



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

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

TEMA:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINA DOSIFICADORA DE HELADOS
DE CREMA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL**

AUTOR: KAREN ALEJANDRA SIMBAÑA ARÉVALO

DIRECTOR: XAVIER ROSERO

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:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003334172		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Simbaña Arévalo Karen Alejandra		
DIRECCIÓN:	Av. Monseñor Leónidas Proaño		
EMAIL:	karensita.sa@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0967465614

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Diseño y construcción de máquina dosificadora de helados de crema para la industria artesanal”
AUTOR (ES):	Simbaña Arévalo Karen Alejandra
FECHA: AA/MM/DD	2015/07/22
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Xavier Rosero

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Karen Alejandra Simbaña Arévalo, con cédula de identidad Nro. 100333417-2, 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 con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es 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 27 días del mes de Junio del 2016

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Karen Alejandra Simbaña Arévalo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Karen Alejandra Simbaña Arévalo, con cédula de identidad Nro. 1003334172, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6 en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINA DOSIFICADORA DE HELADOS DE CREMA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo 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.

Ibarra, a los 27 días del mes de Junio de 2016

(Firma).....

Nombre: Karen Alejandra Simbaña Arévalo

C.C.: 1003334172



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Certifico que bajo mi dirección el trabajo de grado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINA DOSIFICADORA DE HELADOS DE CREMA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL”**, fue desarrollado en su totalidad por la señorita egresada Simbaña Arévalo Karen Alejandra, previo a la obtención del título de Ingeniera en Mecatrónica.

Certifico que ha sido dirigido en todas sus partes, cumpliendo con todas las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica del Norte en lo referente a la elaboración del trabajo de grado.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para sustentación del mismo.

Ibarra, a los 27 días del mes de Junio de 2015.

(Firma) 
Xavier Rosero

DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

CONSTANCIA

Yo, Karen Alejandra Simbaña Arévalo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de a presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio del 2015.

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Karen Alejandra Simbaña Arévalo

C.C.: 100333417-2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fuerza de inspiración.

Con infinito amor a mis padres César y Luz por toda su comprensión y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo y de mi vida, a mi hermana Alexandra que con su ejemplo ha sido un pilar fundamental en mi formación personal y el cumplimiento de objetivos profesionales.

A mis sobrinos Josué y Dereck por ese cariño sincero porque a su corta edad me han enseñado el verdadero valor de las cosas.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermana, por brindarme el apoyo constante en miras de alcanzar mis metas.

Especial reconocimiento al Ing. Carlos Xavier Rosero por su apoyo y guía en el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, y de manera especial al personal docente quienes me ilustraron con sus conocimientos, siempre útiles en la vida profesional.

A todos los amigos y amigas que influyeron de manera directa o indirecta en la elaboración del proyecto, gracias a las personas que me han demostrado el verdadero significado de una amistad, amigos Mb muchas gracias por todo su apoyo, compañeros de la empresa Saitel y las personas que más que amigos han sido parte especial de mi vida muchas gracias.

RESUMEN

El presente proyecto está enfocado al sector que se dedica a la producción artesanal y comercialización de helados de crema en la parroquia Caranqui de la ciudad de Ibarra; el proyecto contribuye con el desarrollo de la matriz productiva del país al mejorar tiempo y recursos humanos en el proceso de fabricación, mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería y la utilización de elementos industriales.

El siguiente documento es el desarrollo del diseño y la construcción de una máquina dosificadora de helados de crema para la industria artesanal.

Este proceso de fabricación tarda demasiado tiempo y sus principales desventajas son: dosificación no uniforme y pérdida de tiempo al dosificar manualmente. El proyecto que se presenta a continuación optimiza semiautomáticamente el proceso de dosificación.

La máquina consta de tres partes principales las cuales son: la estructura, la tolva y el sistema de dosificación. El propósito final es optimizar el tiempo y producción del proceso de fabricación de los helados de crema, para lo cual inicialmente se diseñó las partes de la máquina en 3D utilizando el software CAD Inventor Profesional, para visualizar su forma, posteriormente se realizó el diseño mecánico y los resultados se comparan con los datos obtenidos de las simulaciones de esfuerzos y las simulaciones del factor de seguridad que se realizaron en el software, para verificar de esta manera la veracidad del diseño mecánico. La máquina está en la capacidad de dosificar hasta 13 litros de helado de crema en cada proceso en conos de 45ml.

ABSTRACT

This project is focused on the sector that is engaged in handicraft production and marketing of ice cream in the Caranqui parish of the city of Ibarra; the project contributes to the development of the productive matrix of the country to improve time and human resources in the manufacturing process, by applying knowledge of engineering and the use of industrial elements.

The following document is the development of design and construction of a dosing machine ice cream for the handicraft industry.

This manufacturing process takes too long and its main disadvantages are not uniform and waste of time to manually dispense dosage. The project presented then semi-automatically optimizes the metering process.

The machine consists of three main parts which are: the structure, the hopper and the dosing system. The final purpose is to optimize time and production of the manufacturing process of the ice cream, for which initially the parts of the machine was designed using the CAD Inventor Professional software to display form, subsequently the mechanical design was done and the results are compared with data obtained from simulations efforts and safety factor simulations that were performed on the software, thus to verify the accuracy of the mechanical design. The machine is in the ability to dose up to 13 liters of ice cream cones in each process in 45ml.

TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	
TÉCNICA DEL NORTE	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	IV
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	V
CONSTANCIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT	X
TABLA DE CONTENIDO	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XX
CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 HISTORIA	3
1.2.2 PRODUCCIÓN DE HELADOS DE CREMA EN LA PARROQUIA DE	
CARANQUI 4	
1.3 PRODUCCIÓN DE HELADO.....	5

1.3.1	EL HELADO	5
1.3.1.1	<i>Clasificación De Los Helados</i>	5
1.3.2	PROCESO ARTESANAL DE ELABORACIÓN DE HELADOS	6
1.3.2.1	<i>Extracción de pulpas de frutas</i>	6
1.3.2.2	<i>Proceso de batido del helado</i>	7
1.3.2.3	<i>Proceso De Preparación De Moldes</i>	7
1.3.2.4	<i>Proceso de dosificación manual</i>	8
1.4	DOSIFICADORES INDUSTRIALES	9
1.4.1	TIPOS DE DOSIFICADORES	9
1.4.1.1	<i>Dosificadores De Líquidos</i>	10
1.4.1.1.1	<i>Dosificador por gravedad</i>	10
1.4.1.1.2	<i>Dosificador a pistón</i>	11
1.5	TOLVAS DE ALMACENAMIENTO.....	12
1.5.1	CLASIFICACIÓN DE TOLVAS.....	12
1.5.1.1	<i>Tolva cuadrada</i>	12
1.5.1.2	<i>Tolva cónica</i>	13
1.5.1.3	<i>Tolva octogonal</i>	14
1.6	SISTEMA DE CONTROL	15
1.6.1	SISTEMAS NEUMÁTICOS	16
1.6.1.1	VÁLVULAS.....	17
1.8.1.1.1	<i>Parámetros de una válvula de vías</i>	17
1.6.1.2	ACCIONAMIENTOS NEUMÁTICOS.....	18
1.8.1.2.1	<i>Cilindros de simple efecto</i>	19
1.8.1.2.1	<i>Cilindros de doble efecto</i>	20
1.6.2	SENSORES	20
1.6.2.1	<i>Tipos de Sensores</i>	21
1.6.2.1.1	<i>Sensores ópticos</i>	21
1.6.2.1.2	<i>Sensores de posición</i>	21
1.6.2.1.3	<i>Sensores de contacto</i>	22

1.6.2.1.4	<i>Sensores magnéticos</i>	23
1.6.2.1.5	<i>Sensores infrarrojos</i>	23
1.6.3	CONTROLADORES.....	24
1.6.3.1	<i>Controladores lógicos programables (PLC)</i>	24
1.6.3.2	<i>Programación en Logo</i>	26
1.6.3.3	<i>Características Logo Soft Confort</i>	27
1.7	MOTORREDUCTORES.....	28
1.8	CINTAS TRANSPORTADORAS.....	29
1.8.1	TIPOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS.....	30
1.8.1.1	<i>Cintas de rodillos</i>	30
1.8.1.2	<i>Cintas con ruedas</i>	30
1.8.1.3	<i>Cintas planas</i>	31
1.8.1.4	<i>Cintas con listones</i>	32
CAPITULO 2.....		33
DISEÑO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....		33
INTRODUCCIÓN.....		33
2.1	SELECCIÓN DE MATERIALES.....	33
2.1.1	NORMAS Y CÓDIGOS [].....	34
2.1.2	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MATERIAL SEGÚN NORMAS.....	34
2.2	SELECCIÓN DE MATERIALES PARA CONTACTO DIRECTO CON EL HELADO	36
2.3	DISEÑO MECÁNICO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....	37
2.3.1	TOLVA.....	37
2.3.1.1	<i>Requerimientos de la tolva de alimentación</i>	37
2.3.1.2	<i>Selección y diseño de la tolva de alimentación</i>	39
2.3.1.3	<i>Cálculo de la presión interna del cilindro</i>	42
2.3.1.4	<i>Cálculo del espesor del material según teoría de esfuerzo</i>	43

2.3.1.5	<i>Análisis de fluencia utilizando Cad inventor profesional</i>	45
2.3.2	SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.....	47
2.3.2.1	<i>Cálculo del cilindro dosificador</i>	47
2.3.2.2	<i>Diseño del cilindro dosificador</i>	49
2.3.3	SELECCIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	51
2.3.3.1	<i>Selección del motor para la banda transportadora</i>	54
2.3.4	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....	58
2.3.4.1	<i>Especificaciones técnicas de la estructura</i>	58
2.3.4.2	<i>Diseño De La Estructura De La Máquina Utilizando Cad Inventor Profesional</i>	59
2.3.4.3	<i>Análisis De Esfuerzos</i>	60
2.3.4.3.1	<i>Análisis de esfuerzos en la estructura según teoría del esfuerzo de Von Mises</i>	61
2.3.4.3.2	<i>Diseño utilizando el simulador de análisis de esfuerzos del CAD Inventor Profesional</i>	62
2.3.4.4	<i>Factor de seguridad</i>	64
2.3.4.4.1	<i>Cálculo del FDS utilizando el CAD Inventor Profesional</i>	65
2.4	SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	66
2.4.1	ACOPLES DE SEGURIDAD	66
2.4.2	EL CONTROLADOR	67
2.4.3	SELECCIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES.....	68
2.4.3.1	<i>Sensor óptico para la detección de los moldes</i>	69
2.4.3.2	<i>Luces piloto</i>	70
2.4.3.3	<i>Pulsadores</i>	71
2.4.3.4	<i>Pulsador Paro De Emergencia</i>	72
2.4.3.5	<i>Actuador Neumático para mover la válvula de dosificación</i>	72
2.4.3.6	<i>Actuador Neumático para cilindro de dosificación</i>	75
2.4.3.7	<i>Electroválvulas</i>	77
2.4.3.8	<i>Válvula de giro</i>	78

2.4.4 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	79
2.4.4.1 Contactor.....	79
2.4.4.2 Breaker.....	80
2.4.4.3 Fusibles.....	81
2.4.4.4 Relee térmico.....	82
CAPITULO 3	85
IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA.....	85
3.1 INTRODUCCIÓN	85
3.2 OPERACIONES DE MECANIZADO DE LA MÁQUINA.....	85
3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	89
3.4 PROGRAMA DEL PLC	91
3.4.1 DISTRIBUCIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC.....	93
3.5 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA.....	94
3.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	98
CAPITULO 4	102
IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	102
4.1 INTRODUCCIÓN	102
4.2 PRUEBAS ELÉCTRICAS	102
4.3 PRUEBAS MECÁNICAS.....	103
4.4 PRUEBAS ELECTRÓNICAS	105
4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	106
4.5.1 PRUEBA DE CANTIDAD DE DOSIFICACIÓN.....	106
4.5.1.1 Pruebas de tiempo del cilindro dosificador.....	107
<i>Prueba 1 cilindro de dosificación tiempo (2 segundos)</i>	107
<i>Prueba 2 cilindro de dosificación tiempo (3 segundos)</i>	107
<i>Prueba 3 cilindro de dosificación tiempo (5 segundos)</i>	108
4.5.1.1.1 Análisis de resultados.....	109

4.5.1.2	Pruebas de tiempo de apertura de válvula.....	109
	<i>Prueba 1 Apertura y cierre de válvula Tiempo (5 Segundos).....</i>	<i>109</i>
	<i>PRUEBA 2 CILINDRO DE DOSIFICACIÓN TIEMPO (9 segundos).....</i>	<i>110</i>
	<i>PRUEBA 3 CILINDRO DE DOSIFICACIÓN TIEMPO (10 segundos).....</i>	<i>111</i>
4.5.1.2.1	<i>Análisis de resultados.....</i>	<i>112</i>
CAPÍTULO 5		113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		113
5.1	CONCLUSIONES	113
5.2	RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA		115
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Vendedor ambulante de helados	3
FIGURA 1.2	Delicias de Caranqui.....	4
FIGURA 1.3	Clasificación de los helados	5
FIGURA 1.4	Proceso de extracción de pulpa.....	6
FIGURA 1.5	Batido de los ingredientes	7
FIGURA 1.6	Ubicación de moldes de helado en bandejas.....	8
FIGURA 1.7	Dosificación manual del helado.....	8
FIGURA 1.8	Tipos de dosificadores	10
FIGURA 1.9	Dosificador de líquidos por gravedad	11
FIGURA 1.10	Dosificador de líquidos a pistón	11

FIGURA 1.11 Tolva cuadrada.....	12
FIGURA 1. 12 Tolva cónica	13
FIGURA 1.13 Tolva octogonal.....	14
FIGURA 1.14 Diagrama de funcionamiento de un sistema neumático...	17
FIGURA 1.15 Características de las válvulas de vías.....	18
FIGURA 1.16 Cilindro simple efecto.....	19
FIGURA 1.17 Cilindro doble efecto	20
FIGURA 1.18 Sensor óptico	21
FIGURA 1.19 Sensores de posición.....	22
FIGURA 1.20 Sensor de contacto	22
FIGURA 1.21 Sensor tipo reed.....	23
FIGURA 1.22 Sensor infrarrojo.....	23
FIGURA 1.23 Controlador logo 12/24 rc.....	26
FIGURA 1.24 Motorreductor	29
FIGURA 1.25 Banda de rodillos	30
FIGURA 1.26 Banda con ruedas	31
FIGURA 1.27 Banda con ruedas	31
FIGURA 1.28 Banda con listones.....	32
FIGURA 2.1 Propiedades del acero inoxidable 304.....	36
FIGURA 2.2 Bowl batidora.....	40

FIGURA 2.3 Diseño tolva en inventor	42
FIGURA 2.4 Análisis de esfuerzo de Von Misses	46
FIGURA 2.5 Molde de helado.....	48
FIGURA 2.6 Diagrama del cilindro dosificador	50
FIGURA 2.7 Diseño del cilindro dosificador	51
FIGURA 2.8 Banda transportadora comercial	52
FIGURA 2.9 Características de material de la banda	54
FIGURA 2.10 Análisis de desplazamiento en Inventor	60
FIGURA 2.11 Análisis esfuerzo de Von Misses	63
FIGURA 2.12 Análisis del factor de seguridad en Inventor	65
FIGURA 2.13 Ferrules.....	67
FIGURA 2.14 Sensor de presencia	69
FIGURA 2.15 Luces piloto	70
FIGURA 2.16 Pulsador tipo rasante	71
FIGURA 2.17 Pulsador de paro de emergencia	72
FIGURA 2.18 Cilindro neumático para apertura válvula de dosificación	75
FIGURA 2.19 Cilindro neumático para dosificación	77
FIGURA 2.20 Válvula para cilindro neumático de dosificación	78
FIGURA 2.21 Válvula y cámara de dosificación	79
FIGURA 2.22 Contactor para protección del motor.....	80

FIGURA 2.23 Breaker para la protección de la máquina.....	81
FIGURA 2.24 Relee térmico	83
FIGURA 2.25 Diagrama de conexión contactor releé y motor	84
FIGURA 3.1 Simbología ASME	85
FIGURA 3.2 Diagrama de flujo de proceso de construcción de tolva y sus elementos	86
FIGURA 3.3 Construcción de tolva y estructura	87
FIGURA 3.4 Diagrama de flujo de proceso de construcción de dosificador	88
FIGURA 3.5 Construcción de sistema de dosificación.....	89
FIGURA 3.6 Diagrama de flujo del sistema de control.....	90
FIGURA 3.7 Programa en logo para control de maquina dosificadora ...	91
FIGURA 3.8 Diagrama de conexión eléctrica del plc	92
FIGURA 3.9 Plc logo 12/24 RC	93
FIGURA 3.10 Diagrama de conexión PLC LOGO 12/24 RC	94
FIGURA 3.11 Diagrama de flujo de actividades de ensamblaje.....	96
FIGURA 3.12 Ubicación de banda y motorreductor	97
FIGURA 3.13 Ubicación de sensor y estructura para tolva	97
FIGURA 3.14 Ubicación del sistema de dosificación	98
FIGURA 3.15 Ubicación de cilindro y válvulas neumáticas	98

FIGURA 3.16 Diagrama de flujo de implementación de tablero de control	100
FIGURA 3.17 Colocación de luces y pulsadores.....	100
FIGURA 3.18 Cableado interno y externo	101
FIGURA 3.19 Cableado interno y externo	101
FIGURA 4.1 Prueba eléctrica conexión plc	103
FIGURA 4.2 Pruebas mecánicas de estructura y banda	105
FIGURA 4.3 Calibración sensor óptico	106

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Ventajas y desventajas de la tolva cuadrada	13
TABLA 1.2 Ventajas y desventajas de la tolva cónica	14
TABLA 1.3 Ventajas y desventajas de la tolva octogonal.....	15
TABLA 1.4 Ventajas y desventajas de los plc	25
TABLA 2.1 Materiales usados en la industria alimenticia	35
TABLA 2.2 Pruebas de cálculo de densidad.	37
TABLA 2.3 Medidas del bowl de la batidora industrial	40
TABLA 2.4 Propiedades físicas de la tubería de acero inoxidable de 2 "49	
TABLA 2.5 Características de las bandas	53
TABLA 2.6 Selección de actuadores.....	67

TABLA 2.7 Selección de sensores y actuadores.....	68
TABLA 2.8 Características del pulsador	71
TABLA 2.9 Características técnicas del contactor	80
TABLA 2.10 Características técnicas del breaker	81
TABLA 2.11 Características técnicas del fusible.....	82
TABLA 3.1 Condición de válvula de dosificación	89
TABLA 3.2 Entradas y salidas del plc logo	93
TABLA 3.3 Actividades de ensamblaje de la máquina.....	95
TABLA 3.4 Actividades de implementación del sistema de control.....	99
TABLA 4.1 Distancias de prueba entre el sensor y el cono.....	105
TABLA 4.2 Datos primera prueba bandeja 1	107
TABLA 4.3 Datos segunda prueba bandeja 1	107
TABLA 4.4 Datos tercera prueba bandeja 1	108
TABLA 4.5 Datos primera prueba bandeja 1	109
TABLA 4.6 Datos segunda prueba bandeja 1	110
TABLA 4.7 Datos tercera prueba bandeja 1	111

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1 Fórmula para calcular la densidad de una sustancia.....	61
--	----

Ecuación 2.2 Cálculo de la masa del helado.....	61
Ecuación 2.3 Volumen de un cilindro.....	63
Ecuación 2.4 Volumen de una esfera.....	64
Ecuación 2.5 Cálculo de la presión interna de un cilindro.....	65
Ecuación 2.6 Esfuerzo tangencial de la tolva.....	66
Ecuación 2.7 Esfuerzo longitudinal.....	66
Ecuación 2.8 Esfuerzo cortante máximo.....	67
Ecuación 2.9 Esfuerzo de Von Misses.....	69
Ecuación 2.10 Volumen cono truncado.....	71
Ecuación 2.11 Volumen cilindro.....	73
Ecuación 2.12 Potencia del motor.....	79
Ecuación 2.13 Longitud del cilindro.....	80
Ecuación 2.14 Torque del motor.....	80
Ecuación 2.15 Esfuerzo Von Mises.....	84
Ecuación 2.16 Esfuerzo flexionante.....	84
Ecuación 2.17 Esfuerzo flexionante.....	84
Ecuación 2.18 Cálculo del momento flector.....	85
Ecuación 2.19 Condición para q exista fluencia en el material.....	86
Ecuación 2.20 Factor de seguridad.....	88
Ecuación 2.21 Cálculo del área de un cilindro neumático.....	96

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

INTRODUCCIÓN

El proceso de elaboración de helados actualmente es un poco elevado y como se realiza diariamente se convierte en un proceso fatigoso y repetitivo. El mercado actual ofrece máquinas de dosificar helados o cremas pero están enfocadas a nivel industrial con miras a grandes empresas pues sus capacidades sobrepasan los 40 litros, productos que conllevan por ende precios sumamente elevados, los cuales no se encuentran al alcance de la industria artesanal.

“En la industria alimentaria, se producen gran cantidad y diversidad de productos alimentarios para su distribución y venta, a menudo en distintos países. Sería imposible, y en ocasiones destructivo, comprobar todos y cada uno de los productos elaborados para asegurarse de que cumplen todos los requerimientos de seguridad y calidad“ (University, Tecnología de los alimentos, 2007).

Por ello según avanza la tecnología es indispensable aplicarla a la creación de productos que mejoren la calidad de vida de los seres humanos, en este caso que reduzca el trabajo a realizar en la industria artesanal; En este capítulo se describe los fundamentos teóricos los cuales nos permiten conocer las características de funcionamiento del sistema de producción de helados, además se hace mención en los detalles de los instrumentos que se podrán utilizar en la construcción del proyecto en desarrollo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Optimizar la calidad y el tiempo de producción de los helados de crema mediante la implementación de un sistema de dosificación para la industria artesanal.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar los parámetros técnicos para el diseño y construcción de un dosificador.
- Determinar los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que permitan el control y manejo eficiente del dosificador y sus elementos.
- Implementar y ensamblar el equipo en su totalidad.
- Realizar pruebas de funcionamiento y calibración de la máquina.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Ibarra, los índices de producción de helados de crema en el sector de Caranqui crece día a día, pues este lugar se ha convertido en un ícono turístico de nuestro cantón, razón por la cual existe una alta demanda del producto.

En la actualidad la producción diaria de los helados es a través de procesos artesanales, lo que implica realizar un trabajo fatigoso y repetitivo.

Actualmente en la industria artesanal la dosificación de los helados de crema se realiza de forma manual, por lo que realizar dicho proceso consume demasiado tiempo.

Los trabajadores que se encargan de esta actividad tienen contacto directo con los elementos del proceso, razón por la cual siempre utilizan guantes de látex para su correcta manipulación

1.2.1 HISTORIA

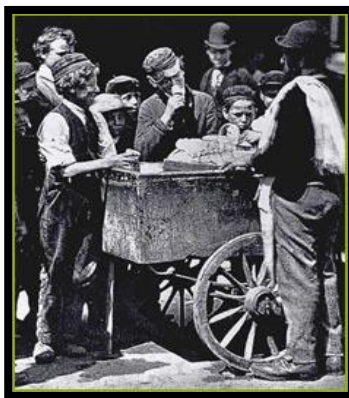


FIGURA 1.1 Vendedor ambulante de helados

Fuente: (Ciencia popular, 2005)

El helado al parecer tiene su origen en China, donde el hielo que se obtenía de forma natural se mezclaba con ingredientes como la leche. De China pasó a la India, a Persia y posteriormente a Grecia y Roma. Poco a poco estos productos fueron extendiéndose por Europa, llevándose luego a América durante el proceso de la colonia (Vollmer, 2011).

En su origen, el helado era más bien de tipo frutal. Más tarde comenzaron a utilizarse la leche y derivados lácteos, nata y cremas. (Vollmer, 2011)

1.2.2 PRODUCCIÓN DE HELADOS DE CREMA EN LA PARROQUIA DE CARANQUI

La parroquia de Caranqui además de haber sido el asentamiento de las culturas Caranque e Inga, importante símbolo de las etapas más ricas de la historia del Ecuador, posee tradiciones que hasta el día de hoy son conservadas por los moradores; una de ellas es la elaboración del pan de leche y los helados de crema (Ver figura 1.3), que son conocidos nacional e internacionalmente (Diario El Norte, 2012).



FIGURA 1.2 Delicias de Caranqui

Fuente: (Caranqui, 2011)

El helado de crema es un producto que se comercializa desde hace muchos años, este ha obtenido un importante reconocimiento por muchas personas de diferentes partes del Ecuador que cada fin de semana visitan la ciudad de Ibarra y disfrutan de su tradicional gastronomía, considerando a Caranqui la tierra de Atahualpa, los helados de crema y el magnífico pan de leche.

1.3 PRODUCCIÓN DE HELADO

1.3.1 EL HELADO

Según la Norma INEN 706 (1983) el helado se define como el “producto alimenticio, higienizado, edulcorado, obtenido a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con adición de otros ingredientes y aditivos permitidos en los códigos normativos vigentes, pueden ser batidos o no sometidos a congelamiento, en condiciones tales que garanticen la conservación del producto.

En su forma más simple, el helado es un postre congelado que puede estar hecho de agua, leche o crema de leche las cuales se combina con saborizantes, edulcorantes o azúcar” (Alfonsin, 2010).

1.3.1.1 Clasificación De Los Helados

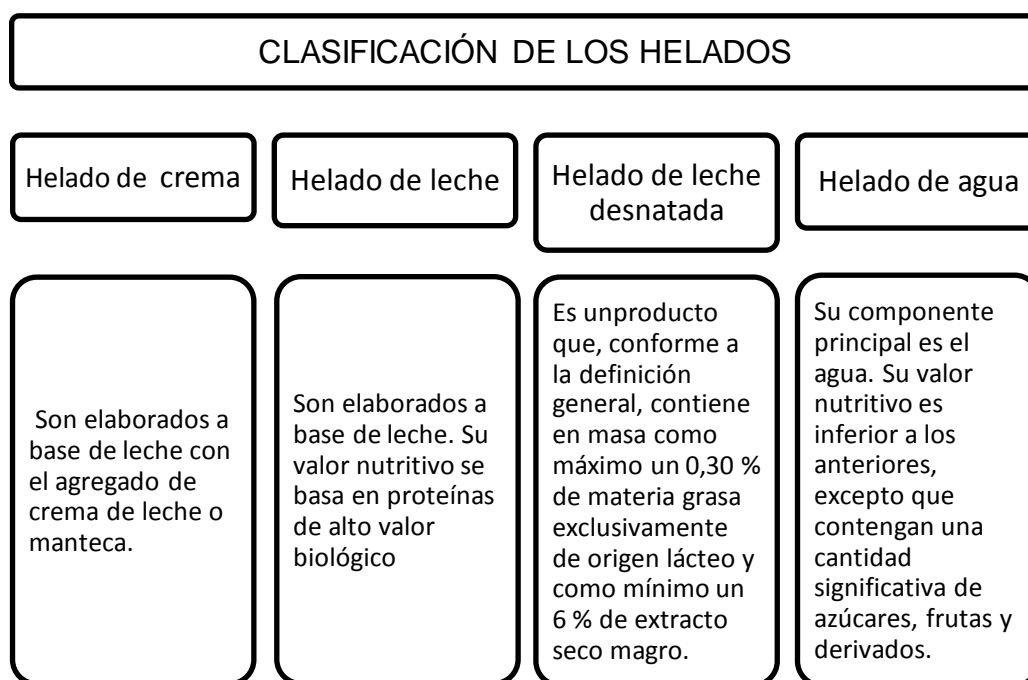


FIGURA 1. 3 Clasificación de los helados

Fuente: (Licata, zonadiet.com, 2010)

1.3.2 PROCESO ARTESANAL DE ELABORACIÓN DE HELADOS

Existen diferentes recetas y formas de elaborar helados de crema de manera artesanal, todo de acuerdo al gusto y necesidad de cada fabricante. En el siguiente ítem se habla del proceso de elaboración de helados de crema de la industria artesanal del sector de Caranqui-Ibarra.

1.3.2.1 Extracción de pulpas de frutas

El primer paso para la elaboración artesanal del helado consiste en la obtención de la pulpa de fruta. La pulpa es sometida al proceso que se detalla a continuación:

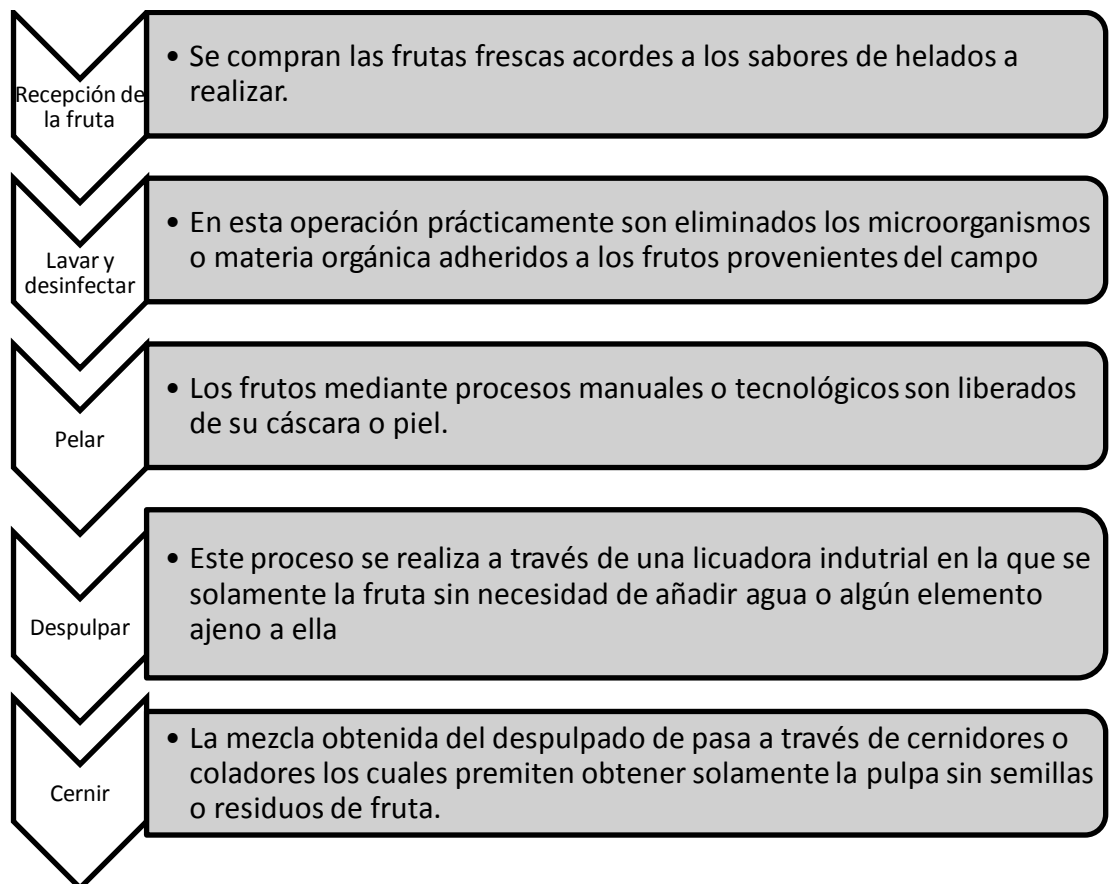


FIGURA 1. 4 Proceso de extracción de pulpa

Fuente: Autor

1.3.2.2 Proceso de batido del helado

Para obtener los helados de crema se utiliza una batidora industrial con capacidad de 13 litros, en el recipiente de la batidora se coloca crema de leche, pulpa de fruta obtenida del proceso anterior, leche, endulzantes, espesantes o saborizantes para sabores artificiales.

Una vez colocados se procede a batir hasta obtener una mezcla homogénea, la cual está lista para ser dosificada en los moldes.



FIGURA 1. 5 Batido de los ingredientes

Fuente: Autor

Para realizar este proceso según (Álvarez, 2011) es muy importante tener en cuenta que si la batimos por mucho tiempo la crema se corre el riesgo que esta comience a convertirse en mantequilla.

1.3.2.3 Proceso De Preparación De Moldes

Los moldes previamente lavados y secados se colocan en bandejas, para luego de esto proceder a la dosificación manual individual, se hace ahínco en este paso para indicar el tiempo que demora en realizar este proceso lo cual conlleva a elevar el tiempo en la elaboración manual.



FIGURA 1. 6 Ubicación de moldes de helado en bandejas

Fuente: Autor

1.3.2.4 Proceso de dosificación manual

Este es el proceso que conlleva más tiempo en la elaboración de helados, la mezcla aproximadamente de 13 litros obtenida es colocada en jarras individuales de 2 litros para desde ella dosificar cada helado, este proceso lleva aproximadamente 15 minutos por cada bandeja de 35 helados, problema principal del trabajo en desarrollo; además de lo señalado anteriormente se obtiene como resultado una dosificación no uniforme lo cual hace que el resultado del producto final sea un helado más grande que otro y se obtienen variaciones entre producción y producción de aproximadamente 8 a 10 helados por cada producción promedio de 70 helados.



FIGURA 1. 7 Dosificación manual del helado

Fuente: Autor

Luego de este proceso se colocan las paletas a cada helado y son llevados a congeladores para luego ser desmoldados, enfundados y comercializados.

Adicionalmente se presentan problemas en la salud de las personas que realizan esta actividad pues al llevar los helados al congelador ellas están expuestas al contacto con los congeladores por elevados intervalos de tiempo.

1.4 DOSIFICADORES INDUSTRIALES

El principio de una dosificación es controlar la concentración de los productos agregados y asegurar la mezcla homogénea en un producto final (García, 2012), los equipos de envasado, no manuales, utilizan distintos tipos de dosificadores dependiendo del producto que se trabaje. El objetivo principal de un dosificador es fraccionar de forma precisa y autónoma el producto a envasar. (Vescovo, 2009). Aquí se describirán los dosificadores de uso más común.

1.4.1 TIPOS DE DOSIFICADORES

Para seleccionar el dosificador adecuado según (García, 2012) se deben tener en cuenta las siguientes características:

- Naturaleza y características del producto a dosificar
- Precisión deseada.
- Despacho de los componentes.
- Cantidad de dosis necesaria o dinámica del despacho.
- Modo de servicio.

Se distinguen los siguientes tipos de dosificadores:

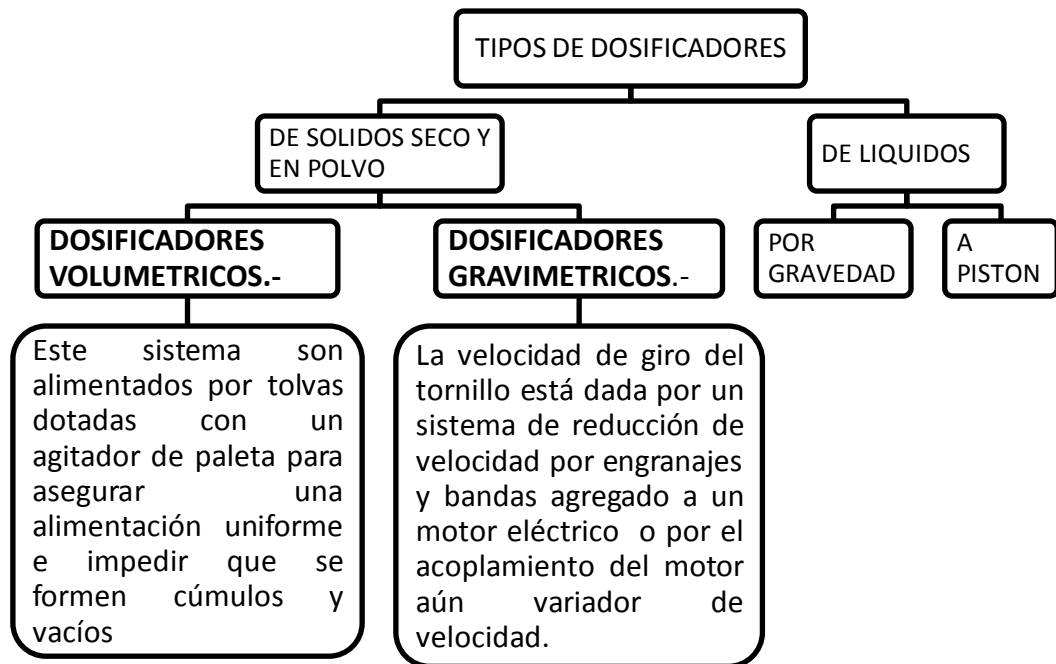


FIGURA 1.8 Tipos de dosificadores

Fuente: (Vescovo, 2009)

En el trabajo en desarrollo debido al tipo de mezcla a dosificar se estudia los tipos de dosificadores de líquido para elegir el más conveniente debido al tipo de mezcla que se obtiene con el proceso anterior.

1.4.1.1 Dosificadores De Líquidos

1.4.1.1.1 Dosificador por gravedad

Consiste en un tanque en el cual se ubica el líquido que normalmente es alimentado por un tanque principal mediante un flotador que tiene en el interior se habilita o deshabilita la alimentación del mismo.



FIGURA 1. 9 Dosificador de líquidos por gravedad

Fuente: (Vescovo, 2009)

En la parte inferior posee una llave de paso que es controlada por la envasadora, esta permite el paso del líquido en el momento preciso. Se utiliza únicamente para productos líquidos como agua, jugos, salmuera, vinos, etc. (Vescovo, 2009).

1.4.1.1.2 Dosificador a pistón

Se utiliza para productos líquidos y semilíquidos, posee en uno o más recipientes herméticos en donde se ubica el líquido y mediante uno o más pistones el producto es desalojado del recipiente y llevado hacia un pico que se ubica al final, donde está el envase que contiene el producto final.



FIGURA 1.10 Dosificador de líquidos a pistón

Fuente: (Vescovo, 2009)

Este dosificador es ideal para productos líquidos densos o viscosos como shampoo, yogur, grasa, tomate triturado, jaleas, dulce de membrillo, etc. También se puede utilizar para líquidos como agua, jugos, vinos, etc. (Vescovo, 2009).

1.5 TOLVAS DE ALMACENAMIENTO

Según (Real academia española, 2001) la tolva es una caja en forma de tronco de pirámide o de cono invertido y abierta por abajo, dentro de la cual se vierten granos u otras sustancias para que caigan poco a poco entre las piezas del mecanismo destinado a triturarlos, molerlos, limpiarlos, clasificarlos o para facilitar su descarga.

1.5.1 CLASIFICACIÓN DE TOLVAS

1.5.1.1 Tolva cuadrada



FIGURA 1.11 Tolva cuadrada

Fuente: (Silos Gourmet)

Como su nombre indica tiene la forma geométrica cuadrada, se puede utilizar soldando sus extremos o atornillando para juntar sus partes.

Está formada por un cuadrado metálico y en la parte inferior una estructura piramidal cortada en su salida la cual permite la descarga del producto.

TABLA 1.1 Ventajas y desventajas de la tolva cuadrada

Ventajas	Desventajas
Facilidad de manufactura	Mayor área de suelda
Fácil de reparar	Exceso de producto almacenado en las esquinas
Facilidad para soldar las paredes para unir las	

Fuente: (Silos Gourmet)

1.5.1.2 Tolva cónica



FIGURA 1. 12 Tolva cónica

Fuente: (Silos Gourmet)

Es generalmente metálica, utilizada con una cubierta lisa generalmente para almacenar líquidos y semilíquidos.

Esta tolva está conformada por una parte superior cilíndrica y una inferior cónica que es por la que se descarga el producto. Tiene únicamente 3 sueldas para su conformación, por lo cual no hay pérdida de producto en sus paredes.

TABLA 1.2 Ventajas y desventajas de la tolva cónica

Ventajas	Desventajas
Vida útil larga	Construcción difícil
No permite pérdidas de producto en sus paredes	Difícil sincronización de todo el sistema

Fuente: (Silos Gourmet)

1.5.1.3 Tolva octogonal



FIGURA 1.13 Tolva octogonal

Fuente: (Silos Gourmet)

Utilizado para almacenamiento de grandes cantidades de producto, es decir, cuando las presiones son muy grandes, de los silos o tolvas es el que más carga resiste.

Está formada por un octógono generalmente metálico y en la parte inferior una estructura piramidal cortada en su salida, la cual sirve para la descarga del producto.

TABLA 1.3 Ventajas y desventajas de la tolva octogonal

Ventajas	Desventajas
Fácil de reparar	Difícil manufactura
Facilidad para soldar las paredes para unir las	Excesivas área de soldas
	Mucha desperdicio del producto almacenado en las esquinas

Fuente: (Silos Gourmet)

1.6 SISTEMA DE CONTROL

El control de un sistema se efectúa mediante un conjunto de componentes mecánicos, neumáticos, eléctricos o electrónicos que, conectados entre ellos obtienen información de su funcionamiento, comparan este funcionamiento con datos previos y, si fuese necesario pueden llegar a modificar el proceso para alcanzar el resultado deseado. Este conjunto de elementos constituye, por lo tanto, un sistema en sí mismo y se denomina sistema de control. (Castañeira, Sistemas de control, 2013)

Según (Castiñeira, Sistemas de control, 2013) los sistemas de control pueden ser:

- **Sistema Manual.-** Para obtener una respuesta del sistema, interviene el hombre sobre el elemento de control.
- **Sistema Automático.-** El sistema da respuesta sin que nadie intervenga de manera directa sobre él, excepto en la introducción de condiciones iniciales o de consigna.

1.6.1 SISTEMAS NEUMÁTICOS

Los sistemas neumáticos son sistemas que utilizan el aire u otro gas como medio principal para el envío de señales.

Dentro del campo de la neumática la tecnología se ocupa, sobre todo, de la aplicación del aire comprimido en la automatización industrial (ensamblado, empaquetado, etc.)

Los sistemas neumáticos se usan como objetivo principal en la automatización de máquinas, los circuitos neumáticos que convierten la energía del aire comprimido en energía mecánica actualmente tienen un amplio campo de aplicación (martillos y herramientas neumáticas, dedos de robots, etc.) por la velocidad de reacción de los actuadores y gracias a que no necesitan un circuito de retorno del aire, el movimiento del émbolo de los cilindros neumáticos es más rápido que en los mecanismos hidráulicos. (Castiñeira, Educación Tecnológica, 20).



FIGURA 1.14 Diagrama de funcionamiento de un sistema neumático

Fuente: (Quiróz)

1.6.1.1 VÁLVULAS

Las válvulas tienen la función de controlar la presión o el paso del aire a presión. Según su tipo, las válvulas pueden clasificarse como:

- Válvulas de vías: sensores, procesadores y actuadores.
- Válvulas de cierre: válvulas anti-retorno.
- Válvulas reguladoras de flujo: válvulas estrangulación.
- Válvulas de presión. • Combinaciones de estas válvulas. Las válvulas de vías controlan el paso de señales neumáticas o del flujo de aire. Estas válvulas abren, cierran o modifican la dirección del paso del aire a presión.

1.8.1.1.1 Parámetros de una válvula de vías

- : • Cantidad de conexiones (vías): 2, 3, 4 o 5 vías.
- Cantidad de posiciones de conmutación: 2 y 3 posiciones.
- Tipo de accionamiento: mecánico, neumático, eléctrico y manual.
- Tipo de reposición: por muelle (resorte), por presión.

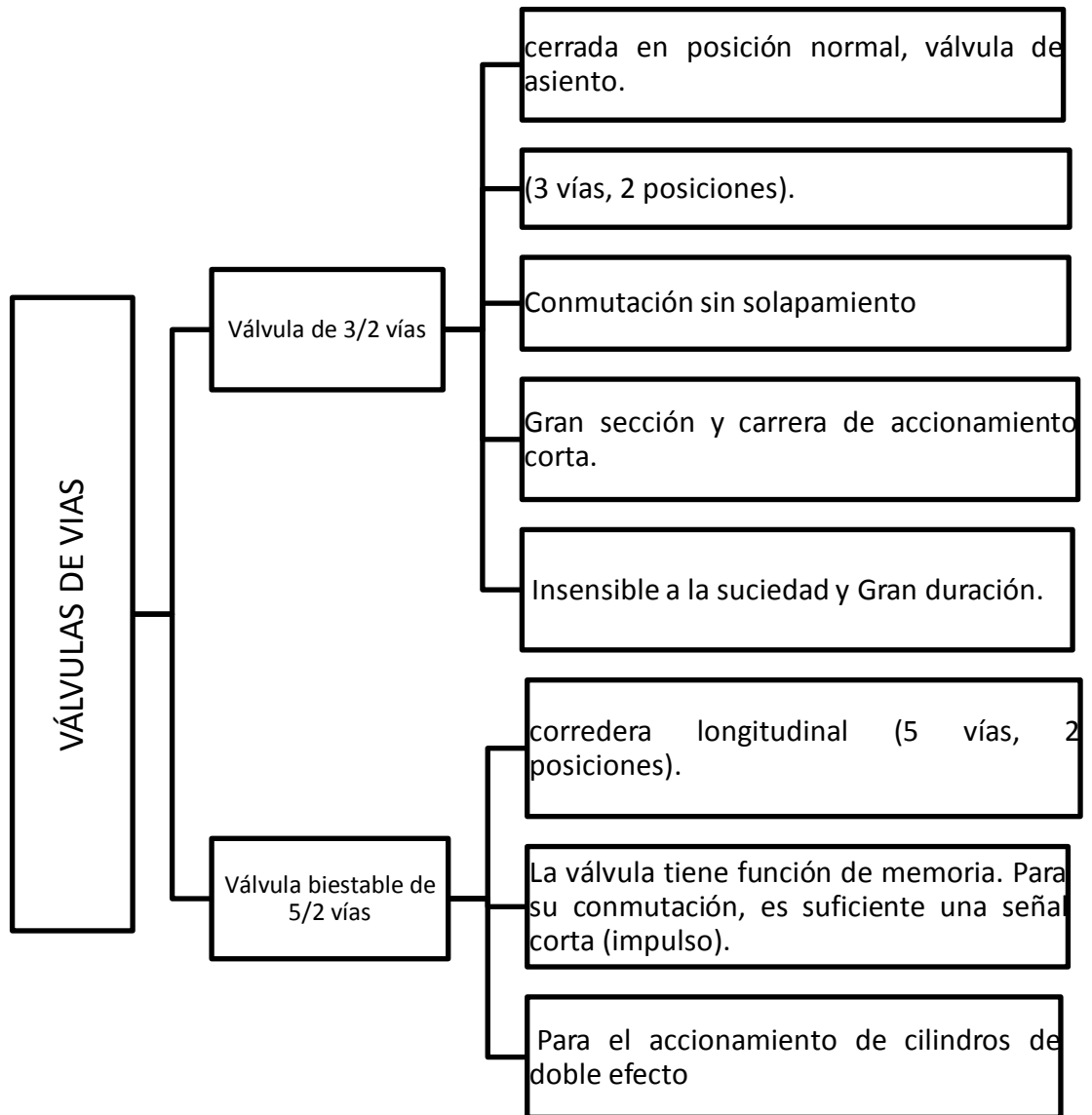


FIGURA 1.15 Características de las válvulas de vías

Fuente: (Quiróz)

1.6.1.2 ACCIONAMIENTOS NEUMÁTICOS

Según (Mendoza) el grupo de los elementos de accionamiento incluye diversas variantes de movimiento lineal y giratorio de diversos tamaños y ejecuciones.

Los elementos de accionamiento son activados mediante válvulas que dejan pasar la cantidad de aire necesaria para su desarrollo. Estas válvulas normalmente están instaladas directamente al conducto principal de aire a presión con la finalidad de mantener en niveles mínimos la pérdida del caudal de aire. Los elementos de accionamiento pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Elementos de accionamiento lineal: cilindro de simple y doble efecto.
- Elementos de accionamiento giratorio: accionamiento giratorio y motor neumático.

1.8.1.2.1 Cilindros de simple efecto

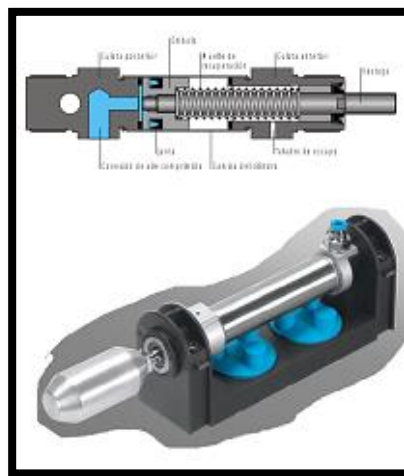


FIGURA 1.16 Cilindro simple efecto

Fuente: (Mendoza)

Los actuadores neumáticos se utilizan para transformar la energía contenida en el aire comprimido en energía dinámica.

En estos cilindros se aplica presión únicamente en un lado del émbolo. El cilindro ejecuta trabajo únicamente en un sentido (carrera de útil), el vástago retrocede por efecto de un muelle o por una fuerza aplicada desde fuera (carrera sin carga). Accionamiento con válvula de 3/2 vías

1.8.1.2.1 Cilindros de doble efecto

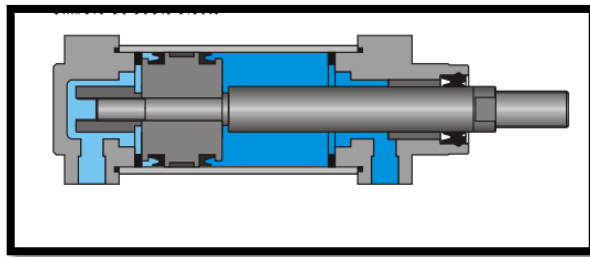


FIGURA 1.17 Cilindro doble efecto

Fuente: (Mendoza)

En el caso de los cilindros de doble efecto se aplica presión en ambos lados. El cilindro trabaja en ambos sentidos. Fuerza del émbolo. En el caso de cilindros con vástago en un lado, la fuerza de avance es superior a la fuerza de retroceso (relación entre la superficie del émbolo y la superficie del émbolo en el lado del vástago). Amortiguación en las posiciones finales. La amortiguación se utiliza si las masas a mover son grandes con el fin de evitar que el émbolo choque con fuerza.

Accionamiento con válvula de 5/2 vías, válvula de 5/3 vías

1.6.2 sensores

Los sensores son dispositivos formados por células sensibles que detectan variaciones en una magnitud física y las convierten en señales útiles para un sistema de medida o control.

Son los elementos físicos que transmiten una señal al sistema cuando hay una variación de algún parámetro. (Rivero, 2012)

1.6.2.1 Tipos de Sensores ¹

1.6.2.1.1 Sensores ópticos

Son dispositivos sensibles a la cantidad de luz que trasgrede sobre ellos. Contienen una célula fotoeléctrica, capaz de conducir más corriente eléctrica cuanta más energía luminosa recibe.



FIGURA 1.18 Sensor óptico

Fuente: (Castiñeira, Sistemas de control, 2013)

Son muy utilizados como sensores de proximidad, es decir, reaccionan a la presencia de una persona u objeto.

1.6.2.1.2 Sensores de posición

Permiten conocer la posición relativa de un objeto en un sistema.

¹ (Castiñeira, Sistemas de control, 2013)

Pueden percibir la presencia del objeto en el extremo de un recorrido, como los sensores de fin de carrera, o la distancia a la que se encuentra el objeto del sensor, como los sensores de distancia (Ver figura 1.19).



FIGURA 1.19 Sensores de posición

Fuente: (Castiñeira, Sistemas de control, 2013)

1.6.2.1.3 Sensores de contacto

Son básicamente, interruptores que se accionan cuando un elemento móvil alcanza determinado punto de su recorrido, que no se desea sobrepasar.



FIGURA 1.20 Sensor de contacto

Fuente: (Castiñeira, Sistemas de control, 2013)

Mientras el objeto no llegue al final del recorrido, la salida se encuentra, por ejemplo, en "bajo". Cuando el objeto acciona el sensor, la salida cambia inmediatamente a "alto".

1.6.2.1.4 Sensores magnéticos

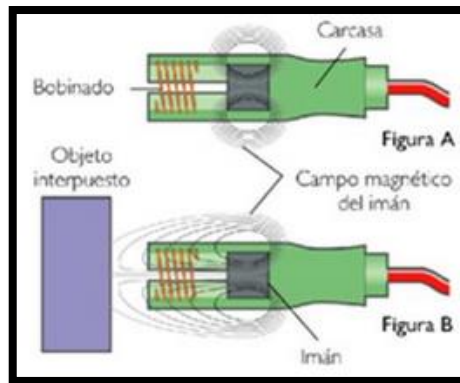


FIGURA 1.21 Sensor tipo Reed

Fuente: (Castiñeira, Sistemas de control, 2013)

Básicamente detectan los campos magnéticos que provocan los imanes o las corrientes eléctricas. El principal es el llamado interruptor Reed; consiste en un par de láminas metálicas de materiales ferromagnéticos metidas en el interior de una cápsula que se atraen en presencia de un campo magnético, cerrando el circuito.

1.6.2.1.5 Sensores infrarrojos

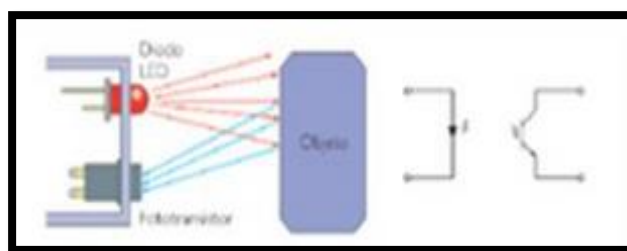


FIGURA 1.22 Sensor infrarrojo

Fuente: (Castiñeira, Sistemas de control, 2013)

Son diodos capaces de emitir luz infrarroja y transistores sensibles a este tipo de ondas y que por lo tanto detectan las emisiones de los diodos. Esta es la base del funcionamiento de los mandos a distancia.

1.6.3 CONTROLADORES

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. (Rambaldo, 2013).

1.6.3.1 Controladores lógicos programables (PLC)

Según (Torres, 2012) un contador lógico programable se define como un dispositivo electrónico digital que utiliza una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas, para el control de maquinaria y procesos.

Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida.

Los PLC cuentan con características específicas que los diferencian de las computadoras y microcontroladores; Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador. Es muy sencilla tanto la programación como el entendimiento del lenguaje de programación que implementa, el cual se basa en operaciones de lógica y conmutación.

TABLA 1.4 Ventajas y desventajas de los plc

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>No es necesario dibujar el esquema de contactos</p>	<p>Necesita un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido.</p>
<p>No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es grande.</p>	<p>El coste inicial es muy elevado</p>
<p>La lista de materiales queda sensiblemente reducida, evita proveedores</p>	
<p>Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.</p>	
<p>Mínimo espacio de ocupación.</p>	
<p>Menor coste de mano de obra de la instalación.</p>	
<p>Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.</p>	
<p>Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.</p>	
<p>Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.</p>	

Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómatas sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Fuente: Autor

1.6.3.2 Programación en Logo



FIGURA 1.23 Controlador logo 12/24 rc

Fuente: Autor

Se puede trabajar tanto diagramas ladder (escalera o de contactos) o en diagrama de bloques, y en su editor "Logo. Soft Comfort" permite transformar de una forma a otra, la que se crea en otra hoja de edición, pero la transformación no siempre es parece óptima y ordenada. Internamente el Logo trabaja como un programa de bloques; genera miles de pulsos por ciclo de programa (un ciclo de programa es como un barrido que hace a todas las instrucciones del programa); y cualquiera de sus entradas digitales pueden aplicarse hasta 4 Hz (4000 pulsos por segundo) y sus entradas especiales I3, I4, I5, I6 cuentan más rápido de 5 Hz.

Logo tiene una pantalla que nos permite la entrada y visualización de datos: Logo TD display. , que cuenta con 4 filas de 12 caracteres (León, 2011).

1.6.3.3 Características Logo Soft Confort

Creación gráfica de su programa offline como diagrama de escalones (esquema de contacto / esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones)

- Simulación del programa en el ordenador
- Generación e impresión de un esquema general del programa
- Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte
- Comparación de programas
- Parametrización cómoda de los bloques
- Transferencia del programa desde LOGO al PC y del PC a LOGO.
- Lectura del contador de horas de funcionamiento
- Ajuste de la hora
- Ajuste del horario de verano e invierno
- Prueba online:
- Indicación de estados y valores actuales de LOGO! en modo RUN:
- Estados de entradas y salidas digitales, de marcas, de bits de registro de desplazamiento y de teclas de cursor
- Valores de todas las entradas y salidas analógicas y marcas
- Resultados de todos los bloques
- Valores actuales (incluidos tiempos) de bloques seleccionados

- Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP).

1.7 MOTORREDUCTORES

Los Reductores o Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y equipos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. (Proveedora de equipos electromecánicos y automatización, 2010).

Las ventajas de usar Reductores y/o Motorreductores son:

- Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- Poco espacio de ocupación para el mecanismo.
- Poco tiempo de instalación y mantenimiento.
- Elemento seguro en todos los aspectos, muy protegido.

Para procesos que requieren una velocidad inferior a 900 r.p.m., las alternativas diferentes a la utilización de reductores de velocidad son poco exitosas: los variadores de frecuencia implican una elevada potencia para dichos requerimientos, lo que conlleva un alto costo; mientras que el sistema de cadenas o poleas es muy poco eficiente. Por ello, los reductores de velocidad son la alternativa que brinda mayores beneficios para la industria en general. (Revista electrónica Ap&S, 2010).



FIGURA 1.24 Motorreductor

Fuente: (Siemens).

La función de un motorreductor consiste en disminuir la velocidad a los motores y permitir el eficiente funcionamiento de las máquinas, agregándole por otro lado potencia y fuerza.

1.8 CINTAS TRANSPORTADORAS 2

Según (Brunssen) una cinta transportadora o banda transportadora es un aparato para el transporte de objetos formado por dos o más poleas que mueven una cinta transportadora continua.

Las poleas son movidas por motores, haciendo girar las poleas conjuntamente con la cinta transportadora y así lograr movilizar el material depositado en la misma.

En el mercado existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte. Las

² (Brunssen)

cintas o bandas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados.

1.8.1 TIPOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS 3

1.8.1.1 Cintas de rodillos



FIGURA 1.25 Banda de rodillos

Fuente: (Gómez)

Es una forma muy común de cinta. El camino consiste en una serie de tubos (rodillos) perpendiculares a la dirección de avance, como se ilustra en la figura. Los rodillos están contenidos en un armazón fijo que eleva la cinta del suelo desde varios decímetros a algo más de un metro. Los pallets planos o bandejas portando la carga unitaria son desplazados a medida que giran los rodillos.

1.8.1.2 Cintas con ruedas

Operativamente son similares a los rodillos. Sin embargo en lugar de rodillos, pequeñas ruedas como las de los “patines” montadas sobre ejes

³ (Gómez)

rotatorios conectados al almacén se emplean para desplazar las bandejas, u otros contenedores a lo largo del camino.



FIGURA 1.26 Banda con ruedas

Fuente: (Gómez)

Las aplicaciones de este tipo de cintas son similares a las de los rodillos, excepto que las cargas deben ser en general más ligeras.

1.8.1.3 Cintas planas

Este tipo de cinta está disponible en dos formatos comunes: cintas planas para pallets, piezas o incluso ciertos tipos de materiales en masa; y cintas huecas para materiales en masa. Los materiales se sitúan en la superficie de la cinta y viajan a lo largo del recorrido de la misma.



FIGURA 1.27 Banda con ruedas

Fuente: (Gómez)

1.8.1.4 Cintas con listones

Este sistema emplea plataformas individuales, llamadas listones o tablillas, conectadas a una cadena continua en movimiento. El mecanismo impulsor es la cadena, funciona en gran medida como una cinta plana.



FIGURA 1.28 Banda con listones

Fuente: (Gómez)

Las cargas se sitúan sobre la superficie plana de las tablillas y se desplazan con las mismas. La dirección es generalmente en línea recta, pero al ser movidas por cadenas existe la posibilidad de introducir curvas en el camino mediante ruedas dentadas, las cintas con listones pueden tener giros en su lazo continuo.

CAPITULO 2

DISEÑO DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se diseñará la estructura de la máquina dosificadora de helados de crema para la industria artesanal. Dicha estructura debe garantizar la estabilidad de la máquina y soportar todas las cargas que van a ser colocadas sobre ella. Se realizará además la selección de elementos que se encuentran en el mercado los cuales por su coste o manufactura tienen preferencia sobre los elementos recién a diseñar.

3.1 SELECCIÓN DE MATERIALES

La acertada selección del material a utilizarse repercutirá al final en el éxito o fracaso del presente proyecto, de allí la importancia de realizar una elección minuciosa y técnica del material a emplearse en el diseño.

El proceso de selección de materiales, abarca un análisis entre las propiedades tanto físicas como químicas del acero inoxidable.

La “ingeniería” y la “higiene” no deben considerarse como entidades separadas, sobre todo cuando se trata de la industria alimentaria. Se presenta algunas consideraciones para la selección de un material. (Aplica- inox).

3.1.1 NORMAS Y CÓDIGOS [4]

Una norma es el grupo de determinaciones para partes, materiales o procesos establecidos, con el objetivo de lograr uniformidad, eficiencia y calidad especificadas, su fin es poner un límite al número de artículos en las especificaciones para proporcionar un inventario razonable de herramientas, tamaños, formas y variedades. Un código es un conjunto de especificaciones para analizar, diseñar, manufacturar y construir algo. El propósito de un código consiste en lograr un grado específico de seguridad, eficiencia y desempeño o calidad. Las normas más utilizadas en la actualidad y es necesario mencionar en la realización del presente proyecto son las ASTM, AISI, ISO e INEN

- American Society of Testing and Materials (ASTM)
- American Iron and Steel Institute (AISI)
- International Standards Organization (ISO)
- Instituto Ecuatoriano de normalización (INEN)

3.1.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MATERIAL SEGÚN NORMAS

Según la norma europea UNE- EN 1672-2 " La maquinaria para procesado de alimentos; “ Durante la producción, y para proteger el alimento, los componentes de la máquina no deben desprender sustancias nocivas ni que alteren negativamente el sabor ni el olor de los alimentos, tanto por contacto directo como indirecto”.

⁴ (Budinas & Nisbett, 2008)

Para garantizar la seguridad durante la limpieza, los materiales de los componentes de la máquina no deben reaccionar al producto de limpieza ni desinfectantes por lo tanto, deben ser resistentes a la corrosión, estables mecánicamente y diseñados de manera que la superficie del material no sufra alteraciones. (Wager).

Materiales convencionales

TABLA 2.5 Materiales usados en la industria alimenticia

Acero inoxidable austenítico	Aluminio	Sintéticos
El acero inoxidable de aleación fina suele ser la mejor opción para la construcción de una instalación en la industria alimentaria.	El aluminio se utiliza con mayor frecuencia para construcciones. Es económico y fácil de procesar y mecanizar.	Los componentes de material sintético que pueden entrar en contacto directo con los alimentos deben cumplir las exigencias del reglamento 1935/2004/CE o las certificaciones de la FDA (CFR 21, apartado 170-199).
Los materiales más conocidos son AISI-304, AISI-316 y AISI-316L (número de material DIN (1.4301/1.4401/1.4404), conocidos como V2A, V4A o INOX.	Gracias a una capa química especial, los componentes de aluminio pueden hacerse resistentes a los productos de limpieza.	Además de la resistencia al riesgo de corrosión, la limpieza es un factor importante para seleccionar el material sintético apropiado. Las piezas no deben desprender ni absorber sustancias nocivas.

Fuente: (Wager)

3.2 SELECCIÓN DE MATERIALES PARA CONTACTO DIRECTO CON EL HELADO

En el anterior ítem se determinó los diferentes tipos de materiales existentes en el mercado.

Según la (European Hygienic Engineering and Design Group, 2004) los aceros inoxidable ofrecen una excelente protección contra la corrosión y, por ello, se usan mucho en la industria alimentaria.

La gama de aceros inoxidable disponibles es grande y la selección de la calidad más apropiada depende de las características corrosivas del proceso y de los productos químicos que vayan a ser usados para la limpieza, la elección más común será AISI-304.

De acuerdo a los accesorios disponibles en el mercado el acero inoxidable AISI-316, está disponible para su adquisición en Ecuador y posee las siguientes propiedades:

Propiedades mecánicas:	Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI) Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI) Elongación 30 % (en 50mm) Reducción de área 40 % Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
Propiedades físicas:	Densidad 7.8 g/cm ³ (0.28 lb/in ³)
Propiedades químicas:	0.08 % C mín 2.00 % Mn 1.00 % Si 18.0 – 20.0 % Cr 8.0 – 10.5 % Ni 0.045 % P 0.03 % S

FIGURA 2.29 Propiedades del acero inoxidable 304

Fuente: (Sumitec)

3.3 DISEÑO MECÁNICO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

Para la construcción y ensamblaje de la máquina dosificadora es necesario determinar cada una de las partes que constituyen la máquina, a continuación se detallan las partes constituyentes de la máquina y su referencia a los requerimientos para su construcción.

3.3.1 TOLVA

Para el proceso de dosificación se necesita utilizar una tolva que tenga la misma medida que posee el bowl de la batidora pues lo ideal en un futuro es realizar el batido e inmediatamente iniciar el proceso de dosificación.

3.3.1.1 Requerimientos de la tolva de alimentación

Para el diseño de la tolva y para seleccionar el valor del espesor del material se toma como punto inicial la densidad de la sustancia que se va a dosificar, en este caso el helado de crema.

No existen valores específicos en tablas de las cuales se pueda obtener este valor por lo cual se procede a realizar una medición mediante pruebas.

El helado de crema no siempre va a tener la misma densidad pues esta varía de acuerdo al tiempo de batido o sabor del helado debido a los ingredientes utilizados, por lo cual se realiza la prueba con 4 sabores de helado dando los siguientes valores.

TABLA 2.6 Pruebas de cálculo de densidad.

Sabor		Mora	Chocolate	Fresa	Coco	Guanábana	Taxo	Promedio
helado								
Masa bowl		1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
mb [Kg]								
Masa total		6.14	6.132	6.139	6.129	6.146	6.129	6.136
Mt [Kg]		1						
Masa del helado		4.55	4.542	4.549	4.539	4.556	4.539	4.546
mh [Kg]	1							
Volumen		11.5	11.3	11.6	11.4	11.5	11.7	11.5
Vh [L]								
Densidad Dh [Kg/L]		0.39	0.4019	0.3921	0.3981	0.3961	0.387	0,395
		5					9	

Fuente: Autor

Según la fórmula

$$d = \frac{m}{v}$$

Ecuación 2.1 Fórmula para calcular la densidad de una sustancia

Fuente: (Martín, 2011)

Donde

d= densidad (kg/ m³)

m= masa (kg)

v= volumen (m³)

$$mh = mt - mb$$

Ecuación 2.2 Cálculo de la masa del helado

mh= masa del helado

mt= masa total

mb= masa del bowl

El bowl sin contener ninguna cantidad de producto posee mb=1.59 Kg.

Haciendo los cálculos según la tabla de pruebas 2.1 se obtiene la siguiente densidad promedio

$$Dh = 0.395 \left(\frac{Kg}{L} \right)$$

Para los cálculos se toma la densidad en Kg/m³ dando un valor

$$Dh = 395.22 \text{ Kg/ m}^3$$

Entonces el diseño de la tolva deberá soportar un peso de 4.546 kg que es el peso del helado que se va a dosificar.

3.3.1.2 Selección y diseño de la tolva de alimentación

Ya se realizó la selección del material con el que se va a diseñar y construir los elementos de la máquina. El paso a seguir es seleccionar las dimensiones y la forma que debe tener dicha estructura.

El proceso de dosificación iniciará una vez terminado el proceso de batido por lo cual se utiliza como tolva de alimentación una tolva similar al propio bowl de la batidora, la cual se adecua a las necesidades del proceso de dosificación, esta tiene forma semi- esférica cilíndrica y según sus características se obtiene los siguientes datos:

TABLA 2.7 Medidas del bowl de la batidora industrial

Datos	Esfera	Cilindro
Radio (m)	0,24	0,24
H (m)	0,24	0,19

Fuente: Autor

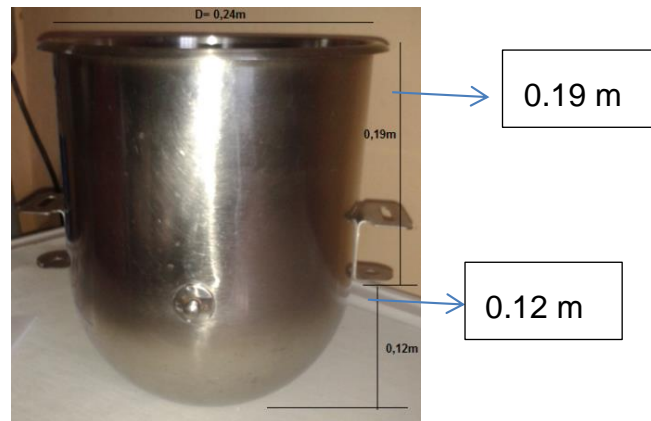


FIGURA 2.30 Bowl batidora

Fuente: Autor

Cálculo del volumen de la tolva

Volumen tolva = volumen cilindro+ volumen semi-esfera

$$V_c = \pi * r^2 * h$$

Ecuación 2.3 Volumen de un cilindro

Fuente: (Colección Mi Academia)

Vc= volumen del cilindro [m³]

π= constante 3.1459

h=altura del cilindro 0,19 [m]

r= radio del cilindro 0,12 [m]

$$Vc = \pi * 0.12^2 * 0.19$$

$$Vc = 0.0085954 [m^3]$$

Cálculo de volumen de la esfera

$$Ve = \frac{4}{3} \pi * r^3$$

Ecuación 2.4 Volumen de una esfera

Fuente: (Colección Mi Academia)

Ve= volumen esfera [m³]

r= radio de la esfera 0,12[m]

$$Ve = \frac{4}{3} \pi * 0.12^3$$

$$Ve = 0.007238 [m^3]$$

Como la forma de la tolva es media esfera:

Volumen semiesfera= volumen esfera /2

$$Volumen\ semiesfera = \frac{Ve}{2}$$

$$Volumen\ semiesfera = \frac{0.007238}{2}$$

$$Volumen\ semiesfera = 0.003619 [m^3]$$

$$Volumen\ tolva = Vcilindro + Vsemiesfera$$

$$Volumen\ tolva = 0.01221 [m^3]$$

Diseño de la tolva en inventor

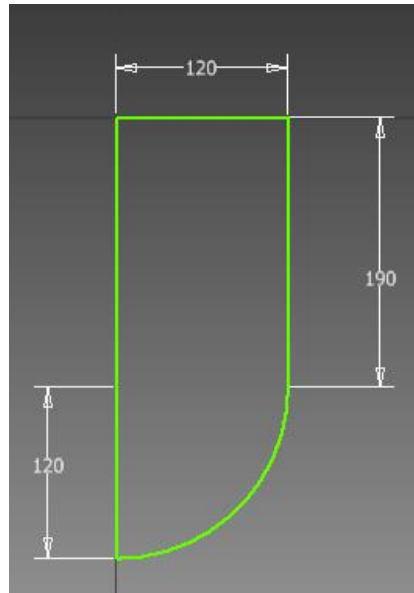


FIGURA 2.31 Diseño tolva en inventor

Fuente: Autor

3.3.1.3 Cálculo de la presión interna del cilindro

$$P = \rho * g * h$$

Ecuación 2.5 Cálculo de la presión interna de un cilindro

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

P = presión

ρ = densidad [Kg/m³]

g = gravedad [m/s²]

h = altura del cilindro [m]

Teniendo en cuenta que el valor de la densidad del helado que se obtuvo de la ecuación 2.2 se obtiene:

$$\rho = 395.22 \text{ Kg/m}^3$$

Luego reemplazando valores en la ecuación 2.5

$$P = 395.22 * 9.81 * 0.31$$

$$P = 1201.90 \text{ [Pa]}$$

3.3.1.4 Cálculo del espesor del material según teoría de esfuerzo

“El esfuerzo se define como la fuerza por unidad de área en unidades Psi o Mpa en un elemento sometido a ciertas fuerzas, por lo general el esfuerzo se distribuye como una función que varía constantemente dentro del continuo del material. Cada elemento infinitesimal del material puede experimentar esfuerzos diferentes al mismo tiempo”. (Norton, 2011)

Esfuerzo tangencial:

$$\sigma_t = \frac{p \cdot (d_i)}{2t}$$

Ecuación 2.6 Esfuerzo tangencial de la tolva

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Esfuerzo longitudinal:

$$\sigma_L = \frac{p \cdot d_i}{4t}$$

Ecuación 2.7 Esfuerzo longitudinal

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

En donde:

p = presión [Pa]

d_i = diámetro promedio interno [m]

$$d_i = \frac{0.24 + 0,0254}{2}$$

$$d_i = 0.1327 \text{ [m]}$$

t = espesor de la pared del cilindro [m]

Reemplazando valores en la ecuación 2.7 y 2.8 respectivamente se tiene:

$$\sigma_t = \frac{1201.90 * 0.1327}{4t}$$

$$\sigma_t = \frac{79.746}{4t}$$

$$\sigma_L = \frac{1201.90 * 0.1327}{4t}$$

$$\sigma_L = \frac{39.873}{t}$$

Aplicando la teoría del esfuerzo cortante máximo para poder determinar el espesor del cilindro, la cual según (Budinas & Nisbett, 2008) menciona que:

$$\sigma_e = \sigma_t + \sigma_L \leq \frac{S_y}{n}$$

Ecuación 2.8 Esfuerzo cortante máximo

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

En donde:

σ_e = Esfuerzo equivalente

σ_t, σ_L = esfuerzos principales

S_y = resistencia a la fluencia

n = factor de seguridad

Se reemplaza valores en la ecuación 2.8 tomando como valor $S_y = 241$ [Mpa] según las tablas (Ver anexo 1), además (Mott, 2006) en la sección

5.7 da a conocer los factores de seguridad tomando $n=2$ para el diseño de estructuras bajo cargas estáticas, en las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.

$$\sigma_e = \frac{79.746}{t} + \frac{39.873}{t} \leq \frac{241 \cdot 10^6}{2}$$

$$\frac{119.619}{t} \leq 120.5 \cdot 10^6$$

$$t = 9,92 \cdot 10^{-7}$$

$$t = 0,000992 \text{ mm}$$

Al estar la placa sometida a muy bajos esfuerzos el espesor de esta es muy pequeño, sin embargo para efectos de soldadura y acabados finales superficiales se utilizará el material acero inoxidable 304 de 1.5mm de espesor.

3.3.1.5 Análisis de fluencia utilizando Cad inventor profesional

Una de las teorías para determinar si se produce la fluencia en los materiales dúctiles es la teoría de la Energía de Distorsión (ED), llamada también Esfuerzo Von Misses.

“La teoría de la energía de deformación máxima predice que la fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material”.

(Budinas & Nisbett, 2008)

Es decir, la fluencia ocurre cuando

$$\sigma' \geq S_y$$

Ecuación 2.9 Esfuerzo de Von Mises

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Dónde:

σ' = esfuerzo Von Mises

S_y = resistencia a la fluencia del material.

Para determinar si la fluencia ocurre en la estructura de la máquina, se simula el esfuerzo de Von Mises en el CAD Inventor Profesional.

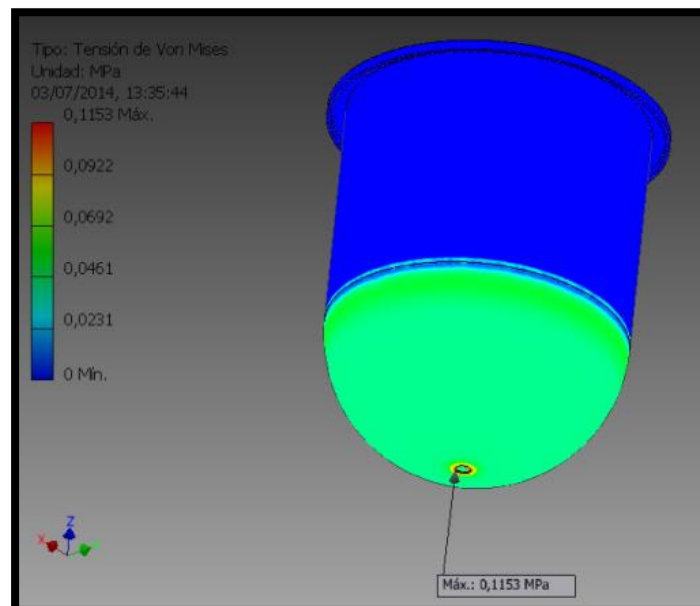


FIGURA 2.32 Análisis de esfuerzo de Von Mises

Fuente: Autor

Los resultados de la simulación establecen que el máximo Esfuerzo de Von Mises presente en la estructura es de 0,1153 Mpa. Si se compara este valor con el valor de la resistencia a la fluencia del material, se puede concluir que no existe fluencia en la estructura, porque no se cumple lo estipulado en la ecuación de fluencia.

$$0,1153 \geq 241$$

Los resultados de la simulación del Esfuerzo Von Misses comprueban que el diseño de la tolva cumple con las necesidades ya que garantiza el soporte de la presión interna.

3.3.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

Según los tipos de dosificadores para semilíquidos estudiados en el capítulo anterior, de las dos alternativas planteadas la mejor por sus condiciones de eficiencia, manufactura, costos y mantenimiento es la segunda alternativa que se trata de dosificación a pistón, además de las características antes mencionadas la densidad del helado de crema es el factor principal para la selección del tipo de dosificador.

3.3.2.1 Cálculo del cilindro dosificador

Para saber el volumen del cilindro dosificador se calcula primero el volumen de los moldes de helados de crema.

Utilizando la fórmula del volumen de un cono truncado.



FIGURA 2.33 Molde de helado

Fuente: Autor

Para el cálculo del volumen del molde se utiliza la fórmula de volumen del cono truncado;

$$V_{ct} = \frac{1}{3} * (\pi * h + (r^2 + R^2 + (R * r)))$$

Ecuación 2.10 Volumen cono truncado

Fuente: (Colección Mi Academia)

V_{ct}= volumen cono truncado

h=altura del cono

r= radio inferior del cono

R= radio superior del cono

$$R = 3.0383 \text{ [cm]}$$

$$r = 1.498 \text{ [cm]}$$

$$h = 8,697 \text{ [cm]}$$

$$\pi = 3,141592654$$

$$V_{ct} = \frac{1}{3} * (\pi * 8.697 + (1.498 + 3.0383^2 + (3.0383 * 1.498)))$$

Reemplazando los valores anteriores en la ecuación se obtiene el siguiente valor.

$$V_{ct} = 145,96 \text{ [cm}^3\text{]}$$

La dosificación se realiza en bandejas las cuales estarán ordenadas en pares de conos, realizando la dosificación individual de dos helados a la vez.

Volumen cilindro dosificador= 2 volumen del molde

$$\text{volumen cilindro dosificador} = 2 * 145,96 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\text{volumen cilindro dosificador} = 291,92 \text{ [cm}^3\text{]}$$

3.3.2.2 Diseño del cilindro dosificador

Para el diseño del cilindro de dosificación se utilizará una tubería de acero inoxidable de 2" existente en el mercado con las siguientes especificaciones.

TABLA 2.8 Propiedades físicas de la tubería de acero inoxidable de 2 "

Díámetro interior	E	P	A	I	W	i
mm	Mm	Kg/m	Cm	cm ⁴	cm ³	cm
50.80	1.5	10.80	2.92	7.06	2.78	1.74

Fuente: (Dipac, 2012)

Según la ecuación 2.4 del cálculo del volumen del cilindro

$$V_c = \pi r^2 h$$

Ecuación 2.11 Volumen cilindro

Fuente: (Colección Mi Academia)

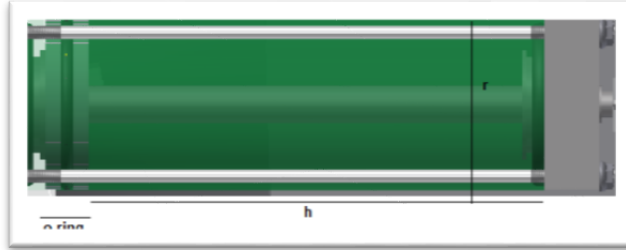


FIGURA 2.34 Diagrama del cilindro dosificador

Fuente: Autor

$$\begin{aligned} r &= 2.54 \text{ cm} \\ e &= 0,15 \text{ cm} \\ \pi &= 3,141592654 \end{aligned}$$

Dónde para un volumen calculado $V_c = 291.92 \text{ [cm}^3\text{]}$ conocido su radio se tiene:

$$h = \frac{V_c}{\pi r^2} \quad h = 14.40 \text{ [cm]}$$

El cilindro dosificador comprende en general la cámara de dosificación y accesorios internos así:

$$\text{Distancia total cilindro} = \text{dosificación} + \text{distancia seguridad}$$

$$\text{Distancia total cilindro} = 10.40 + 3 = 13.40 \text{ [cm]}$$

Longitud del vástago = 15 cm

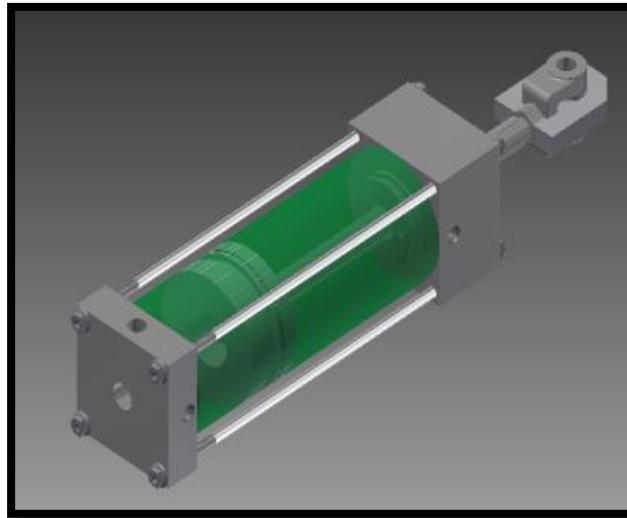


FIGURA 2.35 Diseño del cilindro dosificador

Fuente: Autor

3.3.3 SELECCIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA

La cinta transportadora será la encargada de llevar las bandejas con los moldes del helado para lo cual deberá cumplir con las siguientes características:

- Longitud de la banda 1.15 m
- Ancho de la banda 0.25 m
- Material de la banda Pu (poliuretano) para evitar desplazamientos imprevistos
- Soportar una carga de 2 bandejas equivalentes a (1.5 Kg) cada una.

En el capítulo anterior se estudió los posibles tipos de bandas de los cuales de acuerdo al tipo de elementos a llevar se elige tres siguientes alternativas las cuales se analiza a continuación:

Primera alternativa: banda plana

Segunda alternativa: banda con ruedas

Tercera alternativa: banda con rodillos

Por su eficiencia, fácil manufactura, fácil reemplazo de componentes y bajo costo se selecciona la banda de rodillos la cual se encuentra en el mercado con gran facilidad.

Acorde con las necesidades de la banda es realizada en base a bandas transportadoras que se comercializan para la industria alimenticia en acero inoxidable.



FIGURA 2.36 Banda transportadora comercial

Autor: (Manfix, 2015)

En el mercado se encuentra toda una variedad de telas por ser llamadas así bandas, aquellas son las encargadas de llevar directamente los moldes y posteriormente el producto; de acuerdo a las necesidades se obtiene tres opciones.

TABLA 2.9 Características de las bandas

Serie Breda	Bandas para aplicaciones que requieren una resistencia química a aceites minerales o condiciones de trabajo duras (humedad, corte, abrasión, etc.).
Serie Aster	Bandas con superficie portante grabada, para elevación o descenso de productos envasados o a granel.
Serie Clina	Bandas atóxicas para el transporte de productos alimentarios. Excelente resistencia a grasas y aceites, cumplen con las más estrictas normativas alimentarias internacionales (FDA-USDA, etc.).

Fuente: (Bandas Industriales, 2014)

De las opciones anteriores se selecciona la banda de material tipo clina pues el ambiente será un transporte para alimentos, aunque las bandas tipo Breda cumplen según sus características el objetivo deseado por el ambiente a trabajar se selecciona la banda tipo clina pues es la más adecuada en el campo de productos alimenticios. Se selecciona la banda transportadora del siguiente cuadro de características:

Tipo de banda	Cobertura superior					Cobertura inferior					Características especiales		
	Material	Color	Espesor mm	Acabado	Dureza %ShA	Material	Color	Espesor mm	Acabado	Dureza %ShA			
Clina (PU)	C06 UF	PU	Ocre 01	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA	▽ □
	C06 K1F	PU	Ocre 01	0,32	Grabado K1	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA	▽ □
	C07 UF	PU	Blanco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA	▽ □
	C07UFMT	PU	Blanco	0,30	Mate	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA	▽ □
	C07UFMS	PU	Blanco	0,30	Mate	88	PU	Crudo	0,10	Impregn. ↻		FDA ●	▽ □
	C07 UU	PU	Verde 16	0,10	Impregn.		PU	Verde 16	0,10	Impregn.		FDA ●	▽
	C08 UF	PU	Blanco	0,40	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn. ↻		FDA	▽ □
	C08UFMT	PU	Blanco	0,30	Mate	93		Crudo		Tejido ↻		FDA ●	▽ □
	C08 DF	PU	Blanco	0,60	Grabado D	86	PU	Crudo	0,10	Impregn. ↻		FDA	▽ □
	C09 UF	PU	Blanco	0,25	Liso	93	PU	Crudo	0,10	Impregn. ↻		FDA ●	▽ □
	C09UFMT	PU	Blanco	0,25	Mate	93	PU	Crudo	0,10	Impregn. ↻		FDA ●	▽ □
	C09UFMS	PU	Blanco	0,30	Mate	88		Crudo		Tejido ↻		FDA ●	▽ □
	C10 FF		Crudo		Algodón-Poli			Crudo		Algodón-Poli		FDA ●	▽
	C10 UF	PU	Blanco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA	▽ □
	C11 FF*	PU	Crudo	0,10	Impregn.		PU	Crudo	0,10	Impregn. ↻		FDA ●	▽ □
C12 UF*	PU	Blanco	0,30	Liso	86	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA	▽ □	
C20 UF	PU	Blanco	1,00	Liso	93	PU	Crudo	0,10	Impregn.		FDA ●	▽ □	

Temperatura en continuo (puntual) del producto transportado °C	Tejidos		Espesor banda mm	Peso banda kg/m2	a 20°C		Carga de rotura N/mm	Carga de trabajo al 1% alargamiento N/mm	Carga de trabajo al 1,5% alargamiento N/mm	Ancho máx. de fabricac. mm	Tipo de banda
	Nº de telas	Trama			A	B					
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	0,80	0,90	10	30	60	6	8	2-3000	C06 UF
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	0,82	0,90	10	30	60	6	8	2000	C06 K1F
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	0,80	0,90	10	30	60	6	8	2-3000	C07 UF
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	0,80	0,90	10	30	60	6	8	2000	C07UFMT
- 10 (-15) + 80 (100)	1	Rígida	0,80	0,80	5	15	50	5	7	3000	C07UFMS
- 15 (-25) + 90 (110)	1	Rígida	0,50	0,35	8	8	60	5	7	3000	C07 UU
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	1,10	1,25	10	30	50	5	7	2000	C08 UF
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	1,00	1,10	10	30	50	5	7	2000	C08UFMT
- 10 (-15) + 90 (110)	1	Rígida	1,30	1,25	10	30	50	5	7	2000	C08 DF
- 10 (-15) + 90 (110)	2	Rígida	1,25	1,45	15	40	100	9	15	2000	C09 UF
- 10 (-15) + 90 (110)	2	Rígida	1,25	1,45	15	40	100	9	15	2000	C09UFMT
- 10 (-15) + 80 (100)	2	Rígida	1,30	1,40	15	40	80	6	8	3000	C09UFMS
- 15 (-25) + 90 (110)	2	Flexible	1,40	1,25	10	10	110	7	10	2200	C10 FF
- 10 (-15) + 90 (110)	2	Rígida	1,40	1,60	20	50	120	10	18	2000	C10 UF
- 15 (-25) + 80 (100)	2	Rígida	1,30	1,40	30	30	120	9	12	3000	C11 FF*
- 10 (-15) + 80 (105)	2	Rígida	1,60	1,80	40	60	120	10	16	2-3000	C12 UF*

FIGURA 2.37 Características de material de la banda

Autor: (Esbelt, 2008-2009)

3.3.3.1 Selección del motor para la banda transportadora

El motor es seleccionado en función de la velocidad necesaria en el proceso de dosificación, para esto hay que determinar los requerimientos para su funcionamiento.

Como datos iniciales se tiene que la distancia de la banda transportadora en longitud abarca 2 bandejas, se necesita una velocidad aproximada de 2 [cm/s] y cada bandeja mide 55 [cm], entonces se da la siguiente relación para el cálculo:

$$2 [cm] \rightarrow 1 [seg]$$

$$55 [cm] \rightarrow ?$$

De aquí se obtiene la relación:

$$\frac{55[cm]}{27.5 [seg]}$$

$$\frac{1 \text{ bandeja}}{27.5 [seg]}$$

Entonces la velocidad obtenida en minutos es 2.1818 [bandeja/ min]; de lo cual se obtiene la unidad en [m/min)

$$s = \frac{2.1818 \text{ bandeja}}{[min]} * \frac{0.55[m]}{1 \text{ bandeja}} = 1.2 \left[\frac{m}{min} \right]$$

Para determinar la velocidad en [ft /min], se incrementa un 30% como factor de seguridad y se obtiene:

$$1.2 \left[\frac{m}{min} \right] + 30\% (\text{eficiencia}) = 1.56 \left[\frac{m}{min} \right] = 5.12 \left[\frac{ft}{min} \right]$$

$$s = 6 \left[\frac{ft}{min} \right]$$

Para determinar la carga que tiene cada bandeja en el apartado anterior se realiza el cálculo total de la masa de la bandeja el cual es aproximadamente 1 [Kg].

Como factor de seguridad para la masa de la bandeja se toma un valor de 2, donde:

$$M \text{ bandeja} = 2 * 1 \text{ [Kg]} = 2 \text{ [Kg]} = 4.4 \text{ lb}$$

M bandeja= masa total de la bandeja [Kg]

Para el cálculo de la potencia del motor Se toma el valor de la tabla del fabricante para ver el peso de la banda de la figura anterior donde:

Peso banda $w_b = 1.10 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$ y el coeficiente de fricción dado por el tipo de banda a utilizar es $f = 0.4$

$$HP = \frac{(W + w_b)(f)(s)}{33000}$$

Ecuación 2.12 Potencia del motor

Fuente: Autor

HP = potencia del motor [Hp]

W= peso de la carga [lb] =

Wb= peso de la banda [lb]

f= coeficiente de fricción

s= velocidad (ft/min)

$$W_b = 1.10 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} * (1.15\text{m} * 0.25 \text{ m}) = 0.31625[\text{Kg}]$$

$$W_b = 0,3162 \text{ Kg} * \frac{2.2 \text{ lb}}{1\text{Kg}}$$

$$W_b = 0,69575 \text{ lb}$$

$$HP = \frac{(6.5 + 0,69575)(0.4)(6)}{33000}$$

$$HP = 0.00032 HP * (1.5 \text{ factor de servicio})$$

$$HP = 0.00065$$

Perímetro del rodillo $P \text{ cilindro} = 2\pi * r$

Ecuación 2.13 Longitud del cilindro

Fuente: (Colección Mi Academia)

r= radio del cilindro = 0,03 m

$$P \text{ cilindro} = 2\pi * 0,03$$

$$P \text{ cilindro} = 0.18849 \text{ m}$$

La relación de velocidad de la banda es:

$$1.56 \frac{m}{min} * \frac{1 rev}{0.3192 m}$$

$$4.8872 \left[\frac{rev}{min} \right]$$

Con los valores obtenidos de la ecuación 2.22 se calcula el torque del motor:

$$T = \frac{63000HP}{n}$$

Ecuación 2.14 Torque del motor

Fuente: Autor

$$T = \frac{63000HP}{n}$$

T= torque [N.m]

n= relación de transmisión [rev/ min]

$$T = \frac{63000 * 0.00065}{4.8872}$$

$$T = 8.4795 \text{ N.m}$$

3.3.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

Las máquinas dosificadoras poseen una estructura construida en un 90% con acero inoxidable. La carga que debe soportar la estructura de este tipo de máquinas es inferior a los 200 Kg por lo que su construcción generalmente se lo realiza con tubo redondo.

Las dimensiones y la forma de este modelo de estructuras se las realizan a partir de las dimensiones que poseen la batidora que va sobre ella y los componentes del sistema de dosificación.

3.3.4.1 Especificaciones técnicas de la estructura

❖ Material utilizado:

- Perfil de tubo cuadrado de acero inoxidable 304 de 40X40X1 mm.
- Tubo redondo de acero inoxidable 304 de 2 in

❖ Procesos aplicados para la construcción:

- Plancha de acero inoxidable 304
- -El corte del acero inoxidable se realiza mediante plasma.
- -Las sueldas del Acero se realizó mediante el sistema TIG, con el aporte 308(Especial para acero AISI 304-304L-308-308L) con electrodo de tusteno (Acabado mejorado).
- -Para la suelda se utilizó Gas de Protección Argón 100%.

- -El proceso de pulido se realizó con lija número 120, 150,180 y para efectos de limpieza 200.
- -La limpieza se realizó con ácido de limpieza wurds para suelda. Este líquido sede tener extremo cuidado porque es alta mente corrosivo.

❖ Dimensiones

- -Largo 1.105 m
- -Altura 0.84 m
- -Ancho 0.675 m

3.3.4.2 Diseño De La Estructura De La Máquina Utilizando Cad Inventor Profesional

Una de las herramientas útiles para diseñar y construir virtualmente la estructura de la máquina con perfiles estructurales normalizados es el CAD Inventor Profesional, la utilización de este software de diseño mecánico permite abaratar costos de producción al disminuir e identificar errores antes de la construcción real de la máquina o una de sus partes. Se debe tomar en cuenta el peso de la masa total que tiene que soportar la estructura diseñada.

En nuestro caso el peso que va a soportar la estructura es de 80 Kg (784 N) que es el peso de la batidora, el bowl el helado batido.

La parte de la estructura soportará el peso del cilindro de dosificación y sus elementos, 10 Kg (98 N).

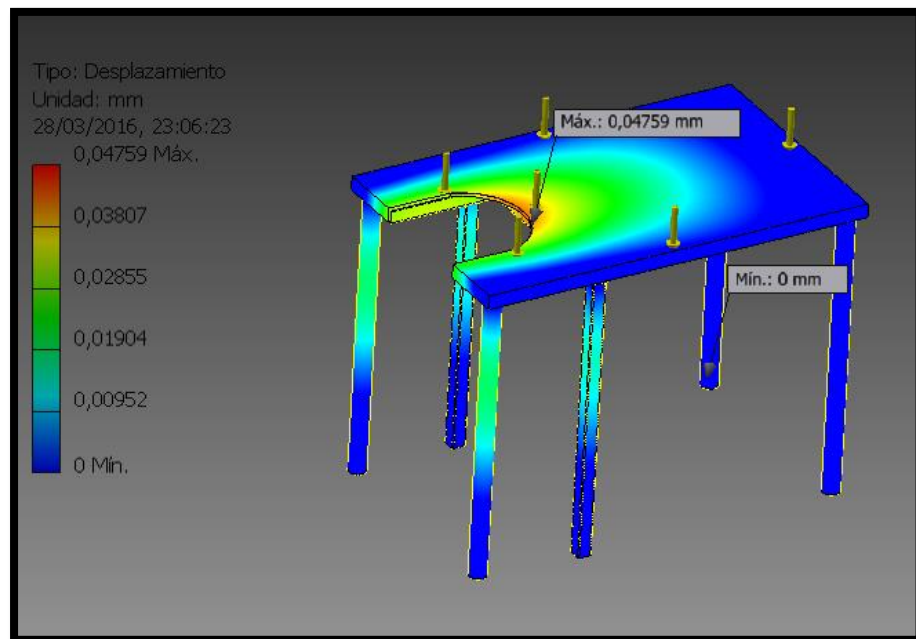


FIGURA 2.38 Análisis de desplazamiento en Inventor

Fuente: Autor

Al analizar los resultados de la simulación figura se puede observar que el desplazamiento en el tubo cuadrado es de 0.04759 mm, lo cual es casi imperceptible. Esto se debe a que existe la fuerza de la carga aplicada sobre la estructura. Finalmente del resultado de la simulación se concluye que el diseño de la estructura de la máquina soporta las cargas (Ver Anexo 2).

3.3.4.3 Análisis De Esfuerzos

Las Teorías de Falla ayudan a determinar si se produce la fluencia en un determinado elemento estructural. En esta sección se realiza cálculos de los esfuerzos a los que está sometida la estructura de la máquina dosificadora para determinar si existe o no la fluencia, además se comprueba con las simulaciones en el software CAD Inventor Profesional.

2.3.4.3.1 Análisis de esfuerzos en la estructura según teoría del esfuerzo de Von Mises

Para determinar si ocurre la fluencia en la estructura se utilizará la teoría de falla de la Energía de Distorsión o de Von Mises que es la teoría de falla con la que trabaja el CAD Inventor Profesional.

$$\sigma' = (\sigma_x^2 - \sigma_x * \sigma_y + \sigma_y^2 + 3T_{xy}^2)^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 2.15 Esfuerzo Von Mises

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Dónde:

σ_x = Esfuerzo normal en el plano X

σ_y = Esfuerzo normal en el plano Y = 0

T_{xy} = Esfuerzo cortante en el plano xy= 0

Por cuestiones de diseño se establece que el esfuerzo normal en el plano X, es en sí el esfuerzo flexionante (σ_F) en el mismo plano:

$$\sigma_x = \sigma_F = \sigma'$$

Ecuación 2.16 Esfuerzo flexionante

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Se calcula el valor del esfuerzo flexionante presente en el soporte medio de la máquina, que es el lugar en donde se aplicará la mayor carga.

$$\sigma_F = \sigma' = (M * c) / I$$

Ecuación 2.17 Esfuerzo flexionante

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Dónde:

$$M = F * x$$

Ecuación 2.18 Cálculo del momento flector

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

$$M = 220 \text{ N} * 0.3375 \text{ m} = 71.14 \text{ Nm}$$

$$c = \text{magnitud máxima de } Y = 0,010414 \text{ m}$$

I = segundo momento de área de tubo cuadrado de acero inoxidable I = 4.20 cm⁴.

Transformando

$$I = 0,0000000420 \text{ m}^4$$

Reemplazando valores:

$$\sigma_F = (M * c) / I = (71.14 * 0.010414) / 0.0000000420$$

$$\sigma_F = 18.3831 \text{ MPa}$$

$$\sigma_x = \sigma_F = \sigma' = 18.38 \text{ Mpa}$$

2.3.4.3.2 Diseño utilizando el simulador de análisis de esfuerzos del CAD Inventor Profesional.

Una de las teorías para determinar si se produce la fluencia en los materiales dúctiles es la teoría de la Energía de Distorsión; llamada también Esfuerzo Von Misses. “La teoría de la energía de deformación máxima predice que la fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen

correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material". (Budinas & Nisbett, 2008)

Es decir, la fluencia ocurre cuando:

$$\sigma' \geq S_y$$

Ecuación 2.19 Condición para q exista fluencia en el material

Fuente: Autor

Dónde:

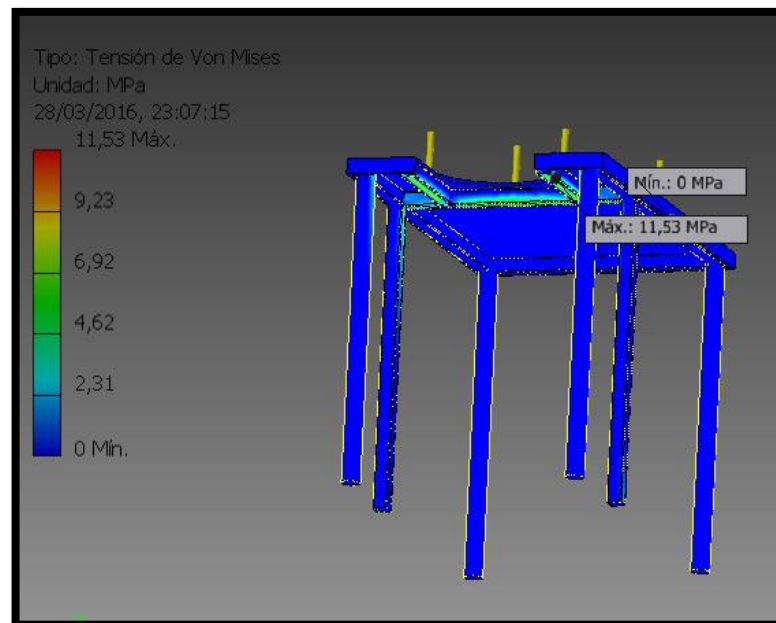


FIGURA 2.39 Análisis esfuerzo de Von Misses

Fuente: Autor

σ' : el esfuerzo Von Misses

S_y : la resistencia a la fluencia del material.

Para determinar si la fluencia ocurre en la estructura de la máquina, se simula el esfuerzo de Von Misses en Inventor Profesional.

Los resultados de la simulación establecen que el máximo Esfuerzo de Von Mises presente en la estructura es de 11.53 Mpa; mismo que se presenta el soporte medio de la estructura.

Si se compara este valor con el valor de la resistencia a la fluencia del material, se puede concluir que no existe fluencia en la estructura, porque no se cumple lo estipulado en la ecuación.

$$11.53 \text{ Mpa} \geq 241 \text{ Mpa.}$$

Los resultados de la simulación del Esfuerzo Von Mises en Inventor Profesional comprueban que el diseño de la estructura cumple con las necesidades, de esta manera garantiza estabilidad estructural. El valor de los resultados matemáticos así como de la simulación son aproximadamente iguales, lo que garantiza la fiabilidad del diseño de la estructura de la máquina.

3.3.4.4 Factor de seguridad

El factor de seguridad FDS es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor real del requerimiento esperado al que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en reserva que tiene el sistema por sobre sus requerimientos. (Budinas & Nisbett, 2008)

La teoría de la energía de distorsión o Esfuerzo de Von Mises establecía que si se cumplía la ecuación ocurría la fluencia. Para cuestiones de diseño y cálculo del FDS la ecuación se convierte en:

$$\sigma' = S_y / n$$

Ecuación 2.20 Factor de seguridad

Fuente: (Budinas & Nisbett, 2008)

Donde n es el factor de seguridad, reemplazando valores

$$n = S_y / \sigma'$$

$$n = 241 \text{ MPa} / 18.38 \text{ MPa}$$

$$n = 13.11 \text{ MPa}$$

Del resultado anterior se deduce que la estructura soporta tranquilamente 13.11 veces la carga que va aplicada sobre ella. Lo que demuestra que el diseño garantiza estabilidad estructural en la máquina.

2.3.4.4.1 Cálculo del FDS utilizando el CAD Inventor Profesional

El software Inventor Profesional permite determinar cuál es el factor de seguridad que debe tener la estructura de la máquina como indica la siguiente figura:

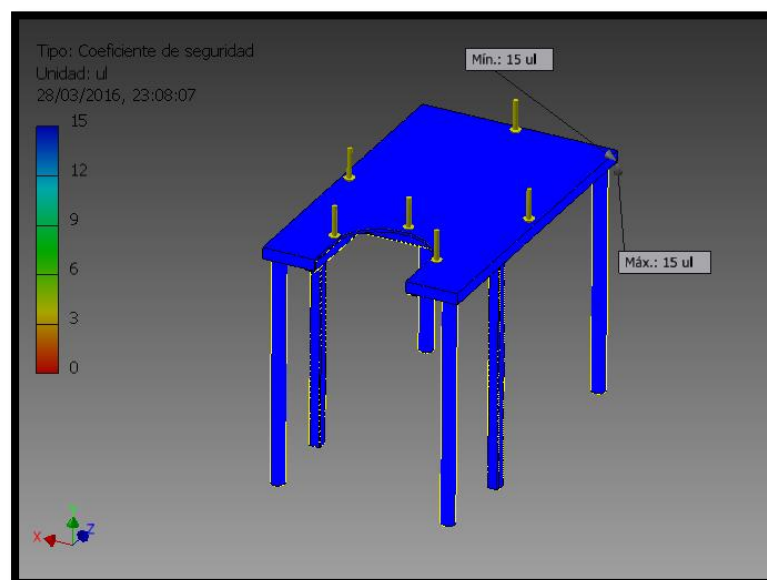


FIGURA 2.40 Análisis del factor de seguridad en Inventor

Fuente: Autor

El análisis del factor de seguridad en el software de diseño nos da un valor de 15; valores semejantes al obtenido en los cálculos de 13,11, por lo cual se concluye que el diseño proporciona fiabilidad; con un factor de seguridad de 15 la estructura soporta satisfactoriamente la carga aplicada (Ver Anexo 3).

3.4 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS

El sistema de dosificación por normas de higiene y para facilitar su limpieza debe ser parcialmente desmontable, de manera que permita la limpieza tanto interna como externa de cada componente, de allí la necesidad de seleccionar los accesorios.

3.4.1 ACOPLEROS DE SEGURIDAD

Para seguir la norma sanitaria se eligen como acopleros de seguridad los llamados "Ferrules".

Son esencialmente anillos de metal utilizados para apoyar a otros objetos. Tienen tres usos principales: como gorras, como soportes o como adaptadores. (Juiming Metal , 2011).

Se utilizaron ferrules de diferentes medidas de acuerdo a las piezas a unir de 2 y 2.5", los ferrules a utilizar son de material acero inoxidable 304.

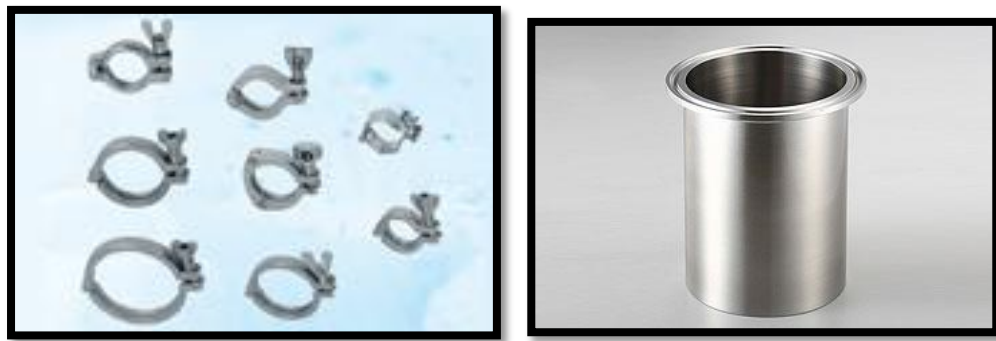


FIGURA 2.41 Ferrules

Fuente: (Juiming Metal , 2011)

3.4.2 EL CONTROLADOR

De entre la gama de microcontroladores se elige un plc apto para la pequeña industria con características confiables así, según (Siemens , 2009) LOGO!, es el controlador lógico programable ideal para tareas sencillas de automatización industrial y de edificios.

Logo se destaca por su fantástica facilidad de manejo y lo tiene todo en cuanto a funcionalidades, gracias a su alta capacidad de almacenamiento y su uso eficiente de la memoria.

Así por su bajo costo y por ser modular se elige el plc Logo 12/24 rc el cual presenta las características más acertadas en el desarrollo del proyecto. (Ver Anexo 4).

TABLA 2.10 Selección de actuadores

Puerto	Función
Entradas	1 Sensor óptico llegada de bandeja

Salidas

- 1 Motor reductor banda transportadora
 - 2 Electroválvulas neumáticas
-

Fuente: Autor

3.4.3 SELECCIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES

Para seleccionar los elementos que permitan detectar las señales del proceso es necesario definir las características técnicas que deben poseer cada uno para su buen funcionamiento.

Los elementos a seleccionar deben trabajar a 24 voltios DC debido a que las entradas y salidas del PLC seleccionado son de dicho voltaje.

El uso de sensores estudiados ayudará a detectar la presencia de los diferentes componentes del sistema, además permitirá la detección de fallas en el mismo.

TABLA 2.11 Selección de sensores y actuadores

Sensor	Cantidad	Uso
Sensor óptico	1	Detección de presencia de moldes (conos) para la dosificación
Electroválvulas	2	Activación cilindro de la válvula dosificación Activación cilindro dosificador

Motorreductor	1	Movimiento banda transportadora
----------------------	---	---------------------------------

Fuente: Autor

3.4.3.1 Sensor óptico para la detección de los moldes



FIGURA 2.42 Sensor de presencia

Fuente: Autor

El sensor de proximidad inductivo tipo fotoeléctrico tipo G30 3A 70 (Ver Anexo 5), detecta la presencia de los moldes para el helado e indica que el proceso de dosificación puede iniciar, en este caso la banda transportadora será la encargada de llevar los moldes hasta el punto de dosificación, es allí donde inicia el trabajo del el sensor el cual hace que la banda se detenga o avance según la presencia de los moldes. Al detectar la presencia de un molde inmediatamente el sensor envía el pulso al controlador el cual a su vez envía la señal a la salida del motor de la banda para que esta se detenga.

3.4.3.2 Luces piloto



FIGURA 2.43 Luces piloto

Fuente: Autor

Los indicadores luminosos que permiten la visualización de los estados de los procesos de la máquina son los que se detallan a continuación.

- El elemento de visualización de alarma trabaja a 24[VDC] una tensión de para que trabaje correctamente con el PLC seleccionado.
- La luz indicadora de paro o apagado de la máquina trabaja a 110[VDC] debido a que es la que desenclava el contactor y apaga el sistema.
- La luz indicadora de encendido del sistema trabaja a 24[VDC] ya que al activarse el contacto la fuente del PLC se enciende y enciende la luz indicadora que trabaja al mismo voltaje.

3.4.3.3 Pulsadores



FIGURA 2.44 Pulsador tipo rasante

Fuente: Autor

Los pulsadores tipo rasante se utilizan específicamente para evitar contactos involuntarios por parte del usuario y activaciones innecesarias.

TABLA 2.12 Características del pulsador

Características	Descripción
Tipo	Pulsador empotrable OFF-ON
Potencia	2A/110 VDC
Generales	<ul style="list-style-type: none"> - terminales en latón - posiciones OFF-ON (circuito abierto en reposo) - contactos de plata - termoplástico auto extingible UL94-V0
Medidas	Diámetro exterior 20mm, taladro montaje 18mm

Fuente: Autor

Este pulsador servirá para encender o apagar la máquina e inicio de proceso.

3.4.3.4 Pulsador Paro De Emergencia



FIGURA 2.45 Pulsador de paro de emergencia

Fuente: Autor

El pulsador de paro de emergencia es tipo hongo con retención, es un control de vital importancia en la máquina debido a que su función principal es detener el funcionamiento de la máquina lo más rápido posible. El pulsador de paro de emergencia debe obligatoriamente ser colocado en la línea de alimentación de la máquina y de manera totalmente visible para que pueda ser activado manualmente por parte del operario.

El tipo de pulsador es el de girar para desenclavar “contra fraude” y posee dos tipos de contactos “NA” y “NC”.

3.4.3.5 Actuador Neumático para mover la válvula de dosificación

El actuador está acoplado al vástago del cilindro dosificador y tiene la función de realizar el movimiento lineal del proceso de dosificación.

Para la selección del actuador hay que conocer la carrera que debe tener y la fuerza necesaria a aplicar para desplazar la mezcla de helado, por lo cual se hace los siguientes cálculos:

Para el cálculo del diámetro del cilindro es necesario conocer la presión de funcionamiento del cilindro neumático, el cual es de 6 bares.

$$Presion = \frac{Fuerza}{Area}$$

$$Acilindro = \frac{Wtotal}{P}$$

Ecuación 2.21 Cálculo del área de un cilindro neumático

Fuente: Autor

Dónde:

A cilindro = Área del cilindro [m²]

P= presión de trabajo del cilindro neumático [bar]

$$Acilindro = \frac{255.022}{6}$$

$$Acilindro = 4.25 * 10^{-4} [m^2]$$

Para el cálculo del diámetro del cilindro neumático se despeja de la fórmula del cálculo del área del cilindro.

$$Area = \frac{\pi d^2}{4}$$

d= diámetro del cilindro neumático [mm]

Entonces despejando:

$$d = \left(\frac{4 * Acilindro}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

$d = 20\text{mm}$

En referencia a la variedad de cilindros neumáticos existentes se debe seleccionar un cilindro cumpla con las necesidades de funcionamiento para la apertura y cierre de la válvula de dosificación, los principales son:

Diámetro del émbolo: 20 [mm]

Carrera: 50 [mm]

La selección de los cilindros se la realiza en base a las características requeridas de entre una gran variedad de cilindros neumáticos existentes en el mercado industrial capaces de cumplir las mismas funciones a la designada para el cilindro de apertura y cierre de la válvula de dosificación.

El cilindro neumático a seleccionar es el que se detalla a continuación:

Características	Descripción
Tipo	Cilindro redondo
Funcionamiento	Doble efecto
Diámetro del émbolo	20mm
Fuerza teórica con 6 bares en avance	51.....7363 N
Carrera	1.....500 MM

Amortiguación	Amortiguación neumática autorregulable de fin de recorrido
Consumo de aire	105 L/min



FIGURA 2.46 Cilindro neumático para apertura válvula de dosificación

Fuente: Autor

3.4.3.6 Actuador Neumático para cilindro de dosificación

La selección del cilindro neumático para la dosificación se realiza en base al peso del helado a mover.

Donde:

$A_{cilindro2}$ = Área del cilindro [m²]

$$A_{cilindro2} = \frac{127.61}{6}$$

$$A_{cilindro2} = 2.12 * 10^{-4} [m^2]$$

Con el área determinada para el cilindro de dosificación se puede determinar el diámetro del émbolo del cilindro:

$$d_{cilindro2} = \sqrt{\frac{4 * A_{cilindro2}}{\pi}}$$

Donde:

$d_{cilindro2}$: Diámetro del émbolo del cilindro de dosificación [mm]

$$d_{cilindro2} = \sqrt{\frac{4 * (2.12 * 10^{-4})}{\pi}}$$

Donde diámetro cilindro₂= 16.56 mm

Características	Descripción
Tipo de cilindro	Cilindro cuadrado
Funcionamiento	Doble efecto
Diámetro del émbolo	16.56 [mm]
Fuerza teórica con bares en avance	19.....271 [N]
Carrera	110 [mm]
Consumo de aire	9 [l/min]



FIGURA 2.47 Cilindro neumático para dosificación

Fuente: Autor

3.4.3.7 Electroválvulas

Los elementos de mando para la activación de los cilindros neumáticos, poseen las siguientes características:

Características	Descripción
Rango de voltaje	24 [Vdc]
Presión de operación	1.5 – 8 [bares]
Potencia	3 [W]
Temperatura	35 [° C]
Protección	IP 65
Tipo de válvula	5/2
Tamaño del puerto	1/4

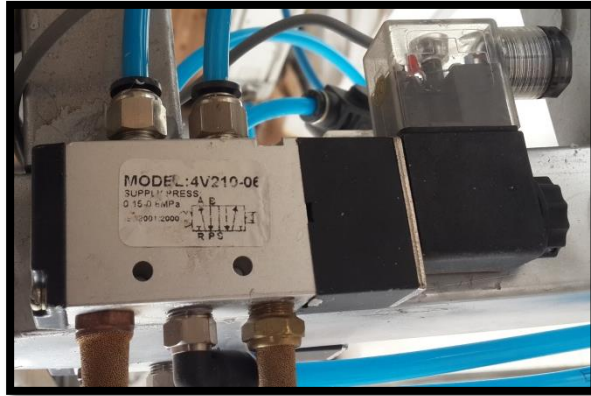


FIGURA 2.48 Válvula para cilindro neumático de dosificación

Fuente: Autor

3.4.3.8 Válvula de giro

Para el control del sentido de movimiento de la dosificación se utiliza una válvula diseñada por llamarla así, cuyo material es el grillón o más conocido como duralón el cual según normas internacionales es usado para la industria alimenticia.

Esta válvula tiene la función de permitir la absorción del helado de la tolva y al cambiar su posición permite la dosificación.

Posee tres vías las cuales cambian su posición de acuerdo al movimiento del cilindro neumático el cual genera un movimiento circular, de esta manera hace que la válvula se mueva dentro de la cámara de dosificación.



FIGURA 2.49 Válvula y cámara de dosificación

Fuente: Autor

3.4.4 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Para la selección de los elementos de protección del sistema eléctrico y de control se tomaron en cuenta los valores nominales de intensidad y tensión eléctrica del PLC por ser el elemento principal que controla toda la máquina y por tal motivo debe ser protegido.

3.4.4.1 Contactor

El contactor es el encargado de realizar la respectiva energización de los elementos del tablero de control, entre ellos, el motor de la banda transportadora y el sistema en general.

En caso de existir alguna sobretensión en la tensión eléctrica el contactor se desenclava automáticamente afectando sus propias características físicas y de funcionamiento y evitando daños al resto de elementos eléctricos.



FIGURA 2.50 Contactor para protección del motor

Fuente: Autor

TABLA 2.13 Características técnicas del contactor

Características	Descripción
Tensión nominal [VAC]	110
Corriente [A]	9
Potencial [kW]	4
Categoría de servicio	AC-1

Fuente: Autor

3.4.4.2 Breaker

Es el elemento principal encargado de energizar todos los elementos del tablero de control, además protege el circuito eléctrico al desenclavarse rápidamente al momento de detectar sobre picos en la tensión eléctrica.



FIGURA 2.51 Breaker para la protección de la máquina

Fuente: Autor

TABLA 2.14 Características técnicas del breaker

Características	Descripción
Tensión nominal [VAC]	110
Corriente [A]	10

Fuente: Autor

3.4.4.3 Fusibles

Son los elementos que permiten la protección de los conductores dentro del tablero de control, Los fusibles son pequeños dispositivos que permiten el paso constante de la corriente eléctrica hasta que ésta supera el valor máximo permitido, las características técnicas necesarias para la selección de los fusibles de protección de la máquina son las siguientes:

TABLA 2.15 Características técnicas del fusible

Características	Descripción
Corriente de protección de la maquina [A]	25
Factor de protección igual a 2.1	
Corriente de protección de los fusibles [A]	35
Factor de protección igual a 3	

Autor: (Camsco, 2014)

3.4.4.4 Relee térmico

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un optoacoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia.

Se utiliza para proteger la fase interrumpida cuando un motor eléctrico esta sobrecargado, el releé se utiliza para la protección del motor de la banda transportadora.

El relé térmico es unos de los componentes que se instalan antes de cualquier motor de una cierta potencia y por tanto de un cierto coste en caso de avería, ya que como veremos es un mecanismo que sirve como elemento de protección del motor. Pero no todos los relés térmicos sirven para todos los motores, es por esto que hay que tener en cuenta ciertos parámetros básicos para su elección y regulación.

Su misión, como ya se ha tratado en un post anterior, consiste en desconectar el circuito cuando la intensidad consumida por el motor, supera durante un tiempo corto, a la permitida por este, evitando que el bobinado del motor se quemara. De esta manera protege a los motores contra sobrecargas, fallo de alguna fase y diferencias de carga excesivas entre fases.

Los equipos suelen incorporar dos contactos auxiliares (uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado) para uso en el circuito de mando y sus valores estándar están en torno a una alimentación de 660 Vc.a. para frecuencias de 50/60 Hz.



FIGURA 2.52 Relee térmico

Fuente: Autor

El relee térmico se conecta a través de un contactor que recibe la señal de la salida del plc para activar el movimiento del motorreductor de la banda transportadora.

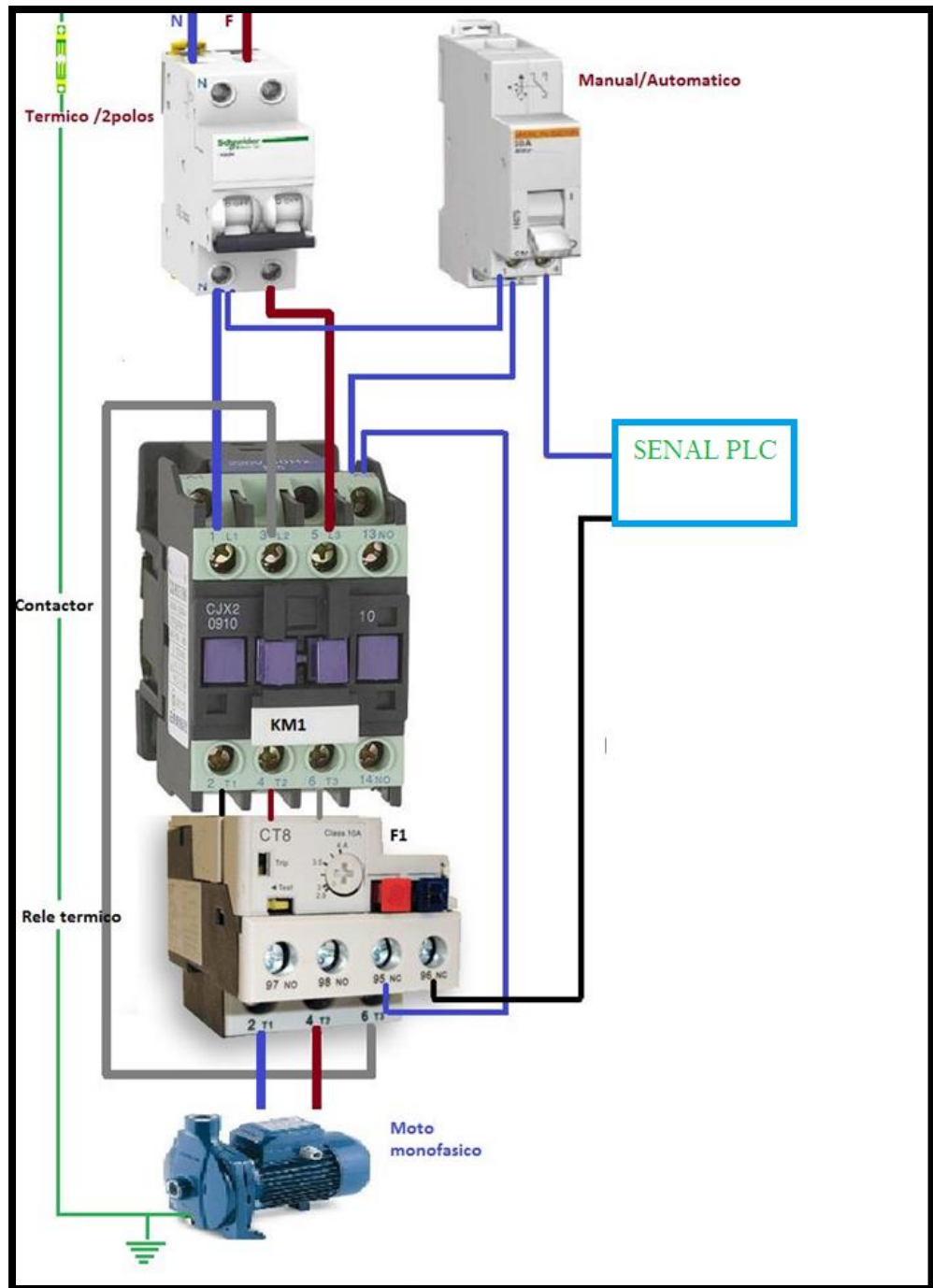


FIGURA 2.53 Diagrama de conexión contactor releé y motor

Fuente: Autor

CAPITULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará la implementación de la máquina dosificadora de helados de crema, además del diseño eléctrico y electrónico de cada uno de sus componentes. La máquina está diseñada para trabajar 4 ciclos diarios de uno con un descanso de 30 minutos entre ciclo y ciclo de dosificación.

3.2 OPERACIONES DE MECANIZADO DE LA MÁQUINA

La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos –ASME por sus siglas en inglés ha establecido un tipo de simbología para graficar diagramas de flujo, siendo las más conocidas las siguientes:








Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Origen	Este símbolo sirve para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Hay una operación cada vez que un documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características.
	Inspección	Indica cada vez que un documento o paso del proceso se verifica, en términos de: la calidad, cantidad o características. Es un paso de control dentro del proceso. Se coloca cada vez que un documento es examinado.
	Transporte	Indica cada vez que un documento se mueve o traslada a otra oficina y/o funcionario.
	Demora	Indica cuando un documento o el proceso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de respuesta es lento.
	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo. También se puede utilizar para guardar o proteger el documento de un traslado no autorizado.
	Almacenamiento Temporal	Indica el depósito temporal de un documento o información dentro de un archivo, mientras se da inicio el siguiente paso.

FIGURA 3.54 Simbología ASME

Fuente: (Umaña & Vindas, 2009)

La máquina dosificadora de helados está diseñada para trabajar una vez terminado el proceso de batido del helado, cuenta con sensores que proporcionan la fiabilidad del sistema por la detección de fallas, está controlado por un plc de gama baja el cual recibe las señales de los sensores y envía las señales para que trabajen los actuadores. A continuación se muestran los procesos de mecanizado de los elementos construidos:

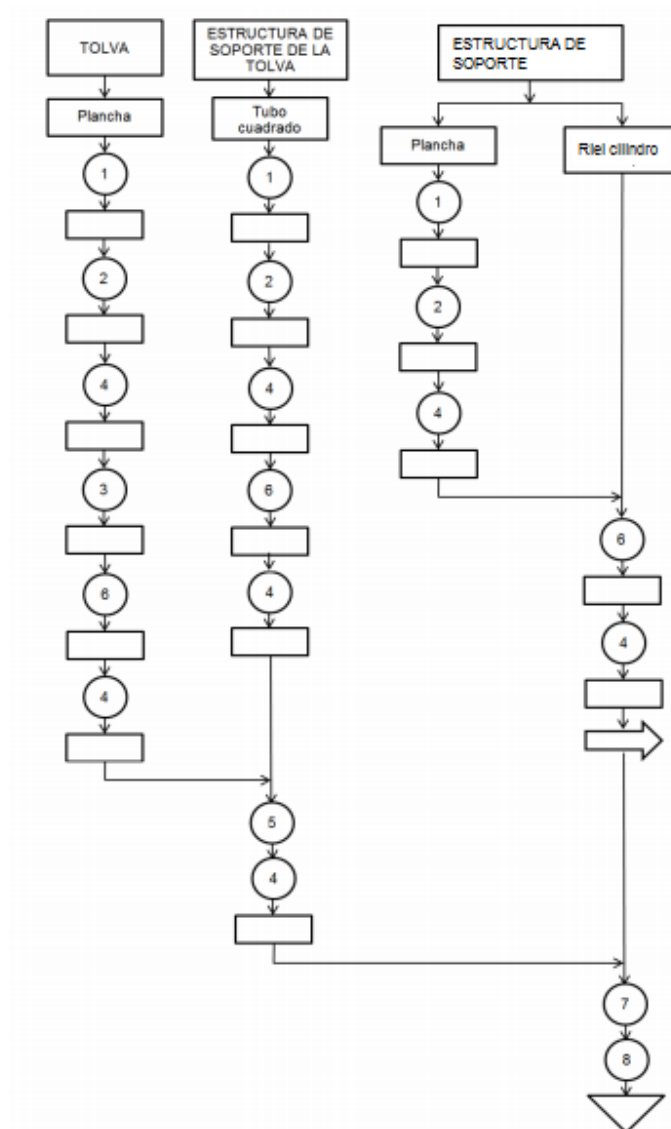


FIGURA 3.55 Diagrama de flujo de proceso de construcción de tolva y sus elementos

Fuente: Autor

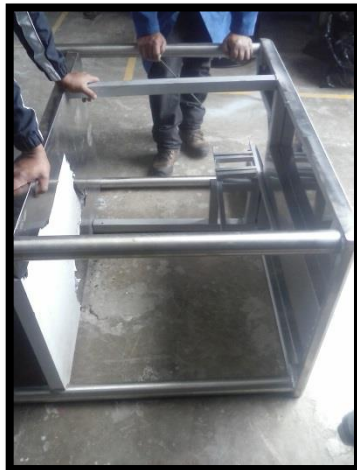
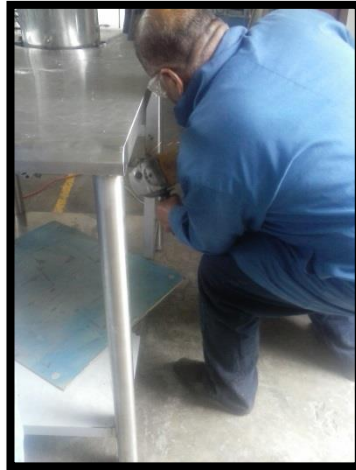


FIGURA 3.56 Construcción de tolva y estructura

Fuente: Autor

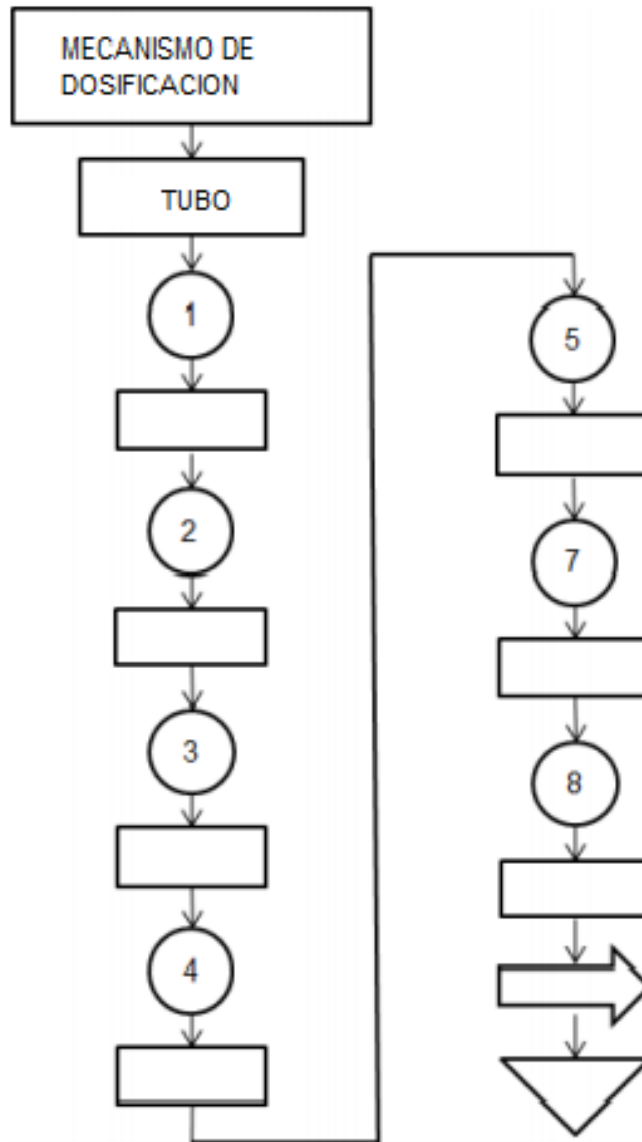


FIGURA 3.57 Diagrama de flujo de proceso de construcción de dosificador

Fuente: Autor

El sistema de dosificación consta principalmente de una válvula diseñada para permitir el paso del helado de crema desde la tolva, se encuentra encamada en una tubería de 2.5", la cual mediante un eje enganchado al vástago del cilindro neumático permite el giro de 90 grados, permitiendo el cambio de posición de acuerdo al movimiento del cilindro.

TABLA 3.16 Condición de válvula de dosificación

Posición	Función
Vástago afuera	Paso tolva abierto
	Paso boquillas cerrado
Vástago adentro	Paso tolva cerrado
	Paso boquillas abierto

Fuente: Autor



FIGURA 3.58 Construcción de sistema de dosificación

Fuente: Autor

3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL

El diagrama de flujo del sistema de control permite realizar con mayor facilidad la programación en el PLC, explica de forma precisa cada proceso para la dosificación de los helados de crema.

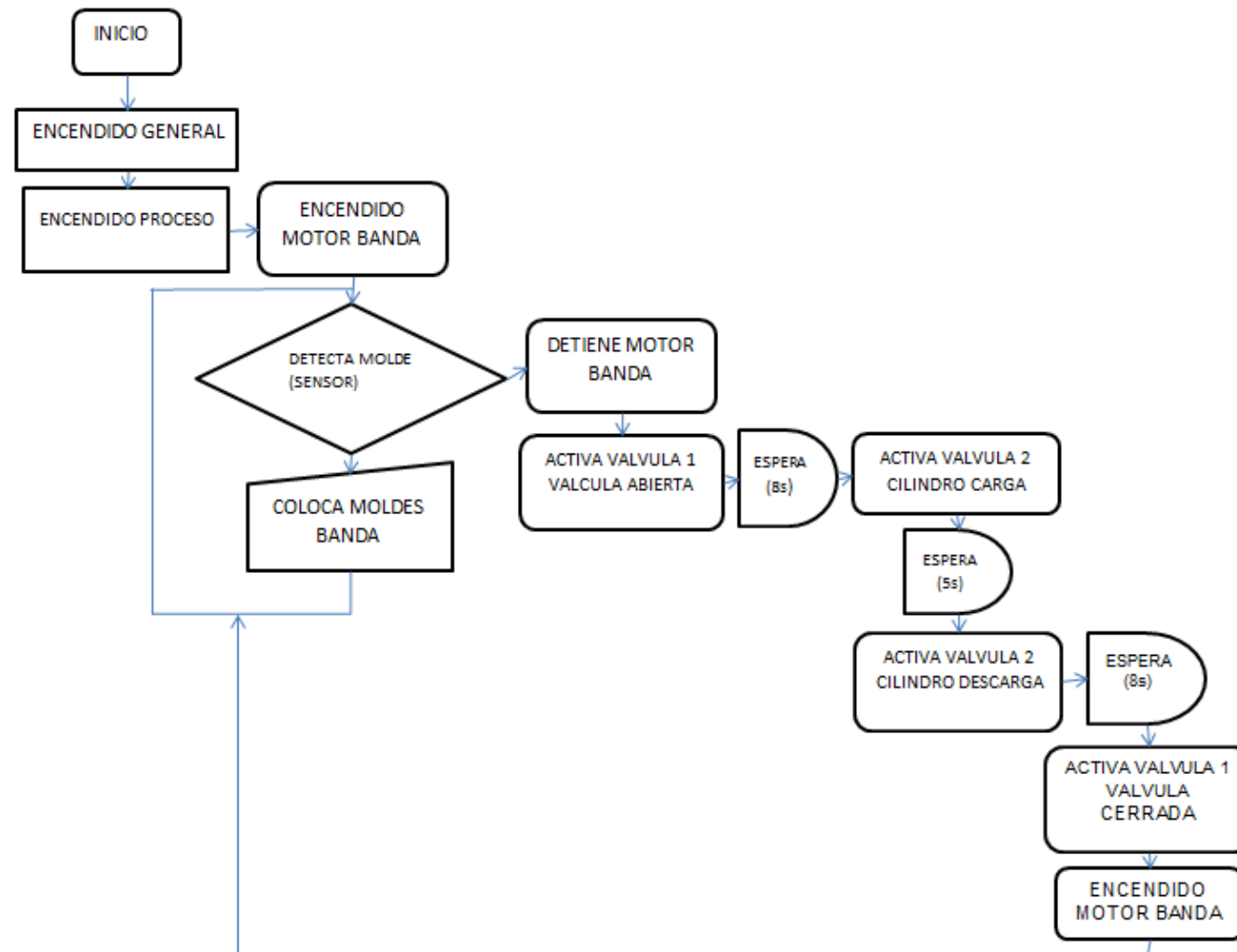


FIGURA 3.59 Diagrama de flujo del sistema de control

Fuente: Autor

3.4 PROGRAMA DEL PLC

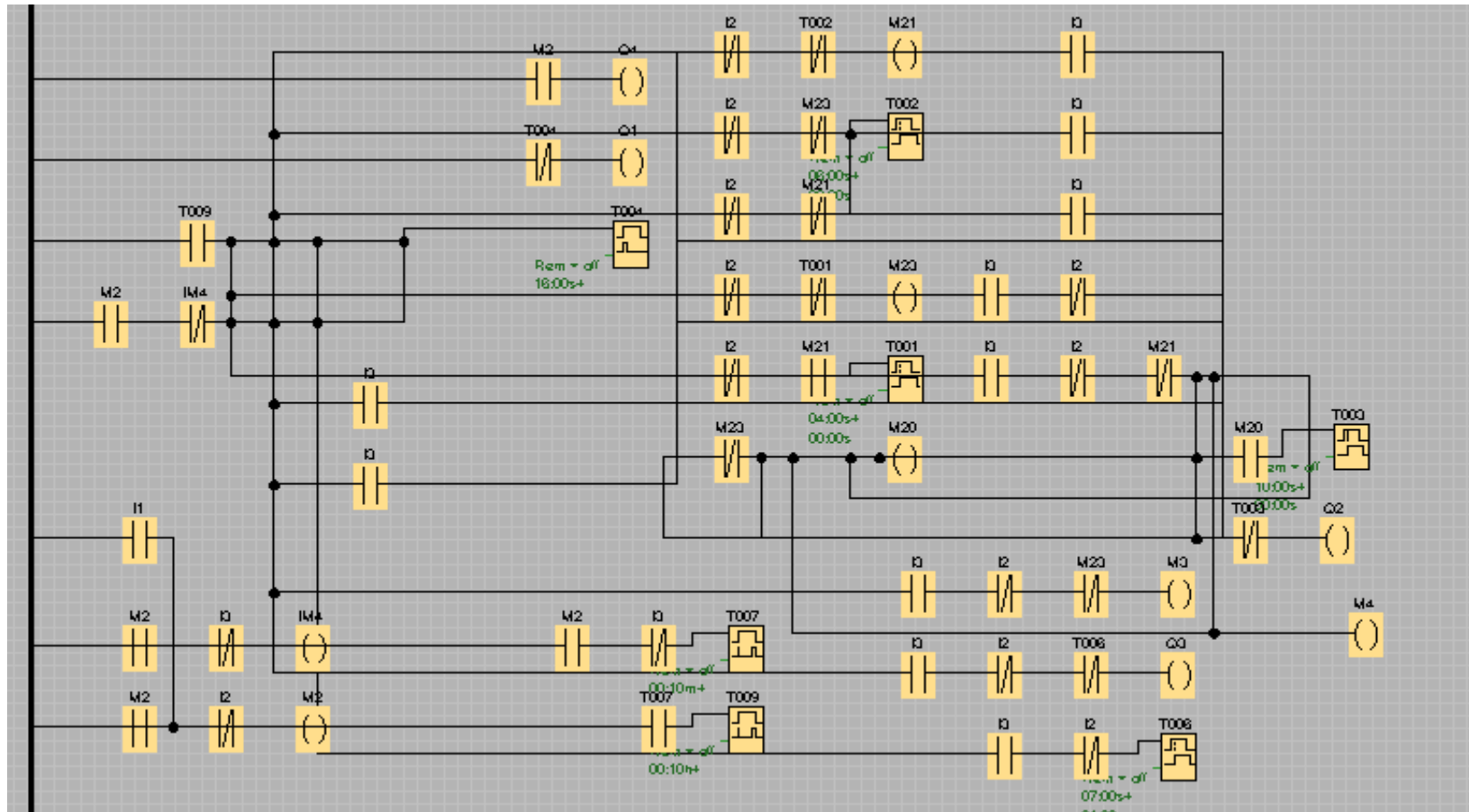


FIGURA 3.60 Programa en logo para control de maquina dosificadora

Fuente: Autor

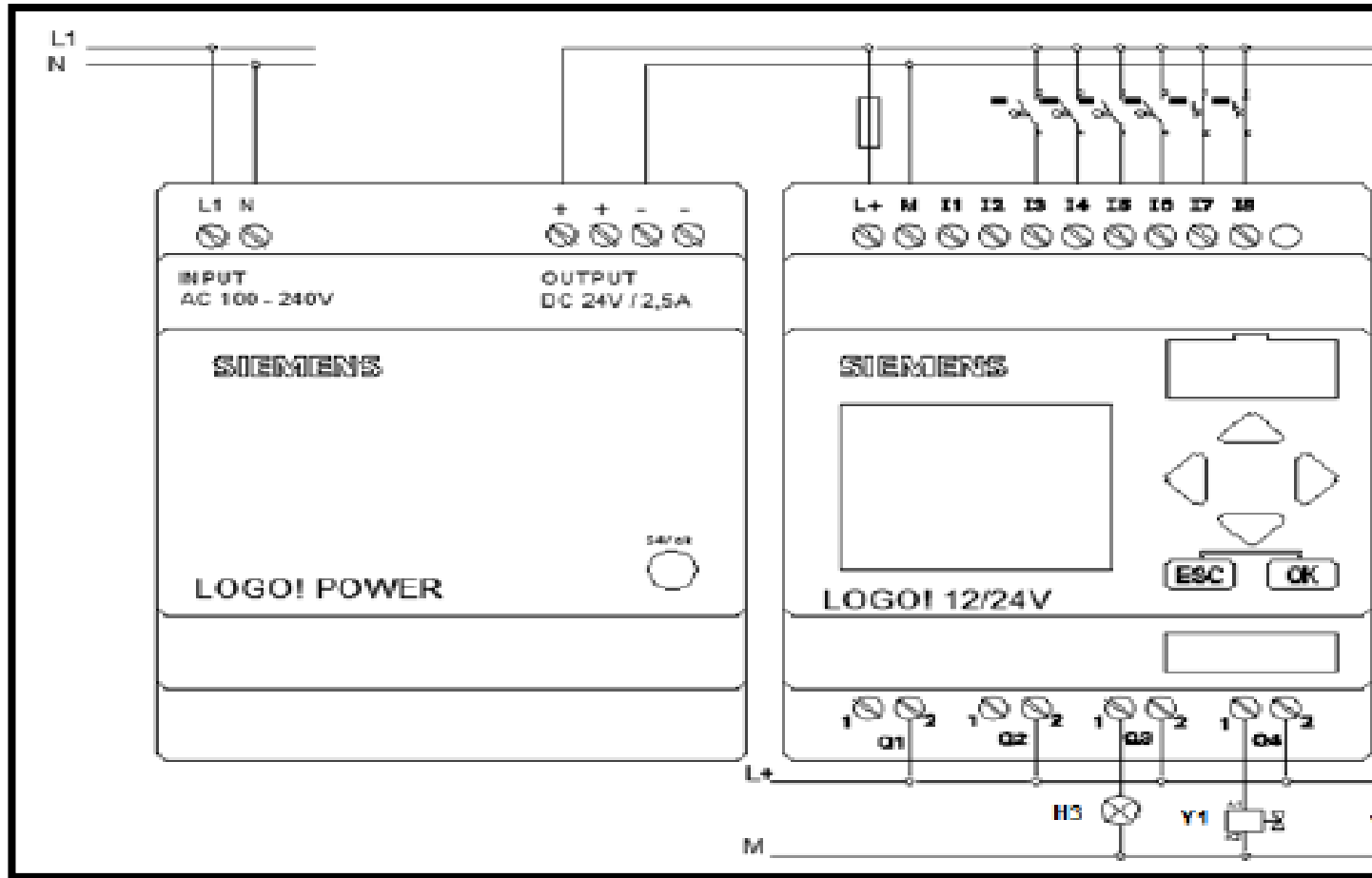


FIGURA 3.61 Diagrama de conexión eléctrica del plc

Fuente: Autor

3.4.1 DISTRIBUCIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

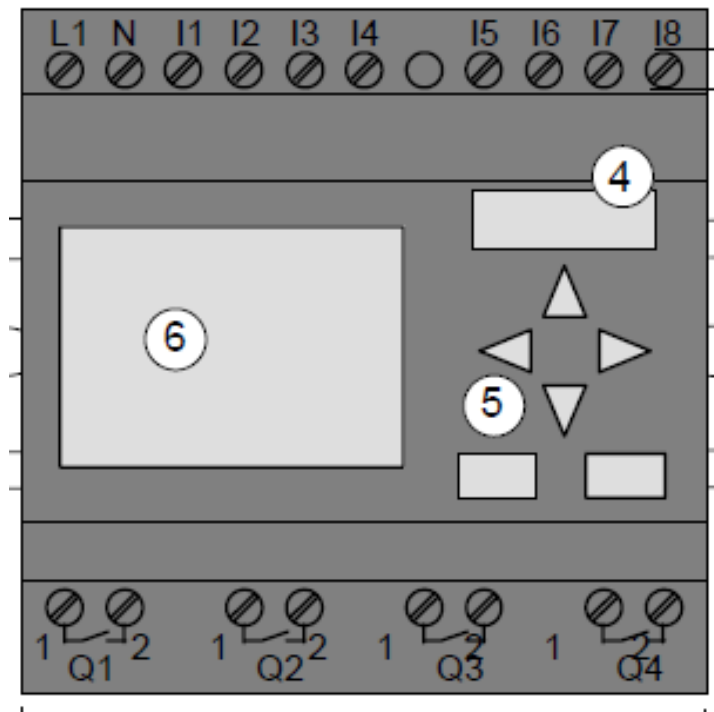


FIGURA 3.62 Plc logo 12/24 RC

Fuente: (Siemens , 2009)

Se energiza el sistema normalmente a las entradas L1 y N, pero en L1 se coloca el pulsador ON/OFF tipo rasante para encendido de la máquina y así mismo una apagado general de la máquina.

TABLA 3.17 Entradas y salidas del plc logo

Puerto Entrada	Descripción
I1	Encendido
I2	Paro de emergencia
I3	Sensor óptico
I4	Pausa

Puerto Salida	Descripción
Q1	Motor banda transportadora
Q2	Control electroválvula 1
Q3	Control electroválvula 2

Fuente: Autor

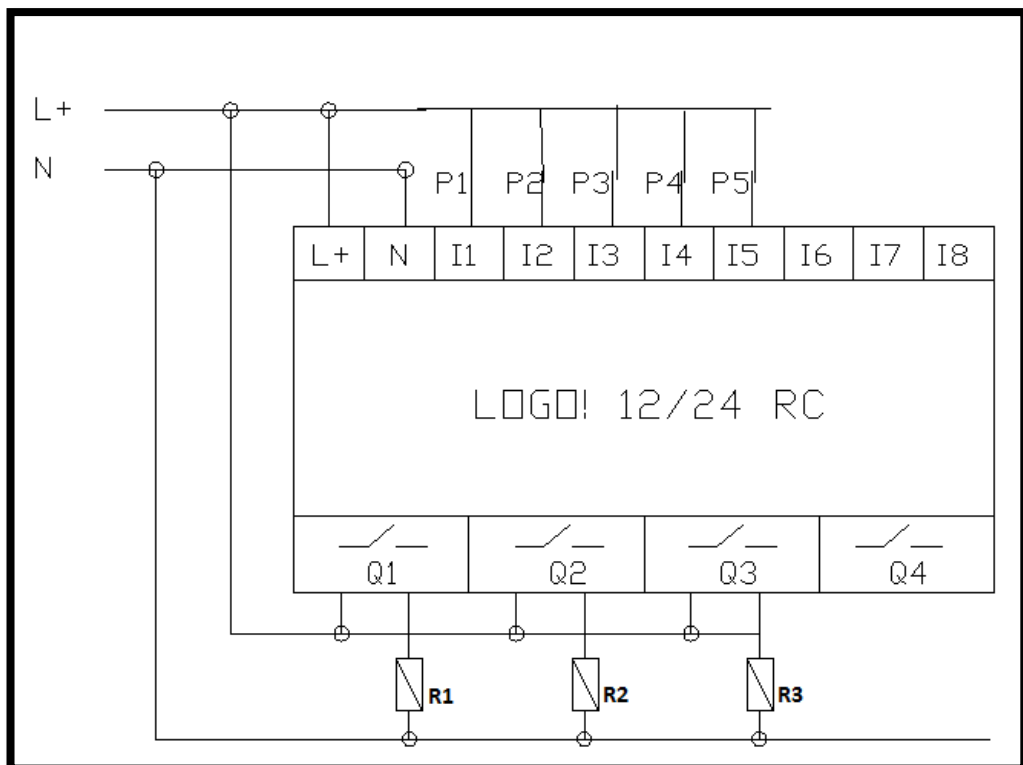


FIGURA 3.63 Diagrama de conexión PLC LOGO 12/24 RC

Fuente: Autor

3.5 ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA

Para el ensamblaje de los elementos que constituyen la máquina se detallan generalizadamente cada una de las actividades de desarrollo de ensamblaje en un diagrama de flujo.

TABLA 3.18 Actividades de ensamblaje de la máquina

Código	Actividad
E1	Instalación estructura banda transportadora seleccionada
E2	Colocación de la banda
E3	Instalación motorreductor de la banda
E4	Instalación sensor óptico
E5	Instalación estructura de soporte de la tolva
E6	Instalación tolva
E7	Instalación ferrules
E8	Instalación de válvula de giro
E9	Instalación de acoples para movimiento de válvula
E10	Instalación soporte para cilindro dosificador
E11	Instalación de cilindro dosificador
E12	Instalación de sistema de dosificación
E13	Instalación cilindro neumático 1
E14	Instalación válvula neumática 1
E15	Instalación válvula neumática 1
E16	Instalación cilindro neumático 2
E17	Instalación de caja de tablero de control

Fuente: Autor

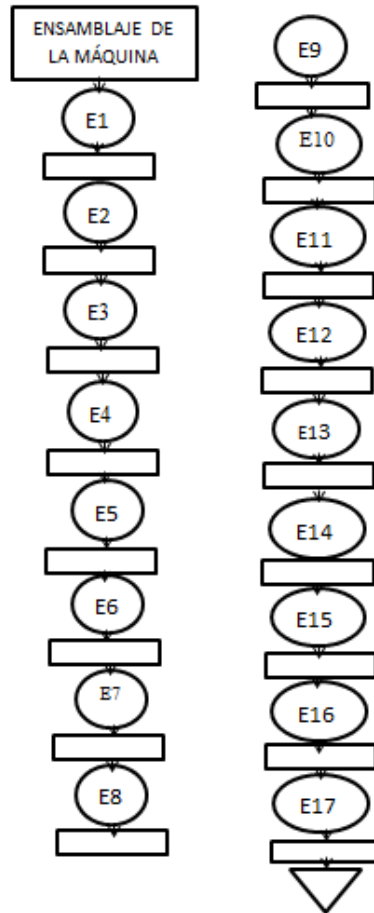


FIGURA 3.64 Diagrama de flujo de actividades de ensamblaje

Fuente: Autor





FIGURA 3.65 Ubicación de banda y motorreductor

Fuente: Autor



FIGURA 3.66 Ubicación de sensor y estructura para tolva

Fuente: Autor

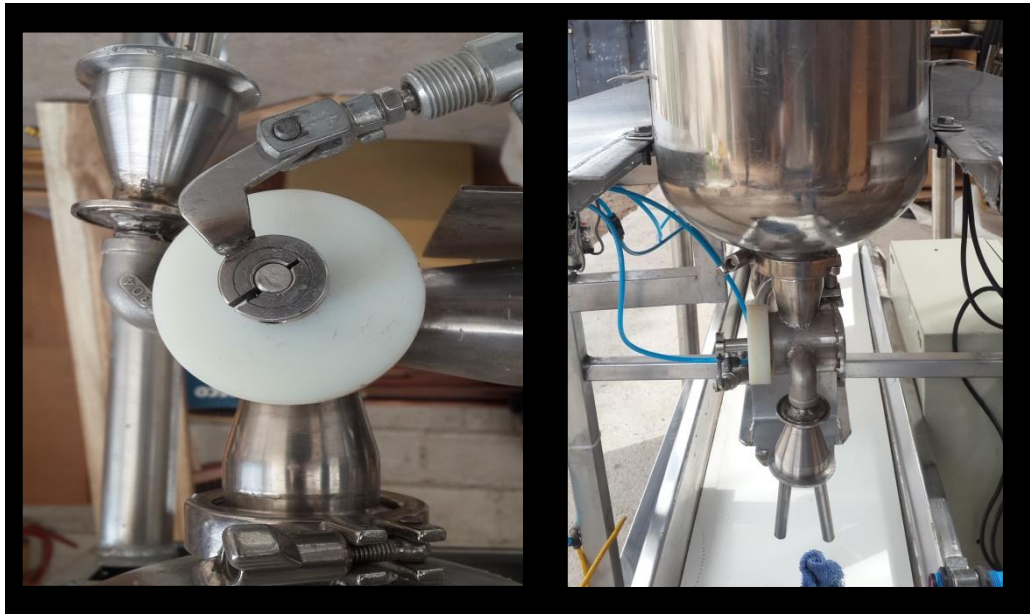


FIGURA 3.67 Ubicación del sistema de dosificación

Fuente: Autor

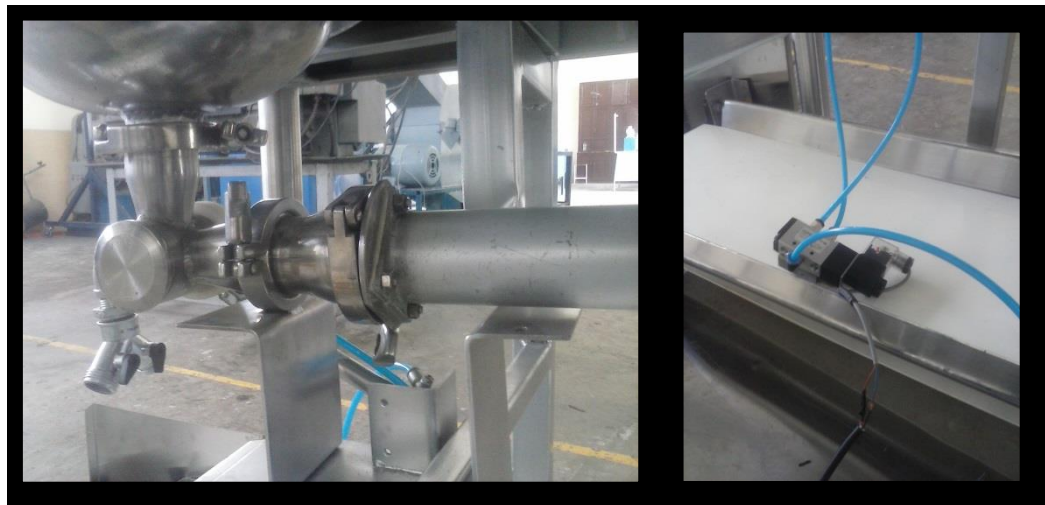


FIGURA 3.68 Ubicación de cilindro y válvulas neumáticas

Fuente: Autor

3.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Para la implementación del tablero de control de la máquina se detallan las actividades a realizarse, a continuación en la siguiente tabla:

TABLA 3.19 Actividades de implementación del sistema de control

Código	Actividad
T1	Selección del tablero
T2	Colocación de riel
T3	Colocación de canaletas
T4	Agujeros exteriores
T5	Colocación de contactores
T6	Colocación de plc
T7	Colocación de fuente de plc
T8	Colocación de fusibles
T9	Colocación de releé térmico
T10	Colocación de luces y pulsadores
T11	Cableado de equipos internos
T12	Conexión de equipos externos
T13	Etiquetado
T14	Energización

Fuente: Autor

Fuente: Autor

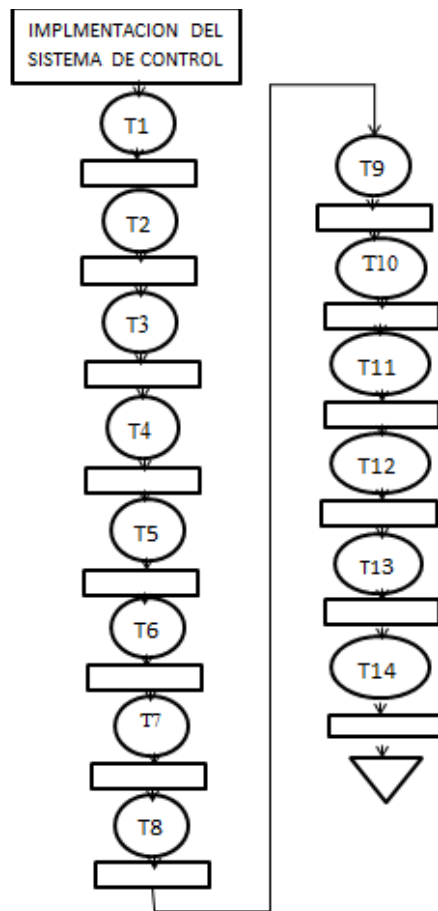


FIGURA 3.69 Diagrama de flujo de implementación de tablero de control

Fuente: Autor



FIGURA 3.70 Colocación de luces y pulsadores

Fuente: Autor

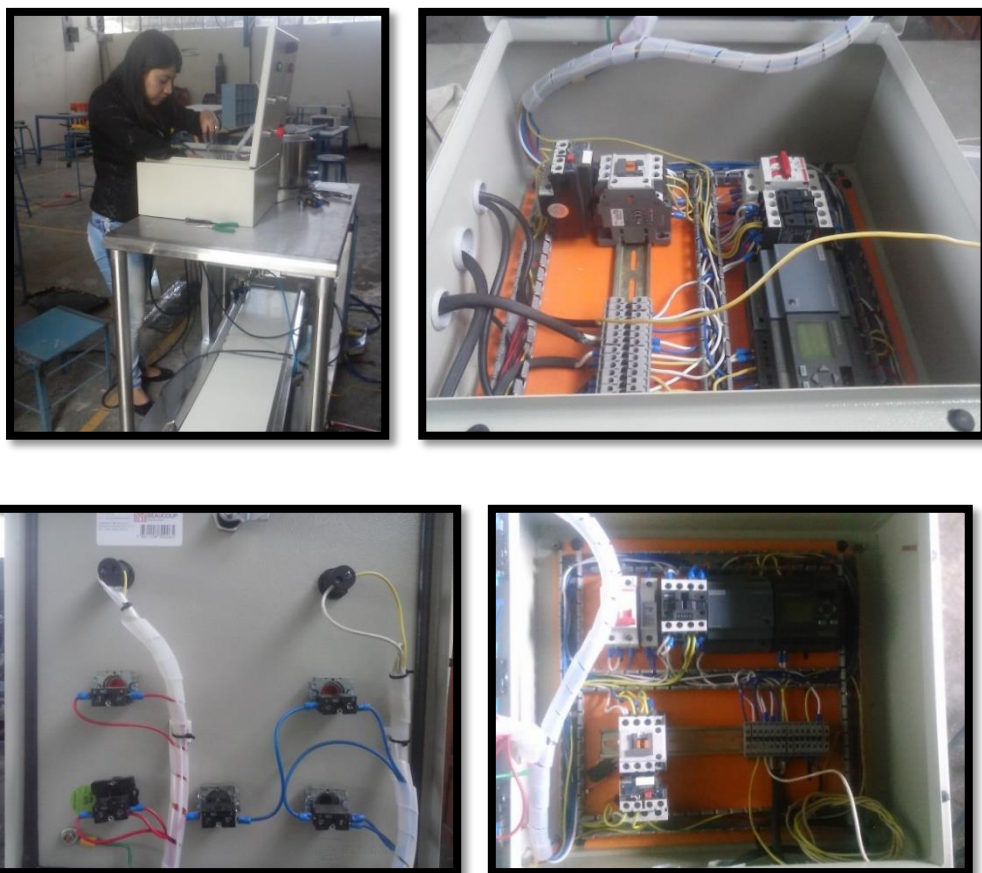


FIGURA 3.71 Cableado interno y externo

Fuente: Autor

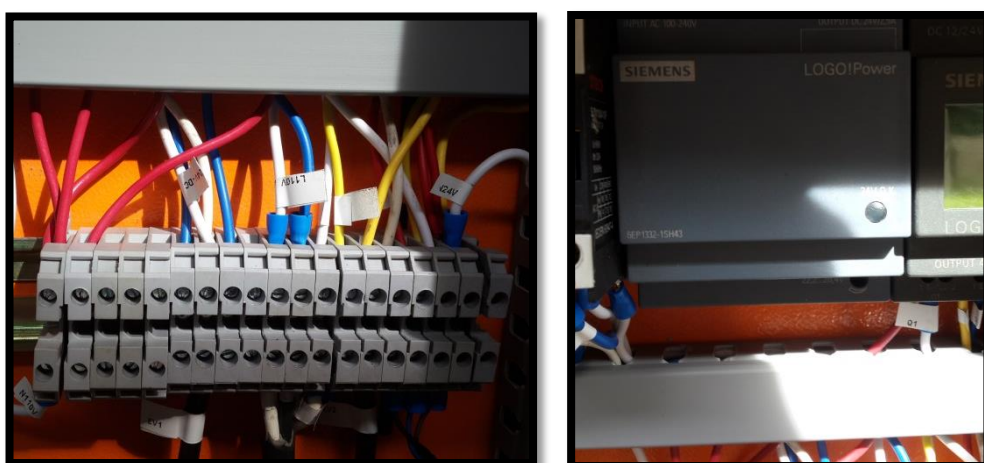


FIGURA 3.72 Cableado interno y externo

Fuente: Autor

CAPITULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez realizado el diseño de los componentes, selección de elementos y ensamble de la máquina se procede a las pruebas de funcionamiento para probar la fiabilidad del sistema y posteriores correcciones.

Luego de haber construido la máquina dosificadora de helados de crema se procede a realizar las respectivas pruebas para verificar su funcionamiento. Las pruebas a realizarse son: pruebas eléctricas, pruebas mecánicas, pruebas de cantidad en ml de helado por cada molde, pruebas de tiempo de funcionamiento del sistema de dosificación.

4.2 PRUEBAS ELÉCTRICAS

- Se realizó las pruebas de conexiones eléctricas de cada uno de los cables que alimentan al tablero de la dosificadora.
- Con la ayuda de un multímetro se probó que la alimentación eléctrica para la fuente de Logo sea 110V AC.
- Se comprobó que el voltaje que entrega la fuente de logo para los sensores, salidas, Plc sea 24V DC.
- Se probó que los terminales de todos los cables estén en continuidad entre sus extremos para comprobar que estén bien colocados.
- Se energiza individualmente cada electroválvula para probar su correcto funcionamiento.

- Se prueba que la salida del contactor entregue 110 [VAC] para el funcionamiento del motorreductor de la banda transportadora



FIGURA 4.73 Prueba eléctrica conexión plc

Fuente: Autor

4.3 PRUEBAS MECÁNICAS

Al realizar las pruebas mecánicas se pudo verificar que la estructura soporta el peso de todos los elementos de dosificación además del peso de la batidora industrial sin ninguna complicación.

El sensor óptico ubicado en la banda transportadora debe ir correctamente fijado y sujeto pues se pudo observar que el movimiento que genera la banda puede hacer que este se mueva y dar errores en la señal enviada al Plc.

El diseño principal de las boquillas dosificadoras formaba una línea inclinada dosificando así 2 helados a la vez en moldes posicionados a 2 [cm] cada uno, pero la velocidad de un flujo laminar en tuberías viene dado porque la velocidad en el centro de la tubería siempre será mayor e irá disminuyendo de la misma manera como se vaya alejando del centro, por lo tanto el molde que estaba ubicado cerca al centro se llenaba más que los moldes que

estaban a los lados; para la solución de este problema se cambia el diseño las boquillas dosificadoras de manera que formen un ángulo lo mayormente posible de 90°, de esta manera los conos deben ir juntos consecutivamente sin ninguna distancia de separación, garantizando así que la cantidad de helado depositada en cada uno de los moldes sea la misma.

Se comprobó que la capacidad de los cilindros neumáticos sea la necesaria para mover la válvula dosificadora y el cilindro de dosificación.

Los ferrules deben estar cerrados y con su respectivo empaque correctamente para evitar que el helado se derrame, un empaque no fue correctamente puesto porque desde fábrica vino con un pedazo desprendido, razón por la cual se procede a reemplazarlo y así evitar posibles fugas de producto.

La estructura en cada extremo inferior de sus soportes tiene reguladores de distancia al suelo la cual dependiendo el nivel del suelo deben ser colocados de manera uniforme.

El nivel de la banda transportadora debe ser totalmente horizontal para evitar que los moldes se movilicen de manera inclinada y se derrame el producto, para lo cual se suelda los soportes delanteros de la banda a la estructura de la máquina.



FIGURA 4.74 Pruebas mecánicas de estructura y banda

Fuente: Autor

4.4 PRUEBAS ELECTRÓNICAS

El sensor óptico es físicamente construido de manera similar a un potenciómetro, posee un calibrador de distancia el cual en base a varios ensayos prueba error se obtiene la distancia necesaria así:

TABLA 4.20 Distancias de prueba entre el sensor y el cono

Distancia del cono al sensor [cm]	Probabilidad de Error %
1	80
2	46
3	34
4	12
5	3
10	65

Fuente: Autor



FIGURA 4.75 Calibración sensor óptico

Fuente: Autor

4.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se agrega en la batidora industrial todos los ingredientes para el helado, una vez terminado el proceso de batido se vierte manualmente la mezcla en la tolva, se energiza el tablero de control y se enciende el proceso para dar paso a las respectivas pruebas de dosificación.

4.5.1 PRUEBA DE CANTIDAD DE DOSIFICACIÓN

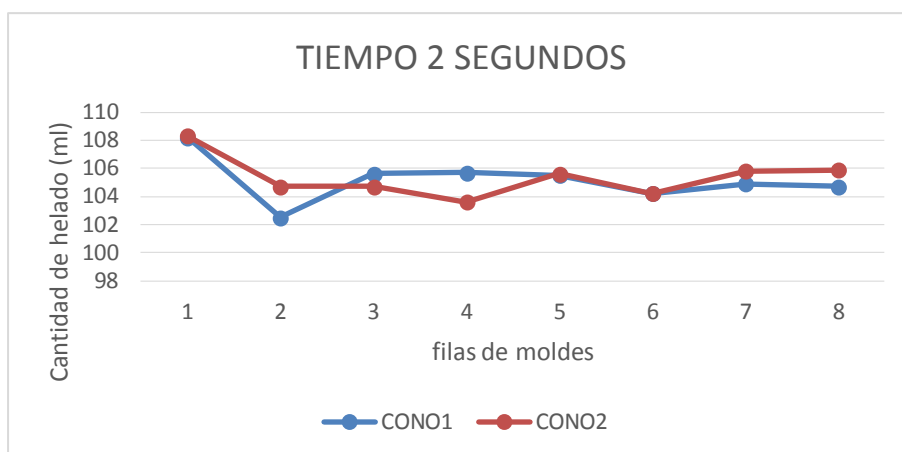
Para la prueba de dosificación el tiempo de apertura y cierre de la válvula de dosificación activada por la válvula neumática juega un papel muy importante, de ella depende la cantidad de líquido que pase de la tolva hacia el cilindro de dosificación por lo cual se hace pruebas con 3 tiempos diferentes, de igual manera del tiempo que demore el recorrido del vástago del cilindro de dosificación dependerá la cantidad de helado que al final se deposite en cada molde, razón por la cual se hacen pruebas por separado y luego uniendo los tiempos de cada uno.

4.5.1.1 Pruebas de tiempo del cilindro dosificador

Prueba 1 Cilindro de dosificación tiempo (2 segundos)

TABLA 4.21 Datos primera prueba bandeja 1

CANTIDAD DE HELADO EN LOS MOLDES (ml)			
fila / molde	1	2	PROMEDIO
1	108,2	108,3	108,25
2	102,5	104,7	103,6
3	105,6	104,7	105,15
4	105,7	103,6	104,65
5	105,5	105,6	105,55
6	104,2	104,2	104,2
7	104,9	105,8	105,35
8	104,7	105,9	105,3

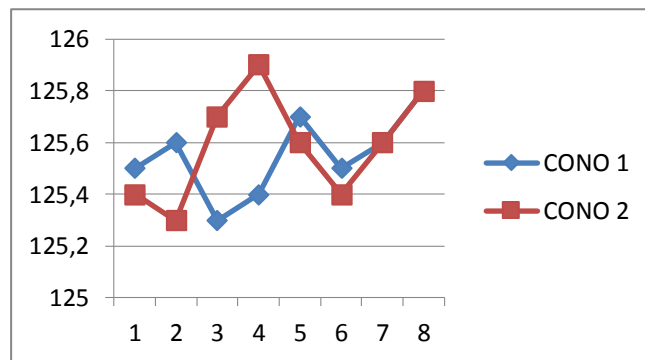


Fuente: Autor

Prueba 2 cilindro de dosificación tiempo (3 segundos)

TABLA 4.22 Datos segunda prueba bandeja 1

CANTIDAD DE HELADO EN LOS MOLDES (ml)			
FILA/MOLDE	1	2	PROMEDIO
1	125,5	125,4	125,45
2	125,6	125,3	125,45
3	125,3	125,7	125,5
4	125,4	125,9	125,65
5	125,7	125,6	125,65
6	125,5	125,4	125,45
7	125,6	125,6	125,6

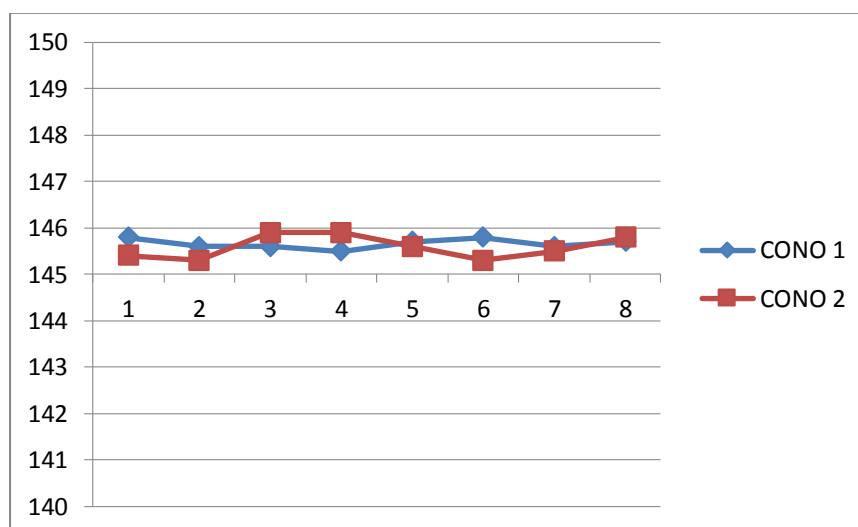


Fuente: Autor

Prueba 3 cilindro de dosificación tiempo (5 segundos)

TABLA 4.23 Datos tercera prueba bandeja 1

FILA/MOLDE	1	2	PROMEDIO
1	145,8	145,4	145,6
2	145,6	145,3	145,45
3	145,6	145,9	145,75
4	145,5	145,9	145,7
5	145,7	145,6	145,65
6	145,8	145,3	145,55
7	145,6	145,5	145,55
8	145,7	145,8	145,75



Fuente: Autor

4.5.1.1.1 Análisis de resultados

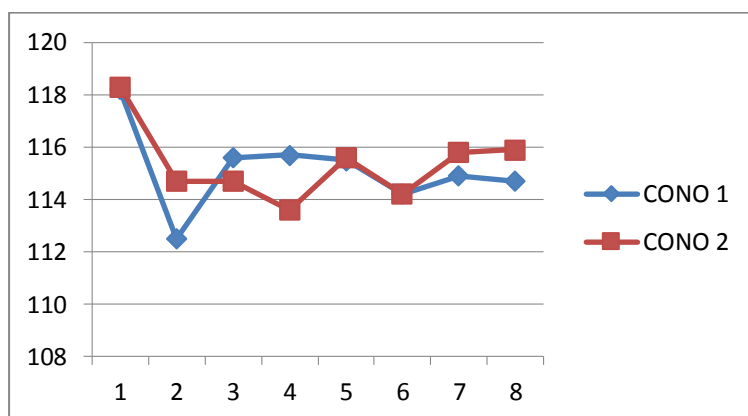
El tiempo de avance y retroceso del vástago del cilindro neumático encargado principalmente del llenado de la cámara de dosificación y de la dosificación directa en los moldes afecta en la cantidad total de helados depositada en los moldes, los conos de 145 [ml] deben ser llenados en su totalidad, motivo por el cual con el tiempo de 8 segundos dado en la prueba 3 se consigue la cantidad de helado necesaria.

4.5.1.2 Pruebas de tiempo de apertura de válvula

Prueba 1 Apertura y cierre de válvula Tiempo (5 Segundos)

TABLA 4.24 Datos primera prueba bandeja 1

CANTIDAD DE HELADO EN LOS MOLDES (ml)			
fila / molde	1	2	PROMEDIO
1	118,2	118,3	118,25
2	112,5	114,7	113,6
3	115,6	114,7	115,15
4	115,7	113,6	114,65
5	115,5	115,6	115,55
6	114,2	114,2	114,2
7	114,9	115,8	115,35
8	114,7	115,9	115,3

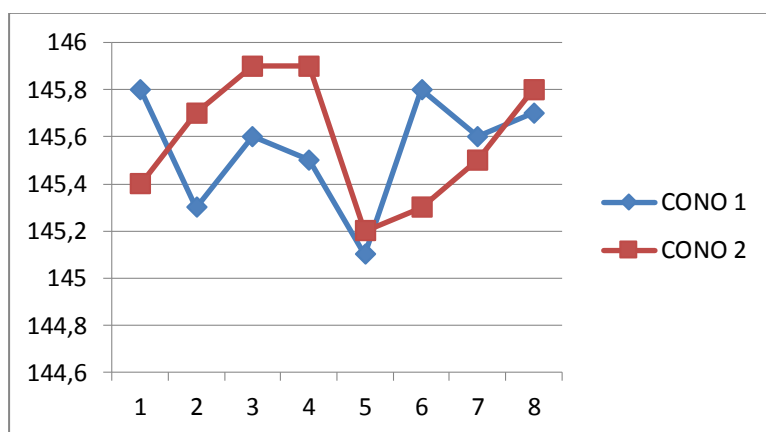


Fuente: Autor

PRUEBA 2 CILINDRO DE DOSIFICACIÓN TIEMPO (9 segundos)

TABLA 4.25 Datos segunda prueba bandeja 1

FILA/MOLDE	1	2	PROMEDIO
1	145,8	145,4	145,6
2	145,3	145,7	145,5
3	145,6	145,9	145,75
4	145,5	145,9	145,7
5	145,1	145,2	145,15
6	145,8	145,3	145,55
7	145,6	145,5	145,55

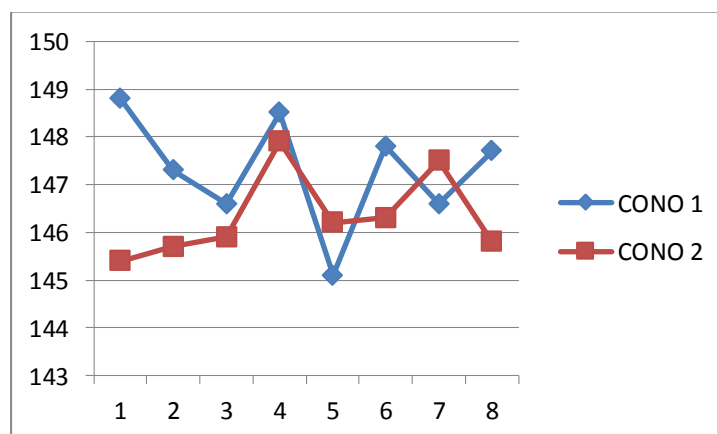


Fuente: Autor

PRUEBA 3 CILINDRO DE DOSIFICACIÓN TIEMPO (10 segundos)

TABLA 4.26 Datos tercera prueba bandeja 1

FILA/MOLDE	1	2	PROMEDIO
1	148,8	145,4	147,1
2	147,3	145,7	146,5
3	146,6	145,9	146,25
4	148,5	147,9	148,2
5	145,1	146,2	145,65
6	147,8	146,3	147,05
7	146,6	147,5	147,05



Fuente: Autor

4.5.1.2.1 Análisis de resultados

El tiempo de apertura y cierre de la válvula afecta en la cantidad de helado tomado desde la tolva para el cilindro de dosificación, por esta razón tomando el tiempo anterior del movimiento del cilindro de 8 [seg], se hace las pruebas con los tiempos determinados y se observa que con la prueba 2 del tiempo de 9 segundos se obtiene la cantidad de helado deseado en cada molde.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La selección de los parámetros técnicos de diseño inciden directamente en el correcto funcionamiento de la máquina, con la ayuda del software Cad Inventor Profesional se logró seleccionar los elementos correctos, simular su funcionamiento y determinar los componentes adecuados.
- En la actualidad existe un sinnúmero de componentes eléctricos y electrónicos, la determinación de cada uno de ellos se realizó en base a los costos de cada uno y la funcionalidad presente entre las diferencias de cada uno, su correcto funcionamiento depende también de los demás elementos a trabajar en conjunto.
- En la parte de la implementación de la máquina se pudo observar que la velocidad de la máquina puede ser adaptada a otra línea de producción dependiendo de la necesidad de la producción, o la forma que tenga la misma.
- Este sistema puede ser utilizado para dosificar otros tipos de productos, pues se tomó como muestra a un producto viscoso el cual presenta problemas al momento de dosificar por la densidad que posee, pero al utilizar con sustancias líquidas este proceso se

torna más fácil pues lo líquidos tienden a caer por su propia gravedad.

- Se obtiene un mejor resultado al trabajar los elementos con el mismo voltaje, en este caso 24 VDC, ya que la mayoría de instrumentos tienden a sólo utilizar este voltaje para la alimentación de los mismos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Probar los elementos eléctricos y de control uno a uno para verificar su correcto funcionamiento antes de adaptar a la máquina.
- Revisar los puentes de las borneras y colocación de terminales, en el desarrollo de las pruebas 1 juego resultó defectuosos, y no permitía el paso de la corriente en una electroválvula lo que daba resultado de errores de la máquina.
- Cada cierto tiempo se deben ajustar la parte mecánica de los sensores, especialmente el sensor óptico porque como están en contacto con la banda puede moverse y no den la señal correcta.
- Se debe hacer un mantenimiento preventivo de limpieza de los elementos mecánicos, para que no se desgasten con mayor facilidad.
- La limpieza es un factor muy importante más del 90 % de la máquina está construida en acero inoxidable por lo cual es necesario que una vez que termina cada proceso sea todo el sistema de dosificación totalmente limpiado con detergentes aptos para alimentos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ciencia popular*. (8 de Julio de 2005). Recuperado el 4 de Febrero de 2014, de Historia del helado: http://www.cienciapopular.com/n/Historia_y_Arqueologia/Historia_de_los_Helados/Historia_de_los_Helados.php
- Definición ABC diccionario*. (2007-2013). Recuperado el 21 de 09 de 2013, de <http://www.definicionabc.com/general/crema.php>
- Postres*. (2010). Recuperado el 22 de Enero de 2014, de "Recetas de postres deliciosos": <http://www.solopostres.com/ver-articulo.php?id=13>
- Revista electrónica Ap&S*. (2010). Recuperado el 21 de 05 de 2014, de <http://www.apys.com.ar/datosutiles/tiposdereducion.html>
- Alfonsin, G. (2010). *Notas Técnicas*. Recuperado el 17 de 09 de 2013, de Definición de Helado según la enciclopedia: http://www.heladoartesanal.com/historia_helado_artesanal.html
- Álvarez, F. (2011). *Guía de postres*. Recuperado el 30 de 09 de 2013, de ¿Cómo batir la crema? Recomendaciones para un resultado óptimo: <http://www.guioteca.com/postres/%C2%BFcomo-batir-la-crema-recomendaciones-para-un-resultado-optimo/>
- Aplica-inox. (s.f.). *Inoxidable en la industria alimentaria*. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de Selección de materiales: <http://aplicainox.org/alimentaria/recomend/eleccion>
- Aquiles, G. (s.f.). *Sistemas técnicos*. Recuperado el 22 de 01 de 2014, de http://www.ifdcelbolson.edu.ar/mat_biblio/tecnologia/curso1/u1/09.pdf
- Arroyo, J. (s.f.). *Compresores de aire*. Recuperado el 10 de 12 de 2013, de <http://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2013/03/compresores-de-aire.pdf>
- Asociación española de fabricantes de helados. (s.f.). *Aportación nutricional*. Recuperado el 19 de 09 de 2013, de Los helados: nutrición y placer:

http://www.aefhelados.com/bonmacor_helados/web/pdf/3Razones_NUTRICION.pdf

Asometal, & Salazar, A. (8 de Mayo de 2013). *El aluminio y sus aleaciones*. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de <http://www.asometal.org/el-aluminio-y-sus-aleaciones/>

Astrid, C. (24 de Enero de 2008). *Pulpa de frutas*. Recuperado el 23 de 01 de 2014, de <http://procesodefutas.blogspot.com/>

Bandas Industriales. (2014). *Bandas Industriales Productos*. Recuperado el 22 de Marzo de 2015, de <http://www.bandasindustriales.com/productos.html>

Bray, T., & Echeverría, J. (2010). *Investigaciones en el sitio imperial Inca-Caranqui, Cantón Ibarra, provincia Imbabura, FASE III (No. 043-2010)*. Ibarra.

Brunssen. (s.f.). *Aplicaciones en la industria*. Recuperado el 23 de Junio de 2014, de Bandas Transportadoras Brunssen: <http://www.comercioindustrial.net/pgs/links.htm>

Budinas, R., & Nisbett, J. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

Camsco. (2014). Recuperado el 23 de Agosto de 2015, de www.camsco.com.tw/spa/fuselink-base/P39.html

Caranqui. (2011). Turismo Caranqui. *Caranqui*, 15.

Castiñeira, N. (20). *Educación Tecnológica*. Recuperado el 21 de Enero de 2015, de Sistemas Neumáticos e hidraulicos: http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page266.htm

Castiñeira, N. (2013). *Sistemas de control*. Recuperado el 27 de Mayo de 2014, de http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page266.htm

Celduc relais. (s.f.). *Sensores magnéticos*. Recuperado el 12 de Mayo de 2014, de <http://www.celduc-relais.com/all/pdfcelduc/proxes.pdf>

- Colección Mi Academia. (s.f.). *Geometría*. Perú: San Marcos.
- Consortio Eléctrico Industrial SAC. (2015). *Distribución de materiales eléctricos*. Recuperado el 12 de Enero de 2016, de <http://www.consortioelectrico.com.pe/automatizacion.html>
- Convenio SENA- Reino Unido. (s.f.). *Manejo Post-cosecha y comercialización de Borajó. Programa post-cosecha*. Recuperado el 30 de 09 de 2013, de <http://www.banrepcultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/cursos-de-capacitacion/manejo-post-cosecha-borajo/modulo%205/modulo%205%20-%20iv.pdf>
- Diario El Norte. (07 de 01 de 2012). Las delicias de Caranqui. *Diario El Norte*, pág. 4.
- Dipac. (2012). *Catálogo acero dipac*. Recuperado el 25 de Mayo de 2014
- Direct Industry. (2014). *Válvula retención de bola*. Recuperado el 15 de Mayo de 2014, de <http://pdf.directindustry.es/pdf-en/armaturenwerk-hotensleben-gmbh/ball-clock-valve-technology/61967-496515.html>
- Esbelt. (2008-2009). *Bandas Transportadoras*. Recuperado el 23 de Abril de 2015, de Características técnicas: <http://pdf.directindustry.es/pdf/esbelt/bandas-transportadoras/11685-76056.html>
- Escalera, M., & Rodríguez, A. (s.f.). *ACTUADORES NEUMÁTICOS*. Recuperado el 27 de 12 de 2013, de <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Escalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>
- European Hygienic Engineering and Design Group. (2004). *Criterios para el diseño higiénico de equipos*. Frankfurt, Alemania: Ainia, centro tecnológico.
- Festo. (2010). *neumática electroneumática fundamentos*. Denckendorf, Alemania: Festo Didactic GmbH & Co. KG.

García. (8 de Abril de 2013). *El Puente-H*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/176792041/El-Puente-h>

García, E. (2012). *Diseño construcción de dosificadores*. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 5 de 10 de 2013, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1902/5/04%20Diseno%20construccion%20dosificadores.pdf>

Giles, R., Evett, J., & Liu, C. (1994). *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. Espana: Mariano J Norte.

Gómez, F. (s.f.). *CINTAS TRANSPORTADORAS EN AUTOMATIZACIÓN DE LA INDUSTRIA*. Recuperado el 22 de 05 de 2014, de <http://www.esi2.us.es/~fabio/cintas.pdf>

Guillén, A. (1993). *Introducción a la neumática*. Barcelona: Marcombo.

Guillén, A. (s.f.). *Ingeniería en soporte*. Recuperado el 29 de 12 de 2013, de http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/Page347.htm

Gurrea, X. (04 de 2010). *Fundamentos de la compresión gaseosa*. Recuperado el 22 de 12 de 2013, de <http://tecnologia-compresores.blogspot.com/2010/04/compresor-de-tornillo-rotor-unico.html>

Hamlin. (2008). *Red Switch and Rees sensor activation*. Recuperado el 23 de Octubre de 2015, de <http://www.hamlin.com/specSheets/AN104.pdf>

Ibarra puro encanto. (2011). *Pan de leche de caranqui*. Recuperado el 15 de 09 de 2013, de http://www.touribarra.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=179%3Apan-de-leche-de-caranqui&catid=74%3Agolesinas&Itemid=118&lang=es

Industria Lechera Floralp. (14 de 02 de 2012). *Fomento Ganadero. Calidad de la leche*. Recuperado el 20 de 09 de 2013, de <http://www.floralpvirtual.com/wordpress/?tag=leche-2>

- Inversiones Jackhaja. (24 de Febrero de 2014). *Pulsador empotrable off/on*. Recuperado el 12 de Junio de 2014, de <http://www.ferreteria-jackhaja.com/pulsador-empotrable-p-785.html>
- Juiming Metal . (2011). *Unión para alimentos*. Recuperado el 22 de Mayo de 2014, de <http://www.juiming.com.tw/spa/clamp-union-tube-hanger.htm>
- León, J. (02 de Marzo de 2011). *Programación de plc compactos*. Obtenido de http://jorgeleon.terradeleon.com/automatizacion/PLC_1/index.html
- Licata, M. (2000). *La Leche y sus propiedades nutricionales*. Recuperado el 22 de 09 de 2013, de [zonadiet.com: http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm](http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm)
- Licata, M. (2010). *zonadiet.com*. Recuperado el 23 de 01 de 2014, de El helado, un alimento nutritivo, que puede formar parte de una dieta saludable.: <http://www.zonadiet.com/comida/helado.htm>
- Linak. (2014). *Actuador lineal electrico*. Recuperado el 13 de Mayo de 2014, de <http://www.linak.es/about/?id3=4283>
- Linak. (2014). *Actuadores Lineales*. Recuperado el 21 de Abril de 2014, de <http://www.linak-latinamerica.com/productos/linear-actuators.aspx>
- Manfix. (2015). *Cintas transportadoras de inspección*. Recuperado el 23 de Abril de 2015, de <http://www.manfix.es/servicio/cintas-transportadoras-de-inspeccion/>
- Martín, A. (2011). *Apuntes de mecánica de fluidos*. California.
- Mendoza, R. (s.f.). *Sistemas Neumáticos*. Recuperado el 23 de Enero de 2015, de http://www.eudim.uta.cl/rmendozag/courses/2012/sistemas_de_sensores_y_actuadores/sistemas_de_sensores_y_actuadores_05.pdf
- Ministerio de la presidencia de Madrid. (1998). *REAL DECRETO 618/1998, de 17 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación técnico sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de helados y mezclas envasadas para congelar*. Madrid.

- Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Pearson.
- NORMA AISI. (s.f.). *Clasificación de los aceros según norma Aisi*. Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de <http://www.multimet.net/pdf/clasificacionaceros.pdf>
- Norton, R. L. (2011). *DISEÑO DE MÁQUINAS Un enfoque integrado*. Pearson Educacion.
- Omron. (s.f.). *Catálogo productos* . Recuperado el 22 de Mayo de 2014, de <http://www.newark.com/omron-electronic-components/ss-5gl2/micro-switch-roller-lever-spdt/dp/36K7638>
- Orozco, M. (06 de Marzo de 2008). *Reductores y motorreductores*. Recuperado el 21 de 05 de 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos13/reducty/reducty.shtml>
- Parker Hannifin Ind. y Com. Ltda. (2003). *Tecnología Neumática Industrial*. Jacareí: Parker Hannifin Ind. y Com. Ltda.
- Proveedora de equipos electromecánicos y automatización. (2010). *Reductores*. Recuperado el 21 de 05 de 2014, de <http://www.stumbleupon.com/su/1hVlty/peea.com.mx/productos/reductores.html>
- Quiróz, N. (s.f.). *Bienvenido al mundo de las válvulas*. Recuperado el 22 de Marzo de 2014, de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/accesorioshidraulicos/usoyclasificvalvulas/usoyclasifvalvulas.html>
- Rambaldo, J. (2013). *Microprocesadores I*. Recuperado el 17 de Abril de 2014, de http://www.iset57.edu.ar/micro1/files/cent/Micro1_Unidad1.pdf
- Real academia española. (2001). *Diccionario de lengua española 22nd ed.* Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=tolva>
- Rivero, R. (23 de Abril de 2012). *Sensores*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de http://rivero-martin.blogspot.com/2012_04_01_archive.html

- Siemens . (2009). *Logoj*. Recuperado el 16 de Mayo de 2014, de <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/pages/logo.aspx>
- Siemens. (s.f.). *Direct Industry*. Recuperado el 23 de Abril de 2014, de <http://www.directindustry.es/prod/siemens-ag-drive-technologies-division-mechanical-drives/motorreductores-electricos-tornillo-sin-fin-eje-ortogonal-7015-53147.html>
- Silos Gourmet*. (s.f.). Recuperado el 03 de 22 de 2014, de <http://www.silos-cafe.com/silos-industriales.htm>
- SKF. (2014). *Gama de actuadores lineales*. Recuperado el 12 de Mayo de 2014, de <http://www.skf.com/es/products/actuation-systems/linear-actuators/index.html>
- Sumitec. (s.f.). *Acero inoxidable AISI 304*. Recuperado el 10 de Marzo de 2014, de <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>
- Tecnoembalaje. (7 de Agosto de 2013). *Dosificadores neumáticos pistón líquidos alta viscosidad*. Recuperado el 7 de 10 de 2013, de <http://tecnoembalaje.com/dosificadores-neumaticos-piston-liquidos-alta-viscosidad/>
- Torres, J. (24 de Noviembre de 2012). *Introducción a la mecatrónica*. Recuperado el 28 de 05 de 2014, de Controladores lógicos programables: <http://1607051.blogspot.com/2012/11/26-controladores-logicos-programables.html>
- Ulcuango, W. (2007). *“EVALUACIÓN DE LOS INGREDIENTES FUNCIONALES*. Ibarra.
- Umaña, S., & Vindas, J. (Julio de 2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. Recuperado el 23 de Octubre de 2015, de <http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-diagramas-flujo-2009.pdf>

Universidad de Vigo. (s.f.). *Sensores y actuadores industriales*. Recuperado el 2 de Abril de 2014, de http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1709/ISAD_Tema7_2.pdf

Universidad Politécnica Juventino Rosas. (5 de Marzo de 2013). *Aleaciones de aluminio*. Recuperado el 12 de Marzo de 2014, de <http://www.slideshare.net/ArnulfoPerez2/22-aleaciones-de-aluminio>

University, A. I. (2007). *Tecnología de los alimentos*. Recuperado el 14 de 09 de 2013

University, A. I. (2007). *Tecnología de los alimentos*. Recuperado el 14 de 09 de 2013, de <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/TECNOLOG%C3%8DA%20DE%20LOS%20ALIMENTOS.html>

Válvulas industriales S.A. (s.f.). *Válvulas industriales S.A.* Recuperado el 13 de Marzo de 2014, de <http://www.valvulasindustriales.com/product.php?categoryID=71>

Vescovo. (2009). *Sistemas de envasado*. Recuperado el 5 de 10 de 2013, de <http://www.vescovoweb.com/tiposDosificadores.html>

Villalba. (s.f.). *Neumática*. Recuperado el 27 de 12 de 2013, de <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/05/neumatica.pdf>

Villamar, A., & Ochoa, A. (2010). *Estabilidad del helado de crema*. Recuperado el 19 de 09 de 2013, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9096/1/Estabilidad%20del%20helado%20de%20crema%20de%20leche.pdf>

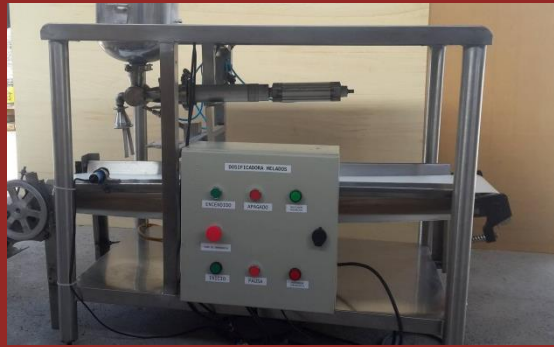
Vollmer, G. (2011). *Helados. Consejos de salud*. Recuperado el 14 de 09 de 2013, de <http://www.madridsalud.es/temas/helados.php>

Wager, A. (s.f.). *Libro blanco- Seguridad alimentaria*. Recuperado el 23 de Marzo de 2014, de http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/165833/White%20Paper%20-%20Food%20Safety_ES.pdf

ANEXOS

MANUAL DE USUARIO

MÁQUINA DOSIFICADORA DE HELADOS DE CREMA PARA LA INDUSTRIA ARTESANAL



La máquina dosificadora de helados permite optimizar el tiempo de producción artesanal, sirve al usuario para optimizar recursos económicos y personales, consta de un sistema semiautomático, muy fácil de manejar.



MANUAL
DE
USUARIO

CONTENIDO

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
COMPONENTES GENERALES DE LA MÁQUINA.....	3
TABLERO DE CONTROL.....	4
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA.....	6
CHEQUEOS Y PROCEDIMIENTOS ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA.....	6
PUESTA EN MARCHA	8
PARADA	9
MANTENIMIENTO.....	11



ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

- ✓ Antes de usar esta máquina, compruebe que el voltaje en la red eléctrica sea 110 VAC.

- ✓ La máquina debe ser ubicada en una zona nivelada independientemente del tipo de piso.

- ✓ Esta máquina ha sido fabricada exclusivamente para la dosificación de helados de crema, por lo que utilizarlo para otro uso se considera indebido y por consiguiente peligroso.

- ✓ El fabricante no se considera responsable de los daños derivados de un uso indebido, incorrecto o irracional.

- ✓ En caso de alguna avería o desperfecto en su funcionamiento apague la máquina y desconecte de la corriente eléctrica.

- ✓ No obstaculizar con las manos u otros objetos la línea de vista entre el sensor óptico los moldes.

- ✓ Mientras la banda esté en funcionamiento no introducir las manos u otros objetos en las poleas

- ✓ No desconectar la toma de aire mientras se encuentre en funcionamiento la máquina, esto produce errores en los cilindro y puede haber derrame de producto

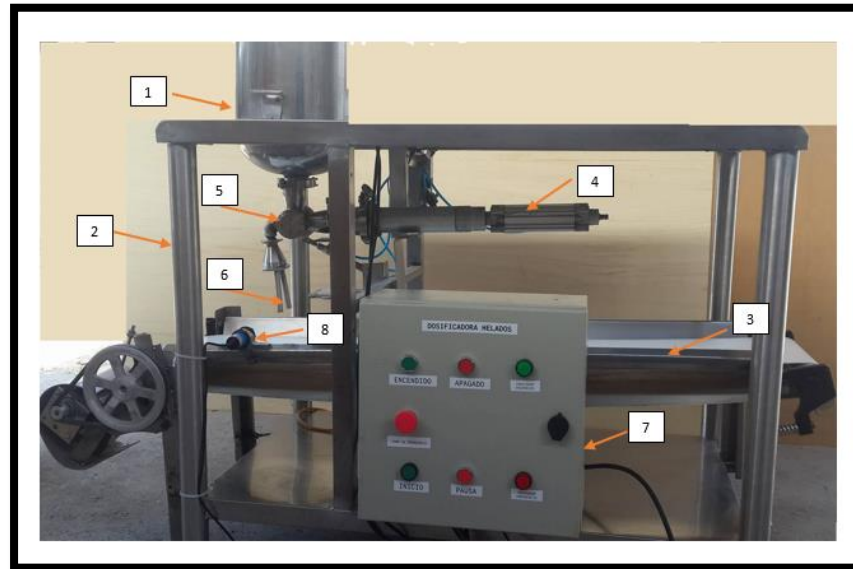
INTRODUCCIÓN

Esta máquina está diseñada exclusivamente para la dosificación de helados de crema, su tablero de control posee un plc que controla todo el sistema semiautomático, su fuente de energía es la eléctrica y neumática, la combinación de todos sus elementos hace un conjunto para mejorar la calidad de vida de sus usuarios.

Su diseño sencillo y versátil permite una fácil manipulación y funcionamiento.

Capacidad máxima de 13 litros por cada proceso en la dosificación de conos de 145 ml.

COMPONENTES GENERALES DE LA MÁQUINA



Nº	NOMBRE	FUNCIÓN
1	Tolva	Almacenar el helado para la dosificación
2	Estructura de la máquina	Soporta todo el peso del sistema de dosificación y la batidora
3	Banda transportadora	Movimiento horizontal de los conos hacia las boquillas
4	Cámara de dosificación	Almacenamiento de la cantidad exacta de helado

5	Sistema de	Componentes que en conjunto permiten la dosificación del helado
6	Boquillas	Distribución del helado hacia el cono
7	Tablero de control	Conjunto de componentes eléctricos y electrónicos que controlan el proceso
8	Sensor para moldes	Sensor óptico que detecta la presencia de los conos

COMPONENTES DEL TABLERO DE CONTROL



N°	NOMBRE	FUNCIÓN
1	Pulsador encendido general	Energizar todos los elementos del tablero
2	Pulsador apagado general	Apagar todos los elementos del tablero
3	Indicador Inicio proceso	Se enciende cuando inicia el proceso de dosificación
4	Paro de emergencia	Des energiza los elementos detiene todo el proceso
5	Pulsador inicio	Inicia el proceso de dosificación
6	Pulsador pausa	Detiene el proceso de dosificación hasta que se presione nuevamente el botón inicio
7	Indicador releé	Se enciende cuando se activa el releé térmico

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINA

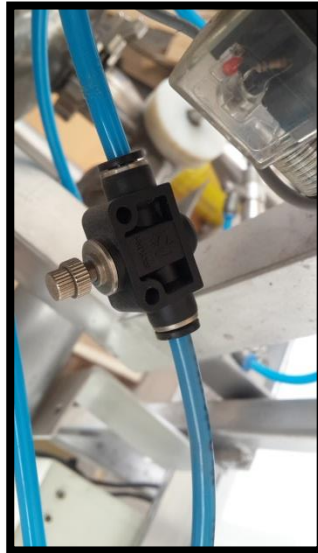
Característica	Descripción
Dimensiones [m]	1.20 * 1.10 * 90
Voltaje de alimentación [VAC]	110
Cantidad x ciclo	2 conos
Presión de alimentación de aire	3 bares
Capacidad de la tolva	13 litros
Cantidad de dosificación individual	145 ml

CHEQUEOS Y PROCEDIMIENTOS ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA

1. Ubicar la estructura en un piso lo más nivelado posible, la banda va empernada a la estructura para evitar que los moldes caigan.
2. Colocar la tolva de alimentación y sujetar el sistema con los ferrules.



3. No olvidar colocar los empaques de cada ferrul para evitar fugas del helado.
4. Revisar que no existan desconexiones de cables eléctricos o fugas de aire.



5. Ajustar los racores de cada válvula y cilindro neumático para evitar fugas.



6. Ajustar todos los pernos de la máquina.
7. Conectar el compresor.
8. Sujetar el tablero de control en los agujeros determinados tanto en el tablero como en la estructura.

PUESTA EN MARCHA

1. Conectar el cable a la toma de 110 VAC.



2. Levantar el breaker para energizar el tablero.



3. Colocar el helado en la tolva de alimentación.
4. Conectar la alimentación de aire.
5. Presionar botón de encendido.
6. Colocar los moldes de 145 ml en la banda, en pares.



7. Presionar el botón de inicio, el tiempo que demora en energizarse el Plc es aproximadamente 4 segundos, después se observa que la banda se mueve e inicia el proceso de dosificación
8. Colocar los moldes necesarios en la banda para que puedan avanzar con el proceso

PARADA

1. Una vez terminado el producto de la tolva se procede a presionar el botón de apagado

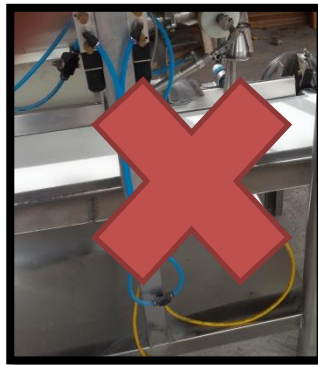


2. En el caso de necesitar utilizar el paro de emergencia simplemente se presiona el botón hongo retenido y automáticamente desenergiza al sistema y detiene tanto la banda como el movimiento del sistema



Una vez solucionado el inconveniente se desenchava el botón de paro de emergencia y se presiona el botón inicio para continuar con el proceso.

3. No quitar la toma de aire del sistema en ningún momento pues esto puede ocasionar mal funcionamiento de los cilindros y derrame del producto



4. No colocar otro objeto que no sea el cono en el campo de lectura del sensor pues puede dar errores de envío de señal al plc y afecta en el movimiento de los cilindros neumáticos





MANTENIMIENTO

La máquina para su correcto funcionamiento y evitar posibles daños deberá seguir el siguiente plan de mantenimiento.



Precaución: Antes de iniciar cualquier tipo de desmontaje de la máquina asegúrese que la corriente eléctrica este interrumpida, así como le presión neumática que esté cortada y liberada.

PERIODO	ACTIVIDAD	PROCESO
DIARIO	LIMPIEZA SUPERFICIAL	<ul style="list-style-type: none">• Los residuos de producto deben ser retirados con enjuagues utilizando abundante agua y detergente.• Se aconseja utilizar agua caliente por los residuos de grasa que pudiesen quedar.• Se puede utilizar una franela limpia para remover los residuos existentes en la banda transportadora.
		<ul style="list-style-type: none">• Según las exigencias de higiene es necesario desmontar todas las piezas móviles del sistema de dosificación, las mismas que se encuentran en contacto directo con el helado.• Los o-ring de los ferrules deben ser lavados en agua fría para evitar la deformación de los mismos• Una vez que se termina el proceso de limpieza se procede

DIARIO	LIMPIEZA INTERIOR	<p>al armado de las piezas totalmente secas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se aconseja emplear una pequeña cantidad de lubricante compatible con alimentos.
	LIMPIEZA DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Con aire comprimido realizar la limpieza de los elementos de distribución de aire. • Limpiar las válvulas de desfogue de aire y limpiar las partículas de polvo o grasa.
SEMANAL		
MENSUAL	REVISIÓN DE CHUMACERAS Y COJINETES	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar el mantenimiento de los elementos que permiten girar los rodillos de la banda transportadora: <ul style="list-style-type: none"> - Ajuste - Lubricación - Fatiga
ANUAL	CAMBIO DE MANGUERAS NEUMÁTICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Las mangueras #4 deben ser cambiadas en su totalidad para evitar las fugas de aire por desgaste de la máquina.

ANEXO 1

ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

1. Descripción: éste es el más versátil y uno de los más usados de los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado y el soldado. Se puede usar para aplicaciones de embutición profunda, de rolado y de corte. Tiene buenas características para la soldadura, no requiere recocido tras la soldadura para que se desempeñe bien en una amplia gama de condiciones corrosivas. La resistencia a la corrosión es excelente, excediendo al tipo 302 en una amplia variedad de ambientes corrosivos incluyendo productos de petróleo calientes o con vapores de combustión de gases. Tiene excelente resistencia a la corrosión en servicio intermitente hasta 870 °C y en servicio continuo hasta 925°C. No se recomienda para uso continuo entre 425 - 860°C pero se desempeña muy bien por debajo y por encima de ese rango.

2. Normas involucradas: ASTM A 276

3. Propiedades mecánicas: Resistencia a la fluencia 310 MPa (45 KSI)
Resistencia máxima 620 MPa (90 KSI)
Elongación 30 % (en 50mm)
Reducción de área 40 %
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.8 g/cm³ (0.28 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.08 % C min
2.00 % Mn
1.00 % Si
18.0 – 20.0 % Cr
8.0 – 10.5 % Ni
0.045 % P
0.03 % S

6. Usos: sus usos son muy variados, se destacan los equipos para procesamiento de alimentos, enfriadores de leche, intercambiadores de calor, contenedores de productos químicos, tanques para almacenamiento de vinos y cervezas, partes para extintores de fuego.

7. Tratamientos térmicos: éste acero inoxidable no puede ser endurecido por tratamiento térmico. Para el recocido, caliente entre 1010 y 1120°C y enfríe rápidamente

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

ACERO INOXIDABLE- AISI 304



PLANCHAS INOXIDABLES

Especificaciones Generales

Norma 304, 316, 430
Espesores Desde 0,40mm hasta 15,00mm
Rollos X 1220
Planchas 4 x 8
 Largos y calidades especiales bajo pedido

Tipo de estructura	Tipo de Composición	Descripción de acuerdo a JIS*	Descripción de acuerdo a AISI**	Descripción de acuerdo a DIN***	COMPOSICION QUIMICA %					
					C	Si max	Mn	P max	S max	Ni
Austenite	17 Cr-5Ni-7Mn	SUS 201	201		0,15 max	1,00	5,50 ~ 7,50	0,06	0,030	3,50 ~ 5,5
	18 Cr-6Ni-10Mn	SUS 202	202		0,15 max	1,00	7,50 ~ 10,00	0,06	0,030	4,00 ~ 6,00
	17Cr-7Ni	SUS 301	301	4310	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	6,00 ~ 8,00
	18Cr-8Ni-highC	SUS 302	302	4300	0,15 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,00
	18Cr-8Ni	SUS 304	304	4301	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	8,00 ~ 10,50
	18Cr-8Ni-extra-low-C	SUS 304 L	304L	4306	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-12Ni	SUS 305	305	3955	0,12 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,50 ~ 13,00
	23Cr-12Ni	SUS 309 S	309 S	4845	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	25Cr-20Ni	SUS 310 S	310 S		0,08 max	1,50	2,00 - max	0,04	0,030	19,00 ~ 22,00
	18Cr-12Ni-2,5Mo	SUS 316	316	4401	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-12Ni-7,5Mo-extra-low-C	SUS 316 L	316 L	4404	0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	12,00 ~ 15,00
	18Cr-12Ni-2Mo-2Cu	SUS 316 J1		4505	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	10,00 ~ 14,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo	SUS 317	317	4402	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	18,00 ~ 15,00
	18Cr-13Ni-3,5Mo-extra-low-C	SUS 317 L	317 L		0,030 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	11,00 ~ 15,00
	18Cr-8Ni-Ti	SUS 321	321	4541	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
	18Cr-9Ni-Nb	SUS 347	347	4550	0,08 max	1,00	2,00 - max	0,04	0,030	9,00 ~ 13,00
Ferrite	13Cr-Al	SUS 405	405	4002	0,08 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	16Cr	SUS 429	429	4009	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr	SUS 430	430	4016	0,12 max	0,75	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	18Cr-Mo	SUS 434	434	4113	0,12 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Martensite	13Cr-low Si	SUS 403	403	4024	0,15 max	0,50	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr	SUS 410	410	4000	0,15 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	0,60 max
	13Cr-high C	SUS 420 J2	420	4021	0,26 ~ 0,40	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
	18Cr-high C	SUS 440 A	440 A		0,60 ~ 0,75	1,00	1,00 max	0,04	0,030	
Endurecido por precipitación	17Cr-7Ni-1Al	SUS 631	631		0,09 max	1,00	1,00 max	0,04	0,030	6,50 ~ 7,75

JIS* Japanese Industrial Standards
 AISI** American Iron and Steel Institute
 DIN*** Deutsche Industrie Normen

ANEXO 2

ANEXO 3

ANEXO 4

ANEXO 5