



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

TEMA:

**“REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA
PELETIZADORA PARA LA PLANTA DE BALANCEADOS
ESPEJO”**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA EN MECATRÓNICA**

AUTORA: ERIKA MAGALI GRANDA CHUQUIN

DIRECTOR: ING. OCTAVIO ARIAS

Ibarra – 2012

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:	1002887345
APELLIDOS Y NOMBRES:	GRANDA CHUQUIN ERIKA MAGALI
DIRECCIÓN:	GRIJALVA 9-12 (IBARRA)
E-MAIL:	erika-granda@hotmail.com
TELÉFONO MOVIL:	0986128498

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA PELETIZADORA PARA LA PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO”
AUTOR:	GRANDA CHUQUIN ERIKA MAGALI
FECHA:	2012/06/18
PROGRAMA:	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Mecatronica
DIRECTOR:	Ing. Octavio Arias

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Erika Magali Granda Chuquin; con cedula de identidad Nro. 1002887345, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma 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.

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

Yo, Erika Magali Granda Chuquin; con cedula de identidad Nro. 1002887345, 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 de la obra o trabajo de grado denominado "REDISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA PELETIZADORA PARA LA PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO", que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera en Mecatronica 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 la entrega del trabajo final en formato impreso y digital en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma:.....

Nombre: Erika Magali Granda Chuquin

Cedula: 1002887345

Ibarra, a los 31 días del mes de Octubre de 2012

DECLARACIÓN

Yo, ERIKA MAGALI GRANDA CHUQUIN, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Erika Magali Granda Chuquin

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Grado, presentado por la Srta. Erika Magali Granda Chuquin, para optar por el título de Ingeniera en Mecatrónica, certifico que dicho trabajo fue realizado bajo mi supervisión.

Ing. Octavio Arias

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Al haber culminado este trabajo, expreso mi gratitud a todas las personas que intervinieron directa e indirectamente en el desarrollo del presente trabajo, con el compromiso de colaborar en caso de que requieran mi ayuda.

En especial doy gracias a Dios por que en cada tropiezo fue mi consuelo y mi fuerza para continuar, así mismo a mis padres Franklin Granda y Luz María Chuquin mi mayor apoyo, sin ellos nada de esto hubiera sido realidad, pues todo el esfuerzo que hicieron se refleja en este trabajo, además agradezco a mi compañera y amiga Diana quien también fue parte de este proyecto.

DEDICATORIA

La realización de este trabajo dejó un sin número de experiencias, llenas de alegrías y triunfos en fin una cadena de sentimientos encontrados que al final son momentos vividos con mucho esfuerzo; por lo que este trabajo se lo dedico con mucho cariño a mi pequeñito Iván Sandoval, a mi familia que siempre esta conmigo en los momentos más críticos y a quien me brindo su apoyo incondicional durante este proceso.

CONTENIDO

AUTORIZACIÓN.....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS	iv
DECLARACIÓN.....	v
CERTIFICACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS	xiv
ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY	xvii
PRESENTACIÓN	xviii
CAPITULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.2. SITUACIÓN.....	1
1.2.1. PARTES DE LA PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO.....	1
1.3. SECTOR PECUARIO	6
1.4. ALIMENTOS BALANCEADOS.....	7
1.4.1. MERCADO DEL BALANCEADO	9
1.5. PELLET	10
1.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PELLETS:.....	10
1.5.2. FORMACIÓN DEL PELLET.....	10
1.5.3. IMPORTANCIA DEL PELLET	12
CAPITULO II	14
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. PELETIZADORA	14

2.1.1.	FUNCIONAMIENTO	14
2.1.2.	IMPORTANCIA	14
2.1.3.	PARTES DE LA PELETIZADORA.....	15
2.1.3.1.	Alimentador o Tolva de Alimentación.....	15
2.1.3.2.	Acondicionador	15
2.1.3.3.	Extrusor.....	16
2.1.3.4.	Matriz Peletizadora.....	17
2.2.	TRANSPORTADORES DE MATERIALES	19
2.2.1.	TRANSPORTADORES DE SINFÍN O HELICOIDALES	20
2.2.1.1.	Elevador de cangilones	20
2.2.1.2.	Bandas transportadoras	21
2.3.	CALDEROS.....	22
2.3.1.	GENERALIDADES.....	22
2.3.2.	PARTES DEL CALDERO.....	22
2.3.2.1.	Cámara de agua	22
2.3.2.2.	Cámara de vapor.....	23
2.4.	AUTOMATIZACIÓN	23
2.4.1.	PLC.....	24
2.4.1.1.	Campos de aplicación.....	24
2.4.1.2.	Ventajas e Inconvenientes.....	25
2.4.1.3.	Funciones	26
2.4.1.4.	Interfaz de usuario.....	27
2.5.	SENSORES.....	27
2.5.1.	DETECTORES DE PROXIMIDAD CAPACITIVOS.....	27
2.5.2.	SENSOR DE HUMEDAD	28
2.5.2.1.	Psicometría por bulbo húmedo/bulbo seco	28
2.5.2.2.	Sensores por desplazamiento.....	29
2.5.2.3.	Sensor de bloque de polímero resistivo.....	29
2.5.2.4.	Sensores capacitivos	29
CAPITULO III		31
3.	DISEÑO MECÁNICO PELETIZADORA	31
3.1.	DISEÑO BANDA TRANSPORTADORA.....	31
3.1.1.	CAPACIDAD DE TRASPORTE	32

3.1.2.	ANCHO DE BANDA.....	33
3.1.3.	SELECCIÓN DE CANGILONES.....	33
3.1.4.	SELECCIÓN DEL MOTOR.....	35
3.1.5.	PESO DE LA BANDA	36
3.1.6.	CÁLCULO CAPACIDAD DE ELEVACIÓN (CE).....	37
3.1.7.	CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL ELEVADO POR METRO	38
3.1.8.	CÁLCULO DE LA TENSIÓN EFECTIVA (TE), EN FUNCIÓN CARGA.....	38
3.1.9.	CÁLC. DE LA TENSIÓN EFECTIVA (TE), EN FUNCIÓN DEL NUM. DE CANGILONES.....	39
3.1.10.	TENSIÓN MÁXIMA (TM).....	39
3.1.11.	CÁLCULO DE LA UNIDAD DE LA TENSIÓN (UT)	39
3.1.12.	CALCULO DE LA POTENCIA.....	40
3.1.13.	DISEÑO DE TAMBORES	40
3.1.14.	DISEÑO DEL EJE DEL TAMBOR MOTRIZ:.....	42
3.2.	DISEÑO CANAL DE ALIMENTACIÓN	48
3.3.	DISEÑO PROTECTOR BANDA	49
3.4.	DISEÑO DEL EXTRUSOR	49
	CAPITULO IV.....	56
4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	56
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	56
4.2.	DIAGRAMAS DE FLUJO PARA LA PROGRAMACIÓN	58
4.2.1.	DIAGRAMA DE PROCESO	58
4.2.2.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA.....	59
4.3.	PROGRAMA PELETIZADORA	60
4.4.	TABLERO DE CONTROL.....	62
	CAPITULO V	63
5.	CONSTRUCCIÓN	63
5.1.	EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN	63
5.2.	CONSTRUCCIÓN BANDA TRANSPORTADORA	64
5.2.1.	DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA.....	65
5.2.2.	FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA	66
5.3.	CONSTRUCCION DE LA TOLVA DE ALIMENTACION.....	67
5.3.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA	67

5.3.2.	FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA.....	67
5.4.	CONSTRUCCION DEL PROTECTOR DE BANDA.....	68
5.4.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROTECTOR DE LAS BANDAS DEL MOTOR EXTRUSOR.....	68
5.4.2.	FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA.....	68
5.5.	CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE LA PELETIZADORA.....	69
5.5.1.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA BASE DE LA PELETIZADORA.....	69
5.5.2.	FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA BASE	70
5.6.	MODIFICACIÓN DE LA CRIBA DE PELETIZADO.....	70
5.7.	INSTALACIÓN DEL VAPOR	71
5.8.	INSTALACIÓN DE AGUA AL EXTRUSOR.....	71
5.9.	CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	71
5.9.1.	DIAGRAMA DE FLUJO CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.....	72
5.9.2.	FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	73
5.10.	PRUEBAS REALIZADAS.....	73
5.10.1.	DIMENSIONES GENERALES	73
5.10.2.	PRUEBAS VISUALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA.....	74
5.10.3.	PRUEBAS DE PRODUCCIÓN.....	74
CAPITULO VI.....		80
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
6.1.	CONCLUSIONES.....	80
6.2.	RECOMENDACIONES.....	81
6.3.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
CAPITULO VI.....		¡Error! Marcador no definido.
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1.	CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.	RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
7.3.	BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Zona de Almacenamiento.....	2
FIGURA 2. Molino de Martillos.....	3
FIGURA 3. Mezcladora	4
FIGURA 4. Peletizadora.....	5
FIGURA 5. Tipos De Rodillos.....	19
FIGURA 6. Ubicación Banda Transportadora.....	31
FIGURA 7. Cangilón	34
FIGURA 8. Ubicación de los tambores	41
FIGURA 9. Tambores y anillos.....	41
FIGURA 10. Chumacera	47
FIGURA 11. Ubicación Tolva.....	48
FIGURA 12. Tolva	49
FIGURA 13. Protector Instalado	49
FIGURA 14. Modulo de Ampliación.....	57
FIGURA 15. Fuente de Alimentación	58
FIGURA 16. Programa Proceso.....	60
FIGURA 17. Construcción Banda T.	66
FIGURA 18. Construcción tolva	67
FIGURA 19. Construcción Protector	68
FIGURA 20. Construcción de La Base	70
FIGURA 21. Criba	70
FIGURA 21. Instalación vapor.....	71
FIGURA 22. Construcción Tablero.....	73
FIGURA 23. Compuerta Mezcladora	78

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Características del material a transportar	32
TABLA 2. Diseño de cangilones	34
TABLA 3. Características del material a transportar.....	50
TABLA 4. Producto Seleccionado.....	51
TABLA 6. Factor de capacidad f_2	52
TABLA 7. Factor de capacidad	52
TABLA 8. Carga en la artesa.....	53
TABLA 9. Dimensiones del helicoidal	54
TABLA 11. Simbología de la norma ASME para elaborar diagramas de flujo	64

ANEXOS

- ANEXO 1. DIAGRAMA DE CONECCION VARIADOR DELTA ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 2. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 24V LOGO!..... ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 3. ESTRUCTURA LOGO ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 4. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 5. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 6. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 7. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 8. DATOS TECNICOS MODULO DE AMPLIACIÓN..... ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 9. DATOS TECNICOS MODULO DE AMPLIACIÓN..... ¡Error! Marcador no definido.
- ANEXO 10. DATOS TECNICOS LOGO! TD ¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

El presente trabajo es la descripción del rediseño y automatización de la máquina peletizadora para la planta de balanceados Espejo, que se realizó con la finalidad de mejorar la producción y calidad del proceso, solucionando problemas existentes como la mala formación del pellet y la necesidad de varias personas para realizar una producción, esta tesis fue realizada en etapas, la primera fue el diseño mecánico de una banda transportadora encargada de trasladar el producto de la máquina mezcladora hacia la peletizadora cumpliendo con los requerimientos de la misma en capacidad y tiempo, también se realizó el diseño e implementación del sistema de control que se encarga de realizar los trabajos de forma automática, para esto se utilizó un relé programable Logo, que controla todas las salidas utilizadas para el funcionamiento de la peletizadora, además para activar la electroválvula que dosifica la cantidad deseada de vapor a la mezcla. Esta máquina tiene la capacidad de producir 100 kg de pellet en una hora de manera continua, sin la intervención de personal en ningún punto del proceso, el producto terminado es húmedo por lo que requiere ser secado.

SUMMARY

This document is the description of the redesign and automation of the pelletizing machine for balanced plant Espejo, which was conducted in order to improve production and quality of the process, solving problems such as poor training of the pellet and the need for multiple people to do a production, this thesis was carried out in stages, the first was the mechanical design of a conveyor belt in charge of moving the product from the mixer to the pelletizing machine complying with the requirements of the same capacity and time, also took place the design and implementation of the control system takes care of the work automatically, for this I use a relay Logo, which controls all outputs used for the operation of the pellet also to activate the solenoid valve which meters the amount desired vapor to the mixture. This machine has the capacity to produce 100 kg of pellets an hour continuously, without the intervention of staff at any point in the process, the finished product is wet so it needs to be dried.

PRESENTACIÓN

El trabajo que se presenta a continuación se trata de rediseñar y automatizar el proceso de peletizado en la planta de balanceados Espejo, ubicada en la zona de Guallupe; el cual consta de cinco capítulos:

En el primer capítulo se muestra cuales eran las condiciones de la planta antes de iniciar la automatización, y cuales deben ser las condiciones del producto que se va a realizar.

El segundo capítulo refiere el marco teórico que es toda la información requerida para la elaboración del trabajo.

En el tercer y cuarto capítulo se describe el diseño mecánico y de control respectivamente, mismo que es la base para iniciar este proyecto.

El quinto y último capítulo se trata de la construcción, en donde se explica todos los procesos que se siguieron para cumplir con el objetivo planteado.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La creación de la Planta de Balanceados Espejo fue iniciativa de las autoridades del Colegio Eugenio Espejo, con la finalidad de implementar un laboratorio de producción de balanceados para el establecimiento, pero al estar ubicada en una zona netamente agrícola la planta también presta sus servicios a los habitantes de la zona, por este motivo se suma a este proyecto la Junta Parroquial de Jacinto Jijón y Caamaño, contribuyendo a la creación de la planta de balanceados para el servicio a la comunidad y al Colegio.

Inicialmente la planta fue creada para brindar el servicio de:

- Formulación de balanceados en polvo y peletizado para cerdos, bovinos, cuyes y tilapia.
- Servicio de molido
- Servicio de peletizado

1.2. SITUACIÓN

La planta de Balanceados Espejo se encuentra ubicada en la parroquia Jacinto Jijón y Caamaño, Cantón Mira, Provincia del Carchi. Al iniciar el proyecto la máquina peletizadora se encontraba fuera de servicio, únicamente estaba en funcionamiento el molino, se había dejado de producir pellets ya que la maquinaria presentaba muchos conflictos y requería de varias personas para realizar este proceso.

1.2.1. PARTES DE LA PLANTA DE BALANCEADOS ESPEJO

A continuación, se indican las partes y el estado inicial de la planta de balanceados:

- a) *Zona de almacenamiento de materias primas*

Cuentan con un silo cerrado, para evitar la entrada de aves, roedores y otros animales no deseables. El silo es de fondo cónico elevado; para almacenar grandes cantidades de producto. La capacidad de almacenamiento es de 10 toneladas

La carga se realiza por la parte superior, a través de un transportador de cadena y la descarga por medio de un tornillo sin fin, construido en la parte baja en donde la descarga puede ser regulada.

Por la falta de materia prima este silo tampoco se encuentra en funcionamiento. Los pocos productos existentes se almacenan en costales y están ubicados sobre una estructura metálica para evitar el acceso de los roedores.

FIGURA 1. Zona de Almacenamiento



a) Silo



b) Almacenamiento Interno

Fuente: Erika Granda

b) Zona de molienda

El área de molienda es donde los granos son transformados en partículas más pequeñas, la planta posee el molino de martillos el cual es encargado de pulverizar y desintegrar la materia prima introducida en él. Los martillos están acoplados al eje; y todo el conjunto se aloja en una carcasa, la misma que posee placas de molienda. El espacio existente entre los martillos y las placas, es importante en la determinación de la finura del producto molido. Otro factor

preponderante es la velocidad del rotor, velocidad de alimentación, número de martillos y diámetro de agujeros en la criba. La alta velocidad de los martillos produce energía cinética que se disipa en el material causándole desintegración. Este era el único servicio prestado por la planta, actualmente sigue en funcionamiento.

FIGURA 2. Molino de Martillos



Fuente: Erika Granda

c) Zona de dosificación y mezclado

Luego del proceso de molido los ingredientes se mezclan para que el alimento quede perfectamente homogéneo; primero, se adicionan los ingredientes sólidos como maíz y soya, luego las premezclas de minerales y vitaminas, finalmente se adicionan los ingredientes líquidos. La planta cuenta con una mezcladora vertical que posee un tornillo helicoidal vertical giratorio situados en un recipiente cilíndrico cónico.

Se utiliza para realizar la mezcla del balanceado, esta máquina no se encontraba en buenas condiciones por lo que se necesitaba un mantenimiento correctivo.

FIGURA 3. Mezcladora

Fuente: Erika Granda

d) *Zona de peletizado*

La planta cuenta con una máquina peletizadora, el proceso consiste en ingresar manualmente el balanceado en polvo en la tolva de alimentación, unas paletas empujan el alimento uniformemente al acondicionador en donde se agrega vapor mediante una válvula manual, la mezcla húmeda cae en un tornillo sin fin que transporta el material hacia la prensa de peletizado, por la presión de la masa acumulada esta es expulsada por los orificios, en la parte exterior se encuentra una cuchilla rotatoria que corta la masa formándose así los pellets. El vapor se obtiene de un caldero que posee la planta.

Al iniciar el proyecto la peletizadora estaba fuera de servicio ya que no cumple con los requerimientos de los productores, esta máquina es la parte central de las operaciones, en una planta de producción de balanceados, los errores o complicaciones que presentaba la máquina son:

- Ingreso manual del producto a peletizar
- Atascamiento en la tolva de alimentación
- Dosificación manual del vapor
- Caldero dañado

- Atascamiento del extrusor
- No existe protección en las bandas del motor del extrusor
- Movimiento de la Criba

FIGURA 4. Peletizadora



Fuente: Erika Granda

e) *Zona de Secado*

El proceso de secado consiste en eliminar la humedad del pellet. El secador puede ser una caja rectangular que tiene una faja metálica internamente que transporta el producto a través de una corriente a contraflujo de aire caliente, el cual al entrar en contacto con el producto absorbe la humedad (secado) elevando también su temperatura, cuenta con un quemador a gas el cual aporta el calor para calentar el aire que circula con ayuda de un ventilador.

En la planta de balanceados este proceso se realiza a la intemperie ya que la planta no cuenta con la maquinaria necesaria para este proceso

f) *Zona de producto terminado*

El alimento terminado en harina o pellet dependiendo de cómo se distribuya es ensacado utilizando balanzas para entregar las cantidades solicitadas.

1.3. SECTOR PECUARIO

Dentro del mundo globalizado actual, el Ecuador ha asumido grandes compromisos esto implica la supervivencia del sector avícola, ganadero, porcino, por resaltar los principales, está sustentado exclusivamente en el nivel de competitividad que se alcance dentro de los distintos eslabones de la cadena Maíz- balanceados- producción.

Es por esto que el mercado ecuatoriano ha buscado en los últimos años recurrir a insumos y materia prima de alta calidad, que le permita alcanzar los estándares de competitividad frente a potencias como Estados Unidos, Canadá, Brasil y Argentina.

En el Ecuador, el sector pecuario tiene una importancia muy significativa: La cría de ganado bovino, porcino y la avicultura, representa un gran activo y está directamente vinculado a la organización social de la población¹

a) *Avicultura*

La avicultura ha sido una de las actividades más dinámicas del Sector agropecuario, debido a la gran demanda de sus productos por todos los estratos de la población, incluso habiéndose ampliado los volúmenes de ventas en los mercados fronterizos.

La avicultura, uno de los pilares fundamentales del sector agropecuario ecuatoriano, ha basado su estrategia de desarrollo en la consolidación de la cadena agroindustrial a través de alianzas estratégicas que

¹ Magap, Indices Sector Pecuario, http://www.magap.gob.ec/sinagap/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=224

involucran a productores de las materias primas, industriales y abastecedoras de la industria avícola.

b) Ganadería Bovina

La ganadería bovina de carne ha tenido un crecimiento elevado de su producción durante la última década, debido principalmente a una combinación entre aumentos en el inventario bovino, una extracción más moderada y un ligero aumento en el tamaño de las canales

c) Ganadería Porcina

La ganadería porcina ha crecido, sin embargo hay que resaltar que de todas las explotaciones pecuarias del Ecuador, el crecimiento del sector porcícola es el más moderado. Esta situación se debe principalmente a factores como altos costos de producción, competencia por las materias primas con la industria avícola, falta de centros de cría de reproductores de razas puras para la venta a nuevos productores, escasa innovación tecnológica y la introducción de productos similares de países vecinos donde existen preferencias arancelarias a la importación de materias primas para la elaboración de alimentos balanceados, situación que le resta competitividad a los productos ecuatorianos.

1.4. ALIMENTOS BALANCEADOS

El Balanceado es aquel alimento que aporta la energía y los nutrientes necesarios para mantener a los animales con la salud adecuada de acuerdo a su forma y fase de vida. Los nutrientes que forman el alimento son: Las proteínas, hidratos de carbono, grasa, minerales, vitaminas y agua. El bajo potencial alimenticio especialmente en época de sequía determina la necesidad de ofrecer a los animales un suplemento nutricional de elementos energéticos, proteicos y minerales, con el propósito de que logren una mayor productividad además de rentabilidad para el productor.

El objetivo de los productores de balanceados es preparar alimento para abastecer los estándares nutricionales al menor costo posible. La producción

de alimento se basa en fórmulas que son elaboradas por profesionales capacitados como nutricionistas, veterinarios, zootecnistas y otros profesionales con experiencia.

El balanceado puede producirse en harina, peletizado o extruido. Existen parámetros según los cuales se decide la forma de preparación del alimento, los cuales pueden ser nutricionales, económicos o técnicos. La diferencia más importante entre peletizar o extruir son los costos de inversión y operación, si con el peletizado se garantiza la producción de un alimento de calidad, no sería necesario extruir.

Para los productores de balanceados para pollos, las alternativas manejadas son la producción en harina o pellet. Lo usual es iniciar el proceso con alimento preparado en harina con una inversión mínima; posteriormente, de acuerdo al nivel de ventas, se peletiza (este es el camino que siguen la mayoría de empresas en la actualidad).

Entre la preparación de alimento en harina, peletizado o extrusión, el producto de mayor calidad es el extruido; pero debe tenerse la justificación económica o técnica que permita emplearlo; por ejemplo en el caso, del alimento para peces, mascotas, existen parámetros necesarios como: la regulación de la expansión o la necesidad de tener diversas formas, los cuales, no pueden obtener mediante el proceso convencional en una prensa peletizadora. En el caso de pollos o cerdos, cuestiones de índole técnicas-económicas no justifican la extrusión, siendo lo usual escoger entre alimento preparado en harina o pellet.

El balanceado para aves donde no se prioriza la conversión, como es el caso de las reproductoras debe ser en harina o peletizado, pero remolido; para lo cual, podría utilizarse un molino, que es similar a un molino de rodillos; para que las aves no consuman muy rápido el alimento.

Hay otros sectores de producción de balanceados como producción de huevos, ganadería de leche, animales reproductores en los criaderos, donde lo que interesa es mantener al animal con los nutrientes básicos.²

1.4.1. MERCADO DEL BALANCEADO

La fabricación de alimentos balanceados en el país está directamente relacionada con el número, tipo de animales y la demanda final de productos animales. En los últimos años, la producción de alimentos balanceados ha tenido un crecimiento del 7%, factor que ha incidido en el aumento moderado de la población pecuaria del país. Una de las características principales del sector es que la producción comercial de alimento balanceado ha disminuido progresivamente debido a una mayor integración de los productores avícolas hacia la fabricación de su propio alimento.

En el mercado ecuatoriano existen más de trece marcas distintas de alimentos para todo tipo de animales. La mayor parte de estos productos son importados, aunque en el país varias empresas se han dedicado a la fabricación de alimento balanceado y han logrado captar un importante porcentaje del mercado.

Se estima que alrededor del 35% de las empresas de alimentos balanceados son de tipo industrial de las cuales el 40% tiene laboratorios propios para efectuar los análisis de materias primas y productos terminados. Muchas de estas industrias cuentan con un sistema de producción computarizada obteniendo de esta forma un producto de excelente calidad. El 60% utiliza mezcladoras semindustriales y el 5% restante utiliza sistemas de mezcla artesanal, donde el alimento balanceado es elaborado a nivel de fincas avícolas y ganaderas con un mínimo de control y asistencia.

Las industrias de alimentos balanceados están localizada principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Azuay, en la sierra; en la costa en las provincias de Guayas, Manabí, El Oro y Los Ríos;

² Alex Zambrano, formulación de alimentos balanceados para pollo de engorde bajo el concepto de amino acidos digestibles, <http://www.amevea-ecuador.org/datos/AMINOACIDOS%20DIGESTIBLES.pdf>

en la amazonia en la provincia de Sucumbíos. La mayoría de los productores se encuentran agremiados a través de la Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados (AFABA).³

1.5. PELLETT

El pellet es una pequeña porción de material aglomerado o comprimido en este caso es el pellet alimenticio que se utiliza para la nutrición de los animales.

Los pellets pueden estar hechos de varios materiales; sin embargo el material deberá tener las siguientes propiedades:

- Tamaño de partícula pequeño
- Bajo contenido de humedad (alrededor del 15%)

Si el material no tiene las características antes mencionadas, puede ser tratado con fuerzas mecánicas y procesos térmicos, por medio de molinos o unidades de secado, para así poder alcanzar las propiedades requeridas.

1.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PELLETS:

- Bajo contenido de humedad (menor al 15%)
- Alta reducción del volumen
- Mejor capacidad de almacenamiento
- Alta densidad, entre 600-700 kg/m³
- Alto contenido nutricional
- Excelente capacidad calorífica
- Excelente durabilidad

1.5.2. FORMACIÓN DEL PELLETT⁴

El proceso de formación del pellet es denominado peletización esta es la etapa en la que se aglomeran los ingredientes mediante la compactación y pasan a

³Afaba, Produccion de Balanceados en Ecuador, http://www.afaba.org/site/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=52&Itemid=37

⁴El proceso de elaboración del alimento, <http://usuarios.multimania.es/larces/id66.htm>

través de las aberturas de un molde. Es una etapa necesaria ya que aumenta la digestibilidad de los almidones, concentra los ingredientes y disminuye los desperdicios. Para efectuar ésta operación, generalmente, se utiliza la adición de vapor que se hace directamente al acondicionador de la peletizadora.

La presentación del peletizado puede ser como pastilla, cubo, granulado, migaja o pellet, de acuerdo a la especie animal para la cual haya sido desarrollado y los factores que afectan su calidad son la cantidad de finos y gruesos (uniformidad), la dureza, el color y apariencia, el tamaño (diámetro - longitud) y la humedad final.

a) *.Gelatinización de los Almidones*

Los almidones de los granos están compuestos de tres estructuras constituidas por unidades de glucosa: amilasa, amilopectina y amilosa ramificada. Los gránulos de almidón son cristales que tienen áreas organizadas cristalinas y áreas relativamente desorganizadas amorfas. La gelatinización se lleva a cabo cuando se aplica suficiente energía para romper los enlaces de hidrógeno intermoleculares que se encuentran en el área cristalina, compuesta principalmente por amilopectina. Durante este proceso los gránulos de almidón absorben agua, se expanden linealmente y exudan parte de su fase de gel (amilosa), por lo que se hacen más susceptibles a la degradación enzimática y aumentan su digestibilidad. Al ocurrir el rompimiento completo de la molécula de almidón, estos almidones simples se convierten en azúcares y cuando los pellets se enfrían el azúcar sirve como adhesivo. Los factores que intervienen durante el proceso son: tiempo, temperatura y humedad; además, la adición de presión y corte mecánico aceleran el proceso de gelatinización.

El corte hace que un producto se estire, acelera la gelatinización de los almidones y entre otras reacciones, alinea las moléculas en cadenas largas y pueden de polimerizarlas causando fragmentación por esfuerzo

b) Plastificación de las Proteínas

La plastificación es una propiedad de algunos cuerpos, al adquirir determinada forma por efecto de alguna fuerza. En el caso de las proteínas, al aplicarse calor, se desnaturalizan y las moléculas que resultan de la polimerización forman cadenas de aminoácidos paralelas unidas por enlaces transversales poco numerosos, los cuales son fáciles de romper aumentando su digestibilidad y absorción en el tracto digestivo.

c) Acondicionamiento

Proceso por el cual se aplica vapor (humedad y calor) y/o presión a la mezcla de alimento balanceado por un periodo específico de tiempo. Es importante aplicar vapor “seco” sin contenido de agua, pues la humedad del vapor que ingresa y se mezcla con el producto debe ser mínima para tener mayor eficiencia en la transferencia de calor, mejorando así el proceso de acondicionamiento. La temperatura de acondicionamiento tiene efecto sobre las vitaminas, logrando una degradación de ellas, esto debe considerarse cuando se preparen las fórmulas alimenticias.

1.5.3. IMPORTANCIA DEL PELLET

Las principales ventajas de tener un alimento peletizado son:

- Se produce un grado de gelatinización de los almidones, mejorando la conversión del alimento, esta ventaja es particularmente evidente en la industria avícola.
- Se evita la selección de alimentos o ingredientes favoritos en formulaciones.
- Se aumenta la densidad del producto, esto es útil para el almacenaje y el transporte.
- Pellets cilíndricos y densificados permiten un fácil manejo a granel.

- Se reducen las pérdidas naturales como las pérdidas debido al viento, siendo esto más evidente en la alimentación del ganado vacuno.
- Mejor palatabilidad, la alimentación se hace mas placentera, aumenta el grado de satisfacción al comer
- Menor selección del alimento por parte del animal.
- No existe desperdicios en los comederos

Al momento de peletizar, el alimento pasa por un proceso de cocción, el cual favorece la disponibilidad de los nutrientes (almidones y proteínas), logrando así, un mejor aprovechamiento en el tracto digestivo del animal y con ello, mejores conversiones alimenticias. Además, las altas temperaturas a las que es sometido el alimento logran eliminar una serie de bacterias patógenas, que pueden comprometer la buena salud de sus animales, y con ello, una disminución en la rentabilidad de su granja. Un buen proceso de peletizado, ensacado y almacenamiento, nos asegurará un vencimiento en el alimento más prolongado.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PELETIZADORA

Una peletizadora es una máquina que tiene como trabajo o actividad transformar o convertir la materia prima en pellet, que son piezas pequeñas formadas por la adición de vapor.

2.1.1. FUNCIONAMIENTO

El proceso de peletizado consiste en añadir vapor a una mezcla de harina, la misma que luego de ser humedecida es sometida a la presión de rodillos que empujan el material a través de un dado, obteniéndose así el pellet, este proceso se suele hacer en dados planos o verticales. La temperatura del material triturado en la máquina peletizadora aumenta y el material natural aglutinante, la lignina, se derrite y aglutina el pellet cuando este es enfriado. De ahí que el pellet no obtiene dureza hasta una vez enfriado. El tipo de dados se debe elegir caso por caso dependiendo de la calidad y propiedades como dureza, humedad, composición de la materia prima que se va a peletizar.

2.1.2. IMPORTANCIA

Las Peletizadoras son utilizadas para formar piezas compactas de alimento balanceado con el fin de darles a los animales un alimento balanceado para su mejoramiento nutricional, otro fin con el que se emplea es el de mayor facilidad para el suministro de las raciones y así conocer cuánto consumen los animales, buena higiene de la alimentación ya que la mayoría de las bacterias se mueren y se suprime la humedad calentando el alimento a la temperatura de 80 °C y manteniéndola durante un cierto tiempo, a la vez no existe desperdicios en la dosificación.

Una máquina peletizadora de pequeña capacidad de producción es una necesidad, ya que a veces se requiere cantidades pequeñas de balanceado en forma de pellets para alimentar a animales de diversa índole tales como:

cerdos, peces, pollos, etc. A fin de no depender de una industria, ya que este tipo de alimento es solo rentable obtenerlo al por mayor para aminorar costos lo cual no se aplica donde la demanda es pequeña en relación a productores.

2.1.3. PARTES DE LA PELETIZADORA

2.1.3.1. Alimentador o Tolva de Alimentación

La tolva de alimentación es la primera etapa de funcionamiento, se deposita el balanceado en forma de harina para ser procesado, según la capacidad de producción se realiza el diseño de la tolva.

El alimentador es un transportador de paletas que vierte la mezcla de la tolva al acondicionador. El ángulo de las aspas esta diseñado para suministrar la mezcla de una manera continua y sin fluctuaciones al acondicionador. El alimentador también actúa como un sellador para evitar que el vapor suministrado en el acondicionador escape por la vía de menor resistencia. Es importante que tanto el alimentador como el acondicionador entreguen la mezcla uniformemente, de otra manera las oleadas que se podrían generar en el acondicionador causarían capas gruesas en la pista del dado causando que los rodillos patinen y se tapone la matriz peletizadora.

2.1.3.2. Acondicionador

El acondicionador de una máquina peletizadora es básicamente un transportador de paletas al cual se le inyecta vapor de agua a una temperatura y presión predeterminada a fin de entregarle a la harina la humedad necesaria para que se adquieran las propiedades requeridas para generar el balanceado.

Para lograr determinar el tamaño y la velocidad del transportador debemos establecer el código del material, para ello partimos conociendo cual es el tipo de material y que capacidad será la que queremos proporcionar.

Debemos hacer un análisis aparte a nuestro material, ya que debe considerarse que este al entrar al acondicionador ganara humedad producto del vapor, razón por la cual se debe sacar su nomenclatura de manuales. El acondicionador juega un papel extremadamente importante en la estabilidad

final del pellet. Un acondicionador enchaquetado con inyección de vapor vivo en la mezcla aumenta la gelatinización de los almidones de la mezcla, y ayuda en el desarrollo de las propiedades funcionales de los ingredientes proteicos, como por ejemplo el gluten. La combinación de humedad, tiempo de residencia y temperatura son factores determinantes para alcanzar la formación de los pellets.

Recomendaciones para producir alimentos peletizado:⁵

- Tiempo de acondicionamiento mínimo 90 segundos, pero es preferible 270 a 350 segundos dependiendo de los ingredientes que se incorporan en la fórmula. El tiempo de residencia se puede ajustar cambiando el ángulo de las paletas y/o disminuyendo la velocidad del acondicionador.
- Aplicar vapor saturado de 1-2 bar (15-30 psi) de presión. Los puntos de inyección de vapor deben ser a la parte inicial del acondicionador para permitir más tiempo de contacto con la mezcla.
- La temperatura de la mezcla acondicionada debe ser no menor a 90 grados centígrados.
- La humedad de la mezcla a la salida del acondicionador debe estar entre 16-18%. A medida que la humedad incrementa se corre el riesgo de causar atascaduras en el dado.

2.1.3.3. Extrusor

Un extrusor es un tornillo que gira en un cilindro, transportando el material obtenido del acondicionador hacia la matriz peletizadora.

La extrusión es el proceso mediante el cual el alimento humedecido mediante vapor incrementa la temperatura y la presión debido a la energía mecánica (fricción) que ejerce el tornillo sin fin, el cual gira a alta velocidad, presionando el alimento contra las paredes del cilindro extrusor. El agua que se encuentra mezclada con el alimento sufre un cambio brusco de presión, evaporándose instantáneamente y provocando la expansión, de esta manera,

⁵ Julián David Escobar Atehortúa, Diseño conceptual máquina peletizadora, <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/diseño-conceptual-máquina-peletizadora-t3077/124-p0.htm>

las cadenas proteicas y los almidones son modificados aumentando la superficie y haciéndose más atacable por las enzimas con lo que el alimento se volverá más digestible.

2.1.3.4. Matriz Peletizadora

Básicamente está formada por un disco formado con rodillo en donde ingresa el balanceado y por la presión que ejerce estos son expulsados del disco formándose los pellets. Las matrices siempre han sido y aun representan el repuesto principal de la prensa, A lo largo de los años las matrices anulares se han envuelto en la forma y en el tamaño de base. Inicialmente fabricadas en acero común templado y cementado. La extrema dureza alcanzable con ese tratamiento térmico no es limitada a la sola superficie exterior, en cuanto llega hasta a el corazón del material. Ese tipo de acero inox garantiza entonces a la matriz una vida útil mucho más larga y la producción constante de pellet de excelente calidad.

a) Dados

Los dados para fabricar alimentos balanceados deben ser de acero inoxidable altos en cromo. Esto se debe a que algunas fórmulas bastante ácidas lo que podría causar la corrosión. Si no se puede lograr la calidad del pellet con este tipo de dados la segunda opción es utilizar dados de acero inoxidable carburizado. Por el tipo de aleación el coeficiente de fricción es mayor que el de acero al cromo lo que produce una mayor resistencia a la mezcla que se está peletizando. Con este tipo de dados se pueden esperar reducciones en productividad y mayor desgaste no solo por la mayor fricción sino también por la menor resistencia a agentes ácidos que se incluyen en las formulas.

El espesor efectivo de los dados debe ser de 45 a 50 mm, Este es lo que se conoce como espesor efectivo o área de trabajo y no se le debe confundir con los alivios. Por lo general, los alimentos se peletizan en dados con agujeros de 1.8 a 2.2 mm de diámetro y una relación de compresión que oscila entre 18-

22. La relación de compresión es simplemente el espesor efectivo del dado (50 mm) dividido por el diámetro del agujero (2.2 mm).

b) Rodillos

El aspecto más importante de los rodillos es su relación con el dado. Cualquier cosa que le suceda al rodillo también afectará al dado. La función del rodillo es proporcionar la fuerza de compresión entre el alimento y el dado. El dado ofrece la fuerza de resistencia que depende de su espesor (área de trabajo efectivo), coeficiente de fricción, y diámetro del orificio.

Uno de los problemas más comunes que se observa en los dados de plantas en donde se fabrican alimentos es el desgaste de la pista del dado. Este desgaste se observa como un planchado que causa el bloqueo de los agujeros por donde entra la mezcla.

Los rodillos pueden tener muchas configuraciones, pero siempre hay que buscar el que tenga mejor tracción. Por eso se recomienda usar rodillos con el mayor número de corrugaciones (canales) y que estos estén cerrados. Los de canales abiertos permiten que la mezcla se escurra por los lados impidiendo ser comprimida en los agujeros del dado.

Cuando se incrementa la velocidad del alimentador para aumentar la cantidad de alimento ingresando a la peletizadora, el espesor de la capa de alimento en frente del rodillo se incrementa proporcionalmente. En otras palabras, existe una mayor fuerza tratando de empujar el material hacia el punto de contacto con el rodillo en lugar de hacia el interior de los orificios del dado. Esto es lo que normalmente causa que la peletizadora se atasque.

La capa de alimento puede engrosarse tanto al frente del rodillo, inhibiendo la capacidad del rodillo para aprisionar el material y empujarlo dentro de los orificios del dado. Por consiguiente debe evitarse que el material entre a la cámara de peletizado como grandes oleajes.

La distribución del alimento sobre la superficie del dado y hacia el punto de contacto con los rodillos es muy importante. Un problema con esta distribución

puede limitar la capacidad del rodillo para forzar el producto dentro de los orificios del dado, lo que esencialmente limita la producción. La camisa indica el almacén exterior del rodillo prensador, entonces la zona más interesada al desgaste. La forma y las dimensiones de las camisas de rodillo varían en base al tipo y al modelo de la prensa.

FIGURA 5. Tipos De Rodillos

Totalmente Dentada	
Dentada Cerrada	
Mixta D + F	
Perforada Cilindrica	
Perforada con Icono	

FUENTE: <http://equipoparapeletizar.com.mx/rodillos-matrices.php>

2.2. TRANSPORTADORES DE MATERIALES

Los transportadores son aparatos relativamente fijos diseñados para mover materiales, pueden tener la forma de bandas móviles: rodillos operados externamente o por medio de gravedad o los conductos utilizados para el flujo de líquidos, gases o material en polvo a presión.

Los transportadores tienen varias características que afectan sus aplicaciones en la industria. Primero son independientes de los trabajadores, es decir, se pueden colocar entre máquinas o entre edificios y el material colocado en un

extremo llegará al otro sin intervención humana. Esta característica de independencia conduce a otro factor en el que se puede usar los transportadores para fijar el ritmo de trabajo.

Otra característica de los transportadores es que siguen rutas fijas. Esto limita su flexibilidad y los hace adecuados para la producción en masa o en procesos de flujo continuo. Existen diferentes sistemas para transportar materiales, los cuales se describen brevemente a continuación.

2.2.1. TRANSPORTADORES DE SINFIN O HELICOIDALES

El transportador de sinfín, conocido también como de gusano es uno de los transportadores más antiguos y versátiles, se utiliza a menudo en el transporte de materiales como arenilla, polvos, granos, harinas, etc. Su costo es menor con relación a otro tipo de transportadores, y con una sencilla tapa de lámina, se pueden hacer herméticos al polvo”. El tipo de paso, de cuerpo y de material se determina en función del producto y de la aplicación.

2.2.1.1. Elevador de cangilones

Constan de una cinta ó cadena motora accionada por una polea de diseño especial (tipo tambor) que la soporta e impulsa, sobre la cual van fijados un determinado número de cangilones. El cangilón es un balde que puede tener distintas formas y dimensiones, construido en chapa de acero o aluminio y modernamente en materiales plásticos, de acuerdo al material a transportar. Van unidos a la cinta o cadena por la parte posterior, mediante remaches o tornillos, en forma rígida o mediante un eje basculante superior cuando trabajan montados sobre cadenas para transporte horizontal.

Estos elevadores cuando se utilizan para transporte vertical, deben ir provistos de un freno de retroceso que puede ser de cuña o a trinquete, para evitar el retroceso de la noria y su consecuente atascamiento.

La principal utilización de estos elevadores es el transporte de cereales, como parte integrante de las denominadas norias de elevación. La altura de los mismos es muy variable, desde los 3 metros para pequeñas plantas

clasificadoras de cereales hasta los 70 metros en las instalaciones de puertos y grandes plantas de acopio.

Los elementos que complementan el elevador son:

- Bandejas de carga y descarga del material
- Plataforma de mantenimiento del cabezal
- Riemdas tensoras con muertos de anclaje
- Distribuidor con comando a nivel piso
- Compuertas laterales para mantenimiento de la banda, limpieza y remplazo de cangilones.

La capacidad de la mayoría de los equipos se expresa en toneladas / hora, ya que es la unidad que mejor se ajusta a las dimensiones de las instalaciones. Son utilizados en la industria para el transporte de materiales de la más variada clase, ya sea a granel, secos, húmedos e inclusive líquidos.

2.2.1.2. Bandas transportadoras

Este transportador se basa en una banda sustentadora de caucho resistente que circula sobre rodillos y es movida por un juego de cilindros, una tolva de alimentación y eventualmente un carrito de descarga a la salida.

El transportador de cinta se utiliza para transportar numerosos productos, ya que la gran variedad de sus accesorios permite realizar prácticamente toda clase de transporte, sea en sentido horizontal u oblicuo, de productos frágiles o abrasivos, calientes o húmedos, a granel o en sacos. Este tipo de aparato tiene también la ventaja de poder alcanzar rendimientos muy elevados (600 t/h) con un consumo relativamente pequeño de energía, sobre todo para el transporte horizontal.

2.3. CALDEROS

2.3.1. GENERALIDADES

Las Calderas o Generadores de vapor son instalaciones industriales que, aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua para aplicaciones en la industria. Inicialmente fueron empleadas como máquinas para accionar bombas de agua, de cilindros verticales. Máquinas de vapor alternativas de variada construcción han sido usadas durante muchos años como agente motor, pero han ido perdiendo gradualmente terreno frente a las turbinas. Entre sus desventajas encontramos la baja velocidad y (como consecuencia directa) el mayor peso por kW de potencia, necesidad de un mayor espacio para su instalación e inadaptabilidad para usar vapor a alta temperatura.

2.3.2. PARTES DEL CALDERO

Las calderas de vapor, básicamente constan de 2 partes principales

2.3.2.1. Cámara de agua

Recibe este nombre el espacio que ocupa el agua en el interior de la caldera. El nivel de agua se fija en su fabricación, de tal manera que sobrepase en unos 15 cms por lo menos a los tubos o conductos de humo superiores.

Con esto, a toda caldera le corresponde una cierta capacidad de agua, lo cual forma la cámara de agua. Según la razón que existe entre la capacidad de la cámara de agua y la superficie de calefacción, se distinguen calderas de gran volumen, mediano y pequeño volumen de agua. Las calderas de gran volumen de agua son las más sencillas y de construcción antigua.

Se componen de uno a dos cilindros unidos entre sí y tienen una capacidad superior a 150H de agua por cada m² de superficie de calefacción.

Las calderas de mediano volumen de agua están provistas de varios tubos de humo y también de algunos tubos de agua, con lo cual aumenta la superficie de calefacción, sin aumentar el volumen total del agua.

Las calderas de pequeño volumen de agua están formadas por numerosos tubos de agua de pequeño diámetro, con los cuales se aumenta considerablemente la superficie de calefacción.

Como características importantes podemos considerar que las calderas de gran volumen de agua tienen la cualidad de mantener más o menos estable la presión del vapor y el nivel del agua, pero tienen el defecto de ser muy lentas en el encendido, y debido a su reducida superficie producen poco vapor. Son muy peligrosas en caso de explosión y poco económicas.

Por otro lado, la caldera de pequeño volumen de agua, por su gran superficie de calefacción, son muy rápidas en la producción de vapor, tienen muy buen rendimiento y producen grandes cantidades de vapor. Debido a esto requieren especial cuidado en la alimentación del agua y regulación del fuego, pues de faltarles alimentación, pueden secarse y quemarse en breves minutos.

2.3.2.2. Cámara de vapor

Es el espacio ocupado por el vapor en el interior de la caldera, en ella debe separarse el vapor del agua que lleve una suspensión. Cuanto más variable sea el consumo de vapor, tanto mayor debe ser el volumen de esta cámara, de manera que aumente también la distancia entre el nivel del agua y la toma de vapor.

2.4. AUTOMATIZACIÓN

Es liberar al hombre de manipulaciones repetidas que requieren poco o ningún esfuerzo mental y de responsabilidad. Para la utilización correcta de los elementos en la automatización industrial, es necesario, conocer la estructura y el funcionamiento de los equipos. Al mismo tiempo aprender normas, definiciones de conceptos y ser capaz de proyectar y montar sencillos automatismos y los mandos básicos.

Para todo esto es necesario tomar en cuenta las características de su producción, distribución, manejo y sus posibilidades de aplicación. El desarrollo

acelerado de la ciencia y la tecnología obliga al mundo industrial a automatizar sus sistemas de producción para poder estar competitivos en el mercado.

Debido a la gran importancia que generan los granos en la economía nacional es importante desarrollar un dispositivo capaz de procesar el balanceado, por lo tanto se plantea la necesidad de diseñar un sistema con cierto grado de automatización con el fin de pelletizar, disminuyendo costos y aumentando la velocidad de producción, para incrementar así la rentabilidad de la planta.

2.4.1. PLC

Un PLC (programmable logic controller), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simple diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos. .

2.4.1.1. Campos de aplicación

PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control,

señalización, etc. por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones en residenciales etc.

Algunas aplicaciones son:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones:
- Instalación de aire acondicionado, calefacción...
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control:
- Chequeo de programas
- Señalización del estado de procesos

2.4.1.2. Ventajas e Inconvenientes

Cabe señalar que las ventajas son superiores a los inconvenientes así que mencionaremos primero las ventajas.

a) Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.
- No es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.

- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

b) Inconvenientes

- Se necesita de un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido
- El costo inicial.

2.4.1.3. Funciones

- Dentro de las funciones básicas de un PLC tenemos
- Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- Dialogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la máquina.
- Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos

milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

- **Sistemas de supervisión:** También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.
- **Control de procesos continuos:** Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.
- **Entradas- Salidas distribuidas:** Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.
- **Buses de campo:** Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

2.4.1.4. Interfaz de usuario

Los PLC necesitan poder interactuar con la gente para la configuración, las alarmas y el control diario. Para este propósito se emplean los interfaces hombre-máquina HMI. Un sistema simple puede usar botones y luces para interactuar con el usuario. Las pantallas de texto están disponibles, al igual que las pantallas táctiles. La mayoría de los PLC modernos pueden comunicarse a través de una red con otros sistemas, por ejemplo, con un ordenador con SCADA (SupervisoryControl And Data Acquisition) o un navegador web.

2.5. SENSORES

2.5.1. DETECTORES DE PROXIMIDAD CAPACITIVOS

Los detectores de proximidad capacitivos se utilizan para detectar nivel de sustancias, como ser líquidos, materiales pulverizados o granulados.

También pueden ser aplicados para control de posicionamiento, conteo de piezas metálicas y no metálicas.

En este caso es utilizado para la detección del nivel de harina o mezcla del balanceado a la entrada de la banda transportadora.

Por otro lado, la teoría y las aplicaciones prácticas de los detectores de proximidad capacitivos son mucho más complicadas, debiéndose tener en cuenta muchas diferencias más. Los fallos de conmutación pueden producirse especialmente por humedad en la superficie activa; los detectores de proximidad capacitivos funcionan con un oscilador, pero este no está activo constantemente.

2.5.2. SENSOR DE HUMEDAD

No existe una tecnología de medición que sea apropiada para todas las aplicaciones. Algunas de las tecnologías típicamente usadas son: Técnicas para la medición de humedad relativa. Las mediciones de humedad relativa puede ser hecha por sensores basados en: psicometría, desplazamiento, resistivos, capacitivos.

2.5.2.1. Psicometría por bulbo húmedo/bulbo seco

La psicometría desde hace tiempo es uno de los métodos más populares para el monitoreo de la humedad debido a su simplicidad e inherente bajo costo. Un psicómetro industrial típico consiste de un par de termómetros eléctricos acoplados, uno de los cuales opera en estado húmedo. Cuando el dispositivo funciona la evaporación del agua enfría el termómetro humedecido, resultando una diferencia medible con la temperatura ambiente o la temperatura del bulbo seco. Cuando el bulbo húmedo alcanza su máxima caída de temperatura la humedad puede determinarse comparando la temperatura de los dos termómetros en una tabla psicométrica.

El psicómetro provee una alta precisión en las proximidades del punto de saturación (100% RH) y es fácil de operar y reparar, por otra parte a baja humedad relativa (menos del 20%) el desempeño es pobre y el mantenimiento

debe intensificarse. No puede utilizarse a temperaturas menores de 0° y, siendo el propio psicómetro una fuente de humedad, no puede utilizarse tampoco en ambientes pequeños o cerrados. Los psicómetros son utilizados típicamente para control ambiental en recintos.

2.5.2.2. Sensores por desplazamiento

Es quizás el tipo de sensor más antiguo y de uso común, utiliza un mecanismo para medir la expansión o contracción de un cierto material que es proporcional a los cambios en el nivel de humedad relativa. Los materiales más comunes el nylon y la celulosa. Las ventajas de este tipo de sensor son el bajo costo de fabricación y es altamente inmune a la contaminación. Las desventajas son la tendencia a la descalibración en el tiempo y los efectos de histéresis significativos.

2.5.2.3. Sensor de bloque de polímero resistivo

Están compuestos de un sustrato cerámico aislante sobre el cual se deposita una grilla de electrodos. Estos electrodos se cubren con una sal sensible a la humedad embebida en una resina (polímero). La resina se recubre entonces con una capa protectora permeable al vapor de agua. A medida que la humedad permea la capa de protección, el polímero resulta ionizado y estos iones se movilizan dentro de la resina. Cuando los electrodos son excitados por una corriente alterna, la impedancia del sensor se mide y es usada para calcular el porcentaje de humedad relativa.

Por su misma estructura este tipo de sensores son relativamente inmunes a la contaminación superficial ya que no afecta su precisión aunque si el tiempo de respuesta. Debido a los valores extremadamente altos de resistencia del sensor a niveles de humedad menores que 20% es apropiado para los rangos altos de humedad.

2.5.2.4. Sensores capacitivos

Los sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo) es diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos

entrelazados en el sustrato. El material dieléctrico absorbe o elimina vapor de agua del ambiente con los cambios del nivel de humedad. Los cambios resultantes en la constante dieléctrica causa una variación en el valor de la capacidad del dispositivo por lo que resulta una impedancia que varía con la humedad. Un cambio en la constante dieléctrica de aproximadamente el 30% corresponde a una variación de 0-100% en la humedad relativa.

El material sensor es muy delgado para alcanzar grandes cambios en la señal con la humedad. Esto permite al vapor de agua entrar y salir fácilmente y el secado rápido para la sencilla calibración del sensor.

Este tipo de sensor es especialmente apropiado para ambiente de alta temperatura porque el coeficiente de temperatura es bajo y el polímero dieléctrico puede soportar altas temperaturas. Los sensores capacitivos son también apropiados para aplicaciones que requieran un alto grado de sensibilidad a niveles bajos de humedad, donde proveen una respuesta relativamente rápida. A valores de humedad superiores al 85% sin embargo el sensor tiene una tendencia a saturar y se transforma en no lineal.

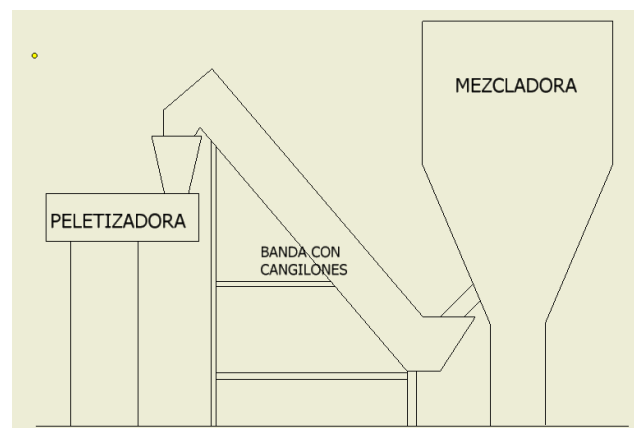
CAPITULO III

3. DISEÑO MECÁNICO PELETIZADORA

3.1. DISEÑO BANDA TRANSPORTADORA

Utilizada para transportar el balanceado obtenido de la mezcladora hacia la tolva de la máquina peletizadora. Se realiza el diseño de una banda transportadora con cangilones. En vista de que se debe acoplar la banda transportadora en el espacio existente entre la máquina mezcladora y la máquina peletizadora se procede a medir el lugar que debe ocupar la banda, de donde obtenemos los siguientes valores:

FIGURA 6. Ubicación Banda Transportadora



Fuente: Erika Granda

Donde:

H: altura de descarga = 165c m = 5.41 pies

H1: altura de carga = 62 cm = 2.034 pies

L: longitud de transporte= 234,764c m = 7,70 pies

α : ángulo de inclinación = 44,65 °

Tipo de Carga: por dragado

Tipo de descarga: por fuerza centrífuga

Para el desarrollo de este elemento se tomo como referencia el Catalogo de Martín⁶ y el Código ANSI CEMA de donde obtenemos las características del producto a transportar.

Se conoce que en la salida de la mezcladora se tiene un flujo de 184 Kg/h y una densidad de producto de 721 Kg/m³

Material: La mezcla que se preparo tiene maíz molido, morochillo molido, soya molida entre otros, por lo que de la tabla N°1 se escoge el material con las características mas similares al que se esta procesando, en este caso se opto por el maíz a medio moler

TABLA 1. Características del material a transportar

Material	Peso (<i>lbs/pies</i> ³)
Maíz en grano	56
Maíz a medio moler	40-45
Maíz, Cascara	45
Maíz, en germen	21
Maíz en harina	32-40
Mica en escamas	17 - 22
Mortero Mojado	150

Fuente: Catalogo de Martín

Peso especifico: $45 \text{ lb/pies}^3 = 721 \text{ kg/m}^3$

3.1.1. CAPACIDAD DE TRASPORTE⁷

La capacidad de transporte (Q') equivale al caudal de alimentación del material

$$Q' = Q/\gamma$$

⁶ Manual para el diseño de transportadores

⁷ Federico Rolt, Elevador de Cangilones, <http://es.scribd.com/doc/54549369/Elevador-a-Cangilones>

DONDE:

Q= volumen del balanceado (184 kg/h) =

γ = peso específico del producto (721 kg/m³)

Q' = Q/ γ

Q' = 184/721

Q' = 0.26 $\frac{m^3}{h}$

3.1.2. ANCHO DE BANDA

Dado a que se debe transportar el alimento balanceado desde la mezcladora hacia la tolva de la peletizadora, es necesario conocer las dimensiones de la zona de carga y descarga para definir el ancho del transportador.

El balanceado se toma de la salida de la mezcladora que tiene una dimensión de (14,5 x 14,5) cm, misma que vendría a ser la zona de carga, el producto es llevado hacia la tolva de 30 cm de largo x 17 de ancho.

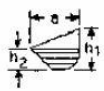
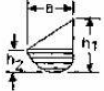
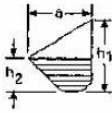
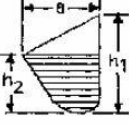
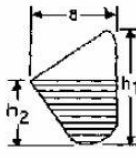
La elección de la banda se la realiza de acuerdo a las condiciones de la planta, al espacio que debe ocupar, se decide que el ancho de la banda debe ser de 20 cm, siendo seleccionada también por su caudal de alimentación. La anchura de la banda se hace, generalmente, 50 mm. mayor que la anchura de los cangilones cuando éstos se colocan, cuando menos, en una sola fila que es lo habitual, pero en grandes elevadores se colocan dos filas, desfasadas una respecto a la otra para dar más continuidad al llenado, en este caso el ancho de la banda será aún mayor.

3.1.3. SELECCIÓN DE CANGILONES

La forma de los cangilones depende del material que se vaya a transportar, por lo que en la tabla N°2, buscamos cual es el forma que debe

tener el cangilón para transportar el balanceado, se escoge de acuerdo al tipo de producto que se vaya a transportar.

TABLA 2. Diseño de cangilones

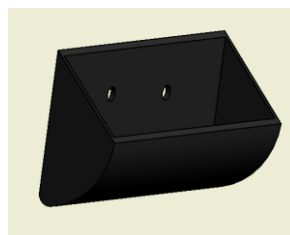
DIN	15231	15241	15232	15242	15233	15243	15234	15244	15235	15245
Ejecución	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición	Chapa	Fundición
Forma	Altura reducida		Altura reducida redondeada		Semiprofundos		Profundo		Profundo	
Figura										
Apropiados para	Materiales sueltos, Harina, Sémola		Materiales en trozos pequeños, cereales		Materiales pegajosos: azúcar en caña, finos de carbón, húmedos		Materiales pesados, pulverulentos o en trozos grandes, arena, cemento, carbón		Materiales ligeros y fluidos o rodantes: cenizas o patatas.	

Fuente: Norma Din

El material que se va a transportar es balanceado que consta de granos molidos y harinas por lo que se decide realizar los cangilones de altura reducida utilizados para materiales sueltos, o harinas. Se conoce el ancho y el largo de la banda, a partir de esto se diseña el tamaño y número de cangilones que se emplea para la capacidad requerida.

La cantidad de balanceado en la salida de la mezcladora puede variar por lo que se ha sobredimensionado el tamaño de los cangilones en caso de que se desee aumentar la capacidad de producción, para este proyecto únicamente se utilizara parte del cangilón.

FIGURA 7. Cangilón



Fuente: Erika Granda

Dimensiones:

d: largo = 18cm

a: ancho = 4 cm

h1: altura = 6,5 cm

h2: altura = 4 cm

La capacidad del cangilón (Cc) es 0,13 Kg cuando esta totalmente lleno.

Se debe cubrir una distancia de 4,7m que es el largo de la banda. De acuerdo a su capacidad se calcula el número de cangilones los cangilones

N: numero de cangilones = 19

Paso entre cangilones

$$N = \frac{L}{P}$$

$$P = \frac{L}{N} = 0,25 m$$

P: paso = 25 cm

Esta seria la distancia que se debe perforar la banda para colocar los cangilones.

Capacidad max. Transportador = N x capacidad máxima cangilón

Capacidad max. Transportador =2375 gramos por revolución.

3.1.4. SELECCIÓN DEL MOTOR

Para la selección del motor se tomo en cuenta, las tensiones que actúan en la capacidad a producir, el peso de los cangilones y el de la banda.

El número de revoluciones es de 40 por minuto.

Se desea conocer cuantas revoluciones tiene la banda entonces si el motor es de 40 rev x min, y el largo de la banda es 4,7m; se calcula cuantas revoluciones da la banda

El número de revoluciones de la banda es de 5 por minuto, y la cantidad transportada en una revolución es 2375 gramos por revolución.

De aquí se obtiene la capacidad que tiene la banda para transportar en una hora.

Capacidad máxima de transporte = 712,5 kg/hora=0,71 ton /hora

Lo que equivale aproximadamente a 15 quintales, que se podría peletizar, la capacidad de la peletizadora no es suficiente al no contar con un caldero de suficiente capacidad para esta cantidad; por estas circunstancias se decide trabajar la banda transportadora en un 30 % que es la cantidad que soporta y puede procesar la peletizadora.

3.1.5. PESO DE LA BANDA

El peso lineal de la banda está en función del ancho de la misma.

$$45*B < qb < 55*B$$

Por lo que:

$$qb= 50*a$$

Donde:

qb= peso de la banda (kg/m)

a= ancho de la banda (0,2 m)

Por lo tanto:

$$qb= 10 \text{ kg/m}$$

Para encontrar la velocidad necesaria se debe conocer la capacidad volumétrica de la banda transportadora por hora por lo que encontramos que

$$v = N \cdot L$$

donde:

v: velocidad(m/h)

N: número de veces que la banda gira por hora = 300 veces/ hora

L= Largo de la banda (m) = 4,93

$$v = 1419(\text{m/h})=1.1(\text{m/sg})$$

3.1.6. CÁLCULO CAPACIDAD DE ELEVACIÓN (CE)

$$C_e = \frac{60 * v * C_c * n}{p}$$

v = Velocidad de la banda o cadena (m/min.)

Cc = Peso del material contenido en cada cangilón, en Kg

n = Numero de filas de cangilones

p: paso (mm)

$$C_e = \frac{60 * \left(1.1 \frac{m}{s} * 60 \frac{s}{min}\right) * 0.13 \text{ kg} * 1}{250 \text{ mm}}$$

$$C_e = 2.05 \text{ Tn/h}$$

3.1.7. CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL ELEVADO POR METRO LINEAL (PM)

$$Pm = 17 * \frac{T}{v}$$

Donde:

T= Toneladas por hora elevadas en tn/h

V= velocidad de la banda en (m/min)

$$Pm = 17 * \frac{0.71 \frac{ton}{hora}}{4 \frac{m}{sg} * 60 \frac{sg}{min}} = 0.5$$

Pm= 0.5 Kg/m

3.1.8. CÁLCULO DE LA TENSIÓN EFECTIVA (TE), EN FUNCIÓN DE LA CARGA⁸

Te= Pm (H+Ho)

Donde

Pm= Peso del material elevado

H= Altura de elevación (distancia entre tambores) (m)

Ho= Altura equivalente para compensación de los efectos de las fuerzas de carga y fricción en los tambores en (mm), como el elevador descarga por fuerza centrífuga se adopta Ho= 1m

Te=0.5 Kg/m *(1,90m+1)

Te= 1.5 kgf

⁸ <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/materiales.html>

3.1.9. CÁLCULO DE LA TENSIÓN EFECTIVA (TE), EN FUNCIÓN DEL NUMERO DE CANGILONES

$$Te = 0,8 * Cc * N * \left(\frac{H + Ho}{H} \right)$$

Donde,

CC = Peso del material contenido en cada cangilón, en Kg;

N = Numero de cangilones;

Ho y H = Definidos en el ítem anterior.

$$Te = 0,8 * 0,13 * 19 * \frac{(1,90 + 1)}{1,90}$$

Te= 3 kgf

3.1.10. TENSIÓN MÁXIMA (TM)

$$Tm = (1 + K) * Te$$

Donde,

K = Factor de accionamiento⁹ = 0.85

$$Tm = (1 + 0,85) * 3$$

Tm = 6 Kgf

3.1.11. CÁLCULO DE LA UNIDAD DE LA TENSIÓN (UT)

$$Ut = \frac{Tm}{a}$$

⁹ Tabla de mercurio N47

Donde,

a = Ancho de banda, en cm.

$$U_t = \frac{5}{20} = 0.25 \frac{kgf}{cm}$$

3.1.12. CALCULO DE LA POTENCIA

$$Pot = \frac{T_e * v}{4500}$$

Donde,

Pot= Potencia absorbida en HP.

Te= Tension efectiva mayor

V= velocidad de la banda

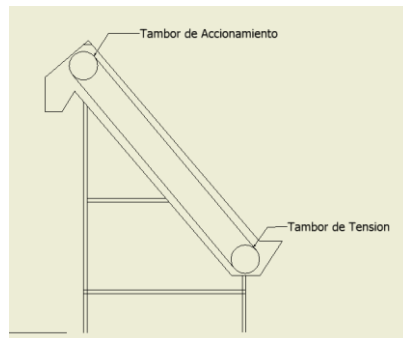
$$Pot = \frac{5 * 4 \frac{m}{sg} * 60 \frac{s}{min}}{4500} = 0.26 hp$$

La potencia requerida del motor es de un cuarto de hp, por factores de seguridad se utiliza un motor de mayor capacidad, el motorreductor empleado es de 0.33 hp

3.1.13. DISEÑO DE TAMBORES

Los tambores fueron diseñados de acuerdo al tamaño de la banda, es recomendable que sobrepasen de 5 a 10 mm de cada lado de la banda, fabricado en acero, tiene una pequeña biconicidad para evitar que la banda salga de los tambores.

FIGURA 8. Ubicación de los tambores



Fuente: Erika Granda

Su diámetro fue calculado de acuerdo a la velocidad y al tipo de descarga.¹⁰

$v = 1.1 \text{ m/s}$, la descarga es centrífuga por lo que

$$R = \frac{v^2}{g} = \frac{\left(1.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.125 \text{ m}$$

Diámetro = $2 \cdot R = 0.250 \text{ m} = 25 \text{ cm}$

Los tambores se fijan a los ejes a través de anillos de bloqueo, por lo cuál, consideramos, desde el punto de vista de la Ingeniería Mecánica, hacer un análisis de las esfuerzos que están aplicados sobre los ejes tanto del tambor de accionamiento y el de tensión para saber si realmente van a poder soportar con seguridad las cargas aplicadas sobre ellos.

FIGURA 9. Tambores y anillos



a. Tambores



b. Anillos de Bloqueo

¹⁰ ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/.../elevadores_cangilones.pdf

3.1.14. Diseño del eje del tambor motriz:

Se realiza el cálculo para un diseño estático, ya que las revoluciones son bajas y su eje es de 38 mm de diámetro.

El eje va a estar sometido a flexión y torsión, como el eje motriz va a ser mayormente afectado por las fuerzas y configuración de los ejes tanto motriz, conductor y de retorno de la misma, se concluye que al calcular dicho eje los otros quedan calculados con un factor mayor que el que tiene el factor motriz.

Los fabricantes de los tambores, tienen dimensionado el eje que va a soportar el tambor motriz. Para saber si nos encontramos del lado de la seguridad, se calculan los factores de seguridad en los puntos que se consideren como "los más críticos"; de esta forma habrá confianza en el diseño previo de los ejes hechos por los fabricantes.

Las cargas aplicadas sobre el eje son:

- 1) Peso del tambor y eje,

$$F1 = 23 \text{ Kg} = 225.40 \text{ N}$$

- 2) Tensión del lado flojo del tambor, $F2 = T_m - T_e$ $F2 = 1734.45 \text{ N}$

- 3) Tensión del lado apretado del tambor, $F3 = T_m$ $F3 = 3902.54 \text{ N}$

Todos estos vectores fuerza están dirigidos hacia abajo con respecto al tambor motriz, por lo cuál se deben sumar para dar un vector fuerza resultante aplicado sobre el eje, cuya magnitud se da a continuación:

$$F = F1 + F2 + F3$$

$$F = 7206.6 \text{ N}$$

Esta fuerza se distribuye para los dos puntos de apoyo del trasmisor sobre el eje.

El torque concentrado lo calculamos a través de la potencia requerida por el sistema utilizando la siguiente fórmula

$T = 63000 H$ donde,

T = Momento de torsión, lbf-plg

H - Potencia = 5.3178 hp

n = Velocidad de rotación 40 rpm

Sustituyendo:

$T = 5583.7 \text{ lbf plg} = 631 \text{ N}$

Para seleccionar la potencia del motor es aconsejable utilizar un margen de seguridad del 20 al 30 % con el objeto contemplar situaciones particulares de sobrecargas (arranque a plena carga, transporte de materiales de mayor peso específico, rotura de algún cangilón).

a) Selección de los rodamientos

Se puede escoger el rodamiento únicamente considerando el diámetro del eje, pues de acuerdo a la experiencia estos dan el resultado esperado, pero no esta por demás realizar la selección adecuada mediante el cálculo de acuerdo al tipo de carga que se aplica.

Los rodamientos rígidos de bolas pueden soportar cargas radiales moderadas, así como cargas axiales. Tienen una baja fricción y pueden ser fabricados con una gran precisión y con un diseño de funcionamiento silencioso. Por tanto, estos rodamientos son los preferidos para los motores eléctricos de tamaño pequeño y mediano.¹¹

Proceso de selección

El cálculo de la vida útil es dependiente del rodamiento en particular, esto lo convierte en un cálculo iterativo en el cual se escoge un rodamiento y se

¹¹ <http://www.rodamientos.com/>

comprueba su vida útil, si el resultado es satisfactorio, la selección ha terminado, pero si la vida es menor o muy mayor de lo recomendado debe escogerse otro rodamiento y recalcular la vida. Las tablas siguientes entregan recomendaciones para la vida útil que debería tener un rodamiento para las aplicaciones que se detallan, este es el punto de partida.

Guía de valores requeridos de vida nominal L10h para diferentes clases de máquinas	
Clases de máquinas	L10h horas de servicio
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos para uso médico.	300 a 3 000
Máquinas usadas intermitente o por cortos períodos : Máquinas-herramienta portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción.	3 000 a 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente : Ascensores, grúas para mercancías embaladas.	8 000 a 1 2000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no totalmente utilizadas: Transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10 000 a 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: Máquinas-herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipo de imprenta, separadores y centrífugas.	20 000 a 30 000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para trasatlánticos.	60 000 a 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, ventiladores y bombas para minas, rodamientos para la línea de eje de trasatlánticos.	≈ 100 000

Una vez ubicada la vida sugerida, se procede a escoger un rodamiento del catálogo considerando el tipo de carga a soportar y las limitaciones dimensionales del problema. Una vez ubicados algunos candidatos se extraen los valores de C, Pu, D y d. Con estos valores se procede a realizar los cálculos que a continuación se detallan. En particular, la carga equivalente sobre el rodamiento se obtiene de fórmulas como la siguiente:

$$P = X F_r + Y F_a$$

Donde:

F_r es la carga radial que se aplica sobre el rodamiento

F_a es la carga axial que se aplica sobre el rodamiento

X e Y son valores adimensionales que varían para cada tipo de rodamiento.

Debido a que la carga axial es nula esta no es tomada en cuenta.

$$P = 0.5F_r + 2F_a \quad F_r = 10 N; \quad P = 5$$

En la tabla siguiente se muestran los valores de estas variables para el caso de rodamientos radiales de bolas con juego normal.

Factores para el cálculo de los rodamientos rígidos de una hilera de bolas			
Juego Normal			
F_a/C_0	e	X	Y
0,025	0,22	0,56	2
0,04	0,24	0,56	1,8
0,07	0,27	0,56	1,6
0,25	0,37	0,56	1,2
0,5	0,44	0,56	1

Fuente: Catálogo General SKF

Se desarrollaran tres fórmulas para la vida útil: Vida Nominal [L_{10}]; Vida Nominal Ajustada [L_{na}] y Vida Nominal Ajustada SKF [L_{naa}].

1. Vida Nominal:

$$L_{10} = (C / P)^p$$

Donde:

L_{10} es la vida estimada en millones de revoluciones

C es la capacidad de carga dinámica

P es la carga equivalente sobre el rodamiento, se calcula en función de las cargas radiales y axiales que afectan al rodamiento su fórmula depende del tipo de rodamiento a utilizar

p es 3 para los rodamientos de bolas y 10/3 para los rodamientos de rodillos

La vida nominal puede expresarse en otras unidades mas adecuadas al problema que se analiza, de esta forma se tiene:

$$L_{10h} = (1000000 / 60 n) L_{10}$$

$$L_{10} = (1000000 / 60(36)) = 462.9$$

Cuando el tamaño del rodamiento requerido se determina en base a la capacidad de carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 que representa la relación entre la capacidad de carga estática C_0 y la carga estática equivalente P_0 para calcular la capacidad de carga estática básica requerida.

La capacidad de carga estática requerida C_0 se puede calcular según:

$$C_0 = s_0 P_0$$

Donde

C_0 = capacidad de carga estática, kN
 P_0 = carga estática equivalente, kN
 s_0 = factor de seguridad estática

$$S_0 = 19/5 = 3.8$$

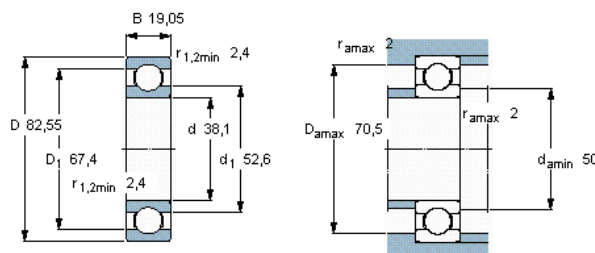
El factor de seguridad cumple con lo requerido.

Tipo de funcionamiento	Rodamientos giratorios						Rodamientos estacionarios	
	Requisitos relativos al funcionamiento silencioso sin importancia		normales		alto		Rodamientos de bolas	Rodamientos de rodillos
	Rodamientos de bolas	Rodamientos de rodillos	Rodamientos de bolas	Rodamientos de rodillos	Rodamientos de bolas	Rodamientos de rodillos	Rodamientos de bolas	Rodamientos de rodillos
Suave, sin vibración	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Cargas de choque notables ¹⁾	$\geq 1,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

FIGURA 10. Rodamiento

Rodamientos rígidos de bolas, de una hilera, no están obturados, con dimensiones en pulgadas									
Dimensiones principales		Capacidades de carga		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación	
d	D	B	C	C_0	P_u	Velocidad de referencialímite			
mm			kN		kN	rpm	kg	-	
38,1	82,55	19,05	30,7	19	0,8	16000	0,45	-	RLS 12

[Tolerancias](#) , ver también el [texto](#)
[Juego radial interno](#) , ver también el [texto](#)
[Ajustes recomendados](#)
[Tolerancias del eje y del alojamiento](#)



Factores de cálculo
 k_f 0,025
 f_0 14

Fuente: Manual SKF.

Las chumaceras se colocan en los dos ejes de la banda transportadora, tanto en el eje del tambor de accionamiento parte superior y en el del tambor de

tensión o renvío parte inferior, se colocan dos chumaceras en cada eje están deben ser de piso.

3.2. DISEÑO CANAL DE ALIMENTACIÓN

El producto a peletizar se ingresaba manualmente a una tolva con paletas que empujan la mezcla hacia el acondicionador, pero al no estar adecuadamente diseñada esta ocasionaba atascamiento al inicio del proceso, para solucionar este inconveniente se diseño un canal de alimentación que remplace dicha tolva ya que la alimentación ahora se realiza con una banda transportadora. Para el diseño se parte del tamaño y medidas del espacio que va a ocupar, como es el tamaño de la boca de descarga de la banda transportadora, de la entrada al acondicionador y la distancia entre ellas

FIGURA 11. Ubicación Canal de alimentación



a) Espacio inicial



b) Tolva instalada

Fuente: Erika Granda

De donde se obtiene las siguientes dimensiones:

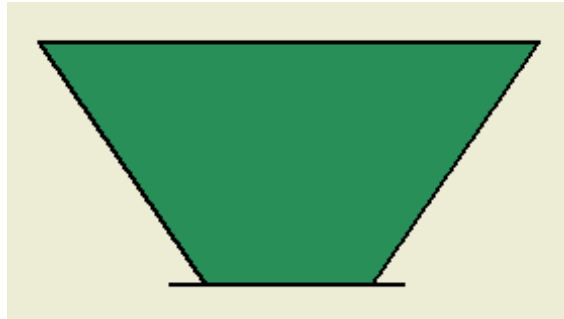
Ancho: 12 cm

Largo: 21.5 cm

Alto: 23 cm

Base: 14 x 15,5 cm

Quedando de la siguiente forma;

FIGURA 12. Canal de Alimentación

Fuente: Erika Granda

3.3. DISEÑO PROTECTOR BANDA

Del mismo modo que el diseño de la tolva, para diseñar el protector se parte de las dimensiones existentes en la peletizadora, quedando el protector de esta forma.

FIGURA 13. Protector Instalado

Fuente: Erika Granda

3.4. DISEÑO DEL EXTRUSOR

La máquina ha sido rediseñada para aumentar la producción, pero debido que el extrusor existente no tiene la capacidad suficiente para procesar esta

cantidad, se plantea la construcción de un nuevo extrusor, pero por falta de recursos este únicamente quedara diseñado.

Para el diseño de este elemento se tomo como referencia el Catalogo de Martín y el Código ANSI CEMA, ya que poseen la información necesaria para diseñar el tornillo sinfín.

Se conoce que a la salida de la mezcladora se tiene un flujo de 184 Kg/h y una densidad de producto de 640 Kg/m³.

Clasificación del material según el manual de Martin

Únicamente se tomo algunos materiales que se encuentran en las tablas para mostrar sus características, pues el material que nos interesa es el maíz molido o en harina ya que es el mas semejante en características a nuestro material a ser transportado.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL A TRANSPORTAR

Material	Peso <i>lbs/pies³</i>	Código de material	Rodamien to Intermedi o	Serie Comp.	Factor de material Fm	% de carga
Maiz en grano	56	E -35	L-S	2		30 A
Maiz a medio moler	40-45	B6 – 35P	L-S-B	1	0.5	30 A
Maiz, Cascara	45	C ½-25	L-S-B	1	0.4	45
Maiz, en germen	21	B6 – 35PY	L-S-B	1	0.4	30 A
Maíz en harina	32-40	B6 – 35P	L-S	1	0.5	30 A
Mica en escamas	17 - 22	B6-16MY	H	2	1	30B
Mortero Mojado	150	E – 46T	H	3	3.0	30B

Fuente: Catalogo de Martin

Luego de revisar en las tablas de los materiales del Catalogo de Martin y debido a que nuestro producto está constituido por la mezcla de varios ingredientes se ha elegido el material con las características más similares en

su forma, dimensiones y en peligros al usarse en este caso es el maíz en harina. Cuyo código es: B6 – 35P según la tabla N°4

TABLA 4. Producto Seleccionado

Material	Código	Rodamiento Intermedio	Serie	Factor Material Fm	%Carga
Maíz en Harina	B6 – 35P	L-S	1	0,5	30A

Fuente: Catalogo de Martin

B6: Tamaño fino con griba N° 6 e inferior

3: Fluido promedio

5: Abrasividad media

P: otras propiedades

Caudal real de transportación

El material a transportar es balanceado en polvo el mismo que está compuesto de morochillo, maíz, soya, harina de pescado entre otros, de acuerdo a la especie que se va alimentar. Se conoce el caudal requerido $Q = 184 \text{ kg/h}$ que es obtenido de la mezcladora, con este dato se halla el caudal real (Q_r) necesario para el transportador, considerando la posible sobrecarga de material.

$$Q_r = C_{f1} * C_{f2} * C_{f3} * Q$$

Donde C_{f1} , C_{f2} y C_{f3} están tabuladas, teniendo en cuenta que se usará un sinfin de paso medio para aplicaciones inclinadas.

TABLA 5. Factor de capacidad

FACTOR DE CAPACIDAD CF1		
Factor de Capacidad del Transportador con paso especial (Fp)		
PASO	DESCRIPCIÓN	Fp
Standard	Paso= Diámetro del Sinfin	1.00
Corto	Paso= 2/3 Diámetro del Sinfin	1.50
Medio	Paso= 1/2 Diámetro del Sinfin	2.00
Largo	Paso= 1 – ½ Diámetro del Sinfin	0.67

Fuente: Catalogo de Martín, página H18

TABLA 6. Factor de capacidad f2

FACTOR DE CAPACIDAD CF2			
Factor de Capacidad del Transportador con helicoide especial			
TIPO DE HELICOIDE	CARGA DEL TRANSPORTADOR		
	15%	30%	45%
Helicoide con corte	1.95	1.57	1.43
Helicoide con corte y doblez	NR*	3.57	2.54
Helicoide de cinta	1.04	1.37	1.62

Fuente: Catalogo de Martín, página H18

*No recomendado, Si ninguno de los helicoides indicados en la tabla es usado CF2=0

TABLA 7. Factor de capacidad

FACTOR DE CAPACIDAD CF3					
Capacidad de Transportador especial con Paletas Mezcladoras					
Paletas Estandar de Paso Invertido a 45	PALETAS POR PASO				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor (CF3)	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

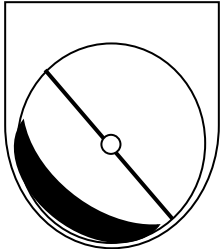
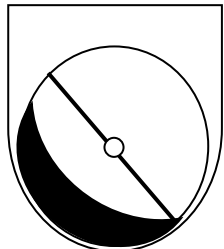
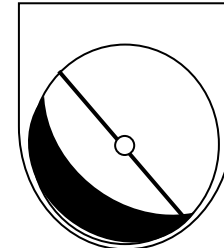
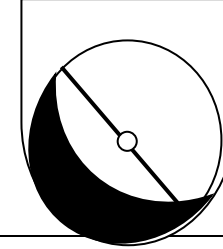
Fuente: Catalogo de Martin, página H18

$$Q_r = C_{f1} * C_{f2} * C_{f3} * Q \quad Q_r = 2 * 1 * 1 * 184 = 368 \text{ Kg/h}$$

Expresando en pie³/h:

$$Q_r = 368 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * \frac{\text{m}^3}{640 \text{ kg}} * \frac{35.3147 \text{ pies}^3}{\text{m}^3} = 20.306 \frac{\text{pie}^3}{\text{h}}$$

Tabla 8. Carga en la artesa

Carga en la artesa		Diámetro del sinfin	Capacidad en pie ³ /h		Max. rpm recomendada
			A 1 rpm	A max. rpm	
15%		4	0,41	15	72
		6	0,75	45	70
		9	2,72	150	75
		12	6,40	325	50
		14	10,40	520	50
		16	15,60	700	45
		18	22,50	1010	45
		20	31,20	1250	40
		24	54,60	2180	40
30%A		4	0,81	53	130
		6	1,49	180	120
		9	5,45	545	100
		10	7,57	720	95
		12	12,90	1160	90
		14	20,80	1770	85
		16	31,20	2500	80
		18	45,00	3380	75
		20	62,80	4370	70
30%B		4	0,81	29	72
		6	1,49	90	60
		9	5,45	300	55
		10	7,57	418	55
		12	12,90	645	50
		14	20,80	1040	50
		16	31,20	1400	45
		18	45,00	2025	45
		20	62,80	2500	40
45%		4	1,82	114	184
		6	2,23	368	165
		9	8,20	1270	155
		12	19,40	2820	145
		14	31,20	4370	140
		16	46,70	6060	130
		18	67,60	8120	120
		20	93,70	10300	110
		24	164,00	16400	100

Fuente: Catalogo de Martin

De la tabla 8 se obtiene un 30A% de carga, se escoge el diámetro mínimo tal que el caudal a máxima revolución sea igual o mayor al caudal requerido (Q_r) de la tabla 17. Obteniendo:

Diámetro del sin fin: 4"

Capacidad a 1 RPM: 0.81 pie³/h

Capacidad a max. RPM: 53 pie³/h

Max. RPM recomendado: 130 RPM

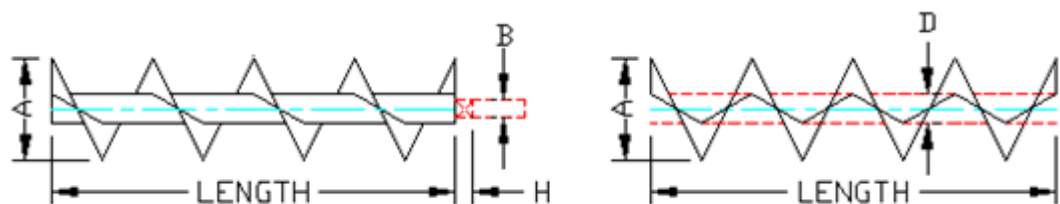
Es necesario tomar en cuenta una posible deflexión del tubo sinfín por alta temperatura del producto o sobrepeso. Causando que las helicoides rocen la artesa y causen desgaste en ambas partes acortando la vida útil del sinfín.

Para evitar esta deflexión se toman en cuenta dos precauciones:

Operar el transportador a la capacidad correcta.

Respetar las dimensiones del helicoidal establecidos por CEMA en la tabla 18.

TABLA 9. Dimensiones del helicoidal



Dimensiones del Tornillo sin fin								
"A" Diámetro	"B" acoplamiento	Código	Diámetro del eje, D		Espesor del volado		"H" Largo del acoplamiento	Largo standart del helicoidal
			int	Ext	entrada	salida		
4"	1"	4H204	1-	1-	1/8"	1/16"	1-1/2"	9'-10-1/2"

			1/4"	5/8"				
4"	1"	4H206	1- 1/4"	1- 5/8"	3/16"	3/32"	1-1/2"	9'-10-1/2"
6"	1-1/2"	6H304	2"	2- 3/8"	1/8"	1/16"	2"	9'-10"
6"	1-1/2"	6H308	2"	2- 3/8"	1/4"	1/8"	2"	9'-10"
6"	1-1/2"	6H312	2"	2- 3/8"	3/8"	3/16"	2"	9'-10"
9"	1-1/2"	9H306	2"	2- 3/8"	3/16"	3/32"	2"	9'-10"
9"	2"	9H406	2- 1/2"	2- 7/8"	3/16"	3/32"	2"	9'-10"
9"	1-1/2"	9H312	2"	2- 3/8"	3/8"	3/16"	2"	9'-10"
9"	2"	9H412	2- 1/2"	2- 7/8"	3/8"	3/16"	2"	9'-10"
9"	2"	9H414	2- 1/2"	2- 7/8"	7/16"	7/32"	2"	9'-10"
10"	1-1/2"	10H306	2"	2- 3/8"	3/16"	3/32"	2"	9'-10"

Fuente: Catalogo de Martin

Para hallar la velocidad del transportador se tomará en cuenta la capacidad real (14,75 pie³/h) y la capacidad a 1 RPM (0,81 pie³/h) anteriormente calculadas.

$$N = 14,75 \frac{\text{pie}^3}{\text{h}} * \frac{1 \text{ RPM}}{0,81 \frac{\text{pie}^3}{\text{h}}} = 18.2 \text{ RPM}$$

CAPITULO IV

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Es la parte central de este proceso, ya que se encarga de controlar cada una de las actividades que se realiza en el peletizado. La automatización se ha realizado con la utilización de un relé programable.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

El relé programable es LOGO! 12/24RC, Con las siguientes características.

Criterio	Verificación según	Valores
LOGO!Basic: Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 55 mm aprox. 190 g en un perfil soporte 35 mm 4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
LOGO! módulos de ampliación DM8..., AM... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		36 x 90 x 53 mm aprox. 90 g en un perfil soporte 35 mm 2 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
LOGO! módulos de ampliación DM16... Dimensiones (AxAxP) Peso Montaje		72 x 90 x 53 mm aprox. 190 g en un perfil soporte 35 mm 4 unidades de distribución de ancho o montaje en la pared
Condiciones ambientales climáticas		
Temperatura ambiente montaje horizontal montaje vertical	Frío según IEC 60068-2-1 Calor según IEC 60068-2-2	0 ... 55 °C 0 ... 55 °C
Almacenaje/transporte		-40 °C ... +70 °C
Humedad relativa	IEC 60068-2-30	del 10 al 95% sin formación de rocío
Presión atmosférica		795 ... 1080 hPa
Sustancias nocivas	IEC 60068-2-42 IEC 60068-2-43	SO ₂ 10 cm ³ /m ³ , 4 días H ₂ S 1 cm ³ /m ³ , 4 días

Criterio	Verificación según	Valores
Condiciones ambientales mecánicas		
Tipo de protección		IP 20
Vibraciones	IEC 60068-2-6	5 ... 9 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 9 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisenoidal 15g/11ms)
Caída ladeada	IEC 60068-2-31	Altura de caída 50 mm
Caída libre, embalado	IEC 60068-2-32	1 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de interferencia	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Case valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 grado de intensidad 3	8 kV descarga al aire 6 kV descarga por contacto
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4 grado de intensidad 3	2 kV (conductores de alimentación y de señalización)
Impulso individual de alta energía (Surge) (sólo para LOGO! 230....)	IEC 61000-4-5 grado de intensidad 3	1 kV (conductores alimentación) simétrico 2 kV (conductores alimentación) asimétrico (los circuitos de 24 V c.c. requieren una protección de sobreten-sión externa.)
Datos sobre seguridad IEC / VDE		
Dimensionamiento de los entrehierros y las fugas	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 En LOGO! 230R/RC tam-bién VDE 0631	se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	se cumple
Tiempo de ciclo		
Tiempo de ciclo por función		< 0,1 ms
Arranque		
Tiempo de arranque con POWER ON		típ. 8 s

La selección de este relé fue de acuerdo al número de entradas y salidas, al ser la máquina peletizadora un proyecto conjunto con el secador de pellets, fue necesario adquirir un modulo de ampliación.

FIGURA 14. Modulo de Ampliación



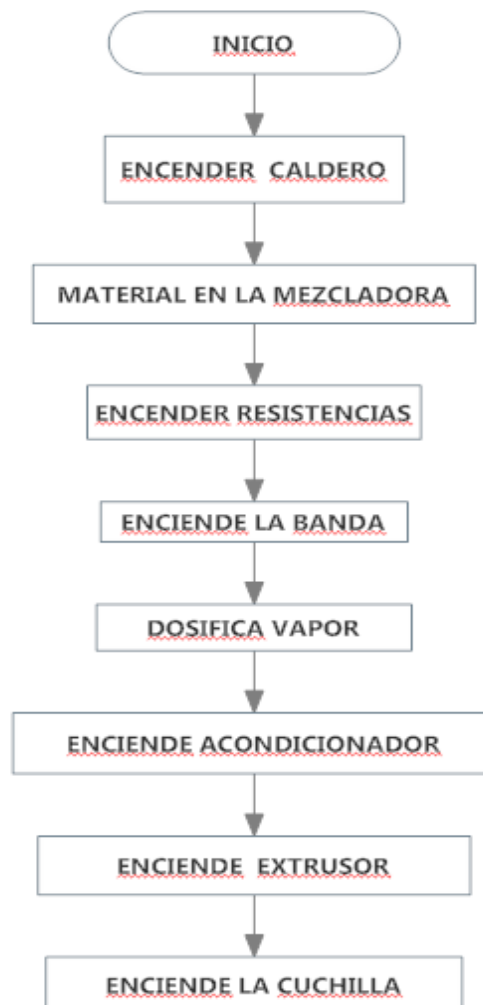
El relé funciona con 24V, por lo que necesita una fuente de alimentación, se utilizó la fuente de logo que necesita una alimentación de 220 V.

FIGURA 15. Fuente de Alimentación

Para realizar la programación se utilizó el software LOGO SOFT COMFORT.

4.2. DIAGRAMAS DE FLUJO PARA LA PROGRAMACIÓN

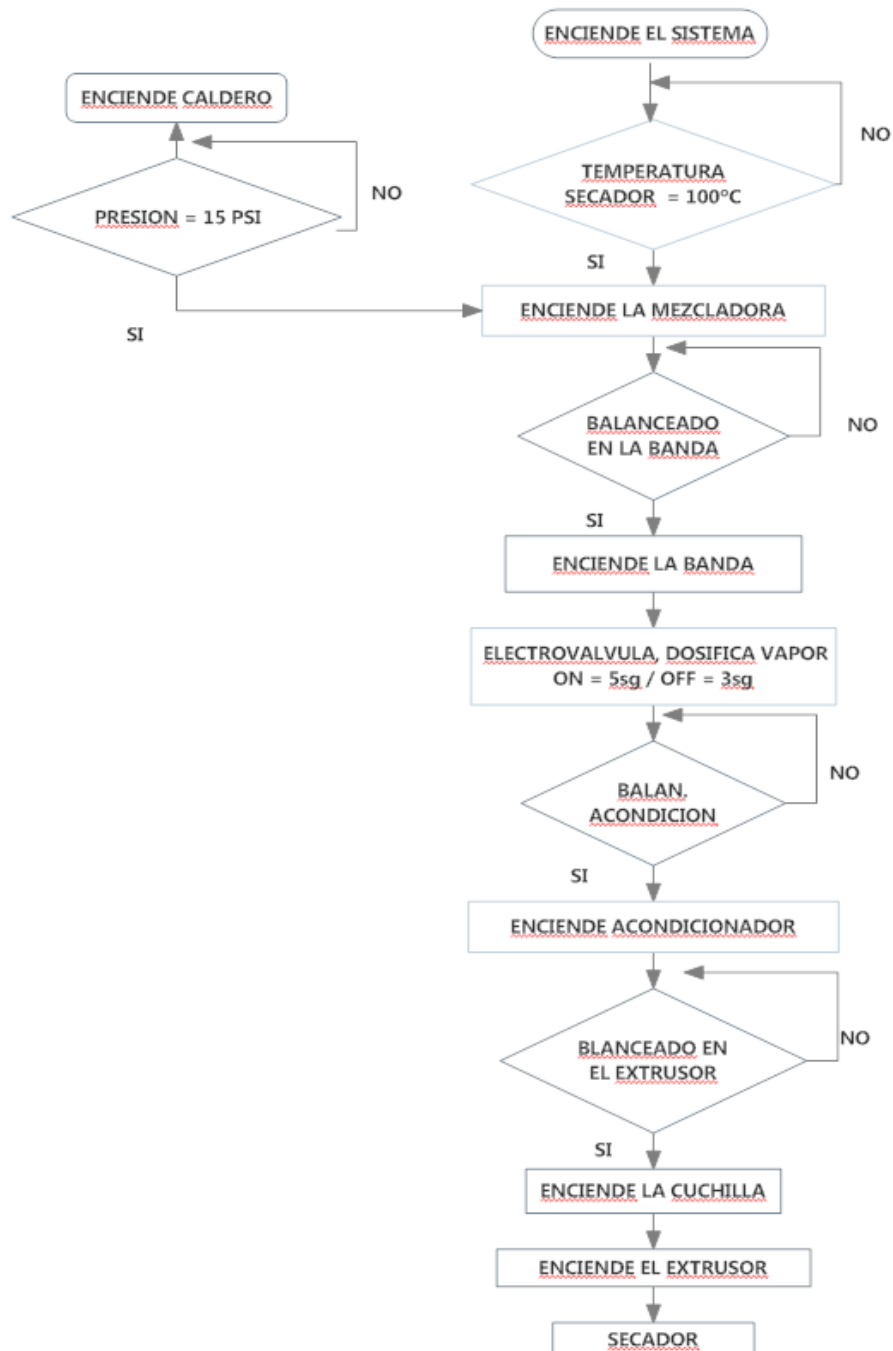
4.2.1. DIAGRAMA DE PROCESO

FIGURA 16. FLUJOGRAMA DE PROCESO

4.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA

La Dosificación del balanceado a la banda, la cantidad de vapor añadida dependen de cada mezcla pero el proceso a seguir es el mismo.

FIGURA 17. Diagrama de flujo del Programa



4.3. PROGRAMA PELETIZADORA

El programa esta diseñado para la elaboración de pellets mismo que inicia con el encendido del caldero y el secador; verificando el grado de presión y de temperatura.

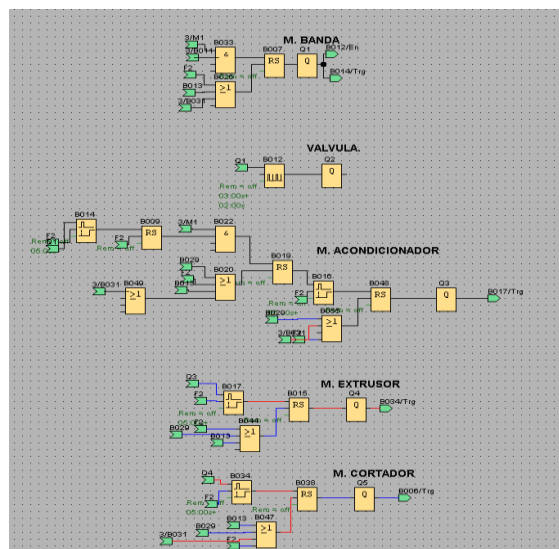
Luego de que se ha mezclado el producto y ha llegado a su nivel en la entrada de la banda transportadora, se comprueba que la presión del caldero y la temperatura se encuentren en el punto óptimo; con estas tres condiciones se activa la banda transportadora.

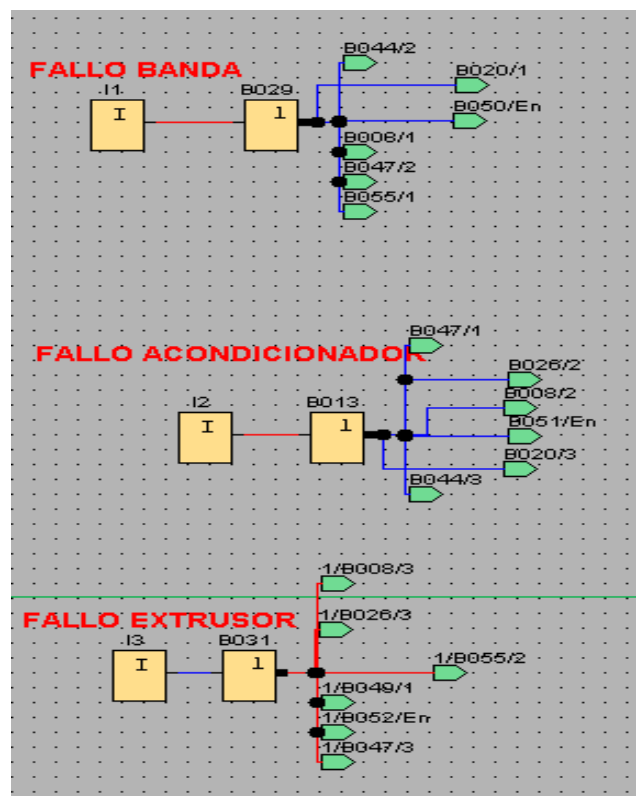
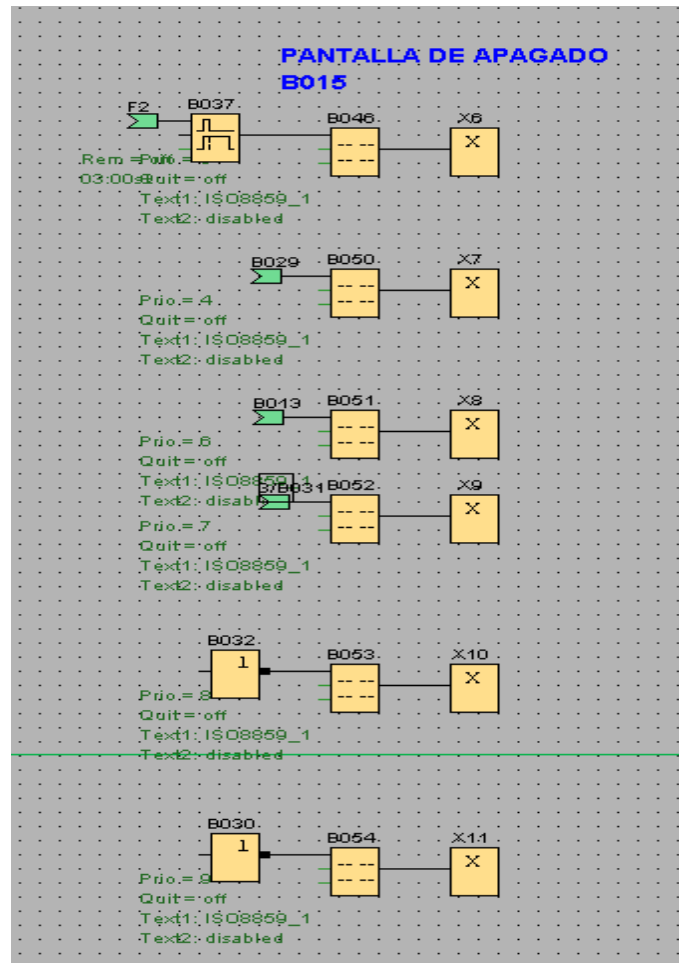
Al ingresar el producto al acondicionador, se activa la electroválvula, dosificando vapor a la mezcla, esta variable esta controlada por tiempos, mismo que ha sido seleccionado mediante las pruebas realizadas de acuerdo a la cantidad de materia prima.

Después del tiempo de acondicionado, se activa el extrusor; la mezcla de manera continua entra al extrusor e inmediatamente atraviesa la matriz peletizadora; en donde a la ves se activa la cuchilla que es la encargada de dar el tamaño al pellet; esta cuchilla es controlada por un variador de velocidad en caso de que se requiera modificar el pellet de acuerdo a la especie.

Están programados los fallos para todos los motores.

FIGURA 18. Programa Proceso





4.4. TABLERO DE CONTROL

FIGURA 19. Tablero de Control



MOTORES	(KW)	V	A	CABLE	RELE TERMICO (A)	CONTACTOR	DISYUNTOR
Banda T.	0.25	220	1,35	3*14	1.6-3,5	10A	*40A
Acondicionador	3,7	220	12	3*12	9 – 13	32A	*40A
Extrusor	7,5	200	29	3*10	23-32	50A	50A
Cuchilla	0,14	220	2.24	3*14	VARIADOR .4KW	10A	*40A

*Un solo disyuntor de 40A,

CAPITULO V

CONSTRUCCIÓN

En este capitulo se detalla como fue la construcción y el montaje de la banda transportadora y las partes que se modificaron e implementaron a la máquina peletizadora; además se muestran las pruebas realizadas.

4.5. EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para la fabricación de la máquina se emplean los siguientes equipos y herramientas

MAQUINARIA

- Torno
- Taladro de pedestal

HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS

- Soldadora
- Taladro
- Suelda Autógena
- Amoladora
- Butil

HERRAMIENTAS MANUALES

- Juego de Llaves
- Juego de desarmadores
- Hexagonales
- Llave de tubo
- Playo
- Pinza






- Remachadora
- Sierra
- Martillo
- Mazo

INSTRUMENTOS DE CONTROL Y MEDIDA

- Nivel
- Escuadra
- Flexómetro
- Calibrador

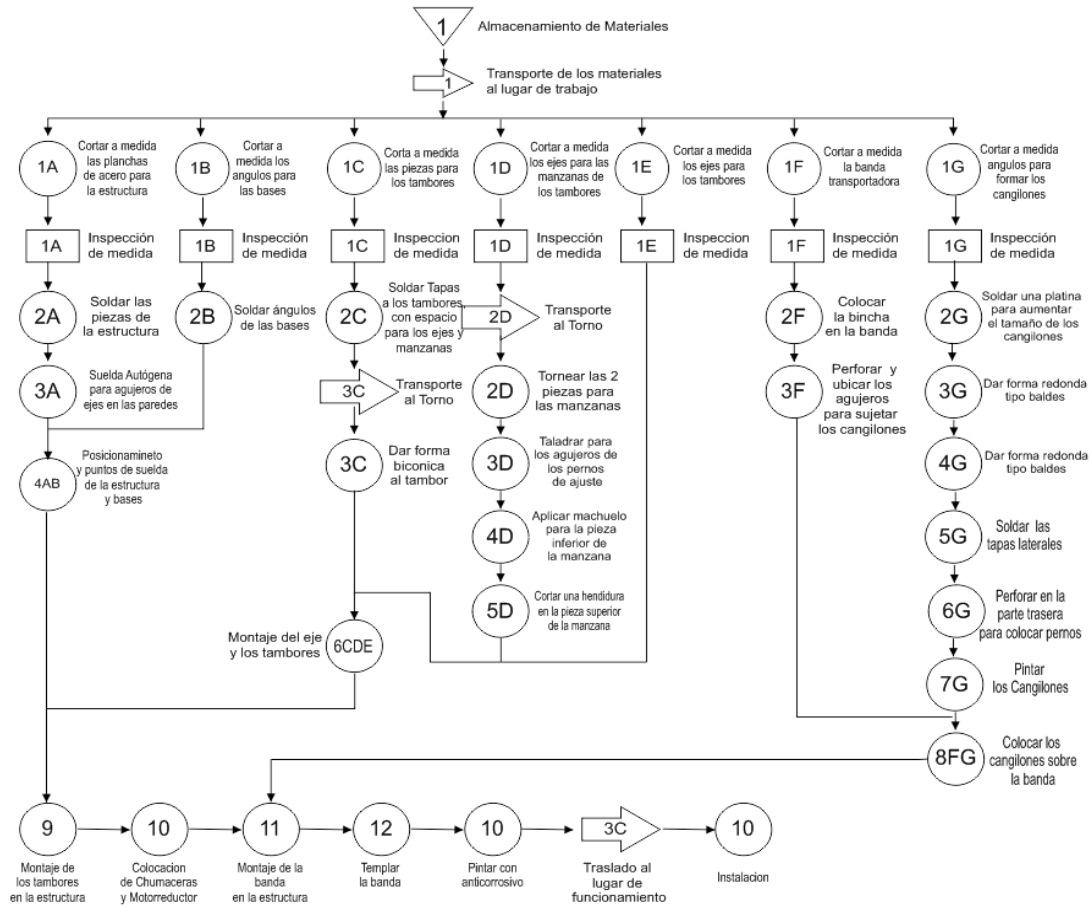
4.6. CONSTRUCCIÓN BANDA TRANSPORTADORA

Tabla 11. Simbología de la norma ASME para elaborar diagramas de flujo

SIMBOLO	REPRESENTA
	OPERACIÓN: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento
	INSPECCION: Verifica la calidad o cantidad de algo
	DESPLAZAMIENTO O TRANSPORTE: Indica el movimiento de los empleados, material o equipo de un lugar a otro
	ESPERA: Demora en el desarrollo de los hechos
	ALMACENAMIENTO PERMANENTE: Deposito de un documento o información dentro de un archivo o un objeto cualquiera en un almacén

Fuente: <http://www.slideshare.net/anieto61/flujogram>

4.6.1. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA



Fuente Propia

4.6.2. FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA BANDA

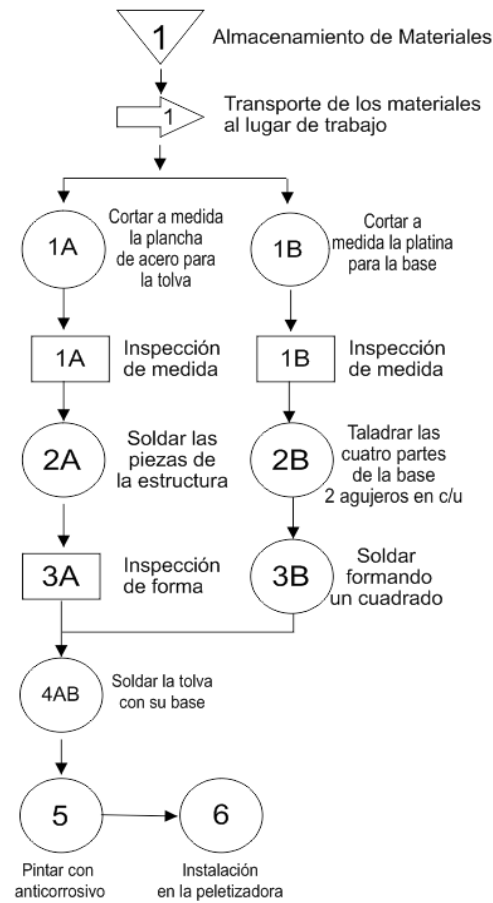
FIGURA 19. Construcción Banda T.

		
1) Formación de la estructura	2) Preparación de las bases	3) Unión de bases y estructura
		
4) Tambores y eje	5) Colocacion de cangilones	6) Instalación

Fuente: Erika Granda

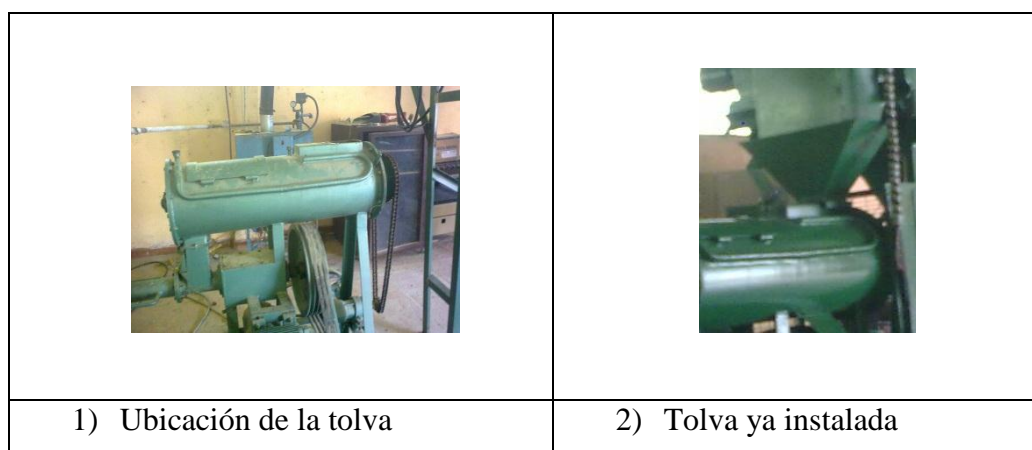
4.7. CONSTRUCCION DE LA TOLVA DE ALIMENTACION

4.7.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA



4.7.2. FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA

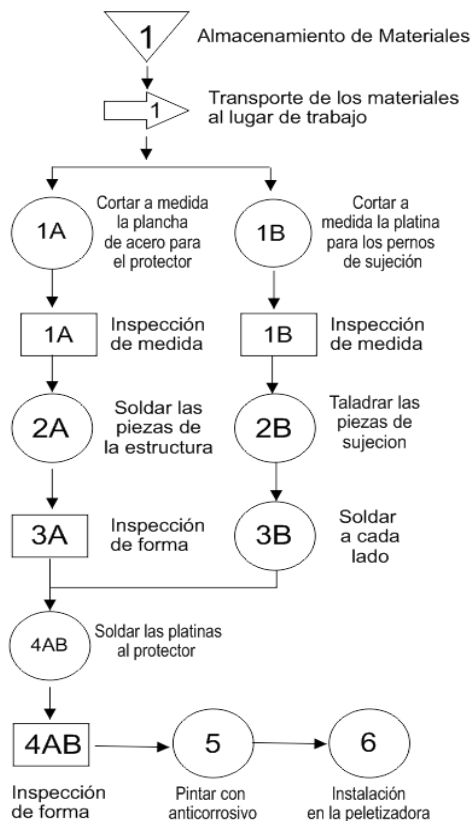
FIGURA 20. Construcción tolva



FUENTE: Erika Granda

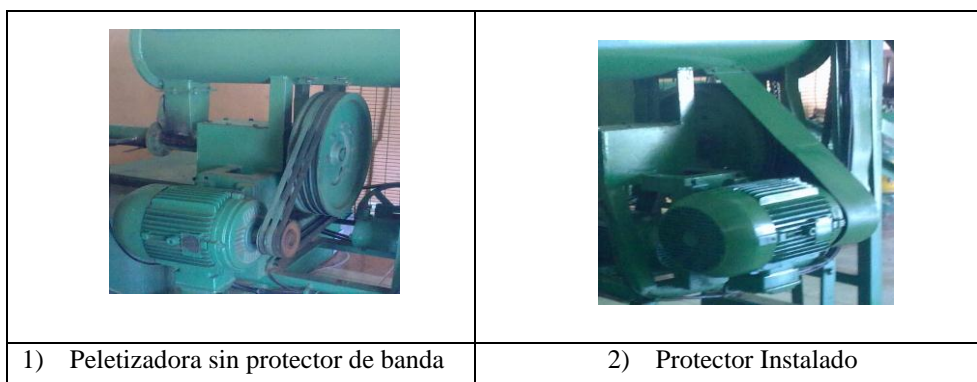
4.8. CONSTRUCCIÓN DEL PROTECTOR DE BANDA

4.8.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROTECTOR DE LAS BANDAS DEL MOTOR EXTRUSOR



4.8.2. FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA TOLVA

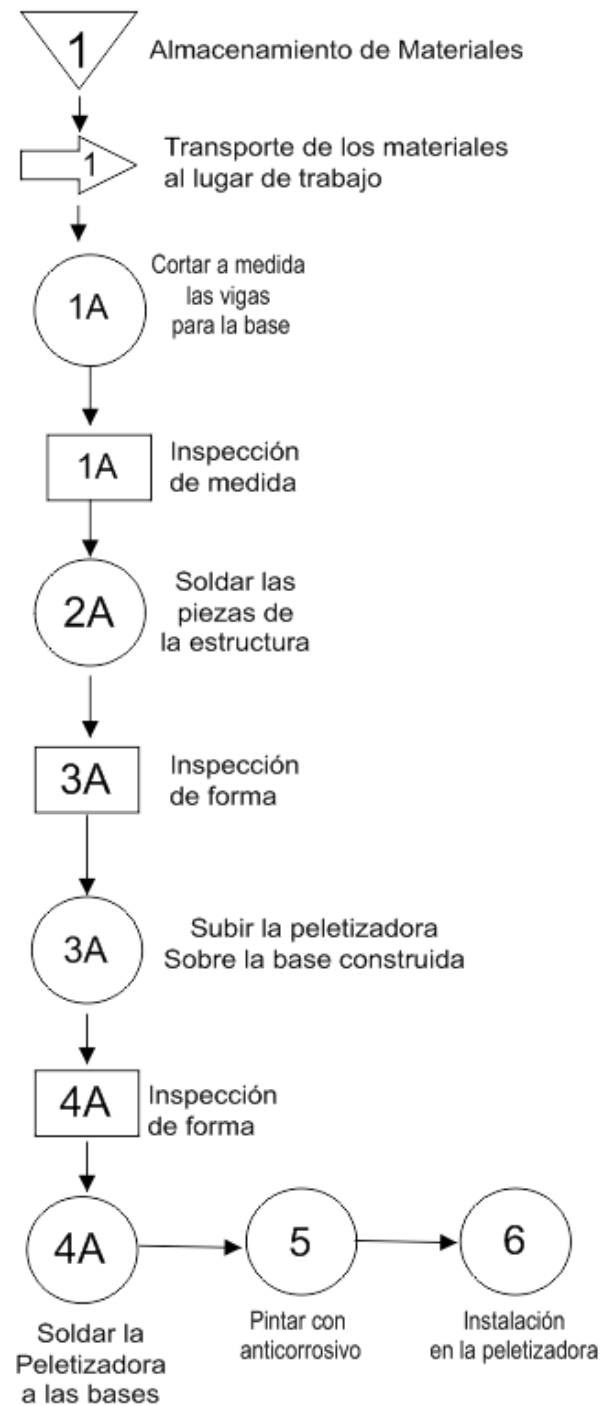
FIGURA 21. Construcción Protector



Fuente: Erika Granda

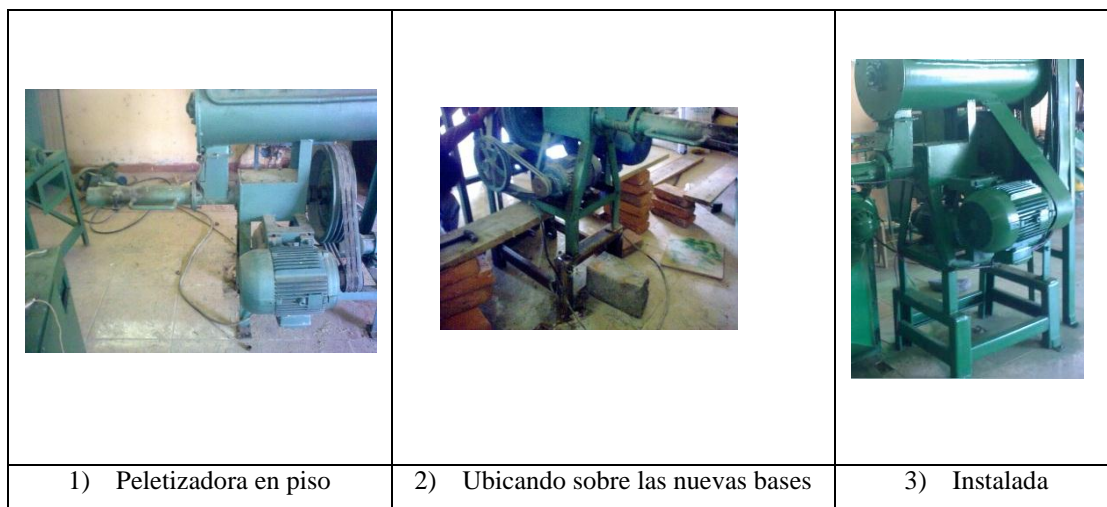
4.9. CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE LA PELETIZADORA

4.9.1. Diagrama de flujo de la base de la peletizadora



4.9.2. FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA BASE

FIGURA 22. Construcción de La Base

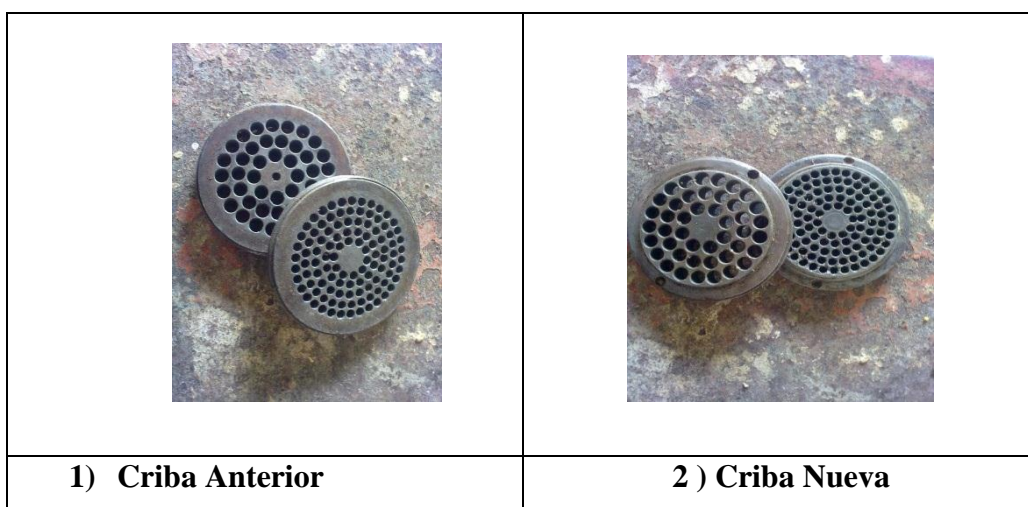


Fuente: Erika Granda

4.10. MODIFICACIÓN DE LA CRIBA DE PELETIZADO

La máquina cuenta con dos cribas mismas que tuvieron que ser modificadas para mejorar la producción y facilitar el proceso; el único tratamiento realizado fue cambiar la dimensión de la criba para que entre en la parte final de la carcaza del extrusor.

FIGURA 23. Criba



Fuente: Erika Granda

4.11. INSTALACIÓN DEL VAPOR

En el proceso de peletizado es muy importante el acondicionamiento, proceso que consiste en agregar vapor a la mezcla esto sucede en el acondicionador, la planta cuenta con un caldero que es de donde se obtiene el vapor, como la peletizadora cambio de lugar fue necesario realizar una nueva instalación de tuberías a la vez añadiendo la electroválvula para automatizar este proceso.

FIGURA 24. Instalación vapor



Fuente: Erika Granda

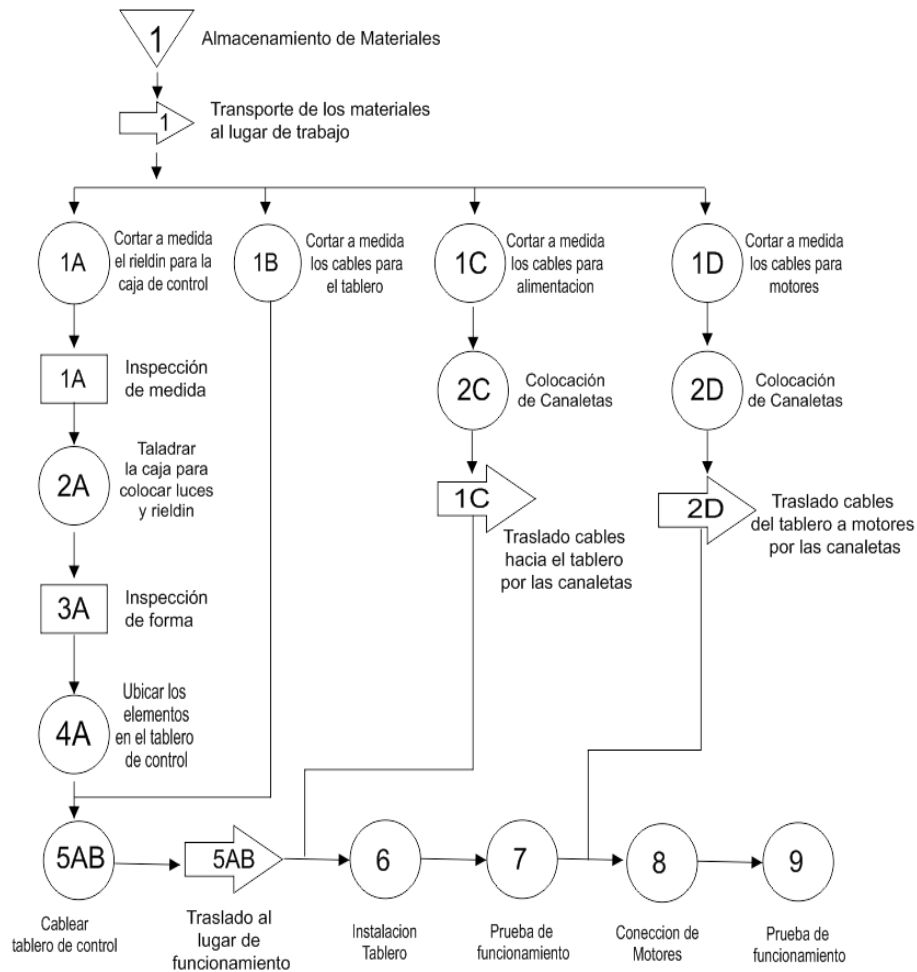
4.12. INSTALACIÓN DE AGUA AL EXTRUSOR

Cuando la mezcla no es la adecuada, en ocasiones el extrusor tiende a taponarse por lo que para su limpieza es necesario agregar agua, esto ayuda a que el material acumulado salga. Se colocó una manguera desde la toma de agua hasta la entrada del alimento en el extrusor, la llave únicamente se abre en caso de taponamiento o cuando el vapor añadido no sea suficiente.

4.13. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

En la automatización la parte clave es el control por lo que la construcción e instalación de los equipos debe ser minuciosamente realizada. Para su funcionamiento se realizaron las siguientes actividades:

4.13.1. DIAGRAMA DE FLUJO CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA



Este es el proceso que se hizo para la construcción del tablero de control, y las instalaciones realizadas; una vez terminada las pruebas de conexión, se comenzó a probar ya toda la máquina para esto se debe realizar el programa en Logo Soft Comfort.

Una vez que se tiene el programa ya simulado se procede a cargar el programa en el plc, mediante un cable de comunicación, luego de esta operación el programa se encuentra listo para operar con la maquinaria.

4.13.2. FOTOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

FIGURA 25. Construcción Tablero



Fuente: Erika Granda

4.14. PRUEBAS REALIZADAS

En las pruebas realizadas se comprobó que se cumplan todas las especificaciones para las que se construyo la maquina, dependiendo de la verificación que se quiera hacer se utilizan las herramientas que ayudan a verificar si el procedimiento que esta siguiendo la máquina es el correcto se utilizo así como también existen algunas pruebas que solamente con observar se puede tomar una decisión.

4.14.1. DIMENSIONES GENERALES

Con la ayuda de un flexómetro se medirá las tres dimensiones fundamentales; altura, largo y ancho, las mismas que deberán ser las establecidas en las especificaciones técnicas.

Presión obtenida del caldero mediante un presostato.

La temperatura que existe en el acondicionador mediante un termómetro.

Revoluciones por minuto de los elementos giratorios en este caso de la banda ya que esta funciona con un motorreductor y es muy importante conocer

cuantas revoluciones da en el minuto para conocer la capacidad de carga, esta prueba se la hizo de manera visual sin utilización de ningún instrumento.

La capacidad de la banda transportadora únicamente se hizo de forma teórica, calculando el número de cangilones, la cantidad de producto que transporta y el número de revoluciones que da. La capacidad de producción fue la última dimensión establecida esta se obtuvo pesando el producto obtenido luego de un periodo de tiempo de funcionamiento

4.14.2. PRUEBAS VISUALES DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Se desarrollo estas pruebas para constatar que los acabados como pintura, soldaduras estén en buenas condiciones, otras verificaciones hechas fueron asegurarse que cada elemento móvil posea la lubricación adecuada, comprobar que los diferentes montajes se los realice de una manera adecuada, verificar que el templado de cadenas sea el correcto, comprobar la ubicación correcta de cada uno de los elementos tiempos mediante el empleo de un cronómetro se controlará éste factor, en los diferentes sistemas en el que éste intervenga.

4.14.3. PRUEBAS DE PRODUCCIÓN

Una vez terminada todas las instalaciones y comprobado el correcto funcionamiento de las partes de la máquina se procede a realizar las pruebas de producción en este caso la parte central es la formación de pellets, para esto se hizo un sin numero de pruebas en donde las variables que se tomaron a consideración fueron.

- Mezcla o Formula
- Caída de producto de la mezcladora
- Carga de Cangilones
- Cantidad de Vapor añadida
- Tiempo de Retención en el acondicionador
- Dosificación de Agua
- Giro de la cuchilla

PRUEBAS	PRUEBA1	PRUEBA2	PRUEBA3	PRUEBA4	PRUEBA5	PRUEBA6	PRUEBA7	PRUEBA8	PRUEBA9
VARIABLES									
<i>Mezcla o Formula</i>	Formula 1	Formula 1	Formula 1	Formula 2	Formula 2	Formula 3	Formula 3	Formula 4	Formula 5
<i>Caída de producto de la mezcladora</i>	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3
<i>Carga de Cangilones</i>	½	½	½	½	½	½	½	½	¾
<i>Cantidad de Vapor añadida</i>	6 on / 6 off	4 on / 4 off	2on / 3off	2 on / 3off	3 on / 3 off	6on / 3 off	6 on / 3 off	6 on / 3 off	6 on / 3 off
<i>Tiempo de Retención en el acondicionador</i>	3 min	2 min	Continuo	3 min	Continuo	3 min	Continuo	Continuo	Continuo
<i>Dosificación de Agua</i>	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Mínima	Ninguna	Ninguna	Ninguna
<i>Velocidad de la cuchilla</i>	MEDIA	MEDIA	RAPIDA	MEDIA	MEDIA	LENTA	LENTA	RAPIDA	RAPIDA
RESULTADO	Atasca el extrusor	No se forma, la mezcla se hace pegajosa	Compacta al inicio, tiende a taponarse el extrusor	Tiende a taparse el extrusor	No se forma se deshace	Se forman, tienen su contextura No deseable	Se forma continuamente el pellet, pero son muy largos	Se forma continuamente el pellet, mejora su tamaño	Se forma continuamente el pellet, tamaño adecuado

Se realizaron mas pruebas de las cuales se obtuvieron resultado similares, por lo únicamente se dará a conocer las pruebas mas relevantes con los resultados mas variantes.

Mezcla: Para obtener un buen pellet es importante tener una buena mezcla y un proceso adecuado de peletizado, en las pruebas realizadas se concluye que es la parte mas importante ya que sino se tiene una formula correcta no existe la formación del pellet cada ingrediente tiene su función por lo que un especialista debe formular la mezcla agregando el porcentaje correcto.

Se realizo varias pruebas con diferentes formulas de balanceado para cerdo, esta fue una etapa critica ya que al no tener el conocimiento suficiente de formulación de balanceados el proceso se complico, se acudió a varias personas expertas en el tema mismas que dieron sus sugerencias y al no contar con la suficiente cantidad de materia prima se procedió a variar los ingredientes bajo la supervisión de un profesional en alimentos.

Los problemas que existieron debido a la mezcla fueron al inicio el taponamiento continuo del extrusor, provocando que se detenga el motor, ya que el producto se queda dentro del extrusor y tiende a endurese uniendo el tornillo con su carcaza imposibilitando el movimiento.

Luego de haber solucionado este inconveniente al cambiar de mezcla y algunas condiciones de operación, el problema mas frecuente fue la no formación del pellet se había eliminado el fallo de atascamiento pero esta vez la mezcla no se compactaba y la causa fue la falta de aglutinante que es el encargado de compactar la mezcla se añadió varios ingredientes como harinas de cebada, trigo, yuca, maíz, melaza, aceites vegetales, a la mezcla existente, claro una prueba diferente para cada ingrediente en donde se veía mejoras por lo que se deduce que era un problema de la mezcla la falta de compactación.

Las pruebas mencionadas fueron realizadas con las siguientes mezclas:

Formula 1: Formula para cerdos

Morochillo	59 %	Polvillo	12 %
Soya	17 %	Harina de Pescado	2 %
Fosfato	2%	Carbonato	2.2%
Aceite Rojo	3%	Premezclas	2.2%
Alfarina	2%	Lisina	2.2%

Formula 2: Esta formula fue preparada anteriormente por los proveedores, misma que no se conoce en porcentajes exactos pero tiene ingredientes como, maíz, soya, palmiste, galleta, entre otros.

Formula 3: consta de 50% de morocho molido, 30% de harina de trigo, 10% de aceite vegetal, 10% de melaza, harina de yuca, preservantes, sales, esta formula es para cerdos.

Formula 4: formula para cerdos

Morochillo	75 %
Soya	15 %
Fosfato	5 %
Aceite Rojo	3 %
Alfarina	2 %

Formula 5: formula para pollos. Consta de 70% de morocho molido, 20% de harina de trigo, 10% de aceite vegetal, 10% de premezclas

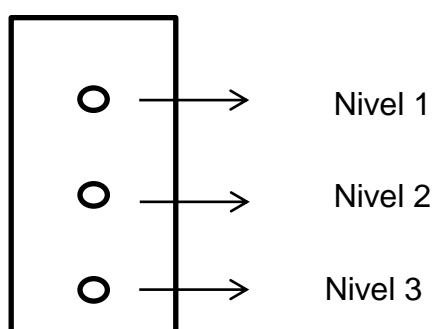
Con la mezcla 3, los resultados fueron positivos por lo que la máquina quedo calibrada con estos valores, pero para comprobación de su funcionalidad se utilizo otras mezclas para diferentes especies dando igualmente buenos resultados

Caída de producto de la mezcladora: El producto se obtiene de la mezcladora por lo que se debe regular la compuerta de caída para tener una alimentación

constante; depende de la abertura de esta se calibra los tiempos de dosificación de vapor ya que a mayor cantidad de mezcla se debe añadir mayor cantidad de vapor.

La compuerta de la caída de la mezcladora se puede regular según la cantidad deseada, tiene algunos niveles para nuestro proceso el nivel 3 fue aceptado ya que aumento la producción, con la misma cantidad de vapor añadida

FIGURA 26. Compuerta Mezcladora



Fuente: Erika Granda

Carga de Cangilones: Los cangilones se cargan de acuerdo a la caída de la banda, por lo que visualmente se puede regular que cantidad de balanceado esta transportando.

Los cangilones van con el nivel 3 se llenas las $\frac{3}{4}$ partes, siendo suficiente para la producción deseada

Cantidad de Vapor añadida: Es otra variable muy importante ya que al igual que la mezcla si no se añade en una cantidad adecuada existe problemas en la formación; la mezcla necesita de un grado de humedad preciso ya que si se añade demasiado vapor esta se gelatiniza demasiado perdiendo sus propiedades o también provocando atascamiento en el extrusor; caso contrario si no se añade la cantidad suficiente la mezcla no se compacta y no obtiene las propiedades adquiridas en el acondicionamiento.

La dosificación se realiza por periodos de tiempo, luego de todas las pruebas realizadas se conoce que depende de la cantidad de producto para añadir vapor,

para el nivel 3 que es el que se va a utilizar el tiempo de encendido de la válvula será de 6 segundos y el de apagado 3 segundos, hasta finalizar la producción.

Tiempo de Retención en el acondicionador: El peletizado debe ser un proceso continuo por lo que cada paso se debe realizar sin paralizaciones, es importante agregar la cantidad suficiente de vapor a la mezcla esto sucede en el acondicionador, las pruebas realizadas fueron variando los tiempos de retención en donde si excedía el tiempo de acondicionamiento la mezcla se hacia pastosa; luego de varias pruebas se dedujo que era suficiente el tiempo que se demora en atravesar por el acondicionador, claro esta de acuerdo a la cantidad de mezcla que entra se controla los tiempos de accionamiento de la electroválvula que dosifica vapor.

Dosificación de Agua: Además de agregar vapor en algunas mezclas el grado de humedad obtenido no era suficiente para esto se añadió una entrada de agua, misma que se controlaba manualmente, pero al variar la mezcla esta dosificación ya no era necesaria, por lo que únicamente se utilizaría en caso de taponamiento.

Velocidad de la cuchilla: La cuchilla es la que se encarga de dar el tamaño al pellet por lo que se debe controlar la velocidad de giro según cual sea el tamaño de pellet deseado.

Si el la velocidad de giro es lenta el pellet queda muy largo, y a medida que se aumenta la velocidad el pellet va disminuyendo, para el tamaño que se a escogido el motor gira con una frecuencia de 6 Hz.

CAPITULO VI

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizado el proyecto, se presentan y se plantean soluciones, se finaliza con el desarrollo de las conclusiones y recomendaciones que contribuyen a un mejor desempeño del área de peletizado.

5.1. CONCLUSIONES

La implementación de la banda transportadora permite que el proceso de peletizado se realice de manera continua; de acuerdo al nivel de carga de los cangilones variará la capacidad de producción de pellets.

El proceso carecía de un sistema de control en línea, lo que ocasionaba errores como, mal formación del producto, desperdicios, así como también el empleo de varias personas y por consiguiente el paro de la máquina, por esto en el presente trabajo se implemento el adecuado sistema de control que mejoro e hizo que el proceso de producción de pellets sea continuo y sin falencias.

La cantidad de vapor que se añade a la mezcla debe ser suficiente para que esta adquiera la humedad deseada, y se forme un buen pellet, luego de haber realizado varias pruebas se decide que el vapor se dosificara por tiempos dando los mejores resultados al activar la electroválvula durante 3 segundos y desactivarla 5 segundos, desde el momento en que el producto entra al acondicionador.

El sistema de control esta diseñado de acuerdo a los requerimientos de la máquina peletizadora, cada componente tiene características diferentes por lo que las protecciones están individualmente dimensionadas para evitar que ocurran accidentes, ya que se maneja un alto voltaje.

La producción de pellets, es un proceso que debe ser continuo por lo que necesita de la supervisión constante para asegurar que el producto obtenido es el deseado, caso contrario el proceso debe ser reiniciado.

5.2. RECOMENDACIONES

Para aumentar o disminuir la producción se debe variar la carga de la banda transportadora, así como también modificar la cantidad de vapor que se añade variando el tiempo de abertura de la electroválvula en la programación.

En caso de que se requiera aumentar la producción es recomendable reemplazar el extrusor por otro de mayor capacidad así como también la matriz peletizadora, ya que las instalaciones existentes permiten esta variación.

En el sistema de control presente se puede también añadir el control de la máquina mezcladora, ya que actualmente su activación es manual e independiente, esta máquina es parte del proceso de peletizado ya que de ella se obtiene la mezcla.

En caso de aumentar la capacidad de producción también es necesaria la adquisición de un nuevo caldero de mayor capacidad mismo que debe ser acoplado a las instalaciones actuales.

Se puede variar la producción de pellets tan solo con cambiar la mezcla, pero el requerimiento de cada especie animal es diferente por lo que el tamaño del producto debe ser otro y esto se consigue con el cambio de criba, modificando el diámetro de los agujeros.

En las instalaciones de la planta se debería implementar un laboratorio en donde se realice el estudio y análisis de la materias primas a emplear, además se evalúe las características del producto terminado.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

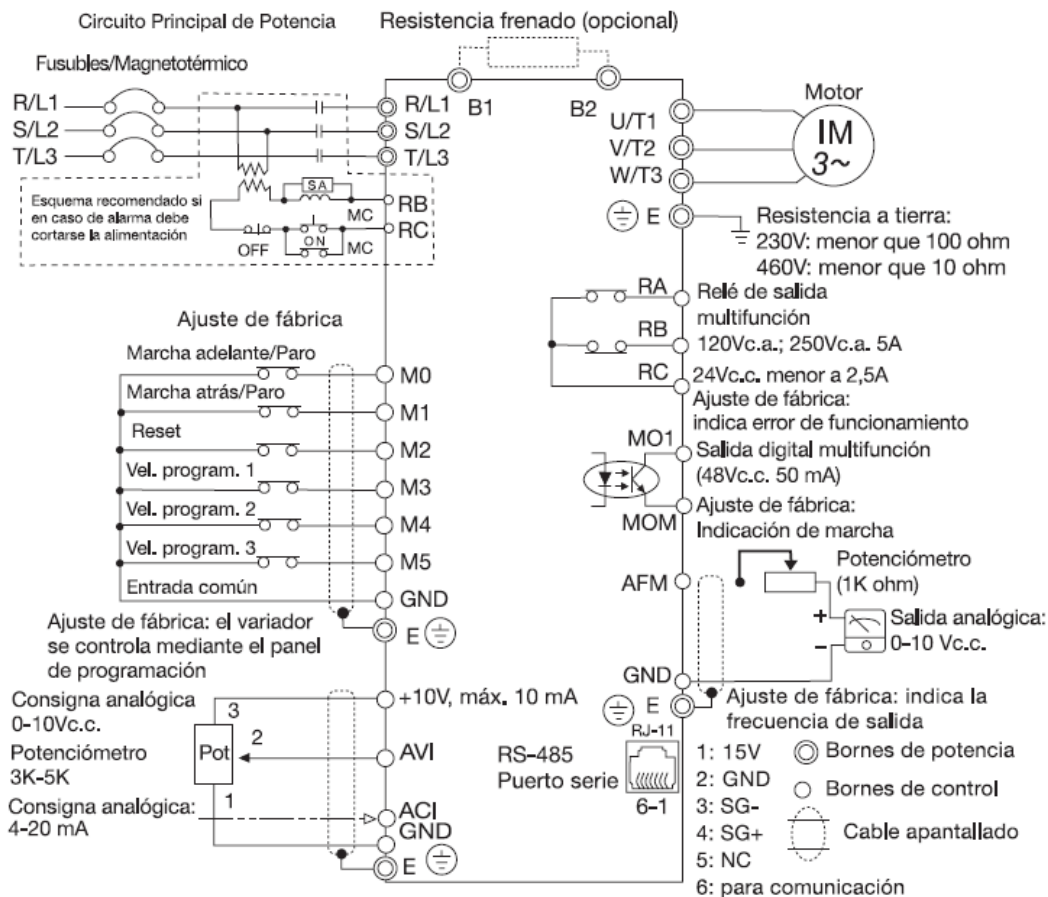
1. Moot, R. (2006). Diseño de Elementos de Maquinas (4ta Ed). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
2. Vargas, J. (2006). Fundamentos de dibujo mecánico (EPN). Quito: Facultad de ingeniería mecánica.
3. Floyd, T. (2008.). Dispositivos Electrónicos (8va Ed). Prentice Hall Pearson
4. Piedrafita, R. (2006). Ingeniería de la automatización industrial, México: Editorial Alfaomega.
5. Shigley, J. y Mitchell, L. Diseño en ingeniería mecánica (5ta Ed). México: McGraw-Hill, México, D.F.
6. Ashby, M. y Jones, D. (2009). Materiales para ingeniería Introducción a la micro estructura, el procesamiento y el diseño. Barcelona: Reverté
7. Fraile, J. (2008). Máquinas eléctricas. Madrid: McGraw-Hill
8. Meyers, F. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México: Pearson Educación.
9. Ogata, K. (1993). Ingeniería de Control Moderna (2da Ed). México: Prentice Hall Hispanoamericana.
10. Wildi T. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia. México: Pearson Educación
11. Bishop, R.(2006). Mechatronics an introduction. EEUU: EditorialTaylor & Francis.
12. Craig, J. (2006). Robótica. México: Pearson Educación
13. Nicolás, (2004). Neumática (5ta Ed). España: Editorial Thomson.

PAGINAS ELECTRÓNICAS

14. Rodríguez, J. Roman JC. (2003). Diseño de una maquina peletizadora para laboratorio, en Internet: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/2148/1/4250.pdf>
15. Arpi, J. Calderon, C. (2011). Diseño de una maquina pelletizadora en base a la disponibilidad de residuos madereros de la Ciudad De Cuenca para su aprovechamiento energético, en Internet: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/832>
16. Liris, (2012). Alimentos Balanceados, en Internet: <http://www.liris.com.ec/>
17. Jauregui, M. 8 (2010), Elevador de cangilones. en Internet: <http://es.scribd.com/doc/45101642/19/CALCULO-DE-DISENO-DE-LEVADORESdEcANGILONES>
18. LopeZ, F.(2012). Elaboración de Balanceados. En Internet: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/licenciatura/disenio/2010/plantapiatti.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. DIAGRAMA DE CONECCION VARIADOR DELTA

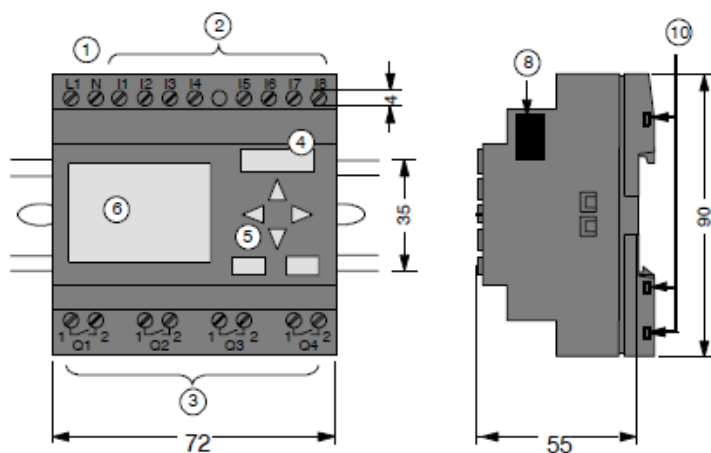


ANEXO 2. FUENTE DE ALIMENTACIÓN 24V LOGO!

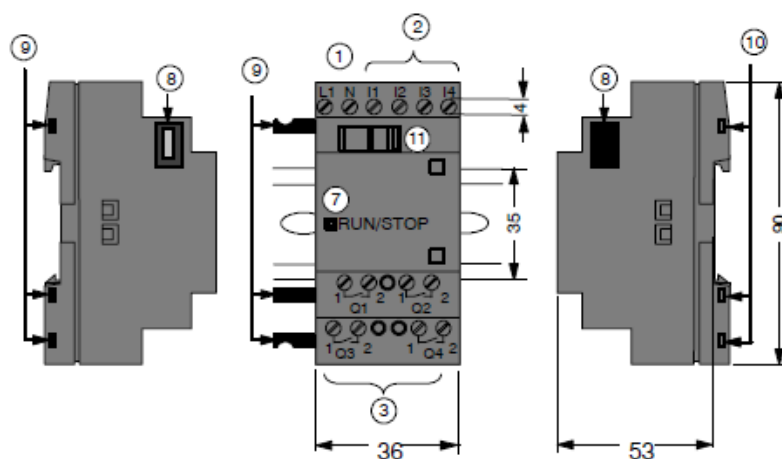
	LOGO! Power 24 V / 1,3 A	LOGO! Power 24 V / 2,5 A
Datos de entrada		
Tensión de entrada	100 ... 240 V c.a.	
Margen admisible	85 ... 264 V c.a.	
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz	
Compensación de fallos de tensión	>40 ms (para 187 V c.a.)	
Intensidad de entrada	0,70 ... 0,35 A	1,22 ... 0,66 A
Corriente de activación (25 °C)	<15 A	<30 A
Protección del equipo	interna	
Conmutador LS recomendado (IEC 898) en el cable de alimentación	≥ 16 A característica B ≥ 10 A característica C	
Datos de salida		
Tensión de salida	24 V c.c.	
Tolerancia total	+/- 3 %	
Margen ajustable	22,2 ... 26,4 V c.c.	
Ondulación residual	< 200/300 mV _{SS}	
Intensidad de salida	1,3 A	2,5 A
Limitación de sobreintensidad	típ. 2,0 A	típ. 3,4 A
Rendimiento	típ. 82 %	típ. 87 %
Conectable en paralelo para aumentar la potencia	sí	
Compatibilidad electromagnética		
Grado de supresión de radiointerferencias	EN 50081-1, clase B según EN 55022	
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2, EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11	
Seguridad		
Separación galvánica primario/secundario	sí, SELV (según EN 60950 y EN 50178)	
Clase de protección	II	
Tipo de protección	IP 20 (según EN 60529)	
Certificación CE	sí	
Certificación UL/cUL	sí; UL 508 / UL 60950	
Certificación FM	sí; Class I, Div. 2, T4	
Certificación GL	sí	
Indicaciones generales		
Temperatura ambiente (margen)	-20 ... +55 °C, convección natural	
Temperatura de almacenaje y transporte	-40 ... +70 °C	
Conexiones en la entrada	un borne (1 x 2,5 mm ² o 2 x 1,5 mm ²) para L1 y otro para N	
Conexiones en la salida	dos bornes (1 x 2,5 mm ² ó 2 x 1,5 mm ²) para + y otros dos para -	
Montaje	encajable en un perfil soporte de 35 mm	
Dimensiones en mm (AxAxP)	54 x 80 x 55	72 x 90 x 55
Peso aprox.	0,2 kg	0,3 kg

ANEXO 3. ESTRUCTURA LOGO

LOGO! Basic (p.ej.: 230 RC)



LOGO! de LOGO!
(p.ej.: DM8 230R)



- | | | |
|--|-------------------------------------|---|
| ① Alimentación de tensión | ⑤ Panel de manejo
(no en RCo) | ⑧ Interfaz de ampliación |
| ② Entradas | ⑥ Pantalla LCD
(no en RCo) | ⑨ Codificación mecánica
- pernos |
| ③ Salidas | ⑦ Indicación del estado
RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica
- conectores |
| ④ Receptáculo de módulo
con revestimiento | | ⑪ Guía deslizante |

ANEXO 4. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC

Criterio	Verificación según	Valores
Condiciones ambientales mecánicas		
Tipo de protección		IP 20
Vibraciones	IEC 60068-2-6	5 ... 9 Hz (amplitud constante 3,5 mm) 9 ... 150 Hz (aceleración constante 1 g)
Choque	IEC 60068-2-27	18 choques (semisenoidal 15g/11ms)
Caída ladeada	IEC 60068-2-31	Altura de caída 50 mm
Caída libre, embalado	IEC 60068-2-32	1 m
Compatibilidad electromagnética (CEM)		
Emisión de interferencia	EN 55011/A EN 55022/B EN 50081-1 (área residencial)	Case valor límite B grupo 1
Descarga electrostática	IEC 61000-4-2 grado de intensidad 3	8 kV descarga al aire 6 kV descarga por contacto
Campos electromagnéticos	IEC 61000-4-3	Intensidad de campo 10 V/m
Radiación HF en cables y pantallas de cable	IEC 61000-4-6	10 V
Impulsos en ráfagas	IEC 61000-4-4 grado de intensidad 3	2 kV (conductores de alimentación y de señalización)
Impulso individual de alta energía (Surge) (sólo para LOGO! 230....)	IEC 61000-4-5 grado de intensidad 3	1 kV (conductores alimentación) simétrico 2 kV (conductores alimentación) asimétrico (los circuitos de 24 V c.c. requieren una protección de sobretensión externa.)
Datos sobre seguridad IEC / VDE		
Dimensionamiento de los entrehierros y las fugas	IEC 60664, IEC 61131-2, EN 50178 cULus según UL 508, CSA C22.2 No. 142 En LOGO! 230R/RC también VDE 0631	se cumple
Rigidez dieléctrica	IEC 61131-2	se cumple
Tiempo de ciclo		
Tiempo de ciclo por función		< 0,1 ms
Arranque		
Tiempo de arranque con POWER ON		típ. 8 s

ANEXO 5. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC

	LOGO! 12RCL	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RC _o
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12 V c.c.	12/24 V c.c.
Margen admisible	10,8 ... 15,6 V c.c.	10,8 ... 15,6 V c.c. 20,4 ... 28,8 V c.c.
Consumo de corriente	10 ... 165 mA (para 12 V c.c.)	10 ... 120 mA (para 12/24 V c.c.)
Compensación de fallos de tensión	típ. 5 ms	típ. 5 ms
Potencia disipada	0,1 ... 2,0 W (para 12 V c.c.)	0,1 ... 1,2 W (para 12/24 V c.c.)
Respaldo en tampón del reloj a 25° C	típ. 80 h	típ. 80 h
Exactitud del reloj de tiempo real	máx. ± 5 s / día	máx. ± 5 s / día
Separación galvánica	no	no
Protección contra inversión de polaridad	sí	sí
Entradas digitales		
Cantidad	12	8
Separación galvánica	no	no
Tensión de entrada L+		
• señal 0	<4 V c.c.	<5 V c.c.
• señal 1	>8 V c.c.	>8 V c.c.
Intensidad de entrada para		
• señal 0	<0,5 mA	<1,0 mA (I1 ... I6) <0,05 mA (I7, I8)
• señal 1	>1,5 mA	>1,5 mA (I1 ... I6) <0,1 mA (I7, I8)
Tiempo de retardo para		

ANEXO 6. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC

	LOGO! 12RCL	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo
<ul style="list-style-type: none"> • cambio de 0 a 1 • cambio de 1 a 0 	típ. 1,5 ms típ. 1,5 ms	típ. 1,5 ms típ. 1,5 ms
Longitud del conductor (sin blindaje)	100 m	100 m
Entradas analógicas		
Cantidad		2 (I7, I8)
Margen		0 ... 10 V c.c.
Tensión de entrada máx.		28,8 V c.c.
Salidas digitales		
Cantidad	8	4
Tipo de las salidas	Salidas a relé	Salidas a relé
Separación galvánica	sí	sí
En grupos de	2	1
Activación de una entrada digital	sí	sí
Tensión de salida		
Intensidad de salida		
Corriente permanente I_{th} (por cada borne)	máx. 10 A	máx. 10 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 maniobras) en caso de	1.000 W	1.000 W
Tubos fluorescentes con adaptador eléct. (25.000 maniobras)	10 x 58 W	10 x 58 W
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 maniobras)	1 x 58 W	1 x 58 W
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 maniobras)	10 x 58 W	10 x 58 W

ANEXO 7. DATOS TECNICOS LOGO! 12/24RC

	LOGO! 12RCL	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo
A prueba de cortocircuitos y sobrecarga		
Limitación de corriente en cortocircuitos		
Derating	ninguna en todo el margen de temperatura	
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Contactador potencia B16 600 A	Contactador potencia B16 600 A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Contactador potencia B16 900 A	Contactador potencia B16 900 A
Conexión de las salidas en paralelo para aumentar la potencia	no admisible	no admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	máx. 16 A, característica B16	máx. 16 A, característica B16
Frecuencia de conmutación		
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Eléctrica		
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

ANEXO 8. DATOS TECNICOS MODULO DE AMPLIACIÓN

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RC _o	LOGO! DM8 12/24R
Fuente de alimentación		
Tensión de entrada	12/24 V DC	12/24 V DC
Rango admisible	10.8 ... 28,8 V DC	10.8 ... 28,8 V DC
Protección contra inversión de polaridad	Sí	Sí
Consumo de corriente • 12 V DC • 24 V DC	• 60 ... 175 mA • 40 ... 100mA	• 30 ... 140 mA • 20 ... 75 mA
Compensación de fallos de tensión • 12 V DC • 24 V DC	• Típ. 2 ms • Típ. 5 ms	• Típ. 2 ms • Típ. 5 ms
Disipación • 12 V DC • 24 V DC	• 0.7 ... 2,1 W • 1.0 ... 2,4 W	• 0.3 ... 1,7 W • 0.4 ... 1,8 W
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 80 horas sin tarjeta de batería Típ. 2 años con tarjeta de batería	--
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. ± 2 s / día	--
Aislamiento galvánico	No	No
Entradas digitales		
Número	8	4
Aislamiento galvánico	No	No
Número de entradas rápidas	4 (I3, I4, I5, I6)	0
Frecuencia de entrada • Entrada normal • Entrada rápida	• Máx. 4 Hz • Máx. 5 kHz	• Máx. 4 Hz • --
Tensión admisible continua máx.	28,8 V DC	28,8 V DC
Tensión de entrada L+ • Señal 0 • Señal 1	• < 5 V DC • > 8,5 V DC	• < 5 V DC • > 8,5 V DC
Intensidad de entrada en • Señal 0 • Señal 1	< 0,85 mA (I3...I6) < 0,05 mA (I1, I2, I7, I8) > 1,5 mA (I3... I6) > 0,1 mA (I1, I2, I7, I8)	< 0,85 mA > 1,5 mA

ANEXO 9. DATOS TECNICOS MODULO DE AMPLIACIÓN

	LOGO! 12/24RC LOGO! 12/24RCo	LOGO! DM8 12/24R
Tiempo de retardo		
• 0 a 1	Típ. 1,5 ms <1,0 ms (I3 ... I6)	Típ. 1,5 ms
• 1 a 0	Típ. 1,5 ms <1,0 ms (I3 ... I6)	Típ. 1,5 ms
Longitud de cable (sin pantalla)	Máx. 100 m	Máx. 100 m
Entradas analógicas		
Número	4 (I1=AI3, I2=AI4, I7=AI1, I8=AI2)	--
Rango	0 ... 10 V DC impedancia de entrada 72 kΩ	--
Tiempo de ciclo para generar valores analógicos	300 ms	--
Longitud de cable (blindado y trenzado)	Máx. 10 m	--
Límite de error	± 1,5 % a FS	--
Salidas digitales		
Número	4	4
Tipo de salida	Salidas de relé	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
En grupos de	1	1
Control de una entrada digital	Sí	Sí
Corriente permanente I_{th} (por borne)	Máx. 10 A por relé	Máx. 5 A por relé
Corriente de cierre	Máx. 30 A	Máx. 30 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a	1000 W	1000 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W	10 x 58 W
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W	1 x 58 W
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W	10 x 58 W
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Protector de potencia B16, 600A	Protector de potencia B16, 600A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Protector de potencia B16, 900A	Protector de potencia B16, 900A
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible	No admisible

ANEXO 10. DATOS TECNICOS LOGO! TD

LOGO! TD	
Datos mecánicos	
Dimensiones (AxAxP)	128,2 x 86 x 38,7 mm
Peso	Aprox. 220 g
Montaje	Montaje con estribos de fijación
Teclado	Teclado de membrana de 10 teclas
Display	Display gráfico FSTN de 128 x 64 (columnas x filas), retroiluminación con LED
Fuente de alimentación	
Tensión de entrada	24 V AC/DC 12 V DC
Rango admisible	20,4 ... 26,4 V AC 10,2 ... 28,8 V DC
Frecuencia de red admisible	47 ... 63 Hz
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> • 12 V DC • 24 V DC • 24 V AC
	<ul style="list-style-type: none"> • Típ. 65 mA • Típ. 40 mA • Típ. 90 mA
Velocidad de transferencia de datos	19.200 bit/s
Grado de protección	
	IP20 para el LOGO! TD excluyendo el panel frontal IP65 para el panel frontal del LOGO! TD
Distancia de conexión	
	≤ 2,5 m (sólo cable del LOGO! TD), máx. 10 m (cable del LOGO! TD + cable Sub-D estándar)
Display LCD y retroiluminación	
Vida útil de la retroiluminación ¹⁾	20.000 horas
Vida útil del display ²⁾	50.000 horas
Dimensiones del orificio de montaje	
Ancho x altura	(119,5±0,5mm) x (78,5±0,5mm)

¹⁾ La vida útil de la retroiluminación se define así: la luminosidad final es el 50% de la luminosidad original.

²⁾ La vida útil del display se calcula bajo condiciones de operación y almacenamiento normales: temperatura ambiente (20 ±8° C), humedad normal inferior al 65% de la humedad relativa, sin exposición directa al sol.

ANEXO 11. CALIBRE DE CABLE SEGÚN AWG

Código AWG	Diametro del conductor (mm)	Ohmios por kilometro	Amperaje maximo para distancias cortas	Amperaje maximo para distancias largas
0000	11.684	0.16072	380	302
000	10.40384	0.202704	328	239
00	9.26592	0.255512	283	190
0	8.25246	0.322424	245	150
1	7.34822	0.406392	211	119
2	6.54304	0.512664	181	94
3	5.82676	0.64616	158	75
4	5.18922	0.81508	135	60
5	4.62026	1.027624	118	47
6	4.1148	1.295928	101	37
7	3.66522	1.634096	89	30
8	3.2639	2.060496	73	24
9	2.90576	2.598088	64	19
10	2.58826	3.276392	55	15
11	2.30378	4.1328	47	12
12	2.05232	5.20864	41	9.3
13	1.8288	6.56984	35	7.4
14	1.62814	8.282	32	5.9
15	1.45034	10.44352	28	4.7
16	1.29032	13.17248	22	3.7
17	1.15062	16.60992	19	2.9
18	1.02362	20.9428	16	2.3
19	0.91186	26.40728	14	1.8
20	0.8128	33.292	11	1.5
21	0.7239	41.984	9	1.2
22	0.64516	52.9392	7	0.92
23	0.57404	66.7808	4.7	0.729
24	0.51054	84.1976	3.5	0.577
25	0.45466	106.1736	2.7	0.457
26	0.40386	133.8568	2.2	0.361
27	0.36068	168.8216	1.7	0.288
28	0.32004	212.872	1.4	0.226
29	0.28702	268.4024	1.2	0.182
30	0.254	338.496	0.86	0.142
31	0.22606	426.728	0.7	0.113
32	0.2032	538.248	0.53	0.091