



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

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

TEMA:

**“MÁQUINA ESTIRADORA DE MELCOCHAS CON
CAPACIDAD PARA 25 LIBRAS DE MASA.”**

AUTOR: BYRON HERNÁN LÓPEZ CHEZA

DIRECTOR: ING. CARLOS VILLAREAL

IBARRA – ECUADOR

2017

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|----------------------|--|-----------------|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100297575-1 | | |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | López Cheza Byron Hernán | | |
| DIRECCIÓN: | Imbabura, Ibarra. | | |
| EMAIL: | byron22adx@hotmail.com | | |
| TELÉFONO FIJO: | 062580081 | TELÉFONO MÓVIL: | 0990777731 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|-----------------------------|---|
| TÍTULO: | MÁQUINA ESTIRADORA DE MELCOCHAS CON CAPACIDAD PARA 25LIBRAS DE MASA |
| AUTOR : | López Cheza Byron Hernán |
| FECHA: | 25 de Julio del 2017 |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | |
| PROGRAMA: | Pregrado |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniera en Mecatrónica |
| ASESOR /DIRECTOR: | Ing. Carlos Villareal. |



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

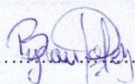
Yo, López Cheza Byron Hernán, con cédula de identidad Nro. 100297575-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 25 días del mes de Julio de 2017

EL AUTOR:



.....
López Cheza Byron Hernán

100297575-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

Yo, **López Cheza Byron Hernán**, con cédula de identidad Nro. **100297575-1**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **"Máquina estiradora de melcochas con capacidad para 25 libras de masa."**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 25 días del mes de Julio de 2017

.....
López Cheza Byron Hernán

100297575-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

DECLARACIÓN

Yo, López Cheza Byron Hernán, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

Mediante la presente declaración concedo el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Byron", is written over a horizontal dotted line.

López Cheza Byron Hernán

100297575-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica con el tema "Máquina estiradora de melcochas con capacidad para 25 libras de masa", fue desarrollado por el Sr. López Cheza Byron Hernán, bajo mi dirección.

Ing. Carlos Villareal

DIRECTOR

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Oliva y Raúl por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos Patricio, Liliana, Álvaro, Sandra y Kevin, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre. Los quiero mucho.

A mi esposa Gabriela y mi Hija Sofía a quienes amo infinitamente y son mi apoyo y mi soporte para continuar y luchar por conseguir mayores metas día a día.

Byron López

AGRADECIMIENTO

A mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega.

A mi esposa, hija, hermanos, padres y amigos, gracias por haberme ayudado de manera desinteresada para la culminación del presente trabajo

A la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, y de manera especial al personal docente de la Carrera de Mecatrónica, quienes con su conocimiento y sabiduría me supieron guiar y preparar para el ámbito profesional.

Byron López

RESUMEN

Este proyecto de tesis de grado, tiene como principal propósito mejorar el proceso de elaboración de la melcocha, este producto tradicional es muy reconocido en el Ecuador y de gran demanda en otros países, es fabricado de forma completamente artesanal.

Este proyecto está enfocado principalmente en el proceso de estirado de la melcocha, proceso donde se estira el producto durante algunos minutos, además de ser un proceso poco ergonómico para el artesano, el cual debe trabajar con el producto a una temperatura elevada y debe realizar un gran esfuerzo físico con sus brazos para obtener la consistencia característica del producto.

La propuesta que se presenta es construir una máquina, que realice el proceso de estirar la melcocha de forma similar al proceso manual, es decir obtener la misma consistencia final de la melcocha, utilizando una máquina.

El proyecto que se presenta a continuación, permite al artesano una mejor ergonomía, ya reduce el riesgo de sufrir lesiones musculares o quemaduras.

La máquina estiradora de melcochas tiene una capacidad de carga de 25 libras. Cantidad de masa que resulta difícil de trabajar manualmente.

ABSTRAC

This thesis project, its main purpose is to improve the process of pulling taffy. This traditional product is very recognized in Ecuador and other countries, it completely handcrafted.

This project focuses mainly on the process of pulling the taffy, a process where the product is stretched for a few minutes, a process nothing Ergonomic for the craftsman. They work with the product at high temperature and a great physical effort with the arms to obtain the characteristic consistency of the product.

The proposal is to build a machine, which performs the process of pulling candy similar to the manual process. Obtain the same final consistency of the taffy, using a machine.

The project presented below, allows the craftsman better ergonomics, and reduces the risk of suffering muscle injuries or burns.

The taffy pulling machine has a loading capacity of 25 lbs. Amount of dough that is difficult to work manually

PRESENTACIÓN

Esta investigación está comprendida en seis capítulos.

El capítulo I, constituye la problemática, el objetivo general y los objetivos específicos que se pretende cumplir, así como también el alcance y la justificación del proyecto.

El capítulo II, concerniente al marco teórico, donde se describe las características del producto, el proceso de elaboración artesanal, los tipos de máquinas y su funcionamiento. Como base para el diseño del producto.

El capítulo III, en este apartado se detalla las alternativas de diseño, y los factores que sirvieron para el análisis y la selección de la mejor alternativa.

El capítulo IV, referente al diseño y selección de elementos mecánicos de la máquina. Donde se muestra los cálculos que se realiza para determinar los esfuerzos a los que se somete la máquina, la resistencia de sus materiales, y los métodos de selección de los elementos mecánicos.

El capítulo V, muestra la parte eléctrica, donde está el diseño del circuito de control y fuerza para el accionamiento del motor reductor.

El capítulo VI, referente a la construcción, y puesta a punto de la máquina, donde se muestra el proceso que se lleva a cabo para la fabricación y montaje de los diferentes elementos de la máquina.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | VIII |
| AUTORIZACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD | IX |
| CONSTANCIAS..... | IX |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE | V |
| DECLARACIÓN | VIX |
| CERTIFICACIÓN..... | IX |
| DEDICATORIA | VIX |
| AGRADECIMIENTO | IX |
| RESUMEN | X |
| ABSTRAC | XIII |
| PRESENTACIÓN | XII |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | XII |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | IX |
| ÍNDICE GRÁFICOS..... | XX |

CAPÍTULO I

| | |
|---------------------------------------|---|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2. OBJETIVO GENERAL | 2 |
| 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 2 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.5. ALCANCE | 3 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1. MELCOCHA..... | 5 |
| 2.1.1. Características de la masa de la melcocha | 5 |
| 2.1.2. Fluidos newtonianos y no newtonianos | 6 |
| 2.1.3. Materia prima..... | 6 |
| 2.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LA MELCOCHA | 7 |
| 2.2.1. Cocción de la panela | 7 |
| 2.2.2. Enfriamiento | 8 |
| 2.2.3. Amasado de la melcocha | 9 |
| 2.2.4. Corte y moldeo | 9 |
| 2.3. MÁQUINAS AMASADORAS | 10 |
| 2.3.1. AMASADORA ESPIRAL | 11 |
| 2.3.2. AMASADORA DE EJE OBLICUO | 12 |
| 2.3.3. AMASADORA DE BRAZOS HORIZONTALES | 13 |
| 2.3.4. AMASADORA DE BRAZOS VERTICALES..... | 13 |
| 2.4. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA..... | 14 |
| Mecanismos de transmisión..... | 14 |
| Transmisión mecánica | 14 |
| 2.4.1. Transmisión por correa o banda..... | 14 |
| 2.4.2. Transmisión por cadena | 15 |
| 2.4.3. Transmisión por engranajes | 17 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.5. | CHUMACERAS..... | 18 |
| 2.6. | MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS | 19 |
| 2.6.1. | Partes y funcionamiento del motor eléctrico trifásico..... | 19 |
| 2.7. | SISTEMAS DE CONTROL..... | 20 |
| 2.7.1. | Variadores de velocidad | 20 |
| 2.8. | MATERIALES UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA..... | 21 |
| 2.8.1. | Acero AISI - SAE 1045 | 21 |
| 2.8.2. | Acero inoxidable AISI 304 | 22 |

CAPÍTULO III

| | | |
|------|---|----|
| | SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS | 23 |
| 3.1. | AMASADORA DE EJE ESPIRAL..... | 23 |
| | Alternativa 1 | 23 |
| | Ventajas | 23 |
| | Desventajas | 23 |
| 3.2. | AMASADORA DE EJE OBLICUO..... | 23 |
| | Alternativa 2 | 23 |
| | Ventajas | 24 |
| | Desventajas | 24 |
| 3.3. | AMASADORA DE BRAZOS HORIZONTALES..... | 24 |
| | Ventajas | 25 |
| | Desventajas | 25 |
| 3.4. | AMASADORA DE BRAZOS VERTICALES..... | 25 |
| | Alternativa 4: | 25 |
| | Ventajas | 25 |
| | Desventajas | 26 |
| 3.5. | FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE AMASADO | 26 |
| | 3.5.1. Eficiencia | 26 |
| | 3.5.2. Facilidad de manufactura | 26 |
| | 3.5.3. Mantenimiento | 27 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 3.5.4. Costo | 27 |
| 3.5.5. Valoración de parámetros | 27 |
| 3.6. TRANSMISIÓN POR CORREAS | 31 |
| Alternativa 1: | 31 |
| Ventajas. | 32 |
| Desventajas. | 32 |
| 3.7. TRANSMISIÓN POR CADENAS..... | 32 |
| Alternativa 2 | 32 |
| Ventajas | 32 |
| Desventajas | 33 |
| 3.8. TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES | 33 |
| Alternativa 3 | 33 |
| Ventajas. | 33 |
| Desventajas. | 34 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|----|
| DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA.... | 38 |
| 4.1. SISTEMA DE ESTIRADO | 39 |
| 4.1.1. Longitudes de brazos y ejes excéntricos | 40 |
| 4.1.2. Medición de la densidad del producto | 41 |
| 4.2. DIAMETRO DE LOS EJES EXCÉNTRICOS | 43 |
| 4.2.1. Diseño estático | 44 |
| 4.2.2. Análisis dinámico..... | 45 |
| 4.2.3. Cálculo del límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico | 46 |
| 4.3. DISEÑO MECÁNICO DE LOS BRAZOS | 48 |
| 4.3.1. Diseño estático | 48 |
| 4.3.2. Análisis dinámico..... | 50 |
| 4.3.3. Cálculo del límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico | 51 |
| 4.4. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN | 53 |
| 4.4.1. Velocidad de rotación | 53 |
| 4.4.2. Torque necesario para mover los brazos. | 54 |

| | |
|---|----|
| Potencia necesaria para girar los brazos | 54 |
| 4.4.3. Selección de la cadena de rodillos | 56 |
| 4.4.4. Selección de las catarinas | 57 |
| 4.4.5. Longitud de la cadena | 57 |
| 4.4.6. Selección de engranes rectos | 59 |
| 4.5. DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN..... | 61 |
| 4.5.1. Diseño estático..... | |
| 4.5.2. Análisis dinámico..... | 64 |
| 4.5.3. Cálculo del límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico | 65 |
| 4.6. SELECCIÓN DE CHUMACERAS | 66 |
| 4.6.1. Análisis estático..... | 68 |
| 4.7. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CHAVETAS..... | 69 |
| 4.7.1. Falla por compresión..... | 69 |
| 4.8. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA..... | 70 |

CAPÍTULO V

| | |
|--|----|
| SISTEMA DE CONTROL..... | 73 |
| 5.1. SELECCIÓN DEL VARIADOR DE VELOCIDAD | 74 |
| 5.1.1. Datos técnicos variador de frecuencia..... | 74 |
| 5.2. CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA | 75 |
| 5.2.1. Entrada analógica..... | 75 |
| 5.2.2. Variación de velocidad | 75 |
| 5.2.3. Entradas digitales | 75 |
| 5.3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR ELÉCTRICO | 76 |

CAPÍTULO VI

| | |
|--|----|
| 6.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA..... | 81 |
| 6.1.1. Máquinas y herramientas | 81 |
| 6.2. PROCESO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA..... | 82 |
| Curso grama sinóptico de la construcción..... | 82 |
| 6.3. PRUEBAS DE CAMPO | 83 |
| CONCLUSIONES..... | 85 |
| RECOMENDACIONES | 86 |
| ANEXOS..... | 86 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|---|-----------|
| TABLA 3.1. | Parámetros con ponderación en selección de elementos..... | 28 |
| TABLA 3.2. | Evaluación del parámetro eficiencia (Tipo de amasadora)..... | 28 |
| TABLA 3.3. | Evaluación del parámetro manufactura (Tipo de amasadora)..... | 29 |
| TABLA 3.4. | Evaluación del parámetro mantenimiento (Tipo de amasadora)..... | 29 |
| TABLA 3.5. | Evaluación del parámetro costo (Tipo de amasadora)..... | 30 |
| TABLA 3.6. | Conclusiones de selección de tipo de amasadora..... | 30 |
| TABLA 3.7. | Valoración de parámetros para selección de alternativas..... | 35 |
| TABLA 3.8. | Evaluación del parámetro eficiencia (Sistema de transmisión)..... | 35 |
| TABLA 3.9. | Evaluación del parámetro manufactura (Sistema de transmisión).... | 35 |
| TABLA 3.10. | Evaluación del parámetro mantenimiento..... | 36 |
| TABLA 3.11. | Evaluación del parámetro costo (Sistema de transmisión)..... | 36 |
| TABLA 3.12. | Conclusiones de selección de elementos (Sistema de transmisión).. | 36 |
| TABLA 4.1. | Datos de medición de densidad del producto..... | 42 |
| TABLA 4.2. | Medidas de cilindro..... | 43 |
| TABLA 4.3. | Fuerza de estiramiento..... | 49 |
| TABLA 4.4. | Velocidad de rotación..... | 54 |
| TABLA 4.5. | Características del motor reductor..... | 56 |
| TABLA 4.6 | Factores de servicio sugeridos KS para transmisiones de potencia. | 56 |
| TABLA 4.7 | Factor de cadena..... | 56 |
| TABLA 4.8 | Condiciones de operación..... | 69 |
| TABLA 4.9. | Características del rodamiento..... | 70 |
| TABLA 4.10. | Dimensiones de las chavetas..... | 71 |
| TABLA 5.1. | Parámetros de selección de sistema de control..... | 75 |
| TABLA 5.2. | Datos técnicos variador de frecuencia..... | 76 |
| TABLA 6.1. | Máquinas herramientas..... | 79 |
| TABLA 6.2. | Proceso de fabricación estructura..... | 80 |
| TABLA 6.3. | Proceso de fabricación sistema de transmisión..... | 80 |
| TABLA 6.4. | Proceso de fabricación sistema eléctrico..... | 81 |
| TABLA 6.5. | Proceso de fabricación sistema de amasado..... | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|---|-----------|
| Figura 2.1. | Fluidos newtonianos..... | 5 |
| Figura 2.2. | Cocción de la panela..... | 7 |
| Figura 2.3. | Punto de la melcocha..... | 8 |
| Figura 2.4. | Enfriamiento de la melcocha..... | 8 |
| Figura 2.5. | Gancho de madera..... | 9 |
| Figura 2.6. | Corte y moldeo de la melcocha..... | 10 |
| Figura 2.7. | Amasadora espiral..... | 11 |
| Figura 2.8. | Amasadora de eje oblicuo..... | 12 |
| Figura 2.9. | Amasadora de brazos horizontales..... | 13 |
| Figura 2.10. | Amasadora de brazos verticales..... | 13 |
| Figura 2.11. | Transmisión por correa. | 14 |
| Figura 2.12. | Transmisión por cadena. | 15 |
| Figura 2.13. | Grapas y pasadores ranurados..... | 16 |
| Figura 2.14. | Adaptación de una cadena..... | 17 |
| Figura 2.15. | Transmisión por engranajes..... | 17 |
| Figura 2.16. | Partes de una chumacera..... | 18 |
| Figura 3.1 | Esquema general de la máquina..... | 37 |
| Figura 4.1. | Sistema de estirado..... | 40 |
| Figura 4.2. | Disposición final de brazos excéntricos..... | 41 |
| Figura 4.3. | Trayectoria de los brazos en un giro completo cada 90°..... | 41 |
| Figura 4.4. | Eje de amasado..... | 41 |
| Figura 4.5. | Lectura de peso para cálculo de densidad..... | 42 |
| Figura 4.6. | Viga en voladizo..... | 44 |
| Figura 4.7. | Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector..... | 45 |
| Figura 4.9. | Brazo de amasadora..... | 49 |
| Figura 4.10. | Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector..... | 50 |
| Figura 4.11. | Eje de transmisión de potencia..... | 62 |
| Figura 4.12. | Diagrama de cortes y momento plano xy..... | 63 |
| Figura 4.13. | Diagrama de cortes y momento Plano xz..... | 64 |
| Figura 4.14. | Distancia entre chumaceras..... | 68 |

| | | |
|---------------------|---|-----------|
| Figura 4.16. | Cargas que actúan en la estructura..... | 72 |
| Figura 4.17. | Diagrama de cortes y momentos..... | 72 |
| Figura 4.18. | Coeficiente de seguridad..... | 73 |
| Figura 5.1. | Variador de frecuencia CFW10..... | 75 |
| Figura 6.1 | Estirado de la melcocha..... | 84 |
| Figura 6.2 | Melcocha cargada en los brazos de la máquina..... | 84 |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador la melcocha es un producto muy tradicional de elaboración artesanal tipo confitura, producido básicamente de miel espesa de panela o miel de azúcar. Este producto ha dado un reconocimiento muy tradicional y turístico en lugares como el cantón Baños de Agua Santa, en la provincia de Tungurahua y la Parroquia San José de Alluriquin, en la provincia Santo Domingo de Los Tsáchilas.

En cada región existen variaciones, pues es posible agregar maní, vainilla, canela, nueces o coco rallado, además de varios tipos de esencias y saborizantes como anís, vainilla o menta. Lo que permite la comercialización a nivel nacional e internacional generando ingresos económicos para muchas personas que se dedican a esta actividad.

La melcocha se prepara con panela y agua. Ambos componentes deben hervir hasta que la mezcla quede en un punto de caramelo. Luego, la masa se coloca sobre planchas de piedra para que se enfríe, una vez que la masa esta tibia, se la estira en ganchos de madera empotrados en las paredes, se oxigena y se hace de color blanquecino. [1]

Se requiere del empleo manual en su elaboración y más aún en uno de sus procesos importantes como es el blanqueo o estirado de la melcocha, donde se utiliza las manos durante unos 15 minutos, lo que reduce la higiene y por ende la calidad del producto. Actualmente el proceso de estirado de las melcochas, es importante para obtener la consistencia característica de este exquisito producto de consumo humano.

Los artesanos realizan una tarea poco ergonómica al trabajar con una gran cantidad de masa de melcocha diariamente, además esta requiere de fuerza para

estirar y sostener el producto durante algunos minutos hasta conseguir el punto adecuado.

Para que la masa pueda ser estirada, debe estar a una temperatura de 40 a 50 grados centígrados. La temperatura de la melcocha representa un riesgo para el artesano debido a que cuando se la manipula aún está caliente y por ende el artesano puede sufrir quemaduras.

En la actualidad el consumidor busca productos de calidad en condiciones de elaboración insuperables, de igual manera para que una empresa pueda elaborar un producto de consumo humano requiere de permisos sanitarios para su operación, y al ser la melcocha un producto completamente artesanal se dificulta la obtención de los mismos. [1]

El propósito que se quiere alcanzar con esta máquina, es evitar lo menos posible la utilización de las manos en el proceso de estirado de la melcocha, donde un sistema mecánico estirará la melcocha durante el tiempo necesario hasta conseguir el punto requerido.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Modernizar el proceso de estirado de la melcocha para mejorar la higiene del producto y reducir riesgos para el artesano.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar el sistema mecánico apropiado que permita estirar la melcocha sin el contacto manual de una persona.
- Implementar la parte eléctrica y los respectivos botones para el encendido y apagado, necesarios para el adecuado funcionamiento de la máquina.
- Montar la máquina por completo con todos los subsistemas que la conforman.

- Realizar las pruebas de trabajo del sistema mecánico planteado.
- Realizar el manual de usuario y de mantenimiento correspondiente.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En nuestro medio la industria artesanal confitera, busca posicionarse de mejor manera en el área de ventas, pero para esto es importante tener productos competitivos y por ende satisfacer la demanda del mercado local e internacional.

Este proyecto es justificable puesto que se reduce el contacto de las manos en su elaboración, además mejora la ergonomía de los artesanos, así como también se reduce el riesgo de quemaduras en el proceso de producción.

La máquina tendrá una velocidad constante, y no tendrá los aspectos que podría presentar una persona como es cansancio, bajo desempeño laboral, por lo que se mejora el proceso.

1.5. ALCANCE

Este proyecto está basado en el proceso de estirado de melcochas; el proceso mecánico se lo realizará mediante la utilización de dos brazos verticales cada uno con un eje de amasado horizontal, los que simularán el movimiento que realiza el operador, y un eje fijo que reemplazará el gancho donde se sujeta la melcocha. La masa de la melcocha al ingresar a la máquina tiene un color café o marrón, donde mediante la aireación y el movimiento excéntrico de los brazos alrededor del eje fijo estira la melcocha entre 10 a 15 minutos, hasta conseguir el color y la dureza requeridos.

Para el diseño mecánico de la estructura de máquina se utiliza un software que permite diseñar los componentes mecánicos en tres dimensiones, para tener mayor apreciación de resistencia, rigidez, esfuerzos de cada uno de los

componentes y buen funcionamiento de la máquina, con estos se consigue disminuir posibles errores en la etapa de fabricación.

La máquina está constituida por un sistema mecánico, que permite estirar la melcocha de forma constante, además está constituida por sus respectivos controles eléctricos para su correcta operación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MELCOCHA

La melcocha es un producto que se obtiene a partir de la panela, la que es derretida con una porción de agua; esta es cocida hasta llegar a punto caramelo para luego ser enfriada hasta una temperatura manejable para el artesano, el mismo que estira el producto hasta conseguir un dulce de color blanquecino. Este producto elaborado artesanalmente es muy conocido en varios sectores y ciudades del Ecuador.

2.1.1. Características de la masa de la melcocha

Como se ha visto en el ítem anterior, la melcocha es una masa que se obtiene mediante un proceso en el que se derrite la panela para obtener una miel, por lo que se convierte en un fluido. A continuación se analiza a qué tipo de fluido pertenece.

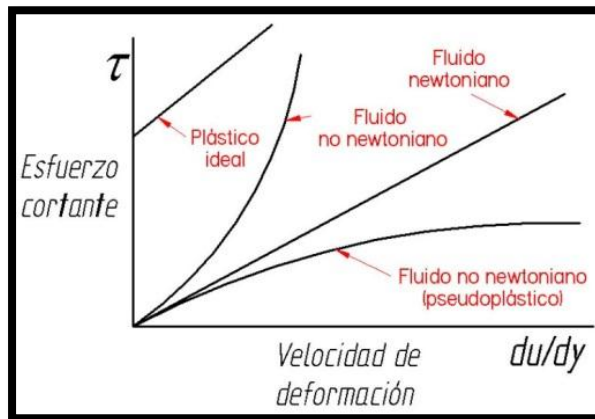


Figura 2.1. Fluidos newtonianos. [2]

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}$$

Donde:

τ = tensión de corte

$\frac{du}{dy}$ = gradiente de velocidad

μ = viscosidad

2.1.2. Fluidos newtonianos y no newtonianos

Los fluidos se clasifican desde el punto de vista de la relación que existe entre la viscosidad y la velocidad de deformación en fluidos newtonianos y fluidos no newtonianos.

- **Fluido newtoniano** es todo fluido que se comporta según la ley de Newton de la viscosidad. Es decir que la viscosidad es función exclusiva de la condición del fluido.
- **Los fluidos no newtonianos** no se comportan de acuerdo con la ley de Newton de la viscosidad. La viscosidad del fluido no newtoniano depende del gradiente de velocidad, además de la condición del fluido.

Los fluidos no newtonianos pueden ser:

Independientes del tiempo.- es decir que tienen una viscosidad a cualquier tensión de corte, que no altera con el tiempo.

Dependientes del tiempo.- es decir que cambiara la viscosidad con la variación del tiempo.

Entonces se puede decir que la melcocha es un fluido dependiente del tiempo debido a que su viscosidad cambia con la variación el tiempo, así como el gradiente de velocidad y temperatura.

2.1.3. Materia prima

La panela proveniente del jugo de la caña de azúcar, luego de un adecuado procesamiento, puramente físico, donde hay evaporación de los jugos de la caña, proceso en el cual se obtiene melaza o miel de caña, y con la posterior cristalización de la sacarosa, se transforma en panela, la misma es azúcar cruda, sin refinar con un alto contenido de melaza. Este tipo de producto, que se utiliza comúnmente en América latina, en las Filipinas y Asia del Sur, es más oscuro que el azúcar sometido a un proceso de refinado ya que la misma, contiene lo que comúnmente denominan los productores del azúcar impurezas. En las mismas se encuentran concentrados distintos minerales tales como calcio, potasio y magnesio. [3]

2.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL DE LA MELCOCHA

Se inicia el proceso de producción, con la clasificación de la panela, donde los artesanos revisan que se encuentre en buen estado, es decir, que no contenga impurezas y este apto para el consumo humano.

Una vez que se ha comprobado que la materia prima cumple con las condiciones higiénicas respectivas se inicia el proceso de producción. [4]

2.2.1. Cocción de la panela

La producción artesanal de la melcocha empieza por la cocción de la materia prima (panela) con una mínima cantidad de agua sometido a fuego medio; es decir a una temperatura de entre 100 – 115 ° C.



Figura 2.2. Cocción de la panela

Cuando la panela está totalmente diluida con el agua se forma una miel espesa, a esta se filtra y se agrega ácido cítrico. Se somete nuevamente al fuego; donde el artesano debe mecer la mezcla hasta conseguir que la cocción llegue al punto caramelo.

Una de las maneras más fáciles de verificar el punto caramelo, se realiza colocando una pequeña porción de miel en un recipiente con agua, si se cristaliza quiere decir que está en punto caramelo. Como se muestra en la *figura 2.3*. Caso contrario, si esta pegadizo y suave falta cocción. El punto caramelo es muy importante para el proceso de producción de la melcocha ya que si el punto

no es adecuado, el producto vuelve al estado de panela, lo que no permite obtener la melcocha. [4]



Figura 2.3. Punto de la melcocha

2.2.2. Enfriamiento

Una vez que se obtiene el punto caramelo, la miel se retira del fuego y se lleva a un enfriador, este puede ser de mármol, cemento o de acero inoxidable, como se observa en la *figura 2.4*, donde se extiende para que se enfríe a una temperatura manejable, debido a que si se enfría demasiado se puede endurecer y no se puede manipular, la temperatura adecuada para manipular la masa de la melcocha es de 45 a 55°C aproximadamente. [4]



Figura 2.4. Enfriamiento de la melcocha

2.2.3. Amasado de la melcocha

Una vez que la miel ha disminuido su temperatura de entre 40 y 50°C su viscosidad incrementa, la miel se extiende y se estira de manera constante.

La primera etapa de amasado debe ser realizada rápidamente ya que se conoce como pre blanqueado, es decir por efecto del ácido cítrico y la oxigenación en la masa, esta cambia de color, de café a un color amarillento con una consistencia aun suave. Este amasado tarda aproximadamente de 2 a 4 minutos. [4]



Figura 2.5. Gancho de madera

Luego pasamos al final de la etapa del amasado donde mediante la ayuda de un gancho de madera como se ve en la *figura 2.5*, se estira nuevamente la masa para lograr un color amarillo más claro casi blanquecino, característica que demuestra que va cambiando su densidad y se incrementa su resistencia, perdiendo su elasticidad y aumenta su fragilidad, esta etapa tarda de entre 12 a 15 minutos. [4]

2.2.4. Corte y moldeo

Después del proceso de amasado, el producto se corta en pequeños o grandes trozos para ser moldeado, la forma depende del productor, quien con su iniciativa moldear diferentes figuras, ya sean en forma de bastoncillos, en forma rectangular, redonda, etc.



Figura 2.6. Corte y moldeo de la melcocha

Luego de haber adquirido la forma deseada, se la coloca en los respectivos empaques para ser etiquetado y su posterior comercialización. Como se observa en la *figura 2.6*.

2.3. MÁQUINAS AMASADORAS

Las amasadoras son equipamientos industriales diseñados para preparar masas alimentarias, químicas, cerámicas u otro tipo de preparados, substituyendo el trabajo manual a través de un sistema mecanizado que permite producir continuamente grandes cantidades de masa. Las amasadoras son mayoritariamente compuestas por:

- Bandeja para colocación de ingredientes
- Elemento de amasadura (gancho, tenedor, brazo u otro sistema).
- Motores que accionan los movimientos de la bandeja y del gancho.
- Correlación de procesos tecnológicos que permiten a los operadores el control del proceso de amasadura y de otros procesos de trabajo (control de ingredientes, programar tiempos y velocidades).

Estas máquinas y equipamientos son muy utilizados en la industria alimentaria para diferentes tipos de masas como: caramelos, pizzas, purés, gelatinas, mayonesas, compotas, salsas, quesos, empanadas, croquetas, pasteles, etc. [5]

Tipos de amasadoras

En el mercado existente diferentes tipos de amasadoras, ya sean para la elaboración de pastas, caramelos, panadería, etc. Para esta investigación se describen algunas de las más conocidas comercialmente y que mejor se ajustan para la elaboración de melcochas.

2.3.1. AMASADORA ESPIRAL

Este tipo de máquina es muy utilizado en la producción de chocolates, pastelería, panadería, pizzería, entre otros productos, si se observa la *figura 2.7* se puede apreciar que la máquina cuenta con un eje de forma espiral.



Figura 2.7. Amasadora espiral [6]

.Este sistema trabaja la masa con una presión de arriba hacia abajo, consiguiendo una menor oxidación a la vez que un mayor recalentamiento y menos fuerza inicial, por lo que es apta para la fabricación de barras con entablados automáticos así como para el pan pre cocido, ya que este sistema no impulsa exageradamente

el pan en el horno; aunque esta falta de fuerza puede ser compensada en algunas ocasiones con un período mayor de reposo. [7]

2.3.2. AMASADORA DE EJE OBLICUO

Recomendadas para las masas hidratadas, ideales para la fabricación de la “baguette” francesa, estas amasadoras están equipadas con una cuba desmontable como se observa en la *figura 2.8*.



Figura 2.8. Amasadora de eje oblicuo

[6]

Que permite el apuntado en cuba y la preparación de los amasados, continuando al mismo tiempo una producción intensiva. Pueden asociarse a un elevador con fin de facilitar la descarga. Robustas, fiables, dotadas de numerosas opciones, estas amasadoras constituyen aliados de primer orden para las producciones importantes y la fabricación de pan tradicional. [8]

2.3.3. MASADORA DE BRAZOS HORIZONTALES

Si se observa la *figura 2.9*, se puede apreciar que está conformada por un sistema de brazos de forma horizontal que actúan sobre una base.



Figura 2.9. Amasadora de brazos horizontales [9]

Este tipo de amasadoras se utilizan principalmente para la elaboración de caramelos masticables, que también se emplean para lograr un acabado brillante, aspecto blanco y sedoso y un peso más ligero en dulces suaves. [9]

2.3.4. AMASADORA DE BRAZOS VERTICALES

En *la figura 2.10*, se observa un sistema de brazos suspendidos de forma vertical donde el producto será colocado, y mediante el giro de los brazos será estirada.

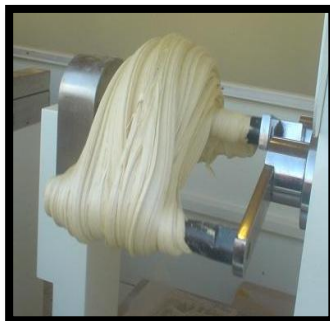


Figura 2.10. Amasadora de brazos verticales [10]

La amasadora de brazos verticales es una máquina tradicional que imita el movimiento de los brazos de una persona para amasar la materia prima. Es muy utilizada para caramelos duros. La sencillez y la robustez son las principales características de esta máquina, diseñada para perdurar. [10]

2.4. MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Los mecanismos de transmisión: se pueden clasificar en dos grandes grupos: mecanismos de transmisión y mecanismos de transformación.

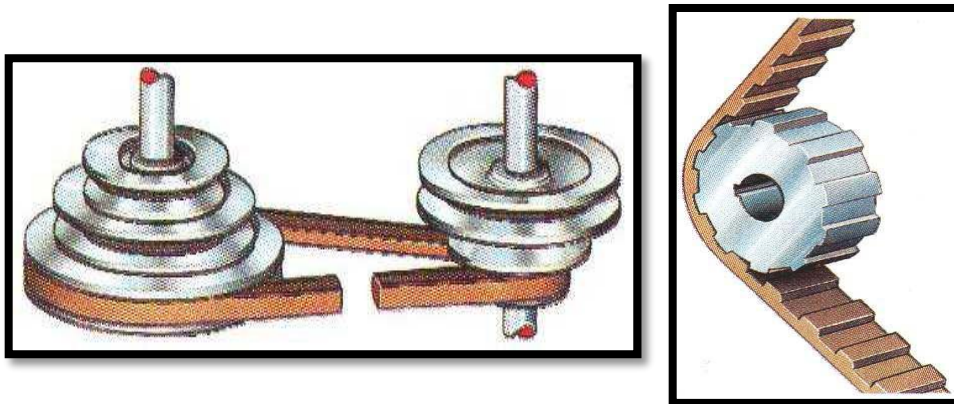
Mecanismos de transmisión

Los mecanismos de transmisión comunican movimientos de giro entre dos ejes separados. Un engranaje constituye un ejemplo típico de mecanismo de transmisión.

Transmisión mecánica

Se le llama transmisión al conjunto de bandas cadenas o engranes que sirven para comunicar fuerza y movimiento desde un motor hasta su punto de aplicación.

2.4.1. Transmisión por correa o banda



a) Correa cerrada.

b) Correa dentada.

Figura 2.11. Transmisión por correa.

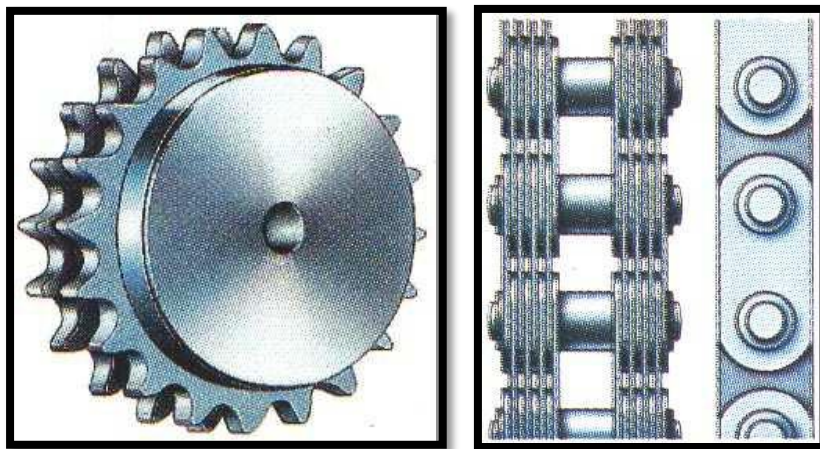
[11]

Los sistemas de transmisión por correa se emplean para transmitir la potencia y el movimiento entre ejes que se encuentran distanciados. Para ello se monta sobre cada eje una polea y se enlazan las poleas mediante una correa cerrada, como se

observa en la *figura 2.11a*. Las correas pueden ser planas, redondas y trapeciales, según la forma de su sección transversal. La transmisión por correa se emplea para transmitir movimiento entre ejes paralelos. El principal inconveniente de este sistema de transmisión es que existen pérdidas de velocidad por deslizamiento entre correa y polea, por lo que no es posible transmitir grandes potencias. Para evitar esto se utilizan correas dentadas, montadas sobre poleas que incorporan dientes tallados en su periferia. Como se observa en la *figura 2.11b*. Si queremos evitar que las correas se salgan de las poleas es necesario que las correas se mantengan tensadas. Para ello se emplean rodillos tensores, que ejercen la presión necesaria para que las correas se mantengan en tensión. [11]

2.4.2. Transmisión por cadena

Los sistemas de transmisión por cadena se emplean para transmitir movimiento entre dos ejes que se encuentran alejados entre sí. Para transmitir el movimiento se montan ruedas dentadas como se observa en la *figura 2.12.a* sobre los ejes y se enlazan con una cadena como se ve en la *figura 2.12 b*, que encaja con los dientes de las ruedas, de manera que al girar una de ellas arrastra a la otra.



a) Rueda dentada

b) Cadena

Figura 2.12. Transmisión por cadena.

[11]

Las cadenas están formadas por eslabones (elementos metálicos iguales unidos entre sí). La transmisión por cadena tiene la ventaja, con respecto a la transmisión por correa o ruedas de fricción, de poder transmitir potencias mayores, puesto que la cadena va engarzada en los dientes de las ruedas. Además, no existe el riesgo de perder velocidad por deslizamiento. Para evitar que la cadena se salga es necesario mantener la tensión de la cadena mediante ruedas tensoras.

Las piezas básicas de una cadena son los rodillos que hacen contacto con los dientes de la rueda y el piñón, y que tienen capacidad de rodar alrededor de unos manguitos para crear el mínimo rozamiento al mínimo. El conjunto se encuentra unido por medio de grapas y pasadores ranurados, como se puede ver en la *figura 2.13*.

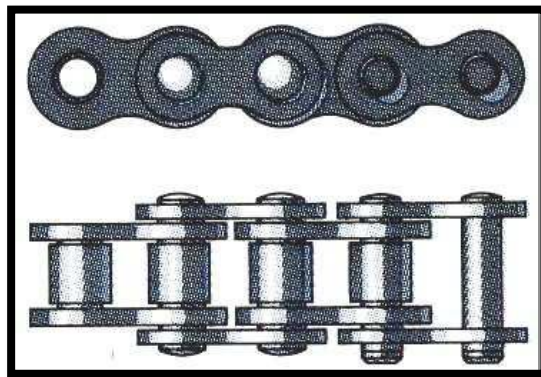


Figura 2.13. Grapas y pasadores ranurados.

La cadena tiene una buena facilidad para adaptarse a la forma del medio, pero solo en un sentido, como se observan en la *figura 2.14*. [11]

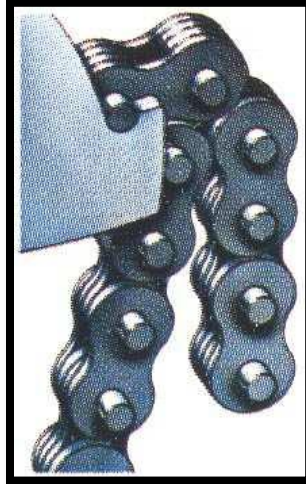


Figura 2.14. Adaptación de una cadena.

2.4.3. Transmisión por engranajes

Este sistema se constituye, en uno de los mecanismos más empleados y eficientes para transmitir movimiento entre dos ejes de una máquina.

Un sistema de transmisión por engranajes está, formado básicamente por dos ruedas dentadas, que engrana entre si y que a su vez, van montadas en ejes que finalmente transmiten el movimiento a otro dispositivo o máquina. Como se muestra en *figura 2.15*.

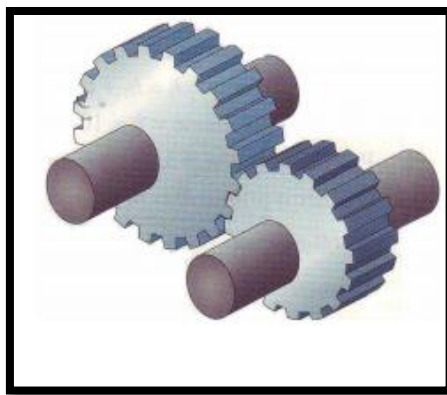


Figura 2.15. Transmisión por engranajes.

Una rueda dentada es simplemente un elemento mecánico circular en cuya periferia se han tallado dientes iguales y equidistantes, de forma, que en el espacio entre dientes encaje perfectamente un diente de otra rueda dentada.

Técnicamente cuando se hace referencia a una sola rueda, esta se denomina rueda dentada y cuando se hace referencia a dos ruedas solidarias que encajan perfectamente, se denominan engranaje.

Es también importante mencionar que a cada rueda del engranaje se le asigna un nombre, rueda o corona, para la rueda dentada más grande y piñón, a la rueda dentada de menor tamaño.

Las funciones principales de los engranes y de las transmisiones de los engranes, son: reducción de la velocidad, multiplicación del momento de torsión o par motor y permiten variar la posición ejes.

2.5. CHUMACERAS

Las chumaceras son unidades compuestas de un rodamiento de bolas insertado en varios tipos de alojamientos. Como se puede apreciar en la figura 2.16. El alojamiento puede ser apernado a la estructura de la maquinaria y el anillo interior, puede ser montado sobre los ejes fácilmente por medio de tornillos de fijación.

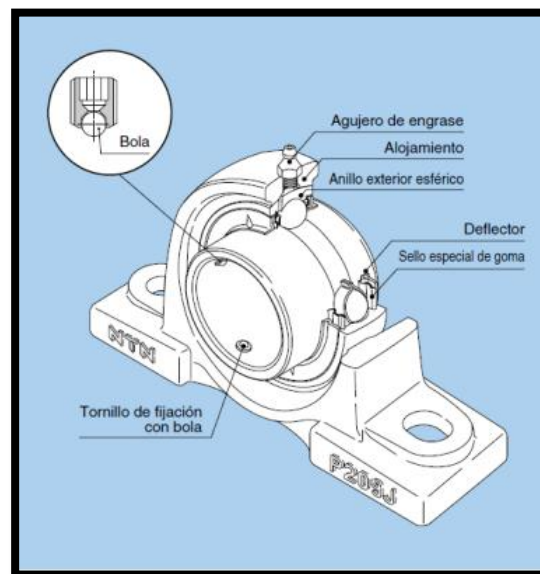


Figura 2.16 Partes de una chumacera [12]

Esto significa que la chumacera soporta equipos rotativos sin poseer un diseño especial para permitir su montaje. Una variedad de alojamientos estandarizados de diferentes formas se encuentra disponible, incluyendo los de tipo pie o puente y

los de tipo brida. El diámetro exterior del rodamiento es esférico, tal como lo es el diámetro interior del alojamiento, permitiéndose la posibilidad de un auto alineamiento con el eje. Para la lubricación, la grasa está contenida y sellada dentro del rodamiento y la intromisión de partículas contaminantes se evita por medio de un doble sello. [12]

2.6. MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS

Independientemente del tipo de motor trifásico del que se trate, todos los motores trifásicos convierten la energía eléctrica en energía mecánica.

2.6.1. Partes y funcionamiento del motor eléctrico trifásico

El estator: está constituido por un enchapado de hierro al silicio, introducido generalmente a presión, entre una carcasa de hierro colado. El enchapado es ranurado, lo cual sirve para insertar allí las bobinas, que a su vez se construyen con alambre de cobre, de diferentes diámetros.

El rotor: es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras que son de aluminio, forman en realidad una jaula.

Los escudos: están hechos con hierro colado (la mayoría de veces). En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes de bolas sobre los cuales descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga arrastres o fricciones. [13]

Características del Motor Eléctrico Trifásico: Si el rotor tiene la misma velocidad de giro que la del campo magnético rotativo, se dice que el motor es síncrono. Si por el contrario, el rotor tiene una velocidad de giro mayor o menor que dicho campo magnético rotativo, el motor es asíncrono de inducción.

2.7. SISTEMAS DE CONTROL

2.7.1. Variadores de frecuencia

Un variador es un dispositivo electrónico que se encarga de variar la relación V/f , la cual permite regular el estado de un motor, mediante la alteración de esta relación.

Su funcionamiento se basa en la siguiente:

$$\text{rpm} = 120 \frac{f}{p}$$

f = frecuencia de la fuente

p = número de polos

El sistema de variador de frecuencia es comúnmente usado con motores trifásicos ya que le permite aprovechar toda la eficiencia al motor, generando una carga de trabajo adecuada. A partir de la expresión de la velocidad sincrónica en un motor de inducción, se observa que esta puede variar en forma proporcional al cambio de la frecuencia del voltaje aplicado al motor.

$$120 f N S P$$

Donde f es la frecuencia del voltaje aplicado al motor, y P el número de polos. Es por esto que el uso de un inversor de frecuencia variable permitirá el control de velocidad del motor. Con la variación de la frecuencia el flujo mutuo máximo también se ve afectado, pues varía inversamente proporcional a la frecuencia. Un trabajo a flujo distinto al nominal conlleva al aumento de pérdidas, por lo tanto se vuelve necesario mantenerlo constante. Esto se consigue variando el voltaje en forma proporcional a la frecuencia. De esta forma se mantiene constante la relación entre la magnitud y la frecuencia del voltaje aplicado. Una variación de la frecuencia implica un cambio de la velocidad sincrónica; como consecuencia la curva de torque se desplaza a lo largo del eje de la velocidad, consiguiendo así características paralelas al eje del torque, condición para un buen control de velocidad del motor. A continuación se muestra el comportamiento del torque al cambio de frecuencia. [13]

2.8. MATERIALES UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA

2.8.1. Acero AISI - SAE 1045

Este acero se utiliza cuando la resistencia y dureza son necesarias en condición de suministro. Es un acero medio carbono que se lo puede forjar con martillo. Responde favorablemente al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, no es recomendado para cementación o cianurado. En el momento que se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es apropiado para la fabricación de componentes de maquinaria. [14]

Propiedades mecánicas: Dureza 163 HB (84 Hrb)

- Esfuerzo de fluencia 310 Mpa. (45000 PSI)
- Esfuerzo máximo 565 Mpa. (81900 PSI)
- Elongación 16% (en 50 mm)
- Reducción de área (40%)
- Módulo de elasticidad 200 Gpa (29000 KSI)
- Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)
- Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)
- Propiedades químicas: 0.43 – 0.50 % C

0.60 – 0.90 % Mn

0.04 % P máx.

0.05 % S máx.

Usos: El uso principal para este acero son: piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

Tratamientos térmicos: se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C.

NOTA: Los datos de las propiedades mecánicas y físicas antes mencionados son promedio no se deben considerar como datos estrictamente exactos para su uso en la práctica.

2.8.2. Acero inoxidable AISI 304

Es un acero inoxidable y refractario austenítico, aleado con Cr y Ni y bajo contenido de C que presenta una resistencia a la corrosión muy enérgica. Este tipo de acero es resistente contra corrosión inter cristalina y tiene propiedades para ser embutido profundo, no es templable ni magnético. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, embotelladoras, tanques de fermentación, almacenamiento, barriles, equipos de leche, cereales, cocina, cubiertos, químicos maquinaria industrial como en los cuerpos de bombas y tubos. [15]

Dureza: 160 Brinell.

Resistencia a la tracción: 50-70 kg/mm².

CAPÍTULO III

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Se plantean cuatro posibles alternativas para el diseño de la máquina estiradora de melcochas, donde se describe características, ventajas y desventajas de cada tipo de amasadora.

3.1. AMASADORA DE EJE ESPIRAL

Alternativa 1

Esta amasadora cuenta con eje en forma de espiral, el cual es girado por un motor a través de un sistema de transmisión de potencia por correas planas. Algunas amasadoras de este tipo cuentan con una tolva giratoria, la cual es girada por otro motor por medio de bandas para transmitir movimiento.

Ventajas

- Rapidez
- Menor tiempo de amasado
- Escaso volumen de la máquina.

Desventajas

- Alta fricción con el producto
- Torque reducido
- La masa se aglutina sobre la espiral
- Mayor calentamiento y menor fuerza inicial.

3.2. AMASADORA DE EJE OBLICUO

Alternativa 2

Está equipada con un motor de dos velocidades: una velocidad lenta para el pre amasado y masas duras (40/45% de agua) y otra rápida para masas más blandas (60/80% de hidratación).

Algunos modelos cuentan con la llamada “cazuela loca”, es decir, el movimiento de rotación se realiza por el impulso de la masa, de tal forma, que el frenado de la cazuela permitirá, a voluntad del operario, ir variando las condiciones del amasado. Este hecho implica que el amasador debe estar perfectamente entrenado para que no se produzcan grandes diferencias entre unas masas y otras, también es posible variar la fuerza de la masa por medio de la utilización del freno de la cazuela.

Esta amasadora cuenta con un eje oblicuo, donde su ciclo de giro oscilatorio es producido por un piñón – cremallera.

Ventajas

- Tiempo de procesamiento largo.
- Dos Velocidades.
- Mínimo consumo de energía.
- Se adapta bien, tanto en masas duras en la primera velocidad, como en masas. blandas en la segunda.

Desventajas

- Mucho volumen de la máquina.
- Capacidad de amasado muy reducido.
- Hay que prestar mucha atención al amasado.
- No es apta para trabajadores sin experiencia.

3.3. AMASADORA DE BRAZOS HORIZONTALES

La operación se lleva a cabo mediante dos brazos verticales de hilatura, (recubiertos de un material al que no se pega el producto), que se bajan en el conjunto, sentado sobre una mesa enfriada con agua, cuando se inicia el ciclo de arranque.

La velocidad de tracción es variable y el estiramiento largo reduce considerablemente el tiempo de trabajo normalmente requerido en otras máquinas

convencionales, mientras que un procedimiento de auto limpieza, ejecutado automáticamente al final de cada ciclo.

Cuenta con una estructura muy robusta y pesada, su sistema de transmisión de potencia está dotado por engranajes configurados de forma que permiten una reducción de velocidad y un torque alto.

Este tipo de amasadora, es utilizado para grandes cantidades de masa, especialmente en las grandes industrias confiteras.

Ventajas

- Tiempo de procesamiento rápido
- Muy segura
- Poco derrame de masa

.Desventajas

- Necesita de un recipiente o mesa para trabajar
- Solo para producir grandes cantidades de masa

3.4. AMASADORA DE BRAZOS VERTICALES

Alternativa 4:

Este tipo de amasadora cuenta con dos ejes iguales verticales unidos a un brazo, donde el primer brazo gira en sentido horario, mientras que el segundo brazo gira en sentido anti horario. Además cuenta con un eje fijo, ubicado hacia el frente de los ejes de amasado.

Ventajas

- No recalienta la masa.
- Poco derrame de masa.
- Fácil manejo para trabajadores sin experiencia.
- Apta para masas blandas y duras como melcocha
- Reduce el tiempo de fermentación.
- Se adapta bien con masas duras.

Desventajas

- No es adecuada para masas blandas, o masas para elaborar Pan.
- Demasiada fuerza del amasado.
- En masas blandas hay que añadir parte del agua poco a poco para reducir el tiempo de amasado.

3.5. FACTORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DEL SISTEMA DE AMASADO

Para seleccionar el tipo de amasadora que mejor se adapte a las condiciones y limitaciones de diseño, se considerará algunos factores principales para evaluar un diseño mecánico como son la seguridad, la confiabilidad, la facilidad para fabricar, facilidad de operación, costo de operación y mantenimiento bajos, tamaño reducido, peso, materiales adecuados, la apariencia, la ergonomía.

Una vez determinados los parámetros mecánicos se debe tener en cuenta los parámetros de diseño, en este caso los seleccionados son:

3.5.1. Eficiencia

Este parámetro se fundamenta en el desempeño de todos los elementos se articulan de forma normal para cumplir la finalidad para la que fue diseñada la máquina. Este parámetro es de gran importancia dentro de las máquinas debido a que esto implica pérdida de tiempo en un proceso de producción continua, si una máquina no trabaja con eficiencia, genera pérdidas económicas y retraso en la producción.

3.5.2. Facilidad de manufactura

Este parámetro se basa en reducir los sistemas que forman una máquina sin dejar a un lado los beneficios de la tecnología actual. Los componentes que forman parte de una máquina deben ser construidos con tecnología nacional, con materia prima comercial y componentes de fácil adquisición.

3.5.3. Mantenimiento

Este parámetro en una máquina es de gran importancia ya que constituye prolongar su vida útil, todos los elementos que comprenden la máquina están expuestos a daños por lo que deben ser diseñados de tal manera que exista la posibilidad de ser fácilmente reparados o reemplazados.

3.5.4. Costo

Este es un parámetro determinante al momento de seleccionar una alternativa ya que implica el costo inicial de la máquina que consta de materiales, accesorios, manufactura y tecnología, además de los costos de operación y mantenimiento, cabe resaltar que el costo final de la máquina debe ser más competitivo que el de las máquinas existentes en el mercado.

La construcción de la máquina amasadora debe ser correctamente diseñada, esta tendrá que cumplir con un factor de seguridad que garantice su vida útil, con lo que se evita un sobredimensionamiento de materiales que garantice un costo final accesible para los microempresarios.

3.5.5. Valoración de parámetros

En todas las alternativas planteadas se interponen varios aspectos, pero para seleccionar la mejor alternativa se debe establecer aspectos primordiales, para esto se aplicó el “Método de Criterios Ponderados”, el cual está basado en tablas, donde cada criterio se confronta con los restantes. [16].

Se asignará el valor de 1 en el cuadro si el parámetro de las filas es superior que el de las columnas, el valor de 0,5 si el parámetro de las filas es equivalente al parámetro de las columnas y 0 si el parámetro de las filas es inferior que el de las columnas.

Tabla 3.1.

Parámetros con ponderación en selección de elementos.

| Parámetros | Eficiencia | Manufactura | Mantenimiento | Costo | Suma+1 | Ponderación [A] |
|----------------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|--------------------|
| Eficiencia | | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.381 |
| Manufactura | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 2.5 | 0.238 |
| Mantenimiento | 0.5 | 0.5 | | 0 | 2 | 0.190 |
| Costo | 0 | 0.5 | 0.5 | | 2 | 0.190 |
| Total | | | | | 10.5 | 1.000 |

Para seleccionar mejor alternativa se considera ventajas y desventajas que presentan cada uno de los tipos de amasadoras con respecto a los factores de evaluación previamente descritos en este capítulo.

Tabla 3.2.

Evaluación del parámetro eficiencia (Tipo de amasadora)

| Eficiencia | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Alternativa 4 | Suma+1 | Ponderación [B] |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------|--------------------|
| Alternativa 1 | | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.315 |
| Alternativa 2 | 0 | | 0.5 | 0 | 1.5 | 0.157 |
| Alternativa 3 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0.105 |
| Alternativa 4 | 1 | 1 | 1 | | 4 | 0.421 |
| Total | | | | | 9.5 | 1 |

La eficiencia es este caso se evalúa de acuerdo con el producto, por lo que no todos los tipos de amasadoras se ajustan a la producción de melcochas.

Tabla3.3.

Evaluación del parámetro manufactura (Tipo de amasadora).

| Manufactura | Alternativa | Alternativa | Alternativa | Alternativa | Suma+1 | Ponderación |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | [C] |
| Alternativa 1 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 1.5 | 0.107 |
| Alternativa 2 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 2 | 0.142 |
| Alternativa 3 | 1 | 0.5 | 0 | 0 | 2.5 | 0,178 |
| Alternativa 4 | 5 | 1 | 1 | 0 | 8 | 0,571 |
| Total | | | | | 14 | 1 |

La manufactura se evalúa considerando la complejidad del diseño o elementos que conforman cada tipo de máquina, ya que no todos las partes pueden ser útiles para la producción de melcochas.

Tabla3.4.

Evaluación del parámetro mantenimiento (Tipo de amasadora)

| Mantenimiento | Alternativa | Alternativa | Alternativa | Alternativa | Suma+1 | Ponderación |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | [D] |
| Alternativa 1 | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 1.5 | 0.15 |
| Alternativa 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0.3 |
| Alternativa 3 | 0.5 | 0.5 | 0 | 1 | 3 | 0.3 |
| Alternativa 4 | 0.5 | 1 | 0 | 0 | 2.5 | 0.25 |
| Total | | | | | 10 | 1 |

Este parámetro se valora de acuerdo a la facilidad que presenta el tipo de amasadora para ser reparada ante posibles daños.

Tabla3.5.

Evaluación del parámetro costo (Tipo de amasadora)

| Costo | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Alternativa 4 | Suma+1 | Ponderación [E] |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------|--------------------|
| Alternativa 1 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 | 3 | 0.25 |
| Alternativa 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.33 |
| Alternativa 3 | 0.5 | 1 | 0 | 0.5 | 3 | 0.25 |
| Alternativa 4 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0 | 2 | 0.166 |
| Total | | | | | 12 | 1 |

Tabla 3.6.

Conclusiones de selección de tipo de amasadora

| Parámetros | Eficiencia [AxB] | Manufactura [AxC] | Mantenimiento [AxD] | Costo [AxE] | Suma | Prioridad |
|---------------|---------------------|----------------------|------------------------|----------------|-------|-----------|
| Alternativa 1 | 0.120 | 0.040 | 0.057 | 0.095 | 0.302 | 2 |
| Alternativa 2 | 0.60 | 0.034 | 0.071 | 0.079 | 0.244 | 3 |
| Alternativa 3 | 0.020 | 0.034 | 0.057 | 0.047 | 0.158 | 4 |
| Alternativa 4 | 0.020 | 0.108 | 0.047 | 0.032 | 0.307 | 1 |

Al analizar las ventajas y desventajas de las alternativas expuestas previamente, empleando el diagrama de ponderación, se concluye que la alternativa que mejor puntuación obtuvo según la *tabla 3.6*, es la alternativa 4. Amasadora de brazos vertical.

De acuerdo a los parámetros expuestos en este capítulo, analizando las ventajas y desventajas de cada una de las máquinas amasadoras, se puede apreciar que no todas estas máquinas son adecuadas para el amasado de melcocha.

Uno de los factores indispensables es la aireación de la masa, este factor es muy importante para obtener la contextura final de la melcocha. El proceso de estirar hace que se produzcan burbujas de oxígeno dentro del producto, ganando así volumen y variando el aspecto final.

- ✓ La máquina amasadora de brazos tipo vertical realiza el trabajo requerido para el tipo de masa (melcocha) a utilizarse.
- ✓ El costo de este tipo de máquina es relativamente menor comparada con las otras analizadas, ya que está constituida de partes sencillas pero importantes.
- ✓ Da facilidad para su utilización, donde el operador no necesita de experiencia para su operación.
- ✓ Es apropiada para la cantidad de masa con el que se va a trabajar. (25 libras)

Sistema de transmisión de potencia

Se describe las características, ventajas y desventajas de los tipos de transmisión que se pueden utilizar en el diseño de la máquina.

3.6. TRANSMISIÓN POR CORREAS

Alternativa 1:

Uno de los principales usos de la transmisión por banda, es reducir o incrementar velocidad, entre el motor y la pieza conducida..

Es el más económico de los elementos de transmisión. Aunque su eficiencia depende de la tensión; alineación; longitud.

Ventajas.

- Funcionamiento suave.
- La transmisión funciona con carga limitada, puesto que las bandas pueden transmitir solo la carga determinada, lo que protege a otras unidades de sobrecargas.
- Transmite velocidades altas a torques bajos.
- Es una transmisión sencilla y el costo es relativamente bajo.

Desventajas.

- Grandes dimensiones exteriores.
- Cierta inconstancia en la relación de transmisión por causa del resbalamiento de la correa.
- Grandes cargas sobre los árboles de apoyo, y por consiguiente considerables pérdidas de potencia.
- Duración relativamente baja (entre los límites desde 1000 hasta 5000 horas).

3.7. TRANSMISIÓN POR CADENAS**Alternativa 2**

Se trata de un sistema de transmisión entre ejes situados a cierta distancia. Cada eje se conecta a una rueda dentada (piñón), y entre ellas se hace pasar una cadena que engrana ambas ruedas transmitiendo el movimiento circular por empuje.

Ventajas

- Alta confiabilidad.
- Larga durabilidad.
- Mínimo Mantenimiento.

- Relación constante de velocidad, debido a que en este sistema no existe resbalamiento.
- Puede ser parte de un sistema de transmisión tanto de ampliación como de reducción.
- Transmite velocidades bajas a torques elevadas.
- El rendimiento es elevado: 98%.
- Posibilidad de impulsar varios ejes desde una misma fuente de potencia.

Desventajas

- Ocupa un amplio espacio físico.
- Costo medio.
- Preferentemente los ejes deben ser horizontales, para evitar el uso de apoyos laterales para la cadena.
- Son más costosas que las transmisiones a correas
- Necesitan un buen mantenimiento, con limpiezas periódicas y lubricación adecuada.

3.8. TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES

Alternativa 3

El sentido de giro de los sistemas de engranaje se invierte conectando entre las dos ruedas dentadas una tercera rueda (piñón loco) que conseguirá que la rueda motriz y la rueda conducida giren en el mismo sentido, sin modificar su relación de transmisión.

Ventajas.

- Es uno de los mejores medios para la transmisión de movimiento de rotación.
- Pequeño espacio físico.
- Poco ruido.

- Relación constante de velocidad.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Transmite velocidades bajas a torques elevadas.
- Alta confiabilidad (98%).

Desventajas.

- Posible interferencia en los dientes.
- Mayor tiempo en la construcción.
- Elevado tiempo de rectificado.
- Costo elevado.

El Tipo de amasadora previamente seleccionado, estará constituido por dos brazos verticales que giraran a la misma velocidad. Habrá un motor reductor como entrada (elemento conductor) y dos ejes de transmisión como salida (elemento conducido).

Los aspectos fundamentales a considerar para la selección del sistema de transmisión son los siguientes:

- Durabilidad
- Correcta Transmisión de fuerza.
- Confiabilidad.
- Ruido
- Costo de Mantenimiento.
- Espacio físico.

Se identificarán diferentes factores para la evaluación, donde a cada propuesta se le asigna una puntuación de 1 a 10, puntaje que depende de cómo satisfaga la propuesta al factor de comparación. Donde 1 será malo y 10 excelente.

Tabla 3.7.

Valoración de parámetros para selección de alternativas

| Parámetros | Eficiencia | Manufactura | Mantenimiento | Costo | Suma+1 | Ponderación [A] |
|----------------------|------------|-------------|---------------|-------|--------|-----------------|
| Eficiencia | | 1 | 1 | 1 | 4 | 0.381 |
| Manufactura | 0.5 | | 0.5 | 0.5 | 2.5 | 0.238 |
| Mantenimiento | 0.5 | 0.5 | | 0 | 2 | 0.190 |
| Costo | 0 | 0.5 | 0.5 | | 2 | 0.190 |
| Total | | | | | 10.5 | 1.000 |

Tabla 3.8.

Evaluación del parámetro eficiencia (Sistema de transmisión)

| Eficiencia | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Suma +1 | Ponderación [B] |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------|-----------------|
| Alternativa 1 | | 0 | 0.5 | 1.5 | 0.25 |
| Alternativa 2 | 1 | | 1 | 3 | 0.5 |
| Alternativa 3 | 0 | 0.5 | | 1.5 | 0.25 |
| Total | | | | 6 | 1 |

Tabla3.9.

Evaluación del parámetro manufactura (Sistema de transmisión)

| Manufactura | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Suma+1 | Ponderación [C] |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|--------|-----------------|
| Alternativa 1 | 0 | 0.5 | 1 | 2.5 | 0.384 |
| Alternativa 2 | 0.5 | 0 | 1 | 2.5 | 0.384 |
| Alternativa 3 | 0 | 0.5 | 0 | 1.5 | 0,230 |
| Total | | | | 6.5 | 1 |

Tabla 3.10.

Evaluación del parámetro mantenimiento (Sistema de transmisión)

| Mantenimiento | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Suma+1 | Ponderación [D] |
|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|-----------------|
| Alternativa 1 | 0 | 0.5 | 0 | 1.5 | 0.25 |
| Alternativa 2 | 0.5 | 0 | 0 | 1.5 | 0.25 |
| Alternativa 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.5 |
| Total | | | | 6 | 1 |

Tabla 3.11.

Evaluación del parámetro costo (Sistema de transmisión)

| Costo | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Suma+1 | Ponderación [E] |
|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|-----------------|
| Alternativa 1 | | 0.5 | 0 | 1.5 | 0.25 |
| Alternativa 2 | 0.5 | | 0 | 1.5 | 0.25 |
| Alternativa 3 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0.5 |
| Total | | | | 6 | 1 |

Tabla 3.12.

Conclusiones de selección de elementos (Sistema de transmisión)

| Parámetros | Eficiencia [AxB] | Manufactura [AxC] | Mantenimiento [AxD] | Costo [AxE] | Suma | Prioridad |
|---------------|---------------------|----------------------|-------------------------|----------------|------|-----------|
| Alternativa 1 | 0.095 | 0.092 | 0.048 | 0.048 | 0.29 | 3 |
| Alternativa 2 | 0.190 | 0.092 | 0.048 | 0.048 | 0.38 | 1 |
| Alternativa 3 | 0.095 | 0.055 | 0.095 | 0.095 | 0.34 | 2 |

Después de tabular las opciones se obtiene que para el sistema de transmisión de potencia se podría utilizar ya sea una transmisión por cadenas o una transmisión por engranes.

Para este proyecto de acuerdo a la configuración de la máquina amasadora de brazos verticales, se utiliza una transmisión por cadenas para transmitir potencia desde el motor hacia el eje conducido. Pero como la máquina cuenta con dos brazos que giran de forma opuesta uno respecto del otro, se utilizara dos engranes rectos de igual dimensión para la inversión del giro.

Luego de tabular y analizar las mejores opciones, del sistema de estirado y el sistema de transmisión de potencia se concluye que las partes constitutivas con las que se conforma la máquina estiradora: en *la figura 3.1*. Se muestra cada sistema de la máquina.

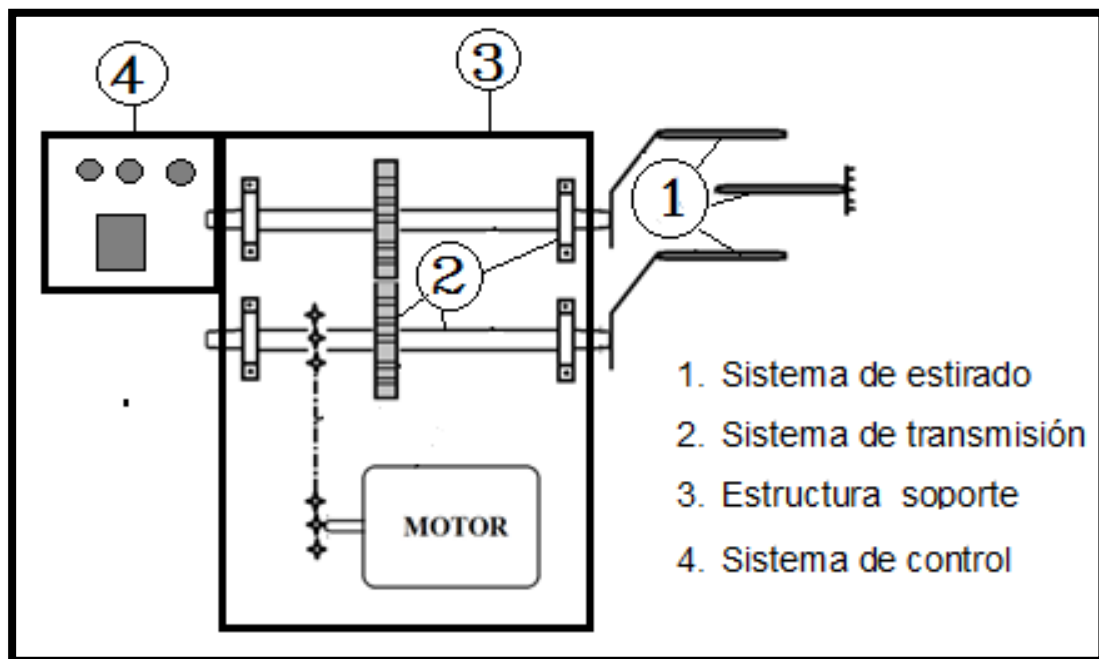


Figura 3.1 Esquema general de la máquina

CAPÍTULO IV

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA MÁQUINA

La máquina estiradora de brazos tipo vertical, consta de un sistema de amasado, que tiene como finalidad simular el trabajo que realizan los artesanos con sus brazos para estirar la melcocha. El sistema cuenta con tres ejes amasadores donde se sitúa la masa de melcocha, un eje fijo y dos ejes acoplados a cada uno de los brazos.

Los brazos giran mediante dos ejes de transmisión (principal y secundario), los que están conectados entre sí a través de engranes rectos de iguales características.

El eje de transmisión principal se conecta a un motor reductor, por medio de una cadena (Piñón Catarina).

Para el diseño de cada uno de los elementos se asegura su funcionalidad y los materiales empleados para la fabricación, deben existir en el mercado nacional, además debe cumplir con todas las especificaciones o requerimientos técnicos para garantizar un buen desempeño.

Para dimensionar la máquina amasadora de melcochas se ha clasificado en los siguientes sistemas:

- ✓ Sistema de estirado.
- ✓ Sistema de transmisión de potencia.
- ✓ Estructura o soporte.
- ✓ Sistema eléctrico.

Los requerimientos para el diseño son los siguientes:

- ✓ La materia prima cocida debe estar entre 30 y 45 ° c, antes de colocarla en la máquina.

- ✓ El sistema de brazos debe ser capaz de extender y estirar la panela derretida y darle la oxigenación necesaria para darle la textura y color requeridos.
- ✓ La máquina debe procesar un peso de masa, máximo de 25 libras.

4.1. SISTEMA DE ESTIRADO

Este sistema extiende y estira la masa, donde cada brazo va a girar de forma excéntrica, plegando varias veces el producto hasta conseguir la consistencia que caracteriza a la melcocha.

El mecanismo que va a estirar la masa previamente enfriada debe cumplir con las siguientes características específicas:

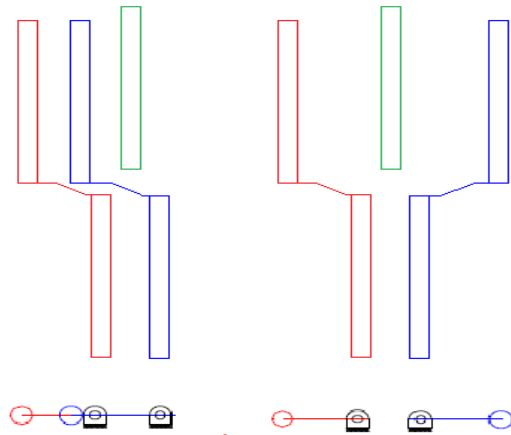
- ✓ No deber tener riesgo para el obrero al colocar la masa en el sistema de estirado.
- ✓ El sistema de estirado debe garantizar la tensión adecuada para que la masa no se derrame.
- ✓ El mecanismo debe extender y estirar sucesivamente la masa a una velocidad constante.
- ✓ El material del sistema debe ser apto para el manejo de alimentos.



Figura 4.1. Sistema de estirado.

La forma consiste en dos brazos excéntricos que trabajan flotantemente ya que no posee recipiente como las amasadoras convencionales, el primer brazo está dispuesto forma que no choque con el otro brazo, cuando giren.

Los brazos interactúan de forma que un brazo gira en forma horaria, mientras que el otro gira de forma anti horaria, esto se logra gracias a la transmisión de movimiento mediante dos engranes rectos.



a. Etapa de contracción

b. Etapa de estiramiento.

Figura 4.2. Disposición final de brazos excéntricos

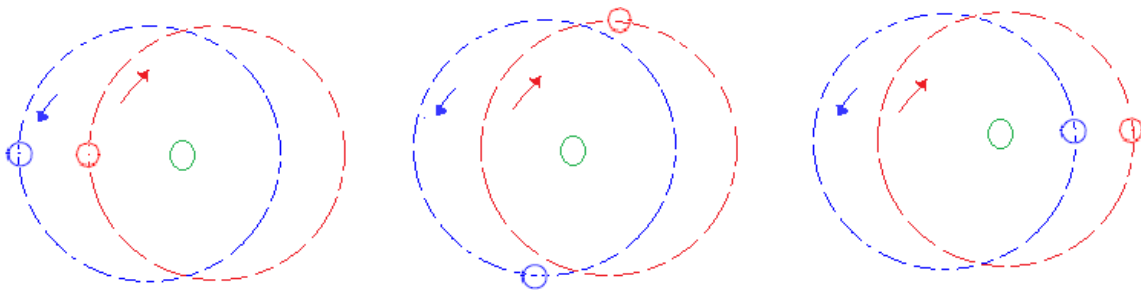


Figura 4.3. Trayectoria de los brazos en un giro completo cada 90°

4.1.1. Longitudes de brazos y ejes excéntricos

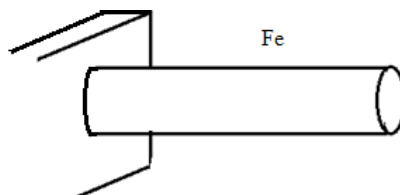


Figura 4.4. Eje de amasado

Las dimensiones de los brazos y ejes excéntricos se definen, tomando en cuenta que la carga máxima de producto de esta máquina es de 25 libras. Para establecer la longitud de los dos elementos se determina el volumen que ocupa la masa.

Se plantea calcular la densidad del producto. El cual se hizo con un peso de 5 kg de melcocha para realizar las mediciones de densidad y volumen. Mediante la ecuación 4.1.

$$\delta = \frac{m}{V} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde ,

δ = densidad, kg/cm^3

m = masa del producto, kg

v = volumen del producto, cm^3

4.1.2. Medición de la densidad del producto

El procedimiento para determinar la densidad del producto se basa en colocar una porción en un recipiente con escala volumétrica con capacidad para 1000 cm^3 y luego tomar el peso del conjunto como se muestra en la figura 4.5.



Figura 4.5. Lectura de peso para cálculo de densidad.

Tabla 4.1.

Datos de medición de densidad del producto.

| Peso | volumen | estado de la masa | densidad |
|---------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1625 g | 1000 cm ³ | Enfriada | 1,625 g/cm ³ |
| 1530 g | 987 cm ³ | Amasado | 1,550 g/cm ³ |

Se aplica la *ecuación 4.1* y se obtiene los datos registrados en la *tabla 4.1*, se escoge el dato de densidad en la fase final del proceso de amasado, que es donde el producto gana más volumen .como se muestra en la *figura 4.5*.

En función a los criterios expuestos se realiza el cálculo del volumen de la masa para una porción de 12 kg aplicando la *ecuación 4.1*. Donde se tiene un $V = 8000 \text{ cm}^3$.

Para determinar las longitudes de brazos y ejes excéntricos. Se emplea la fórmula de volumen de un cilindro, porque al amasar el producto, se forma una envolvente cilíndrica alrededor del eje excéntrico. Por lo que se establece posibles valores en función del volumen .Donde el diámetro del cilindro equivale a medida del brazo y la altura del cilindro será equivalente a longitud de los ejes excéntricos.

$$V_{\text{cilindro}} = \frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} h \quad (\text{Ec. 4.2})$$

donde

V_{cilindro} = volumen del cilindro

\emptyset = diametro del cilindro

h = altura del cilindro

Tabla 4.2.

Medidas de cilindro.

| N° | Longitud L (cm) | Diámetro Ø (cm) |
|-----------|------------------------|------------------------|
| 1 | 20 | 22,55 |
| 2 | 22 | 21,51 |
| 3 | 23 | 20 |
| 4 | 24 | 20 |
| 5 | 25 | 19,9 |
| 6 | 26 | 19,8 |

| | | |
|---|----|------|
| 7 | 28 | 19,5 |
|---|----|------|

Se obtiene los datos representados en la *tabla 4.2*, donde la longitud los ejes es de 28 cm. Y la longitud de los brazos es 20 cm.

Para el diseño de los elementos mecánicos de la máquina, se determina la fuerza necesaria para realizar el estiramiento de la melcocha.

Con un peso de 25 lb (12kg), se realiza pruebas de campo, mediante una balanza romana donde se coloca un gancho, y se realiza en proceso de estirado manual.

Es esta prueba se observa en cada minuto la fuerza de estiramiento que ejerce el producto sobre la balanza, en la *tabla 4.3* se muestra los valores obtenidos desde que la masa es enfriada hasta llegar al punto de melcocha.

Tabla 4.3.

Fuerza de estiramiento

| Tiempo de estirado | Peso kg | Fuerza estiramiento kg | Fuerza en newton (N) |
|-----------------------|---------|------------------------|----------------------|
| Masa Enfriada | 12 | 12 | 117,72 |
| 1 Minuto | 12 | 13 | 127,53 |
| 2 minutos | 12 | 15 | 147,15 |
| 3 minutos | 12 | 18 | 176,58 |
| 4 minutos | 12 | 18 | 176,58 |
| 5 minutos | 12 | 20 | 196,2 |
| 6 minutos | 12 | 20 | 196,2 |
| 7 minutos | 12 | 23 | 225,63 |
| 8 minutos | 12 | 24 | 235,44 |
| 9 minutos | 12 | 23 | 225,63 |
| 10 minutos | 12 | 25 | 245,25 |
| 11 minutos | 12 | 25 | 245,25 |
| 12 minutos | 12 | 25 | 245,25 |
| <i>Valor más alto</i> | | 25 | 245,25 |

4.2. DIAMETRO DE LOS EJES EXCÉNTRICOS

Para calcular el diámetro de cada eje de amasado, se utiliza la carga ejercida sobre el eje, donde tenemos una fuerza de estiramiento (F_e), equivalente a 25 kg. (245,25 N).

4.2.1. Diseño estático

Para el análisis se representa como una viga en voladizo con una carga distribuida.

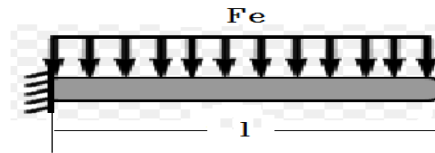


Figura 4.6. Viga en voladizo.

donde:

F_e : Fuerza de estiramiento = 245,25 N

n : Factor de seguridad

l : longitud de los ejes de amasado

$l = 0,28$ m

En el elemento existen un esfuerzo flector y un esfuerzo de corte transversal.

Para el diseño mecánico de los ejes, se realiza el diseño por flexión.

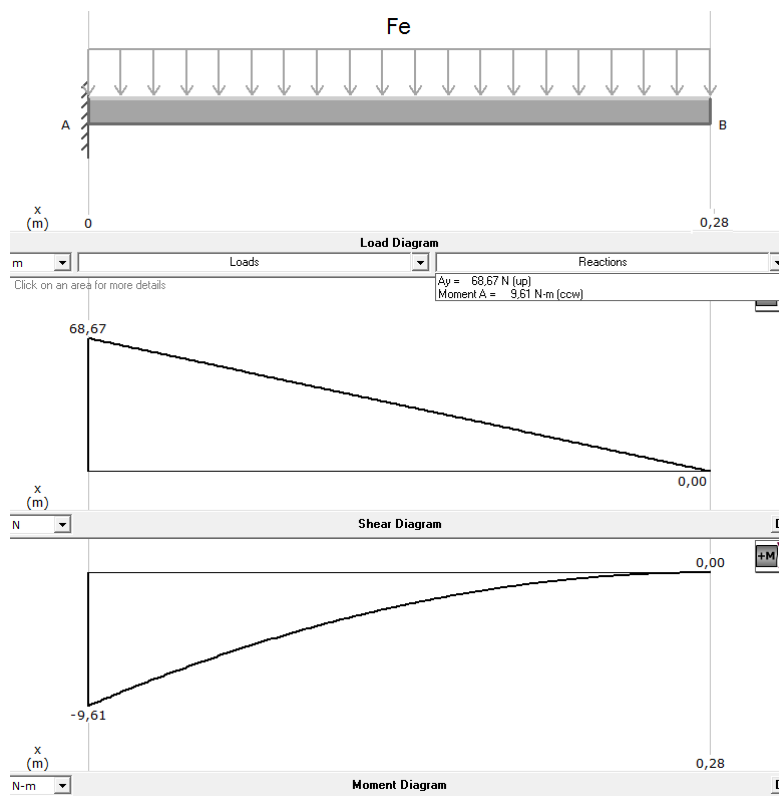


Figura 4.7. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.

$$d = \left[\frac{32n(M)}{\pi S_y} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

d = diámetro del eje excéntrico

M = Momento flector

n = factor de seguridad

S_y = límite de fluencia

Se asume un n = 3

d = 0,0102 m

Se toma una medida de eje accesible en el mercado,

d = 19,05 mm. Estándar comercial.

4.2.2. Análisis dinámico

Para el análisis dinámico del eje se deben determinar los esfuerzos, mediante las fuerzas máximas y mínimas que actúan en el eje fijo.

donde:

Z: Módulo de sección.

$$Z = \frac{I}{c} = \frac{\pi d^3}{32}$$

I: Momento de inercia

c: distancia del eje neutro al extremo de sección

M_f : Momento flector

$$M_f = Fe \frac{l^2}{2}$$

F_{max}: Fuerza máxima de estiramiento = 245,25 N

F_{min}: Fuerza mínima de estiramiento = 117,72 N

σ_{fa} = esfuerzo flector alternativo

σ_{fm} = esfuerzo flector medio

Al existir la fuerza máxima y mínima existen dos momentos flectores máximo y mínimo, cuyos valores se calcula aplicando la *ecuación 4.4*.

$$M_{f1} = \frac{F_{max}l^2}{2} \quad (Ec. 4.4)$$

$$M_{f1} = \text{momento flector máximo} = \frac{F_{max}l^2}{2} = 9,61 \text{ Nm}^2$$

$$M_{f2} = \text{momento flector mínimo} = \frac{F_{min}l^2}{2} = 4,61 \text{ Nm}^2$$

$$M_{fa} = \frac{M_{fmax} - M_{fmin}}{2} = 5 \text{ Nm}$$

$$M_{fm} = \frac{M_{fmax} + M_{fmin}}{2} = 14,22 \text{ Nm}$$

Se aplica la *ecuación 4.5* para determinar los esfuerzos de amplitud y promedio y se utiliza el diámetro comercial.

$$\sigma_f = \frac{M_f}{Z} = \frac{\pi d^3}{32} \quad (Ec. 4.5)$$

$$\sigma_{fa} = \frac{32M_{fa}}{\pi d^3} ; \sigma_{fm} = \frac{32M_{fm}}{\pi d^3}$$

$$\sigma_{fa} = 7,37 \times 10^6 \frac{N}{m} ; \sigma_{fm} = 20,9 \times 10^6 \frac{N}{m}$$

El material seleccionado para la construcción de los ejes fijos y excéntricos es acero inoxidable AISI 304, el cual tiene las siguientes características de resistencia del material. (ANEXO A):

$$S_y = 40 \text{ Kpsi} = 276 \text{ Mpa}$$

$$S_{ut} = 82.4 \text{ Kpsi} = 568 \text{ Mpa}$$

4.2.3. Cálculo del límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

Para el diseño a fatiga se calcula el primer valor de s_e , para esto se necesita calcular los diferentes factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga, se utiliza la *ecuación 4.6*

$$s_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * k_f * S'_e \quad (Ec. 4.6)$$

donde:

K_a = factor de modificación de superficie

K_b = factor de modificación del tamaño

K_c = factor de modificación de la carga

K_d = factor de modificación de la temperatura

K_e = factor de confiabilidad

K_f = factor de modificación de efectos varios

S'_e = límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e = límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso

s_{ut} = resistencia última de tensión

Factor de superficie (ver anexo B)

$$K_a = a * S_{ut}^b \quad (Ec. 4.7)$$

$$K_a = 0,84$$

Factor de tamaño

$$d_e = 0,370(15,8) = 5,106$$

$$k_b = \left(\frac{d}{d_e}\right)^{-0.107} = 1,028 \quad (Ec. 4.8)$$

Factor de carga

$$k_c = 1$$

Factor de temperatura

$$k_d = 1$$

Factor de confiabilidad

$$k_e = 0,98$$

Factor de efectos diversos

$$k_f = 1$$

Para hallar el valor de S'_e se utiliza los datos de ensayos, ver anexo B.

$$S'_e = 0,504S_{ut} = 0,504 * 568 \text{ Mpa}$$

$$S'_e = 286,272 \text{ Mpa}$$

Se calcula el valor de S_e mediante la ecuación 4.6

$$S_e = 247,20$$

Una vez calculado el valor del límite de fatiga se calcula el factor de seguridad, para ello se utiliza la ecuación 4.9 de Soderberg,

$$\frac{\sigma_a}{s_e} + \frac{\sigma_m}{s_{ut}} = \frac{1}{n} \quad (Ec. 4.9)$$

Reemplazando datos se obtiene:

$$\frac{7,37 \times 10^6 \frac{N}{m^2}}{247,20 \times 10^6 \frac{N}{m^2}} + \frac{20,9 \times 10^6 \frac{N}{m^2}}{568 \times 10^6 \frac{N}{m^2}} = \frac{1}{n}$$

Se calcula, n:

$$n = 9,11.$$

Se concluye que el factor de seguridad es alto, por lo tanto, se obtiene el diámetro igual a 19,05mm equivalente $\frac{3}{4}$ de pulgada, medida estándar. El material utilizado para los ejes excéntricos es un acero inoxidable AISI 304.

4.3. DISEÑO MECÁNICO DE LOS BRAZOS

Para este proyecto se tienen dos brazos de una longitud 20 cm, se investiga las medidas estándar de platina de acero inoxidable, accesibles en el mercado nacional. Para el diseño del brazo se utiliza una platina de 50,8 mm de ancho (a), y un espesor (e) de 6 mm. Ver (ANEXO A)

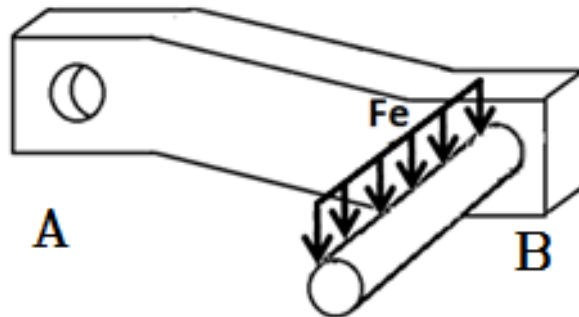


Figura 4.9. Brazo de amasadora.

4.3.1. Diseño estático

Para el análisis de esfuerzo y obtener el diagrama de cortes y momentos se utiliza el software *MDSolids*.

Donde,

$$R_A = \text{Reacción en el punto A} = 68,67 \text{ N}$$

$$M1 = \text{momento flector} = F * l$$

$l = \text{distancia}$

$$M1 = 68,67 * 0,20 \text{ m}$$

$$M1 = 13,73 \text{ Nm}$$

$$T = \text{Torsión} = 9,61 \text{ Nm}$$

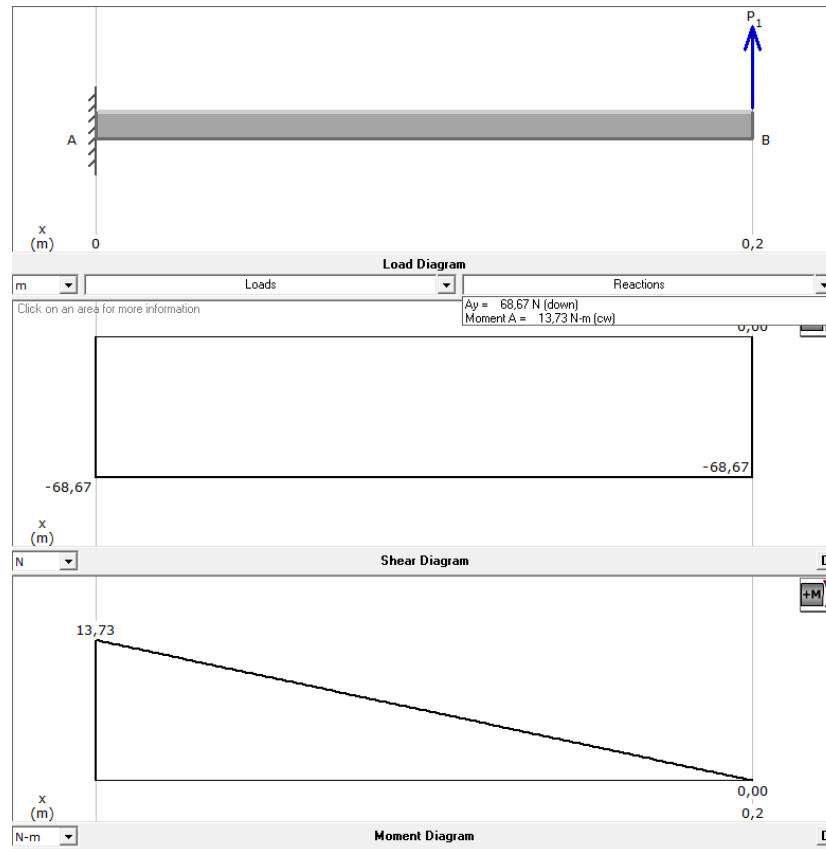


Figura 4.10. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.

Flexión

El momento flector alcanza un máximo valor en el extremo a, equivalente a $M_{fmax} = 13,73 \text{ N}$, entonces el esfuerzo flector de una sección rectangular está dado por la ecuación 4.10.

$$\sigma_{fmax} = \frac{M_f}{Z} \quad (\text{Ec. 4.10})$$

donde:

$$\sigma_{fmax} = \text{esfuerzo flexor máximo, } \frac{N}{m^2}.$$

M_f = Momento flexor máximo, Nm.

Z = Módulo de Sección rectangular

I = Momento de inercia de sección rectangular

c = Distancia del eje neutro hacia el extremo de la sección.

h = la altura o lado largo del brazo, m.

b = grosor o lado corto del brazo, m.

$$\sigma_{fmax} = 5,4 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$$

Torsión

El esfuerzo en torsión está dado por la ecuación 4.11

$$\tau = \frac{T}{\alpha hb^2} \quad (\text{Ec. 4.11})$$

Donde,

α = coeficiente de la relación entre $\frac{h}{b}$, Igual a 0,2905.

$$\tau = \frac{9,61 \text{ Nm}}{0,2905hb^2}$$

$$\tau = 18,40 \times 10^6 \frac{N}{m^2}$$

Se aplica la teoría de esfuerzo cortante máximo para determinar n,

$$(\sigma_{fmax}^2 + 3\tau^2)^{1/2} = \frac{S_y}{n}$$

$$\left((5,4 \times 10^6 \frac{N}{m^2})^2 + 3(18,4 \times 10^6 \frac{N}{m^2})^2 \right)^{1/2} = \frac{250 \text{ Mpa}}{n}$$

$$\left(32,32 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \right) = \frac{250 \text{ Mpa}}{n}$$

$$n = 7$$

4.3.2. Análisis dinámico

Para el análisis dinámico del brazo se determina los esfuerzos, mediante las fuerzas máximas y mínimas que actúan en el sistema.

Dónde:

$$M_{fmax} = 13,73 \text{ Nm} ; M_{fmin} = 6,59 \text{ Nm}$$

$$T_{\max} = 9,61 \text{ Nm} \quad ; \quad T_{\min} = 4,61 \text{ Nm}$$

Calculo de los esfuerzos flectores

A continuación se determina los momentos de amplitud y promedio para obtener los respectivos esfuerzos.

$$M_{fa} = \frac{M_{f\max} - M_{f\min}}{2} ; M_{fm} = \frac{M_{f\max} + M_{f\min}}{2}$$

$$M_{fa} = 3,57 \text{ Nm} ; M_{fm} = 10,16 \text{ Nm}$$

$$\sigma_f = \frac{M_f}{Z} = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$\sigma_{fa} = \frac{M_{fa}}{Z}$$

$$\sigma_{fa} = 1,4 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma_{fm} = 0$$

Se calcula los esfuerzos de torsión

$$\tau_a = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{2} = 2,5 \text{ Nm}$$

$$\tau_m = 0$$

$$\sigma_{\tau a} = \frac{\tau_a}{0,2905hb^2} = 4,78 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma'_a = (\sigma_{fa}^2 + 4\sigma_{\tau a}^2)^{1/2} = 9,6 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma'_m = 0$$

El material seleccionado para el brazo es una platina de acero inoxidable, con las siguientes características. Ver (ANEXO A3)

$$S_y = 40 \text{ Kpsi} = 250 \text{ Mpa}$$

$$S_{ut} = 82.4 \text{ Kpsi} = 550 \text{ Mpa}$$

4.3.3. Cálculo del límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

Factor de superficie

$$K_a = 0.62$$

Factor de tamaño (anexo B)

Donde,

$$de = 0,370\sqrt{(hxb)}$$

$$d = 5,19\text{mm}$$

Según tablas. Ver (ANEXO B),

$$k_b = \left(\frac{d}{7,62}\right)^{-0,107}$$

$$k_b = 1,41$$

Factor de carga

$$k_c = 1$$

Factor de temperatura

$$k_d = 1$$

Factor de efectos diverso

Esta pieza esta soldada a un eje por lo que tiene un agujero con un diámetro de 0,75 pulgadas, por lo que debemos determinar el valor de k_t según gráficas. Ver (ANEXO B)

$$\frac{d}{h} = 3,17$$

$$\frac{d}{w} = 0,63$$

$$k_t = 1,8$$

$q = 1$, será igual a uno ya que la pieza no tiene muesca

$$k_f = 1,8$$

$$K_e = 0,55$$

$$S'_e = 0,504 * 550 \text{ Mpa}$$

$$S'_e = 275 \text{ Mpa}$$

$$S_e = 0,62 * 0,93 * 1 * 1 * 0,55 * 275 \text{ Mpa}$$

$$S_e = 87,21 \text{ Mpa}$$

Una vez calculado el valor del límite de fatiga se utiliza la ecuación de Soderberg.

$$\frac{\sigma'_a}{s_e} + \frac{\sigma'_m}{s_{ut}} = \frac{1}{n}$$

$$\frac{9,6 \times 10^6 \frac{N}{m^2}}{87,21 \times 10^6 \frac{N}{m^2}} = \frac{1}{n}$$

$$n = 9$$

Luego de realizar el análisis de fatiga con una platina de estándar comercial, se tiene como factor de seguridad 9.

4.4. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN

Para seleccionar el motor reductor es necesario establecer la velocidad de rotación a la que gira la máquina así como también el torque necesario para estirar la melcocha.

4.4.1. Velocidad de rotación

La velocidad a la que deben girar los brazos excéntricos, es un parámetro fundamental para que la máquina tenga un correcto funcionamiento.

Para obtener la velocidad a la que debe girar la máquina se realiza mediciones de campo, mediante la ayuda de las personas expertas en la elaboración de melcochas, tomando en cuenta el número de estiradas que realiza un artesano durante un minuto. Se realiza varias pruebas para obtener el valor adecuado como se observa en la *tabla 4.4*.

Tabla 4.4.

Velocidad de rotación

| Operarios | Primera amasada | Amasado final o blanqueado | Promedio |
|---------------------------|-----------------|----------------------------|----------|
| <i>pruebo 1</i> | 13 | 30 | 21.5 |
| <i>prueba 2</i> | 16 | 31 | 23.5 |
| <i>prueba 3</i> | 14 | 28 | 21 |
| Velocidad adecuada | 21 | 30 | |

Se observa que un artesano, en la primera amasada, hace un promedio de 20 estiradas durante un minuto; mientras que en la etapa de blanqueamiento el artesano hace un promedio de 30 estiradas por minuto.

Con los datos adquiridos se obtiene una velocidad promedio de 30 ciclos por minuto, pero por razones comerciales se adopta una velocidad de 60 rpm como máxima velocidad.

4.4.2. Torque necesario para mover los brazos.

Un dato importante es torque necesario para girar el mecanismo completo, es decir, los brazos conectados entre sí a través de dos engranes rectos, los cuales van a girar a la misma velocidad en sentido contrario. Para obtener este dato se utiliza la fuerza estiramiento que equivale a 245.25 N, sumado la masa el peso de la melcocha que equivale a 25 lb. Además la suma se duplicada ya que son dos brazos.

$F_t =$ fuerza total

$$F_t = (f_e + 25\text{lb}) * 2$$

$$F_t = (245,25 \text{ N} + 117,12 \text{ N}) * 2$$

$$F_t = 724,74 \text{ N}$$

Se incrementa la fuerza total a 750N, porque se toma en cuenta el peso de los brazos y los ejes amasadores.

$T = F_t * \text{distancia del brazo}$

$$T = 750 \text{ N} * 0,20 \text{ m}$$

$$T = 150\text{Nm}$$

Potencia necesaria para girar los brazos

$$P = T * \omega \quad (\text{Ec. 4.12})$$

Donde,

$P =$ Potencia eléctrica (kW).

$T =$ Torque (Nm).

$\omega =$ Velocidad angular (rad/seg).

Por lo tanto,

$$P = 150\text{Nm} * 6,28 \text{ rad/seg}$$

$$P = 942 \text{ watts}$$

Se calcula la potencia mecánica que requiere el motor, mediante la ecuación 4.13

$$P_m = \frac{P}{\eta_c} \quad (\text{Ec. 4.13})$$

Dónde,

P_m = Potencia mecánica

η_c = factor de rendimiento de la cadena (98%) (Sección 1.6.2)

$$P_m = \frac{942,48}{0,98}$$

$P_m = 961,74$ watts

Se calcula la potencia eléctrica P_e del motor reductor que esta dada la ecuación 4.21

$$P_e = \frac{P_m}{\eta_m}$$

Asignando el factor de rendimiento del motor como equivalente al 75%, tomado del catálogo del fabricante. (Anexo C1)

Por lo tanto,

$$P_e = \frac{961,74 \text{ watts}}{0,76}$$

$$P_e = 1265 \text{ w} \approx 2HP$$

Para seleccionar el motor debemos determinar el torque necesario, que sea capaz de superar la resistencia producida por la melcocha. Para el diseño de la máquina se selecciona un motor con las características que se ven en la *tabla 4.5*:

Tabla 4.5.

Características del motor reductor

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Marca: | Watt Drive |
| Potencia: | 1.5 KW. |
| Voltaje: | 240V. |
| Amperaje: | 7.8 A. |
| Velocidad motor: | 1650 rpm. |
| Frecuencia: | 60Hz. |
| Reducción | i : 27. |
| Velocidad de salida: | 60 rpm. |
| Rendimiento | M : 75% |

Más información sobre las características técnicas del motor reductor se muestra en el anexo C1

Luego de seleccionar el motor reductor, se define el sistema de transmisión de potencia para los brazos Excéntricos.

Para esto se analiza las ventajas y desventajas que ofrecen los diferentes tipos de transmisiones de potencia citados en *la sección 2.2*, se elige una transmisión de potencia por cadenas, ya que evita que haya resbalamiento y aflojamiento, Así también para transmitir el movimiento que necesitan los brazos se eligió una transmisión por medio de engranes rectos.

4.4.3. Selección de la cadena de rodillos

Para la selección de la cadena se tiene los siguientes datos:

$P = 1265 \text{ Watts.} = 1,70 \text{ HP}$ (Potencia mecánica)

$n = 60 \text{ rpm.}$

Se obtiene la potencia de diseño mediante la expresión:

$$HD = H * KS \quad (\text{Ec. 4.14})$$

Donde KS es el factor de servicio y se obtiene de la siguiente *tabla 4.6*:

Tabla 4.6

Factores de servicio sugeridos KS para transmisiones de potencia.

| FUENTE DE POTENCIA MOTRIZ | | |
|----------------------------|--|---------------------------------|
| CARACTERISTICA DEL IMPULSO | CARACTERISTICA DE MOMENTO TORSIONAL NORMAL | MOMENTO TORSIONAL O NO UNIFORME |
| Uniforme | 1.0 a 1.2 | 1.1 a 1.3 |
| Choque ligero | 1.1 a 1.3 | 1.2 a 1.4 |
| Choque mediano | 1.2 a 1.4 | 1.4 a 1.6 |
| Choque fuerte | 1.3 a 1.5 | 1.5 a 1.8 |

Donde,

$$k_s = 1.1$$

$$HD = 1.70 * 1.1 = 1.87HP$$

Con los datos calculados, en base al catálogo de cadenas, donde el número de la cadena seleccionada es.

Cadena número 50, paso 5/8". Ver anexo C2.

4.4.4. Selección de las catarinas

Como la relación de transmisión es de 1 a 1 el tipo de rueda motriz con la conducida serán del mismo tipo: (13), según catálogo de catarinas ver (ANEXO C3).

Piñón (21). Dientes

Catalina (21). Dientes

4.4.4.1. Catarina y cadena

Para determinar las cargas que se producen por efecto de las cadenas, es necesario determinar la longitud que ocupa dicho elemento, así como el paso diametral de la catarina.

Datos:

N= número de dientes = 21

P = Paso diametral de la cadena 5/8"

C= distancia entre centros=300mm

4.4.5. Longitud de la cadena

$$\frac{L}{p} = \frac{2c}{p} + \frac{N1 + N2}{2} + \frac{(N2 - N1)^2}{4\pi(c/p)}$$

$$\frac{L}{p} = \frac{2 * 300mm}{15.87mm} + \frac{20 + 20}{2} + \frac{(20 - 20)^2}{4\pi(\frac{300}{15} * .87mm)}$$

$$\frac{L}{p} = 57,89 \approx 58 \text{ eslabones}$$

$$L = 917,5 \text{ mm}$$

Para determinar el diámetro de paso D_p del piñón se utiliza la ecuación 4.15.

$$D_p = \frac{p}{\text{sen}\left(\frac{180^\circ}{N}\right)} \quad \text{Ec. 4.15}$$

$$D_p = \frac{15,87 \text{ mm}}{\text{sen}\left(\frac{180^\circ}{20}\right)} = 101,45 \text{ mm}$$

Para la velocidad de Desplazamiento se utiliza la ecuación donde n es la velocidad angular del motor reductor.

$$V = \frac{Npn}{12}$$

$$V = \frac{20 * 15,87 \text{ mm} * 60 \text{ rpm}}{12}$$

$$V = 15,87 \text{ mm/min}$$

Cuando se transmiten potencias por medio de cadenas, se producen cargas tangenciales en las ruedas dentadas, las cuales se pueden calcular mediante la siguiente ecuación

$$K_t = \frac{19,1 \times 10^6 * H}{D_p * n}$$

Donde,

K_t = carga tangencial de la rueda dentada o cadena, N

H = Potencia transmitida, kW

D_p = Diámetro de paso de la rueda dentada o polea, mm

$$K_t = \frac{19,1 \times 10^6 * 1,3 \text{ Kw}}{101,45 \text{ mm} * 60 \text{ rpm}}$$

$$K_t = 4070,18 \text{ N}$$

Cuando se realiza transmisión de potencia con cadenas, la ecuación puede ser utilizada si se toman en cuenta las cargas de choque y las vibraciones.

$$K_r = fb * K_t$$

Donde,

K_r : Carga radial de la rueda, N

F_b : Factor de cadena según tabla = 1.2

Tabla 4.7.

Factor de cadena.

| factor de correa o cadena | f_b |
|----------------------------------|---------|
| Cadena(sencilla) | 1.2-1.5 |
| Correa en V | 1.5-2.0 |
| Correa de tiempo | 1.1-1.3 |
| Correa Plana (con polea tensora) | 2.5-3.0 |
| Correa plana | 3.0-4.0 |

$$K_r = 4895,016$$

4.4.6. Selección de engranes rectos

Datos

Potencia = 2 HP

$N = 36$ dientes

$n = 60$ rpm

Paso = 7 dientes/in

Paso diametral

$$p = \frac{N}{d}$$

Donde,

$p =$ paso diametral(dientes/in)

N = número de dientes

p = diametro de paso (in)

$$p = \frac{36 \text{ dientes}}{7 \text{ dientes /in}}$$

$$p = 5,14 \text{ in}$$

La distancia entre centros va ser igual a la suma de los radios de los engranes, y como para este caso los engranes rectos son de la misma longitud, se tiene como longitud el mismo diámetro.

Donde,

$$L = \text{distancia entre centros} = 130\text{mm}$$

Modulo

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

$$m = 0.36$$

Para determinar las fuerzas que se ejercen en los engranajes rectos se utiliza la siguiente ecuación

$$T = F * r$$

Donde,

T = Torque o par, Nm.

F = Fuerza, N.

r = radio del engrane, m.

$$F = 2307.69\text{N}$$

Mediante trigonometría encontramos las fuerzas que actúan en los planos x y y .

$$F_y = F * \cos \phi = 2232,15 \text{ N}$$

$$F_x = F * \text{Sen } \emptyset = 585,59 \text{ N}$$

Donde,

$$\emptyset = \text{ángulo de los dientes} = 14,7^\circ$$

4.5. DISEÑO DEL EJE DE TRANSMISIÓN

Par el diseño del eje es necesario determinar las fuerzas producidas por la cadena, los engranes rectos, y las fuerza de estiramiento que se produce en los demás elementos previamente diseñados.

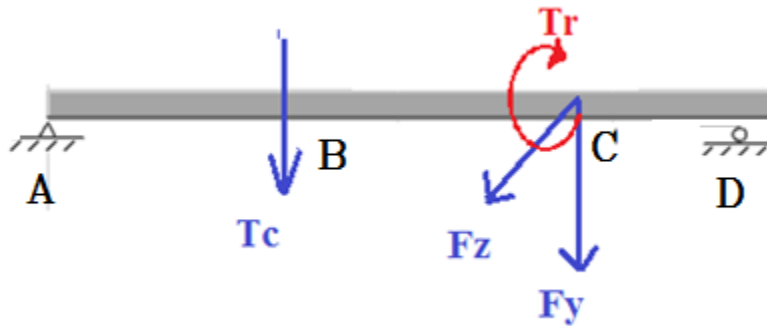


Figura 4.11. Eje de transmisión de potencia

Donde,

$$F_y = \text{fuerza componente en el engraje en el plano XY} = 2232,15 \text{ N}$$

$$F_z = \text{fuerza componente en el engraje en el plano XZ} = 585,59 \text{ N}$$

$$T_r = \text{torque producido por la fuerza de estiramiento} = 150 \text{ Nm}$$

$$T_c = \text{tensión en la catarina} = 4895,016 \text{ N}$$

4.5.1. Diseño estático

El eje se analiza en los dos planos, tanto en el plano XY como en el plano XZ, donde actúan las diferentes cargas.

Se determina el momento flector máximo mediante el análisis de fuerzas cortantes, este se encuentra en el punto c.

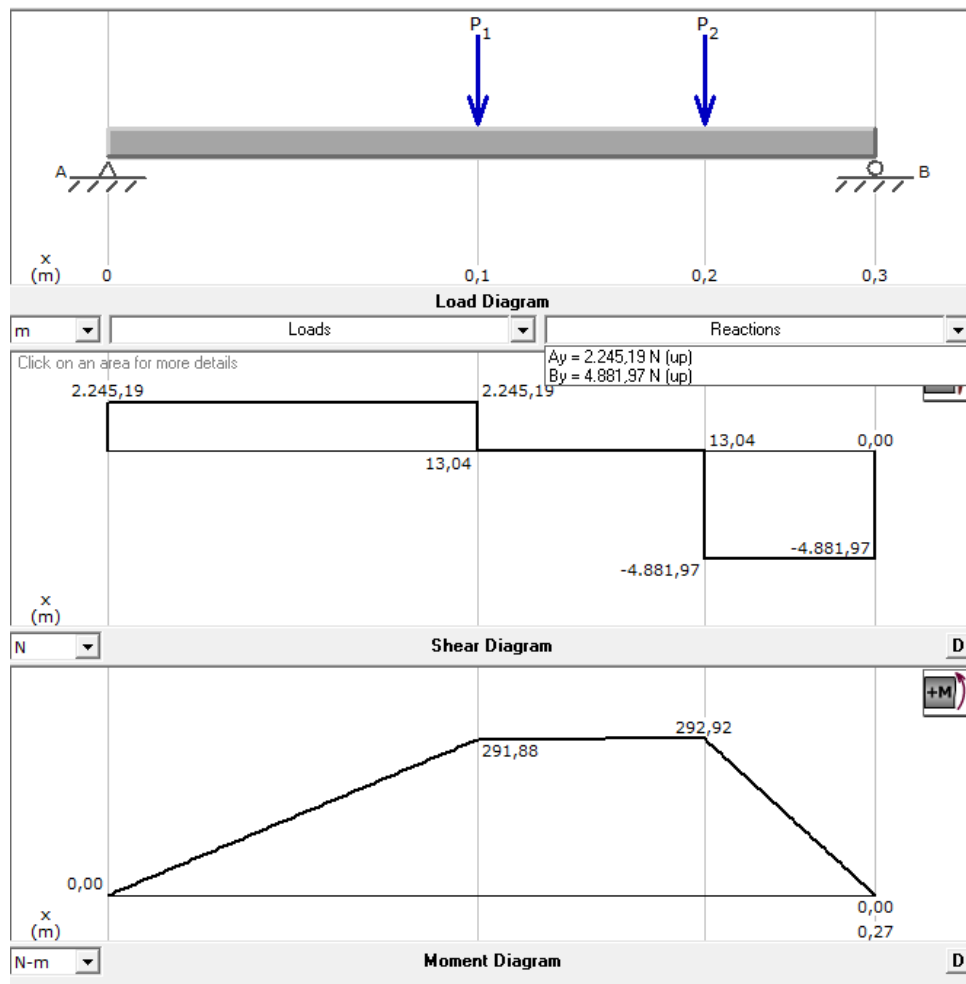


Figura 4.12. Diagrama de cortes y momento plano xy.

Donde,

R_{AY} = reacción en el apoyo A = 2245 N

R_{DY} = reacción en el apoyo D = 4481 N

M_1 = 291,88 Nm

M_2 = 292,95 Nm

M_{fmaxXY} = 292,95 Nm

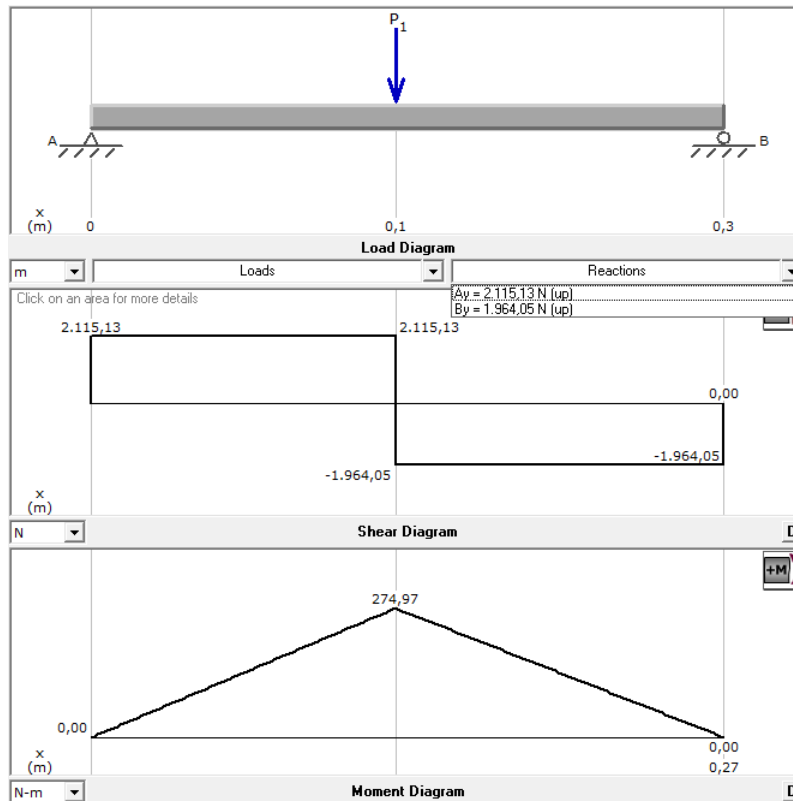


Figura 4.13. Diagrama de cortes y momento Plano XZ.

Donde,

R_{AZ} = reacción en el apoyo A = 2115 N

R_{DZ} = reacción en el apoyo D = 1964 N

$M_3 = 274,97 \text{ Nm}$

En este plano existe un solo momento, por lo tanto es el momento flector máximo.

$M_{fmaxXZ} = 274,97 \text{ Nm}$

Luego de determinar los momentos flectores máximos en los dos planos, se calcula el momento flector máximo resultante.

$$M_{fmax} = \sqrt{M_{fmaxXY}^2 + M_{fmaxXZ}^2}$$

$M_{fre} = 401,76 \text{ Nm}$

Como el eje está sometido a flexión y torsión se utiliza la ecuación de la teoría de la energía de distorsión

$$d = \left[\frac{32n(M^2 + T^2)^{1/2}}{\pi S_y} \right]^{1/3}$$

$$d = \left[\frac{32 * 2((401,76 \text{ Nm})^2 + (150 \text{ Nm}^2)^{1/2})}{\pi(393 \text{ Mpa})} \right]^{1/3}$$

$$d = 0,0285 \text{ m}$$

4.5.2. Análisis dinámico

Flexión alternante

Para el diseño dinámico del eje se deben determinar los esfuerzos, mediante las fuerzas máximas y mínimas que actúan en el sistema.

$$\sigma_f = \frac{32 Mf}{\pi * d^3}$$

$$Z = \frac{I}{c} = \frac{\pi d^3}{32}$$

Dónde:

Z = Módulo de sección.

I = Momento de inercia

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

c = Distancia del eje neutro al extremo de sección

$$c = \frac{d}{2}$$

$$\sigma_f = \frac{32 (401,76 \text{ Nm})}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_{fa} = \frac{4092,29 \text{ Nm}}{d^3}$$

$$\sigma_{fa} = 0$$

Torsión continúa

Se establecen las ecuaciones de los esfuerzos de amplitud y de esfuerzo medio tanto para torsión, con las que se determina los esfuerzos equivalentes en función del diámetro.

$$\sigma_\tau = \frac{T \cdot r}{J}$$

Donde,

σ_τ = esfuerzo torsor

r = radio del eje = $\frac{d}{2}$

J = momento polar de inercia = $32/\pi d^4$

$$\sigma_\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Se obtiene los esfuerzos flectores alternativos

$$\sigma_{fa} = \sqrt{\frac{32 M f a}{\pi * d^3} + 3\left(\frac{16T}{\pi d^3}\right)}$$

$$\sigma_{fm} = 0$$

4.5.3. Cálculo del límite de resistencia a la fatiga del elemento mecánico

Los ejes de transmisión serán diseñados en Acero SAE 1020 CD (Recocido en caliente). Ver (ANEXO A4). El cual tiene las siguientes características:

$$S_y = 393 \text{ Mpa}$$

$$S_{ut} = 468 \text{ Mpa}$$

Para el diseño a fatiga se calcula s_e , para esto se calcula los diferentes factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga.

$$s_e = k_a * k_b * k_c * k_d * k_e * S'_e$$

Factor de superficie

$$K_a = 57,751 \text{ Mpa} * 469 \text{ Mpa}^{-0,107}$$

$$K_a = 0,69$$

Factor de tamaño

$$k_b = \left(\frac{d}{7,62}\right)^{-0,107}$$

$$k_b = \left(\frac{25,4 \text{ mm}}{7,62}\right)^{-0,107}$$

$$k_b = 0,87$$

Factor de carga

$$k_c=1$$

Factor de temperatura

$$k_d=1$$

Factor de efectos diverso

$$k_e = \frac{1}{k_f}$$

$$K_e = 0,71$$

$$S'_e = 0,504S_{ut}$$

$$S'_e = 0,504 * 469 \text{ Mpa}$$

$$S'_e = 234,5 \text{ Mpa}$$

$$S_e = 0,69 * 0,87 * 1 * 1 * 0,71 * 393,5 \text{ Mpa}$$

$$S_e = 99,95 \text{ Mpa}$$

Se aplica la teoría de falla:

$$\frac{\sigma_a}{s_e} + \frac{\sigma_m}{s_{ut}} = \frac{1}{n}$$

Se asume un $n=2$

Se despeja d , y se obtiene el diámetro ideal,

$$d = 0,0318 \text{ m} \approx 1 \frac{1}{4} \text{ in.}$$

4.6. Selección de chumaceras

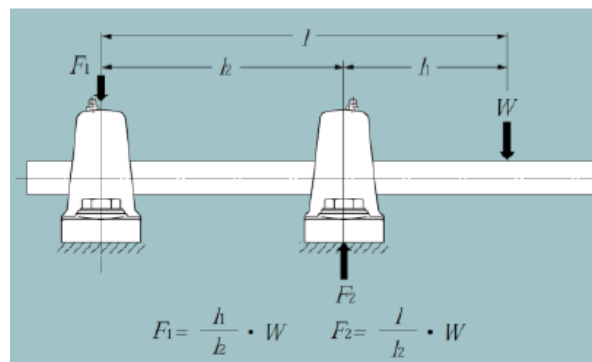


Figura 4.14. Distancia entre chumaceras

Para determinar las reacciones se aplica las ecuaciones que muestra en la *figura 4.14.*

$$F1 = \frac{l1}{l2} * w \quad (Ec. 4.16)$$

$$F2 = \frac{l}{l2} * w$$

Donde,

w = Fuerza Puntual en el extremo = 245.25N

F1 = Fuerza de reaccion en la chumacera 1, N

F1 = Fuerza de reaccion en la chumacera 2 , N

l = distancia entre centros de chumacera 1 al punto de fuerza = 240mm

l₁ = distancia de entre la chumacera 2 y el punto de fuerza = 40mm

l₂ = distancia de entre la chumacera 1 y la chumacera 2 = 20mm

De acuerdo a los datos del diseño del sistema de amasado se tiene los siguientes valores:

$$F1 = 49,05N$$

$$F2 = 294,3N$$

$$Po = 0,6F_r + 0,5F_a$$

Donde,

Po Carga estática equivalente, N

Fr Carga Radial, N

Fa Carga axial, N

Como se dijo anteriormente la carga axial es despreciable por lo que para realizar los cálculos se toma como carga equivalente la reacción de mayor valor en los apoyos del eje.

Para efectos de cálculo se toma el valor que es de 294,3 N.

Por lo que se tiene:

$$F_r = F_B = 294,3 N$$

Remplazando estos valores en la ecuación 4.5 se tiene:

Esta es una chumacera de tipo relubricable de la marca NTN con designación UCP206-104D1 y rodamiento número UC206-104D1 ver características en

(ANEXO C4), este modelo es conveniente para el propósito que se persigue en este diseño por su costo y funcionalidad.

So: Factor de seguridad.

Co: Capacidad básica de carga estática, N (rodamientos radiales: Cor, rodamientos axiales: Coa).

Po: Carga equivalente estática, N (radial: Por, axial: Poa).

Para hallar el valor del factor de seguridad se toma en cuenta la *tabla 4.8*

Tabla 4.8

Condiciones de operación.

| Condiciones de operación | Rodamientos de bolas | Rodamientos de rodillos |
|--|----------------------|-------------------------|
| Requerimiento de alta precisión rotacional | 2 | 3 |
| Requerimiento de precisión rotacional normal (Aplicación universal) | 1 | 1.5 |
| Permite ligero deterioro de la precisión rotacional (Baja velocidad, altas cargas, etc.) | 0.5 | 1 |

$$S_o = 0,5$$

Análisis estático:

$$Si \frac{F_a}{F_r} \leq 0.8$$

$$P_o = F_r = 294,3N$$

Aplicando la ecuación

$$C_o = 0.5 * 294,3N = 147,15$$

Análisis dinámico

$$P = X * F_r + Y * F_a$$

$$f_s = 0,5 \quad \text{factor de servicio}$$

$$f_h = 0,487 \quad \text{factor de vida}$$

$$f_v = 0,974 \quad \text{factor de velocidad (60rpm)}$$

$$f_t = 1 \quad \text{factor de temperatura}$$

$$f_c = 0,62 \quad \text{factor de confiabilidad (95\%)}$$

$$P = F_a + F_r = 294.3\text{N}$$

$$c = p * \frac{f_h}{f_n * f_t * f_c}$$

$$c = 294,3\text{N} * \frac{0.5}{0.974 * 1 * 0.62} = 243.7\text{N}$$

El valor de c es muy bajo en relación a la carga mínima que soporta una chumacera para un diámetro de una pulgada un cuarto, por lo tanto, se basa la selección en función al diámetro del eje.

Entonces se selecciona una chumacera NTN de las siguientes características, obtenidas del catálogo de chumaceras NTN (anexo c)

Tabla 4.9.

Características del rodamiento.

| Bolt size | Max. load recommended | Bearing number | Basic load ratings | | Mass of unit |
|-----------|-----------------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | | | dynamic C_r | static C_{or} | |
| M10 | 14700 | UC206D1 | 14000 | 7850 | 6,5 |

4.7. Dimensionamiento de las chavetas

Las chavetas son elementos mecánicos de sección rectangular, utilizadas para sujetar dos piezas evitando el deslizamiento de una pieza sobre la otra. En función del diámetro del eje, el ancho o espesor chaveta es nominalmente un cuarto del diámetro del eje.

4.7.1. Falla por compresión

Se procede a determinar la longitud de la chaveta, para ello se utiliza la siguiente fórmula

$$L = \frac{4T}{S_c * b * D}$$

Dónde:

T: Momento torsor ejercido por el motor en Kg.cm

D: Diámetro del eje en cm

b: Base de la chaveta en cm

Para hallar el valor de S_c se aplica la siguiente fórmula

$$S_c = \frac{S_Y}{n}$$

Donde,

S_Y = resistencia última a la tensión,

n = coeficiente de cargas según ecuación:

$$n = \begin{cases} 1,5 & \text{cargas uniformes} \\ 2 \text{ a } 2,25 & \text{cargas de choques ligeros} \\ 4,5 & \text{cargas de choques severas} \end{cases}$$

$$n = 2.25$$

Aplicando los datos en las fórmulas previamente expuestas y se obtiene las dimensiones de las chavetas para los engranes y las catarinas.

Tabla 4.10.

Dimensiones de las chavetas

| Elemento | Diámetro (cm) | Torque (Nm) | Sección $t = b(\text{cm})$ | Cizalla dura $L(\text{cm})$ | Compresión $L(\text{cm})$ |
|---------------------|------------------|----------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Ejes de transmisión | 3.16 | 150 | 0.79 | 0.66 | 0.66 |
| Engranes | 3.75 | 150 | 0.64 | 0.78 | 1.01 |
| Catarina | 3.75 | 150 | 0.64 | 0.76 | 1.01 |

4.8. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA

Para diseñar estructura de la máquina se tendrá en cuenta una carga distribuida con el peso de los elementos, que es de 100kg (981 N). Como se muestra en la *figura 4.16* Se emplea un ángulo 40x40x3 mm, A-36 que son elementos estructurales fabricados por procesos de laminación en caliente

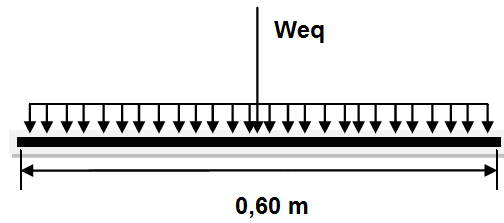


Figura 4.16. Cargas que actúan en la estructura

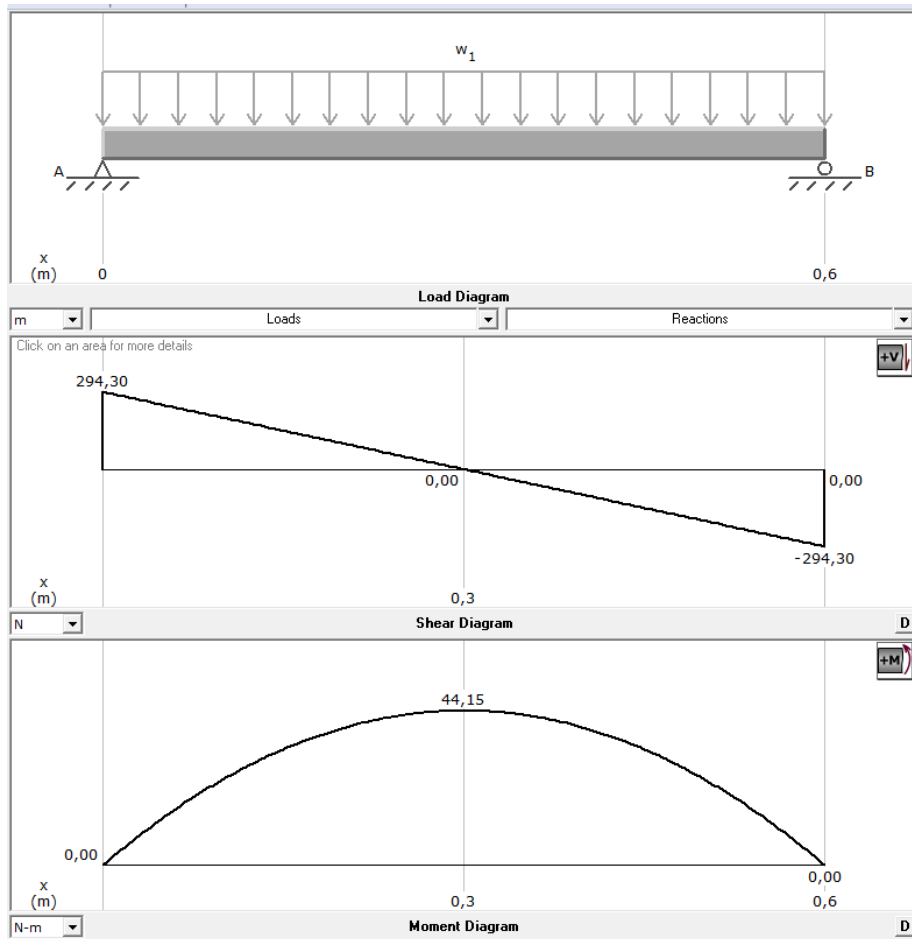


Figura 4.17. Diagrama de cortes y momentos

Donde.

Weq = carga distribuida

M = Momento flector = 44.15 Nm

n = factor de seguridad

Sy = límite de fluencia (Ver anexo. A4)

$A = \text{Área} = 3,08 \text{ cm}^2$ (Ver anexo. A4)

$I = \text{Inercia} = 4,48 \text{ cm}^4$ (ver anexo. A4)

$W = \text{Inercia angular} = 2,83 \text{ cm}^3$ (ver anexo. A4)

$C = \text{Radio de giro} = 1,21 \text{ cm}$

$$\sigma_{\max} = \text{esfuerzo máximo} = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma_a = \sigma_m = \frac{\sigma_{\max}}{2}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sigma_{\text{eqm}} = \sigma_{\text{eqa}} = \sqrt{\sigma_a^2 + 3}$$

Factor de superficie

$$K_a = 0.84$$

Factor de tamaño

$$k_b = 0,85$$

Factor de carga

$$k_c = 1$$

Factor de temperatura

$$k_d = 1$$

Factor de confiabilidad

$$k_e = 0,98$$

Factor de efectos diversos

$$k_f = 1$$

Para hallar el valor de S'_e

$$S'_e = 0,504 S_{ut} = 0,504 * 410 \text{ Mpa}$$

$$S'_e = 205 \text{ Mpa}$$

$$S_e = 148 \text{ Mpa}$$

Se obtiene el factor de seguridad

$$\frac{\sigma_a}{s_e} + \frac{\sigma_m}{s_{ut}} = \frac{1}{n}$$

$$n = 3,11.$$

CAPÍTULO V

SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO ON/OFF

La máquina está compuesta por un motor trifásico a 220v, el cual es activado a través de un variador de frecuencia, que permite controlar la velocidad del motor. El operador puede manipular la velocidad y el encendido de la máquina mediante controles externos .

Entre los elementos para el control y protección de la máquina estiradora de melcochas es necesario lo siguiente:

- Interruptor termo magnético
- Guarda motor.
- Variador de velocidad por frecuencia.
- Selector de encendido y apagado.
- Pilotos de energización.
- Perilla de regulación de velocidad.
- Paro de emergencia

Para seleccionar adecuadamente los elementos para el control de la máquina es necesario conocer los siguientes parámetros:

Tabla 5.1.

[17]

Parámetros de selección de sistema de control

| | |
|---|--|
| El Tipo de servicio eléctrico | Voltaje y frecuencia, una o tres fases, Limitaciones de la corriente. |
| El tipo o tamaño del motor | Potencia y velocidad nominal; corriente. |
| Funcionamiento: ciclo de trabajo | una sola velocidad, velocidad variable, en una sola dirección o reversible |
| Ambiente | Temperatura, humedad, polvo, etc. Limitaciones de espacio |
| Costo | Por disponibilidad, importación |

5.1. SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Tomando en consideración los parámetros expuestos en la *tabla 5.1*, se selecciona un variador de frecuencia *Weg-CFW10* (100073T2024S0CPZ), como se observa en la *figura 5.1*. Este dispositivo cumple con los requerimientos técnicos necesarios para el control del motor reductor, como puede ver en la *tabla 5.2*. Ver anexo D



Figura 5.1. Convertidor de frecuencia CFW10

5.1.1. Datos técnicos variador de frecuencia

Variaciones de red permitidas:

- Tensión: 15%, +10% (con pérdida de potencia en el motor);
- Frecuencia: 50/60 Hz (+- 2Hz);
- Sobretensiones Categoría III(EN 61010/UL 508C)

Tabla 5.2.

[18]

Datos Técnicos Variador de frecuencia

| VARIADOR DE FRECUENCIA WEG CFW-10 | |
|--|--------------------|
| MODELO: Corriente(A)/Tensión(V) | 7.3/200-240 |
| Corriente nominal de Salida(A) | 7.3 |
| Corriente de salida máxima(A) | 11.0 |
| Fuente de alimentación | Monofásica |
| Corriente Nominal de entrada (A) | 16.0 |
| Motor Máximo (cv) | 2HP/1.5kW |
| Potencia (kva) | 2.8 |
| Voltaje de Salida | Trifásica |

5.2. CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA [18]

Para realizar la conexión externa de contactos y selectores, es importante configurar los parámetros de programación en el variador de frecuencia, a continuación se detalla los parámetros configurados para este proyecto.

5.2.1. Entrada analógica

Para configurar las entradas analógicas, se utiliza los parámetros de *selección de referencia*.

P221: Situación local .

Rango de valor = 1.

P222: Situación remota .

Rango de valor = 1.

Define la fuente de referencia de velocidad.

5.2.2. Variación de velocidad

Para configurar la variación de velocidad mediante un potenciómetro externo se configura el parámetro 235.

P235: Señal de la entrada analógica AI1.

Rango de valor = 1 (4 a 20) mA.

5.2.3. Entradas digitales

Para controlar el motor reductor, es necesario utilizar las entradas digitales del variador de frecuencia, para este proyecto se utiliza la opción de **gira-para** en una de la entradas digitales. Por lo tanto se configura los parámetros P263, P264, P265, P266.

P263: Funcion de la entrada digital .

Rango de valor = 4.

Una vez configurados los parámetros expuestos en la sección 5.1.1, se procede a la conexión eléctrica del motor reductor y tablero de control.

5.3. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR ELÉCTRICO [19]

Es importante determinar la potencia del circuito, la cual se calcula mediante la *ecuación 5.1*

$$P = V * I \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Donde,

P = potencia , watts

v = tensión 220 V

I = corriente Amp.

Mediante la ecuación 4. Se calcula la corriente:

$$I = 7.27 A$$

Cuando circula una corriente eléctrica a través de los conductores, se producen una caída de tensión, determinada por la *ecuación 5.2*.

$$V_p = I * R_c \quad (\text{Ec. 5.2})$$

Donde,

V_p = Voltage de perdida, en V

I = Corriente de carga, A

R_c = resistencia de los conductores = $0.018(\text{ohm} * \frac{\text{mm}^2}{\text{m}})$

La resistencia que presenta un conductor eléctrico está dada por la *ecuación 5.3*:

$$R_c = \frac{2 * \rho * l}{A}, \text{Ohm} \quad (\text{Ec. 5.3})$$

Donde,

l = longitud del conductor = 3m

A = Sección circular del conductor = 3.3mm²

Reemplazando los datos en la *ecuación 5.3*. Se obtiene la resistencia del conductor.

$$R_c = \frac{2 * 0.018 * 3}{3.3}, \text{ Ohm}$$

$$R_c = 3.6, \text{ Ohm}$$

Para obtener el voltaje de pérdida se reemplaza los datos en la *ecuación 5.2*.

$$V_p = 0.006, \text{ v}$$

El voltaje de pérdida debido a la resistencia del conductor es un valor despreciable y la expresión para determinar la sección del conductor en función del voltaje de pérdida, se determina mediante la ecuación

$$A = \frac{2 * p * l}{V_p} * I, \text{ mm}^2 \quad (\text{Ec. 5.4})$$

Las exigencias con respecto al voltaje de pérdida establecen que la pérdida de tensión en la línea no debe exceder a un 3% tensión nominal de la fase, siempre y cuando la pérdida de voltaje en el punto más desfavorable no exceda el 5% de la tensión nominal. La relación porcentual del voltaje de pérdida no supera el ni el 1% de la tensión nominal, reemplazando valores en la *ecuación 5.4*, el diámetro del conductor:

$$A = \frac{2 * 0,018 * 3}{0,064} * 7.2 \text{ mm}^2$$

$$A = 12 \text{ mm}^2$$

Para encontrar el diámetro se utiliza la siguiente *ecuación 5.5*.

$$D = 2 * \sqrt{\frac{12}{\pi}} \text{ mm} \quad (\text{Ec. 5.5})$$

De donde se determina que el diámetro del conductor es

$$D = 3.90 \text{ mm}$$

El conductor seleccionado es el conductor unipolar AWG 12 ver anexo, este cable reúne las condiciones necesarias para el diseño de la máquina. El diagrama de conexiones se detalla específicamente en el plano eléctrico. Ver (ANEXO G).

CAPÍTULO VI

CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

6.1. CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA

Para la construcción de la máquina estiradora de melcochas es necesario establecer las máquinas herramientas a utilizar, las cuales permiten que la construcción se realice de forma correcta y confiable.

6.1.1. Máquinas y herramientas

Son un conjunto de mecanismos destinados para realizar un trabajo específico. En la tabla 6.1 se detalla las máquinas y herramientas que se utiliza en la construcción y montaje de la máquina estiradora de melcochas.

Tabla 6.1.

Máquinas Herramientas

| Máquinas | Herramientas |
|---------------------|---------------------------|
| Amoladora | Juego de llaves |
| Compresor | Juego de hexágonos |
| Taladro | Flexómetro |
| Torno | Juego de destornilladores |
| Pulidora | Prensas |
| Soldadora eléctrica | Playo de presión |
| Multímetro | Martillo |
| Sierra eléctrica | Brocas |

6.2. PROCESO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA

Una vez que los elementos mecánicos que constituyen la máquina amasadora de melcocha han sido construidos en base a los diseños realizados y a los procedimientos tecnológicos planteados, así como también los elementos seleccionados hayan sido adquiridos, se procede a las operaciones de acoplado de las partes, para formar el conjunto de los mecanismos con los que se encuentra constituido la máquina.

El proceso de construcción de los diferentes elementos de la máquina se describe mediante la siguiente *tabla 6.2*:

Tabla 6.2.

Proceso de fabricación estructura

| SISTEMA | ELEMENTO | N° | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|-----------------------------|----------------------|----|------------------------|
| Estructura principal | Estructura | 1 | Trazado |
| | | 2 | Corte |
| | | 3 | Soldadura |
| | | 4 | Pulido |
| | | 5 | Soldadura |
| | | 6 | Pintura |
| | Carcasa | 7 | Trazado |
| | | 8 | Corte(cizalla) |
| | | 9 | Pulido |
| | Mallas de protección | 10 | Pintura |
| | | 11 | Trazado |
| | | 12 | Corte |
| | | 13 | Soldadura |
| | | 14 | Pulido |
| | | 15 | Pintura |

Tabla 6.3.

Proceso de fabricación sistema de transmisión

| SISTEMA | ELEMENTO | N° | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|-------------------------------|---------------------|------------|------------------------|
| Sistema de transmisión | Base moto reductor | 16 | Trazado |
| | | 17 | Corte |
| | | 18 | Soldadura |
| | | 19 | Taladrado |
| | Moto reductor | 20 | Selección |
| | | 21 | Colocación |
| | Cadena | 22 | Selección |
| | | 23 | Medición |
| | | 24 | Colocación |
| | Ejes de transmisión | 25 | Corte |
| | | 26 | Torneado |
| | | 27 | Hacer chavetas |
| | Engranajes rectos | 28 | Medición |
| | | 29 | Selección |
| 30 | | colocación | |

Tabla 6.4.

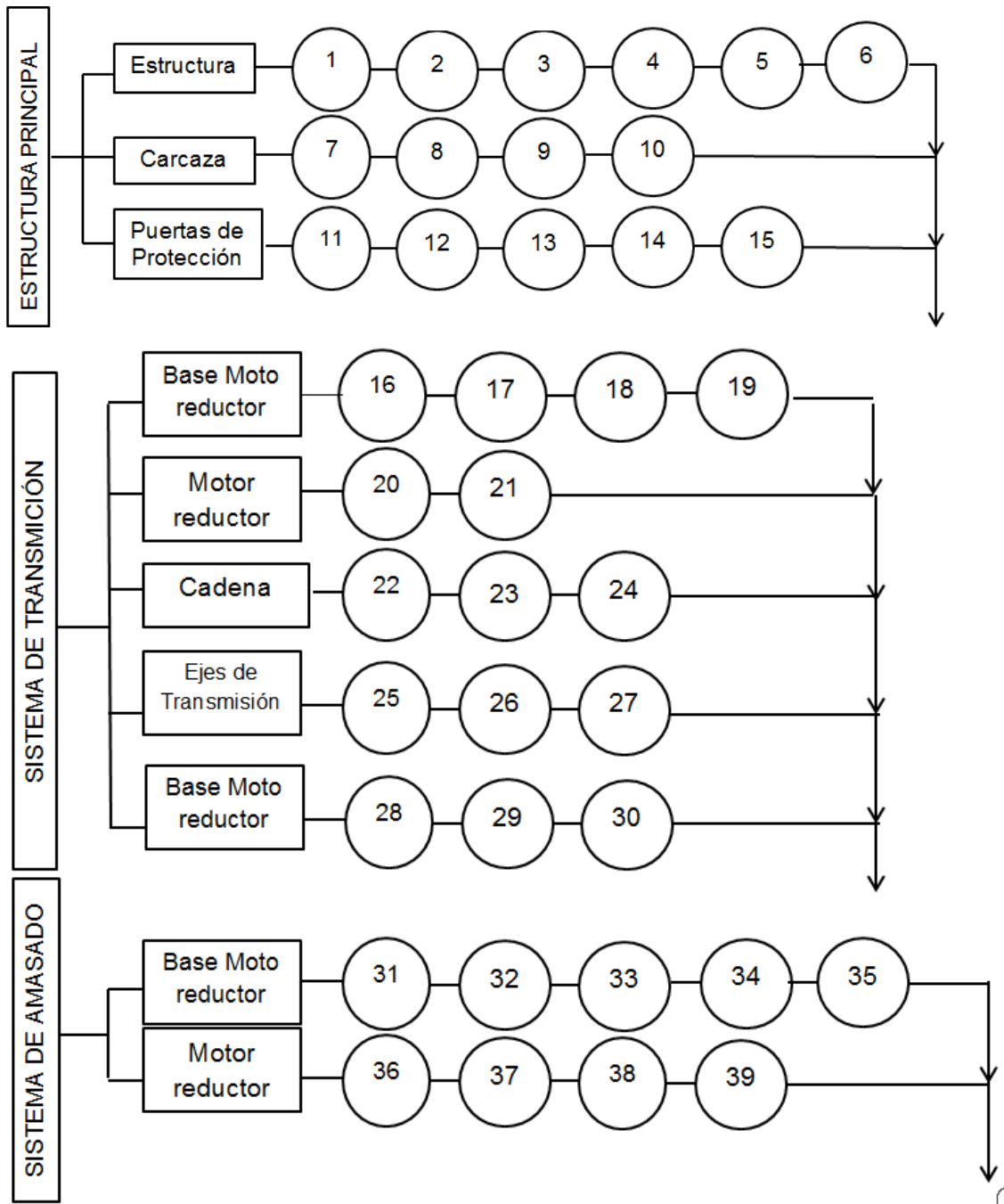
Proceso de fabricación sistema de amasado

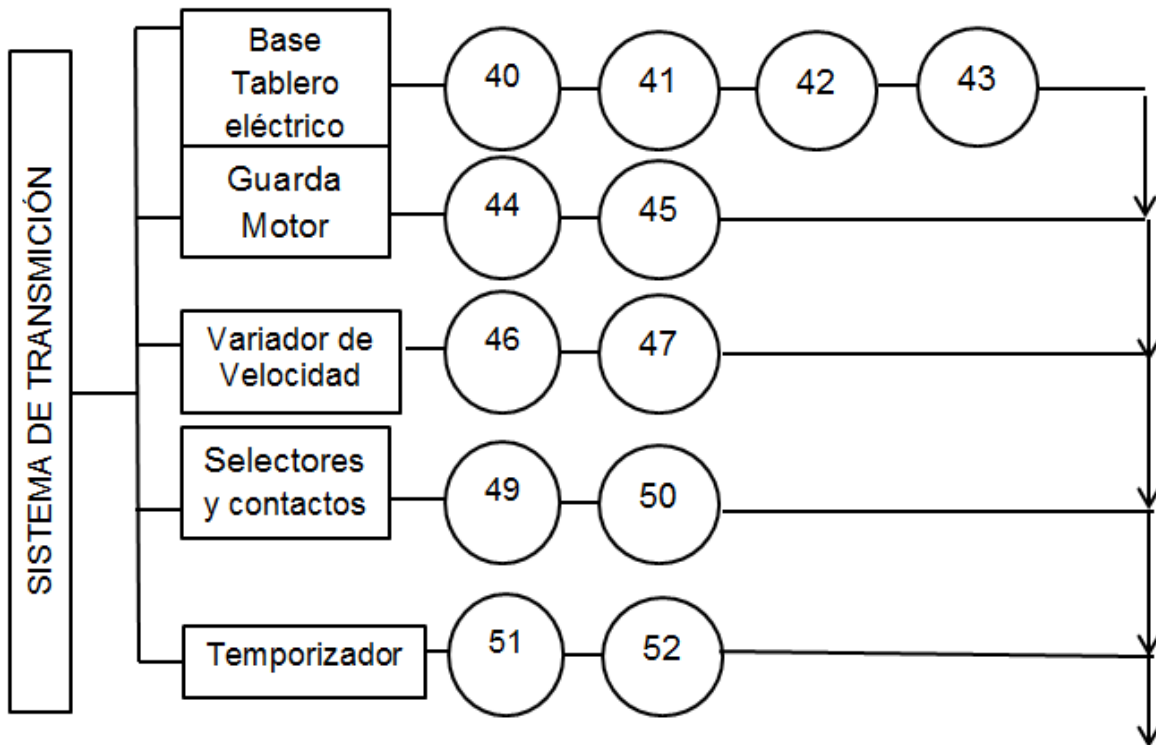
| SISTEMA | ELEMENTO | N° | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|---------------------------|--------------------|----|------------------------|
| Sistema de amasado | Ejes excéntricos | 31 | Medición |
| | | 32 | Corte |
| | | 33 | Soldadura |
| | | 34 | Pulido |
| | | 35 | Colocación |
| | Brazos excéntricos | 36 | Trazado |
| | | 37 | Corte |
| | | 38 | Pulido |
| | | 39 | Soldadura |

Tabla 6.5.

Proceso de fabricación sistema eléctrico

| SISTEMA | ELEMENTO | N° | PROCESO DE FABRICACIÓN |
|--------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------|
| Sistema Eléctrico | Base tablero eléctrico | 40 | Corte |
| | | 41 | Trazado |
| | | 42 | Corte |
| | Guarda motor | 43 | Taladrado |
| | | 44 | Selección |
| | | 45 | Colocación |
| | Variador de Velocidad | 46 | Selección |
| | | 47 | Aislamiento |
| | | 48 | Taladrado |
| | Selector y contactos Temporizador | 49 | Selección |
| | | 50 | Colocación |
| | | 51 | Selección |
| 52 | | Colocación | |

Curso grama sinóptico de la construcción



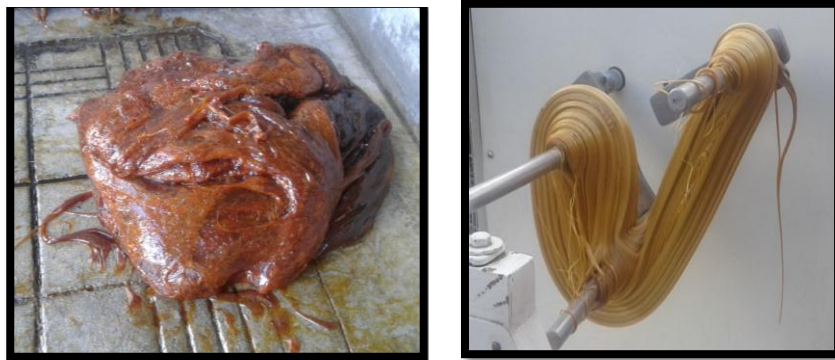
6.3. PRUEBAS DE CAMPO

En esta parte se detalla las pruebas realizadas a la máquina una vez construida, Es decir que se comprobó el desempeño de su sistema de amasado y su capacidad de carga.

Calidad de amasado

Para comprobar la calidad del amasado se realizaron algunas pruebas de campo. La masa pasa del color marrón oscuro, como se ve en la *figura 6.1* al color blanquecino que puede observar en la *figura 6.1 b*.

Se comprueba que la máquina extiende y estira correctamente la masa, es decir de una manera uniforme, blanqueándola poco a poco, su torque se mantiene constante gracias a la utilización del variador de velocidad.



a) Masa enfriada

b) Masa estirada

Figura 6.1 Estirado de la melcocha

Capacidad de Carga

Se comprueba que la capacidad de estirado de la máquina es de 25 lb, con este peso a una velocidad de 30rpm, la masa va ganando volumen y el punto requerido. La acumulación de porciones de masa sin estirar es mínima, como se observa en *la figura 6.2*. La masa no se desprende de la máquina. También se puede comprobar que para cantidades menores la máquina puede trabajar sin dificultad alguna.

**Figura 6.2** melcocha cargada en los brazos de la máquina

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Con la utilización de la máquina estiradora de melcochas, se reduce la intervención del artesano para estirar la miel, en un 80 % ya que solo interviene en el instante en el que se coloca la miel en la máquina.
- La utilización del variador de frecuencia CFW10 se garantiza una velocidad de giro del motor de 30 rpm, en el caso de poner una cantidad diferente de masa, el variador permite variar de 0 a 60 rpm.
- En base a pruebas de campo realizadas con los artesanos expertos en la elaboración de melcochas, se comprueba que el producto final que se obtiene con la máquina es similar al producto elaborado artesanalmente. Comparado con respecto al color y textura del producto.
- El uso de la máquina estiradora de melcochas, permite al artesano una mejor ergonomía en la producción de melcochas. Ya que se reduce el riesgo de lesiones musculares o posibles quemaduras.
- El sistema de estirado extiende y estira una cantidad de masa de 25 lb. en un rango de 10 a 15 minutos por parada, tiempo que depende de la calidad del producto.
- La malla de protección de la máquina evita riesgos laborales, cuidando de la seguridad del operador

RECOMENDACIONES

- Para poner en marcha la máquina verificar el correcto ajuste de las piezas.
Es recomendable hacer pruebas en vacío para asegurar su correcto funcionamiento.
- Al finalizar el trabajo diario realizar la limpieza del equipo, en especial los brazos amasadores.
- Realizar el respectivo mantenimiento de cada uno de los sistemas que conforman la máquina de acuerdo al plan de mantenimiento. Para garantizar su vida útil.
- Se recomienda no sobrepasar la capacidad máxima para la cual está diseñada la máquina estiradora de melcochas.
- Antes de procesar el producto en la máquina verificar que la masa se encuentre en el punto adecuado para el amasado.
- La malla de protección debe estar cerrada mientras la máquina está en funcionamiento, para garantizar la integridad del obrero.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] LA HORA , La melcocha 'viajó' desde Baños hacia Santo Domingo, Quito Ecuador, 2006 <http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101910594#>
- [2] ROBERT L. MOTT, MECÁNICA DE FLUIDOS, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006
- [3] M. M. MASCIETTI PANELA: Propiedades, vol. 1, dpto. Metodología de la Investigación, 2014, p. 3.
- [4] C. O. G. Carolina, Proyecto de Inversión para la Industrialización y Comercialización de Melcocha en Guayaquil, 2011.
- [5] http://fernet.com/equipamentos/amassadeiras?set_language=e, Tipos de Amasadoras
- [6] SALVA, Tecnología Del Amasado, 2014.
https://www.salva.es/upload/productos/salva/fichas/es/CAT_SAUS_AMASADORAS_esp-fr_2014.pdf.
- [7] L. D. A. E. ESPIRAL, «<http://maquinariapanaderiaonline.com/amasadoras>
- [8] D. INDUSTRI, «<http://maquinariapanaderiaonline.com/amasadoras/>,
- [9] Confitech, «Horizontal Pulling Machine,
<http://www.confitech.it/product/tz-40-tz-60/>.
- [10] A. D. BRAZOS, <http://www.zakmorgan.com/music/Candy-Machine-Lyrics.pdf>
- [11] D. J. Esparza Encalada, Reconstrucción y puesta en funcionamiento de una retorcedora de fantasía de huso hueco., Ibarra: UTN, 2013.
- [12] NTN corporation, Rodamientos De Bolas y Rodillos, CAT. NO. 2202-&/S, 2004.

- [13] U. D. Felipe, «CONTROL ESCALAR DE VELOCIDAD DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE INDUCCIÓN».
- [14] A. S. 1. SUMITECC,
<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>,
- [15] A. 3. FERUN,
<http://www.ferrumaceros.cl/catalogo.pdf>
- [16] R. CARTES, Metodología de la investigación, 2010.
- [17] M. R. L., Diseño de elementos de máquinas, México: Pearson Educación, 2006.
- [18] WEG Equipamentos eléctricos S.A., Manual Del Convertidor de Frecuencia, Brazil, 2011.
- [19] M. N. O. Sadiku, Fundamentos de Circuitos Eléctricos, México: Mc Graw Hill, Tercera edición.
- [20] R. L. Norton, Diseño De Máquinas, PEARSON.

ANEXOS

ANEXO A

A1.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304

ACERO INOXIDABLE 304 (UNS S30400)

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

2. Normas involucradas: ASTM A 276

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

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

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

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

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

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

Fuente: <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%20304.pdf>

A2.- EJES DE ACERO INOXIDABLE CATALOGO DIPAC



EJES Acero Inoxidable



Especificaciones Generales

| | |
|---------------------|--|
| Calidad | ANSI 304 |
| Descripción | Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300°C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas si se emplea con la superficie pulida espejo. |
| Aplicaciones | Industrias alimenticias, cerveceras, azucarera, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc... |
| Longitud | 6 m |

| Composición Química | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-----------|----------|----------|---------|
| %C | %Si | %Mn | %P | %S | %Ni | %Cr |
| 0 - 0,08 | 0 - 1 | 0 - 2 | 0 - 0,045 | 0 - 0,03 | 8 - 10,5 | 18 - 20 |

| Propiedades Mecánicas | | | |
|---|--|------------------|------------------|
| Resistencia Mecánica (N/mm ²) | Punto de Fluencia (N/mm ²) | Elongación %Min. | Dureza ROKWELL B |
| 520 | 220 | 20 | 249 - 278 |

Dimensiones

| Díámetro |
|----------|
| 3/16" |
| 1/4" |
| 5/16" |
| 3/8" |
| 1/2" |
| 5/8" |
| 3/4" |
| 1" |
| 1 1/4" |
| 1 1/2" |
| 2" |
| 2 1/2" |
| 3" |
| 3 1/2" |
| 4" |
| 5" |
| 6" |



EJES

A3.-ESPECIFICACIONES GENERALES PLATINAS ACERO INOXIDABLE



PLATINAS ACERO INOXIDABLE



Especificaciones Generales

Calidad: AISI 304
Largo Normal: 6.00 m
Longitudes: Previa Consulta

ÁNGULOS ACERO INOXIDABLE



Especificaciones Generales

Calidad: AISI 304
Largo Normal: 6.00 m
Longitudes: Previa Consulta

| Dimensiones | | Propiedades | |
|-------------|------|-------------|-----------|
| Ancho (a) | | Espesor (e) | |
| Pulg | mm | mm | Peso Kg/m |
| 1" | 25,4 | 3 | - |
| 1 1/2" | 38,1 | 3 | 0,955 |
| 1 1/2" | 38,1 | 4 | 1,195 |
| 1 1/2" | 38,1 | 6 | 1,920 |
| 2" | 50,8 | 3 | 1,195 |
| 2" | 50,8 | 4 | 1,580 |
| 2" | 50,8 | 6 | 2,385 |

| Dimensiones | | Propiedades | |
|-------------|----|-------------|-----------|
| Ancho (a) | | Espesor (e) | |
| Pulg | mm | mm | Peso Kg/m |
| 1" | 25 | 3 | 1,14 |
| 1 1/2" | 40 | 3 | 1,88 |
| 1 1/2" | 40 | 4 | 2,52 |
| 1 1/2" | 40 | 6 | 3,783 |
| 2" | 50 | 3 | 2,363 |
| 2" | 50 | 4 | 3,151 |
| 2" | 50 | 6 | 4,728 |

ACERO INOXIDABLE

Fuente: <http://www.dipacmanta.com/platinas-acero-inoxidable>.

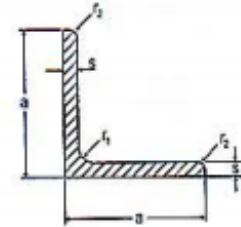
A4.-ESPECIFICACIONES GENERALES PLATINAS A36



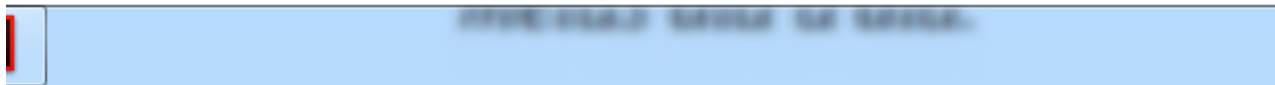
• ANGULOS:

ANGULOS NACIONALES

Angulares de lados iguales
 Tolerancias dimensionales
 Norma Covenin perfiles 1293-85
 Norma Covenin "L" 1036-86
 Calidades del acero Covenin AE-25 y AE-35



| L | DIMENSIONES (mm) | | | | ÁREA cm ² | PESO kg/m | DISTANCIA DE LOS EJES | | | | MOMENTO RESPECTO A LOS EJES | | | | | | | | | |
|-------|---------------------|-----|----------------|----------------|-------------------------|--------------|--------------------------|------|----------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|-------|------|
| | a | s | r ₁ | r ₂ | | | e | w | v ₁ | v ₂ | x-x = y-y | | | E-E | | n-n | | | | |
| | | | | | | | | | | | I _x cm ⁴ | S _x cm ³ | R _x cm | I _E cm ⁴ | R _E cm | I _n cm ⁴ | R _n cm | S _n cm | | |
| 20x 3 | 20 | 3.0 | 3.5 | 2.0 | 1.12 | 0.88 | 0.60 | 1.41 | 0.85 | 0.70 | 0.39 | 0.28 | 0.59 | 0.62 | 0.74 | 0.15 | 0.18 | 0.37 | | |
| 25x 3 | 25 | 3.0 | 3.5 | 2.0 | 1.42 | 1.12 | 0.73 | 1.77 | 1.03 | 0.87 | 0.79 | 0.45 | 0.75 | 1.27 | 0.95 | 0.31 | 0.30 | 0.47 | | |
| 30x 3 | 30 | 3.0 | 5.0 | 2.5 | 1.74 | 1.36 | 0.84 | 2.12 | 1.18 | 1.04 | 1.41 | 0.65 | 0.90 | 2.24 | 1.14 | 0.57 | 0.48 | 0.57 | | |
| 35x | 4 | 35 | 4.0 | 5.0 | 2.5 | 2.67 | 2.10 | 1.00 | 2.47 | 1.41 | 1.24 | 2.96 | 1.18 | 1.05 | 4.68 | 1.33 | 1.24 | 0.88 | 0.68 | |
| | 6 | | 3.87 | | | 3.04 | | | | 1.08 | 1.53 | 1.27 | 4.14 | 1.71 | 1.04 | 6.50 | 1.30 | 1.77 | 1.16 | 0.68 |
| 40x | 4 | 40 | 4.0 | 6.0 | 3.0 | 3.08 | 2.42 | 1.12 | 2.83 | 1.58 | 1.40 | 4.48 | 1.55 | 1.21 | 7.08 | 1.52 | 1.86 | 1.18 | 0.78 | |
| | 6 | | 4.48 | | | 3.52 | | | | 1.20 | 1.70 | 1.43 | 6.33 | 2.26 | 1.19 | 9.98 | 1.49 | 2.67 | 1.57 | 0.77 |
| 50x | 4 | 50 | 4.0 | 7.0 | 3.5 | 3.89 | 3.06 | 1.36 | 3.54 | 1.92 | 1.75 | 8.97 | 2.46 | 1.52 | 14.20 | 1.91 | 3.73 | 1.94 | 0.98 | |
| | 5 | | 4.80 | | | 3.77 | | | | 1.40 | 1.98 | 1.76 | 11.00 | 3.05 | 1.51 | 17.40 | 1.90 | 4.59 | 2.32 | 0.98 |
| | 7 | | 6.56 | | | 5.15 | | | | 1.49 | 2.11 | 1.78 | 14.60 | 4.15 | 1.49 | 23.10 | 1.88 | 6.02 | 2.85 | 0.96 |
| 65x | 5 | 65 | 4.5 | 9.0 | 4.5 | 6.35 | 4.98 | 1.75 | 4.60 | 2.49 | 2.28 | 24.96 | 5.27 | 1.98 | 39.91 | 2.53 | 10.00 | 4.00 | 1.27 | |
| | 6 | | 7.53 | | | 5.91 | | | | 1.80 | 2.55 | 2.28 | 29.20 | 6.21 | 1.97 | 46.30 | 2.48 | 12.10 | 4.74 | 1.27 |
| | 7 | | 8.70 | | | 6.83 | | | | 1.85 | 2.62 | 2.29 | 33.40 | 7.18 | 1.96 | 53.0 | 2.47 | 13.80 | 5.27 | 1.26 |
| 75x | 7 | 75 | 7.0 | 10.0 | 5.0 | 10.10 | 7.94 | 2.09 | 5.30 | 2.95 | 2.63 | 52.40 | 9.67 | 2.28 | 83.60 | 2.88 | 21.10 | 7.15 | 1.45 | |
| | 8 | | 11.50 | | | 9.03 | | | | 2.13 | 3.01 | 2.65 | 58.90 | 11.00 | 2.26 | 93.30 | 2.85 | 24.40 | 8.11 | 1.46 |
| 90x 7 | 90 | 7.0 | 11.0 | 5.5 | 12.20 | 9.62 | 2.45 | 6.36 | 3.46 | 3.17 | 92.50 | 14.13 | 2.75 | 147.0 | 3.46 | 38.00 | 11.00 | 1.77 | | |
| 100x | 8 | 100 | 8.0 | 12.0 | 6.0 | 15.50 | 12.20 | 2.74 | 7.07 | 3.87 | 3.52 | 145.00 | 19.90 | 3.06 | 230.00 | 3.85 | 59.90 | 15.50 | 1.96 | |
| | 10 | | 19.20 | | | 15.10 | | | | 2.82 | 3.99 | 3.54 | 177.00 | 24.70 | 3.04 | 280.00 | 3.82 | 73.30 | 18.40 | 1.95 |



FUENTE:

<http://www.sabimet.com/CATALOGO%20DE%20PRODUCTOS%20SABIMET.pdf>

ANEXO B

FACTORES QUE MODIFICAN EL LIMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA

$$S'_e = \begin{cases} 0.5S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1 400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1 400 \text{ MPa} \end{cases} \quad (6-8)$$

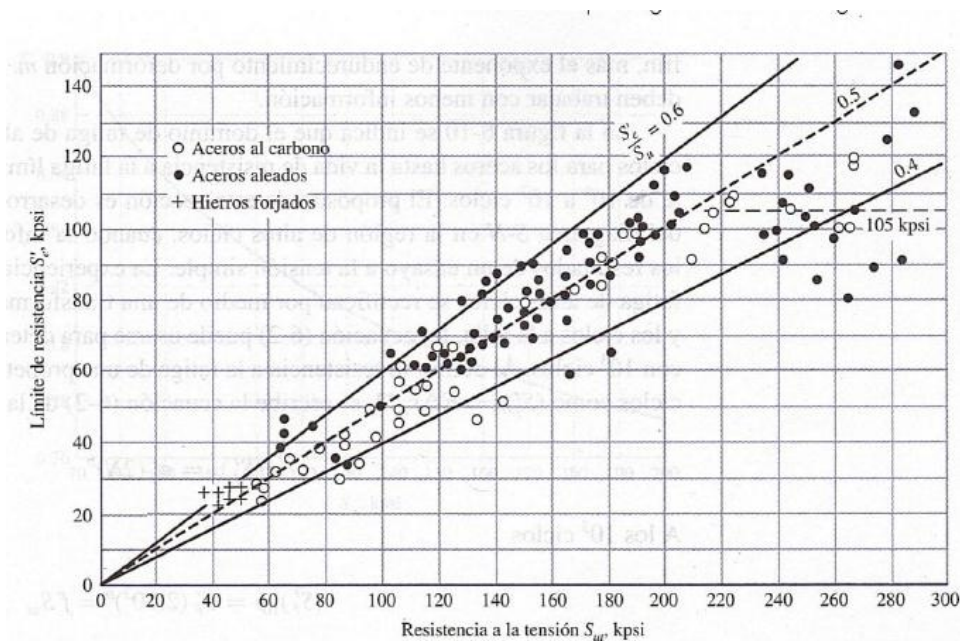


Figura 6-17

Gráfica de límites de resistencia a la fatiga contra resistencias o la tensión de resultados de ensayos reales de un gran número de hierros forjados y aceros aleados. Las relaciones de S'_e/S_{ut} de 0.60, 0.50 y 0.40 se indican por líneas continuas y discontinuas. También, observe que la línea discontinua horizontal de $S'_e = 105$ kpsi. Los puntos que se presentan y que tienen una resistencia a la tensión mayor que 210 kpsi presentan un límite medio de resistencia a la fatiga de $S'_e = 105$ kpsi y una desviación estándar de 13.5 kpsi. (Cotejada de datos compilados por H. J. Grover, S. A. Gordon y L. R. Jackson en *Fatigue of Metals and Structures*, Bureau of Naval Weapons Document NAVWEPS 00-25-534, 1960; y de *Fatigue Design Handbook*, SAE, 1968, p. 42.)

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad (6-18)$$

donde k_a = factor de modificación de la condición superficial

k_b = factor de modificación del tamaño

k_c = factor de modificación de la carga

k_d = factor de modificación de la temperatura

k_e = factor de confiabilidad¹³

k_f = factor de modificación de efectos varios

S'_e = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e = Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Tabla 6-2

Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

| Acabado superficial | Factor a | | Exponente b |
|------------------------------|----------------|---------------|-------------|
| | S_{utr} kpsi | S_{utr} MPa | |
| Esmerilado | 1.34 | 1.58 | -0.085 |
| Maquinado o laminado en frío | 2.70 | 4.51 | -0.265 |
| Laminado en caliente | 14.4 | 57.7 | -0.718 |
| Como sale de la forja | 39.9 | 272. | -0.995 |

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horgner (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Factor de tamaño k_b

El factor de tamaño se evaluó en 133 conjuntos de puntos de datos.¹⁵ Los resultados para flexión y torsión pueden expresarse como

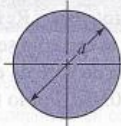
$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases} \quad (6-20)$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1 \quad (6-21)$$

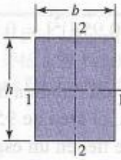
Tabla 6-3

Áreas $A_{0.95\sigma}$ de perfiles estructurales no rotativos



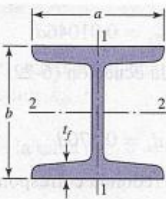
$$A_{0.95\sigma} = 0.01046d^2$$

$$d_e = 0.370d$$

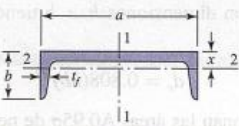


$$A_{0.95\sigma} = 0.05hb$$

$$d_e = 0.808\sqrt{hb}$$



$$A_{0.95\sigma} = \begin{cases} 0.10at_f & \text{eje 1-1} \\ 0.05ba & \text{eje 2-2} \end{cases} \quad t_f > 0.025a$$



$$A_{0.95\sigma} = \begin{cases} 0.05ab & \text{eje 1-1} \\ 0.052xa + 0.1t_f(b-x) & \text{eje 2-2} \end{cases}$$

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases} \quad (6-26)$$

Tabla 6-4

| | Temperatura, °C | S_T/S_{RT} | Temperatura, °F | S_T/S_{RT} |
|--|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero.* | 20 | 1.000 | 70 | 1.000 |
| | 50 | 1.010 | 100 | 1.008 |
| | 100 | 1.020 | 200 | 1.020 |
| | 150 | 1.025 | 300 | 1.024 |
| (S_T = resistencia a la tensión a la temperatura de operación; S_{RT} = resistencia a la tensión a temperatura ambiente; $0.099 \leq \dot{\sigma} \leq 0.110$) | 200 | 1.020 | 400 | 1.018 |
| | 250 | 1.000 | 500 | 0.995 |
| | 300 | 0.975 | 600 | 0.963 |
| | 350 | 0.943 | 700 | 0.927 |
| | 400 | 0.900 | 800 | 0.872 |
| | 450 | 0.843 | 900 | 0.797 |
| | 500 | 0.768 | 1 000 | 0.698 |
| | 550 | 0.672 | 1 100 | 0.567 |
| | 600 | 0.549 | | |

*Fuente de datos: figura 2-9.

Tabla 6-5

| | Confianza, % | Variación de transformación z_α | Factor de confianza k_α |
|--|--------------|--|--------------------------------|
| Factores de confiabilidad k_α correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga | 50 | 0 | 1.000 |
| | 90 | 1.288 | 0.897 |
| | 95 | 1.645 | 0.868 |
| | 99 | 2.326 | 0.814 |
| | 99.9 | 3.091 | 0.753 |
| | 99.99 | 3.719 | 0.702 |
| | 99.999 | 4.265 | 0.659 |
| | 99.9999 | 4.753 | 0.620 |

| b/c | 1.00 | 1.50 | 1.75 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 4.00 | 6.00 | 8.00 | 10 | ∞ |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| α | 0.208 | 0.231 | 0.239 | 0.246 | 0.258 | 0.267 | 0.282 | 0.299 | 0.307 | 0.313 | 0.333 |
| β | 0.141 | 0.196 | 0.214 | 0.228 | 0.249 | 0.263 | 0.281 | 0.299 | 0.307 | 0.313 | 0.333 |

Coeficiente de relación entre el ancho y el grosor de una platina

Figura A-15-2

Barra rectangular con un agujero transversal en flexión. $\sigma_0 = Mc/l$, donde $l = (w - d)h^3/12$.

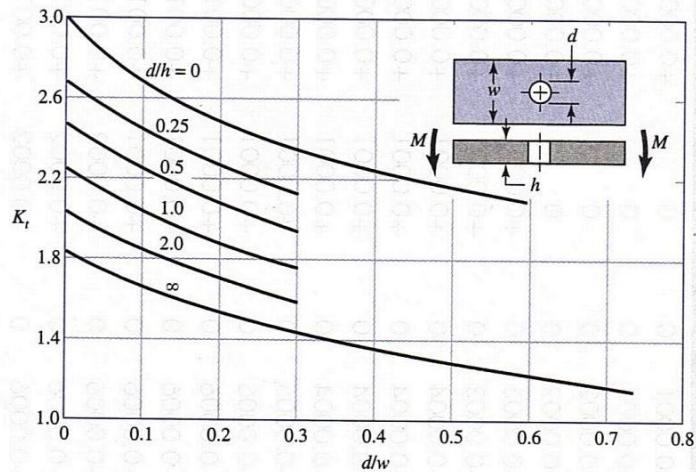
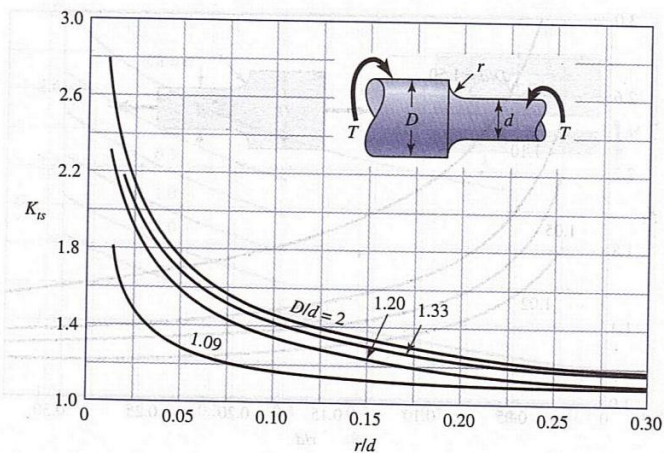




Figura A-15-8

Eje redondo con filete en el hombro en torsión. $\tau_0 = Tc/J$, donde $c = d/2$ y $J = \pi d^4/32$.



$P_N = 1,1 \text{ kW} / 1,5 \text{ HP}$ (IE)

| 1 | | | | 1 | | | | 1 1 | | | bel/or 50 Hz (F _a =0) (F _r =0) | |  | | kg |  |
|-------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-----|------|-------|-------|------|------|---|----|---|-----|-----|---|
| min ⁻¹ | min ⁻¹ | min ⁻¹ | Nm | min ⁻¹ | Nm | | | kN | kN | (IE) | (IE) | | | | | |
| 1 | 17 | 29 | 735 | 1,10 | 17 | 612 | 1,35 | 64,71 | 10,7 | 6,1 | | | 54 | 136 | | |
| 1 | 19 | 32 | 669 | 1,20 | 19 | 558 | 1,45 | 58,81 | 11,7 | 6,1 | | 1 | | | | |
| 1 | 21 | 34 | 611 | 1,35 | 21 | 509 | 1,60 | 53,81 | 12,1 | 6,1 | | | | | | |
| | 24 | 40 | 523 | 1,55 | 24 | 436 | 1,85 | 46,13 | 12,6 | 6,1 | | | 53 | 136 | | |
| | 27 | 45 | 469 | 1,75 | 27 | 391 | 2,05 | 64,71 | 12,9 | 6,1 | | | | | | |
| | 30 | 49 | 425 | 1,90 | 30 | 354 | 2,30 | 58,81 | 13,1 | 6,1 | | | | | | |
| 1 | 32 | 54 | 391 | 2,05 | 32 | 325 | 2,50 | 53,81 | 13,2 | 6,1 | E | E | | | | |
| | 38 | 63 | 335 | 2,40 | 38 | 279 | 2,90 | 46,13 | 13,4 | 6,1 | | | | | | |
| | 41 | 69 | 305 | 2,65 | 41 | 254 | 3,15 | 42,12 | 13,5 | 6,1 | | | | | | |
| | 47 | 78 | 268 | 3,00 | 47 | 223 | 3,60 | 37,01 | 13,6 | 6,1 | | | 47 | 134 | | |
| 1 | 18 | 30 | 710 | 0,80 | 18 | 591 | 0,95 | 68,44 | 9,7 | 8,0 | | 1 | | | | |
| 1 | 20 | 34 | 622 | 0,95 | 20 | 518 | 1,10 | 54,83 | 12,1 | 8,0 | | | | | | |
| 1 | 22 | 37 | 565 | 1,00 | 22 | 471 | 1,20 | 49,73 | 12,3 | 8,0 | | | 45 | 134 | | |
| | 23 | 454 | 0,85 | 23 | 454 | 0,85 | 75,25 | 12,2 | 8,0 | | | | | | | |
| 1 | 25 | 42 | 496 | 1,05 | 25 | 413 | 1,25 | 68,44 | 11,9 | 8,0 | | | | | | |
| | 28 | 46 | 455 | 1,25 | 28 | 379 | 1,50 | 62,69 | 11,6 | 8,0 | | | | | | |
| | 32 | 53 | 398 | 1,45 | 32 | 332 | 1,70 | 54,83 | 11,3 | 8,0 | | | | | | |
| | 35 | 58 | 360 | 1,60 | 35 | 300 | 1,90 | 49,73 | 11,0 | 8,0 | | | | | | |
| | 38 | 64 | 329 | 1,75 | 38 | 274 | 2,05 | 45,41 | 10,7 | 8,0 | E | E | | | | |
| | 45 | 75 | 279 | 2,05 | 45 | 232 | 2,45 | 38,50 | 10,2 | 8,0 | | | | | | |
| 1 | 50 | 83 | 254 | 2,25 | 50 | 211 | 2,65 | 35,05 | 10,0 | 8,0 | | | | | | |
| | 56 | 94 | 224 | 2,50 | 56 | 187 | 3,00 | 31,01 | 9,6 | 8,0 | | | | | | |
| | 64 | 106 | 197 | 2,85 | 64 | 165 | 3,45 | 27,27 | 9,3 | 8,0 | | | 39 | 134 | | |
| | 24 | 444 | 0,85 | 24 | 444 | 0,85 | 73,56 | ** | 8,0 | | | | | | | |
| | 26 | 43 | 484 | 0,85 | 26 | 403 | 1,00 | 66,91 | ** | 8,0 | | | | | | |
| | 28 | 47 | 443 | 0,95 | 28 | 369 | 1,10 | 61,28 | ** | 8,0 | | | | | | |
| | 33 | 54 | 388 | 1,05 | 33 | 323 | 1,25 | 53,60 | 4,2 | 8,0 | | | | | | |
| | 36 | 60 | 353 | 1,15 | 36 | 294 | 1,40 | 48,61 | 6,1 | 8,0 | | | | | | |
| | 39 | 65 | 321 | 1,25 | 39 | 268 | 1,50 | 44,39 | 6,5 | 8,0 | | | | | | |
| | 46 | 77 | 273 | 1,50 | 46 | 227 | 1,80 | 37,64 | 6,9 | 8,0 | E | E | | | | |
| | 51 | 85 | 248 | 1,65 | 51 | 207 | 1,95 | 34,26 | 7,1 | 8,0 | | | | | | |
| | 57 | 96 | 220 | 1,85 | 57 | 183 | 2,20 | 30,32 | 7,3 | 8,0 | | | | | | |
| | 65 | 109 | 193 | 2,10 | 65 | 161 | 2,50 | 26,66 | 7,5 | 8,0 | | | | | | |
| | 76 | 126 | 167 | 2,40 | 76 | 139 | 2,90 | 23,00 | 7,6 | 8,0 | | | | | | |
| | 87 | 145 | 145 | 2,75 | 87 | 121 | 3,30 | 20,07 | 7,7 | 8,0 | | | | | | |
| | 30 | 354 | 0,80 | 30 | 354 | 0,80 | 58,79 | ** | 5,6 | | | 36 | | | 134 | |
| | 32 | 324 | 0,85 | 32 | 324 | 0,85 | 53,71 | 4,1 | 5,6 | | | | | | | |
| 1 | 37 | 62 | 340 | 0,80 | 37 | 283 | 1,00 | 46,94 | 6,2 | 5,6 | | | | | | |
| | 41 | 68 | 307 | 0,90 | 41 | 256 | 1,10 | 42,42 | 6,6 | 5,6 | | | | | | |
| | 45 | 75 | 279 | 1,00 | 45 | 233 | 1,20 | 38,60 | 6,9 | 5,6 | | | | | | |
| | 54 | 90 | 233 | 1,20 | 54 | 194 | 1,40 | 32,12 | 7,2 | 5,6 | | | | | | |
| | 60 | 100 | 211 | 1,30 | 60 | 176 | 1,55 | 29,09 | 7,4 | 5,6 | | | | | | |
| | 68 | 114 | 184 | 1,50 | 68 | 154 | 1,80 | 25,46 | 7,5 | 5,6 | E | | E | | | |
| | 78 | 130 | 161 | 1,70 | 78 | 134 | 2,05 | 22,27 | 7,7 | 5,6 | | | | | | |
| | 92 | 153 | 138 | 2,00 | 92 | 115 | 2,40 | 18,99 | 7,8 | 5,6 | | | | | | |
| | 106 | 177 | 119 | 2,30 | 106 | 99 | 2,75 | 16,36 | 7,8 | 5,6 | | | | | | |
| 1 | 124 | 207 | 102 | 2,70 | 124 | 85 | 3,20 | 14,03 | 7,8 | 5,6 | | | | | | |



C2- DIMENSIONES DE CADENAS DE RODILLOS ESTÁNDAR

| NÚMERO DE CADENA ANSI | PASA | | RESISTENCIA MÍNIMA A LA TENSIÓN lb (N) | PESO MEDIO lb/ft (N/m) | ESPACIAMIENTO DE | |
|-----------------------|-------------------------------|------------------|--|------------------------|-----------------------------|------------------|
| | in (mm) | ANCHO in (mm) | | | DIÁMETRO DE RODILLO in (mm) | TORONES in (mm) |
| 25 | 0.250 (6.35) | 0.125 (3.18) | 780 (3 470) | 0.09 (1.31) | 0.130 (3.30) | 0.252 (6.40) |
| 35 | 0.375 (9.52) | 0.188 (4.76) | 1 760 (7 830) | 0.21 (3.06) | 0.200 (5.08) | 0.399 (10.13) |
| 41 | 0.500 (12.70) | 0.25 (6.35) | 1 500 (6 670) | 0.25 (3.65) | 0.306 (7.77) | — — |
| 40 | 0.500 (12.70) | 0.312 (7.94) | 3 130 (13 920) | 0.42 (6.13) | 0.312 (7.92) | 0.566 (14.38) |
| 50 | 0.625 (15.88) | 0.375 (9.52) | 4 880 (21 700) | 0.69 (10.1) | 0.400 (10.16) | 0.713 (18.11) |
| 60 | 0.750 (19.05) | 0.500 (12.7) | 7 030 (31 300) | 1.00 (14.6) | 0.469 (11.91) | 0.897 (22.78) |
| 80 | 1.000 (25.40) | 0.625 (15.88) | 12 500 (55 600) | 1.71 (25.0) | 0.625 (15.87) | 1.153 (29.29) |
| 100 | 1.250 ⁴ (31.75) | 0.750 (19.05) | 19 500 (86 700) | 2.58 (37.7) | 0.750 (19.05) | 1.409 (35.76) |
| 120 | 1.500 (38.10) | 1.000 (25.40) | 28 000 (124 500) | 3.87 (56.5) | 0.875 (22.22) | 1.789 (45.44) |
| 140 | 1.750 (44.45) | 1.000 (25.40) | 38 000 (169 000) | 4.95 (72.2) | 1.000 (25.40) | 1.924 (48.87) |
| 160 | 2.000 (50.80) | 1.250 (31.75) | 50 000 (222 000) | 6.61 (96.5) | 1.125 (28.57) | 2.305 (58.55) |
| 180 | 2.250 (57.15) | 1.406 (35.71) | 63 000 (280 000) | 9.06 (132.2) | 1.406 (35.71) | 2.592 (65.84) |
| 200 | 2.500 (63.50) | 1.500 (38.10) | 78 000 (347 000) | 10.96 (159.9) | 1.562 (39.67) | 2.817 (71.55) |
| 240 | 3.00 (76.70) | 1.875 (47.63) | 112 000 (498 000) | 16.4 (239) | 1.875 (47.62) | 3.458 (87.83) |

Referencia: Recopilado de ANSI B29. 1-1975

C3- DIMENSIONES DE CATARINAS

DUCASSE
 COMERCIAL

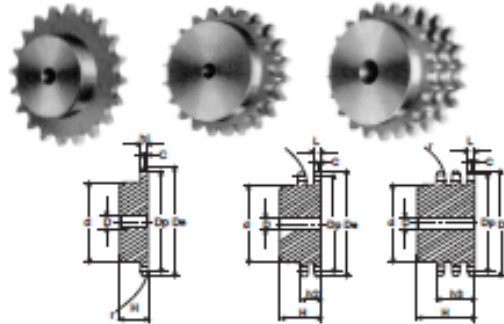
PIÑONES / NORMA BS

Piñones para cadena simple, doble y triple de rodillos según las normas: DIN 8187 - ISO/R 506

5/8" x 3/8"

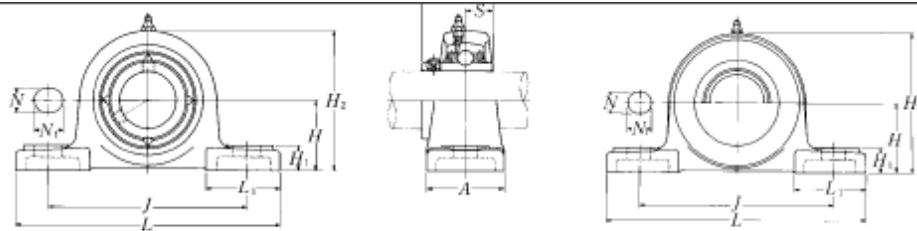
10B - 1-2-3 15,875 x 9,85 mm

| CADENA: | | ISO |
|-----------------------------|----------------|--------|
| | | mm |
| Paso | | 15,875 |
| Ancho interno | | 9,650 |
| Rodillo ø | | 10,160 |
| PIÑONES: | | ISO |
| | | mm |
| Radio diente r | r | 16,0 |
| Ancho radio C | C | 1,6 |
| Ancho diente h ₁ | h ₁ | 9,1 |
| Ancho diente L | L | 9,2 |
| Ancho diente h ₂ | h ₂ | 25,5 |
| Ancho diente h ₃ | h ₃ | 42,1 |
| Altura total H | H | - |



| Z | De | Dp | PS | | | PD | | | PT | | |
|----|-------|--------|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|
| | | | d | D | H | d | D | H | d | D | H |
| 8 | 47,0 | 41,48 | 25 | 10 | 25 | 25 | 12 | 40 | 25 | 12 | 55 |
| 9 | 52,6 | 46,42 | 30 | 10 | 25 | 30 | 12 | 40 | 30 | 12 | 55 |
| 10 | 57,5 | 51,37 | 35 | 10 | 25 | 35 | 12 | 40 | 35 | 16 | 55 |
| 11 | 63,0 | 56,34 | 37 | 12 | 30 | 39 | 14 | 40 | 39 | 16 | 55 |
| 12 | 68,0 | 61,34 | 42 | 12 | 30 | 44 | 14 | 40 | 44 | 16 | 55 |
| 13 | 73,0 | 66,32 | 47 | 12 | 30 | 49 | 14 | 40 | 49 | 16 | 55 |
| 14 | 78,0 | 71,34 | 52 | 12 | 30 | 54 | 14 | 40 | 54 | 16 | 55 |
| 15 | 83,0 | 76,36 | 57 | 12 | 30 | 59 | 14 | 40 | 59 | 16 | 55 |
| 16 | 88,0 | 81,37 | 60 | 12 | 30 | 64 | 16 | 45 | 64 | 16 | 60 |
| 17 | 93,0 | 86,39 | 60 | 12 | 30 | 69 | 16 | 45 | 69 | 16 | 60 |
| 18 | 98,3 | 91,42 | 70 | 14 | 30 | 74 | 16 | 45 | 74 | 16 | 60 |
| 19 | 103,3 | 96,45 | 70 | 14 | 30 | 79 | 16 | 45 | 79 | 16 | 60 |
| 20 | 108,4 | 101,49 | 75 | 14 | 30 | 84 | 16 | 45 | 84 | 16 | 60 |
| 21 | 113,4 | 106,52 | 75 | 16 | 30 | 85 | 16 | 45 | 85 | 20 | 60 |
| 22 | 118,0 | 111,55 | 80 | 16 | 30 | 90 | 16 | 45 | 90 | 20 | 60 |
| 23 | 123,4 | 116,58 | 80 | 16 | 30 | 95 | 16 | 45 | 95 | 20 | 60 |
| 24 | 128,3 | 121,62 | 80 | 16 | 30 | 100 | 16 | 45 | 100 | 20 | 60 |
| 25 | 134,0 | 126,66 | 80 | 16 | 30 | 105 | 16 | 45 | 105 | 20 | 60 |
| 26 | 139,0 | 131,70 | 85 | 20 | 35 | 110 | 20 | 45 | 110 | 20 | 60 |
| 27 | 144,0 | 136,75 | 85 | 20 | 35 | 110 | 20 | 45 | 110 | 20 | 60 |
| 28 | 148,7 | 141,78 | 90 | 20 | 35 | 115 | 20 | 45 | 115 | 20 | 60 |
| 29 | 153,8 | 146,83 | 90 | 20 | 35 | 115 | 20 | 45 | 115 | 20 | 60 |
| 30 | 158,8 | 151,87 | 90 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 20 | 60 |
| 31 | 163,9 | 156,92 | 95 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 20 | 60 |
| 32 | 168,9 | 161,95 | 95 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 20 | 60 |
| 33 | 174,5 | 167,00 | 95 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 20 | 60 |
| 34 | 179,0 | 172,05 | 95 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 20 | 60 |
| 35 | 184,1 | 177,10 | 95 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 20 | 60 |
| 36 | 189,1 | 182,15 | 100 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 25 | 60 |
| 37 | 194,2 | 187,20 | 100 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 25 | 60 |
| 38 | 199,2 | 192,24 | 100 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 25 | 60 |
| 39 | 204,2 | 197,29 | 100 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 25 | 60 |
| 40 | 209,3 | 202,34 | 100 | 20 | 35 | 120 | 20 | 45 | 120 | 25 | 60 |

C4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS CHUMACERAS



Pressed steel dust cover type

Open end: S-UCP---D1

Closed end: SM-UCP---D1

| Shaft dia. mm Inch | Unit number 1) | Nominal dimensions | | | | | | | | | | | Bolt size mm Inch | Bearing number |
|--|--|--------------------|----------------|----------------|-------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------------------|---|
| | | mm | | | | | | | | | | | | |
| | | Inch. | | | | | | | | | | | | |
| | | H | L | J | A | N | N ₁ | H ₁ | H ₂ | L ₁ | B | S | | |
| 12 ½ | UCP201D1 UCP201-008D1 | 30.2 1 ⅜ | 127 5 | 95 3 ¾ | 38 1 ½ | 13 ½ | 16 ⅝ | 14 ⅞ | 62 2 ⅞ | 42 1 ⅞ | 31 1.2205 | 12.7 0.500 | M10 ⅜ | UC201D1 UC201-008D1 |
| 15 9/16 5/8 | UCP202D1 UCP202-009D1 UCP202-010D1 | 30.2 1 ⅜ | 127 5 | 95 3 ¾ | 38 1 ½ | 13 ½ | 16 ⅝ | 14 ⅞ | 62 2 ⅞ | 42 1 ⅞ | 31 1.2205 | 12.7 0.500 | M10 ⅜ | UC202D1 UC202-009D1 UC202-010D1 |
| 17 1 1/16 | UCP203D1 UCP203-011D1 | 30.2 1 ⅜ | 127 5 | 95 3 ¾ | 38 1 ½ | 13 ½ | 16 ⅝ | 14 ⅞ | 62 2 ⅞ | 42 1 ⅞ | 31 1.2205 | 12.7 0.500 | M10 ⅜ | UC203D1 UC203-011D1 |
| 20 ¾ | UCP204D1 UCP204-012D1 | 33.3 1 ⅝ | 127 5 | 95 3 ¾ | 38 1 ½ | 13 ½ | 16 ⅝ | 14 ⅞ | 65 2 ⅞ | 42 1 ⅞ | 31 1.2205 | 12.7 0.500 | M10 ⅜ | UC204D1 UC204-012D1 |
| 25 1 3/16 7/8 1 1/16 1 | UCP205D1 UCP205-013D1 UCP205-014D1 UCP205-015D1 UCP205-100D1 | 36.5 1 ⅞ | 140 5 ½ | 105 4 ⅞ | 38 1 ½ | 13 ½ | 16 ⅝ | 15 19/32 | 71 2 5/16 | 42 1 ⅞ | 34.1 1.3425 | 14.3 0.563 | M10 ⅜ | UC205D1 UC205-013D1 UC205-014D1 UC205-015D1 UC205-100D1 |
| 30 1 1/16 1 1/8 1 3/16 | UCP206D1 UCP206-101D1 UCP206-102D1 UCP206-103D1 | 42.9 1 11/16 | 165 6 ½ | 121 4 ¾ | 48 1 7/8 | 17 2 1/32 | 20 25/32 | 17 2 1/32 | 83 3 1/8 | 54 2 1/8 | 38.1 1.5000 | 15.9 0.626 | M14 ½ | UC206D1 UC206-101D1 UC206-102D1 UC206-103D1 |
| 1 1/4 | UCP206-104D1 | | | | | | | | | | | | | UC206-104D1 |
| 35 1 1/4 1 5/16 1 3/8 1 1/16 | UCP207D1 UCP207-104D1 UCP207-105D1 UCP207-106D1 UCP207-107D1 | 47.6 1 7/8 | 167 6 5/16 | 127 5 | 48 1 7/8 | 17 2 1/32 | 20 25/32 | 18 23/32 | 93 3 5/16 | 54 2 1/8 | 42.9 1.6890 | 17.5 0.689 | M14 ½ | UC207D1 UC207-104D1 UC207-105D1 UC207-106D1 UC207-107D1 |
| 40 1 1/2 1 9/16 | UCP208D1 UCP208-108D1 UCP208-109D1 | 49.2 1 15/16 | 184 7 ¼ | 137 5 13/32 | 54 2 1/8 | 17 2 1/32 | 20 25/32 | 18 23/32 | 98 3 7/16 | 52 2 1/16 | 49.2 1.9370 | 19 0.748 | M14 ½ | UC208D1 UC208-108D1 UC208-109D1 |
| 45 1 5/8 1 11/16 1 3/4 | UCP209D1 UCP209-110D1 UCP209-111D1 UCP209-112D1 | 54 2 1/8 | 190 7 15/32 | 146 5 ¾ | 54 2 1/8 | 17 2 1/32 | 20 25/32 | 20 25/32 | 106 4 1/16 | 60 2 3/8 | 49.2 1.9370 | 19 0.748 | M14 ½ | UC209D1 UC209-110D1 UC209-111D1 UC209-112D1 |

Remarks: 1) These numbers indicate relubricatable type. If maintenance free type is needed, please order without suffix "D1".

Note: Please refer to page 36 for size of grease fitting.

ANEXO D

CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

CFW-10 - Tabla de Especificación - Versión "Cold Plate"

Tensión del Motor 110Vca/127Vca y 220Vca/230Vca:

| Alimentación | | Modelo | Corriente Salida A | IEC | NEMA |
|--------------|---------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------|
| | | | | 50Hz 220V 230V | 60Hz 230V |
| | | | | kW | HP |
| 110-127V | 10 | CFW100016S1112S0CPZ | 1.6 | 0.25 | - |
| | | CFW100026S1112S0CPZ | 2.6 | 0.55 | 0.5 |
| | | CFW100040S1112S0CPZ | 4 | 0.75 | 0.75 |
| 220-230V | 10 / 30 | CFW100016S2024S0CPZ | 1.6 | 0.25 | - |
| | | CFW100026S2024S0CPZ | 2.6 | 0.55 | 0.5 |
| | | CFW100040S2024S0CPZ | 4 | 0.75 | 0.75 |
| | | CFW100073S2024S0CPZ | 7.3 | 1.5 | 2 |
| | | CFW100100S2024S0CPZ | 10 | 2.2 | 3 |
| | | CFW100016T2024S0CPZ | 1.6 | 0.25 | - |
| | 30 | CFW100026T2024S0CPZ | 2.6 | 0.55 | 0.5 |
| | | CFW100040T2024S0CPZ | 4 | 0.75 | 0.75 |
| | | CFW100073T2024S0CPZ | 7.3 | 1.5 | 2 |
| | | CFW100100T2024S0CPZ | 10 | 2.2 | 3 |
| | | CFW100152T2024S0CPZ | 15.2 | 4 | 5 |

CFW-10 - Tabla de Características

| Modelo | Versión Estándar | | | | | Versión Cold Plate | | | | | Transistor de Frenado |
|----------------|------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|
| | Tamaño | Dimensiones mm (in) | | | Peso kg (lb) | Tamaño | Dimensiones mm (in) | | | Peso kg (lb) | |
| | | Alto | Ancho | Prof. | | | Alto | Ancho | Prof. | | |
| CFW100016S1112 | 1 | 95 (3.74) | 132 (5.20) | 121 (4.76) | 0.9 (1.98) | 1 | 95 (3.74) | 132 (5.20) | 82 (3.23) | 0.7 (1.54) | No |
| CFW100026S1112 | | | | | | | | | | | |
| CFW100040S1112 | 2 | 115 (4.53) | 161 (6.34) | 122 (4.80) | 1.5 (3.31) | 2 | 115 (4.53) | 161 (6.34) | 82 (3.23) | 1.0 (2.20) | Si |
| CFW100016S2024 | 1 | 95 (3.74) | 132 (5.20) | 121 (4.76) | 0.9 (1.98) | 1 | 95 (3.74) | 132 (5.20) | 82 (3.23) | 0.7 (1.54) | No |
| CFW100026S2024 | | | | | | | | | | | |
| CFW100040S2024 | | | | | | | | | | | |
| CFW100073S2024 | 2 | 115 (4.53) | 161 (6.34) | 122 (4.80) | 1.5 (3.31) | 2 | 115 (4.53) | 161 (6.34) | 82 (3.23) | 1.0 (2.20) | Si |
| CFW100100S2024 | 3 | 115 (4.53) | 191 (7.52) | 122 (4.80) | 1.8 (3.96) | 3 | 115 (4.53) | 191 (7.52) | 82 (3.23) | 1.2 (2.65) | |
| CFW100016T2024 | 1 | 95 (3.74) | 132 (5.20) | 121 (4.76) | 0.9 (1.98) | 1 | 95 (3.74) | 132 (5.20) | 82 (3.23) | 0.7 (1.54) | No |
| CFW100026T2024 | | | | | | | | | | | |
| CFW100040T2024 | | | | | | | | | | | |
| CFW100073T2024 | | | | | | | | | | | |
| CFW100100T2024 | 2 | 115 (4.53) | 161 (6.34) | 122 (4.80) | 1.5 (3.31) | 2 | 115 (4.53) | 161 (6.34) | 82 (3.23) | 1.0 (2.20) | Si |
| CFW100152T2024 | 3 | 115 (4.53) | 191 (7.52) | 122 (4.80) | 1.8 (3.96) | 3 | 115 (4.53) | 191 (7.52) | 82 (3.23) | 1.2 (2.65) | |

Referencia: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-cfw-09-convertidores-de-frecuencia-1033-catalogo-espanol.pdf>

ANEXO E

MANUAL DE USUARIO Y PLAN DE MANTENIMIENTO

MANUAL DE USUARIO DE LA MÁQUINA ESTIRADORA DE MELCOCHAS

El siguiente manual se detalla de forma clara el manejo y mantenimiento de la máquina, con el objetivo de que el lector comprenda de la mejor forma los pasos a seguir para el buen funcionamiento

Este manual está dividido en pasos básicos y específicos que se detalla a continuación.

1. Antes de cumplir con el encendido de la máquina: Revisar que todo el cableado eléctrico de la máquina este en perfecto estado.



2. Revisar que todo el sistema mecánico se encuentre en perfecto estado.

3. Revisar que los brazos amasadores se encuentren correctamente alineados y apretados a los ejes.



4. Colocar en los brazos el producto a procesar.



5. Para encender la máquina girar el selector en la posición de encendido (On).



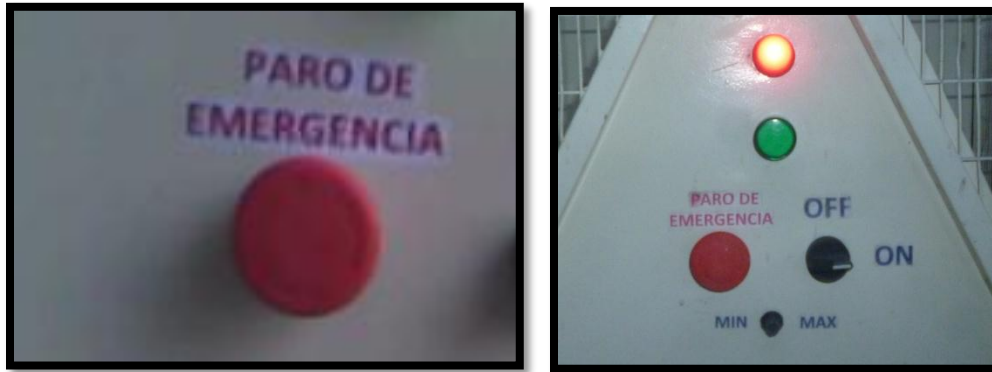
6. Cerrar la tapa de protección.



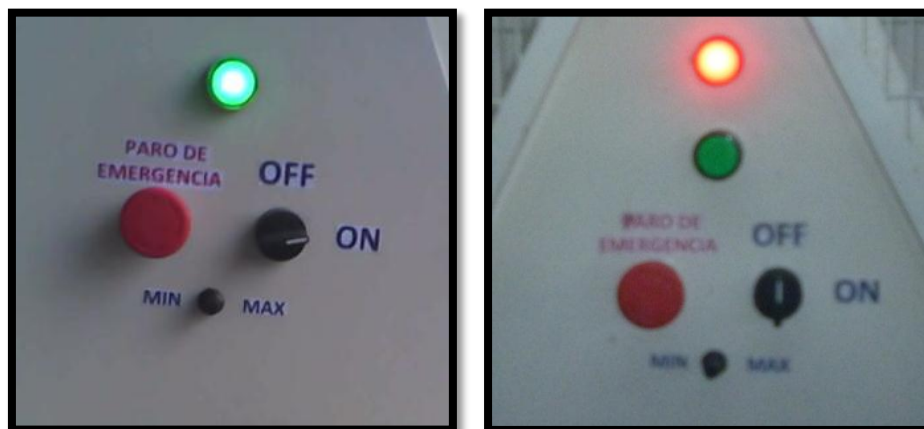
7. Con el potenciómetro aumentar o disminuir la velocidad de giro, de acuerdo a la cantidad a procesar.



8. en caso de presentarse cualquier emergencia debe pulsar el botón de emergencia.



9. Cuando el producto esté listo apagar con el selector en la posición Off.



PRECAUCIONES

- La máquina debe ser utilizada solo por el personal capacitado.
- Para un correcto funcionamiento de la máquina, los brazos deben estar alineados correctamente, para evitar que se choquen entre y así evitar posibles averías.
- Proporcionar una correcta lubricación a las chumaceras.
- Observar la lubricación del motor reductor, para evitar el desgaste de los elementos mecánicos que lo componen.
- Verificar la correcta tensión en la cadena, para evitar saltos en los dientes de los piñones.

- Verificar constantemente que los cables eléctricos y sus conexiones no presenten ningún desgaste para evitar cortos circuitos.
- Verificar periódicamente el correcto funcionamiento del variador de frecuencia, chequeando que haya ningún error en su funcionamiento para evitar daños posteriores.
- La limpieza en general de toda la maquina se debe realizar con un paño húmedo y luego con una seco pero sin el uso de aceites o grasas

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para un buen funcionamiento de la máquina es necesario un constante mantenimiento. Es importante hacer un mantenimiento preventivo, para garantizar el buen estado y una vida útil muy extensa, evitando un mantenimiento correctivo que nos hará perder tiempo y dinero.

Plan De Mantenimiento

| PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA ESTIRADORA DE MELCOCHAS | | | | |
|---|----------|---------|-----------|---------|
| Elemento | Revisión | | | |
| | Diaria | semanal | Quincenal | Mensual |
| <i>Máquina</i> | X | | | |
| <i>Rodamientos</i> | | | | X |
| <i>Piñones- Cadena</i> | | | | X |
| <i>Motor reductor</i> | | | | X |
| <i>Tuercas y uniones soldadas</i> | | X | | |
| <i>Brazos</i> | X | | | |

| | | | | |
|-------------------------------|--|--|---|---|
| <i>Variador de Frecuencia</i> | | | | X |
| <i>Conexiones eléctricas</i> | | | X | |

| PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA ESTIRADORA DE MELCOCHAS | |
|---|---|
| Elemento | Observaciones |
| <i>Máquina</i> | Limpiar la máquina. |
| <i>Rodamientos</i> | Verificar el estado de la lubricación. |
| <i>Piñones-Cadena</i> | Limpieza y lubricación. Verificar la tensión en la cadena. |
| <i>Motor reductor</i> | Revisión del aceite en la caja reductora. |
| <i>Tuercas y uniones soldadas</i> | Verificar la correcta sujeción. |
| <i>Brazos</i> | Verificar picaduras en los brazos y desfase en los mismos. |
| <i>Variador de velocidad</i> | Revisar que las conexiones de entrada y salida se encuentren en buenas condiciones. |
| <i>Conexiones eléctricas</i> | Verificar el buen aislamiento en los cables. |

Tipo de lubricante

Sistema de transmisión Aceite SAE 140-250

Chumaceras: Grasa LGPH 2

Moto reductor Aceite CLP 220

ANEXO G PLANOS ELÉCTRICOS

ANEXO H PLANOS