b>Ecuación 3-37</b> Fuerza cortante (apoyos fijos carga central) .....	72
<b>Ecuación 3-38</b> Esfuerzo cortante maximo.....	74
<b>Ecuación 3-39</b> Primer momento de inercia de la seccion transversal.....	74
<b>Ecuación 3-40</b> Esfuerzo de Von Mises .....	76
<b>Ecuación 3-41</b> Factor seguridad de Von Mises.....	77
<b>Ecuación 3-42</b> Factor seguridad SolidWorks .....	78
<b>Ecuación 3-43</b> Funcion transferencia.....	81
<b>Ecuación 3-44</b> Inercia .....	81
<b>Ecuación 3-45</b> Par torsional aplicando inercia. ....	81
<b>Ecuación 3-46</b> Par torsional aplicando friccion de viscosidad .....	81
<b>Ecuación 3-47</b> Inercia mas viscosidad .....	82
<b>Ecuación 3-48</b> Laplace.....	83
<b>Ecuación 3-49</b> Par Torsional.....	84
<b>Ecuación 3-50</b> Friccion de viscosidad .....	84
<b>Ecuación 5-1</b> Desviacion Media .....	111
<b>Ecuación 5-2</b> Rango.....	111

## INTRODUCCIÓN.

Actualmente en el Ecuador existen empresas de fabricación de embutidos formales, las cuales manejan procesos y tecnología adecuada que garantizan un producto apto para el consumo humano, estas empresas cuentan con los permisos legales y registro sanitario que exige esta actividad; la maquinaria es de un costo elevado por lo que no es de fácil acceso para las familias de recursos económicos medios y bajos.

Las tres empresas más grandes en el Ecuador son Procesadora Nacional de Alimentos Pronaca, Embutidos Plumrose y Embutidos Don Diego, cuya fuerza laboral es de 25000 personas de forma directa.

Se debe considerar que según un estudio realizado por el (COMERCIO, 2007)

que solo el 50% del mercado es abastecido por empresas legalmente constituidas con tecnología para que abastezcan a consumidores de un nivel económico medio alto y alto, y el resto corre por cuenta de las micro empresas, que abastecen a consumidores de un nivel económico medio y bajo.

En el país la fabricación de embutidos tiene más de 85 años, existen granjas para el cuidado y tratamiento de cerdos, reses y aves que se usan como materia prima para la fabricación de embutidos.

Hoy en la ciudad de Ibarra, se encuentran laborando micro empresas de embutidos para salchichas, dichas micro empresas que se caracterizan por satisfacer los gustos, necesidades y por abastecer a medianos y bajos consumidores precios accesibles de su producto.

En la actualidad en este sector la fabricación de embutidos va incrementando de acuerdo a las necesidades de cada consumidor, lo cual genera demanda de producción, en la mayoría de micro empresas que elaboran embutidos legalmente su desarrollo para la elaboración de embutidos impiden y se limitan a seguir creciendo económicamente debido a que sus procesos no son continuos lo cual conlleva cada proceso una tarea larga, cansada y con desperdicio de tiempo en especial la parte de formado de las salchichas en la que está enfocada para realizar este proyecto, ya que este es un procedimiento de labor artesanal, tardan

mucho, volviéndose tardía su elaboración en los procesos que se requiere para realizar la elaboración de salchichas, en visto a estos inconvenientes, se desarrolla una máquina formadora de salchichas con un mecanismo adecuado para la realización de este proceso, tomando en cuenta todos los parámetros necesarios y reemplazando los procesos manuales que constituye un recurso subutilizado con gran potencial en la alimentación y economía de pequeños y medianos productores.

Actualmente las micro empresas no cuentan con una productividad mayor en el área de formado ya que su trabajo es de forma manual, en comparación con las grandes fábricas industriales desarrolladas que cuentan con máquinas diseñadas para este tipo de área, dejándolas marginadas y sin competitividad en el mercado.

Los equipos en la línea de procesamiento suelen ser muy costosos, como es todo aquel equipo que se encarga de la manipulación de alimento para el consumo humano por tal motivo se propone la evaluación de alternativas que puedan brindar soluciones viables para la adquisición de equipos, elementos con un menor costo en su fabricación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- ✓ Construir una máquina retorcedora de salchichas para optimizar el tiempo del proceso de torsión, aumentando la producción para microempresas de embutidos.

### **Objetivos Específicos:**

- ✓ Determinar los parámetros de construcción que intervienen en la máquina, para el mejoramiento de la torsión en la salchicha.
- ✓ Diseñar la estructura y sus componentes mecánicos de la máquina retorcedora de salchichas.
- ✓ Implementar el sistema de control a través de un interfaz hombre máquina (HMI) para su mejor funcionamiento.

- ✓ Desarrollar el modelamiento matemático, del diseño mecánico y del sistema de control de la máquina retorcedora.
- ✓ Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina retorcedora.
- ✓ Realizar un manual de funcionamiento de la máquina para el operario.

## **JUSTIFICACION.**

La adquisición de maquinaria para el formado de salchichas es costosa, la gran mayoría de estas son de origen extranjero.

Esta situación ha hecho que las microempresas realicen sus trabajos de forma manual de tal manera que su producción se estanque. Al realizar el proceso de torsión de salchichas de manera manual se obtiene un producto bueno, pero con un tiempo relativamente largo, ocasionando una pérdida de tiempo y sin uniformidad repetitiva, lo cual disminuye la producción.

Al construir la máquina retorcedora de salchichas se obtendrá un mejor rendimiento, permitiendo que la empresa pase del campo artesanal a un campo más industrial.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEORICO.

### 1.1 ANTECEDENTES.

La fabricación de salchichas comenzó hace 3500 años. Los griegos le dieron el nombre de orya, y los romanos el de salsus, origen de nuestra palabra “salchicha”.

Europa, pero entre la segunda mitad del siglo XVII y comienzos del siglo XIX comienza el desarrollo moderno y con él la Revolución Industrial. La producción alimenticia se dota de equipos para la elaboración de productos cárnicos de forma industrializada. De esta manera los países Europeos aprenden a usar la cocción y el humo para conservar la carne.

Tres hechos, sin embargo, son indiscutibles: la salchicha de *Frankfurt* especiada, ahumada y envuelta en una delgada tripa, casi transparente nació en la década de 1850 en la ciudad Alemana de este nombre, tenía forma curvada, y fue conocida alternativamente como “*salchicha dachshund*”, nombre que llegaría hasta América, donde también adquiriría la popular denominación de “*hot dog*”. (Novellón, 2001). Alemania continúa siendo el corazón tecnológico de la industria alimenticia mundial.

Una de las compañías con mayor tradición tecnológica en la industria cárnica alemana es Albert Handtmann, todo un nombre reconocido en el llenado de salchichas. Su principal línea de equipos incluye llenadoras al vacío, porcionadoras automáticas y colgadoras de salchichas. Entre las tecnologías más novedosas que ha ofrecido esta compañía destaca el sistema ConPro de coextrusión continua de gel en las tripas a base de carne y alginato, utilizadas en la producción de salchichas frescas y secas. La rentabilidad y automatización completa son sus puntos fuertes, incluyendo una carga de bandeja. Otra opción interesante es la porcionadora automática de salchichas FLVLH 242, la cual ofrece buena productividad y la máxima flexibilidad para una gran variedad de calibres diferentes y longitud de salchichas. Respecto a soluciones informáticas, la Unidad de Comunicación Handtmann es un programa que permite conectar las

llenadoras con una computadora central, ofrece supervisión en línea y análisis en profundidad de la producción, pudiendo recibir datos de forma opcional desde las balanzas y reajustar las llenadoras de forma automática para una mejor precisión del porcionado y así reducir el sobre llenado. (industriaalimenticia, 2007)

Con la innovación e implementación de máquinas porcionadoras, formadoras de salchichas hoy en día colabora por lo menos con el 50% en la elaboración de este producto. Ya que estas máquinas son creadas para ayudar a realizar el proceso más continuo, con mayor eficiencia y buena calidad al terminar el producto en la elaboración de las salchichas.

Como lo escrito anteriormente todos estos equipos se encuentran disponibles en las grandes y extranjeras industrias que se dedican a la venta de maquinaria alimenticia pero su precio es demasiado elevado para su adquisición, y en este proyecto el dinero también es el principal limitante para el desarrollo de la máquina debido a que las micro empresas en este sector no tienen el capital suficiente para la importación de esta maquinaria.

## **1.2 EMBUTIDO.**

Son derivados cárnicos caracterizados por la preparación de una masa que puede tener como base carne, grasa de cerdo, vísceras, despojos y condimentos. La masa cárnica es embutida en envolturas (tripas) naturales o artificiales para proporcionar forma, aumentar la consistencia y para que se pueda someter el embutido a tratamientos posteriores. (Murillo, 2014)

### **1.2.1 LA SALCHICHA**

Las salchichas son embutidos a base de carne picada. Para la elaboración se suelen aprovechar las partes del animal, como la grasa, las vísceras y la sangre. Así como condimentos y otros ingredientes; después se embuten en tripas, se ahúman en caliente y por último se escaldan a temperaturas comprendidas entre 78 y 80C. (Marchetti, 2014).

### 1.3 REQUERIMIENTO PARA LA MÁQUINA.

La máquina será conectada y adaptada a la máquina embutidora (cámara de alimentación) tomando en cuenta todas sus dimensiones y características de control para el dosificado de cada salchicha.

La construcción del sistema de control estará formada por dispositivos electrónicos y mecánicos las cuales brindaran un funcionamiento seguro en la conexión de las máquinas que intervienen.

La máquina a diseñar realizará un proceso continuo que actualmente no existe en el área local, de tal forma que su producto salga uniforme y con menos desperdicios como se generan hoy en día. También ayudará a aumentar la capacidad de producción, optimizando el proceso de formado de cada salchicha.

### 1.4 ELABORACIÓN DE SALCHICHAS EN UNA MICRO EMPRESA LOCAL.

En general la salchicha se prepara a partir de carne de cerdo, aunque también se produce con carne vacuna o de ternera y con el correr del tiempo algunas empresas aumentan o disminuyen los ingredientes para el agrado y la salud de los consumidores, sin embargo el proceso de elaboración es el mismo sin importar la materia prima.

De acuerdo con (Hinojosa, 2012) la tabla 1.1 muestra los materiales e insumos y equipos utilizados para la elaboración de la salchicha.

**Tabla 1.1** Elaboración de la salchicha.

MATERIALES	INSUMOS	EQUIPOS
<b>Bandejas.</b>	Carne.	Recepción de materia prima.
<b>Termómetros.</b>	Proteína de soya.	Picadora de carne (Cúter).
<b>Cuchillos tabla de picar.</b>	Sal	Moledora de carne.
<b>Mesa de trabajo.</b>	Grasa.	Embutidora.
<b>Recipientes.</b>	Almidón poli fosfato para masa.	Atado o torsión.
	Saborizantes.	Cocción.
	Colorantes.	Enfriado
	Espicias.	Almacenado

**Fuente.** (Hinojosa, 2012)

**Elaborado por:** Felipe Córdova

**Tabla 1.2.** Caracterización organoléptica.

SALCHICHA	COLOR	SABOR	TEXTURA
<b>POLLO</b>	Amarillo	Caracterizado	Blando
<b>CARNE</b>	Rojo	Caracterizado	Blando

**Fuente.** (Hinojosa, 2012)

Las salchichas de acuerdo a los ingredientes que se añaden dan diferentes sabores, olores y colores la tabla 1.2 ilustra lo mencionado.

## **1.5 PROCESOS EN LA ELABORACIÓN DE LA SALCHICHA.**

Para realizar la elaboración de salchichas, pasa por una serie de procesos en los cuales se describen cada uno. En la sección 1.6 se desarrolla un flujo grama de la elaboración.

### **1.5.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA.**

En función del tipo de producto (materia prima), la fabricación de la salchicha puede constar de distintos ingredientes.

- Carne
- Sal
- Grasa
- Especias.



**Figura 1.1.** Condimentos, especias.

**Fuente.** (Candelaria, 2015)

### 1.5.2 REFRIGERACIÓN.



**Figura 1.2.** Bandeja de carne molida con hielo (8°-10°).

**Fuente.** (Candelaria, 2015)

La figura 1.2 muestra una bandeja de carne con fragmentos de hielo entre 8°C – 10°C para procesar, esta aplicación de frío permite la conservación de la carne y su posterior utilización, casi con las mismas características de la carne fresca. El frío elimina el calor natural de la carne y con esto frena el desarrollo de los procesos de descomposición.

Todas estas con su peso y cantidad equilibrado de condimentos permiten el buen agrado de los consumidores.

### 1.5.3 PICADO. (CÚTER).



**Figura 1.3.** Picadora de carne (cutter)

**Fuente.** (Candelaria, 2015)

Después de la recepción de la materia prima procedemos a realizar el picado como en la figura 1.3 el cual contiene un plato móvil donde se ponen los trozos de

carne, estos giran y pasan por un juego de cuchillas afiladas (entre 3 y 12), la carne es picada hasta formar una pasta bien fina o una emulsión cárnica (carne, grasa y agua).

#### 1.5.4 MESCLADORA DE CARNE.



**Figura 1.4.** Puesta la carne en la máquina mescladora.

**Fuente.** (Candelaria, 2015).

El mezclado es un proceso fundamental para lograr un buen producto. Durante este proceso se añaden todos los componentes, condimentos y aditivos, y se debe lograr una buena mezcla ya que es la base para lograr una masa bien ligada y consistente, durante este proceso se puede elevar la temperatura de la masa, es recomendable que no suba de 10°C.

#### 1.5.5 EMBUTIDORA.



**Figura 1.5.** Máquina embutiendo.

**Fuente:** (Cardenal., 2015).

Tras el mesclado y triturado se procede a pasar la masa cárnica (pasta) a la máquina embutidora eléctrica que consta de un pistón hidráulico mediante un pedal el cual el operario calibra la presión y extrae el máximo posible de aire tanto del cilindro como la masa, se selecciona el calibre a utilizar, se ubica la tripa sintética en tubo dosificador y se procede a embutir el operario de acuerdo a las necesidades de la microempresa.

#### 1.5.5.1 Envoltura para embutidos (tripas).

Se denomina tripa a la envoltura destinada a permitir la fabricación y la protección de embutidos.

Existen 2 clases de tripas utilizadas en la elaboración de embutidos, las tripas naturales y las tripas sintéticas.

##### 1.5.5.1.1 Tripas naturales.

Proceden del tracto digestivo de vacunos (reses), ovinos y porcinos. Han sido los envases tradicionales para los productos embutidos. Este tipo de tripas antes de su uso deben ser escrupulosamente limpiadas y secadas ya que pueden ser vehículo de contaminación microbiana.

##### 1.5.5.1.2 Tripas sintéticas



**Figura 1.6.** Tripa sintética.

**Fuente:** (Cardenal., 2015).

Tripas coextruidas, multicapa y termo retraibles, concebidas bajo los más exigentes requisitos técnicos y comerciales. Incorporan lo más avanzado en tecnología de polímeros, experiencia en coextrusión y aplicaciones de tripas plásticas para embutidos cocidos. Figura 1.6.

- Actualmente las tripas sintéticas son las más utilizadas en la fabricación de salchichas.

### 1.5.6 PROCESO DE FORMADO DE LAS SALCHICHAS.

Una vez realizado el proceso de embutición de toda la masa cárnica se procede al siguiente paso de formado que está caracterizado en dos tipos de acuerdo al tipo de producto a elaborar.

- Método de torsión.
- Método de atado.

#### 1.5.6.1 Método de torsión.



**Figura 1.7.** Operario sujeta la tira de embutido.

**Fuente.** (Cardenal., 2015).



**Figura 1.8.** Operario comienza a torcer el embutido.

**Fuente.** (Cardenal., 2015).

La figura 1.7 y 1.8. Se muestra al trabajador sujetando la tira larga de embutido para medir y torcer sujetando de ambos extremos para que no se desenvuelva, y

pasadas las 5 salchichas formadas se hace un tipo candado para que no se desenrolle al terminar toda la tira de embutido en este caso de 6 metros de longitud, como este proceso es una tarea demasiado larga y demorosa, así el trabajador este sentado o de pie, esto tipo de trabajo crea fatiga y conlleva a la desigualdad entre cada salchicha y más aún cuando se produce una gran cantidad de salchichas lo cual generaría pérdidas económicas para la micro empresa.

#### 1.5.6.2 Método de atado.



**Figura 1.9.** Operador inician la atadura de hilo para cada salchicha.

**Fuente.** (Candelaria, 2015).



**Figura 1.10.** Operador atando la tira de embutido.

**Fuente.** (Candelaria, 2015).

Como se indica en la figura 1.9 y 1.10, en este caso el trabajador está de pie sujetando el rollo de hilo y empieza a medir de forma manual para después realizar la atadura en toda la tira de embutido, como este proceso no es continuo

como el método de torsión, también es una tarea larga y demorosa y con desigualdad del producto generando pérdidas económicas.

**Nota:** Cabe recalcar que en este proceso es donde se realizará la máquina formadora de salchichas para el desarrollo en la elaboración del producto, creando un proceso continuo con optimización de tiempo, con una buena ergonomía para reducir el agotamiento del trabajador y ampliando el desarrollo en la competencia entre mercados para micro empresas.

### 1.5.7 COCINA.



**Figura1.11** Cocción agua a temperatura de 80°C

**Fuente.** (CITALSA, 2014)



**Figura 1.12.** Ahumado a vapor de temperatura 90°C

**Fuente.** (CITALSA, 2014).

Una vez terminado el formado manual se procede a sumergir en agua previamente calentada en los hornos o mediante vapor a una temperatura de 80° a 90°C, como se expone en la figura1.11 y 1.12.

- Tiempo en la cocción del producto de 20 – 30 minutos.

### 1.5.8 ENFRIAMIENTO.



**Figura 1.13.**Salchichas a temperatura ambiente.

**Fuente.** (Candelaria, 2015).

Después del tratamiento térmico, ahumado y/o cocción se enfría rápidamente para evitar el desarrollo de microorganismos para evitar las mermas por evaporación de la superficie del producto. Es necesario enfriar rápidamente a temperatura ambiente, para luego pasar a las cámaras de vacío para su empaque y posteriormente al cuarto de refrigeración.

- Tiempo de proceso 20 minutos.

### 1.5.9 EMPACADO.



**Figura 1.14.**Empaquetado al vacío.

**Fuente.** (Candelaria, 2015)

Una vez enfriado a temperatura ambiente se procede a cortar y empaquetar de acuerdo a las necesidades de los consumidores para la entrega del producto final figura 1.14.

- Tiempo del proceso 20 -30 minutos.

### 1.6 FLUJO GRAMA DE FABRICACIÓN DE SALCHICHAS EN UNA MICRO EMPRESA LOCAL.

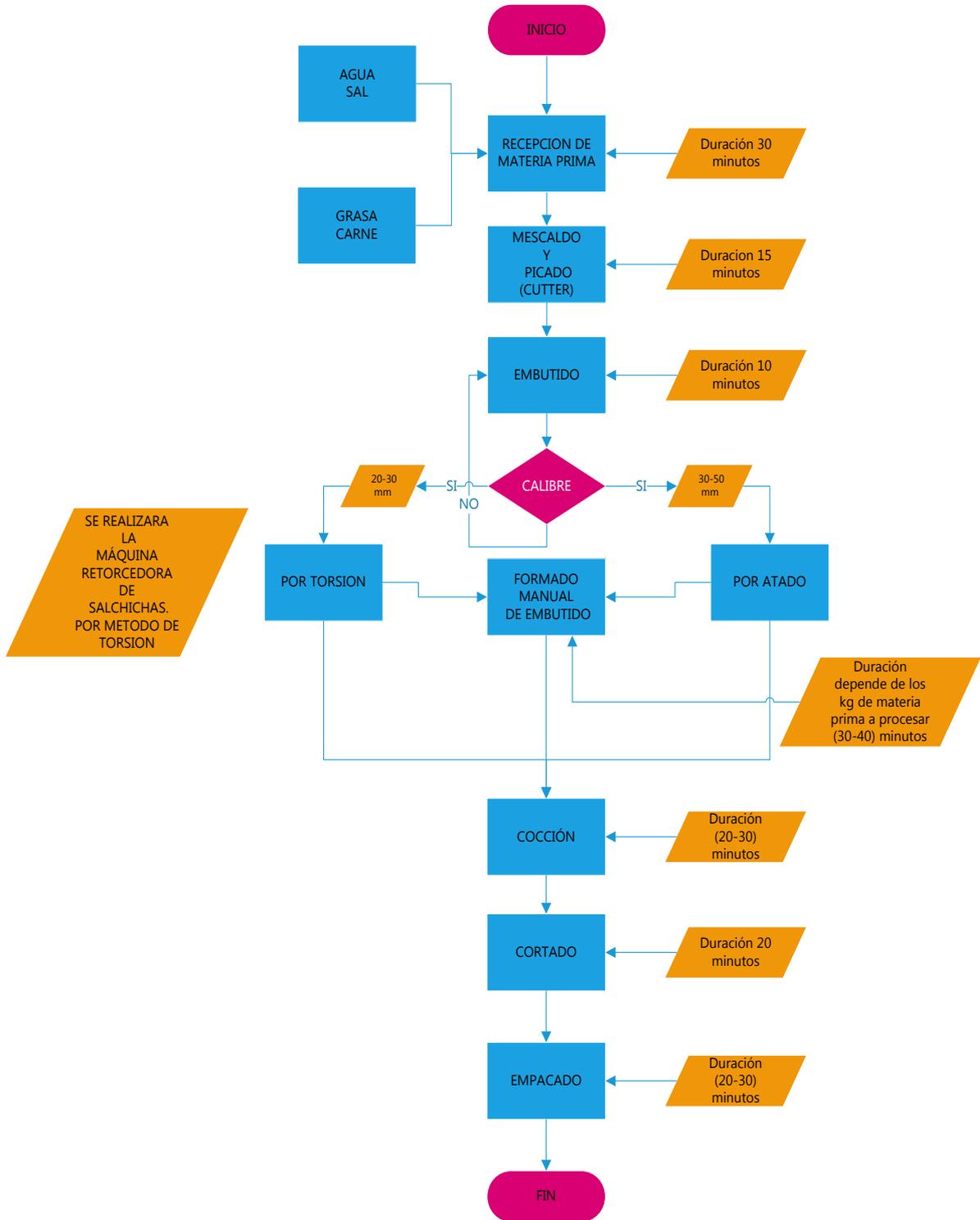


Figura 1.15. Flujo grama de la elaboración de salchichas.

Fuente. Autor.

### 1.6.1 MÉTODOS DE FORMADO DEL EMBUTIDO PARA SALCHICHA.

Como descrito anteriormente la salchicha depende de la masa cárnica que se embute en tripas, que además de determinar el tamaño y la forma del producto, condicionan aspectos tecnológicos y el desarrollo de determinados procesos físico- químicos que tienen lugar en estos productos, por lo que propiedades como uniformidad de llenado, resistencia a la contracción o expansión, permeabilidad, etc., son muy importantes.

#### 1.6.1.1 Descripción del proceso de formado.

Mencionando anteriormente la descripción en la fabricación de la salchicha se centra en el proceso en el formado de cada salchicha que actualmente existe en el mercado nacional.

El proceso manual es la más utilizada en el mundo, pero no la más utilizada en industrias especializadas en el formado de este producto para su procesamiento. Sus dos formas de operación son muy simples, sin embargo no es nada fácil de hacer. Los principales inconvenientes tanto para la micro empresa o para el trabajador cuando pretende realizar este tipo de proceso es la uniformidad del producto y el tiempo en que lo realiza. El método manual resulta ser muy práctico cuando se pretende atar o torcer pequeñas cantidades de masa del producto, pero cuando se trata de hacer gran cantidad de masa es ahí donde se dificulta y ocasiona molestias en el trabajador y pérdidas económicas para la micro empresa.

**Tabla 1.3.** Elaboración de salchichas en el área local.

Elaboración de salchichas en el área local.	
Métodos manuales	Características
<b>Atado manual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor tiempo en el proceso de trabajo.</li> <li>• Fatiga en el trabajador.</li> <li>• 100% contacto con las manos del operador.</li> </ul>
<b>Torsión manual.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja producción</li> <li>• Desigualdad en el producto.</li> <li>• Baja competitividad en el mercado local.</li> </ul>

**Fuente.** Autor.

#### 1.6.1.1.1 Atado manual.



**Figura 1.16.** Método de atado manual.

**Fuente.** (CITALSA, 2014)

Fue la primera costumbre artesanal y la manera que surgió para formar cada salchicha, este método consta de amarrar, atar de cierta longitud toda la tira de embutido para dar un formado de las salchichas ver figura 1.16.

#### 1.6.1.1.2 Torsión manual.



**Figura 1.17.** Proceso de torsión manual.

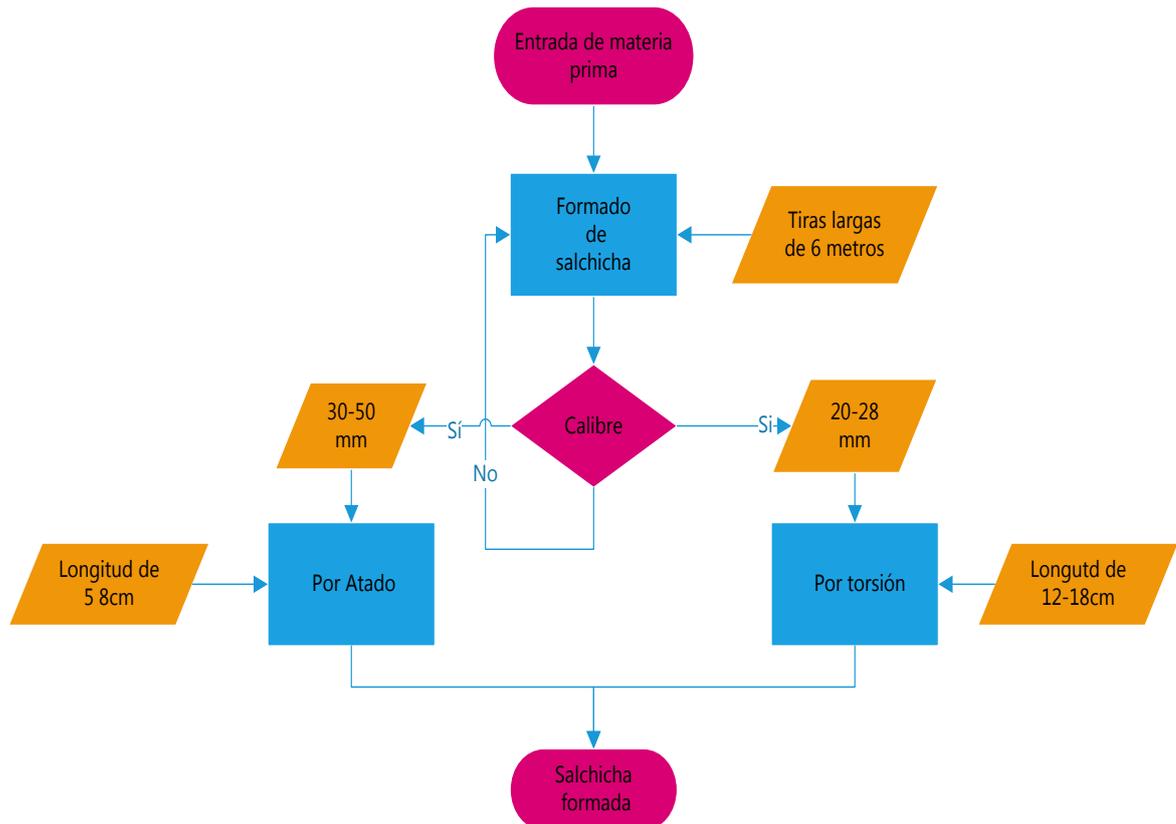
**Fuente.** (Cardenal., 2015).

Al igual que el método de atado también es una de las primeras costumbres artesanales en la que los trabajadores comenzaron a realizar este proceso. La cual consta sujetar la tira de embutido y una vez establecida la longitud se comienza a la torsión manual para la formación de cada salchicha como se muestra en la figura 1.17

Este método al igual que el método de atado, es el proceso más molesto, cansado y tarda demasiado tiempo en realizarlo debido a su forma artesanal.

### 1.6.1.1.3 Características de cada método.

- **Método de Atado:** De 10 a 15 salchichas por minuto, de acuerdo a la agilidad del operario.
- **Método de torsión:** De 10 a 15 salchichas por minuto, de acuerdo a la agilidad del operario.



**Figura 1.18.** Diagrama de la elaboración del formado de salchicha.

**Fuente.** Autor.

## 1.7 TIPOS DE MÁQUINAS FORMADORAS.

Actualmente el mercado ofrece diferentes máquinas para el formado de embutidos, las máquinas van del ámbito artesanal hasta lo innovador, procesos industriales con control automático e interfaz gráfica, el centro de estudio del presente tema de grado se centrara en el proceso artesanal, teniendo dos tipos de máquinas en el tema de formado de salchichas.

### 1.7.1 MÁQUINAS ATADORAS SEMIAUTOMÁTICAS O AUTOMÁTICAS.



**Figura 1.19** Máquina semiautomática. (T-70)

**Fuente.** (GASER, 2014)

Son las que se utilizan hoy en día por procesadoras de alimentos, para agilizar el proceso de dosificación de atado. Estos dispositivos son construidos dependiendo al sector que están enfocadas, adaptándose a las múltiples plataformas empresariales, sean estas, mediana o grandes industrias, estas máquinas son importadas lo que produce intereses de aranceles y fletes que elevan el costo para adquirirlas, son pocas las empresas que trabajan de este modo en el país.

La figura 1.19 muestra una máquina formadora de salchichas y su uso es de nivel industrial, semiautomática, existiendo de toda marca y clase. Detalles de producción tabla 1.4



**Figura 1.20** Máquina automática. Risco. (RS21)

**Fuente.** (RISCO, 1969)

La figura 1.20 es maquinaria de origen español, Risco ofrece tipos de fabricación de máquinas totalmente automáticas su producción se detalla en la tabla 1.4

**Tabla 1.4.** Características técnicas de la maquinas retorcedora automáticas.

Características técnicas	Gaser (T-70)	Risco (R21)
<b>Capacidad de embutición (ajuste no escalonado)</b>	30 a 140 op / min	120piezas/min
<b>Funcionamiento</b>	Neumático (4 Kg / cm2).	Electrico.
<b>Atado con 3 vueltas del hilo.</b>	continuo	Continuo
<b>Máximo diámetro</b>	54mm	45mm
<b>Longitud máxima.</b>	-	240mm
<b>Potencia de conexión</b>	3,0 kW	3.10 kW
<b>Peso neto</b>	42 Kg.	145kg
<b>Medidas del embalaje</b>	650 x 380 x 420 mm	70 x 80 mm

Fuente. (GASER, 2014) (RISCO, 1969)

Elaborado por: Felipe Córdova.

## 1.7.2 MÁQUINAS RETORCEDORAS SEMIAUTOMÁTICAS O AUTOMÁTICAS.



**Figura 1.21** Máquina automática continua con brazo adicional que reemplaza la función del operario. VF 608

Fuente. (HANDTMAN A. , 2014)



**Figura 1.22** Máquina automática V162 con sistema colgante FPVLH 242(planta automática.).

**Fuente.** (HANDTMAN A. , 2014)

Las máquinas de la figura 1.21 y 1.22 se caracterizan por ser robustas y poseer un diseño moderno, funcional y de fácil limpieza, las últimas generaciones de equipos que permiten procesar a distintas velocidades de porcionado, manteniendo calidad y peso, en estas el operario solo interviene al encender o apagar la máquina, son automáticas, por ende su costo es muy elevado, estas máquinas son operadas en países europeos, Alemania es uno de los países que se caracteriza por sus embutidos así como por su uso de soluciones tecnológicas avanzadas en el diseño de equipos, junto con la larga experiencia de su equipo humano, aseguran precisión, estabilidad funcional y una vida útil de sus equipos de al menos, 15-20 años, según el rendimiento del porcionado obtenible puede diferir de las cifras indicadas dependiendo del producto, de la tripa y del tamaño de las porciones. A continuación se especifica datos técnicos de estas máquinas.

**Tabla 1.5.** Características técnicas de máquinas retorcedoras automáticas.

Características técnicas	VF 608	VF 612
<b>Capacidad de embutición (ajuste no escalonado)</b>	2.000 kg/h	3000 kg/h
<b>Presión de embutición</b>	Hasta 25/40 bares.	Hasta 35 bares
<b>Velocidad de porcionado y torsionado. a 2,5 vueltas de torsión hasta máx</b>		
25 g	300 porc./min	600 porc./min.
50 g	230 porc./min	450 porc./min.
100 g	180 porc./min	320 porc./min.
200 g	120 porc./min	200 porc./min.
<b>Número de torsiones, de 0,5 a 1</b>		
<b>Rango de porcionado</b>	5-100.000 g	5-100.000 g
<b>Capacidad de la tolva</b>	40/60 litros	40/100 litros

<b>Potencia de conexión</b>	3,0 kW	4,5 kW
<b>Peso neto</b>	475 kg	755 / 1165 kg
<b>Peso bruto</b>	685 kg	955 / 1505 kg
<b>Medidas del embalaje</b>	1200 x 1220 x 2040	1445x1250x2250mm

Nota:

Se caracteriza por su producción alta para una macro industria debido a su velocidad de salida y presión.

La presión nominal de 25 bares puede generar una presión máxima transitoria de hasta 40 bares a través del servoaccionamiento dinámico.

**Fuente.**(HANDTMAN A. , 2014)

**Elaborado por:** Felipe Córdova.

## **1.8 ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE FORMADO.**

Las alternativas que se muestran a continuación fueron por una amplia observación de equipos similares de maquinarias que se encuentran disponibles en el sitio web, también videos de funcionamiento de mecanismos similares, así como el resultado de lluvia de ideas. Se eligen dos mejores máquinas que se desempeñan en esta tarea, junto con la descripción en el formado como lo realizan hoy en día y se toma en cuenta la mejor alternativa que ayudara para el diseño y el mecanismo de la misma.

### **1.8.1 ALTERNATIVA (A): POR METODO DE TORSION.**

Son máquinas diseñadas para todo tipo de embutido, el sistema permite muchas variables en tamaños, velocidades de operación lo que permite resultados en cualquier tipo de tripa como se muestra en la figura 1.21.

Este tipo de modelo se caracterizan por su alta producción, buena calidad de dosificado, facilidad de limpieza y mínimo mantenimiento. En estas el producto es alimentado por una tolva que lo lleva hasta un juego de paletas que gira y pasa al tubo dosificador para dar forma del embutido, es un sistema continuo ya que es programable mediante PC y accionadas por servomotores con precisión.

Ofrecen trabajar al vacío, sin calentamiento ni embarrado incluso en masas delicadas y aseguran una ideal presentación, colores vivos y ausencia de bolsas de aire.

#### **1.8.1.1 Ventajas.**

- Manejo práctico y seguro a distintas velocidades.

- No existen problemas de enredamientos
- Precisión
- Fácil adaptación
- Dimensiones reducidas de sus componentes y elevado rendimiento.
- Fácil mantenimiento.
- Máquina muy fácil de utilizar.

#### 1.8.1.2 Desventajas.

- El costo de operación es alto dependiendo del uso de la capacidad de la máquina.
- Sus componentes no se encuentran fácilmente.

### **1.8.2 ALTERNATIVA (B): (POR MÉTODO DE ATADO)**

Las máquinas atadoras ofrecen un atado artesanal similar al efectuado manualmente, estrangulando totalmente el embutido consiguiendo la presión correcta en cada porción y todo ello tratándolo con la máxima delicadeza, evitando así las roturas. Conformadas por un sistema mecánico en el cual internamente tiene un tren motriz conectado a una manivela con un sujetador para la cuerda y también con un controlador para verificar el giro de amarrado para cada salchicha dependiendo del usuario, pueden ser semi automáticas o automáticas, según el modelo, figura 1.19.

#### 1.8.2.1 Ventajas.

- Manejable a altas velocidades.
- Precisión.
- Dimensiones reducidas de sus componentes y elevado rendimiento.
- Fácil mantenimiento.

#### 1.8.2.2 Desventajas.

- El costo de operación es alto dependiendo del uso de la capacidad de la máquina.
- Sus componentes no se encuentran fácilmente.

- Posibles problemas de enredamientos.

### **1.8.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

Se toma en cuenta los siguientes criterios de selección para encontrar la mejor alternativa de diseño y construcción de la máquina, determinando los aspectos claves de cada criterio que son:

- Funcionalidad.
- Tiempo de proceso.
- Mantenimiento.
- Mecanismo operación.
- Manufactura.
- Costo.

## **1.9 SELECCIÓN POR EL MÉTODO DE CRITERIOS PONDERADOS.**

Para seleccionar la alternativa más adecuada en el formado del embutido se utiliza el método ordinal corregido de criterios ponderados.

La mayor parte de las veces, para decidir entre diversas alternativas de solución a un mismo caso basta conocer el orden de preferencia de su evaluación global. Es por ello que se recomienda el método ordinal corregido de criterios ponderados, sin la necesidad de evaluar los parámetros de cada propiedad y sin tener que estimar numéricamente el peso de cada criterio, permite obtener resultados globales suficientemente significativos, se basa en tablas en donde cada criterio (o solución, para un determinado criterio) se confronta con los restantes criterios (o soluciones) y se asignan los valores siguientes:

1 Si el criterio (o solución) de las filas es superior (o mejor;  $>$ ) que el de las columnas.

0,5 Si el criterio (o solución) de las filas es equivalente ( $=$ ) al de las columnas.

0 Si el criterio (o solución) de las filas es inferior (o peor;  $<$ ) que el de las columnas.

Luego, para cada criterio (o solución), se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios (o soluciones) al que se le añade una unidad (para evitar que el criterio o solución menos favorable tenga una valoración nula); después, en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio (o solución).

Finalmente, la evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio. (Riba, 2002)

### 1.10 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.

En la tabla 1.6 se presentan los resultados de la evaluación numérica de la que compara cada criterio con los restantes criterios para establecer cuál de ellos tiene mayor importancia e incidencia en la decisión final de selección de la máquina a diseñar.

Funcionalidad>Tiempo>Mantenimiento>Mecanismo operación

**Tabla 1.6.** Evaluación del peso específico de cada criterio.

Criterio	Funcionalidad	tiempo	Mantenimiento	Mecanismo operación	Manufactura	Costo	$\Sigma+1$	Ponderación
Funcionalidad		1	1	1	1	1	6	0,29
Tiempo	0		1	1	1	1	5	0,24
Mantenimiento	0	0		1	1	1	4	0,19
Mecanismo operación	0	0	0		1	1	3	0,14
Manufactura	0	0	0	0		0,5	1,5	0,07
Costo	0	0	0	0	0,5		1,5	0,07
						SUMA TOTAL	21	1

Fuente. Autor

- **Evaluación del peso específico del criterio de funcionalidad.**

**Tabla 1.7.** Evaluación del peso específico del criterio de funcionalidad.

Alternativa A > Alternativa B				
FUNCIONALIDAD	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		1	2	0,67
Alternativa B	0		1	0,33
		<b>Suma</b>	3	1

Fuente. Autor.

Esta tabla 1.7 indica que la funcionalidad de la alternativa A (sistema de torsión) es mejor que la máquina atadora ya que no necesita hilo.

- **Evaluación del peso específico del criterio de Tiempo.**

**Tabla 1.8.** Evaluación del peso específico del criterio de Tiempo

Alternativa A = Alternativa B				
TIEMPO	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		0.5	1.5	0,5
Alternativa B	0.5		1.5	0,5
		<b>Suma</b>	3	1

Fuente. Autor.

Esta tabla 1.8 indica que las dos alternativas A y B son máquinas que optimizan el tiempo del proceso de formado. Por lo tanto son iguales.

- **Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento.**

**Tabla 1.9.** Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento.

Alternativa A = Alternativa B				
MANTENIMIENTO	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		0.5	1.5	0,5
Alternativa B	0.5		1.5	0,5
		<b>Suma</b>	3	1

Fuente. Autor.

Esta tabla 1.9 indica que las dos alternativas A y B son iguales debido a que las dos presentan mantenimiento preventivo y correctivo.

- **Evaluación del peso específico del criterio de mecanismo operación.**

**Tabla 1.10.** Evaluación del peso específico del criterio de mecanismo operación.

Alternativa A > Alternativa B				
MECANISMO OPERACION	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		1	2	0,67
Alternativa B	0		1	0,33
		<b>Suma</b>	3	1

Fuente. Autor.

Esta tabla 1.10 indica que el mecanismo de operación de la alternativa A (sistema de torsión) es mejor que el sistema de atado por hilo debido al sencillo número de piezas del mecanismo.

- **Evaluación del peso específico del criterio de manufactura.**

**Tabla 1.11** Evaluación del peso específico del criterio de manufactura.

Alternativa A = Alternativa B				
MANUFACTURA	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		0.5	1.5	0,5
Alternativa B	0.5		1.5	0,5
		<b>Suma</b>	3	1

Fuente. Autor.

Esta tabla 1.11 indica que en cuanto a manufactura son equivalentes, esto quiere decir que las dos alternativas A y B, sus materiales se pueden encontrar en el mercado nacional.

- **Evaluación del peso específico del criterio costo.**

**Tabla 1.12.** Evaluación del peso específico del criterio costo

Alternativa A = Alternativa B				
COSTO	Alternativa A	Alternativa B	$\Sigma +1$	Ponderación
Alternativa A		0.5	1.5	0,5
Alternativa B	0.5		1.5	0,5
		<b>Suma</b>	3	1

Fuente: Autor.

Esta tabla 1.12 indica que la alternativa A es igual a la alternativa B dependiendo de la manufactura del producto.

En la siguiente tabla 1.13 se muestran los resultados de acuerdo al puntaje de cada criterio y a la ponderación para elegir la alternativa correspondiente a seguir. Y también se puede observar que las dos alternativas cumplen con las especificaciones requeridas, pero la sumatoria de los criterios de selección de la alternativa A es mayor.

**Tabla 1.13.**Resultados.

<b>CRITERIO</b>	Funcionali dad	Tiempo	Manteni miento	Mecanismo operación	manufac tura	costo	$\Sigma$	ponderac ión
<b>Alternativa A</b>	0.19	0.12	0.095	0.091	0.035	0.035	0.566	1
<b>Alternativa B</b>	0.09	0.12	0.095	0.046	0.035	0.035	0.313	2

**Fuente.** Autor

### **1.10.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.**

El resultado de la Tabla 1.13. Da a conocer que la alternativa A está mejor situada que la alternativa B. Por lo tanto indica que es la opción más viable a tomar en cuenta por el método de torsión, el cual obtiene un proceso más continuo con mayor rapidez pero sin perder la característica de proceso manual en la elaboración de las salchichas.

## CAPITULO II

### 2 GENERALIDADES DE LA MÁQUINA.

Actualmente no existe ninguna máquina que opere dentro del sector para agilizar el proceso de formado de la salchicha, por lo que las primeras muestras del producto procesado son elaboradas a mano. La cantidad de dosificación de la salchicha hoy en día va incrementado dependiendo de los consumidores y es por eso que se limitan la producción en las micro empresas debido a que los operarios se encargan de realizar artesanalmente el formado de la salchicha.

Los parámetros que se realizarán en este capítulo para el diseño de la construcción, van a determinar las características necesarias que deberá cumplir la máquina retorcedora.

- Cerciorar que los elementos o componentes dentro del proceso de formado cumplan con las características deseadas para desarrollar el objetivo planteado de esta tesis.
- El dimensionamiento de la máquina a diseñar, será de acuerdo al espacio físico del lugar de trabajo y tomando en cuenta las dimensiones de los elementos que intervienen dentro del formado de las salchichas.
- El mecanismo en el cual deberá ser lo más sencillo posible con el fin de tener el mínimo número de piezas para dar una limpieza rápida en cada una de las partes de la máquina y que proporcione uniformidad en el producto final.
- La cantidad estimada que necesita realizar la máquina retorcedora, que será de agilizar el proceso de formado de las salchichas.
- Evitar la contaminación del producto, empleando material higiénico adecuado de acuerdo a las normas nacionales e internacionales en la trata de alimentos para el consumo humano.
- Cumplir con normas de seguridad industrial que garanticen que el operador no ponga en peligro su integridad.

## 2.1 PARÁMETROS DEL PROCESO DE FORMADO MANUAL DE UNA SALCHICHA.

Para determinar el proceso de formado los factores necesarios para elaborar una salchicha de forma artesanal se toma en cuenta los siguientes parámetros:

- 1) Diámetro.
- 2) Longitud.
- 3) Tiempo de giro de torsión.
- 4) Número de vueltas de torsión de una salchicha.

Como la elaboración de salchichas es un proceso de movimiento y torsión se relacionara en la física como al estudio de un cuerpo en movimiento el cual permite conocer las causas que lo originan como fuerza, velocidad y aceleración en función del tiempo. Para esto se realiza varias pruebas en la que se enlista en la tabla 2.1, y se muestra el resultado de ensayos realizados de cada salchicha formada por el método de torsión establecida en la seccion1.5.6 capítulo 1, estos datos se toma en cuenta dependiendo del operario que realiza dicha acción, como no todos los usuarios operan de la misma manera se busca en analizar un punto promedio para el número de vueltas y el tiempo que requiere en hacer una salchicha.

**Tabla 2.1.** Resultados de la pruebas realizadas en forma manual en la elaboración de una salchicha.

Nro. De pruebas	Diámetro de la salchicha (mm)	Longitud de cada salchicha(cm)	Peso de la salchicha [Kg]	Número de vueltas por salchicha.(nv)	Tiempo (t) de giro(segundo)
1	28	16	0,0040	3	0.87
2	28	18	0,0048	3	0.90
3	28	18	0,0050	4	0.93
4	28	14	0,0058	4	0.98
5	28	14	0,0060	4	1

**Fuente.** Autor.

Por medio de la ecuación de la media aritmética que se enfoca en sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos, se obtendrá un valor de referencia para definir la capacidad de trabajo en el mecanismo mecánico de la máquina.

Según (Sanchez, 1996) la ecuación para determinar el promedio de un conjunto de datos es:

$$\bar{x} = \frac{a_1+a_2+a_3+\dots+a_n}{n} \quad \text{Ecuación 2-1}$$

Dónde:

$\bar{x}$  = media aritmética.

En función del número de vueltas:

Se calcula el promedio del número de vueltas determinado:

$$\bar{x}_{nv} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5}{5}$$

Dónde:

$\bar{x}_{nv}$  = media aritmética para el valor promedio del número de vueltas.

$v_1, v_2, v_3, v_4, v_5$  = número de vueltas por salchicha.

5 = número de pruebas realizadas.

Reemplazando valores de la tabla 2.1 de la columna número de vueltas. Por salchicha.

$$\bar{x}_{nv} = \frac{3 + 3 + 4 + 4 + 4}{5}$$

$$\bar{x}_{nv} = 3.6 = 3$$

En función del tiempo.

$$\bar{x}_t = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

$\bar{x}_t$  = media aritmética para el valor promedio del tiempo de giro por salchicha.

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5$  = tiempo de giro por salchicha.

5 = número de pruebas realizadas.

Reemplazando valores de la tabla 2.1, de la sección del tiempo de giro por salchicha en la ecuación 2-1

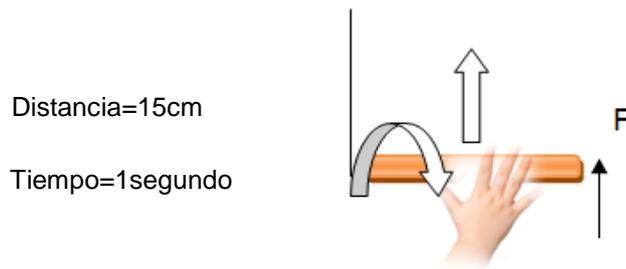
$$\bar{x}t = \frac{0.87+0.90+0.93+0.98+1}{5}$$

$$\bar{x}t = 0.936 = 1 \text{segundo}$$

Donde los datos obtenidos en las pruebas de ensayo dio a conocer que el trabajador realiza 3 vueltas por segundo (rps) en elaborar una salchicha de 28mm de diámetro con una longitud de 14cm.

Con los datos obtenidos se analiza la fuerza, torque y potencia, las cuales permiten elegir un tipo de tren motriz, el mismo que brindara y mejorara un buen formado como el artesanal pero optimizando el tiempo de trabajo en este proceso.

### 2.1.1 FUERZA NECESARIA PARA RETORCER UNA SALCHICHA POR EL PROCESO MANUAL.



**Figura 2.1** Diagrama de fuerza

Fuente autor.

Para encontrar la fuerza de empuje que necesita una salchicha al girar se encuentra por la denominada formula de fuerza aplicando la segunda ley de newton (Zambrano., 2011), donde los datos a considerar son la masa y la trayectoria que tiene el cuerpo al ser moldeada para el proceso de torsión.

Entonces:

$$F = m * a \quad \text{Ecuación 2-2}$$

Dónde:

F=fuerza que necesita una salchicha al ser moldeada manualmente.

m=masa de la salchicha=0.55g

$a$  = aceleración (distancia por segundo en realizar el formado de la salchicha).

Dónde:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$\Delta V$  = *variación de la velocidad.* = 0.15m/s

$\Delta t$  = *variación del tiempo.* = 1segundo

Reemplazando:

$$a = \frac{0.15m/s}{1s}$$

$$a = 0.15m/s^2$$

Y reemplazando los valores en la ecuación de la fuerza:

$$F = 0.00055kg * 0.15m/s^2$$

$$F = 0.0000825N$$

Con los datos obtenidos por el método de torsión, en el siguiente capítulo 3 se describe los cálculos como el par torsional necesario que necesita la máquina para elaborar una salchicha.

### **2.1.2 VELOCIDAD ANGULAR NECESARIA PARA RETORCER UNA SALCHICHA.**

Para determinar la velocidad angular por el movimiento giratorio, se parte de las pruebas de ensayo para elaborar de forma manual una salchicha que da como resultado a 3 giros en un segundo (rev/s), pero como se realizara un mecanismo para realizar el mismo proceso del producto se necesita de un eje a una velocidad en revoluciones por minuto (rpm), las cuales quedan de la siguiente manera.

Transformando los 3rps a rpm.

$$w = \frac{3rev}{s} * \frac{60s}{1min}$$

$$w = \frac{180rev}{min}$$

Esto quiere decir que se guiará de un elemento motriz que gira a una velocidad angular de 180rpm, que es lo que necesita una salchicha para ser formada por el método de torsión.

### 2.1.3 MECANISMO DE POTENCIA NECESARIA PARA ELABORAR UNA SALCHICHA.

Conociendo las propiedades del proceso de formado de la salchicha es necesario determinar la potencia requerida en el eje motriz de la máquina retorcedora ya que este cálculo ayudara en los posteriores análisis más adelante.

La potencia tiene relación directa con la velocidad y el torque que tiene el eje motriz. (Mott R. , 2008)

Dónde:

$$P = T * \omega \quad \text{Ecuación 2-3}$$

Dónde:

P= potencia.

T=Torque.

$\omega$  = velocidad angular (rpm).

Entonces con los datos encontrados como es la fuerza (f) y la velocidad angular ( $\omega$ ) siendo estos los parámetros principales para el proceso de formado por el método de torsión, se procede a calcular el torque (T).

Sí:

Fuerza necesaria para retorcer una salchicha  $\rightarrow f=0.0000825N$

Velocidad necesaria para retorcer una salchicha  $\rightarrow \omega =180rpm.$

Dónde:

$$T = f * r \quad \text{Ecuación 2-4}$$

Si:

T=Torque

f=fuerza

r=radio del diámetro del eje de la salchicha.

$$T = 0.0000825N * 0.005m$$

$$T = 4.125 \times 10^{-7} Nm.$$

Entonces la potencia es.

$$P = T * \omega$$

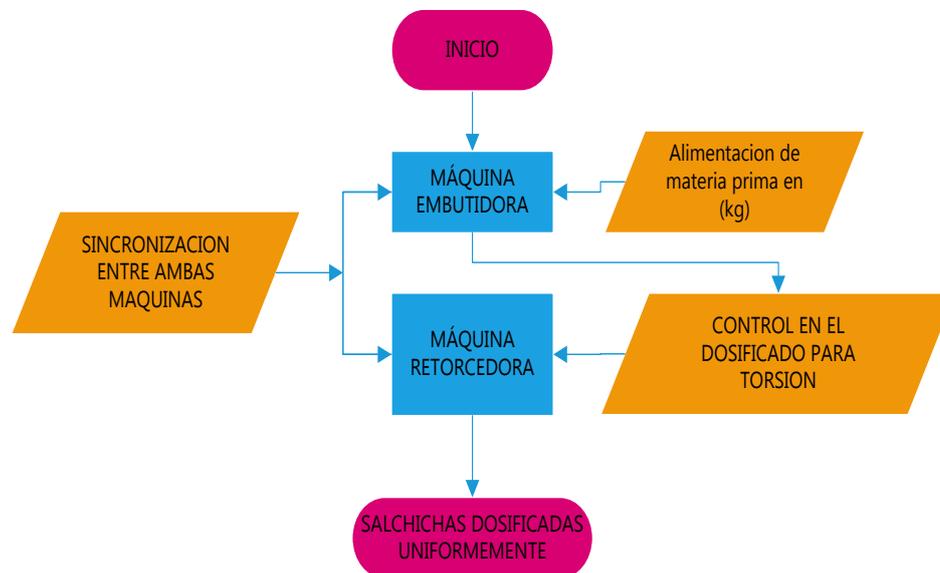
$$P = 4.125 \times 10^{-7} Nm * (180) rpm$$

$$P = 7.43 \times 10^{-5} hp.$$

## 2.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño de la máquina será acorde a las dimensiones en el lugar de trabajo y con las descripciones tomadas en la sección 2. Para mostrar con más detalle cómo se debe seguir el proceso de formado de la salchicha es necesario mostrar un diagrama de conexión donde muestre el funcionamiento de la máquina a diseñar y una sincronización permitiendo así un estilo de forma unificada en cada salchicha.

La Figura 2.2 muestra un esquema de flujo del proceso de formado de las salchichas.



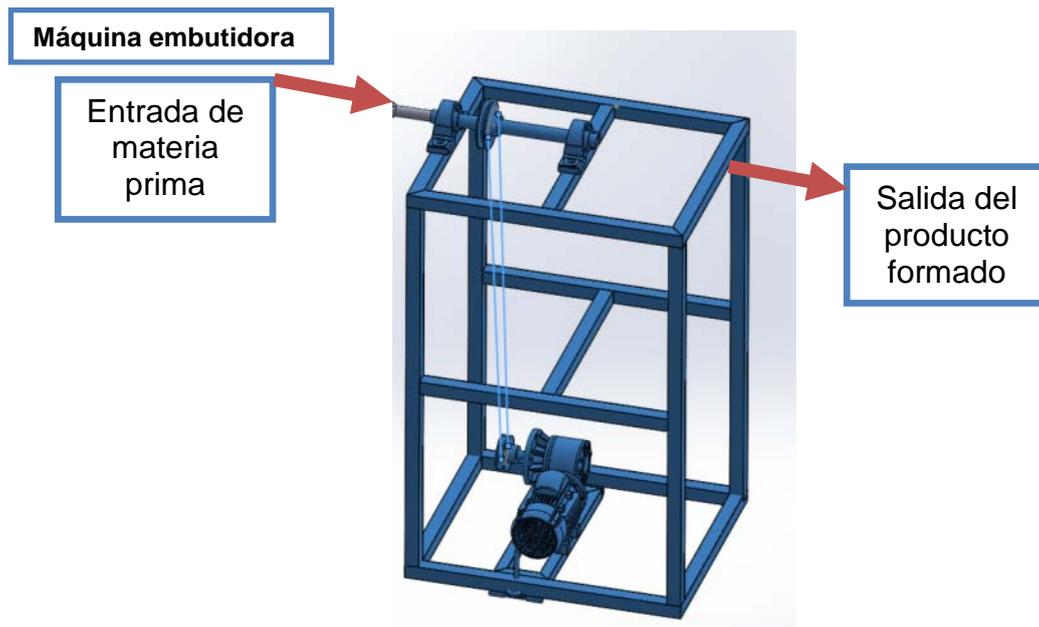
**Figura 2.2.** Diagrama de flujo del proceso

**Fuente.** Autor.

### 2.2.1 DISEÑO DE LA MÁQUINA A CONSTRUIR.

Una vez investigado los tipos de máquinas formadoras de salchichas y de realizar visitas en las diferentes micro empresas de embutidos, el diseño de la máquina a construir será de acuerdo, al espacio físico de trabajo, a la unión entre la máquina embutidora, a la toma de energía de alimentación y a un mecanismo que será adecuado para que funcione tomando en cuenta las características que el trabajador realiza manualmente pero esta con mayor continuidad, rapidez en este proceso.

En la figura 2.3 muestra una idea de la geometría de la máquina con un mecanismo para la función de formado y de cómo podría ser adaptada a cualquier embutidora. Como se observa la entrada de materia prima es a través de una máquina embutidora la que tendrá la función de empuje para alimentar el interior del mecanismo a la máquina retorcedora, el cual con la sincronización entre las dos se obtendrá una uniformidad en el producto.



**Figura 2.3.** Esbojo del diseño del sistema de torsión para salchichas..

**Fuente.** Autor.

## **2.3 MATERIALES A UTILIZAR.**

Para el diseño de la máquina es necesario saber el material con el que se construirá la estructura y sus partes mecánicas, ya que estas estarán en contacto con alimentos de consumo humano, lo cual mediante la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) con resolución Nro. 042-2015 que dispone mediante la Norma Técnica Sustitutiva de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, se trabajara con aceros inoxidables de la familia 300 los cuales tienen una gran resistencia a la corrosión dependiendo del tipo de ambiente al ser expuestos.

### **2.3.1 ACERO INOXIDABLE 304 ADECUADO PARA MANIPULACIÓN CON ALIMENTOS.**

En este caso se trabajará con el acero inoxidable AISI 304 por tener excelentes propiedades corrosivas, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes, considerando lugar de trabajo en los cuales se destacan en equipos para procesamiento alimenticio.

#### **2.3.1.1 Ventajas del acero inoxidable.**

- Facilidad para la fabricación

La mayoría de aceros inoxidables pueden ser cortados, soldados, forjados y mecanizados con resultados satisfactorios.

- Resistencia mecánica.

La característica de endurecimiento por trabajo en frío de muchos aceros inoxidables, se usa en el diseño para reducir espesores y así, los costos.

- Propiedades higiénicas.

La facilidad de limpieza del acero inoxidable lo hace la primera opción en hospitales, cocinas, e instalaciones alimenticias y farmacéuticas. Fuente: (Indura, 2010)

### 2.3.2 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

Como se mencionó anteriormente el dimensionamiento de la máquina a diseñar, será de acuerdo al espacio físico del lugar de trabajo y tomando en cuenta la postura del trabajador en realizar dicho proceso, el cual su estructura se plantea como en la figura 2.3

**Tabla 2.2** Dimensiones de la estructura de soporte.

Parámetros	Longitud
Altura	960mm
Largo	600mm
Ancho	500mm

Fuente. Autor.

#### 2.3.2.1 Selección del perfil estructural.

Para todo el diseño de la máquina de soporte se considera usar un perfil estructural cuadrado y un eje hueco para la trasmisión de movimiento del mecanismo tomando en cuenta criterios como:

- Acondicionamiento con los componentes que se cuenta.
- Menor costo
- Disponibilidad de adquisición en el mercado.

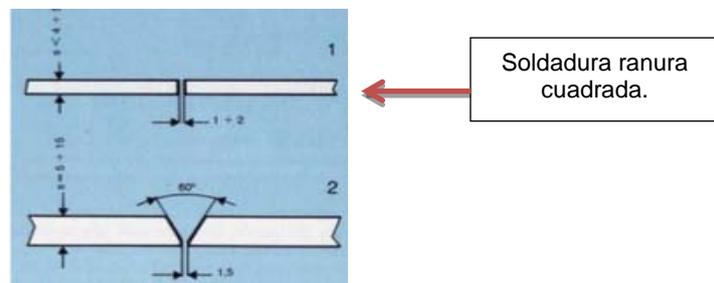
### 2.3.2.1.1 Soldadura.

La soldadura es muy importante ya que en este caso será para la fijación de la mesa de trabajo del diseño planteado, incluyendo el material de aporte de acuerdo a las mismas características del acero inoxidable.

#### Tipo de soldadura.

Para la unión de la estructura que se construirá se realizará mediante la soldadura por arco eléctrico por ser un tipo de soldadura más comercial en el mercado y por tener un bajo costo que otro tipo de soldadura como la soldadura Tig soldadura es bastante buena pero su costo es muy elevado.

#### Unión por soldadura con ranura.



**Figura 2.4** Tipos de soldaduras.

**Fuente:** (Urrego., 2010).

La preparación de las caras para este tipo de soldadura no solo depende del espesor de las piezas a unir sino también del tipo de unión en la máquina a construir, las piezas a soldar serán de perfil de tubo cuadrado por lo que elige la unión a tope como se aprecia en la figura 2.4

#### Material de aporte para soldadura.

La Figura 2.5, se selecciona el material de aporte recomendado para soldar el acero inoxidable AISI 304 que va a ser usado en la construcción de la máquina, en este caso es la varilla de soldadura ER308.

Tabla 4-5a Metales de aporte recomendados para aceros inoxidables austeníticos al cromo-níquel, de uso común.

TIPOS AISI DE METAL DE BASE	DESIGNACION AWS-ASTM DE METAL DE APORTE
201	ER308
202	ER308
301, 302, 304, 308	ER308
304L	ER308L
309	ER309
310	ER310
316	ER316

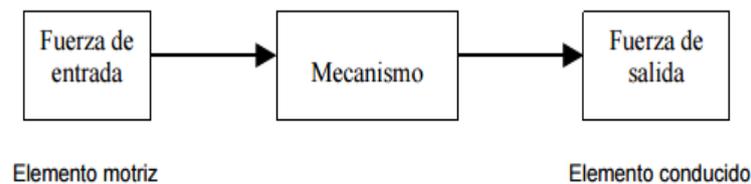
**Figura 2.5.** Metales de aporte para soldadura.

**Fuente.** (Horwitz, 2002).

La ficha técnica del procedimiento de soldadura (AWS) señala las diferentes variables en el proceso de soldado que se realizó en la máquina a construir, para ver detalladamente las características del desarrollo de soldado ir al anexo1 catálogo (A).

### 2.3.3 MECANISMO DE TRANSMISIÓN.

Como el proceso de formado se va a realizar por el método de torsión se analiza un mecanismo mecánico de acuerdo a las características que tiene la salchicha al ser formada. Figura2.6



**Figura 2.6.** Diagrama de bloques de un mecanismo.

**Fuente.** (Myszka., 2013)

Entre los mecanismos de transmisión más importantes empleados en la transmisión de potencia mecánica es a través de cadenas cinemáticas, sistemas de poleas y correas, sistemas de ruedas de fricción, sistemas de engranajes, sistemas de ruedas dentadas y cadenas, sistemas de tornillo sinfín y rueda helicoidal, sistemas de rueda dentada y cremallera, etc.

Para este caso se propone el sistema banda-polea por su funcionalidad de trabajo a medianas y altas velocidades y la característica más importante es su gran disponibilidad en el mercado.

#### 2.3.4 SELECCIÓN DEL MOTOR.

Para la selección del elemento motriz, se vio oportuno utilizar un motor el cual ya se encontraba disponible en la empresa de embutidos, de tal manera que ayudara a disminuir costos y aprovechar las características del mismo, cabe recalcar que dicho motor cuenta con un largo ciclo de vida, con corriente de funcionamiento para trabajar a nivel de una industria y que cuenta con una caja reductora de 1:10 el cual disminuye la velocidad del motor y da como salida una velocidad útil para el proceso de torsión de las salchichas, a su vez se aproxima a al parámetro realizado anteriormente de 180rpm.

Según la Tabla 2.3 el motor que se utiliza tiene las siguientes características.

**Tabla 2.3.** Características generales del motor.

<b>MARCA</b>	LAFERT
<b>TIPO</b>	AMD
<b>MODELO</b>	71ZCA4
<b>HZ</b>	60hz
<b>POTENCIA</b>	0.5hp
<b>RPM</b>	1715
<b>VOLTAJE</b>	115v-220v
<b>AMPERAJE</b>	6.5-3.25
<b>CAJA REDUCTORA</b>	1:10
<b>RPM SALIDA</b>	171.5

**Fuente.** (Lafert, 2008)

Para calcular el torque del motor es:

$$P = T * \omega$$

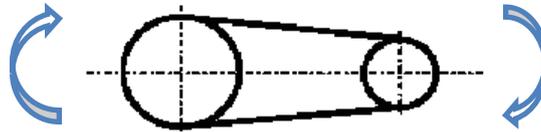
$$T = \frac{P}{\omega}$$

$$T = 9550 \frac{0.37kw}{1715rpm}$$

$$T = 2.06Nm$$

### 2.3.5 MECANISMO (BANDA POLEA).

El mecanismo banda polea es el sistema más difundido cuando se emplean arboles paralelos para que el movimiento sea en el mismo sentido. Figura 2.7.



**Figura 2.7** Banda polea en el mismo sentido.

**Fuente.** (Nisbett, 2008)

Estas poleas son ubicadas en el eje conductor y conducido por medio de una banda. Las bandas se distinguen por la forma de la sección transversal, por la construcción del material y tecnología de fabricación, pero el rasgo más importante que determina la construcción de las poleas y de toda la transmisión, es la forma de la sección transversal de la correa.

La figura 2.8 muestra un tipo de banda en V las cuales son las más utilizadas en la industria; adaptables a cualquier tipo de transmisión. Se dispone de gran variedad las cuales brindan diferente tipo de peso de carga y son muy accesibles en el mercado.



**Figura 2.8.** Banda tipo V.

**Fuente:** (Dinamica., 2012)

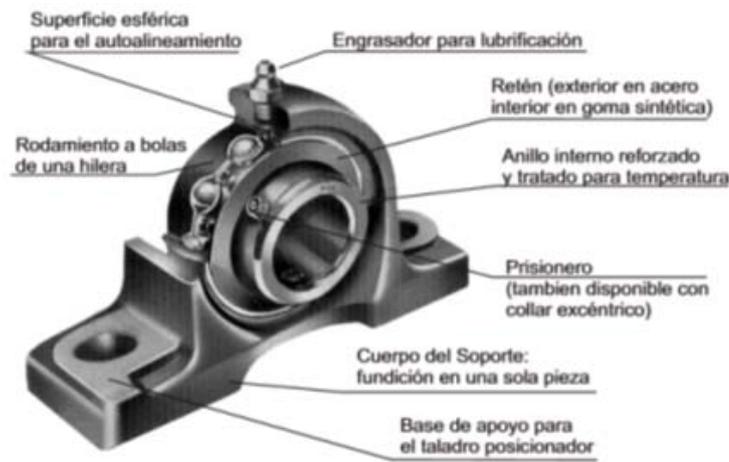
➤ **Ventajas.**

- Las transmisiones de bandas en V permiten altas relaciones de velocidad y son de larga duración. Fáciles de instalar y remover, silenciosas y de bajo mantenimiento.
- Las bandas en V también permiten la absorción de vibración entre los ejes.
- Bajo costo.

➤ Desventajas.

- El hecho de estar sometidas al cierto grado de resbalamiento, las bandas en V no deben ser utilizadas en casos que se necesiten mucha fuerza de empuje del eje.
- Estas bandas en V siempre se fabrican en secciones transversales estándar. (Banda y Poleas, 2006).

### 2.3.6 RODAMIENTOS (CHUMACERAS- KDF MODELO UCP208-24).



**Figura 2.9.** Rodamiento de bolas.

**Fuente.** (Directindustry., 2010)

La selección del elemento rotativo, chumacera de piso de diámetro de 1.5in (38.1mm), la cual cuenta la microempresa, pone a disposición para el diseño del mecanismo en la máquina. Figura 2.9.

#### 2.3.6.1 Características del rodamiento KDF.

- Auto alineamiento.

El anillo externo del rodamiento está rectificad de forma esférica para acoplarse en el alojamiento de soporte, construido también de forma esférica, a fin de conseguir el auto alineamiento.

- Construcción interna del rodamiento esférico usado en un soporte orientable.

Estos rodamientos pueden trabajar con cargas radiales, con cargas axiales o con una combinación de las mismas

- Retén.

El rodamiento está provisto de un retén resistente al calor y al aceite, consistente en una goma sintética recubierta de una junta de acero esta sirve para proteger de la suciedad, de la humedad, y además retiene el lubricante del rodamiento asegurando las mejores prestaciones incluso en las condiciones de trabajo más severas. Visto directamente del manual de la chumacera. (jocartrasmisiones)

De acuerdo con esta característica del tamaño del rodamiento, se inicia la selección del eje principal que estará acoplado al sistema banda polea planteado, el cual ayuda para el análisis del diseño del eje y para las transmisión por bandas en V.

## **CAPITULO III**

### **3 CÁLCULOS MECÁNICOS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA.**

Una vez identificado los parámetros necesarios en el diseño y mecanismo a construir, es importante realizar cálculos que determinan la aprobación de la máquina a diseñar.

#### **3.1 SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR BANDAS EN V.**

Este tipo de sistema transmitirá la velocidad necesaria, para el parámetro establecido, la cual se utilizarán dos poleas que servirán de ayuda para encontrar la salida deseada o a su vez aumentar la misma para una mejor torsión en las salchichas.

Los sistemas de transmisión por banda presentan un costo inicial de producción relativamente bajo comparado con otros elementos de transmisión mecánica.

##### **3.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PARA EL FACTOR DEL SERVICIO POR BANDAS EN V.**

Descrito anteriormente el sistema de transmisión de movimiento se va a realizar por medio de banda polea, el cual de acuerdo a (Mott R. , 2008), en la tabla 3.1, se escoge el factor de servicio, para encontrar las características encontradas en la máquina a construir para su funcionamiento.

A continuación se procede a elegir el tipo de función que trabaja el motor reductor y el tiempo de encendido.

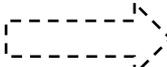
**Tabla 3.1.** Tabla del factor de servicio.

Tipo de máquina impulsada	Tipo de impulsor					
	Motores de CA: par torsional normal <sup>a</sup> Motores de CD: bobinado en derivación Motores de combustión: múltiples cilindros			Motores de CA: Alto par torsional Motores de CD: bobinado en serie bobinado compuesto Motores de combustión: 4 cilindros o menos		
	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, sopladores, ventiladores, bombas centrífugas, transportadores ligeros	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, máquinas herramienta, mezcladores, transportadores de grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones, máquinas textiles, molinos de martillos, transportadores pesados	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras, molinos de bolas, malacates, extrusoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Toda máquina que se pueda ahogar	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

<sup>a</sup>Síncronos, fase dividida, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total.  
<sup>b</sup>Monofásicos, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total.

Fuente. (Mott R. , 2008)

El factor de servicio se aplica a la potencia del motor para indicar la carga que puede llevar en condiciones normales de servicio, lo cual determina que el motor puede ser sobrecargado continuamente si el mismo es alimentado con el voltaje y frecuencia nominal, sin provocar daños.

Motor CA (alto par torsional)  Factor de servicio=1.3

De 6-15 horas por día.

Donde la potencia de diseño utilizada es.

$$P_d = 1.3 * P_n \quad \text{Ecuación 3-1}$$

$P_d$ =potencia de diseño.

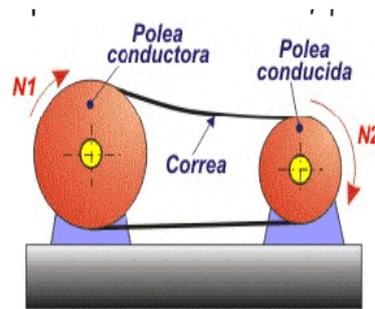
$P_n$ =potencia nominal.

Reemplazando valores.

$$P_d = 1.3 * (0.5)hp$$

$$P_d = 0.37Kw = 0.65 hp$$

### 3.1.1.1 Relación de velocidades por banda-polea.



**Figura 3.1.** Sistema de transmisión banda polea.

**Fuente.** (Tecnología, 2007)

La relación de 2 ejes mediante poleas está en función de la diferencia de los diámetros de estos, cumpliéndose así en todo momento (Mott R. , 2008). Ver figura 3.1.

De tal manera que.

$$n1 * d1 = n2 * d2$$

**Ecuación 3-2.**

Definiendo la relación de velocidades como:

$$\frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1}$$

El tamaño de las poleas se selecciona, de acuerdo a la velocidad necesaria para retorcer una salchicha, pero también del diámetro del eje que va a estar acoplado por la dimensión de la chumacera que se cuenta.

Donde:

$n1$ = velocidad de salida del motor reductor. = 171.5rpm

$n2$ =velocidad de la polea conducida.

$d1$ =diámetro de la polea conductora = 7in=177.8mm.

$d2$ =diámetro de la polea conducida = 4in=101.6mm.

Entonces:

$$\frac{171.5rpm}{n_2} = \frac{101.6mm}{177.8mm}$$

$$n_2 = 300.8 \text{ rpm}$$

Como se observa se optó por incrementar la velocidad angular de torcedura de las salchichas por medio del tamaño de las poleas, de tal manera que garantice optimizar el tiempo del proceso de formado, teniendo una salida de 35 salchichas por minuto.

### 3.1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE LA BANDA.

$$V_b = \frac{\pi(d_1)(n_1)}{12} (\text{pies}/\text{min})$$

**Ecuación 3-3**

Dónde:

$$d_1 = 7 \text{ in}$$

$$n_1 = 171.5 \text{ rpm}$$

$V_b$  = velocidad de la banda.

$$V_b = \frac{\pi(7 \text{ in})(171.5 \text{ rpm})}{12} (\text{pies}/\text{min})$$

$$V_b = 314.13 \text{ pies}/\text{min} \text{ ó } 1,6 \text{ m}/\text{s}$$

### 3.1.3 CÁLCULO TEÓRICO DE LA DISTANCIA ENTRE CENTROS.

$$d_1 < C < 3(d_2 + d_1)$$

$$7 \text{ in} < C < 3(4 \text{ in} + 7 \text{ in})$$

$$4 \text{ in} < C < 33 \text{ in}$$

$C$  = distancia entre centros teórico.

$$C = 33 \text{ in} = 0.8382 \text{ m}$$

### 3.1.4 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA BANDA.

Si la distancia entre centros real es de  $C=35in= 0.889 m$

$$Lp = 2C + 1.57(d2 + d1) + \frac{(d2-d1)^2}{4C} (in) \quad \text{Ecuación 3-4.}$$

$Lp$ = longitud de paso.

$d1$ =diámetro de la polea conductora.

$d2$ =diámetro de la polea conducida.

$C$ =distancia entre centros teórico.

$$Lp = 2 * (35in) + 1.57(4in + 7in) + \frac{(4in - 7in)^2}{4 * (35in)}$$

$$Lp = 70in + 17.27in + 0,0642in$$

$$Lp = 87.33 in \text{ ó } 2.2181m$$

**TABLA 7-2** Longitudes de bandas estándar 3V, 5V y 8V (pulgadas)

Sólo 3V	3V y 5V	3V, 5V y 8V	5V y 8V	Sólo 8V
25	50	100	150	375
26.5	53	106	160	400
28	56	112	170	425
30	60	118	180	450
31.5	63	125	190	475
33.5	67	132	200	500
35.5	71	140	212	
37.5	75		224	
40	80		236	
42.5	85		250	
45	90		265	
47.5	95		280	
			300	
165			315	
			335	

**Figura 3.2** Longitud de la banda.

**Fuente.** (Mott R. , 2008)

Como se observa va en la figura 3.2 la selección de la banda se encuentra en el rango de aceptación para bandas en V de acuerdo a la longitud de la banda.

La ecuación determina la distancia real entre centros.

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(d2 - d1)^2}}{16} \quad \text{Ecuación 3-5.}$$

Si B se encuentra por formula.

$$B = 4Lp - 6.28(d2 + d1) \quad \text{Ecuación 3-6.}$$

$$B = 4(87.33in) - 6.28(4in + 7in)$$

$$B = 280.24 in = 7.1181m$$

Entonces:

$$C = \frac{280.24in + \sqrt{(280.24in)^2 - 32(4in - 7in)^2}}{16}$$

$$C = 35.1 in. \text{ ó } 0.889m$$

El cálculo de la distancia real entre centros de las poleas para una banda en V es acorde al medido en la vida real.

### 3.1.5 ÁNGULO DE CONTACTO DE LA BANDA.

$$\theta = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{(d_2 - d_1)}{2C}\right) \quad \text{Ecuación 3-7.}$$

Dónde:

d1=diámetro de la polea conductora.

d2=diámetro de la polea conducida.

C=distancia entre centros teórico.

$$\theta = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1}\left(\frac{(7in - 4in)}{2 * 35.1in}\right)$$

$$\theta = 186.5^\circ$$

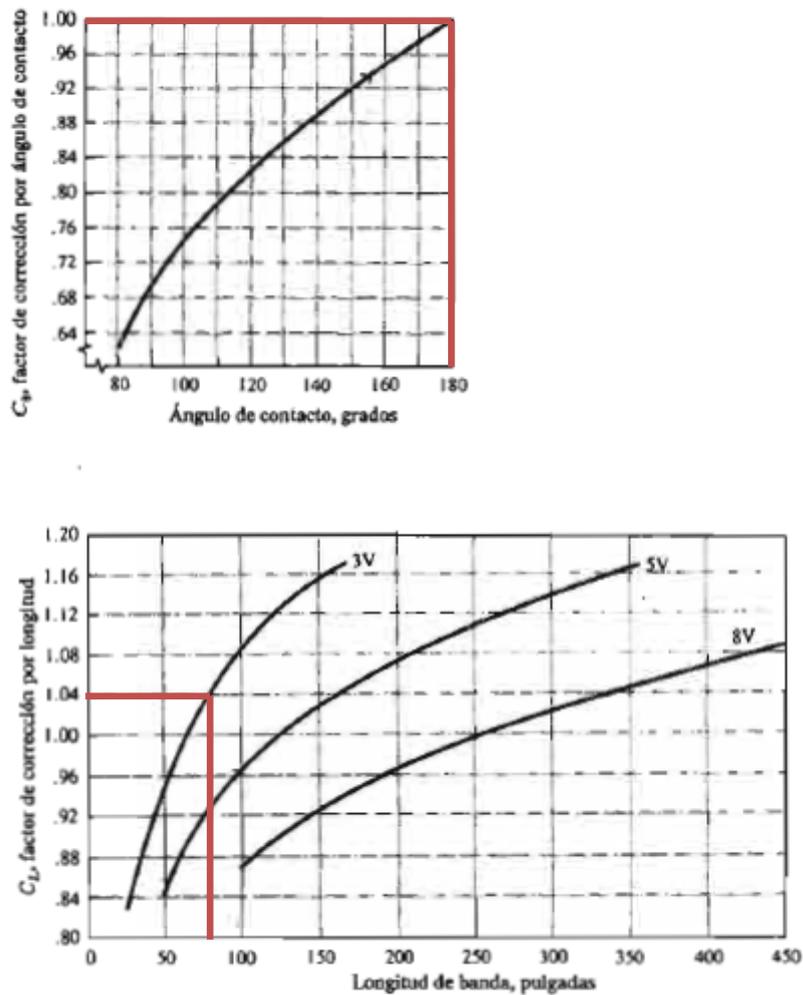
#### 3.1.5.1 Factor del ángulo de corrección

Para C, con un ángulo de 186.5° tenemos un factor de corrección por ángulo de contacto de 1, de acuerdo a la figura 3.7. (Mott R. , 2008)

Co= factor del ángulo de corrección

$$Co = 1$$

## 3.1.5.1.1 Factor de longitud de banda.



**Figura 3.3.**Factor de corrección y longitud de la banda.

**Fuente:** (Mott R. , 2008)

Para una banda de 87.3in, el factor de corrección de la longitud es de 1.04 como se aprecia en la figura 3.3.

$C_l$ =Corrección de longitud

$$C_l = 1.04$$

## 3.1.5.2 Potencia corregida.

$$P_c = C_o * C_l * P_n$$

**Ecuación 3-8.**

Donde

$P_c$ =potencia corregida.

Co= factor del ángulo de corrección

Cl=Corrección de longitud

Pn=potencia nominal

$$P_c = 1 * 1.04 * 0.5$$

$$P_c = 0.52 \text{ hp.}$$

3.1.5.3 Número de bandas a utilizar.

Se calcula de la siguiente manera.

$$N_b = \frac{P_d}{P_c}$$

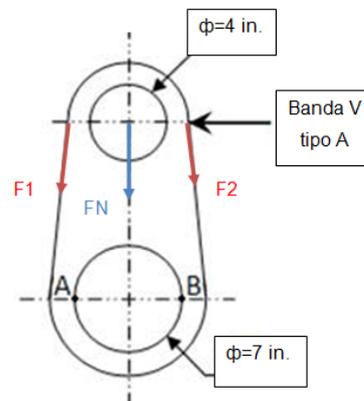
**Ecuación 3-9.**

$$N_b = \frac{0.65 \text{ hp}}{0.52 \text{ hp}}$$

$$N_b = 1.2$$

Para el uso de las poleas de transmisión se utilizará 1 banda.

### 3.1.6 CÁLCULO DE LAS FUERZAS DE LA BANDA.



**Figura 3.4.** Diagrama de fuerzas.

**Fuente.** Autor.

Una vez realizado los cálculos para la velocidad de la banda, se analiza las fuerzas que ejercen en la banda, ver figura 3.4

Para fines de diseño se determina que  $F_1/F_2=3$  (Carlosama, 2013) con un ángulo de  $180^\circ$  se tiene que:

$$P_d = (F_1 - F_2) * V_b$$

Ecuación 3-10

$$\frac{F_1}{F_2} = 3$$

$$F_1 = 3F_2$$

Entonces se reemplaza:

$$484.7w = (F_1 - F_2) * 1.6 \text{ m/s}$$

$$F_1 - F_2 = 302.9$$

$$3F_2 - F_2 = 302.9$$

$$2F_2 = 302.9$$

$$F_2 = 151.45 \text{ N}$$

Como:

$$F_1 = 3F_2$$

$$F_1 = 3(151.45\text{N})$$

$$F_1 = 454.35 \text{ N}$$

$$F_N = F_1 - F_2$$

$$F_N = 454.35\text{N} - 151.45\text{N}$$

$$F_N = 302.9 \text{ N}$$

Mediante estos cálculos definidos se determina una fuerza (FN) la cual actúa sobre el eje principal superior y nos sirve como carga de flexión aplicada en la vida útil de las chumaceras o en el diseño del eje retorcedor.

### 3.1.7 CHUMACERAS UCP208-24.

Como se estableció en el capítulo anterior se usara rodamientos de bolas los mismos que tendrán una diámetro interior que va acorde al diámetro del eje que se utilizara, es por eso que el rodamiento es de 1.5in o 38.1 mm de diámetro.

#### 3.1.7.1 Carga equivalente del rodamiento (P).

Para la carga equivalente en el rodamiento se toma el resultado de los cálculos analizados anteriormente, fuerza neta FN= 302.9 N

Entonces:

$$P = xFr + yFa \quad \text{Ecuación 3-11.}$$

Dónde:

Fa= carga axial = 0

Fr= carga radial = FN

Valor adimensional (x e y) del manual KDF ver anexo1 catalogo (E).

x=2.04

y=0.33

$$P = (2.04)302.9N + 0.33(0)$$

$$P = (2.04)302.9N$$

$$P = 617.9N$$

### 3.1.8 CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL DEL RODAMIENTO.

Se calcula de acuerdo con el manual de las chumaceras para determinar la vida útil. (KDF, 2006)

$$L_{10} = \frac{C^K}{P} \quad \text{Ecuación 3-12}$$

Dónde:

L10=Vida estimada en millones de revoluciones.

C=Capacidad de carga dinámica.

P=Carga equivalente sobre el rodamiento. = 617.9N

K= 3 para rodamientos de bolas.

C= 27700 N Carga dinámica

Co=17000 N Carga estática.

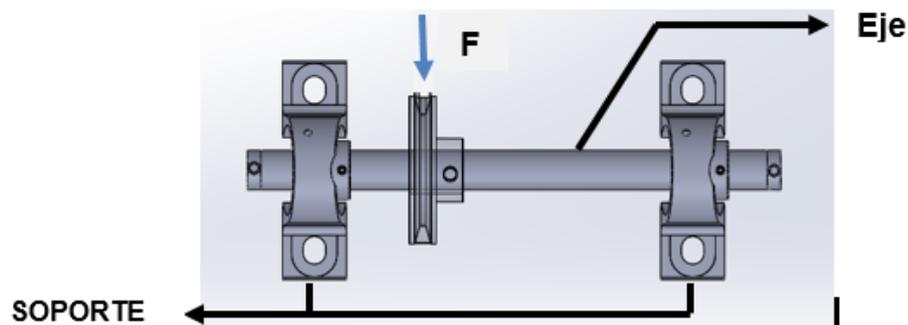
$$L_{10} = \frac{27000^3}{617.9}$$

$$L_{10} = 7157.2 \times 10^6 \text{ revoluciones}$$

Para verificar en horas el uso de los rodamientos se va al anexo1 catalogo (H).del fabricante y tenemos que:

La vida útil en horas de las chumaceras de acuerdo a las tablas del fabricante es de 18000 horas.

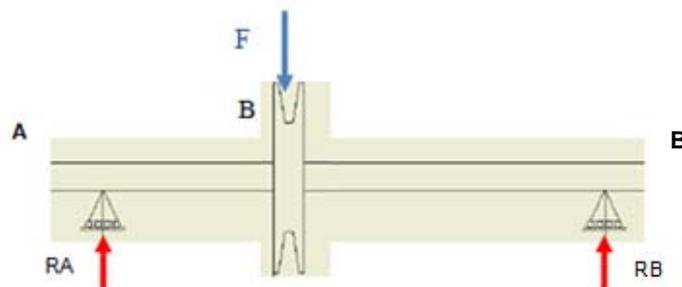
### 3.2 DISEÑO DEL EJE.



**Figura 3.5.** Eje con chumaceras.  
Fuente. Autor.

Para el diseño del eje se toma en cuenta las cargas, ya que son el resultado de distintos componentes que intervienen en el diseño de la máquina retorcedora, el eje principal se acopla a la polea conducida y este por medio de dos chumaceras de piso brindan estabilidad, fijación y auto alineamiento para el movimiento de giro tal cual como se indica en la figura 3.5.

Para determinar de mejor manera las fuerzas y reacciones que interactúan en el sistema de transmisión se realiza un diagrama de cuerpo libre, ver Figura 3.6.



**Figura 3.6.** Diagrama de cuerpo libre  
Fuente. Autor.

Conociendo el diagrama de cuerpo libre, el diámetro del eje principal va hacer de acuerdo a la dimensión del rodamiento y su material acorde para alimentos procesados mencionados anteriormente.

Eje hueco AISI 304 con diámetro de 1.5in = 38.1mm y longitud de 380mm.

Determina el par torsional según (Mott R. , 2008)

Donde el modelo para el par torsional es:

$$TB = 9550 \frac{Pd}{n} \quad \text{Ecuación 3-13.}$$

Dónde:

Pd = potencia de diseño.

n = velocidad de la polea conductora.

TB = Par torsional.

Entonces:

$$TB = 9550 \frac{(0.484)kw}{300.8rpm}$$

$$TB = 15.3Nm$$

### 3.2.1 CÁLCULO DE LA FUERZA FLEXIONANTE SOBRE EL EJE.

El aspecto general del sistema para bandas en V se parece al de las cadenas de transmisión pero existe una diferencia importante: Los dos lados de la banda están en tensión.

Mediante la ecuación siguiente se determinar la fuerza de flexión sometido al eje por bandas en V. (Mott R. , 2008).

$$Fb = 1.5FN = 1.5 * \frac{TB}{d} \quad \text{Ecuación 3-14}$$

Dónde:

Fb = fuerza flexionaste sobre el eje.

TB = par torsional.

$d_2$  = diámetro de la polea conducida.

1.5 = valor constante para transmisiones por bandas en V.

Entonces:

$$F_b = 1.5 * \frac{15.3Nm}{\frac{0.1016m}{2}}$$

$$F_b = 451.8N$$

A continuación se suma los pesos de los elementos para encontrar la fuerza total sobre el eje.

Peso de elementos:

Banda (0.12kg)

Polea (0.121kg)

Dónde.

$$F_{elementos} = (0.12kg + 0.121kg) * (9.8m/s)$$

$$F_{elementos} = 2.36N$$

La suma total de los elementos

$$F_T = F_b + F_{elementos}$$

$$F_T = 451.8 + 2.36N$$

$$F_T = 454.16N$$

Encontrada la fuerza total ( $F_T$ ) sobre el eje, ahora se desarrolla el análisis para encontrar las reacciones sometidas al mismo.

Reacciones:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$((-0.1016[m]) * (454.16.8) [N]) + (0.3[m]) * (R_{By}) = 0$$

$$R_{By} = \frac{454.16[Nm]}{0.3 [m]}$$

$$R_{By} = 151.3N$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} = F_{by}$$

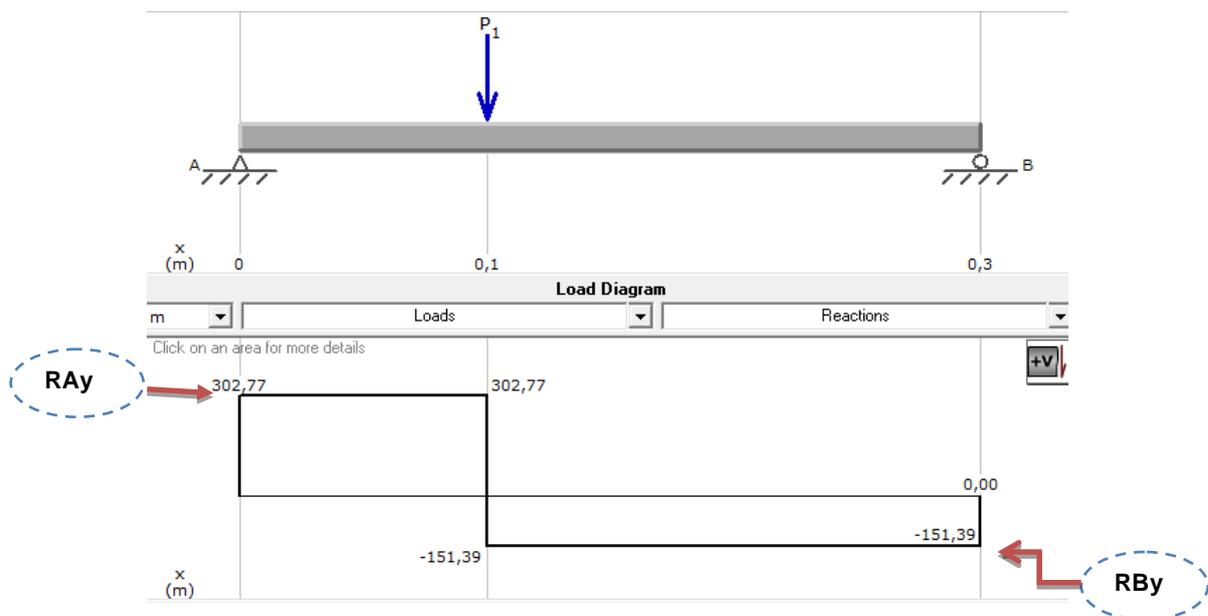
$$R_{Ay} + R_{By} = 454.16[N]$$

$$R_{Ay} + 151.3 [N] = 454.16 [N]$$

$$R_{Ay} = 302.7N$$

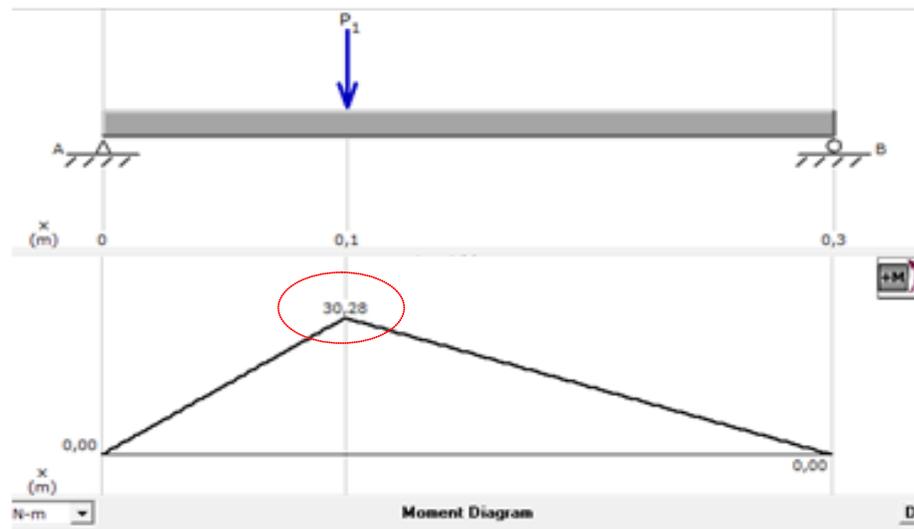
Una vez calculado las reacciones de forma analítica para una comprobación correcta de resultados, mediante MdSolid que permite calcular en forma rápida, tanto las reacciones como los diagramas de fuerza cortante y momento flector del eje, para luego determinar el esfuerzo torsional que se aplica al eje.

En la figura 3.7 se muestra los diagramas mencionados y los valores de las reacciones que concuerdan con los cálculos realizados.



**Figura 3.7.** Diagrama de fuerza de corte.

**Fuente.** Autor.



**Figura 3.8.** Diagrama de momento flector.

**Fuente.** Autor.

Como se pudo observar en la figura 3.8. El software genera directo el momento máximo flector que es igual a  $M = 30.28 \text{ Nm}$ , que permitirá calcular el esfuerzo flexionante de un eje hueco de la siguiente manera.

### 3.2.2 ESFUERZO NORMAL MÁXIMO.

$$\sigma = \frac{M \cdot c}{I} \quad \text{Ecuación 3-15.}$$

Dónde:

$\sigma$  =esfuerzo normal máximo.

$I$  = momento de inercia.

$M$  = momento máximo flector.

$c$  = radio del diámetro exterior del eje.

Si para un eje hueco, primero se encuentra el momento de inercia ( $I$ ) y después se reemplaza en la ecuación 3.15. Si las medidas del eje hueco son.

Datos.

$$D=1.5\text{in.}=0.0381\text{m}$$

$$d= 1.44\text{in}=0.0366\text{m}$$

$$I = \frac{\pi}{64} * (D^4 - d^4)$$

Ecuación 3-16

Dónde:

I= momento de inercia.

D= diámetro exterior del eje.

d= diámetro interno del eje.

Entonces:

$$I = \frac{\pi}{64} * ((0.0381\text{m})^4 - (0.0366\text{m})^4)$$

$$I = \frac{\pi * (3.12 \times 10)^{-7}}{64} (\text{m})^4$$

$$I = \frac{(9.82 \times 10)^{-7}}{64} (\text{m})^4$$

$$I = (1.53 \times 10)^{-8} \text{m}^4$$

Se Reemplaza en la ecuación 3.15

$$\sigma = \frac{30.12 [\text{Nm}] * (0,01905)[\text{m}]}{(1.53 \times 10)^{-8} \text{m}^4}$$

$$\sigma = 37701565.6\text{Pa} = 37.7\text{Mpa}$$

### 3.2.3 CÁLCULO DEL ESFUERZO POR TORSIÓN.

$$\tau = \frac{TB * c}{J}$$

Ecuación 3-17

Donde:

$\tau$  =Esfuerzo cortante máximo.

TB= par torsional.

$c$ = radio del diámetro exterior del eje.

$J$ = momento de polar de inercia.

Donde  $J$  se encuentra por fórmula para ejes huecos.

Datos.

$D=1.5\text{in}=0.0381\text{m}$

$d=1.44\text{in}=0.0366\text{m}$

$$J = \frac{\pi}{32} * (D^4 - d^4)$$

Dónde:

$J$ = momento de polar de inercia

$D$ = diámetro exterior del eje.

$d$ = diámetro interno del eje.

$$J = \frac{\pi}{32} * ((0.0381\text{m})^4 - (0.0366\text{m})^4)$$

$$J = \frac{\pi * (3.12 \times 10)^{-7} \text{m}^4}{32} (\text{m})^4$$

$$J = (3.06 \times 10)^{-8} \text{m}^4$$

Se reemplaza en la ecuación 3.17

$$\tau = \frac{15.3\text{Nm} * 0.01905[\text{m}]}{(3.07 \times 10)^{-8} \text{m}^4}$$

$$\tau = 9525000\text{Pa} = 9.5\text{Mpa.}$$

### 3.2.4 CALCULO DE ESFUERZOS PRINCIPALES POR EL CIRCULO DE MOHR.

El uso del círculo de Mohr, es un método gráfico que ayuda a minimizar los errores y permite tener un mejor sentido de la condición de esfuerzos en el punto de interés. (Mott R. , 2008)

Datos para realizar el círculo de Mohr:

$$\sigma_x = 37.7 \text{ MPa.}$$

$$\sigma_y = 0$$

$$\tau_{xy} = 9.5 \text{ MPa.}$$

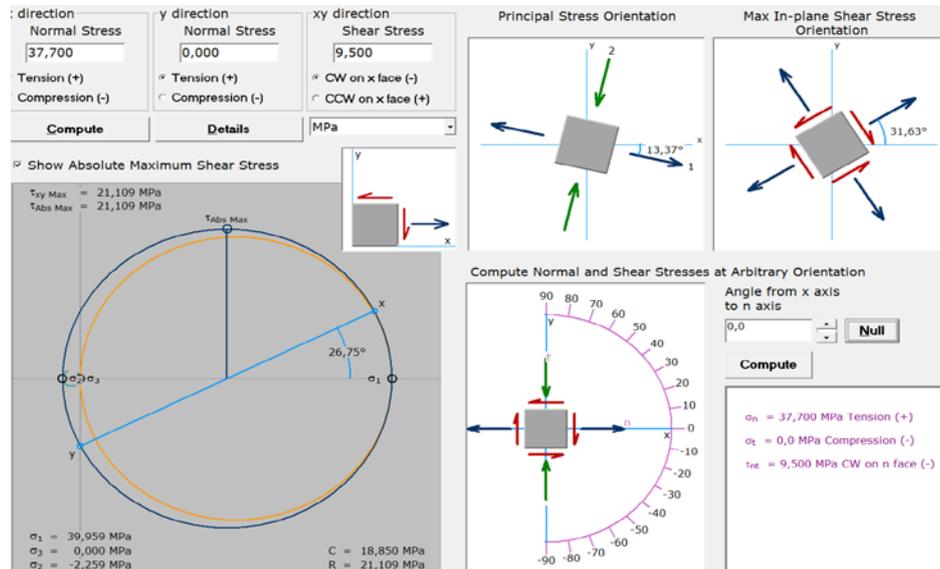


Figura 3.9. Círculo de Mohr en el software Mdsolid.

Fuente: Autor.

En la figura 3.9 mediante el software MdSolid expresa los resultados para determinar los esfuerzos principales, esfuerzos cortantes y orientaciones de planos en los que actúan los esfuerzos. Con esta ayuda más adelante se realizara los posteriores análisis para determinar un buen factor de seguridad.

Ecuaciones para el círculo de Mohr. (Mott R. , 2008)

$$C = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \quad \text{Ecuación 3-18}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad \text{Ecuación 3-19.}$$

Dónde:

$\sigma_x$  = esfuerzo normal

$\sigma_y = 0$

$\tau_{xy}$  = esfuerzo cortante.

C= centro del Circulo de Mohr.

R=radio del círculo.

$$C = \frac{37.7 - 0}{2} \text{ [Mpa]}$$

$$C = 18.85\text{Mpa}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{37.7-0}{2}\right)^2 + (9.5)^2} \text{ [Mpa]}$$

$$R = 21.10\text{MPa}$$

En base a los resultados realizados se encuentra fácilmente los esfuerzos principales y el esfuerzo cortante máximo mediante la ecuación. (Mott R. , 2008)

$$\sigma_1 = C \pm R \quad \text{Ecuación 3-20.}$$

$$\sigma_1 = C + R = 18.85\text{Mpa} + 21.10\text{Mpa} = 39.95 \text{ Mpa.}$$

$$\sigma_2 = C - R = 18.85\text{Mpa} - 21.10\text{Mpa} = -2.25\text{Mpa.}$$

$$T_{max} = R = 21.10\text{MPa}$$

Mediante la comprobación de resultados se procede calcular el factor de seguridad (n) por el método del esfuerzo cortante máximo (ECM). (Mott R. , 2008)

Si el eje utilizado es de acero inoxidable AISI 304 entonces sus resistencias por el fabricante en el anexo B son:

$$S_y = \text{Resistencia a la fluencia} = 31.9\text{kpsi} (220\text{Mpa})$$

$$S_{ut} = \text{Resistencia ultima a la tensión} = 75.4\text{kpsi} (520\text{Mpa})$$

Dónde:

$$\tau_{max} = \frac{S_y}{2n} \quad \text{Ecuación 3-21.}$$

De esta ecuación 3-21, se despeja el factor de seguridad (n).

Entonces.

$$n = \frac{S_y}{2\tau_{max}}$$

$$n = \frac{220[\text{Mpa}]}{2(21.10)[\text{Mpa}]}$$

$$n = 5.2$$

Se concluye que para el eje de 38.1mm de diámetro y longitud de 335.28mm se puede trabajar sin mayor dificultad ya que presenta un factor de seguridad confiable.

### 3.2.5 ANÁLISIS DE FALLA POR FATIGA.

Como la máquina retorcedora está compuesta por un mecanismo banda polea el cual el eje va a estar sometido a cargas flexionantes de tensión o torsión se desarrolla un análisis del límite a la resistencia por fatiga. Siguiendo los pasos de acuerdo con (Nisbett, 2008)

#### 3.2.5.1 Límite de resistencia a la fatiga (Se).

Cuando no se dispone de ensayos de resistencia a la fatiga de partes, las estimaciones se hacen aplicando los factores de Marín al límite de resistencia a la fatiga para determinar los factores como: superficial, tamaño, temperatura, del eje en condiciones de trabajo.

Se encuentra expresada de la siguiente manera:

$$S_e = (K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * K_f) * S_e' \quad \text{Ecuación 3-22}$$

Dónde:

Se= Limite de resistencia a la fatiga

Se´= Resistencia ultima.

Ka= Factor de acabado superficial

Kb= Factor de tamaño.

Kc= Factor de cargas

Kd= Factor de temperatura.

Ke= Factor de seguridad.

Kf= Factor de discontinuidad.

- Resistencia ultima a la fatiga ( $Se'$ ).

Para aceros, la resistencia última se realiza por el método de las propiedades del material, donde  $Sut \leq 200\text{kpsi}$  (1378.9Mpa) se escoge la siguiente ecuación.

$$Se' = 0.5(Sut) \quad \text{Ecuación 3-23}$$

$$Se' = 0.5(520\text{Mpa})$$

$$Se' = 260\text{Mpa}.$$

- Determinación del factor superficial. ( $Ka$ ).

Se ha seleccionado un tubo de acero inoxidable con un acabado superficial (laminado en frio) de diámetro 1.5 pulgadas=38.1mm para el eje principal que cumple en retorcer una salchicha. De tal manera que los factores de acabado (a), (b) se encontrar en las tablas de (Nisbett, 2008) . Ver anexo 1 catalogo C, para la siguiente ecuación.

$$Ka = aSut^b \quad \text{Ecuación 3-24.}$$

Dónde:

a= factor de acuerdo al tipo de acabado.

b= exponente de acuerdo al tipo de material.

Sut= Resistencia ultima a la tensión.

$$Ka = 4.51 * (520\text{Mpa})^{-0.265}$$

$$Ka = 0.87$$

- Determinación del Factor de tamaño. ( $K_b$ ).

Para un diámetro 38.1mm que se encuentra dentro del rango de resultados de expresión de flexión y torsión según Shigley, ir a anexo1 catalogo (C).

$$2.79 \leq d \leq 51mm$$

$$K_b = \left( \frac{d}{0.3} \right)^{-0.107}$$

$$K_b = \left( \frac{38.1}{7.62} \right)^{-0.107}$$

$$K_b = 0.84$$

- Determinación del Factor de carga. ( $K_c$ ).

Debido a la aplicación que tendrá el eje, el mismo que está sometido a cargas de flexión rotatoria se elige que:

$$K_c = 1$$

- Determinación del Factor de temperatura. ( $K_d$ ).

Sera de 1 ya que la máquina no trabaja en temperaturas elevadas, ver tabla ver anexo1 catalogo (C). Se tomara 1 que es a una temperatura ambiente 20°.C

$$K_d = \frac{S_T}{S_{RT}} = 1$$

Dónde:

$S_T$ =Resistencia a la tensión a la temperatura de operación.

$S_{RT}$ = resistencia a temperatura ambiente.

- Determinación del Factor de seguridad.

Se escoge 1 de acuerdo a que no tiene irregularidades en el eje que se va a trabajar.

$$K_e = 1$$

- Factor de discontinuidad. ( $K_f$ ).

Se determina en función a discontinuidades en el eje, Se asume el valor de 1 por cuestiones de diseño, el eje que se va a utilizar no tendrá discontinuidades.

$$K_f = 1$$

Encontrados todos los factores se procede a resolver la ecuación 3-22 del límite de resistencia a la fatiga ( $S_e$ ).

$$S_e = K_a * K_b * K_c * K_d * K_e * k_f * S_e'$$

$$S_e = 0.87 * 0.84 * 1 * 1 * 1 * 1 * 260\text{Mpa}$$

$$S_e = 190\text{ Mpa}$$

Por lo tanto se concluye que el límite de resistencia a la fatiga es de 190Mpa.

### 3.2.6 EJE SOMETIDO A CARGA SIMPLE FLUCTUANTE.

Para esto se utilizara los esfuerzos principales anteriormente calculados que sirven para determinar los esfuerzos medio y alternante, acorde a (Nisbett, 2008)

Datos:

$$\sigma_1 = \sigma_{max} = 39.95\text{Mpa}$$

$$\sigma_2 = \sigma_{min} = -2.25\text{Mpa}.$$

- Esfuerzo medio ( $\sigma_m$ ).

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \quad \text{Ecuación 3-25}$$

$$\sigma_m = \frac{39.95\text{Mpa} + (-2.25\text{Mpa})}{2}$$

$$\sigma_m = 18.85\text{Mpa}$$

- Esfuerzo alternante ( $\sigma_a$ ).

$$\sigma_a = \left| \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \right| \quad \text{Ecuación 3-26}$$

$$\sigma_a = \left| \frac{39.95\text{Mpa} - (-2.25\text{Mpa})}{2} \right|$$

$$\sigma_a = 21.1 \text{ Mpa}$$

### 3.2.7 FACTOR DE SEGURIDAD (N) POR CRITERIO DE GOODMAN MODIFICADO.

El coeficiente de seguridad en el punto analizado se obtiene, de acuerdo con este criterio, mediante el cociente, (Nisbett, 2008).

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} \quad \text{Ecuación 3-27}$$

Se despeja (n) y reemplaza valores:

$$\frac{1}{n} = \frac{21.1}{190} + \frac{18.85}{520} \frac{[\text{Mpa}]}{[\text{Mpa}]}$$

$$n = 6.7$$

#### 3.2.7.1 Factor de seguridad (Fluencia Localizada).

$$\sigma_a + \sigma_m = \frac{S_y}{n} \quad \text{Ecuación 3-28}$$

Despeja (n) reemplaza valores:

$$21.1[\text{Mpa}] + 18.85[\text{Mpa}] = \frac{220[\text{Mpa}]}{n}$$

$$n = 5.5$$

Una vez encontrado los valores del factor de seguridad con respecto al diseño del eje por los métodos mencionados, se determinan los parámetros que garantizan el comportamiento del mismo.

### 3.2.8 VIDA UTIL POR FATIGA.

El proceso de un localizado, permanente y progresivo cambio estructural sufrido por un material sujeto a condiciones que le producen tensiones y deformaciones en uno o varios puntos y que puede conducir a la creación de grietas o a la rotura después de un número suficiente de fluctuaciones, (Nisbett, 2008).

$$S_f = \frac{\sigma_a}{1 - (\sigma_m/S_{ut})} \quad \text{Ecuación 3-29}$$

Donde.

$S_f$ = resistencia a la fatiga.

$\sigma_a$ =Esfuerzo alternante.

$\sigma_m$ =Esfuerzo medio.

$S_{ut}$ =Resistencia ultima del material.

Reemplazando valores en la ecuacion 3-29

$$S_f = \frac{21.1 \text{ Mpa}}{1 - (18.85 \text{ Mpa} / 520 \text{ Mpa})} [\text{Mpa}]$$

$$S_f = 21.9 \text{ Mpa}$$

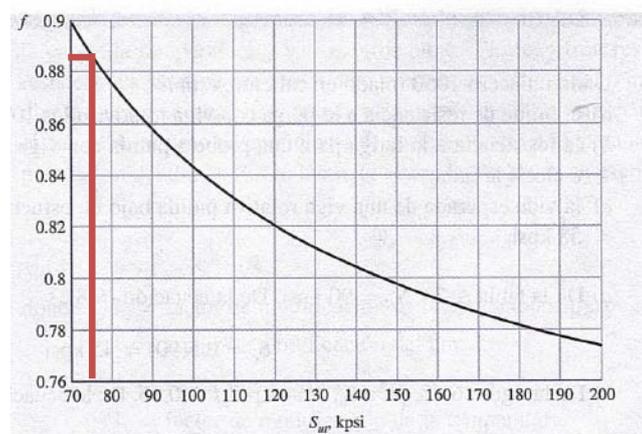
Una vez encontrado la resistencia a la fatiga se calcula los ciclos de vida (N) por medio de la ecuacion siguiente.

$$N = \left( \frac{S_f}{a} \right)^{\frac{1}{b}} \quad \text{Ecuación 3-30.}$$

Dónde a y b son coeficientes por modelo expresada de la siguiente forma.

$$a = \frac{(f * (S_{ut}))^2}{S_e} \quad \text{Ecuación 3-31.}$$

Si: (f) fracción de resistencia a la fatiga se toma de acuerdo a la figura 3.10 por medio de la resistencia última del material ( $S_{ut}$ ).



**Figura 3.10** Fracción de resistencia a la fatiga.

**Fuente.** (Nisbett, 2008)

Entonces.

$$f=0.888$$

$$a = \frac{(0.888 * (520\text{Mpa}))^2}{190\text{Mpa}}$$

$$a = 1122.2$$

Dónde:

$$b = -\frac{1}{3} \log * \frac{(f*(Sut))}{se} \quad \text{Ecuación 3-32.}$$

Entonces.

$$b = -\frac{1}{3} \log * \left( \frac{0.888 * (520\text{Mpa})}{190\text{Mpa}} \right)$$

$$b = -0.13$$

Con estos valores se procede a calcular en la ecuación 3-30 la vida útil del eje.

$$N = \left( \frac{21.9\text{Mpa}}{1122.2} \right)^{\frac{1}{-0.13}}$$

$$N = 1.4 \times 10^{13}$$

Para la carga fluctuante del eje se ha determinado el número de ciclos (Vida finita), donde se observa una larga vida útil de funcionamiento del eje.

### 3.3 ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

El tipo de selección del material para la construcción de la estructura es fundamental, ya que debe cumplir las características en el ambiente de trabajo y la capacidad de soportar las cargas de los elementos sobre la estructura.

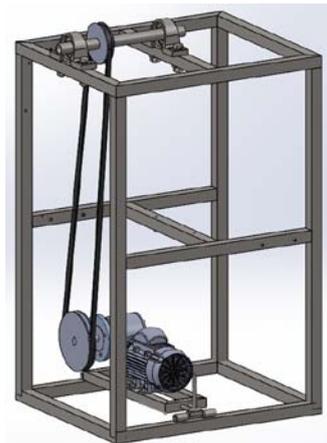
Aplicando los conocimientos y recomendaciones de diferentes citas bibliográficas como el de Diseño de Máquinas de Robert Mott o Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley, en donde manifiestan que se debe tomar como punto de inicio el tipo de perfil estructural, por lo que se asume un perfil de tubo cuadrado de 25x25x1.5mm tomando en cuenta la disponibilidad de perfiles estructurales en el área local y su facilidad en manufactura.

La figura xx muestra el diseño estructural y el mecanismo de formado (método por torsión) que tendrá la máquina retorcedora de salchichas, estableciendo factores como:

- Acondicionamiento con los componentes que se cuenta.
- Dimensiones estándar para conexión con máquinas embutidoras hidráulicas.
- Menor costo
- Ergonomía de la máquina para el trabajador.

### 3.3.1 CALCULO Y ANALISIS DE ESFUERZOS SOBRE LA ESTRUCTURA.

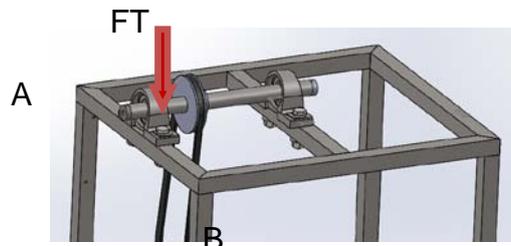
Para el análisis de la estructura, se tomara la viga A-B como referencia expresada en la figura 3.11 la cual soportara los componentes para el mecanismo de transmisión, incluyendo la fuerza total (FT) la cual proviene de la fuerza que ejerce el par torsional del motor por medio de la trasmisión banda-polea.



**Figura 3.11** Estructura y componentes de la máquina diseñada en CAD SolidWorks.

**Fuente.** Autor.

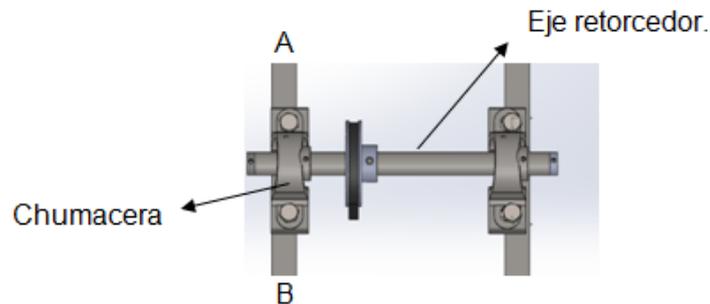
A continuación se detalla las cargas a considerar y se realiza los cálculos en el punto más crítico de la estructura que está sometida a flexión, como se ve en la siguiente figura 3.12.



**Figura 3.12** Fuerzas que actúan en la viga A-B.

**Fuente:** Autor.

Tomando en cuenta la fuerza ( $FT=454.16$ ) que actúa sobre el eje, la misma que esta soportada por las chumaceras y se apoyan en la estructura. Entonces a la fuerza ( $FT$ ) se suma el peso del eje.



**Figura 3.13** Elementos de la viga A-B.

**Fuente.** Autor.

Calculo de las reacciones sobre la viga A-B.

$$\checkmark \text{ Eje retorcedor (0.8kg)} \Rightarrow P1=0.8 \times 9.8$$

De tal manera que sumamos las masas de los elementos para encontrar la carga ( $F_e$ )= fuerza sobre el eje.

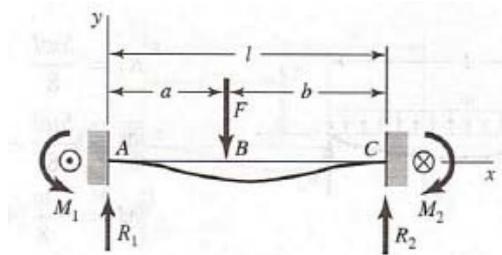
$$F_e = FT + P1$$

$$F_e = 454.16N + 8N$$

$$F_e = 462N.$$

### 3.3.1.1 Análisis del esfuerzo flexionante y esfuerzo cortante.

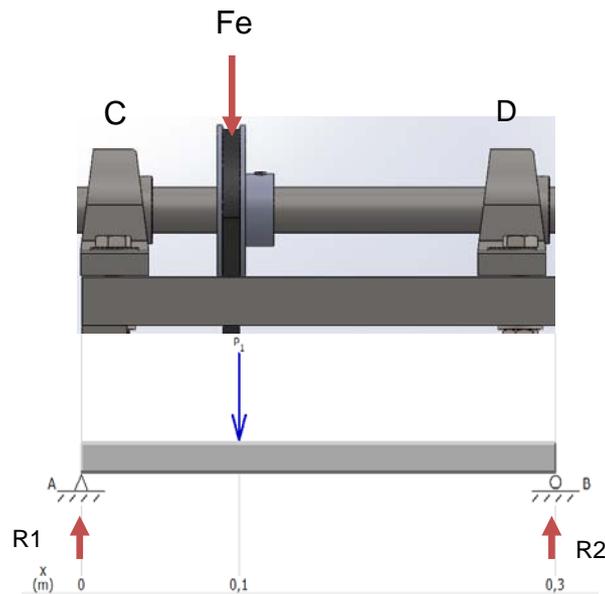
Por medio de libro de Shigley apéndice tabla A-9 según un análisis de cargas por medio de (apoyos fijos y carga intermedia) como se muestra en la figura 3.14 determina un diagrama de cuerpo libre con respecto a las cargas que actúan sobre el eje retorcedor.



**Figura 3.14** Viga con apoyos fijos y carga intermedia.

**Fuente.** (Nisbett, 2008)

La fuerza total (FT) apoyada en el eje por medio de chumaceras (C) y (D), determinan la reacción crítica que actúa sobre la viga A-B. Partiendo de un diagrama de cuerpo libre, para referenciar el tipo de modelo mencionado para encontrar las reacciones en cada chumacera y así tener una relación con claridad para la carga máxima sobre la Viga A-B.



**Figura 3.15** Bosquejo del eje y diagrama de cuerpo libre.

**Fuente.** Autor.

Las reacciones por medio del modelo (figura 3.14) planteado son:

$$R1 = \frac{Fab^2}{l^3}(3a + b) \quad \text{Ecuación 3-33}$$

$$R2 = \frac{Fa^2b}{l^2}(3a + b) \quad \text{Ecuación 3-34}$$

Dónde:

$F=Fe=462\text{N}$  (fuerza total sobre el eje)

$l$ = distancia de la viga.

$a$ =distancia del punto C al punto donde se aplica la fuerza.

$b$ =distancia del punto D al punto donde se aplica la fuerza.

Reemplazando.

$$R1 = \frac{462 * 0.2^2}{0.3^3}(3 * (0.1) + 0.2)$$

$$R1 = 342.2N$$

$$R2 = \frac{462 * 0.1^2}{0.3^2} (3 * (0.2) + 0.1)$$

$$R2 = 119.7N$$

Como se puede notar la fuerza ( $F_e$ ) no está en el centro entre los dos apoyos, de tal manera que al encontrar las reacciones que actúan en las chumaceras (C) y (D), la reacción ( $R1$ ) en la chumacera C es mayor, por estar más cercana a la fuerza ( $F_e$ ). Dicha reacción es considerada como carga principal sobre la viga A-B, la cual se le suma el peso de la chumacera C para encontrar la carga total.

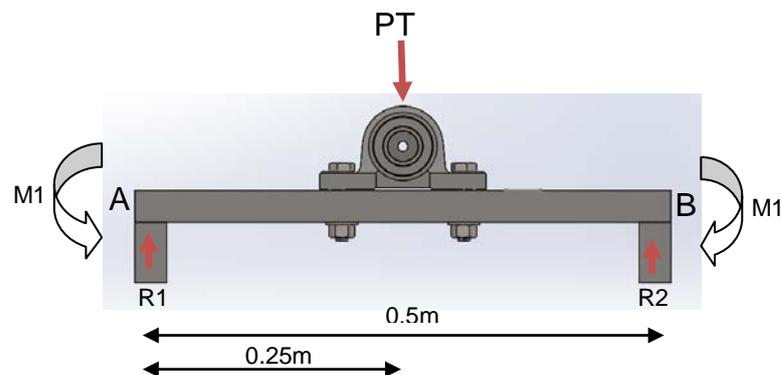
Entonces:

$$\text{Peso de la chumacera C} = 2\text{kg} * 9.8\text{m/s}^2 = 20\text{N}.$$

La carga total (PT) que soporta la viga A-B queda de la siguiente manera como se muestra en la figura 3.16.

$$PT = 20\text{N} + 342.2\text{N}$$

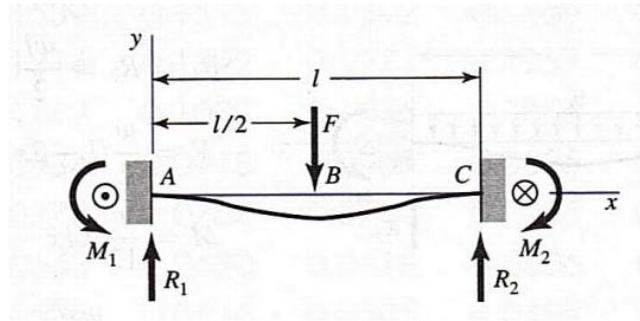
$$PT = 362.2\text{N}$$



**Figura 3.16** Diagrama de fuerzas que interactúan en la viga A-B

**Fuente.** Autor.

Según Shigley 2008 que de acuerdo al modelo de (apoyos fijos con carga central), se toma referencia para aplicar el análisis de la viga A-B como indica la figura 3.17.



**Figura 3.17** Viga con Apoyos fijos con carga central.

**Fuente.** (Nisbett, 2008)

Entonces se calcula las reacciones, momentos, fuerza cortante para dicho modelo son:

Donde:

$F=PT=362.2N$  (Carga total en la viga A-B)

$l=$  distancia de la viga.

Reacciones:

$$R1 = R2 = \frac{F}{2}$$

**Ecuación 3-35**

$$R1 = R2 = \frac{362.2N}{2}$$

$$R1 = R2 = 181,1N$$

Momentos flectores:

$M_A=M_1=$ momento resultante en el punto A.

$M_B=M_2=$ momento resultante en el punto B.

$$M1 = M2 = \frac{Fl}{8}$$

**Ecuación 3-36**

$$M1 = M2 = \frac{Fl}{8}$$

$$M1 = M2 = 22.6Nm$$

Fuerza cortante: ( $V_{AB}$ )

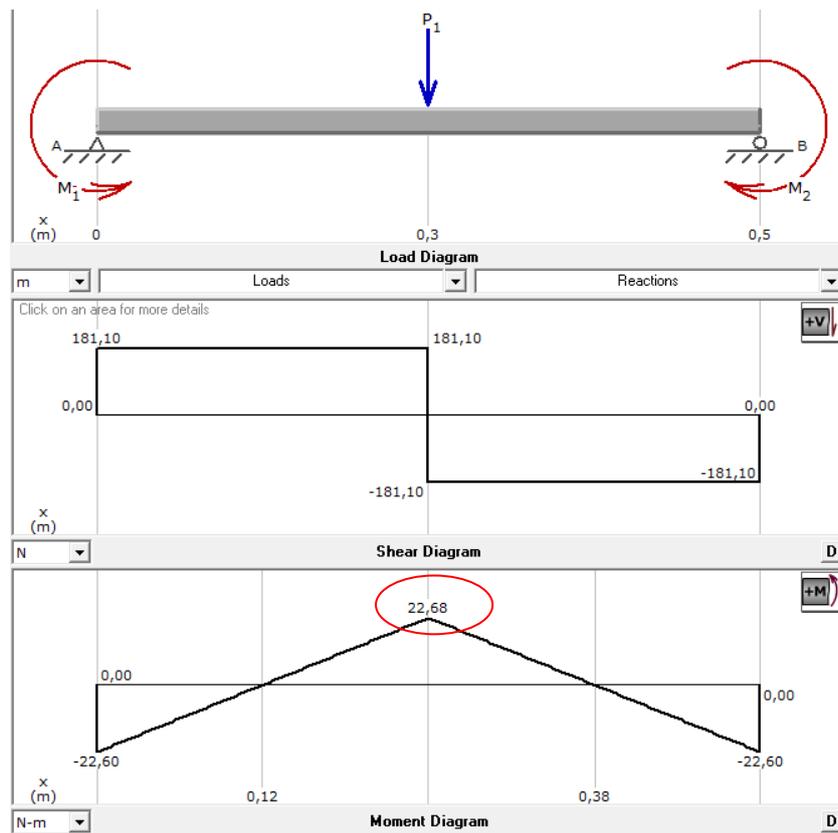
$$V_{AB} = -V_{BC} = \frac{F}{2}$$

**Ecuación 3-37**

$$V_{AB} = -V_{BC} = \frac{F}{2}$$

$$V_{AB} = -V_{BC} = 181.1\text{N}$$

Una vez calculado, la figura 3.18, mediante MdSolid, el momento máximo es  $M=22.6\text{N}$ , que permitirá calcular los esfuerzos, normal máximo y cortante sometidos a flexión en la viga A-B.



**Figura 3.18** Diagramas de cortes y momentos.

Fuente. (MdSolid)

Comprobando que el dato de MdSolid con el modelo calculado, son exactamente los mismos.

**Esfuerzos en la viga A-B sometido a flexión.**

**Esfuerzo normal máximo.**

$$\sigma_{\max} = \frac{M * c}{I}$$

Dónde:

$\sigma_{\max}$  =esfuerzo normal máximo.

I= momento de inercia del perfil cuadrado con respecto al eje neutro= $1.21\text{cm}^4$

M= momento máximo flector.= $22.6\text{Nm}$

c= distancia del eje neutro de la viga a la fibra más alejada.= $12.5\text{mm}$

Entonces.

$$\sigma_{\max} = \frac{22.6\text{Nm} * 0.0125\text{m}}{(1.21 * 10^{-8}\text{m}^4)}$$

$$\sigma_{\max} = 23.34\text{Mpa.}$$

**Esfuerzo cortante máximo por flexión.**

$$\tau_{\max} = \frac{VQ}{It}$$

**Ecuación 3-38**

Dónde:

$\tau_{\max}$  =esfuerzo cortante máximo.

V= Fuerza cortante máxima de la viga A-B=  $181.1\text{N}$

Q= Primer momento de inercia con respecto al eje centroidal del área de la sección transversal de esa parte, está en el lado opuesto del eje donde se calculara el esfuerzo cortante en  $\text{mm}^3$

I= momento de inercia de la sección transversal de la viga = $1.21\text{cm}^4$ . Ver anexo 1

t= Espesor del perfil en el lugar donde se va a calcular el esfuerzo cortante= $1.5\text{mm}$

Entonces para el valor de Q que mediante el software es de  $621.81\text{mm}^3$ . Que es el primer momento de inercia del área de la sección transversal o calculando de la siguiente manera se obtiene:

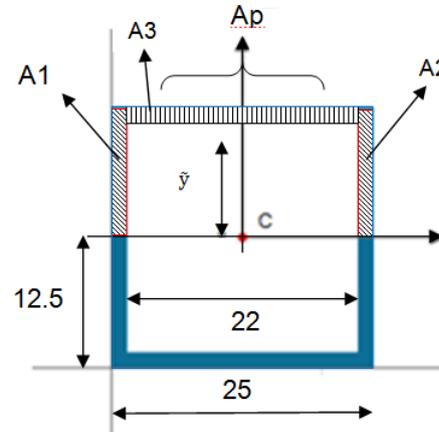
$$Q = Ap * \tilde{y}$$

**Ecuación 3-39**

Donde

$A_p$ = La parte del área de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo.

$\tilde{y}$ = Distancia del eje neutro de la sección al centroide del área  $A_p$



**Figura 3.19** Representación de  $A_p$  y  $\tilde{y}$  de la sección transversal del perfil.

**Fuente.** Autor.

Donde Área total ( $A_t$ ) es:

$$A_t = A_p = A_1 + A_2 + A_3$$

Donde  $A_1=A_2$

$$A_t = A_p = 18.75\text{mm}^2 + 33\text{mm}^2 + 33\text{mm}^2$$

$$A_t = A_p = 70.5\text{mm}^2$$

Donde la tabla muestra los valores tomados de la sección del perfil.

**Tabla 3.2** Datos de la sumatoria de áreas y de  $A * \tilde{y}$  de la sección trasversal.

Área	$A$ ( $\text{mm}^2$ )	$\tilde{y}$ ( $\text{mm}$ )	$A * \tilde{y}$ ( $\text{mm}^3$ )
1	18.75	6.25	117.18
2	18.75	6.25	117.18
3	33	11.75	387.75
$\Sigma$ Total	70.5		$622.11\text{mm}^3$

**Fuente.** Autor

$$\tilde{y} = \frac{\Sigma (A * \tilde{y}) \text{ mm}^3}{\Sigma A_p}$$

$$\tilde{y} = \frac{622.11\text{mm}^3}{70.5\text{mm}^2}$$

$$\tilde{y} = 8.82\text{mm}$$

Reemplazando de la ecuación 3-39:

$$Q = 70.5\text{mm}^2 * 8.82\text{mm}$$

$$Q = 621.81\text{mm}^3$$

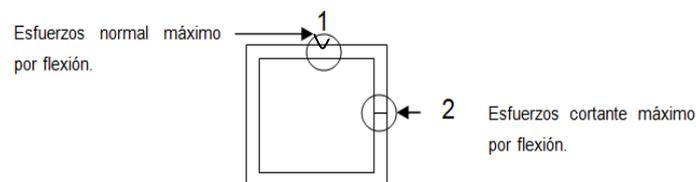
Obtenido el valor de Q se reemplaza en la ecuación 3-38 y se procede al cálculo del esfuerzo cortante por flexión.

$$\tau_{\text{max}} = \frac{181.1\text{N} * 621. \times 10^{-7}\text{m}^3}{(1.21 * 10^{-8}\text{m}^4) * (1.5 * 1010^{-3}\text{m})}$$

$$\tau_{\text{max}} = 6.19\text{Mpa}$$

3.3.1.2 Esfuerzo de Von Mises ( $\sigma'$ ).de la viga A-B.

Debido a que los esfuerzos no se concentran en un solo punto se realiza un análisis de esfuerzos en 2 puntos diferentes de la sección transversal como se ve en la figura 3.20, para determinar el punto más crítico



**Figura 3.20** Concentración de esfuerzos en el punto 1 y 2 de la viga A-B que causa la carga (P1).

**Fuente.** Autor.

✓ Esfuerzo de Von Mises en el Punto 1: solo existe esfuerzo normal a flexión.

Dónde:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 - 3\tau_{xy}^2}$$

**Ecuación 3-40**

$\sigma'$  = Esfuerzo combinado de Von Mises.

$\sigma_x$  = Esfuerzo normal en el eje x.

$\tau_{xy}$  = Esfuerzo cortante en el eje xy

Entonces:

$$\sigma_x = \sigma_{max} = 23.34 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{xy} = 0.$$

Reemplazando de la ecuación 3-40.

$$\sigma' = \sqrt{23.34^2 \text{ Mpa} - 3(0)^2}$$

$$\sigma' = 23.34 \text{ Mpa}$$

Factor seguridad.

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

**Ecuación 3-41**

$$n = \frac{220 \text{ Mpa}}{23.34 \text{ Mpa}}$$

$$n = 9.42$$

- ✓ Esfuerzo de von mises en el Punto 2: existe solamente esfuerzo cortante por flexión.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 - 3\tau_{xy}^2}$$

Entonces:

$$\sigma_x = 0$$

$$\tau_{xy} = 6.19 \text{ Mpa}$$

$$\sigma' = \sqrt{0^2 \text{ Mpa} - 3 * (6.19 \text{ Mpa})^2}$$

$$\sigma' = 10.7 \text{ Mpa}$$

Factor seguridad.

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$n = \frac{220}{10.7 \text{ Mpa}}$$

$$n = 20.5$$

De acuerdo con los cálculos analizados del esfuerzo en la viga A-B, mediante Von Mises se determina que el esfuerzo en el punto 1 es más crítico por ser mayor que el esfuerzo en el punto 2.

### 3.3.2 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE SOLIDWORK.

SolidWorks Simulation integrado CAD 3D permite a cada uno de los diseñadores e ingenieros realizar una simulación estructural de las piezas y ensamblajes. Lo cual ayuda a realizar un análisis completo de las cargas sobre la estructura y verificar aproximadamente una falla estimada.

Para determinar el valor de la tensión axial y de flexión en el límite superior, que muestra SolidWorks se utiliza la siguiente fórmula:

$$Factor\ seguridad = \frac{\text{limite elástico}}{\text{tension axial y de flexion en el loimite superio}} \quad \text{Ecuación 3-42}$$

Donde el límite elástico se encuentra en tabla del software de acuerdo al material a utilizar en este caso ASIS 304.

Si:

Límite elástico = 206.8Mpa

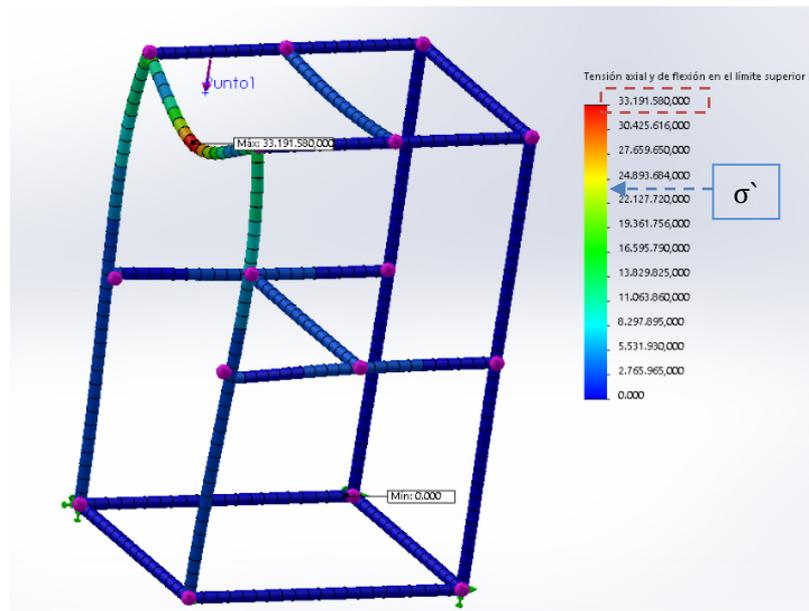
Factor seguridad = 6.231 (obtenido de la simulación de software)

Se reemplaza estos valores en la ecuación 3-42.

$$tension\ axial\ y\ de\ felxion\ en\ el\ loimite\ superio = \frac{206.8Mpa}{6.231}$$

$$tension\ axial\ y\ de\ felxion\ en\ el\ loimite\ superio = 33.19Mpa.$$

Se tiene que el valor máximo de tensión axial y de flexión en el límite superior es 33.19Mpa como se muestra en la figura 3.21

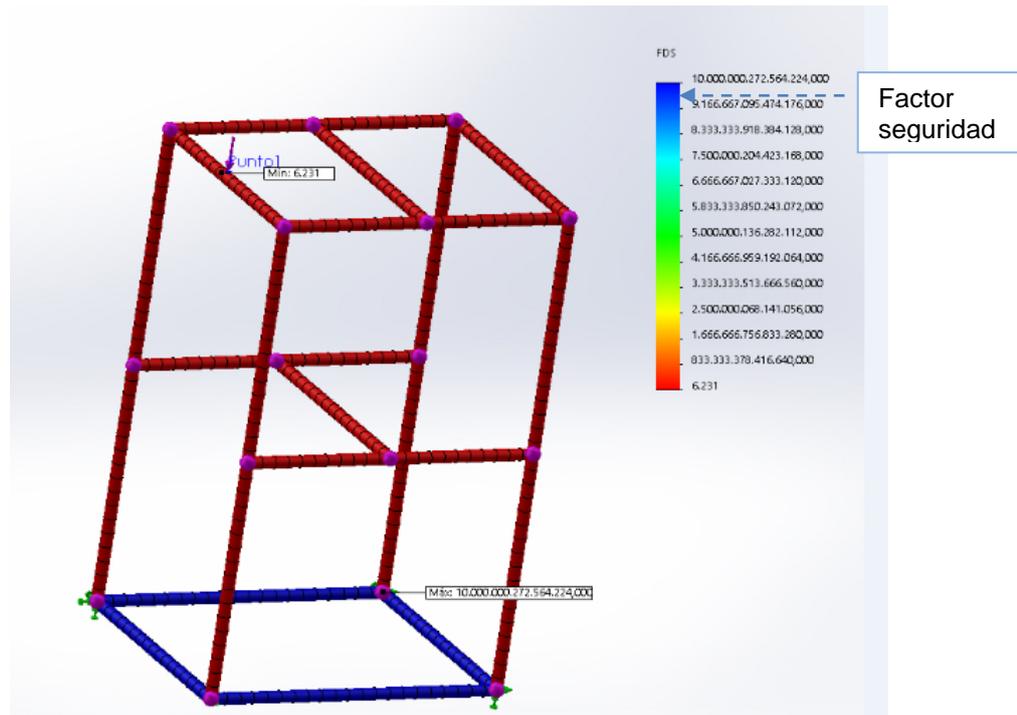


**Figura 3.21** Tensión axial y de flexión en el límite superior

**Fuente.** SolidWorks.

Si Mediante el desarrollo de análisis de esfuerzos realizados anteriormente en la viga A-B se considera el esfuerzo de von mises en el punto 1 como el más crítico  $\sigma' = 23.6 \text{ Mpa}$ , (figura 3.21). El cual se encuentra dentro del rango estimado por medio de la simulación de SolidWorks.

En la simulación también genera un factor de seguridad de 6 a 10 y realizando los cálculos por medio de Von Mises en el punto 1 se obtuvo un factor de seguridad de 9.42, este resultado se encuentra en el rango estimado en la simulación arrojado por SolidWorks teniendo concordancia entre ambos resultados con una buena confiabilidad. Figura 3.22.



**Figura 3.22** Factor de seguridad.

**Fuente.** SolidWorks.

Con los datos obtenidos en el análisis de la Viga A-B de la estructura y mediante la simulación realizada en el software se determina que la estructura soporta la carga a la que va hacer sometida, por ser segura y por tener un factor de seguridad confiable, se concluye la aprobación de la construcción estructural de la máquina con un perfil de tubo cuadrado de 25x25x1.5mm, pero al no estar disponible en el mercado local, se adquiere un perfil próximo a este, es decir un perfil de tubo cuadrado de 30x30x1.5mm para su construcción.

### **3.4 MODELO MATEMÁTICO DEL SISTEMA BANDA POLEA.**

A continuación se muestra la parte del modelado matemático que transmite energía desde una parte del sistema, como pueden ser por tren de engranes, tornillo sinfín, palancas y bandas. De tal forma que se alteran la fuerza, el par, el desplazamiento y la velocidad. Estos dispositivos de acoplamiento son empleados para lograr la máxima transferencia de energía.

Para la forma clásica de modelar un sistema es utilizar funciones de transferencia para representar la relación entrada-salida entre variables.

La función de transferencia para un sistema con una entrada y una salida invariante con el tiempo se define como la transformada de Laplace de la respuesta al impulso, con todas las condiciones iniciales iguales a cero. Suponga que  $G(s)$  denota la función de transferencia de un sistema con una entrada y una salida, con entrada  $u(t)$  y salida  $y(t)$  y respuesta del impulso  $g(t)$ . Entonces la función de transferencia  $G(s)$  se relaciona con la transformada de Laplace de la entrada y salida a través de la siguiente relación: (Kuo., 1996)

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} \quad \text{Ecuación 3-43}$$

En este caso el modelado se realizara por medio de banda por polea el cual es un movimiento de rotación de un cuerpo que se puede definir como el movimiento alrededor de un eje rotatorio. Y guiado por el libro de (Kuo., 1996) de sistemas de control.

Para realizar el análisis matemático del sistema se toman en cuenta las variables generales tales como el par ( $T$ ) y velocidad angular ( $w$ ). A estos se involucran los elementos en movimiento de rotación como son.

Inercia.- La Inercia, ( $J$ ), se considera a la propiedad de un elemento de almacenar energía cinética del movimiento de rotación. La cual se expresa de la siguiente manera. (Kuo., 1996)

$$J = \frac{1}{2}Mr^2 \quad \text{Ecuación 3-44}$$

Ecuación cuando un par es aplicado a un cuerpo con inercia.

$$T(t) = J \alpha (t) = \frac{dw(t)}{dt} = \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} \quad \text{Ecuación 3-45.}$$

Fricción para movimientos de rotación.- Los tres tipos de fricción descritos para el movimiento de traslación se pueden manejar para el movimiento de rotación. De este modo en este análisis se tomara el la fricción viscosa la cual se expresa de la siguiente manera.

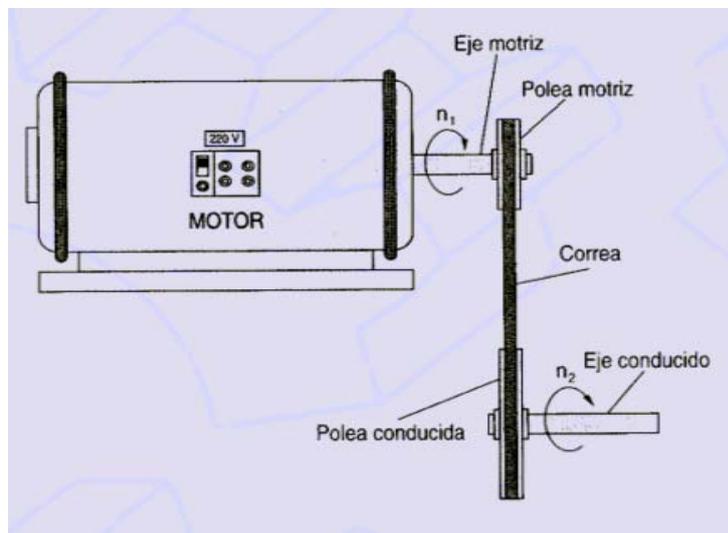
$$T(t) = B \frac{d\theta(t)}{dt} \quad \text{Ecuación 3-46}$$

Donde  $B$ = Fricción de viscosidad.

Según el libro de (Kuo., 1996) para modelado matemático de sistemas físicos, en la práctica y por el método de tren de engranes cuando un par es aplicado por inercia y fricción en el cual a menudo no se puede despreciar se expresa de la siguiente manera, y puede ser aplicado al sistema de bandas solo involucrando los elementos empleados. Figura 3.23.

$$T(t) = J \frac{d\theta(t)}{dt} + B \frac{d^2\theta(t)}{dt^2} + Fc \quad \text{Ecuación 3-47.}$$

Para realizar el modelo matemático del sistema de la máquina retorcedora mediante una entrada-salida se procede a hacer los diferentes cálculos.



**Figura 3.23** Sistema de transmisión de movimiento.

**Fuente.** (Sistemas de correas y poleas., 2013)

Donde en base al torque (T) que es aplicado a un cuerpo se tiene que la relación es:

$$w_1 * D_1 = w_2 * D_2$$

Donde despejando las velocidades angulares y estableciendo el modelo de la función transferencia queda:

$$\boxed{\frac{SALIDA}{ENTRADA}} \begin{matrix} \rightarrow \\ \rightarrow \end{matrix} \frac{w_2}{w_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Dónde:

$w_2$ = variable a encontrar (salida)=velocidad angular2

$w_1$ = variable constante (entrada)=velocidad angular1

$D_1$ = Diámetro de la polea conductora.

$D_2$ =Diámetro de la polea conducida.

Entonces se aplica la fórmula del par torsional donde se genera inercia y fricción en un sistema de banda por polea. En la ecuación. 3-47

$$T(t) = J \frac{dw(t)}{dt} + B * w(t)$$

Se aplica la función transferencia por medio de Laplace directamente.

$$T(s) = J * sw(s) + B * w(s)$$

**Ecuación 3-48.**

$$T(s) = (Js + B)w(s)$$

$$w(s) = \frac{T(s)}{Js + B}$$

Una vez encontrado el modelo de ecuación de la función transferencia reemplazamos en la ecuación de relación de tal manera que:

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

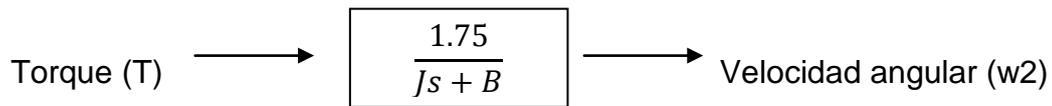
$$\frac{w_2}{\frac{T(s)}{Js + B}} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$\frac{w_2}{\frac{T(s)}{Js + B}} = \frac{7}{4}$$

$$w_2 = 1.75 * \frac{T(s)}{Js + B}$$

$$\frac{w_2}{T(s)} = \frac{1.75}{Js + B}$$

$$G(s) = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} = \frac{w2}{T(s)} = \frac{1.75}{Js + B}$$



Una vez encontrado el modelo de función de transferencia se procede a calcular el torque, la inercia y fricción de viscosidad para posteriormente comparar con SIMULINK (MATLAB) para obtener la comprobación del sistema deseado.

Datos de motor reductor.

$w1$  = velocidad angular = 171.5rpm

$D1$  = diámetro polea conductora = 7in = 177.8mm

$D2$  = diámetro polea conducida = 4in = 101.6mm

$J$  = inercia =  $1.08 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$

$w2$  = velocidad angular = ?

$B$  = fricción de viscosidad = ?

$$T = 9550 \frac{P(kw)}{w1(rpm)} \quad \text{Ecuación 3-49}$$

$$T = 9550 \frac{0.37kw}{171.5rpm}$$

$$T = 20.6Nm$$

Para encontrar la fricción de viscosidad ( $B$ ):

$$T(t) = B * w1(t) \quad \text{Ecuación 3-50}$$

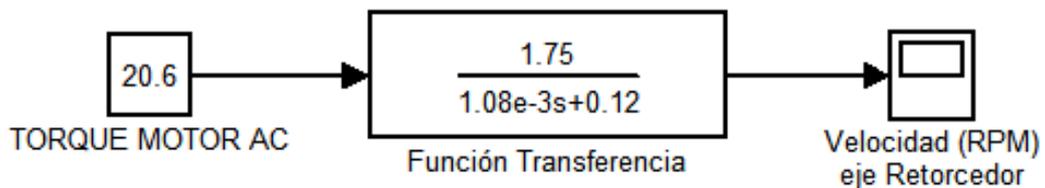
Despejando ( $B$ ):

$$B = \frac{T(t)}{w1(t)}$$

$$B = \frac{20.6Nm}{171.5rpm}$$

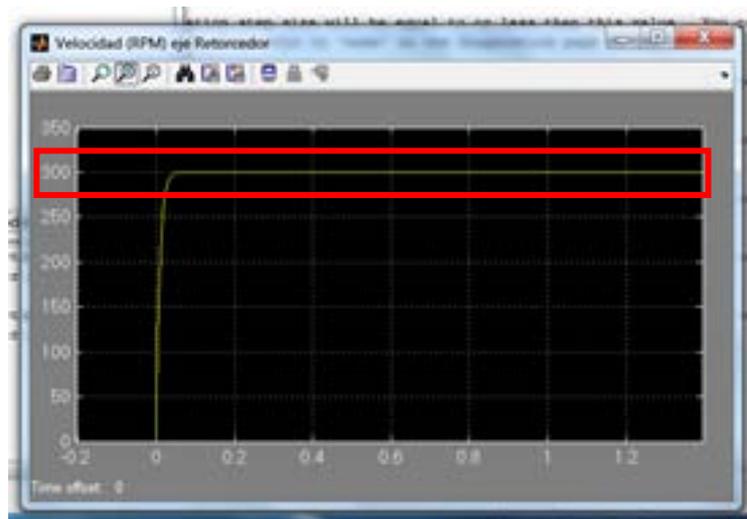
$$B = 0.12$$

Grafica obtenido mediante Simulink (MATLAB), como el sistema consta de una entrada de torque de 20.6Nm, el cual sirve para el funcionamiento del sistema de transmisión compuesto por banda polea, se obtiene una salida de velocidad angular, que permite optimizar el proceso de formado considerando el número de vueltas que necesita retorcer una salchicha.



**Figura 3.24** Función transferencia de un sistema banda polea.

**Fuente.** Autor.



**Figura 3.25** Velocidad angular generada por el motor reductor

**Fuente.** Autor.

La figura 3.24 muestra el modelo de función transferencia del sistema banda polea generando una salida de velocidad angular ( $\omega_2=300.8$  rpm) figura 3.25, la cual es correcta mediante los cálculos analizados anteriormente permitiendo un buen funcionamiento al retorcer cada salchicha.

## CAPITULO IV

### **4 DISEÑO DE CONTROL Y VISUALIZACION.**

En este capítulo se detallara los aspectos requeridos en la máquina diseñada para la parte de control en el formado de salchichas.

El proceso de diseño es el que permite comprender la interacción entre los elementos de control, los cuales se encuentran en el panel de control para el manejo realizado por el usuario.

Es importante que los sistemas que se presentan en el diseño de control actúen de manera ordenada, su funcionamiento el cual puede ser independiente o dependiendo uno de otro.

Al diseñar los procesos del control es necesario intentar evitar la mayor cantidad de errores producidos que pueden ser producto de organización.

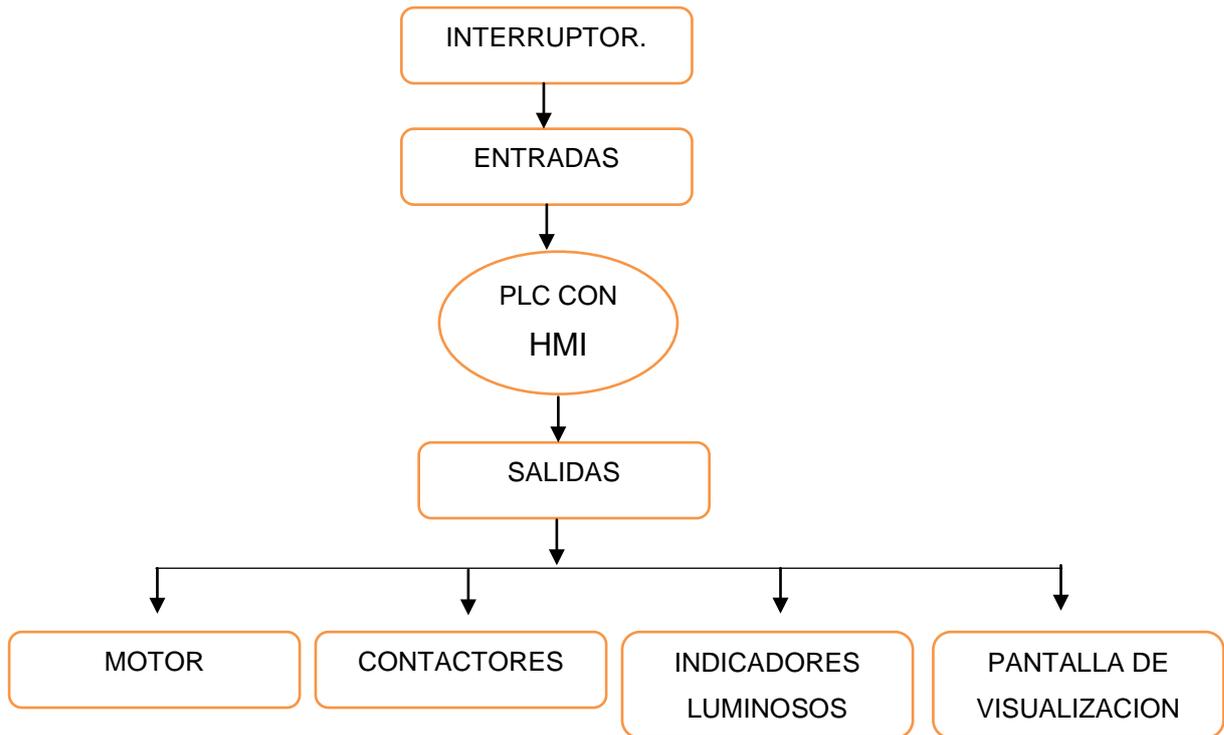
La implementación del sistema de control se constituirá de dos maneras un tablero de mandos y el otro de control.

Para realizar el sistema de control se utilizaran dispositivos de marca siemens por ser una marca conocida y por brindar confiabilidad y accesibilidad en su producto.

#### **4.1 PANEL DE CONTROL.**

El panel de control facilitara el manejo de la máquina, por lo tanto es necesario realizar un diagrama de bloques del funcionamiento de nuestro sistema en el que se muestren cual es la interacción, para comprender su funcionamiento y dar a entender la función de cada elemento compuesto por el sistema en el panel de control.

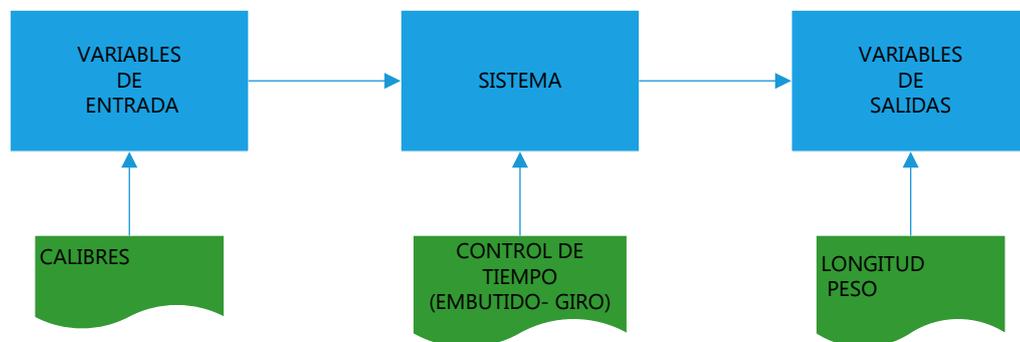
En la figura 4.1 se muestra el uso de entradas y salidas, que actúan dentro del sistema de control.



**Figura 4.1.** Funcionamiento de bloques

Fuente. Autor.

## 4.2 ESQUEMA DE CONTROL.



**Figura 4.2** Esquema de Control

Fuente: Autor

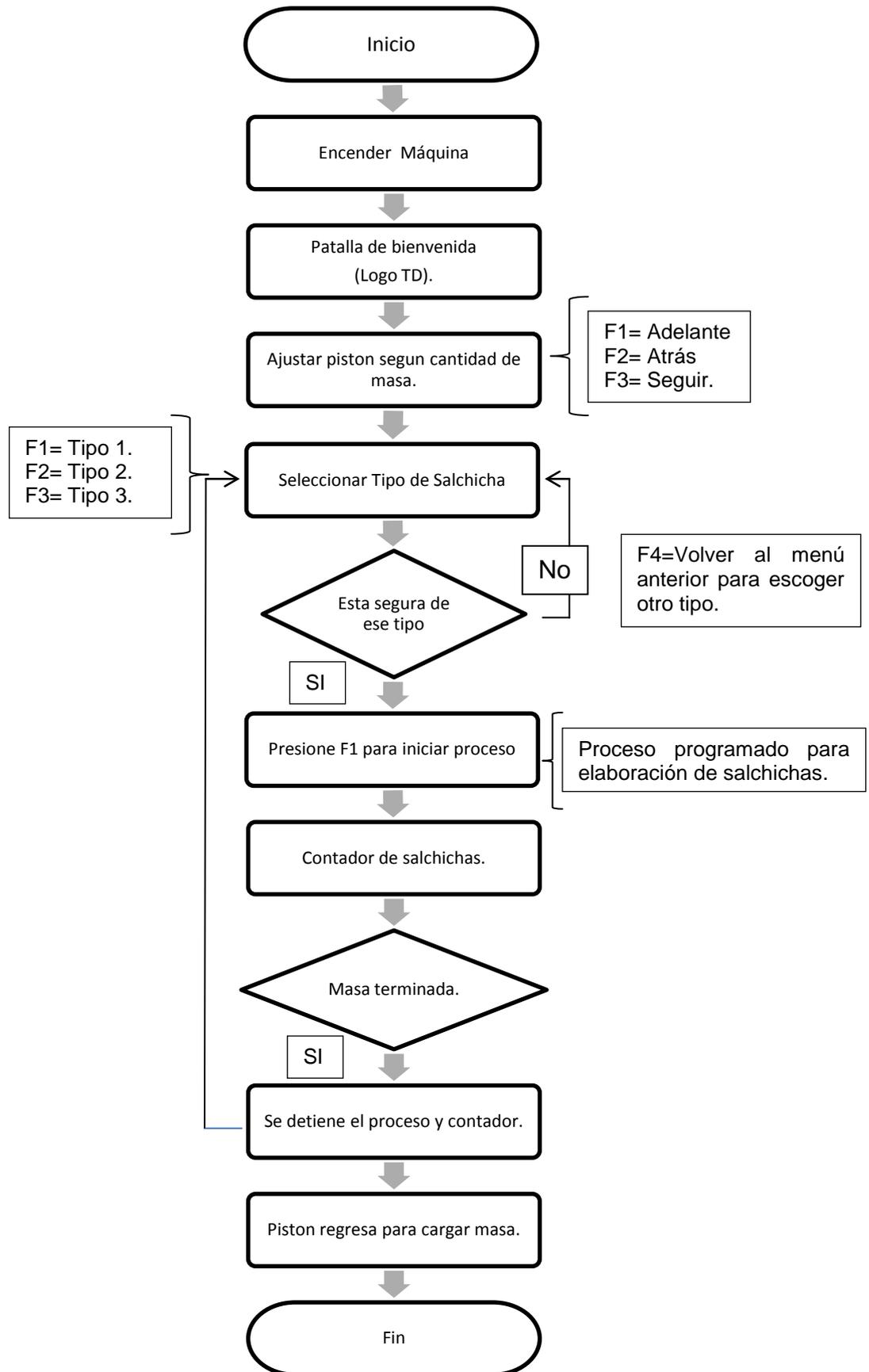
El esquema de control sirve de guía para ver los parámetros con los que se va a trabajar, ya que si contamos con el concepto de un sistema de control, hallaremos la respuesta a acciones externas, entendiéndose como acciones externas a parámetros con los que se trabajan, las variaciones de estas variables permitirán las interacciones en el control, estas variables de control que se pueden manipular y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de

control. La Figura 4.2 ilustra de un modo conceptual el funcionamiento de un sistema.

### **4.3 VARIABLES CONSIDERADAS**

De una manera breve y de fácil entendimiento se procede a detallar las variables que son de interés a partir de un flujo grama en el proceso a implementar.

Para la selección del tipo de salchicha, el operario debe de colocar el tubo correspondiente al grosor de la salchicha (tamaño) que desean procesar, una vez que está listo, se continua al encendido de la máquina, por lo que contará con un pulsador de encendido general, enseguida la pantalla Logo TD se visualizará y el operario seguirá los pasos para la selección del tipo de salchicha a procesar (tipo1-2-3), después de esto se procede al llenado y formado de cada salchicha en función del **tiempo**, programado por el PLC figura 4.3 . También El panel de mandos tendrá su propio contador de salchichas y dos indicadores luminosos, una luz del paro de emergencia y una luz de trabajo.



**Figura 4.3** Flujograma general del Esquema de control.

**Fuente.** Autor

#### 4.4 ELEMENTOS DE CONTROL.

A continuación mediante el diagrama de bloques de la figura 4.41 se describe los elementos a emplear:

- Plc + Hmi (Siemens).
- Motor reductor.
- Contactor
- Relé térmico.
- Indicadores luminosos.
- Breakers.
- Gabinetes.

##### 4.4.1 PLC SIEMENS.

El PLC, elemento fundamental en el desarrollo de proyectos sus siglas significan Controlador Lógico Programable, en este caso se utilizara un producto Siemens que tiene por característica, ser confiable, un gran desempeño, además de su bajo costo y su variedad en gama tecnológica desde el más básico en la industria.

Símbolo	Nombre	Tensión de alimentación	Entradas	Salidas	Propiedades
	LOGO! 12/24 RC	12/24 V DC	8 digitales (1)	4 relés (10 A)	
	LOGO! 24	24 V DC	8 digitales (1)	4 transistores 24V / 0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC (3)	24 V AC/ 24 V DC	8 digitales	4 relés (10A)	
	LOGO! 230RC (2)	115...240 V AC/DC	8 digitales	4 relés (10A)	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V DC	8 digitales (1)	4 relés (10A)	Sin visualizador Sin teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digitales (1)	4 transistores 24 V / 0,3A	Sin visualizador Sin teclado Sin reloj

**Figura 4.4.** Tipos de Plc Logo.

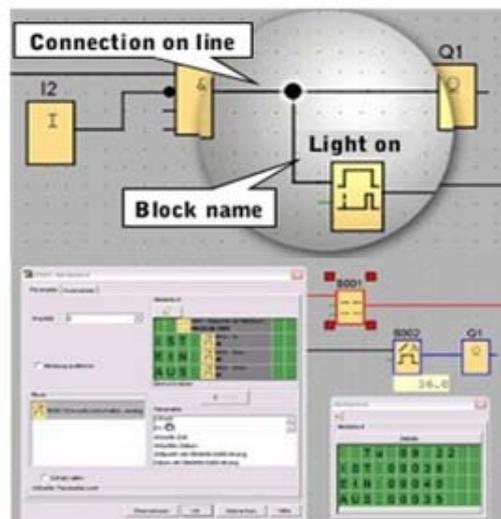
**Fuente.** (Siemens, 2008)

La figura 4.4 muestra el modelo de PLC seleccionado de gama baja ya que es perfecto para la realización de este proyecto por su amplio manejo universal.

LOGO! es el módulo lógico universal de Siemens que incorpora:

- Control.
- Panel de mando y display retro iluminado.
- Fuente de alimentación.
- Interfaz para módulos de ampliación.
- Interfaz para tarjeta de memoria, tarjeta de batería, tarjeta de memoria/batería combinada o un cable PC.
- Interfaz para un visualizador de textos (TD) opcional.
- Funciones estándar pre configuradas, por ej. retardo a la conexión, retardo a la desconexión, relé de impulsos e interruptor software.
- Temporizadores.
- Marcas digitales y analógicas.
- Entradas y salidas en función del tipo de dispositivo. (Siemens, 2008)

#### 4.4.1.1 Software del Logo.



**Figura 4.5.** Estructura técnica del PLC Logo.

**Fuente.** (Siemens, 2008)

Incluye un paquete completo, el cual tiene tipos de programación como son diagrama de funciones (FUP) o diagrama de contactos (KOP), diseñados para un mejor control de procesos de una máquina. Este software consta con funciones para realizar simulaciones en tiempo real del programa diseñado, así como la documentación del proyecto. La figura 4.5 muestra una presentación gráfica del logo Soft confort.

## 4.4.1.2 Logo TD 6ed 1055-4MH00-0Va0



Figura 4.6. Logo TD

Fuente. (Siemens, 2008)

El logo 230Rc también consta de una pantalla de visualización que permite tener a la vista datos o variables que se están controlando, sirve principalmente para proveer de información necesaria al operador, ya que a través de ella se puede ingresar datos que sean requeridos en el proceso a realizar.

Esta LOGO! TD (figura 4.6) provee un display más ancho que el LOGO! Incorpora cuatro teclas de cursor programables, cuatro teclas de función programables, una tecla ESC y una tecla OK. El cable del LOGO! TD incluido en el volumen de suministro sirve para conectar la interfaz de comunicación en el lado derecho del LOGO! TD con la correspondiente interfaz en el lado izquierdo del módulo LOGO! Basic. (Siemens, 2008) Logo TD solo tiene compatibilidad para PLC's de Logo series A0BA6.

➤ Características generales.

Tabla 4.1. Características generales de la Logo TD.

<b>LOGO TD</b>	
<b>Monitor</b>	61 x 33 mm , ajuste de contraste
<b>Líneas</b>	4 líneas
<b>Caracteres</b>	12/16 caracteres por línea , 24/32 en modo de pizarra
<b>colores de fondo controlables</b>	Blanco
<b>Caracteres especiales</b>	9
<b>idiomas de menú</b>	Inglés , alemán , francés, italiano , español , holandés, ruso , turco, chino y japonés
<b>Tensión de alimentación independiente de la polaridad</b>	12 ... 24 V DC / 24 V AC
<b>El consumo de energía</b>	típ . 65 mA ( 12 V DC ) , típ . 40 mA ( 24 V DC )

	típ . 90 mA ( 24 V CA)
<b>Entradas</b>	6 teclas estándar, 4 teclas de función ( botones de superficie táctil)
<b>Interfaz</b>	RS485
<b>Conexión de la longitud del cable</b>	¡LOGO! cable TD 2,5 m incluido
<b>Protección</b>	IP 20
<b>Serie Nro.</b>	6ED1 055-4MH00-0BA0
<b>Dimensiones ( más de todos ) ( W x H x D )</b>	119.5X78.5X1.5-4mm

**Fuente.** (Siemens, 2008)

#### 4.4.2 CONTACTORES

Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos.

Empleados directamente para el control de motores, también para el uso frecuente de válvulas, empleados por muchos, debido a su fácil uso y gran seguridad prestada.

##### 4.4.2.1 Contactores Tripolares 3RT2015-1AP01.



**Figura 4.7.** Contactor siemens (3RT).

**Fuente.** (Siemens M. , 2008) .

Los contactores tripolares 3RT(figura 4.7) son equipos, que tienen como función la conexión y desconexión, son empleados en arrancadores a tensión plena y a voltaje reducido.

➤ **Ventajas:**

Eliminación del cableado, mediante sus módulos de conexión 3RA30 millones de maniobras mecánicas y 10 millones de maniobras eléctricas

- Operación máxima a 60 °C.
- Todos los accesorios son enchufables.
- Conexión a PLC por medio de módulos de interfaces.
- Fácil mantenimiento.
- Disponibilidad de las piezas de repuesto.
- Calidad y Confiabilidad.
- Accesorios enchufables. Características que hacen la diferencia. (Siemens-Industry).

➤ **Parámetros técnicos del contactor 3RT.**

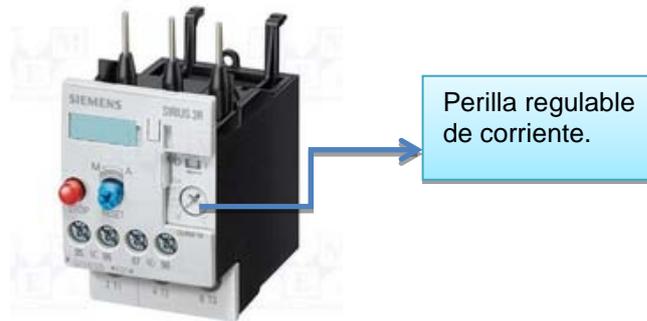
**Tabla 4.2.** Características generales del contactor 3RT-1AP01

<b>Marca</b>	<b>Siemens.</b>
Modelo	3RT
Contactos	3polos
Contactos auxiliares	Si (2)
Corriente de carga máxima	10Amp
Tensión de control	220V CA.
Frecuencia.	50/60Hz

**Fuente:** Autor.

### 4.4.3 RELÉ TÉRMICO

Cuando sobrepasa los rangos establecidos de corriente del motor este elemento permite desconectar, ya que al mínimo sobre pico se desconectaría, y al trabajar con corriente alterna existen variaciones, como al momento de arranque, es por ello que se habla que funciona el relé al sobrepasar este tiempo ya establecido.



**Figura 4.8** Relé térmico.

**Fuente.** (Siemens, 2015)

La selección se hizo bajo los parámetros de tiempo máximo que puede soportar una sobre intensidad no admisible, y asegurarnos de que la intensidad del receptor esté comprendida dentro del margen de regulación de la intensidad del relé acorde con la corriente del motor, figura 4.8.

**Tabla 4.3.** Características generales del relé térmico.

<b>Marca</b>	<b>Siemens.</b>
<b>Modelo</b>	3RU11
<b>Contactos</b>	3polos
<b>Contactos auxiliares</b>	NC,NO
<b>Corriente de carga máxima</b>	2.5 - 4Amp
<b>Tensión de control</b>	110V CA.
<b>Frecuencia.</b>	50/60Hz

**Fuente:** Autor.

#### 4.4.4 PULSADORES E INDICADORES LUMINOSOS.

Los pulsadores y las lámparas de señalización desempeñan un papel clave en la comunicación hombre-máquina. Para poder cumplir su tarea, deben tener un a correcto grado de funcionalidad y robustez.



**Figura 4.9.** Indicadores Luminosos.

**Fuente.** (Siemens, 2015)

La gama 3SB2 para un diámetro nominal de 16 mm resulta idónea para superficies pequeñas. Particularidad en 3SB2: construcción de tableros tipo mosaico. Figura 4.9.

La gama 3SB3 con diámetro nominal de 22 mm es suministrable:

- En diseño redondo en versión de plástico y metálica.

La versión de metal con diseño redondo es un producto utilizado en el mundo entero con grado de protección: IP67 y NEMA 4.

#### 4.4.5 BREAKES.



**Figura 4.10.** Interruptor Automático

**Fuente.** (Siemens, 2015)

Los bornes con interruptor automático magnetotérmico incorporado se utilizan para la protección contra cortocircuitos y sobrecargas en circuitos de control y auxiliares. Todos los bornes están diseñados para 2 hilos. Se utilizan los accesorios de rotulación para la identificación de bornes para carril figura 4.10.

#### 4.4.6 GABINETES.



**Figura 4.11.** Tablero de control.

**Fuente.** Autor.

Para el proyecto propuesto se adquirió un gabinete de 40x40x20 para los elementos de control y otro que se diseñó en acero inoxidable para la visualización de indicadores todo bajo las normas de seguridad establecidas IP 45. Ver figura 4.11.

Las normas industriales para gabinetes eléctricos existen para promover la seguridad, alentar la eficiencia en el diseño y definir los niveles mínimos de rendimiento del producto. Por estos motivos, en las industrias eléctricas de Europa y Norteamérica se hacen cumplir varias normas para evitar fallas del producto y en el peor de los casos problemas de seguridad de los trabajadores. (Hoffman, 2009)

- Características de IP de seguridad de un gabinete..

Primer número		Segundo número	
IP	Prueba IP	IP	Prueba IP
0	 Sin protección	0	 Sin protección
1	 Protegido contra objetos sólidos de hasta 50 mm, p.ej. toque accidental con las manos	1	 Protegido contra gotas de agua que caen verticalmente, p.ej. condensación
2	 Protegido contra objetos sólidos de hasta 12 mm, p.ej. dedos	2	 Protegido contra el rocío directo de agua hasta 15° de la vertical
3	 Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5 mm, p.ej. herramientas y alambres	3	 Protegido contra el rocío a 60° de la vertical
4	 Protegido contra objetos sólidos de más de 1 mm	4	 Protegido contra el rocío de agua desde todas las direcciones (se permite un ingreso limitado)
5	 Protegido contra el polvo (ingreso limitado, sin acumulación dañina)	5	 Protegido contra chorros a baja presión de agua desde todas las direcciones (se permite un ingreso limitado)
6	 Totalmente protegido contra el polvo	6	 Protegido contra chorros fuertes de agua
		7	 Protegido contra los efectos de inmersión entre 15 cm y 1 m

Figura 4.12. Características IP Gabinetes.

Fuente. (Hoffman, 2009)

## 4.5 PROGRAMACIÓN CON EL PLC LOGO.

Es un lenguaje gráfico que permite al usuario construir procedimientos complejos mediante la unión de bloques funcionales prediseñados. Este lenguaje gráfico también describe una función entre las variables de entrada y variables de salida, como un conjunto de bloques elementales, que están conectados por líneas de conexión, al igual que un circuito eléctrico. Ver figura 4.13.

Los bloques utilizados en este lenguaje de programación son:

- Pulsadores de entrada.
- Timers.
- Tecla de función de la pantalla TD.

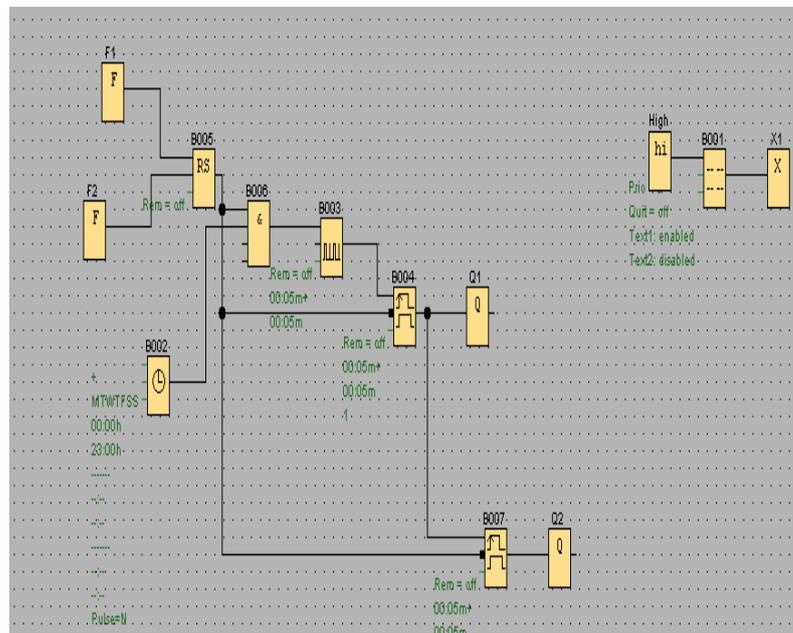


Figura 4.13. Programación en bloques.

Fuente. Autor.

Para más detalle en el anexo1 catálogo (F), consta el programa completo para activar-desactivar sincrónicamente las salidas el PLC.

### 4.5.1 ASIGNACIÓN DE ENTRADAS

A continuación se asigna las entradas que se ocuparan en el PLC para el control de sus salidas.

Alimentación L1-L2

Paro de emergencia → frenado del sistema → I1

Sensor de final de carrera → apagado del sistema → I2 (opcional.)

Tecla de la logo TD cable de interfaz de conexión RS-485.

#### 4.5.2 ASIGNACIÓN DE SALIDAS

Las respectivas salidas a emplearse se detallan.

Q1 → KM1

Q2 → KM2

Q3 → KM2

Q4 → H1

**Tabla 4.4** Diagrama de entradas y salidas de distribución del PLC LOGO.

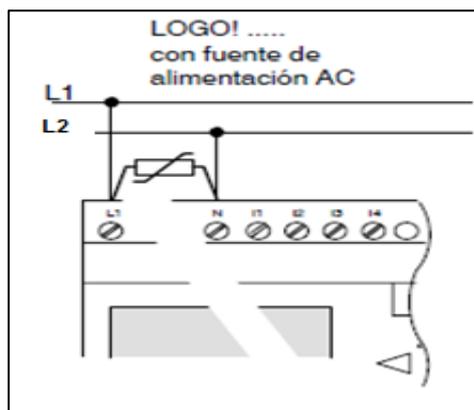
Característica	Elemento	Función.
Entrada I1	Paro de emergencia. Luz piloto	Contacto NC (sistema detenido.) Categoría 1.
Entrada I2	Sensor final de carrera	Contacto NA (opcional) (activación del contactor 2)
Salida Q1	Bobina del contactor 1.	Accionamiento de giro del motor 1.
Salida Q2	Bobina del contactor 2.	Accionamiento de sentido derecha del motor 2.
Salida Q3	Bobina del contactor 3	Accionamiento de sentido izquierda del motor 2.
Salida Q4	Luz piloto 2	Máquina en proceso.

**Fuente.** Autor.

#### 4.5.3 CONEXIONES.

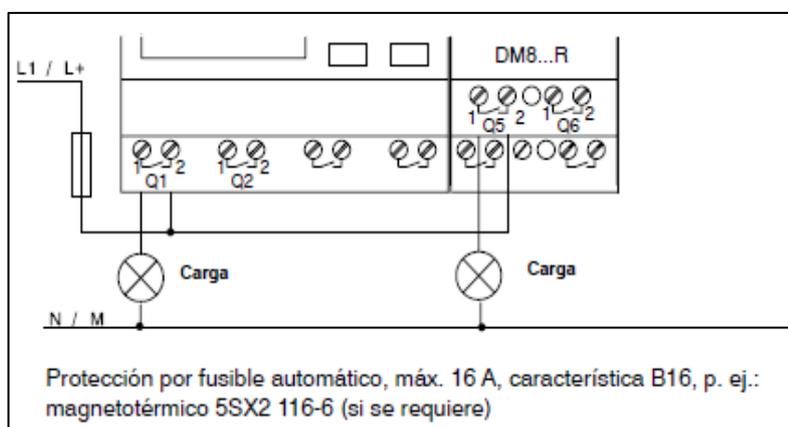
➤ PLC.

Para la alimentación a 220 voltios, se conecta la línea 1 igual mientras que el neutro se alimenta con la línea 2, estas dos van conectadas por medio de un varistor que sirve de protección para el PLC.



**Figura 4.14.** Conexión de entrada del PLC.

**Fuente.** (Siemens M. , 2008)



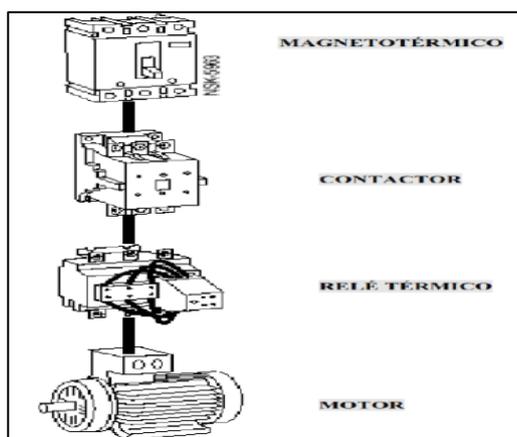
**Figura 4.15.** Conexión de salidas del PLC.

**Fuente.** (Siemens M. , 2008)

De acuerdo al diagrama de conexiones del manual del PLC (230RC). Se recomienda conectar las entradas y salidas acorde a los parámetros de protección de acuerdo a las figuras 4.14 y 4.15

➤ Motor.

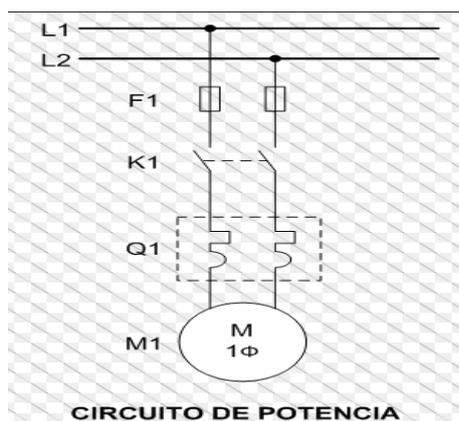
Una vez que se ha explicado los pasos a seguir, se puede identificar que la variable más crítica a controlar es la del motor, su arranque y su paro es controlado a través del PLC y por sus elementos de protección. Figura 4.16.



**Figura 4.16.** Diagrama de figuras de Potencia.

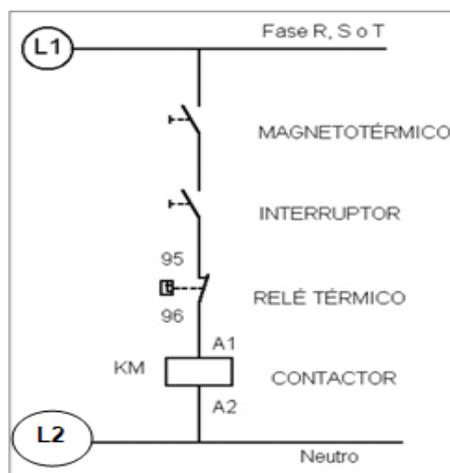
**Fuente.** (Electricos, 2012)

A continuación en la figura 4.17 se observa un diagrama de potencia y en la figura 4.18 un diagrama de control para la aplicación en la máquina.



**Figura 4.17.** Diagrama de Potencia.

**Fuente.** (Barry, 1980)



**Figura 4.18.** Diagrama de control.

**Fuente.** (Barry, 1980)

## CAPITULO V

### 5 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA RETORCEDORA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

#### 5.1 ENSAMBLE DE LA MÁQUINA.

La construcción de la máquina retorcedora se realizara en base a los parámetros establecidos durante la etapa de diseño. Este proceso de ensamble es el paso más importante para el proyecto y se lo realiza mediante una serie de subprocesos ordenados para la construcción, montaje y ensamblado de cada elemento que interviene en la máquina y lograr cumplir el objetivo deseado.

La construcción de la máquina retorcedora de salchichas se realizó en un taller mecánico donde se contaba con todas las herramientas y equipos necesarios para el ensamblado mecánico y electrónico de la máquina retorcedora.

En la siguiente Tabla 5.1 se detallan las herramientas y equipos utilizados en la parte mecánica de la máquina retorcedora.

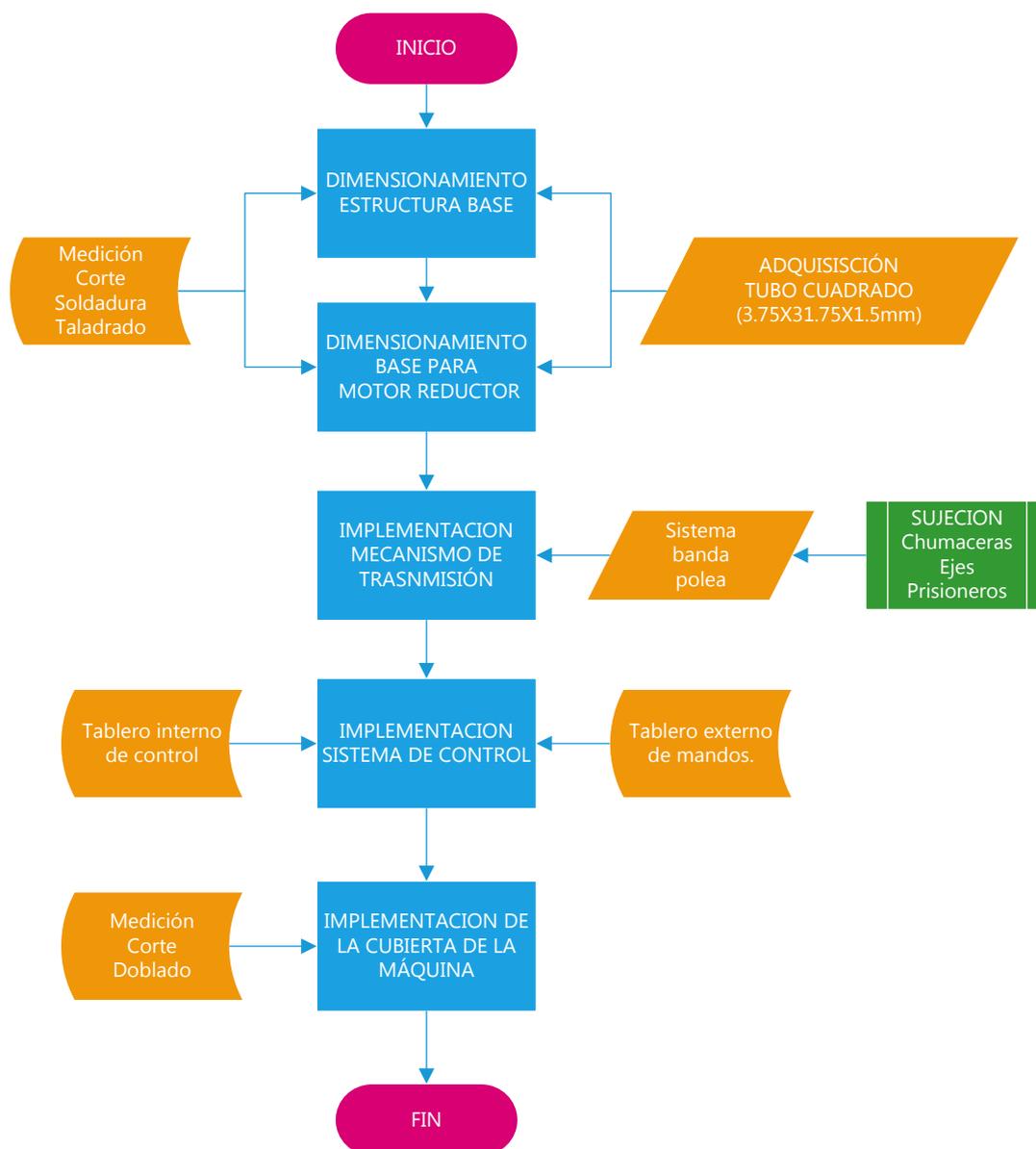
**Tabla 5.1.** Equipos necesario para la construccion de la máquina.

Equipos y herramientas para la construcción mecánica utilizados.				
Instrumentos de medición.	de	Herramientas	Máquinas.	Equipos de seguridad.
Flexo metro		Entenalla	Torno	Gafas
Escuadra mecánica		Punto y martillo	Suelda tig	Mascara para soldar
Pie de rey		Taladro	Suelda eléctrica	Guantes
Nivel		Pulidora	Esmeril	Mandil.
Lápiz		Amoladora		
		Balanza		
		Disco de corte		
		Llaves en general		
		Juego de brocas		
		Machuelos (1/4-3/4)		

**Fuente.** Autor.

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.

En la siguiente figura 5.1 mediante un flujo grama se puede evidenciar la construcción de la máquina.



**Figura 5.1** Flujo grama de construcción de la máquina retorcedora.

**Fuente.** Autor.

A continuación se describe detalladamente los pasos que tomó realizar la construcción de la máquina retorcedora.

### 5.2.1 ESTRUCTURA BASE.

La construcción de la estructura (tubo cuadrado) se realizó, primero se realiza la medición (4 pedazos de 500mm, 4 pedazos 600mm y 4 pedazos 960mm), después se realiza el corte del material en ángulos de 45 grados cada uno de ellos para poder empatar.

El proceso de soldadura se fue controlando con la escuadra para que la estructura quede lo más cuadrado posible, todas estas medidas se toman en cuenta mirando la máquina principal en la que va hacer empatada la retorcedora. Las uniones de la estructura son pulidas una vez terminado el proceso de soldado.

En la parte inferior de la estructura se colocó 4 tuercas de 1/2in=12.7mm para tener regulación de altura, para tener una mejor nivelación en el acople con la máquina embutidora. Estos agujeros se hicieron con un taladro eléctrico con broca de 1/2in=12.7mm.

Finalmente la estructura que soportara todo el peso de la maquina queda de la siguiente manera como se muestra en la figura 5.2.



**Figura 5.2.**Estructura base.

**Fuente.** Autor.

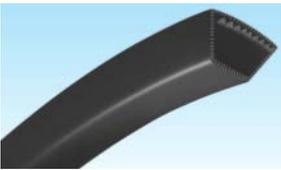
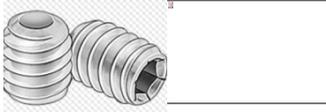
## 5.2.2 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En la tabla 5.2 se explica brevemente los subprocesos de construcción de la máquina.

**Tabla 5.2.** Procedimiento de fabricación.

Nombre	Descripción
<p data-bbox="304 757 564 790">Base para el motor.</p> 	<p data-bbox="671 600 1474 786">Para realizar la base para sujetar el motor reductor se cortaron 4 pedazos de tubo cuadrado de 1in(25mm) en longitudes de 100mm y de 410mm en ángulos de 45 grados para poder empatar, posteriormente se soldaron con soldadura eléctrica.</p> <p data-bbox="671 835 1474 981">Como la base va hacer regulable para la tensión de la banda, se realiza un tipo de bisagra normal, se recortan 4 pedazos de tubo hueco de acero inoxidable de (1/2in=12.7mm) de diámetro y longitud de 35mm.</p> <p data-bbox="671 987 1474 1099">Se cortan dos tubos solidos de (3/4in=19.05mm) y longitud de 111mm de material de carbono carburado y se tornearon las puntas para fabricar las bisagras.</p> <p data-bbox="671 1106 1474 1218">Se fabricó una media armella de (3/8in=9.525mm) de grueso y 135mm de longitud para completar la bisagra que va hacer regulable.</p> <p data-bbox="671 1225 1474 1337">También se compró un perno de (1/2in=12.7mm) de grueso y (4in=101.6mm) de largo, al mismo que se aumentó la rosca en el torno para tener regulación.</p>
<p data-bbox="347 1648 523 1682">Chumaceras.</p>	<p data-bbox="671 1346 1474 1447">Se recorta un pedazo de tubo cuadrado para colocar en la mitad de la mesa de trabajo para sujetar las chumaceras de piso.</p> <p data-bbox="671 1453 1474 1599">Para las chumaceras de tipo kdf taiwanesa de (1.5in=38.1mm). Las cuales van a estar sujetas a cada lado de la parte superior de la máquina y colocadas al eje principal de la máquina.</p> <p data-bbox="671 1648 1474 1760">Estas chumaceras tienen un rodamiento especial que se denomina autolineante, se orientan por si solas cuando se mueve el eje.</p> <p data-bbox="671 1767 1474 1834">Se compró los pernos de acuerdo al diámetro para la sujeción de las chumaceras.</p> <p data-bbox="671 1883 1474 2024">Para la sujeción de las chumaceras se procede a medir el ancho de la estructura base de la máquina, se señala el centro, se mide la distancia entre centros de la chumacera y trazamos a cada lado de los extremos para el eje de</p>

	<p>movimiento.</p> <p>Una vez medido los centros, se puntea con punto y martillo, este procedimiento se lo realiza en la parte inferior del tubo cuadrado para después comenzar a perforar.</p> <p>Para realizar los agujeros se taladra con brocas de diferentes calibres:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3/16in=4.76mm</li> <li>1/4in=6.35mm</li> <li>5/16in=7.93mm</li> </ul> <p>Las cuales sirven para no crear una cristalización en el material.</p>
<p>Soldadura</p> 	<p>Todas las aristas se fueron controlando con la escuadra para que la estructura o parte a soldar quede lo más cuadrado posible, se lo realizo con una soldadora de arco eléctrico con aporte de material en calidad de 304 2b, de acuerdo al tipo de unión cuadrada.</p>
<p>Eje hueco principal.</p> 	<p>Se adquirió tubo hueco de acero inoxidable 304 (1.5in=38.1mm) y de longitud de 450mm para la transmisión de movimiento, de acuerdo a la distancia entre chumaceras</p>
<p>Eje hueco secundario</p> 	<p>También se adquirió un eje hueco en acero inoxidable de 10mm de diámetro y longitud de 1000mm, que es por donde pasará la materia prima para el proceso de retorcido.</p> <p>Este eje se ubicara dentro del eje principal con tapas de acuerdo a sus medidas.</p>
<p>Poleas</p> 	<p>Para la conexión de las poleas en el eje del moto reductor se adquirió del taller dos poleas una de (7in=177.8mm) y (4in=1.01.6mm) las cuales fueron torneadas para encajar en los ejes tanto del moto reductor como en el eje de las chumaceras.</p>

<p>Banda tipo A</p> 	<p>Para la banda como ya se conoce la distancia entre centros y sus características mediante los cálculos obtenidos se proceden a adquirir en el mercado para así ubicar en las poleas.</p>
<p>Prisioneros de seguridad.</p> 	<p>Los prisioneros de seguridad se realizaron de acuerdo a las dimensiones de cada elemento para sujeción entre ellos y dar buena seguridad a la transmisión de movimiento que arranca desde el moto reductor. Medidas (6.35x15mm)</p>
<p>Tablero 1 Potencia</p> 	<p>Para colocar el tablero se recortó dos tubos del mismo material que la mesa de trabajo para ubicarlos en la mitad a lo largo de la estructura base para luego realizar huecos con taladro para colocar pernos de (<math>\frac{1}{4}</math>in=6.35mm) para sujetar internamente el tablero eléctrico 1. Y para la salida de cables.</p>
<p>Tablero 2 Control</p> 	<p>El tablero eléctrico 2 sirve para la visualización de los comandos de la máquina la cual está en el exterior de la máquina y que fue realizado en acero inoxidable para un mejor acabado estético. Este tablero se lo realizo en una máquina dobladora con dimensiones de (250x200x150) mm, para luego realizar los diferentes agujeros con taladro o disco de corte para cada elemento electrónico de acuerdo a sus dimensiones.</p>
<p>Planchas de acero inoxidable.</p> 	<p>Por último se adquirió en Dipac, 2 planchas de acero inoxidable en medida 304 y 0.7mm de grosor para el recubrimiento de la máquina retorcedora de salchichas, las cuales fueron trazadas y cortadas de acuerdo a las partes donde se ubicaran de acuerdo a sus elementos.</p>

Fuente. Autor.

### 5.3 MONTAJE DE LA MÁQUINA.

Como anteriormente se describió la construcción de las partes y elementos de la máquina retorcedora de salchichas se procede ensamblan todos los elementos o sistemas que actúan sobre ella.

El listado siguiente se numera las partes montadas en la máquina retorcedora.

1. Montaje de la base del motoreductor.
2. Montaje del motoreductor en su base.
3. Montaje en el motoreductor el eje y la polea de  $7\text{in}=177.8\text{mm}$ .
4. Montaje de banda.
5. Montaje de las chumaceras de piso.
6. Montaje del eje principal y la polea de  $4\text{in}=101.6\text{mm}$ .
7. Sujeción del eje principal a las chumaceras ajustando los pernos de fijación sobre el eje.
8. Montaje de las tapas para el eje principal.
9. Montaje del eje secundario en el eje principal y sujetando con prisioneros para fijar el eje.
10. Alinear y tensionar la banda de transición de movimiento.
11. Montar la carcasa de la máquina.
12. Instalar el sistema tablero eléctrico.

En el anexo 5. Se puede observar el montaje de las partes de la máquina.

## **5.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.**

Una vez terminada la construcción y montaje de la máquina retorcedora de salchichas se debe de comprobar y verificar el trabajo en campo para el correcto funcionamiento.

Esto tiene como objetivo demostrar las condiciones de diseño y la adecuada función de la máquina.

### **5.4.1 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA EN VACÍO.**

Se verifica que tanto el mecanismo mecánico y el sistema de control responde satisfactoriamente a la función deseada de la máquina retorcedora para realizar el formado de cada salchicha

**Tabla 5.3.** Cuadro de respuesta de la máquina en vacío.

<b>PRUEBA</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>	<b>SI CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
1	Conexión eléctrica.	Lectura de alimentación de entrada y salida (220v).	X	
2	Sistema de control eléctrico.	Respuesta de mandos del control del PLC	X	
3	Pantalla de visualización.	Entrada y salida de señal de la pantalla.	X	
4	Indicadores luminosos.	Activación y desactivación de los Leds luminosos cuando la máquina este en desarrollo.	X	
5	Pulsador de paro de emergencia.	Detiene el proceso de formado por algún imprevisto inesperado.	X	
6	Sistema del mecanismo mecánico.	Marcha y paro del moto reductor mediante poleas.	X	
7	Sistema ergonómico de la máquina.	Adecuada forma de trabajo para el operador.	X	
8	Tipos de diámetro para cada salchicha.	Montaje y desmontaje para tipos de calibre.	X	

**Fuente.** Autor.

#### **5.4.2 FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA CON CARGA.**

Para dicho funcionamiento se describen brevemente los pasos que el operador debe seguir para el formado de la salchicha. Los mismos que estarán más detallados en el manual de la máquina retorcedora.

**Tabla 5.4.** Pasos para el encendido de la máquina.

<b>PASOS.</b>	<b>Descripción.</b>
1	Proceder a unir la máquina embutidora con la máquina retorcedora. Nota: Para más precisión y exactitud en la porción de cada salchicha, la maquina embutidora deberá tener incorporada una electroválvula.

2	Verificar que todas las conexiones estén correctas.
3	Alimentar de masa la máquina embudadora.
4	Encendido de corriente en las máquinas.
5	En la pantalla, seleccionar el tipo de salchicha deseado.
6	Poner en marcha el proceso de funcionamiento.
7	Finalizar la operación.
8	Para seleccionar otro calibre, vuelva a realizar los pasos (2-5)

**Fuente.** Autor.

Las pruebas realizadas en la máquina son realizadas siguiendo los pasos descritos en la Tabla 5.4.

Conociendo el funcionamiento en vacío y los pasos de funcionamiento con carga se procede a verificar el trabajo en campo para ver los resultados.

**Tabla 5.5.** Cuadro de respuesta de la máquina retorcedora en trabajo de campo.

PRUEBA	OBSERVACIÓN	DETALLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE
1	Conexión eléctrica.	Lectura de alimentación de entrada y salida (220v).	X	
2	Sistema de control eléctrico.	Respuesta de mandos del control del PLC	X	
3	Pantalla de visualización.	Entrada y salida de señal de la pantalla.	X	
4	Indicadores luminosos.	Activación y desactivación de los Leds luminosos cuando la máquina este en desarrollo.	X	
5	Pulsador de paro de emergencia.	Detiene el proceso de formado por algún imprevisto inesperado.	X	
6	Sistema del mecanismo mecánico.	Marcha y paro del moto reductor mediante poleas.	X	
7	Sistema ergonómico de la máquina.	Adecuada forma de trabajo para el operador.	X	
8	Tipos de diámetro para cada salchicha.	Montaje y desmontaje para tipos de calibre.	X	

**Fuente.** Autor.

## 5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para determinar el resultado de la máquina retorcedora de salchichas se realizó varias pruebas de funcionamiento para determinar el tiempo y longitud del producto en sus diferentes tipos de calibre.

- A. Tipo 1 - calibre 21mm.
- B. Tipo 2 - calibre 23mm.
- C. Tipo 3 - calibre 28mm.

### 5.5.1 PROCESO DE PRUEBAS PARA CADA CALIBRE.

Para la verificación en el buen funcionamiento de la máquina se realizan 21 pruebas en cada tipo donde se muestra el rango de tamaño de cada salchicha.

Mediante el modelo y cálculo de la desviación media (DM), se podrá analizar un enfoque de las pruebas realizadas.

Dónde:

$$DM = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad \text{Ecuación 5-1}$$

Se obtiene un rango mínimo y máximo de margen de error con respecto a la longitud de cada tipo de salchicha.

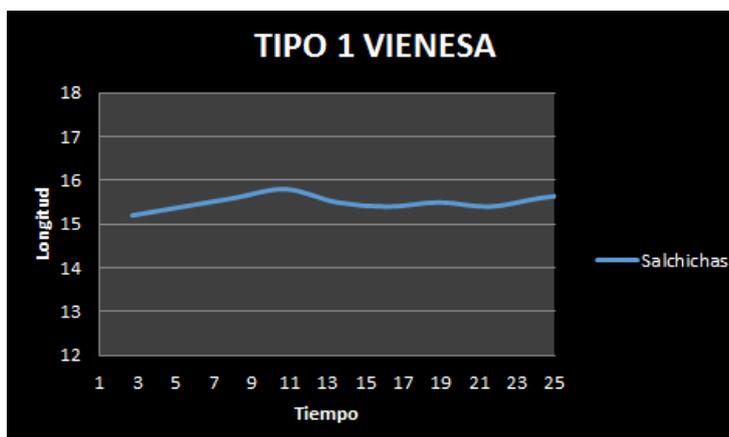
$$R = \bar{x} \pm DM \quad \text{Ecuación 5-2}$$

En las siguientes tablas y figuras se demuestra la longitud en función del tiempo para la elaboración en el proceso de cada salchicha.

**Tabla 5.6** Datos en el proceso de elaborar una salchicha tipo 1.

N salchichas	Longitud cm	Tiempo seg
1	15,2	2,7
2	15,4	5,4
3	15,6	8,1
4	15,8	10,8
5	15,5	13,5
6	15,4	16,2
7	15,5	18,9
8	15,4	21,6
9	15,6	24,3
10	15,7	27
11	15,5	29,7
12	15,9	32,4
13	15,5	35,1
14	15,6	37,8
15	15,8	40,5
16	15,8	43,2
17	15,8	45,9
18	16	48,6
19	15,6	51,3
20	16	54
21	15,6	56,7

Fuente. Autor.

**Figura 5.3** Pruebas de salchicha tipo1.

Fuente. Autor.

$$\bar{x} = \frac{328.2}{21}$$

$$\bar{x} = 15.63 \text{ cm}$$

$$DM = \frac{3.55}{21}$$

$$DM = 0.17 \text{ cm}$$

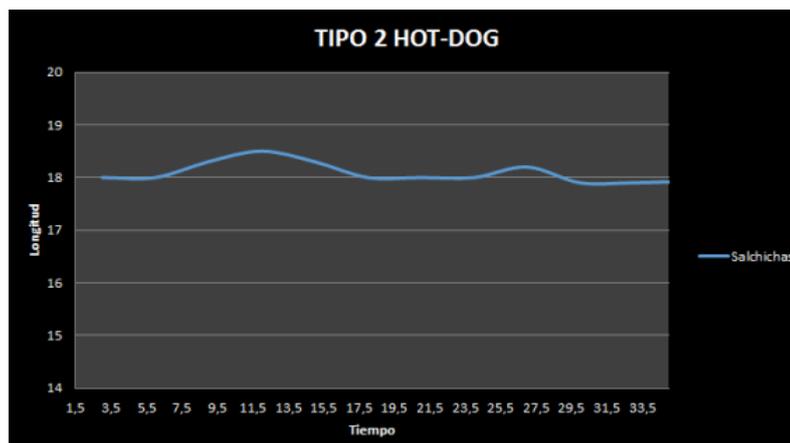
$$R = (15.46 - 15.8) \text{ cm}$$

En la figura 5.3 se observa la curva característica en procesar el embutido de tipo 1 que entra en el rango de 15,46 cm a 15,8cm de largo.

**Tabla 5.7** Datos en el proceso de elaborar una salchicha tipo 2.

N salchichas	Longitud cm	Tiempo seg
1	18	3
2	18	6
3	18,3	9
4	18,5	12
5	18,3	15
6	18	18
7	18	21
8	18	24
9	18,2	27
10	17,9	30
11	17,9	33
12	17,9	36
13	17,7	39
14	17,9	42
15	18,4	45
16	18,3	48
17	18,2	51
18	17,6	54
19	17,5	57
20	18	60
21	18	63

Fuente. Autor.

**Figura 5.4** Prueba de salchicha tipo 2.

Fuente. Autor

$$\bar{x} = \frac{378.6}{21}$$

$$\bar{x} = 18.02 \text{ cm}$$

$$DM = \frac{4}{21}$$

$$DM = 0.19 \text{ cm}$$

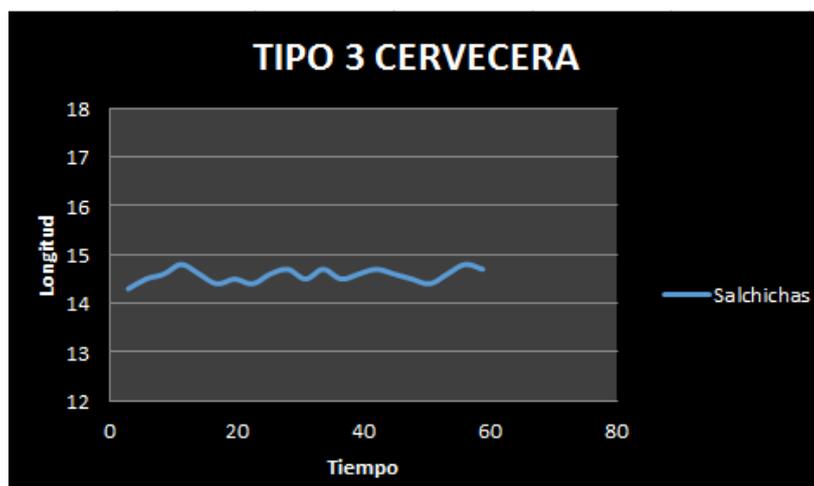
$$R = (17.83 - 18.21) \text{ cm}$$

En la figura 5.4 se observa la curva característica en procesar el embutido de tipo 2 que entra en el rango de 17.83cm a 18.21cm de largo.

**Tabla 5.8** Datos en el proceso de elaborar una salchicha tipo 3

N salchichas	Longitud cm	Tiempo seg
N salchichas	longitud	tiempo
1	14,3	2,8
2	14,5	5,6
3	14,6	8,4
4	14,8	11,2
5	14,6	14
6	14,4	16,8
7	14,5	19,6
8	14,4	22,4
9	14,6	25,2
10	14,7	28
11	14,5	30,8
12	14,7	33,6
13	14,5	36,4
14	14,6	39,2
15	14,7	42
16	14,6	44,8
17	14,5	47,6
18	14,4	50,4
19	14,6	53,2
20	14,8	56

Fuente. Autor.

**Figura 5.5** Pruebas de salchicha tipo 3.

Fuente. Autor.

$$\bar{x} = \frac{306}{21}$$

$$\bar{x} = 14.57 \text{ cm}$$

$$DM = \frac{2.28}{21}$$

$$DM = 0.10 \text{ cm}$$

$$R = (14.76 - 14.67) \text{ cm}$$

En la figura 5.5 se observa la curva característica en procesar el embutido de tipo 3 que entra en el rango de 14.47cm a 14.67cm de largo.

Cabe recalcar que las pruebas de funcionamiento se realizó con un máquina embutidora manual a la que se adaptó para que se pueda ver una realización del objetivo realizado por lo que en esta máquina se pudo observar que tiene un margen de error de  $\pm 1$  cm en cada tipo del producto, pero eso mejora dependiendo de la habilidad del operario.

La tabla 5.9 se muestran datos de como realizaban el proceso de formado de salchicha manual y con la implementación de la máquina retorcedora.

**Tabla 5.9.** Resultado en función del tiempo total para elaborar cada salchicha.

PARAMETROS				TIEMPO		
Tipo	Calibre ( $\phi$ =mm)	Longitud (cm)	Cantidad de masa(Kg)	Antes (seg)	Después (seg)	Optimización (seg)
1	21	16	9	2.7	1.8	1
2	23	18	9	3	2	1.5
3	28	14	9	2.8	1.6	1.2

Fuente. Autor.

Como se puede observar en la tabla 5.9 descritas anteriormente, se concluye que con la implementación de la máquina retorcedora, resulta favorable la elaboración de salchichas optimizando el tiempo en un 36.5% en el proceso de producción.

También cabe recalcar que lo resultados obtenidos varía dependiendo de la demanda del producto y el tipo de tripa en que se elaboran.

Se concluye que la máquina retorcedora de salchichas realiza 35 salchichas por minuto dependiendo del producto a realizar.

## 5.6 COSTO ECONÓMICO.

En este capítulo se realiza el estudio de los costos del diseño, construcción y ensamble de la máquina retorcedora de salchichas.

### 5.6.1 COSTO DE LA MÁQUINA.

Aquí se determinara el monto necesario para llevar a cabo la realización de este proyecto y la recuperación a corto plazo por la funcionalidad que tiene la máquina y por alcanzar el objetivo deseado.

Para determinar el monto total de la máquina se suman los costos directos e indirectos.

- Costos directo.
- Costos indirectos.

Los costos directos son los que están relacionados directamente en la elaboración de la máquina son los siguientes.

- Costos de Materia Prima
- Costos de Elementos normalizados.
- Costos de maquinado.
- Costos de ensamblado.

Los costos indirectos son costos necesarios para terminar la máquina se consideran lo siguientes.

- Costos de Materiales indirectos.
- Costos de ingeniería.
- Costos de imprevistos.

#### 5.6.1.1 Costos directos.

##### 5.6.1.1.1 Costos de materia prima.

Resume los costos de materia prima que requirió la fabricación de la máquina véalo en la Tabla 5.10.

**Tabla 5.10.** Costos de materia prima directa.

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Valor unitario(USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
1	Tubo estructural cuadrado de acero inox. AISI 304. 1½in(30x30x2[mm]), L=3000[mm].	200.00	200.00
1	Tubo estructural cuadrado de acero inox. AISI 304. 1in (25x25x2[mm]), L=1000[mm].	20.00	20.00
1	Tubo de acero inox. AISI 304. $\phi$ =10mm, L= 1000[mm].	50.00	50.00
1	Tubo de acero inox. AISI 304. $\phi$ =20mm, L= 1000[mm].	60.00	60.00
1	Eje acero inox. AISI 304. $\phi$ =10mm, 200[mm].	20.00	20.00
1	Eje acero inox. AISI 304. $\phi$ =20mm, 200[mm].	30.00	30.00
1	Plancha Acero Inox. AISI 304. e=1.2[mm], 2440x2440[mm]	284.00	284.00
1	Plancha Acero Inox. AISI304. e=1.2[mm], 1220x1220[mm].	184.00	184.00
		<b>Subtotal</b>	<b>848.00</b>

**Fuente.** Autor.

#### 5.6.1.1.2 Costos de elementos normalizados.

Estos son componentes que no necesitan ser alterados para la construcción de la máquina véase en la Tabla 5.11.

**Tabla 5.11.** Costos de elementos normalizados.

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>Valor unitario(USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
2	Elemento de sujeción, Pernos acero inox. AISI 304. $\phi$ =3/8 in.	0.55	1.1
2	Elemento de sujeción, prisioneros Pernos acero inox. AISI 304.	0.75	1.20

	$\Phi = \frac{1}{4}$ in.		
4	Pernos tuercas arandelas. $\phi = 5/16$ in.	0.95	3.80
4	Pernos tuercas arandelas. $\phi =$ base motor $\frac{1}{4} \times 2$ in.	0.85	3.28
4	Pernos tuercas arandelas. $\phi =$ gabinete $\frac{1}{4} \times 2$ in.	0.75	1.40
20	Pernos tuercas arandelas. $\phi =$ gabinete $2 \frac{5}{32} \times \frac{1}{2}$ in.	0.05	1
2	Chumacera de piso $1 \frac{1}{2}$ in.	60.00	120.00
1	Polea de aluminio 4in.	4.00	4.00
1	Polea de Aluminio 3in.	3.00	3.00
1	Banda en V tipo A85.	5.00	5.00
1	Gabinete eléctrico (40x40x20) [cm].	36.00	36.00
1	Moto-reductor Lafert .	500.00	500.00
20m	Cable concéntrico flexible 4x14AWG.	38.00	38.00
1	PLC Logo serie ABOA6 (110v).	175.00	175.00
1	Pantalla Logo TD 6ed1 055- 4mh00-0ba0.	200.00	200.00
1	Cable de programación Logo.	100.00	100.00
2	Contactores Siemens (220v).	20.00	40.00
2	Relés Térmicos Siemens.	36.00	72.00
2	Luz piloto LED.	3.00	6.00
3	Borneras.	1.00	3.00
2	Regleta neutro.	4.00	8.00
1	Interruptor on/off.	3.00	3.00
1	Paro de emergencia tipo hongo.	5.00	5.00
3m	Canaleta Plástica ranurada.	7.00	7.00
1	Varistor	1.00	1.00
1	Disyuntor C2A.	4.00	4.00
1	Disyuntor C6A.	6.00	6.00
1m	Riel Dim.	1.00	1.00
100	Terminales de puntera.	0.10.	10.00
1	Fuente Alimentación 24v.	10.00	10.00
		<b>Subtotal</b>	<b>1387.00</b>

Fuente. Autor.

## 5.6.1.1.3 Costos de maquinado.

Este costo establece la mano de obra directa en la fabricación de la máquina con equipos y herramientas utilizados.

**Tabla 5.12.** Costos de maquinado.

Material	Periodo de trabajo.[h]	Valor hora(USD)	Valor total (USD)
Soldadura Tig	2	10.00	20.00
Soldadura Eléctrica	1	7.00	7.00
Taladradora	1	4.00	4.00
Torno	2	10.00	20.00
		<b>Subtotal</b>	<b>51.00</b>

Fuentes: Autor.

## 5.6.1.1.4 Costos de ensamble.

Abarca mano de obra necesaria para el ensamblado de todos los elementos de la máquina.

**Tabla 5.13.** Costos de ensamble.

Ensamblaje	Periodo de trabajo (días).	Valor hora (USD)	Valor total (USD)
Mecánico	3	10.00	30.00
Eléctrico.	2	10.00	20.00
		<b>Subtotal</b>	<b>50.00</b>

Fuent.: Autor.

## 5.6.1.2 Costo indirecto.

Es aquel costo que afecta al proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación.

## 5.6.1.2.1 Costo de materiales indirectos.

Son costos consumibles para la fabricación de la máquina estos son.

**Tabla 5.14.** Costos de materiales indirectos.

Descripción	Periodo de trabajo (h).	Valor hora (USD)	Valor total (USD)
Amoladora	1	1.00	1.00
Esmeril	1	1.00	1.00
Instrumentos de medida	3	1.00	3.00

Dobladora	2	10.00	20.00
		<b>Subtotal</b>	<b>25.00</b>

Fuente. Autor.

#### 5.6.1.2.2 Costos de ingeniería.

Este costo corresponde al tiempo empleado y análisis del diseño de la máquina.

**Tabla 5.15.** Costos de ingeniería.

Descripción	Período de trabajo (h).	Valor hora (USD)	Valor total (USD)
Definición del problema	2	10.00	20.00
Presentación de alternativas	2	10.00	20.00
Selección de alternativas	2	10.00	20.00
Diseño y selección de componentes principales	40	10.00	400
Supervisión de construcción de la máquina	5	10.00	50
Supervisión del montaje de la máquina	5	10.00	50
		<b>Subtotal</b>	<b>200.00</b>

Fuentes. Autor.

#### 5.6.1.2.3 Costos imprevistos.

Son aquellos que se producen en el proceso de fabricación de la máquina como transporte o insumos. Estimaremos un 10% del costo total de la máquina.

#### 5.6.1.3 Costo total directo.

El resultado final del total directo de los costos es:

**Tabla 5.16.** Costo total directo.

Descripción	Valor total (USD)
Costos de Materia Prima	848.00
Costos de Elementos normalizados.	1387.00
Costos de maquinado.	51.00
Costos de ensamblado	50.00
<b>TOTAL</b>	<b>2237.00</b>

Fuente. Autor.

#### 5.6.1.4 Costo total indirecto.

El resultado final del total indirecto de los costos es:

**Tabla 5.17.** Costo total indirecto.

Descripción	Valor total (USD)
Costos de materiales indirectos.	25.00
Costos de Ingeniería.	200.00
<b>TOTAL</b>	<b>225.00</b>

Fuente. Autor.

## 5.7 COSTO TOTAL DE LA MÁQUINA.

El resultado final del total de los costos es:

**Tabla 5.18.** Costo total de la máquina.

Descripción	Valor total (USD)
Costo Total Directo.	2237.00
Costo Total Indirecto.	225.00
<b>SUBTOTAL.</b>	<b>2462.00</b>
Costos Imprevistos.	276.1
<b>TOTAL</b>	<b>2738.1</b>

Fuente. Autor.

## 5.8 ANÁLISIS COSTOS-BENEFICIO.

 **Actual.**

**Tabla 5.19.** Costo beneficio.

### GASTOS:

Por 1kg	CANTIDAD (KG)	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	1	170seg 0.0472h	1.76	0.70
DIARIO	CANTIDAD (KG)	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	24	4080seg 1.13h	42.24	0.70
MENSUAL	CANTIDAD (KG)	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	480	81600seg 22.6h	844.8	390.00
<b>TOTAL GASTOS MENSUAL(\$)</b>	<b>MATERIA PRIMA + COSTO HORA</b>			<b>1234.8</b>

### INGRESOS:

MENSUAL	CANTIDAD	Valor en 1Kg (\$)	TOTAL INGRESOS (\$)
---------	----------	-------------------	---------------------

	(KG)		
CARNE PARA SALCHICHA.	480	4.00	1920.00
TOTAL MENSUAL			
INGRESOS – GASTOS (\$)		1920 – 1234.8	<b>685.2</b>
			<b>GANANCIA.</b>

Fuente: Autor.

### A Futuro con implementación máquina retorcedora.

Tabla 5.20. Costo beneficio.

Por 1kg	CANTIDAD (KG)	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	1	85seg 0.0236h	1.76	0.70
DIARIO	CANTIDAD (KG)	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	48	4080seg 1.13h	42.24	0.70
MENSUAL	CANTIDAD (KG)	TIEMPO(h)	MATERIA PRIMA(\$)	COSTO h(\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	960	81600seg 22.6h	1689.6	390.00
TOTAL GASTOS MENSUAL(\$)	MATERIA PRIMA + COSTO HORA			2079.6

INGRESOS:

MENSUAL	CANTIDAD (KG)	Valor en 1Kg (\$)	TOTAL INGRESOS (\$)
CARNE PARA SALCHICHA.	960	4.00	3840.00
TOTAL MENSUAL			
INGRESOS – GASTOS (\$)		3840 – 2079.6	<b>1760.4</b>
			<b>GANANCIA.</b>

Fuente: Autor.

**GANANCIAS:**

✚	<b>CON MÁQUINA</b>	<b>=</b>	<b>1760.4</b>
✚	<b>SIN MÁQUINA</b>	<b>=</b>	<b>685.2</b>
✚	<b>TOTAL G</b>	<b>=</b>	<b>1075.2</b>

$$\frac{\text{Valor total Máquina retorcedora.}}{\text{Valor Total Ganancias}} = \frac{2738.1}{1075.2} = 2.5$$

**RECUPERACIÓN DE LA MÁQUINA APROXIMADA 3 MESES.**

Mediante el análisis costos beneficio se puede observar que la inversión en esta máquina es viable y por lo tanto es aceptable de acuerdo a lo esperado inicialmente.

## CAPITULO VI

### 6 CONCLUSIONES.

- ✓ Los parámetros principales de construcción mínimos, son la velocidad de avance de 3 vueltas, considerando la distancia de 15 *cm* para una salchicha estándar y con un tiempo promedio de 1 segundo los cuales ayudan en el diseño de la máquina para el funcionamiento del mecanismo de transmisión.
- ✓ Los elementos conformados por la máquina retorcedora fueron seleccionados de acuerdo a las necesidades de trabajo, como la selección de material AISI 304 al tener excelentes propiedades corrosivas, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes, considerando que la masa de carne trabaja a temperaturas entre 8°C – 10°C. La estructura está diseñada para soportar un esfuerzo máximo de acuerdo al criterio de Von Mises de 23.34 *Mpa* y se obtiene un factor de seguridad mínimo de 9.42, Otro elemento que soporta carga es el eje rotativo, que soporta un esfuerzo flexionante de 451.8 *N*, que se ha diseñado con un factor de seguridad de 5.3, el cual se acopla a un sistema de transmisión por poleas en una relación 4:7 con banda tipo A en V.
- ✓ La implementación de una pantalla (HMI), permite una interfaz directa con el operador adecuado para el control de la máquina retorcedora. Dicha pantalla se conecta con un PLC – logo 230 RC mediante comunicación serial (RS-485), para la ejecución del sistema mediante una programación por bloques(FUP), siendo este un lenguaje lógico que facilita y desarrolla operaciones de control mediante “Timmer”.
- ✓ El desarrollo del modelado matemático del mecanismo de la máquina retorcedora de salchichas se basa en la función transferencia para sistemas giratorios  $T(s) = (Js + B)w(s)$ , donde intervienen la velocidad angular ( $w(s)$ ), la inercia (J), la viscosidad (B) y el par torsional (T(s)), La estructura de la máquina está focalizada bajo el criterio de Von Mises y el diseño del eje por medio del método de Goodman.

- ✓ En las pruebas de funcionamiento se analiza tres tipos de salchichas, como son vienesa, hot-dog y cervecera. En la primera se realiza 21 ensayos, obteniendo un rango entre 15,46 cm a 15,8 cm de longitud y un tiempo de salida de 1.8 segundos, con una optimización de 33%. En la segunda con un total de 21 ensayos, se obtiene un rango entre 17,83 cm a 18,21 cm de longitud y un tiempo de salida de 2 segundos, con una optimización de 33%. Y por último el tercer tipo con el mismo número de ensayos, se obtuvo un rango entre 14.47 cm a 14.67 cm de longitud y un tiempo de 1.6 segundos, con una optimización de 42%. Entonces el porcentaje de optimización de tiempo de producción es 36.5%.
  
- ✓ El manual de usuario permite entender de mejor manera el uso o funcionamiento apropiado de la máquina, explicando paso a paso el mantenimiento preventivo con una revisión mensual, la cual consta de lubricación de chumaceras, tensión de la banda y la correcta limpieza externa e interna de la máquina.

## 6.1 RECOMENDACIONES.

- ✓ Controlar el avance de la masa cárnica, debido a que siempre está avanzando constantemente, y se requiere hacer un corte longitudinal lo que va a permitir dar productos por separado. Por lo tanto, se debe implementar una embutidora que conste una electroválvula, la cual brinda la capacidad de parada en seco, evitando la salida innecesaria de masa y mejorando el formado de la salchicha con respecto a su longitud.
- ✓ Para estudios futuros de este proyecto, se propone analizar el diseño del eje giratorio, para mejorar los parámetros de velocidad de giro, carga que soporta con respecto al tamaño (longitud) y así disminuir la presión que ejerce la masa dentro del mismo, al considerar que la máquina embutidora disponible en la micro empresa es de capacidad baja.
- ✓ Implementar un módulo de expansión al PLC, para aumentar el número de salidas, el cual mejora la visualización y habilita el uso de indicadores luminosos, debido que al momento de realizar las pruebas de funcionamiento se requería aumentar una salida en el PLC – logo 230 RC dificultando esta implementación.
- ✓ Para una investigación más a fondo de los cálculos con respecto al modelo matemático, se sugiere analizar la función de transferencia para un motor eléctrico AC, formulando de mejor manera la relación entre los parámetros de sistema mecánico a ser controlado.
- ✓ El uso de una embutidora de mayor capacidad de carga, que cuente con un control de velocidad de embutido con sistema hidráulico y no mecánico como el actual va permitir incrementar la producción del 36.5% de lo actual. Otra forma de optimizar con esta embutidora hidráulica es implementar una doble salida de dosificación de masa cárnica.
- ✓ Cumplir la rutina de mantenimiento preventivo para conservar la máquina en buen estado de funcionamiento, para que los elementos mecánicos como chumaceras, el eje y la tensión de la banda no afecten o alteren los parámetros utilizados para la torsión de la salchicha.

CASTELLVAL, I. (6 de junio del 2014). *INDUSTRIA CASTELLVAL*. Sitio

web:

<http://castellvall.com/web/es/productos/embudidoras/>

Castellvall. (2012). Maquinaria para la industria cárnica. Recuperado: marzo 6, 2016, de CASTELLVALL Sitio web:

<http://castellvall.com/web/productos/embudidoras/>

CITALSA. (2014). ). *INDUSTRIA CASTELLVAL*. Obtenido de| Sitio web:

<http://www.citalisa.com/ciproducts/1/443#firstproduct>

Dinamica. (2012). *Gama completa de suministros para la transmisión y transporte industrial*, . Sitio web:

<http://www.dinamica.net/es/productos/transmision-de-potencia/correas>

DIPACMANTA. (2015). Producto de Acero. Sitio web:

[http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca\\_codigo=3707](http://www.dipacmanta.com/alineas.php?ca_codigo=3707)

GASER. (2014). Sitioweb:

<http://www.gaser.com/home.php?lang=cas>

HANDTMAN, A. (2014). *Albert Handtmann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG*. Sitio web:

<http://www.handtmann.de/sistemas-de-embudicion-y-porcionado/productos/centro-de-máquinas-usadas-de-zittau/productos.html?L=3>

INTEREMPRESAS. (2014). (*Industria Alimentaria*). Sitio web:

<http://www.interempresas.net/Alimentaria/FeriaVirtual/Producto-Embutidoras-continuas-al-vacio-Ec-6-84639.html>

Murillo, D. (26 de agosto de 2014). *Elaboracion de salchichas*. Sitio web:

<http://es.scribd.com/doc/237813888/Elaboracion-de-Salchichas#scribd>

Siemens-Industry. (s.f.). Sitio web:

<http://www.siemens.com.mx/cms/mam/industry/automatizacion/ce/em/pages/contactoressiriuscl%C3%A1sico.aspx>

SOLOSTOCKS. (2014). Sitio web:

<http://www.solostocks.com/venta-productos/máquinaria-procesar-alimentos-bebidas/máquinaria-procesar-carne/atadora-automatica-de-embutidos-came-ahc-160b-8030370>

LA CASA DEL PERNO. (2000). Sitio Web:

[http://www.casadelperno.com/Productos\\_PernoInoxidable.html](http://www.casadelperno.com/Productos_PernoInoxidable.html)

**ANEXOS.**

## **ANEXO1: CATALOGOS**

**A: (FICHA DE SOLDADURA WPS)**

**B: (CATALGO DE DIPAC PARA TUBO CUADRADO, EJES, PLANCHAS.)**

**B: (TABLA DE RESISTENCIA A LA FUENCIA EN ACEROS INOX 304.)**

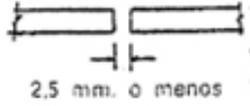
**C: (FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE ANALISIS DINAMICO DE  
SHIGLEY). (KA-KB-KC-KD-KE)**

**D: (MOTOR.)**

**E: (CATALOGO DE CHUMACERAS KDF).**

**F: (PROGRAMACION POR BLOQUES)**

## A: (FICHA DE SOLDADURA WPS)

WPS								ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA		
NOMBRE DE LA EMPRESA: EMBUTIDOS LA CANDELARIA					Identificación.			1		
PROCESO DE SOLDADURA: SMAW					Soporte de PQR No.			1		
TIPO: MANUAL X SEMIAUTOMATICO AUTOMATICO					Revisión _____ fecha _____ por _____					
SOLDADOR: MARCOS ACOSTA					AUTORIZADO POR: _____					
<b>DISEÑO DE UNIÓN.</b> Tipo de Unión: A tope, Tipo de Soldadura: ranura cuadrada SIMPLE: X Abertura de raíz: 1.6mm Long de cara: 16mm Angulo de ranura: 60° Radio(j/u): _____ Soporte: SIX NO Método: _____ Limpieza de raíz: SIX NO Método: Esmeril					<b>POSICIÓN</b> 3G <b>RANURA</b> X CUADRADA X <b>TUBERIA:</b> REDONDO X CUADRADO X					
<b>METAL BASE.</b> GRUPO serie300(SAE) Especificaciones del Acero: AISI 304 Grado: 50.76 Espesor del tubo cuadrado: 1.5mm Diámetro de la tubería: 3/8in					<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS.</b> <b>MODO DE TRANSFERENCIA (GMAW)</b> Corto circuito: Globular: Spray: X			<b>CORRIENTE:</b> AC: X CCEP: X PULSO: DCEN:		
<b>METAL DE APORTE.</b> Especificaciones AWS: A5.4 Clasificación AWS: E308L-16 Marca: KISWEL Tamaño del electrodo: 1.6x30mm					<b>TECNICA</b> <b>APORTACION:</b> RECTA: OSCILANTE: X PULSO: X			<b>MULTIPLE:</b> Limpieza entre pases: SI X NO Método: Esmeril		
PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA										
Pase	Proceso	Propagación	Clase	Diámetro (mm)	Corriente			Detalles de la Unión.		
					Metal de aporte	Tipo de potencia	Amperaje (Amp)		Voltaje (V)	
1	SMAW	Ascen	E308L	1.6	CA-CC	<=40	110	 2.5 mm. o menos		
2	SMAW	Desce	E308L		CA-CC	<=40				
ELABORADO POR: FELIPE CORDOVA					FECHA: 11/09/2015					
APROBADO POR: MARCO ACOSTA					COMPAÑÍA: FLEXO					

## B: (CATALGO DE DIPAC PARA TUBO CUADRADO, EJES, PLANCHAS.)



## TUBO CUADRADO ACERO INOXIDABLE



### Especificaciones Generales

<b>Calidad</b>	ASIS 304
<b>Largo Normal</b>	6.00 m
<b>Otros Largos</b>	Previa Consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 3/4" a 2"
<b>Espesor</b>	Desde 1,2 mm, 1,5 mm y 2 mm

Dimensiones		Propiedades		
		Espesor (e)	Peso	Área Sección
Pulg	mm	mm	Kg/m	Pulg <sup>2</sup>
3/4"	19,05	1,2	0,5505	0,057
1"	25,40	1,2	0,8756	0,077
1 1/4"	31,75	1,2	1,1354	0,096
1 1/4"	31,75	1,5	1,3957	0,139
1 1/2"	38,10	1,2	1,3752	0,1165
1 1/2"	38,10	1,5	1,6955	0,174
2"	50,80	2	3,0142	0,1559

#### NOMENCLATURA

A= Área de selección transversal del tubo  
H= Longitud lado



ACERO INOXIDABLE



## TUBO REDONDO ACERO INOXIDABLE

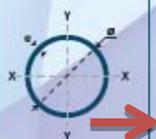
### Especificaciones Generales

<b>Calidad</b>	ASIS 304
<b>Largo Normal</b>	6.00 m
<b>Otros Largos</b>	Previa Consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 1" a 2"
<b>Espesor</b>	Desde 1,2 mm, 1,5 y 2 mm

Dimensiones		Propiedades		
		Espesor (e)	Peso	Área Sección
Pulg	mm	mm	Kg/m	Pulg <sup>2</sup>
1"	25,40	1,2	0,7235	0,1414
1"	25,40	1,5	0,8391	0,1745
1"	24,40	2	1,1659	0,2278
1 1/4"	31,75	1,2	0,9148	0,1785
1 1/4"	31,75	1,5	1,1323	0,2209
1 1/2"	38,10	1,2	1,1031	0,2156
1 1/2"	38,10	1,5	1,3677	0,2673
2"	50,80	1,2	1,4628	0,2898
2"	50,80	1,5	1,8423	0,3600
2"	50,80	2	2,4315	0,4752

#### NOMENCLATURA

A= Área de selección transversal del tubo (Pulg<sup>2</sup>)  
e= Espesor (mm)



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

PLANCHAS



## PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

### Norma: AISI 304

**Especificaciones Generales**

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	AS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	1301

**ESPEORES** desde 0.40-1.5mm

**DIMENSIONES** 1220 x 2440mm (estándar)  
1220 x otros largos (especial)



**Descripción:** Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)									
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros	
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX	

PROPIEDADES MECÁNICAS							
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)		
Kg/mm <sup>2</sup>	Psi	Kg/mm <sup>2</sup>	Psi		ROCKWELL B	VICKERS	
49	69500	18	25500	40	\$1,7	160	

ACERO INOXIDABLE

## EJES Acero Inoxidable



### Especificaciones Generales

**Calidad:** AISI 304

**Descripción:** Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resistente a la corrosión intersticial hasta 300°C. Resiste al ataque corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas si se emplea con la superficie pulida espejo.

**Aplicaciones:** Industrias alimenticias, cerveceras, azucarera, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc...

**Longitud:** s. m

Composición Química						
%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica (N/mm <sup>2</sup> )	Punto de Fluencia (N/mm <sup>2</sup> )	Elongación %Min.	Dureza ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

Dimensiones
Díametro
3/16"
1/4"
5/16"
3/8"
1/2"
5/8"
3/4"
1"
1 1/4"
1 1/2"
2"
2 1/2"
3"
3 1/2"
4"
5"
6"



EJES



# DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO

INOXIDABLE

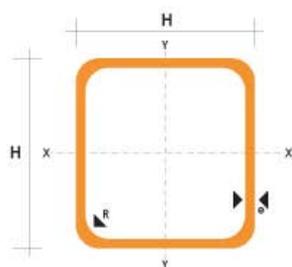
## TUBO CUADRADO EN ACERO INOXIDABLE

### Especificaciones Generales

<b>Norma</b>	AISI 304
<b>Largo normal</b>	6.00m
<b>Otros largos</b>	Previa consulta
<b>Dimensiones</b>	Desde 1/2" hasta 2"
<b>Espesor</b>	Desde 0.60mm hasta 2.00mm



Pulgadas	DIMENSIONES		PESO Kg/6m	AREA	EJES X-X E Y-Y		
	H	e		A	I	W	I
	mm	mm		cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
1/2	12	0.60	1.32	0.27	0.06	0.10	0.47
		0.75	1.86	0.32	0.07	0.12	0.47
		0.95	2.28	0.40	0.08	0.13	0.45
5/8	15	0.60	1.74	0.35	0.12	0.16	0.59
		0.75	2.16	0.41	0.14	0.19	0.58
		0.95	2.70	0.51	0.16	0.21	0.56
3/4	20	0.60	2.22	0.47	0.29	0.29	0.79
		0.75	2.88	0.56	0.34	0.34	0.78
		0.95	3.60	0.70	0.41	0.41	0.77
		1.10	4.20	0.80	0.47	0.47	0.77
1	25	1.50	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
		0.75	3.60	0.71	0.69	0.55	0.99
		0.95	4.50	0.89	0.84	0.67	0.97
		1.10	5.22	1.02	0.95	0.76	0.97
1 1/4	30	1.50	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
		0.95	5.40	1.08	1.50	1.00	1.18
		1.10	6.24	1.24	1.70	1.13	1.17
1 1/2	40	1.50	8.46	1.65	2.19	1.47	1.15
		0.95	7.20	1.46	3.68	1.84	1.59
		1.10	4.34	1.68	4.20	2.10	1.58
2	50	1.50	11.28	2.25	5.48	2.74	1.56
		1.50	14.04	2.85	11.06	4.42	1.97



#### NOMENCLATURA

- A=** Area de la selección transversal del tubo, cm<sup>2</sup>
- I=** Momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>
- W=** Módulo resistente de la sección, cm<sup>3</sup>
- i=** Radio de giro de la sección, cm

## PERNOS.

Av. General Enriquez 1750, C.C. Sangolquí Planta Baja. Sangolquí - Ecuador (593-2) 233-4098 (593-2) 233-1381



**LA CASA DEL PERNO**  
*Los Profesionales en Pernos*



**20 AÑOS**  
INNOVANDO PARA SERVIRLE MEJOR



Redes Sociales

Clientes

Productos

Ayuda Técnica

Novedades

Contacto

### Pernos de Acero Inoxidable



304




**Material:**  
Está fabricado en acero inoxidable 304. Ver [Ficha Técnica](#).

**Presentación:**  
Se encuentra disponible en cabeza hexagonal. Tanto el perno en pulgadas como el milimétrico viene en rosca gruesa (ordinaria).

**Aplicaciones:**  
Recomendamos su utilización en industrias farmacéuticas y alimenticias donde no puede haber contaminación con sustancias extrañas. Y en general para aplicaciones donde se quiere evitar la corrosión por contacto con el medio ambiente.

**Medidas:**

**Pulgadas Rosca Gruesa:**  
- Diámetro: Desde 1/4 de pulgada hasta 5/8 de pulgada.  
- Longitud: Desde 1 pulgada hasta 7 pulgadas de largo, dependiendo del diámetro.

**Milímetros Rosca Gruesa:**  
- Diámetro: Desde 6 mm hasta 12 mm.  
- Longitud: Desde 10 mm hasta 80 mm de largo, dependiendo del diámetro.

Disponemos de Certificados de Calidad del Fabricante (aplican condiciones)

[Regresar al Comienzo](#)

Temas Relacionados

- Productos - Tuercas
- Productos - Rodelas
- Productos - Herramientas
- Ayuda Técnica - Hexagonales Pulgadas
- Ayuda Técnica - Hexagonales Milimétricos
- Ayuda Técnica - Recomendaciones

----Inicio----Productos---->Pernos Acero Inoxidable

Av. General Enriquez 1750, C.C. Sangolquí Planta Baja. Sangolquí - Ecuador (593-2) 233-4098 (593-2) 233-1381

Horario de Atención: Lunes a Viernes 8:00 a 18:00. Sabado 8:30 a 13:00.

Todos los derechos reservados. La Casa del Perno es una marca registrada y protegida bajo las leyes y derechos de autor de la República del Ecuador.



15 years providing premium quality hosting solutions  
**PlusPlusHosting.Net**

C: ((FACTOR DE SEGURIDAD MEDIANTE ANALISIS DINAMICO DE SHIGLEY.)(KA-KB-KC-KD-KE)

2 Modifique  $S'_t$  para determinar  $S_e$ .

p. 279 
$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_t \quad (6-18)$$

$$k_a = a S_{UT}^b \quad (6-19)$$

**Tabla 6-2**

Parámetros del factor de modificación superficial de Marin, ecuación (6-19)

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	$S_{UT}$ kpsi	$S_{UT}$ MPa	
Esmaltado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Eje rotatorio. Para flexión o torsión,

p. 280 
$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < 254 \text{ mm} \end{cases} \quad (6-20)$$

Para carga axial

$$k_b = 1 \quad (6-21)$$

Elemento no rotatorio. Use la tabla 6-3, p. 282, para  $d_r$  y sustituya en la ecuación (6-20) por  $d$ .

p. 282 
$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión} \end{cases} \quad (6-26)$$

p. 283 Use la tabla 6-4 para  $k_d$ , o bien

$$k_d = 0.975 + 0.432(10^{-3})T_F - 0.115(10^{-5})T_F^2 + 0.104(10^{-8})T_F^3 - 0.595(10^{-12})T_F^4 \quad (6-27)$$

pp. 284-285,  $k_e$

**Tabla 6-5**

Factores de confiabilidad  $k_e$  correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga

Confiabilidad, %	Variación de transformación $z_e$	Factor de confiabilidad $k_e$
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

## D: (PARTES DEL MOTOR.)

LAFERT MOTORS

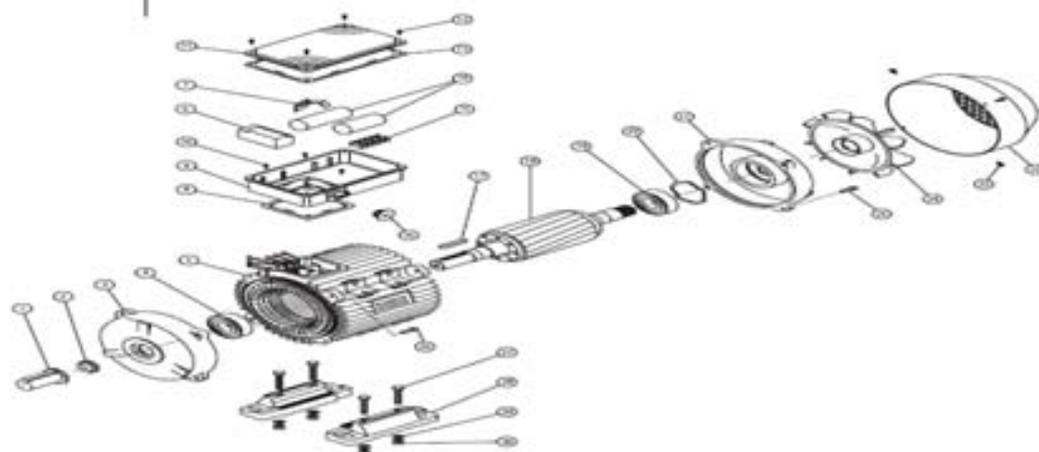
Type	kW	HP	min <sup>-1</sup>	$\eta$ 100%	cos $\varphi$	$I_n$ 115-230V	$I_n/I_n$	$M_s/M_n$	$M_r/M_n$	$J$ 10 <sup>3</sup> kgm <sup>2</sup>	kg	
<b>3000 min<sup>-1</sup> (2 poles)</b>												
AMD 63Z AA	2	0.11	0.15	2760	52	0.93	2-1	2.8	0.6	1.5	0.11	4.5
AMD 63Z BA	2	0.18	0.25	2800	55	0.98	2.9-1.45	3	0.5	1.6	0.14	5
AMD 63Z CA	2	0.24	0.32	2815	56	0.98	3.8-1.9	3.1	0.6	1.8	0.18	5.5
AMD 71Z AA	2	0.37	0.50	2730	55	0.90	6.6-3.3	3.3	0.9	2	0.41	7.1
AMD 71Z BA	2	0.55	0.75	2840	64	0.94	8-4	4.2	0.5	1.9	0.55	8.5
AMD 80Z AA	2	0.75	1	2800	60	0.78	13.8-7	3.5	0.4	2.1	1.05	11.4
AMD 80Z BA	2	1.1	1.5	2770	72	0.93	14.2-7.2	3.5	0.5	1.6	1.08	11.8
AMD 90S AA	2	1.1	1.5	2815	70	0.78	17.5-8.8	3.8	0.4	1.9	1.62	15.3
AMD 90L BA	2	1.5	2	2900	69	0.87	22-11	3.6	0.4	1.8	1.87	17.3
AMD 90L CA	2	1.8	2.5	2810	70	0.89	25-12.5	3.7	0.3	1.9	2.09	18.7
AMD 90L DA	2	2.2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	2880	76	0.93	27.2-13.6	5	0.3	1.9	2.10	19.3
AMD 100L AA	2	2.2	3	2810	75	0.92	28-14	4.6	0.2	1.8	4.05	24.5

1500 min<sup>-1</sup> (4 poles)

AMD 63Z AA	4	0.11	0.15	1370	53	0.89	2.2-1.1	2	0.8	1.6	0.27	4.5
AMD 63Z BA	4	0.18	0.25	1340	51	0.9	3.3-1.7	1.9	0.6	1.3	0.34	4.9
AMD 71Z AA	4	0.24	0.32	1300	51	0.81	5.1-2.55	2.5	0.7	1.4	0.82	7.2
AMD 71Z BA	4	0.29	0.39	1340	61	0.84	4.9-2.45	2.6	0.6	1.6	0.95	7.8
AMD 71Z CA	4	0.37	0.5	1370	58	0.85	6.5-3.25	3.4	0.5	1.5	1.08	8.5
AMD 80Z AA	4	0.37	0.5	1375	54	0.94	6.3-3.15	2.5	0.7	1.5	2	9.8
AMD 80Z BA	4	0.55	0.75	1360	66	0.84	8.6-4.3	3.4	0.6	1.7	2.41	11.3
AMD 80Z CA	4	0.75	1	1435	62	0.91	11.5-5.75	4.1	0.4	1.9	2.7	12.8
AMD 90L AA	4	1.1	1.5	1425	69	0.81	17-8.5	3.9	0.3	1.9	3.13	15.4
AMD 90L BA	4	1.5 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	1415	72	0.88	20.5-10.25	3.4	0.3	1.4	3.73	17.6
AMD 100L AA	4	1.8	2.5	1430	70	0.86	26-13	3.2	0.3	1.6	5.83	22.8
AMD 100L BA	4	2.2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	1440	72	0.86	31-15.5	3.2	0.2	1.3	6	23.8

[S]

## SPARE PARTS

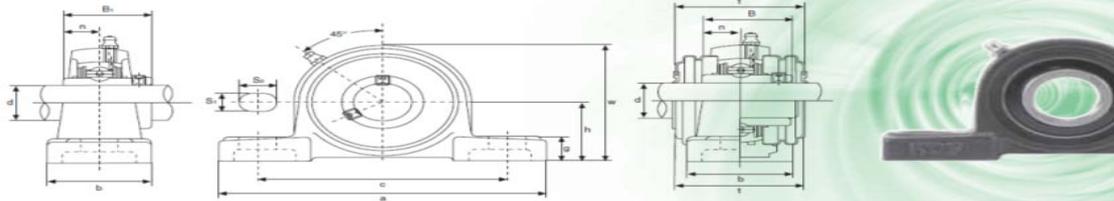


## Part description

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1 Shaft protection               | 16 Blank gland plug                    |
| 2 Dust seal drive end            | 17 Key                                 |
| 3 Endshield drive end            | 18 Rotor complete                      |
| 4 Bearing drive end              | 19 Bearing non-drive end               |
| 5 Stator frame                   | 20 Pre-load washer                     |
| 6 Starter                        | 21 Endshield non-drive end             |
| 7 Fasing device capacitor        | 22 Fan cover                           |
| 8 Gasket terminal box            | 23 Fixing screw fan cover              |
| 9 Terminal box                   | 24 Fan                                 |
| 10 Fixing screw terminal box     | 25 Fixing bolt endshield non-drive end |
| 11 Terminal box lid              | 26 Fixing bolt endshield drive end     |
| 12 Fixing screw terminal box lid | 27 Fixing bolt motor feet              |
| 13 Gasket terminal box lid       | 28 Motor feet                          |
| 14 Capacitor                     | 29 Fixing washer motor feet            |
| 15 Connecting block              | 30 Fixing nut motor feet               |

In enquires and orders for spare parts please state always:  
Designation of spare part, motor type, mounting arrangement, motor serial number  
(Product No. (E-No.) when available)  
Enquires and orders cannot be handled without these data.

E: (CATALOGO DE CHUMACERAS KDF).



Tipo Type	Dimensiones mm/polts Dimension mm/inch												Bull. fiss. Bolt Size mm/inch	Coeficientes de carga (N) Load ratings (N)		Cuscinetto Bearing
	d	h	a	e	b	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	g	w	t	B	n		Dinamico C Dynamic C	Estático C <sub>0</sub> Static C <sub>0</sub>	
UCP201 UCP201-8	12 3/4	30,2 1 1/8	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	19 3/4	14 9/16	62 2 1/2	44,5 1 3/4	31 1,2205	12,7 0,500	M10 3/8	12 200	6 350	UC201 UC201-8
UCP202 UCP202-9 UCP202-10	15 5/8	30,2 1 1/8	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	19 3/4	14 9/16	62 2 1/2	44,5 1 3/4	31 1,2205	12,7 0,500	M10 3/8	12 200	6 350	UC202 UC202-9 UC202-10
UCP203 UCP203-11	17 1 1/8	30,2 1 1/8	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	19 3/4	14 9/16	62 2 1/2	44,5 1 3/4	31 1,2205	12,7 0,500	M10 3/8	12 200	6 350	UC203 UC203-11
UCP204 UCP204-12	20 3/4	33,3 1 1/8	127 5	95 3 3/4	38 1 1/2	13 1/2	19 3/4	14 9/16	65 2 5/8	44,5 1 3/4	31 1,2205	12,7 0,500	M10 3/8	12 200	6 350	UC204 UC204-12
UCP205 UCP205-13 UCP205-14 UCP205-15 UCP205-16	25 1 1/8	36,5 1 3/8	140 5 1/2	105 4 1/8	38 1 1/2	13 1/2	19 3/4	15 1 1/8	71 2 3/8	48 1 5/8	34,1 1,3425	14,3 0,563	M10 3/8	13 300	7 500	UC205 UC205-13 UC205-14 UC205-15 UC205-16
UCP206 UCP206-17 UCP206-18 UCP206-19 UCP206-20	30 1 1/8	42,9 1 7/8	165 6 1/2	121 4 3/4	48 1 7/8	17 3/4	20 1 1/4	17 5/8	84 3 1/4	53 2 1/4	38,1 1,5000	15,9 0,626	M14 1/2	18 600	10 800	UC206 UC206-17 UC206-18 UC206-19 UC206-20
UCP207 UCP207-20 UCP207-21	35 1 1/4	47,6 1 7/8	167 6 5/8	127 5	48 1 7/8	17 3/4	20 1 1/4	18 3/4	93 3 5/8	59,5 2 3/8	42,9 1,6900	17,5 0,689	M14 1/2	24 500	14 600	UC207 UC207-20 UC207-21

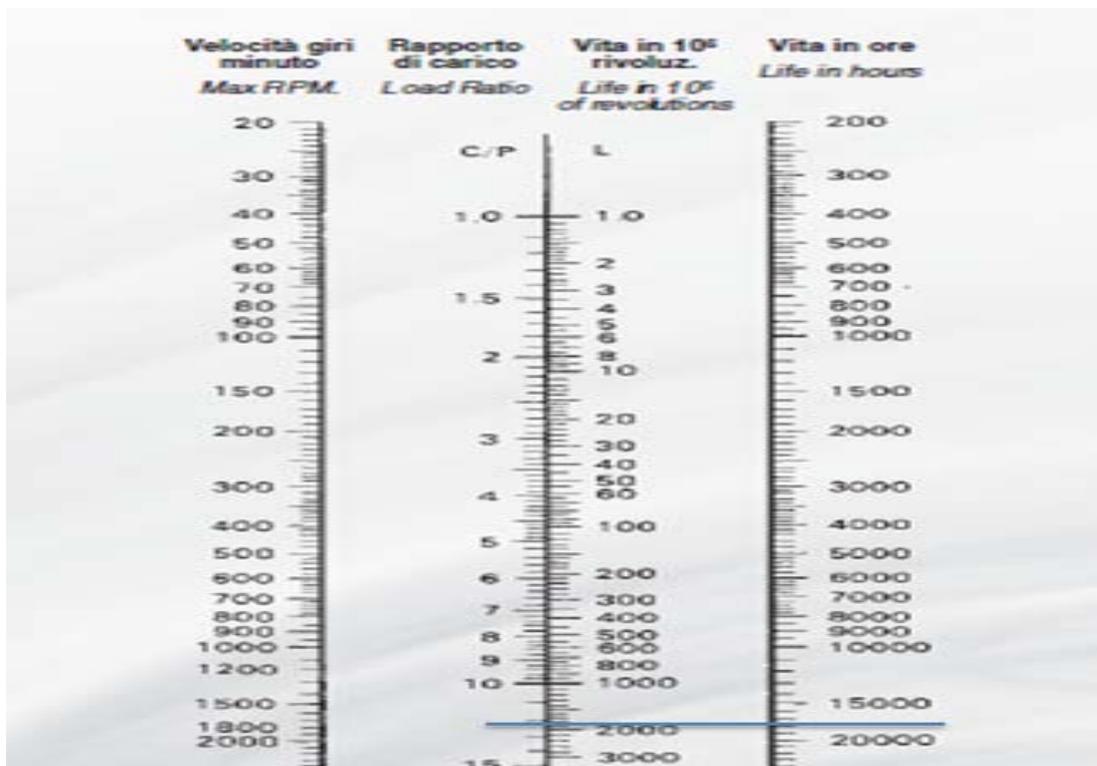
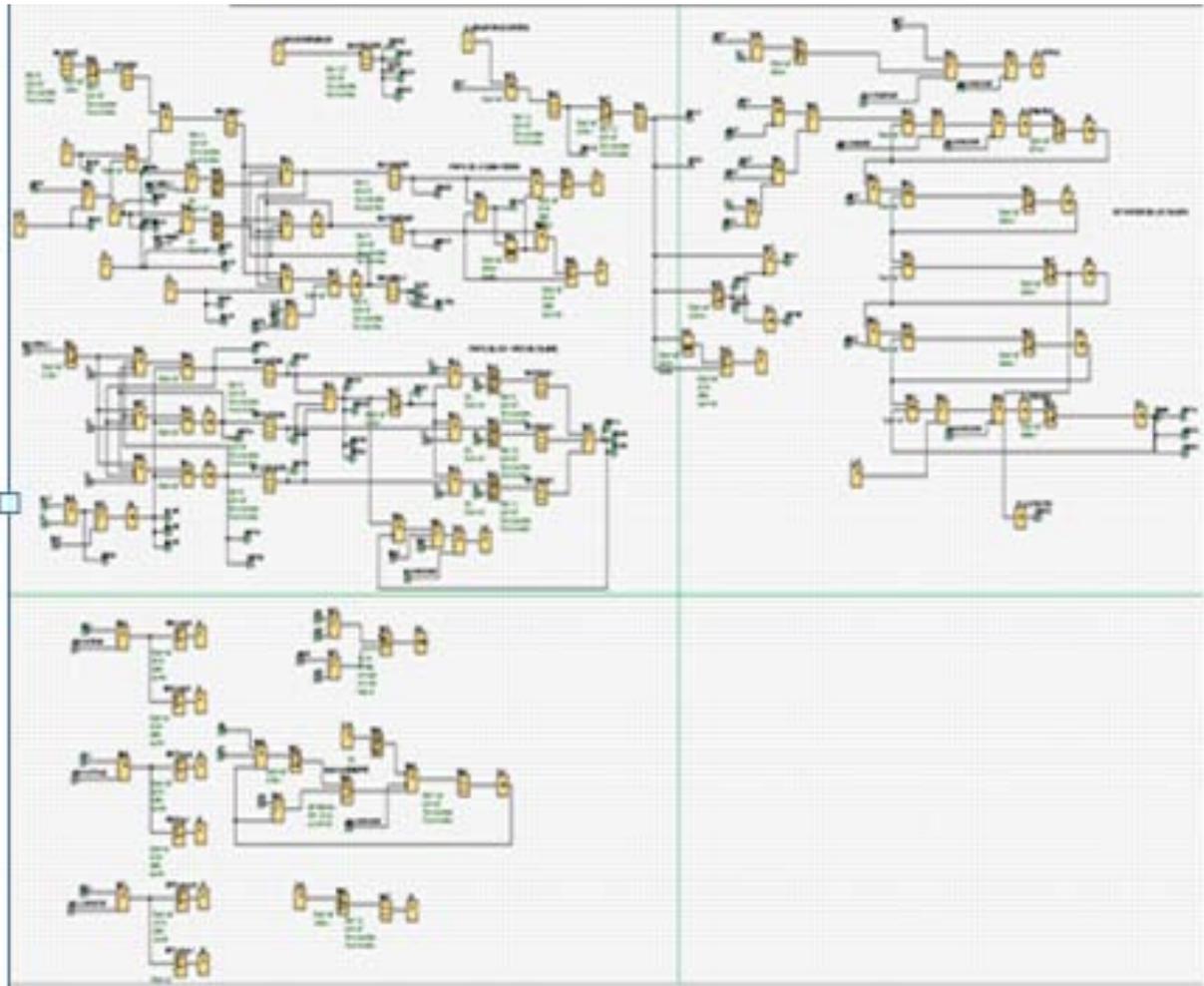


tabla 1 - Capacidad de carga, carga límite de fatiga y factores de cálculo para conjuntos con rodamientos de simple efecto

Número de rodamientos	Disposición	Sufijo en la designación	Representación gráfica	Sentido de la carga	Capacidad de carga del conjunto de rodamientos		Carga límite de fatiga del conjunto de rodamientos	Factores de cálculo	
					dinámica	estática		X	Y
2	Espalda con espalda	DB	<>	->	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	2,04	0,54
	Cara a cara	DF	><	->	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	2,04	0,54
	En tándem	DT	<<	->	1,63 C	2 C <sub>0</sub>	2 P <sub>u</sub>	-	-

## F: (LENGUAJE DE PROGRAMACION POR BLOQUES)



PANTALLA TD

BIENVENIDOS
MAQUINA
RETORCEDORA
DE SALCHICHAS

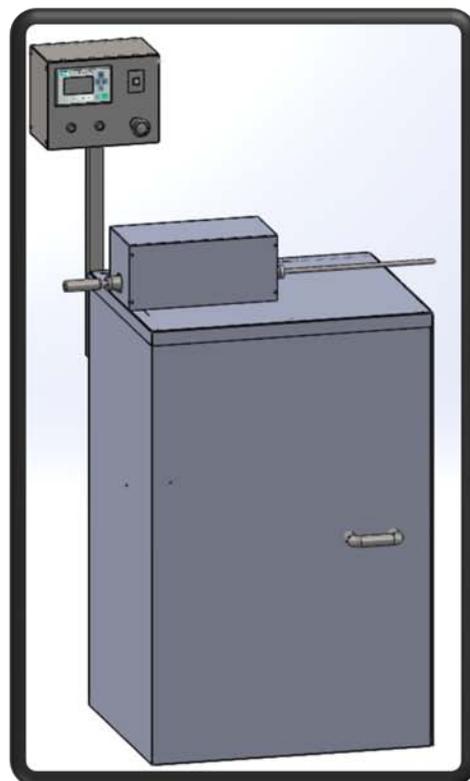
CARGUE EL TANQUE
PARA INICIAR EL
PROCESO
ACEPTAR F4

EMBUTIR
EMPUJAR F1
REGRESAR F2
IR A MENU F3

TIPO DE SALCHICH
1) NORMAL F1
2) HOT DOG F2
3) CERVECERA F3

**ANEXO 2: (MANUAL DE MANTENIMIENTO)**

# **MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS**



**MANUAL DE USUARIO  
Y**

**MANTENIMIENTO.**

**2016**

INDICE DE CONTENIDOS.....	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN.....	143
1.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.	143
1.2 CONSERVACIÓN DEL MANUAL.	144
1.3 INFORMACION GENERAL DE LA MÁQUINA RETORCEDORA.	144
2 MANUAL DE USUARIO DE OPERACIÓN.	145
2.1 PASOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS.	146
2.1.1 ANTES DE ENCENDER LA MÁQUINA:	146
2.1.2 DURANTE EL PROCESO DE FROMADO.....	148
2.1.2.1 TECLAS DE BOTONES DE FUNCIÓN DE LA PANTALLA LOGO TD.	151
3 MANUAL DE MANTENIMIENTO.	152
3.1 TABLAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO MECÁNICO ELÉCTRICO.	152
3.2 TABLAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO ELÉCTRICO.	153
ANEXOS.....	155
ANEXO 1.....	155
1.1 TAPA DE LA MAQUINA PARA HACER MANTENIMIENTO.....	155
1.2 MÁQUINA CON REGLETA OPCIONAL.	155

# **1 INTRODUCCIÓN.**

Lea detenidamente todas las instrucciones de uso, los consejos correspondientes de seguridad y las advertencias del manual de instrucciones.

Cuando se emplea una máquina, la mayoría de los accidentes se deben a que no se respetan las reglas fundamentales de seguridad.

Los accidentes de trabajo se pueden evitar identificando con tiempo las situaciones potenciales de peligro y respetando las reglas de seguridad apropiadas.

Las reglas básicas para la utilización correcta de la máquina y prevención de riesgos están indicadas en la sección de seguridad, advertencias, y mantenimiento de este manual de usuario.

No utilice nunca la máquina de manera inapropiada sino solo como aconseja el fabricante.

El fabricante se reserva el derecho de actualizar los datos técnicos contenidos en este manual sin previo aviso.

## **1.1. CONSIDERACIONES PREVIAS.**

El presente manual de instrucciones constituye la guía para la instalación, uso y mantenimiento de la máquina retorcedora de salchichas.

Se aconseja seguir paso a paso todos los consejos que contiene el manual pues tanto el funcionamiento como la duración de la máquina retorcedora dependen del uso adecuado y la de la aplicación metódica de las instrucciones de mantenimiento contenidas en el manual.

El Manual de Instrucciones forma parte integrante de la máquina.

Guarde el presente manual durante toda la duración de la máquina retorcedora.

Entregue el manual de la máquina retorcedora cuando este cambie de usuario o propietario.

El fabricante declina todo tipo de responsabilidad en caso de un uso incorrecto o de un mantenimiento inadecuado de la máquina retorcedora.

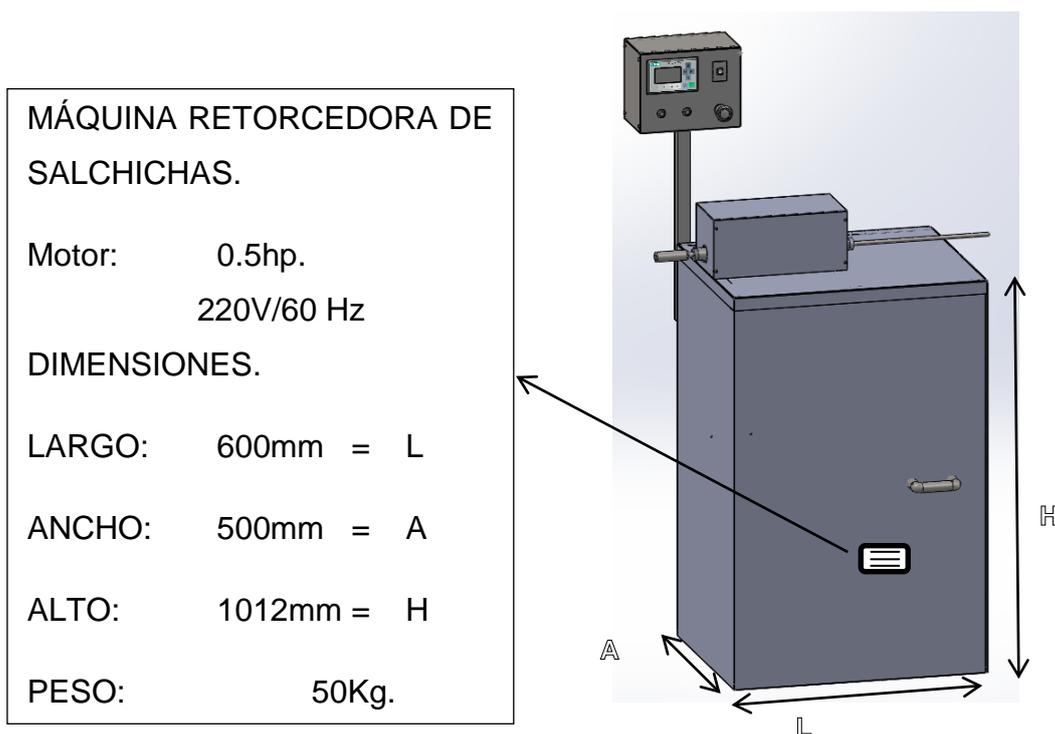
La intención del manual es:

- Información general de la máquina retorcedora.
- Utilización del panel de control para el manejo de la máquina retorcedora.
- Mantenimiento de la máquina retorcedora.

## 1.2 CONSERVACIÓN DEL MANUAL.

- Utilice el manual de manera tal que no dañe su contenido.
- No elimine, arranque o escriba por ningún motivo partes del manual.
- Conserve el manual en un ambiente protegido de la humedad y el calor.

## INFORMACION GENERAL DE LA MÁQUINA RETORCEDORA.



**Figura 0.1** Características de la máquina retorcedora.

**Fuente.** Autor

Los componentes principales de la máquina son:

### ➤ Gabinete principal

El gabinete principal es aquel donde están los componentes como alimentación, protecciones eléctricas y el controlador del sistema de formado, el cual está ubicado en la parte interna de la máquina retorcedora.

### ➤ Tablero de control.

El tablero de control está ubicado en la parte superior izquierda del operador, cuyos controles se utilizan principalmente para la visualización de trabajo de la máquina como.

- Encender la máquina (ON/ OFF)
- Selección del tipo de calibre.
- Indicadores luminosos.
- Paro de emergencia.

**NOTA:** Para realizar cualquier mantenimiento eléctrico sea preventivo o correctivo por favor consulte con el manual y un técnico especializado.



### ➤ Sistema de transmisión de movimiento.

El sistema de transmisión de movimiento es el encargado de transmitir movimiento generado por el motor hacia un eje a través de una relación de poleas, que se encuentra ubicado en la parte interior de la máquina.

### ➤ Cambio de calibre por sujetadores.

El calibre es el que determina el grosor de cada producto, el cual es el eje principal ya que por este pasa la masa que son sujetados por los sujetadores.

## 2 MANUAL DE USUARIO DE OPERACIÓN.

Este manual es de guía para el personal sobre el funcionamiento de la máquina, permite al usuario ver detenidamente paso a paso el correcto uso de la máquina y como está compuesta. Ver figura 1.2.

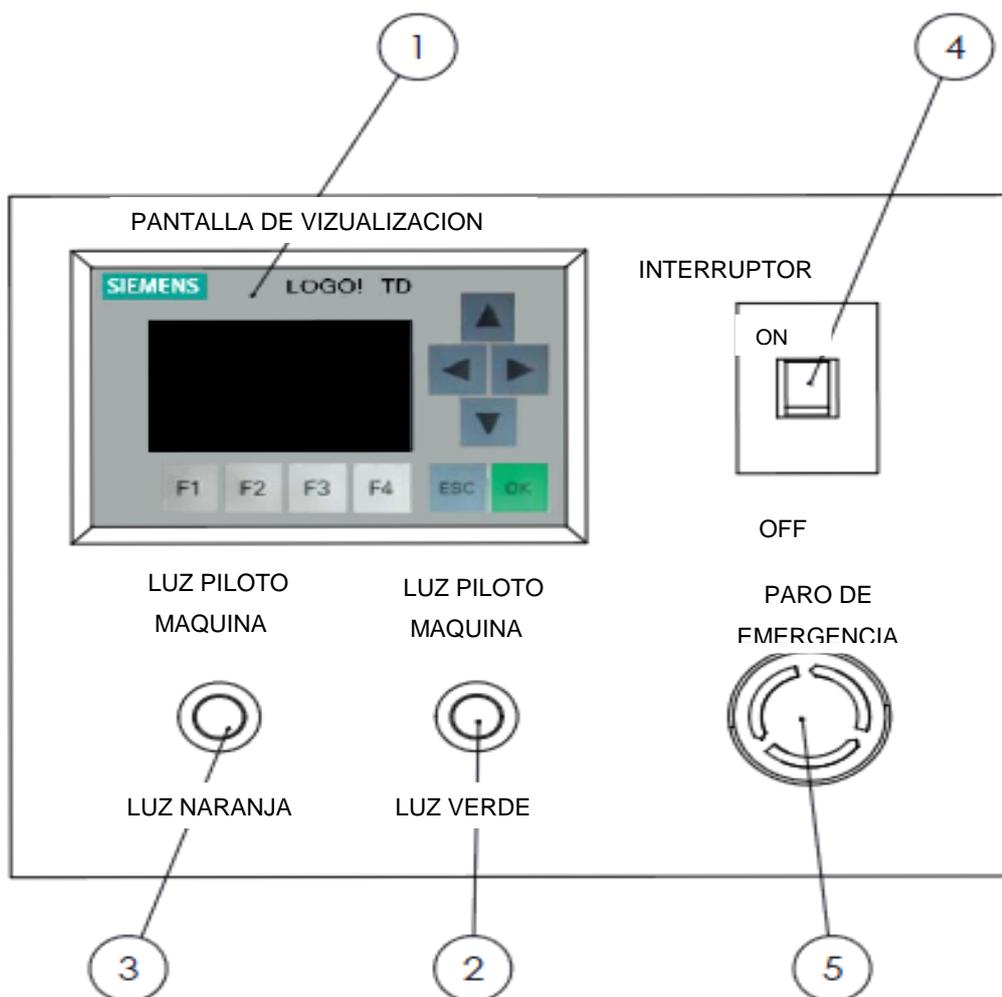


Figura 0.2 Tablero de control.

Fuente. Autor.

- 1) Pantalla de visualización Logo TD.
- 2) Indicador Luminoso y Buzzer.
- 3) Indicador luminoso paro de emergencia.
- 4) Interruptor de (Encendido / Apagado).
- 5) Botón de Paro de Emergencia.

## 2.1 PASOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA RETORCEDORA DE SALCHICHAS.

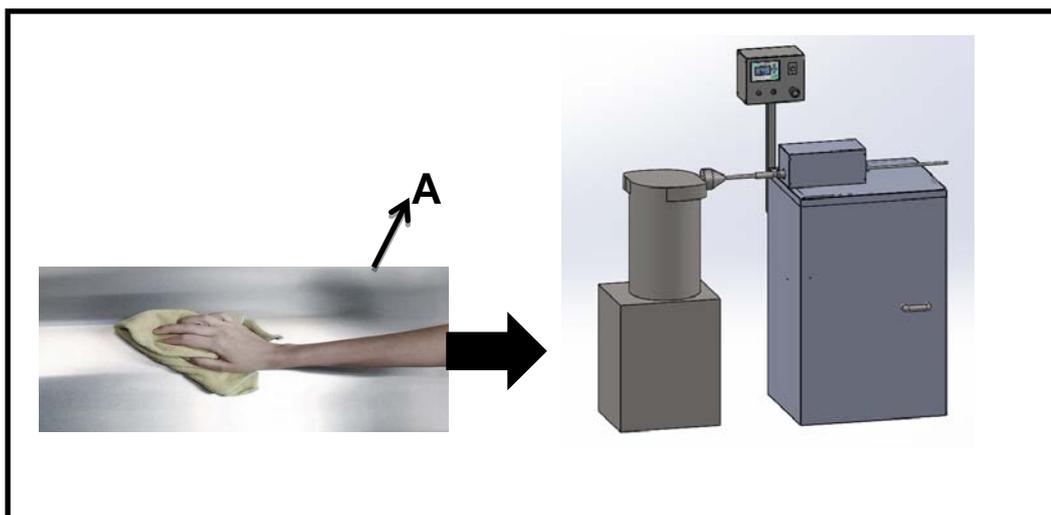
A continuación se detallara los pasos a seguir de manera teórica y grafica de cada paso para el buen uso de la máquina retorcedora de salchichas.

### 2.1.1 ANTES DE ENCENDER LA MÁQUINA:

A. Revisión y limpieza.

Verificar la conexión de alimentación eléctrica.

Limpiar la mesa de trabajo con un trapo húmedo.

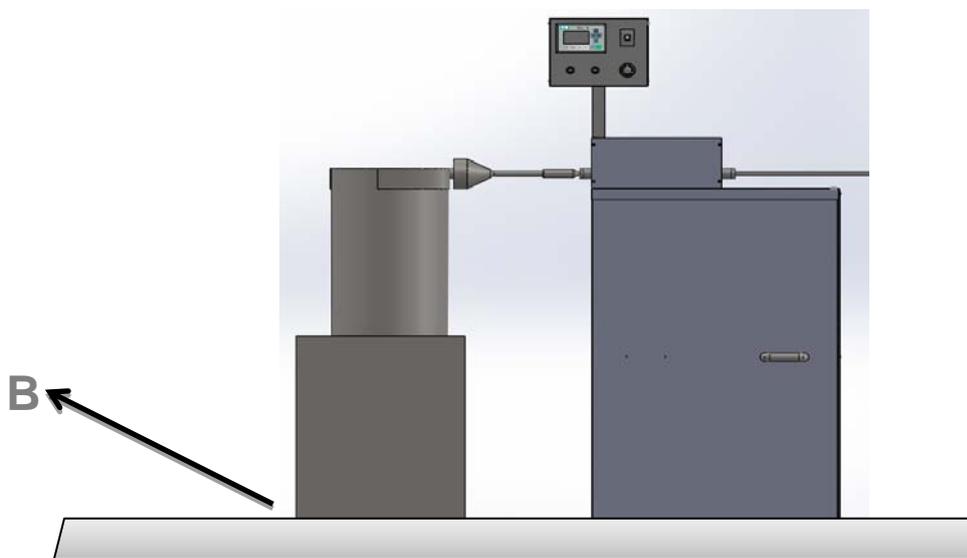


*Figura 0.3 Forma de limpiar la maquina retorcadora.*

**Fuente:** Autor

B. Ubicación, alineamiento.

Ubicar y alinear bien la máquina retorcadora a la máquina embudidora con los niveladoras de altura.

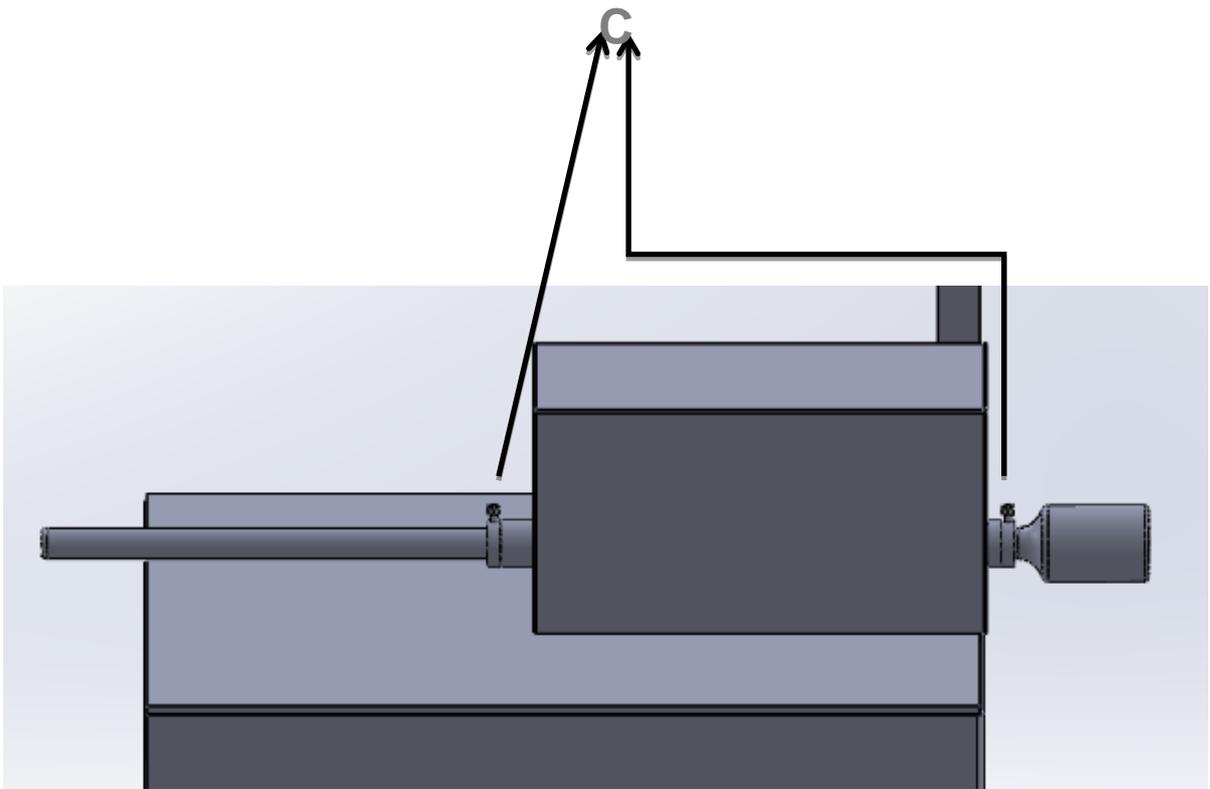


*Figura 0.4 Alineamiento entre las dos máquinas acopladas*

*Fuente. Autor.*

C. Sujeción.

Sujetar bien el embudo dosificador, para empezar a trabajar.



*Figura 0.5 Pernos de fijación del eje.*

*Fuente. Autor.*

### **2.1.2 AL INICIAR EL PROCESO DE FORMADO.**

#### **A. Encendido de la máquina.**

Presionar el interruptor de (ON/OFF), cuando este encendido se iluminara el interruptor.

#### **B. Pantalla de visualización LOGO TD.**

- a) Inicio (Mensaje de Bienvenida)
- b) Menú de carga de masa en el cilindro.
- c) MENU de Control de giro de sentido de la embutidora.
- d) MENU de tipos de calibre de cada salchicha.
- e) Visualización de conteo de cada salchicha producida.
- f) Sensor de final del proceso, (ingrese nuevamente masa).Opcional.

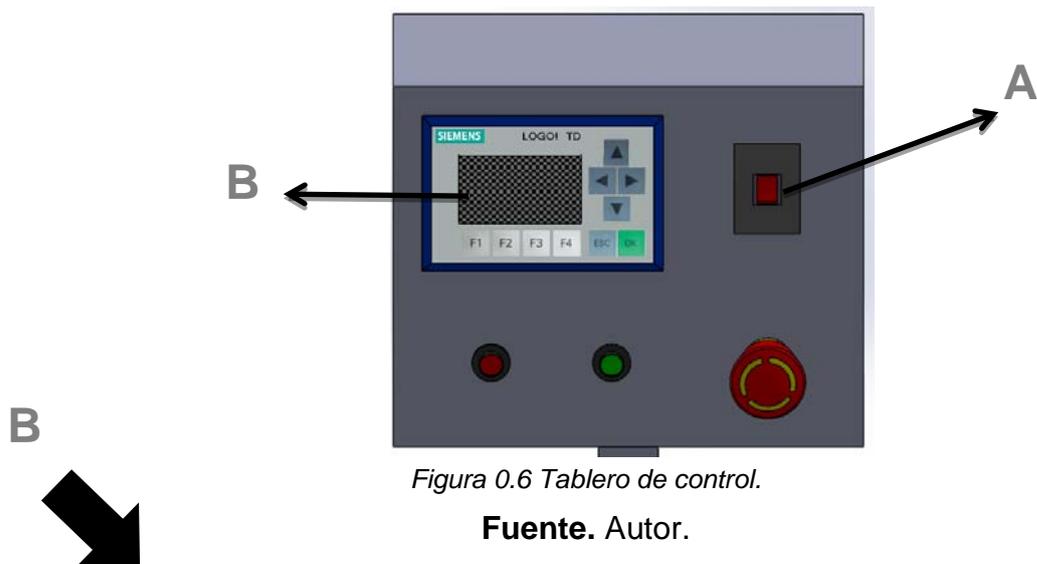
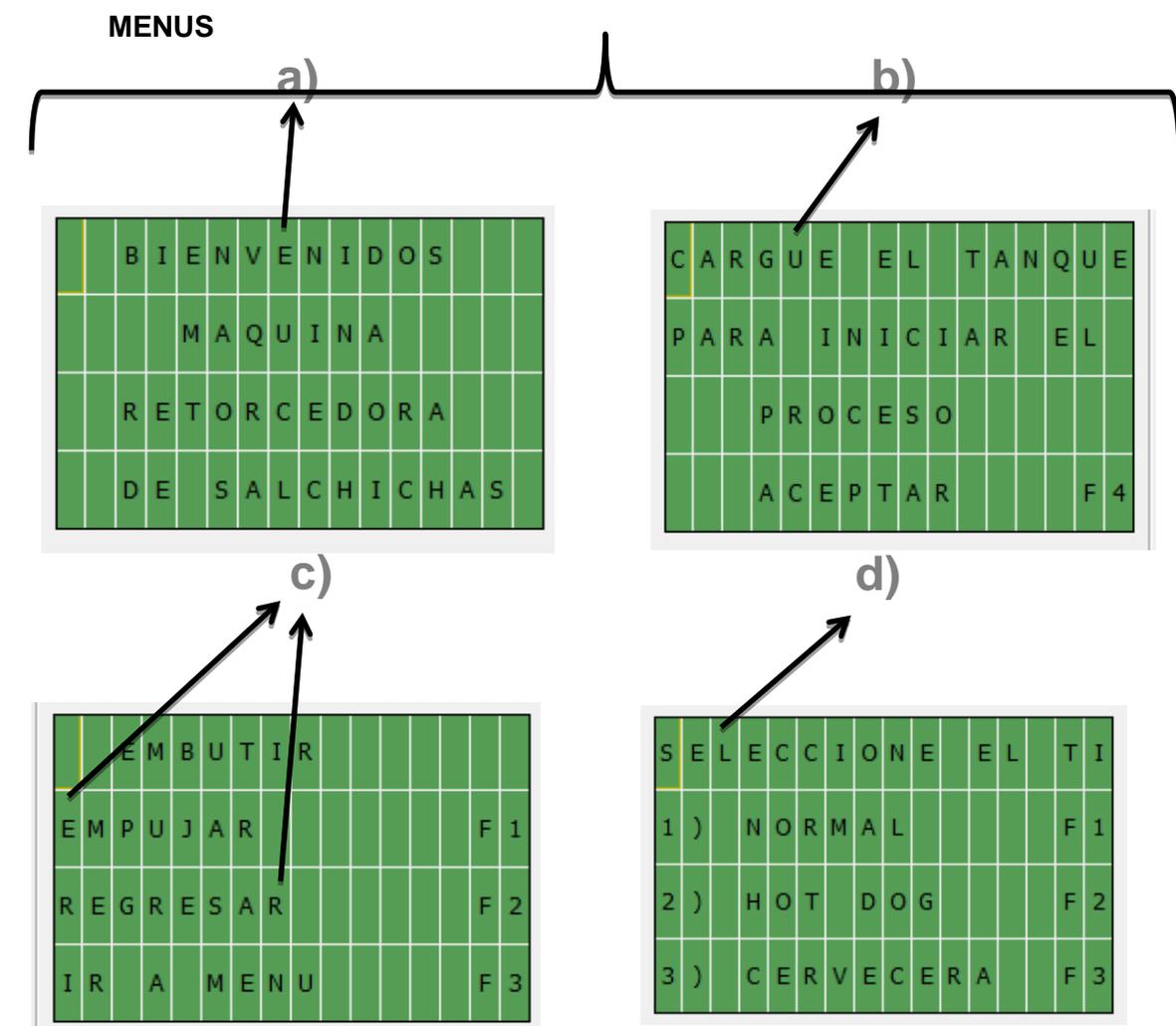


Figura 0.6 Tablero de control.

Fuente. Autor.





### 2.1.2.1 TECLAS DE BOTONES DE FUNCIÓN DE LA PANTALLA LOGO TD.

A continuación se describe el uso de la teclas de la pantalla logo TD son: F1, F2, F3, F4.

Tabla 0.1 Cuadro de pasos del tablero de control.

Menú <b>a)</b> Temporizado.
Menú <b>b)</b> Carga del cilindro. F4= Pulse Una vez que está cargado el cilindro.
Menú <b>c)</b> Son para el control de sentido del cilindro de la embutidora. F1= pulse para embutir. F2 =pulse para regresar. F3= pulse para el siguiente menú.
Menú <b>d)</b> Selección del tipo de calibre de cada salchicha. F1=Normal. Solo con un pulso Inician o pausan el proceso. F2= Hot-Dog F3=Cervecera.

### 2.1.3 AL TERMINAR EL PROCESO DE FORMADO.

A. Repetir los pasos anteriores desde el literal 1.

**NOTA:** NO lavar a chorro de manguera a la máquina Retorcedora ya que puede sufrir filtraciones de agua y



**NO LAVAR CON MANGUERA**

Figura 0.9 Método de limpieza incorrecto.

Fuente. Autor.

### 3 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

Este documento permite al personal de mantenimiento prevenir fallos en la máquina que pueden ser provocados por el mal uso o por el desgaste de los componentes tanto mecánicos como eléctricos de la máquina retorcedora.

Para la intervención de un mantenimiento de la máquina retorcedora se lo hará cada 4 meses (800horas de uso) el cual está programado en el PLC, cuando este mensaje se visualice en la pantalla, figura 1.10, el jefe de mantenimiento tendrá que realizar un mantenimiento de toda la máquina para alargar su vida útil y no tener imprevistos durante el proceso del producto.

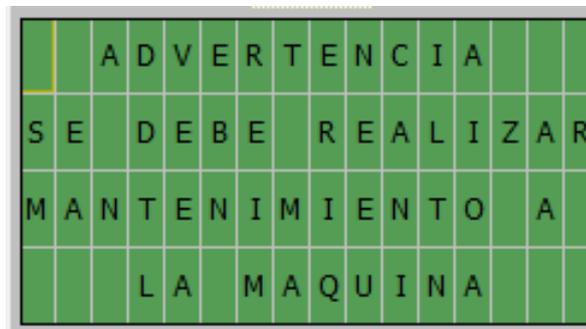


Figura 0.10 Se necesita mantenimiento.

Fuente. Autor.

De acuerdo al aviso y a la revisión de la máquina se determinara el mantenimiento correspondiente hacer intervenida.

- **Mantenimiento correctivo:** Es aquel que se realiza cuando el equipo se avería, con el fin de devolverlo a sus condiciones normales de trabajo.
- **Mantenimiento preventivo:** Tareas de revisión de los elementos del equipo con el fin de detectar a tiempo posibles fallos, además de labores de engrase ajustes, limpieza, etc.

#### 3.1 TABLAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO MECÁNICO ELÉCTRICO.

Tabla 0.2 Mantenimiento correctivo de la máquina.

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCION.
<b>MECÁNICO.</b>		
Sobrecalentamiento del motor.	El mecanismo de transmisión de movimiento no tiene lubricación, por lo tanto crea alta fricción.	Limpiar y lubricar el mecanismo de transmisión de movimiento.
La máquina vibra demasiado.	No está bien alineada la maquina retorcedora o piso desnivelado.	Con la llave de tuerca ajustar o desajustar los tornillos de nivelación de altura para que quede la maquina alineada y pueda trabajar sin vibraciones.
El giro del embudo es demasiado fuerte (rompe la funda de colágeno.)	El sistema de movimiento gira demasiado rápido.	Realizar una relación de velocidad para disminuir el giro del motor (cambio de poleas.)
<b>ELÉCTRICO.</b>		
El motor no enciende	El contactor no deja pasar la tensión al motor.	Comprobar con el multímetro el contactor si está dañado cambiar con las mismas características.
El indicador luminoso no enciende	Foco quemado Foco flojo	Ajuste el foco. Cambie el foco con las mismas características del otro.
La máquina no enciende	Subida de tensión en la máquina.	Abrir el tablero de control de potencia y revisar los breakers.

Fuente. Autor.

### 3.2 TABLAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO ELÉCTRICO.

Tabla 0.3 Mantenimiento preventivo de la máquina.

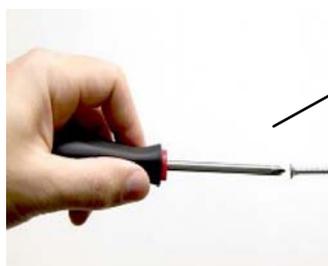
FRECUENCIA	ACTIVIDAD	DETALLE	OBSERVACIÓN
<b>MECÁNICO.</b>			
DIARIAMENTE	Limpieza del lugar de trabajo.	Retirar la masa cárnica que se encuentra dentro del tubo dosificador después de finalizar el proceso.	Si la masa se encuentra adherido limpiar con el cepillo.
semanal	Verificar el giro del sistema de transmisión de movimiento	Si los sujetadores no están bien ajustados pueden haber fallas en el giro del sistema de movimiento.	Ajustar y desajustar bien los sujetadores de acuerdo al producto seleccionado.
<b>ELÉCTRICO.</b>			
diariamente	Probar los botones del panel de control.	Verificar los botones del tablero de control.	La manipulación de los botones no debe exigir esfuerzo alguno.
Semanal	Revisión y limpieza del gabinete de control.	Limpiar con una franela semi húmeda alrededor de los componentes eléctricos para no generar corto circuito.	Observar si existen rayones en la pantalla de visualización del tablero.

Fuente. Autor.

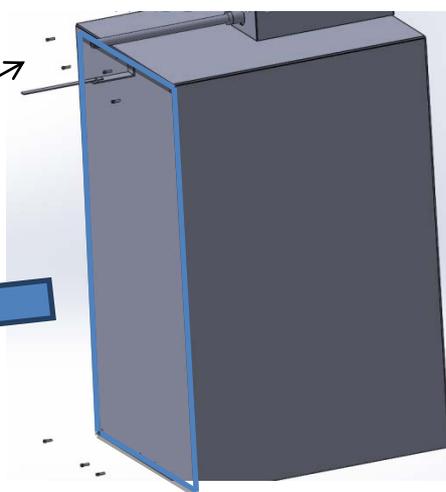
## ANEXOS.

### ANEXO 1

## TAPA DE LA MÁQUINA PARA HACER MANTENIMIENTO.

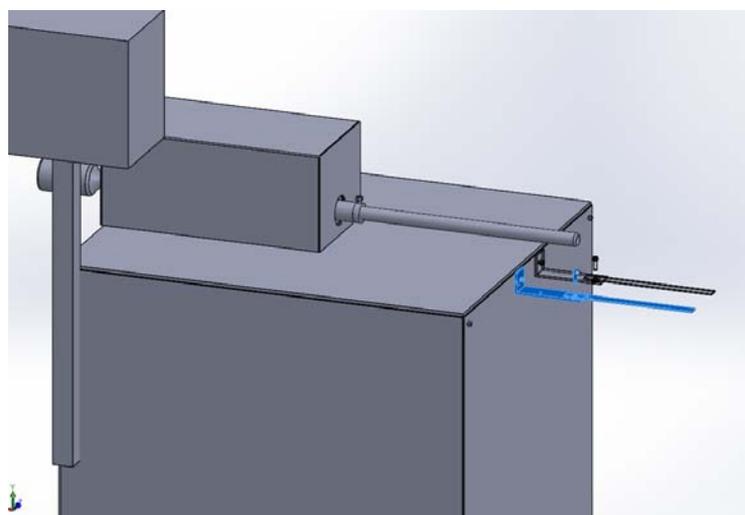


Destornillador de estrella



Tapa de la máquina.

### 6.2 MÁQUINA CON REGLETA OPCIONAL.



**ANEXO 3: (PLANO ELÉCTRICO.)**

**ANEXO 4: PLANO MECÁNICO.**

**ANEXO 5: (IMÁGENES MÁQUINA RETORCEDORA.)**







