



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS

**DISEÑO DE UN DESPULPADOR PARA RECUPERAR EL MUCÍLAGO DEL
CACAO E INFLUENCIAR SU UTILIZACIÓN EN LA EMPRESA
“CORPOCACAO SAC”, SATIPO-JUNÍN 2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
GROBER JAIME CAMPOS CALIXTO**

AREQUIPA-PERÚ

2019

Dedico este trabajo de investigación a mi esposa y mis dos hijos, por ser mi motivación constante que me permite ser cada día una mejor persona para lograr mis metas.

Agradezco a mis profesores de la Universidad
Alas Peruanas por sus enseñanzas y tolerancias
en mi formación universitaria.

RESUMEN

El presente trabajo es una experiencia grata, producto de recorrer la provincia de Satipo, las labores agrícolas y particularmente a los productores del cacao. Este fruto tan agradable, al observar cómo los agricultores extraían de la mazorca las semillas y quedaba entre las manos la pulpa muy dulce, pensé si se podría aprovechar ambos productos con un equipo que les permitiera separar en condiciones saludables e industrializarlo.

Revisando las fuentes bibliográficas y la experiencia en el campo de la mecánica, me permitieron desarrollar esta investigación: “Diseño de un Despulpador para Recuperar el Mucílago del Cacao e Influenciar su Utilización en la Empresa “CORPOCACAO SAC”, Satipo-Junín 2018” que expongo de una forma muy sencilla, para que pueda servir a todos los agricultores y productores de cacao, en base al volumen de sus cosechas y que también minimizará el tiempo de producción y mano de obra y cuyos costos permitan su adquisición.

Palabra clave: Despulpador de cacao, recuperación del mucílago del cacao.

ABSTRACT

That work is a pleasant experience, touring product in situ the province of Satipo, farming and particularly producers of cocoa. That fruit so nice to see how farmers extracted from the seeds and left ear hands very sweet pulp, I thought if you could take advantage of both products with a team that would allow them to separate in a healthy condition and industrialize.

They reviewed the literature sources and experience in the field of mechanics allowed me to develop this research, entitled "Designing a pulper to retrieve the mucilage Cocoa and influence its use in CORPOCACAO SAC Company Satipo, Junín 2018", I explain in a simple way so that it can serve all cocoa farmers and producers, based on the volume of the crops and will also diminish production time and labor and whose costs allow attainment.

Keyword: Cocoa pulper, recovery mucilage cocoa

INTRODUCCIÓN

La utilización de las semillas o almendras de cacao representa el 10% del peso bruto, esto significa que el 90% del peso total de la mazorca no es aprovechado, dentro de ello se encuentra la pulpa. La pulpa del cacao es fundamental en el proceso de fermentación y aroma del cacao, pero desafortunadamente son extraídos (decantados) o evaporados en el proceso. Investigaciones realizadas han demostrado que la pulpa de cacao posee un alto contenido nutricional y pruebas preliminares han determinado la probabilidad de transformarlo en jugos, mermeladas, jaleas, néctares, bebidas fermentadas, etc. con buena aceptación entre los consumidores y para esto se debe separar la pulpa de las semillas en condiciones higiénicas.

En esta tesis se diseñó un despulpador de cacao para satisfacer la necesidad de recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”, fundamentándolas en cinco capítulos en base al esquema de investigación sugerido por la Universidad Alas Peruanas y los criterios de organización impartidos en APA, sexta edición.

En el primer capítulo, se expone el planteamiento metodológico en donde se fórmula el problema, objetivo e hipótesis y, finalmente, se justifica la investigación.

En el segundo capítulo, se describe las bases teóricas del cacao, los materiales a utilizar en la construcción y los fundamentos para el diseño del despulpador.

En el tercer capítulo, se hace la introducción al proyecto y el análisis de alternativas del diseño.

En el cuarto capítulo, se expone la teoría del proceso y los cálculos justificativos de cada elemento diseñado.

Finalmente, el en quinto capítulo se realiza la evaluación financiera y su criterio de recuperación de la inversión utilizando las variables VAN y TIR.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| RESUMEN | iv |
| ABSTRACT | v |
| INTRODUCCIÓN..... | vi |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO | 1 |
| 1.1. Localización | 1 |
| 1.2. Descripción de la realidad del problema | 2 |
| 1.3. Delimitación de la investigación | 4 |
| 1.3.1. Delimitación espacial | 4 |
| 1.3.2. Delimitación social..... | 4 |
| 1.3.3. Delimitación temporal..... | 4 |
| 1.3.4. Delimitación conceptual..... | 5 |
| 1.4. Problemas de investigación | 5 |
| 1.4.1. Problema principal..... | 5 |
| 1.4.2. Problemas específicos | 5 |
| 1.5. Objetivos de la investigación..... | 5 |
| 1.5.1. Objetivo general | 5 |
| 1.5.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.6. Hipótesis de la investigación | 6 |
| 1.6.1. Hipótesis general | 6 |
| 1.6.2. Hipótesis específicos | 6 |
| 1.7. Variables de la investigación..... | 6 |
| 1.7.1. Variable independiente..... | 6 |
| 1.7.2. Variables dependientes..... | 6 |
| 1.8. Indicadores | 7 |
| 1.8.1. Indicador independiente | 7 |

| | |
|--|-----------|
| 1.8.2. Indicador dependiente | 7 |
| 1.9. Metodología de la investigación..... | 7 |
| 1.9.1. Tipo y nivel de investigación | 7 |
| 1.9.2. Método y diseño de la investigación | 7 |
| 1.9.3. Población y muestra de la investigación | 8 |
| 1.10. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos | 8 |
| 1.10.1. Técnicas..... | 8 |
| 1.10.2. Instrumentos | 8 |
| 1.10.3. Fuentes de recolección de datos | 8 |
| 1.10.4. Análisis de datos recolectados..... | 9 |
| 1.11. Justificación e importancia de la investigación | 9 |
| 1.11.1. Justificación..... | 9 |
| 1.11.2. Importancia..... | 11 |
| 1.11.3. Limitaciones | 11 |
| CAPÍTULO II..... | 12 |
| MARCO TEÓRICO | 12 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 12 |
| 2.1.1. Ubicación geográfica..... | 13 |
| 2.1.2. Limitaciones | 13 |
| 2.1.3. Clima y zona de vida | 13 |
| 2.1.4. Indicadores geográficos y Población actual | 13 |
| 2.1.5. Estudio de disponibilidad | 13 |
| 2.2. Marco histórico..... | 13 |
| 2.3. Bases teóricas | 14 |
| 2.3.1. El árbol del cacao | 14 |
| 2.3.2. Ecología del cacao..... | 15 |
| 2.3.3. El acero inoxidable | 18 |
| 2.3.4. Composición del acero inoxidable | 18 |
| 2.3.5. Soldaduras en los aceros inoxidables | 21 |
| 2.4. Definición de términos básicos | 24 |

| | |
|---|----|
| CAÍTULO III..... | 25 |
| DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO..... | 25 |
| 3.1. Introducción al proyecto..... | 25 |
| 3.2. Procedimiento de análisis en el proyecto | 26 |
| 3.2.1. Máquinas despulpadoras | 26 |
| CAPÍTULO IV | 28 |
| CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL DISEÑO DEL PROYECTO..... | 28 |
| 4.1. Teoría del proceso | 28 |
| 4.2. Funcionamiento | 28 |
| 4.3. Esquemas | 28 |
| 4.4. Procesos industriales | 29 |
| 4.5. Fórmulas justificativas y cálculos de diseño de elementos | 29 |
| 4.5.1. Diseño de la tolva de alimentación..... | 29 |
| 4.5.2. Cálculo de las fuerzas que intervienen para el diseño..... | 33 |
| 4.5.3. Fuerza total que actúa en los dedos removedores | 35 |
| 4.5.4. Dedos removedores y su dimensionamiento | 36 |
| 4.5.5. Selección del motor eléctrico | 40 |
| 4.5.6. Velocidad angular del trabajo..... | 43 |
| 4.5.7. Potencia de trabajo | 44 |
| 4.5.8. Selección del motor | 45 |
| 4.5.9. Selección del reductor de velocidad | 47 |
| 4.5.10. Diseño del eje despulpador..... | 51 |
| 4.5.11. Diagramas de momentos y cortante | 54 |
| 4.5.12. Cálculos para determinar el diámetro ideal del eje del despulpador de cacao | 60 |
| 4.5.13. Eje motriz | 64 |
| 4.5.14. Carcasa del despulpador | 65 |
| 4.5.15. Sistema colador | 66 |
| 4.5.16. Soporte y estructura del despulpador de cacao..... | 69 |
| 4.5.17. Diseño del control eléctrico..... | 73 |
| 4.5.18. Acoples flexibles | 75 |

| | |
|---|----|
| 4.5.19. Selección de rodamientos | 76 |
| CAPÍTULO V | 79 |
| ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | 79 |
| 5.1. Recursos humanos | 79 |
| 5.2. Recursos materiales | 80 |
| 5.3. Costos y presupuestos del proyecto de investigación..... | 81 |
| 5.3.1. Recuperación de la inversión..... | 82 |
| 5.3.2. Evaluación financiera | 85 |
| 5.4. Cronograma de actividades | 86 |
| CONCLUSIONES..... | 87 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 89 |
| ANEXOS..... | 93 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 | 13 |
| Ubicación geográfica del distrito de Mazamari..... | 13 |
| Tabla 2 | 14 |
| Taxonomía del cacao | 14 |
| Tabla 3 | 17 |
| Composición del mucílago de Cacao. | 17 |
| Tabla 4 | 20 |
| Sistema de numeración para identificar los aceros inoxidables | 20 |
| Tabla 5 | 22 |
| Clasificación AWS de los procesos de soldadura y otros procesos relacionados. | 22 |
| Tabla 6 | 24 |
| Materiales de aporte para soldadura del acero inoxidable..... | 24 |
| Tabla 7 | 34 |
| Ensayo de la fuerza de corte del cacao..... | 34 |
| Tabla 8 | 49 |
| Selección del diámetro de engranaje de salida del reductor de velocidad. | 49 |
| Tabla 9 | 60 |
| Propiedades del Acero Inoxidable AISI 304..... | 60 |
| Tabla 10 | 65 |
| Selección de materiales para la fabricación de la carcasa. | 65 |
| Tabla 11 | 73 |
| Requerimiento del motor seleccionado. | 73 |
| Tabla 12 | 73 |
| Elementos para tablero eléctrico. | 73 |
| Tabla 13 | 80 |
| Descripción de herramientas a emplearse en la construcción del despulpador de cacao.... | 80 |
| Tabla 14 | 81 |
| Materiales a emplearse para la construcción del despulpador de cacao..... | 81 |

| | |
|---|----|
| Tabla 15 | 82 |
| Costos que involucra la construcción del despulpador..... | 82 |
| Tabla 16 | 83 |
| Detalles de la inversión. | 83 |
| Tabla 17 | 83 |
| Sustento del préstamo..... | 83 |
| Tabla 18 | 84 |
| Sustento de ingresos del primer año..... | 84 |
| Tabla 19 | 84 |
| Sustento de egresos del primer año | 84 |
| Tabla 20 | 84 |
| Valores para el cálculo del VAN y TIR. | 84 |
| Tabla 21 | 85 |
| Flujo de caja de la inversión futura. | 85 |
| Tabla 22 | 85 |
| Evaluación de costo beneficio | 85 |
| Tabla 23 | 85 |
| Evaluación financiera | 85 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Ubicación Geográfica del Distrito de Mazamari. | 2 |
| <i>Figura 2.</i> Evolución de la Producción y Exportaciones del Cacao, 2007-2014. | 3 |
| <i>Figura 3.</i> Árboles de Cacao en Satipo. | 15 |
| <i>Figura 4.</i> Mazorca Cortada por la Mitad y Granos de Cacao. | 16 |
| <i>Figura 5.</i> Restauración por Ralladura del Acero Inoxidable. | 19 |
| <i>Figura 6.</i> Soldadura con Proceso GTAW. | 21 |
| <i>Figura 7.</i> Esquema del Proceso de Soldadura TIG. | 22 |
| <i>Figura 8.</i> Parche de Adaptador para Ingreso de líquido en Tanque de Ácido sulfúrico. ... | 23 |
| <i>Figura 9.</i> Máquina Despulpadora de Fruta, Horizontal y Vertical. | 27 |
| <i>Figura 10.</i> Tolva de Alimentación de Mucílago de Cacao. | 30 |
| <i>Figura 11.</i> Volumen del Tronco de Cono del Diseño de la Tolva. | 31 |
| <i>Figura 12.</i> Volumen de la Columna del Tubo del Diseño de la Tolva. | 32 |
| <i>Figura 13.</i> Determinación de la Fuerza de Corte en la Máquina Universal. | 34 |
| <i>Figura 14.</i> Geometría de los Dedos Removedores. | 36 |
| <i>Figura 15.</i> Ubicación de la Fuerza en el Dedo. | 37 |
| <i>Figura 16.</i> Diagrama de Momento y Cortante en el Dedo. | 38 |
| <i>Figura 17.</i> Esfuerzo Estático del Dedo Removedor. | 39 |
| <i>Figura 18.</i> Desplazamiento al Aplicar la Fuerza. | 39 |
| <i>Figura 19.</i> Factor de Seguridad. | 40 |
| <i>Figura 20.</i> Eje Motriz. | 42 |
| <i>Figura 21.</i> Motor Eléctrico de 0.75 HP. | 45 |
| <i>Figura 22.</i> Motorreductor Sinfín-Corona. | 48 |
| <i>Figura 23.</i> D.C. L. del Árbol de Transmisión del Reductor de Velocidad. | 48 |
| <i>Figura 24.</i> Fuerzas Actuantes en el Diseño del Eje. | 51 |
| <i>Figura 25.</i> Fuerzas en los Planos x-z. | 52 |
| <i>Figura 26.</i> Fuerzas en el Plano y-z. | 52 |
| <i>Figura 27.</i> Distancias a los Puntos A, B, C y D. | 53 |
| <i>Figura 28.</i> Diagramas de Momentos y Cortante. | 55 |

| | |
|--|----|
| Figura 29. Tabla de Resultados de la Prueba de Esfuerzos Estáticos del eje..... | 57 |
| Figura 30. Desplazamiento Máximo al Aplicar Esfuerzo en el eje..... | 58 |
| Figura 31. Factor de Seguridad Máximo del eje..... | 59 |
| Figura 32. Ensamble de Eje Motriz..... | 64 |
| Figura 33. Carcasa del Despulpador..... | 66 |
| Figura 34. Colador de Mucílago Tipo Criba..... | 67 |
| Figura 35. Desplazamiento Máximo en el Colador Tipo Criba..... | 68 |
| Figura 36. Estructura del Soporte del Despulpador de Cacao..... | 70 |
| Figura 37. Desplazamiento de la Estructura con Carga..... | 71 |
| Figura 38. Factor de Seguridad con Carga Aplicada en la Estructura..... | 72 |
| Figura 39. Circuito Encendido..... | 74 |
| Figura 40. Circuito Apagado..... | 74 |
| Figura 41. Acoples Flexibles..... | 75 |
| Figura 42. Componentes del Acople Flexible..... | 76 |
| Figura 43. Nomenclatura del Cojinete Cónico..... | 77 |

SIMBOLOGÍA

| | |
|---|---|
| fl = Factor de vida | Sut = Resistencia ultima a la tensión |
| fn = Factor de velocidad | Sy = Límite de fluencia |
| $f0$ = Factor de rodamiento | q = Referencia a la muesca |
| P = Potencia del motor. | Pt = Potencia total. |
| σx = Esfuerzo normal. | n = Velocidad en - rpm |
| τxy = Esfuerzo cortante. | Dp = Diámetro primitivo |
| M = Momento flector. | c = Distancia entre centros |
| $d1; d2; d3$ = Distancia de Puntos. | Ln = Longitud normalizada de la correa |
| Vt = Volumen de Tolva. | Vc = Velocidad critica |
| mt = Masa del fruto. | $T1$ = Tensiones en la faja |
| A = Área. | f = Coeficiente de fricción |
| F = Fuerza. | P = Potencia |
| Wc = Peso del cacao. | FR = Fuerza radial |
| σ' = Esfuerzo de Von Miusses. | FT = Fuerza tangencial |
| Fe = Fuerza de empuje | d = Diámetro |
| Rt = Radio de trayectoria | Se = Resistencia a la fatiga |
| m = Masa | c = Carga dinámica |
| r = Radio | co = Carga estática |
| ω = Velocidad angular. | Pc = Potencia de corte. |
| ΣM = Sumatoria de momentos. | Pa = Potencia de agitación. |
| Se' = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria | Rc = Radio del dedo removedor |
| Ka = Factor de condición superficial | Pm = Potencia del motor |
| Kb = Factor de tamaño | fs = Factor de servicio. |
| Kc = Factor de modificación de carga. | Pc = Potencia corregida. |
| Kd = Factor de temperatura. | i = Relación de transmisión. |
| b = Espesor de la plancha. | σ = Densidad. |
| n = Factor de seguridad | V = Volumen. |
| Fea = Análisis de elementos finitos | p : Presión. |
| Fc = Fuerza centrifuga | H = Altura expresada en metros. |
| Ke = Factor de confiabilidad | E_{rot} = Energía cinética de rotación. |
| Kf = Factor de efectos diversos. | DCL = Diagrama de cuerpo libre. |

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Localización

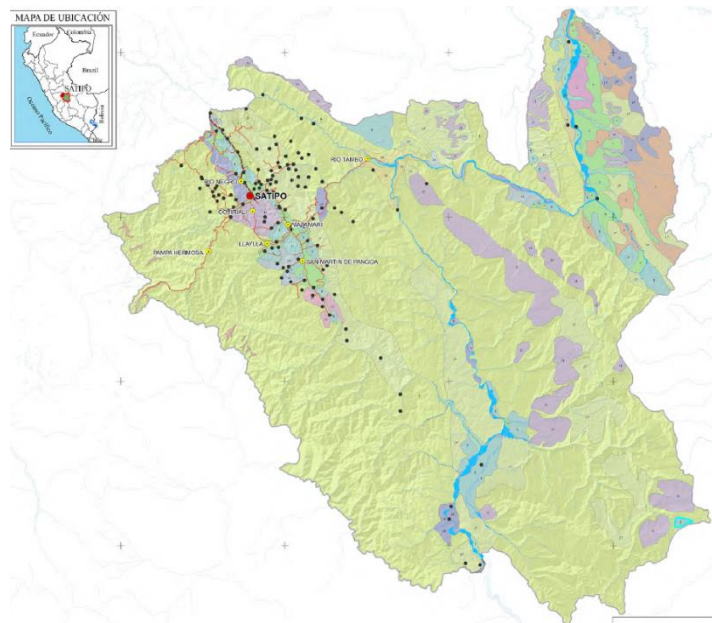
El distrito de Mazamari se encuentra ubicada en la provincia de Satipo y región Junín. Se encuentra a una altitud de 700 m.s.n.m. Tiene una población de 62 052 habitantes según datos del INEI (2015).

En el distrito de Mazamari, se encuentra ubicado la localidad los “Shankis” lugar y domicilio fiscal de la empresa “CORPOCACAO SAC” para quien se realizará el diseño del despulpador con la finalidad de recuperar el mucílago del cacao y seleccionar los granos de forma higiénica en su planta de procesamientos.

“CORPOCACAO SAC” es una empresa dedicada a la extracción, procesamiento y comercialización de cacao de alta calidad en toda la selva central, su producción anual abarca las 15 mil toneladas al año y tiene como proyección para el 2020, duplicar su producción; además, aprovechar el mucílago de cacao del contenido de cada mazorca y que será motivo de nuestro estudio.

En Mazamari aún no se hace las buenas prácticas de cosechas tanto en la organización, el cuidado e higiene de sus productos debido al bajo nivel de educación que presentan los pobladores y demás alrededores. En la siguiente figura, se observa la ubicación geográfica del distrito de Mazamari.

Figura 1. Ubicación Geográfica del Distrito de Mazamari.



Fuente: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO, 2011.

1.2. Descripción de la realidad del problema

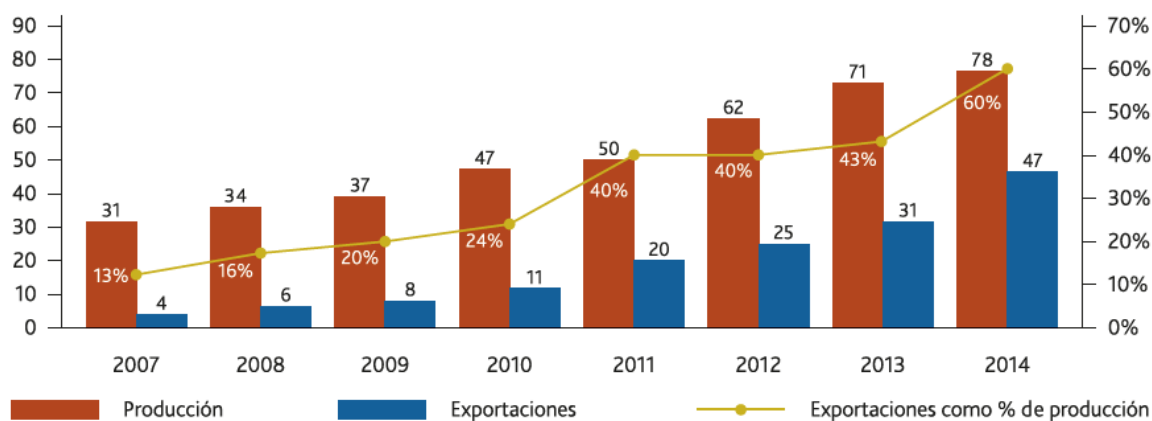
El agricultor peruano es uno de nuestras fortalezas en la cadena alimenticia, gracias a ellos tenemos alimentos que nos nutren cada día, así como también la calidad de nuestras frutas y verduras aumentan con el pasar del tiempo ya que existen mejoras y que inclusive nos han incluido en la red de la exportación mundial con productos que se obtienen gracias al esfuerzo y voluntad del agricultor peruano.

En la selva del Perú, se siembra cacao desde años muy antiguos y que estas prácticas han hecho alimentar a nuestras familias con nutrientes de alto índole, así como también crear

oportunidades de trabajo y mejoras económicas para hombres y mujeres. No obstante, en los últimos 10 años, el Perú está creciendo enormemente en el sembrío y exportación del cacao, que cada año incrementa su porcentaje de producción y exportación tal como indican las estadísticas de la figura siguiente:

Figura 2. Evolución de la Producción y Exportaciones del Cacao, 2007-2014.

(Expresado en miles de TM)



Fuente: MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO, 2016, pág. 7.

En la figura anterior, se observa que las barras de color guindo, representa la producción en toneladas métricas del cacao desde el año 2007 hasta el 2014. Las barras de color azul representan el porcentaje de exportación del cacao y que va incrementando progresivamente hasta un 60% cada año según esta obra colectiva publicada en el 2016 del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

Al partir una mazorca por la mitad, se observa que los granos de cacao representa el 10% del total de su volumen, y el 90% corresponde a la cáscara de mazorca y mucílago; esto quiere decir que de una cabeza solo el 10% es aprovechado y el resto es desperdiciado entre ello el mucílago; un jugo tan agradable que envuelve los granos de cacao y son decantados o evaporados en el momento de la fermentación de los granos y que su manipulación es a mano del agricultor la cual lo hace antihigiénico en el momento de la selección de los granos.

Existen estudios de factibilidad de la utilización del mucílago para la fabricación de mermeladas, zumos, yogurt, licor, etc., entre ellos, los estudiantes Caballero Cotto y Orozco Ruiz de Ingeniería comercial de la universidad Católica de Santiago de Guayaquil afirman la rentabilidad del mucílago al industrializar en derivados para el consumo humano.

Para lograr una correcta separación de los subproductos de las mazorcas, las semillas y la pulpa, a nivel nacional no existen equipos diseñados para dicho proceso que permita su adquisición masiva y trabajar en condiciones seguras de higiénicas con el máximo aprovechamiento.

Se desarrolló la presente investigación para solucionar los problemas planteados sobre la extracción de los granos el cual consiste en el diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao.

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación espacial

La investigación se hizo en la provincia de Satipo, región Junín, distrito de Mazamari y localidad “Los Shankis” y en la empresa “CORPOCACAO SAC”.

1.3.2. Delimitación social

Comprende una población objetivo de 900 agricultores cacaoteros y una población accesible de 362 sembradores, puesto que son personas que pueden brindar la información requerida para el diseño del despulpador de cacao.

1.3.3. Delimitación temporal

El presente trabajo requiere tres años desde el 10 de marzo de 2016 hasta el 25 de abril de 2019.

1.3.4. Delimitación conceptual

Se centrará en el Diseño del despulpador de cacao; basado en los principios físico químico del cacao y la especificación del diseño. También se estudiará los componentes y calidad de material que se emplearán en su construcción del despulpador y los elementos para la separación física de las semillas y la pulpa de cacao. Manejo y operación del despulpador; combinación máquina – hombre que debe ser ergonómica, de fácil uso, limpieza, mantenimiento y costos al alcance de los productores.

1.4. Problemas de investigación

1.4.1. Problema principal

¿Cómo recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?

1.4.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo se diseñará el despulpador que tendrá influencia en la recuperación del mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?
- b) ¿De qué manera el rendimiento del despulpador influye en la recuperación del mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?
- c) ¿Cómo influye su utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Especificar los planos del diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.
- b) Demostrar el rendimiento del despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.
- c) Demostrar la influencia de la utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general

Diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao e influenciar su utilización en la empresa “CORPOCACAO SAC”.

1.6.2. Hipótesis específicos

- a) Son específicos los planos del diseño de un despulpador para recuperar el mucílago de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.
- b) Es demostrativo el rendimiento del despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.
- c) Es demostrable la influencia de la utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.

1.7. Variables de la investigación

1.7.1. Variable independiente

Diseño del despulpador de cacao.

1.7.2. Variables dependientes

Recuperación del mucílago del cacao.

1.8. Indicadores

1.8.1. Indicador independiente

- a) Dimensionamiento del diseño del despulpador de cacao.
- b) Recuperación del mucílago.

1.8.2. Indicador dependiente

- a) Mucílago del cacao.
- b) Influencia en la empresa.

1.9. Metodología de la investigación

1.9.1. Tipo y nivel de investigación

- a) Tipo de investigación
El tipo de investigación es cuantitativa-descriptiva.
- b) Nivel de investigación
Por el nivel de profundidad de la investigación es descriptiva.

1.9.2. Método y diseño de la investigación

- a) Método de investigación
El método a seguir es el analítico descriptivo.
- b) Diseño de investigación
El diseño de investigación es experimental.

1.9.3. Población y muestra de la investigación

a) Población de la investigación

En la selva central se tiene una población objetivo de 900 agricultores sembradores de cacao con un promedio de 04 hectáreas por persona para una producción total, según el INEI (2016), de 3 000 toneladas de cacao seco por año.

El periodo de cosecha se realiza entre los meses de marzo a noviembre, con visita al campo cada quince días, cosechando los frutos maduros, dejando al resto para su maduración. Durante esta cosecha, se recoge alrededor de 200 a 500 kilos de mazorcas de cacao y al segundo día de cosecha, se retira las almendras o semillas del cacao para su secado.

b) Muestra de la Investigación

La población accesible que brinda la información y requiere este prototipo para el despulpado del cacao es 250 agricultores.

1.10. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos

1.10.1. Técnicas

- a) Realizando encuesta, para la variable independiente.
- b) Realizando encuesta, para la variable dependiente.

1.10.2. Instrumentos

- a) Planteando cuestionario, para la variable independiente.
- b) Planteando cuestionario, para la variable dependiente.

1.10.3. Fuentes de recolección de datos

- a) Investigación por internet.

- b) Análisis de libros: Cálculos para Diseños Analíticos y Normativos, se referencian en el capítulo IV.
- c) Especializado: Cálculos de Elementos de Máquinas con relación al proyecto de investigación.

1.10.4. Análisis de datos recolectados

Se tendrá que identificar las variables correspondientes para los cálculos de todos los elementos que conforman el diseño del despulpador de cacao en “CORPOCACAO SAC”, también tendremos en cuenta las características y parámetros de la máquina diseñada ya sea el rendimiento, capacidad, desgaste, encuestas, entrevistas con agricultores de cacao y profesionales como agrónomos de campo y, finalmente, las conclusiones, recomendaciones que se consideran en el capítulo V.

1.11. Justificación e importancia de la investigación

1.11.1. Justificación

Es evidente que la selección de materia prima y en especial de alimentos como el cacao, deben ser procesos industrializados para optimizar tiempos y ganancias y dentro de ello la higiene ya que son productos que se consumen a nivel local y fuera de nuestro país; en lugar que el hombre intervenga con sus manos para seleccionar los granos de cacao contaminando el producto que se distribuirá, se debe emplear máquinas despulpadoras de cacao higiénicas.

a) Justificación teórica

El proyecto que se plantea es innovador, ya que en la actualidad en la selva del Perú aún no existe máquinas para hacer la correcta selección de granos de cacao y el aprovechamiento del mucílago o pulpa de cacao; por ello, el estudio que se está planteando es nuevo y no existe en el Perú diseños similares para el tema en mención.

El estudio es factible ya que se cuenta con todo los recursos humanos y financieros; además, se tiene información necesaria para la elaboración del proyecto tales como cálculos de elementos de máquinas, análisis financiero e información de la empresa en donde se ejecutará el proyecto.

b) Justificación real

El diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”, es factible por cuanto aumentará su producción no solamente en la selección de granos de cacao, sino que también en la recuperación de mucílago de cacao o comúnmente conocido como “baba de cacao”. Este último servirá para poder industrializar derivados alimenticios tales como el “Licor de cacao”, “La mermelada de cacao”, “Yogurt de cacao”, etc., así como también mejorar la calidad de alimentación en las personas.

c) Justificación ambiental

La industrialización de alimentos con despulpadoras de cacao, no contaminan el ambiente ya que las máquinas no emiten ruidos por encima de lo permisible de las personas, el motor eléctrico de la marca “SIEMENS” en un motor limpio y bajo en ruido, pues es el único elemento que emite ruido. La construcción de la máquina en su totalidad es de acero inoxidable que no contamina a ninguna clase de alimentos y son reciclables.

d) Justificación económica

El diseño y fabricación de la máquina despulpadora de cacao es menos costosa debido a la simplicidad del ensamblaje conteniendo pocos componentes mecánicos y estructura, y que está al alcance del empresario ya que su recuperación se verá reflejado en el aumento de su producción de granos de cacao y en el aprovechamiento del mucílago.

1.11.2. Importancia

Esta investigación sirve para manufacturar este tipo de máquinas en las zonas donde producen el cacao; y aprovechar todos los subproductos del cacao en el proceso de despulpado. El cacao para ser competitivo requiere que en la cadena productiva (siembra, cosecha y secado), sea el que permita obtener productos de acuerdo a las exigencias de la industria, que por cierto serán diversas y la respuesta tiene que ser ágil y oportuna.

1.11.3. Limitaciones

Las pocas investigaciones pragmáticas realizadas con respecto al objeto del presente estudio no permiten tener una amplia información del tema y conocer las dificultades en su estudio. El factor económico es una limitante para desarrollar el trabajo de investigación con mayores evidencias, sin embargo, la demanda del problema motiva la ejecución de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Desde años muy antiguos, el Perú no se industrializa o es muy poco la utilización de tecnologías para el procesamiento de alimentos y es por ello que mercados internacionales como TOTTUS, METRO, PLAZA VEA, etc. son empresas líderes que vienen al Perú para posesionarse en nuestro mercado trayendo productos de todo tipo al alcance del bolsillo y dándole una satisfacción plena al cliente. Sin embargo, el mucílago de cacao aún no es tan industrializado en América Latina en comparación con continentes más desarrollados como es el caso de Europa.

El Perú está en auge con el cacao y es por ello que se debe innovar e implementar máquinas despulpadoras de cacao para su industrialización ya que no solo hará el papel de selección de granos optimizando el tiempo de producción, sino que también aprovechará el mucílago que servirá para derivados tales como la mermelada, licores, yogures, etc. y estará a la altura de productos que se venden en supermercados.

2.1.1. Ubicación geográfica

Tabla 1

Ubicación geográfica del distrito de Mazamari.

| Ubicación | Mazamari |
|------------------|-----------------|
| Localidad | “Los Shankis” |
| Provincia | Satipo |
| Región | Junín. |
| Latitud | 11°19'49''S |
| Longitud | 74°31'49''O |
| Altitud | 700 m |

Fuente: GOBIERNO REGIONAL JUNÍN, 2007, pág. 17.

2.1.2. Limitaciones

Por el norte con el distrito de Satipo, por el sur con el distrito de Pangoa, por el este con el distrito de Río Tambo, por el oeste con el distrito de Coviriali.

2.1.3. Clima y zona de vida

Clima tropical seco.

2.1.4. Indicadores geográficos y población actual

Población actual: 62,052 habitantes, densidad de población Mazamari: 31,2 /km².

2.1.5. Estudio de disponibilidad

Tesis en Colombia-Bucaramanga: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL DESMUCILAGINADOR DE CACAO- AÑO 2006. Autor: FRANKLIN GREGORIO COLMENARES RINCÓN.

2.2. Marco histórico

“En 1891, el Alemán Otto Nicklaus Kuhl Von DerFectch diseña una máquina cuya finalidad era extraer, separar la semilla y la cáscara del fruto basado en un mecanismo con un motor eléctrico, en Nicaragua ya que tenía residencia en ese país en aquel entonces, dicho

funcionamiento consistía en depositar el fruto en una tolva, para que un eje central rote seguida de unos pines y piezas filosas y que conseguía el rompimiento de la cáscara del fruto para luego ser impulsadas por unas hélices hacia unas mallas o rejillas con el fin de ejercer presión al fruto contra un tamiz y filtrar las partículas que conforman la pulpa y debido al tamaño de los orificios de la malla resultaba en líquido y por el otro orificio salía los desperdicios de la fruta”. Publicado por BECERRA DAZA, 2008.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. El árbol del cacao

Según ENRIQUEZ (1985) en su investigación sobre el cultivo del cacao dice:

El cacao pertenece al Orden Malvales, a la familia Esterculiaceae, al género Theobroma y a la especie cacao. El cacao es un a especie altamente alógama, pues se estima que su polinización cruzada está por encima del 95%. La mayoría de ésta polinización la realiza una población entomológica bastante especializada, de tamaño muy pequeño. El cacao tiene 20 cromosomas (p. 19).

Desde el punto de vista científico, el cacao se clasifica como se establece en la tabla 2.

Tabla 2

Taxonomía del cacao

| | |
|---------|----------------|
| CLASE | Dicotiledóneas |
| ORDEN | Malvales |
| FAMILIA | Esterculiáceas |
| GENERO | Theobroma |
| ESPECIE | Cacao |

Fuente: ENRIQUEZ, 1985.

En el Perú, el cultivo de cacao es una actividad que está creciendo a pasos agigantados, y cuyas regiones que lideran son San Martín, Piura, Cuzco, Madre de Dios, Junín, Ucayali, Huánuco y otros en menor escala.

2.3.2. Ecología del cacao

Los factores climáticos críticos son las lluvias y las temperaturas altas y bajas que limitan el cultivo del cacao. La luz es otro de los factores debido a que el cacao se desarrolla en sombras y poca exposición al sol. La humedad relativa es otro de los inconvenientes ya que se puede crear enfermedades que atacan a las mazorcas. Los límites para el cultivo del cacao tanto en el norte como en el sur del Ecuador terrestre, están aproximadamente 20°. Aunque existe lugares fríos que producen cacao con normalidad como en el estado de São Paulo (ENRIQUEZ, 1985).

Figura 3. Árboles de Cacao en Satipo.



Fuente: Elaboración propia.

El cacao requiere temperaturas de 25 C° como promedio y lluvias constantes para su desarrollo, además, los árboles más grandes actúan como cortinas para proteger del viento a

los tallos del cacao; es necesario realizar el sembrío en donde exista sombras para su mejor desarrollo.

Existen plagas de insectos que atacan al cacao; es por ello que el cuidado de cada mazorca es importante para evitar ser devorados por los parásitos y también la fumigación ayuda a eliminar cualquier agente contaminante en el sembrío del cacao antes y durante su desarrollo.

Figura 4. Mazorca Cortada por la Mitad y Granos de Cacao.



Fuente: MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO, 2016.

Uno de los subproductos del cacao es el mucílago que representa el 20% del total del volumen de la mazorca, el cual lo describiremos a continuación.

a) Subproductos del cacao

Mucílago o pulpa de cacao. Es una sustancia viscosa generalmente hialina que contienen a los granos de cacao. Cada mazorca contiene de 30 a 50 semillas o almendras. El número, tamaño y forma de la semilla es una característica varietal, son cuerpos aplanados elipsoidales de 2 a 4 cm de largo rodeada por una envoltura blancuzca y azucarada, está compuesta principalmente por parénquima. La pulpa mucilaginoso está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, que contienen células de savia ricas en azúcares (10-13%), pentosas (2-3%), ácido cítrico (1-2%), y sales (8-10%). Aunque la pulpa es necesaria para la fermentación, a menudo hay más pulpa de la necesaria. El exceso de pulpa, que tiene un delicioso sabor tropical, ha sido usado para hacer los siguientes productos: jalea de cacao, alcohol y vinagre, nata y pulpa procesada Aproximadamente de 40 litros de pulpa se pueden obtener de 800 kilos de semillas frescas (ARTEAGA, 2013, pág. 54).

Re realizó el estudio al mucílago de cacao de la variedad CCN-51, en el Laboratorio Santa Catalina de INIAP-Quito, y cuyo informe No 11-341 arrojó los siguientes resultados que describo en la tabla 3.

Tabla 3
Composición del mucílago de cacao.

| COMPONENTES | % P/P | DESCRIPCIÓN |
|---------------------|-------|---|
| Humedad | 77.34 | Del contenido de agua de la muestra |
| Cenizas | 2.91 | Resultado de la calcinación de la muestra |
| Extracto eterio | 0.36 | Grasa |
| Proteínas | 5.41 | Aminoácidos |
| Fibras | 8.22 | Definida como la parte de las plantas comestibles que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado humano y que experimenta una fermentación parcial o total, en el intestino grueso. |
| Azúcares totales | 62.95 | Monosacáridos, disacáridos y polisacáridos |
| Azúcares reductores | 11.98 | Poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y que a través del mismo pueden reaccionar con otras moléculas |

Fuente: ARTEAGA, 2013.

2.3.3. El acero inoxidable

a) Historia del acero inoxidable

En una de las versiones acerca del descubrimiento del acero inoxidable encontradas por INDURA (2010) dice:

Una de ellas afirma que poco antes de la Primera Guerra Mundial, un comerciante francés en chatarra se dio cuenta que un cañón permanecía brillante y limpio entre un montón de oxidados cañones. Las investigaciones revelaron que se había agregado una cantidad excesiva de cromo al acero básico durante la fabricación de este cañón especial. Así, el acero inoxidable, habría sido descubierto por casualidad (p.13).

2.3.4. Composición del acero inoxidable

El acero inoxidable es la aleación de hierro con bajo contenido de carbono (un 11% de cromo y 0.8% de carbono) como mínimo y algunos grados contienen níquel como segundo elemento de aleación. Su principal característica es tener una alta resistencia a la corrosión debido a que se forma una capa espontánea de óxido de cromo en la superficie del acero y actúa instantáneamente cuando es sometido a la abrasión, corte y mecanizado para repararlos de manera rápida. Con un 11% de cromo, el acero resiste en ambientes interiores, con un 18% de cromo, el acero soporta las más rigurosa condiciones atmosféricas INDURA, 2010.

El acero inoxidable crea una capa espontánea de óxido de cromo para ser protegido del ataque por la corrosión del ambiente u otros elementos corrosivos. ¿Qué quiere decir esto? Cuando el material está sometido a cortes, ralladuras o cualquier acción que dañe al metal, la capa espontánea de óxido de cromo es restaurada de inmediato para evitar que ingrese agentes corrosivos, es por ello cuanto más cromo tenga el material será mucho mejor al ataque de la corrosión o agentes contaminantes.

En la siguiente ilustración, se detalla la formación espontánea de óxido de cromo en la película del material.

Figura 5. Restauración por Ralladura del Acero Inoxidable.

Figura 1. El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo.



Figura 2. Cuando es rayado, esta película protectora es removida.

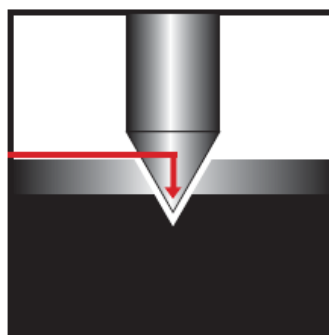


Figura 3. La capa protectora es restaurada.



Fuente: INDURA, 2010, pág. 13.

El sistema de numeración se emplea para identificar a los tipos inoxidables y a los resistentes al calor en donde el primer dígito indica el grupo y los dos últimos al tipo.

Tabla 4

Sistema de numeración para identificar los aceros inoxidable

| GRUPO | NÚMERO DE SERIE | DESCRIPCIÓN |
|--------------|------------------------|---|
| AUSTENÍTICO | 2XX | ACEROS AL CROMO-NÍQUEL-MANGANESO; no maquinables, austeníticos y no magnéticos. |
| AUSTENÍTICO | 3XX | ACEROS AL CROMO-NÍQUEL; maquinables, austeníticos y no magnéticos. |
| MARTENSÍTICO | 4XX | ACEROS AL CROMO; maquinables, martensíticos y magnéticos. |
| FERRÍTICO | 4XX | ACEROS AL CROMO; maquinables, martensíticos y magnéticos. |
| MARTENSÍTICO | 5XX | ACERO AL CROMO; de bajo cromo y resistentes al calor |

Fuente: SOLDEXA, 2016, pág. 115.

a) Ventajas del acero inoxidable

- Son resistentes a la corrosión con grados bajos de aleación atmosférica y grados altos de aleación con temperaturas altas.
- Son resistentes a las altas y bajas temperaturas.
- Son manipulables para la fabricación ya que se puede cortar, soldar, forjar y mecanizar con mucha facilidad.
- Son resistentemente mecánicos por la dureza que contienen ya que se pueden fabricar componentes con bajos espesores y pueden ser tratados para conseguir componentes de alta resistencia.
- Son estéticos e higiénicos por la facilidad que presta al momento de hacer limpieza y es utilizado principalmente en cocinas, hospitales, fábricas de alimento, industrias, etc.

b) Acero inoxidable AISI 304

Comúnmente conocido como el acero de los utensilios domésticos, cuchillería, arquitectura, otros y es el más versátil y uno de los más usados de

los aceros inoxidable de la serie 300. Tiene excelentes propiedades para el conformado en frio y soldabilidad (SUMITEC, 2018).

2.3.5. Soldaduras en los aceros inoxidable

Los aceros inoxidable en el momento de la soldadura presentan buen comportamiento y buena penetración con el elemento a unir, tienen buen acabado y son fáciles de soldar. Es importante seleccionar el tipo de soldadura y material para cada proceso. En la siguiente tabla, se clasifica el tipo de acero con respecto a la característica de la soldadura.

a) Procesos de soldadura con aceros inoxidable

Los aceros inoxidable son soldables en su mayoría con todos los procesos. En nuestro caso, para el diseño solo utilizaremos el proceso GTAW ya que brinda un acabado excepcional y garantiza la penetración al momento de unir piezas delgadas o láminas.

Figura 6. Soldadura con Proceso GTAW.



Fuente: INDURA, 2010.

La American Welding Society (AWS) hizo la clasificación de procesos de soldaduras que se detalla a continuación y que también se ajusta al método de soldadura la cual elegimos para nuestro proyecto.

Tabla 5

Clasificación AWS de los procesos de soldadura y otros procesos relacionados.

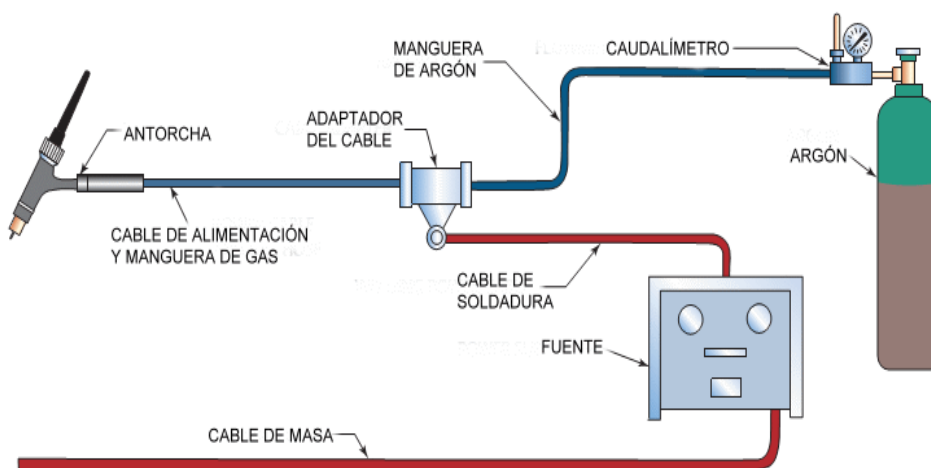
| CLASIFICACIÓN AWS | |
|-------------------|--|
| SMAW | Shielded Manual Arc Welding; Soldadura Manual de Arco Revestido (electrodos revestidos). |
| SAW | Sumerged Arc Welding; Soldadura de Arco Sumergido. |
| FCAW | Flux Cored Arc Welding; Soldadura de Arco Fundente en el Núcleo. |
| GTAW | Gas Tungsten Arc Welding; Soldadura con Electrodo de Tungsteno Protegida con Gas. |
| PAW | Plasma Arc Welding; Soldadura por Arco de Plasma. |
| GMAW | Gas Metal Arc Welding; Soldadura de Arco Metálico Protegido con Gas (Sol. MIG, MAG). |

Fuente: PASTOR, 2004, pág. 3.

b) Soldadura de arco con electrodo de tungsteno protegido por gas inerte (GTAW)

También conocido como TIG, es uno de los procesos mediante el cual se utiliza tungsteno en la punta de la antorcha; es un electrodo no consumible y que solo cumple la función de realizar el arco con la maza o conexión a tierra. Este proceso lo conforma una máquina de soldar de alta frecuencia adecuada para TIG, tiene un suministro de Argón (Gas inerte) con un caudalímetro regulador de gas y que es conducido mediante una manguera hasta la punta de la antorcha. Por lo general, este tipo de soldadura se utiliza para realizar trabajos de alto rendimiento y resistencia; también por tener buen acabado.

Figura 7. Esquema del Proceso de Soldadura TIG.



Fuente: MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2018.

c) Características y acabado con soldadura TIG

En la figura 8, se observa el acabado del parche de un adaptador para ingreso de líquido de 2 pulgadas de diámetro fusionado a un contenedor de acero inoxidable de ácido sulfúrico industriales y cuyas características son los siguientes:

- Buena penetración y libre de porosidad.
- Buena resistencia a la presión del líquido y temperatura ya que es un contenedor de líquido con presión hidráulico.
- El parche presta garantía debido a la calidad del material y acabado.
- Tiene elegancia en su acabado.

Figura 8. Parche de Adaptador para Ingreso de líquido en Tanque de Ácido sulfúrico.



Fuente: Elaboración propia.

d) Electrodo para soldadura de aceros inoxidables

A continuación, detallamos el material de aporte para la soldadura con acero inoxidable.

En esta designación, se observa que la clasificación tanto de los aceros inoxidables así como los electrodos son casi similares.

Tabla 6*Materiales de aporte para soldadura del acero inoxidable.*

| Metal base | Electrodo recubierto AWS o nombre común | Electrodo desnudo y varilla- AWS o nombre común |
|-------------------|--|--|
| AISI (UNS) | AWS A5.4 (UNS) | AWS A 5.9 (UNS) |
| 304 (S30400) | E308 (W30810) | ER308 (S30880) |
| 304L (S30400) | E308L (W30813) | ER308L (S30883) |
| 316 (S31600) | E308 (W31610) | ER308 (S31680) |
| 316L(S30400) | E316L (W31613) | ER316L (S31683) |

Fuente: SOLDEXA, 2016, pág. 118.**2.4. Definición de términos básicos**

- Pulpa de cacao o mucílago: es un jugo gelatinoso que cubre las almendras de cacao dentro de la mazorca, que le permite su crecimiento, aroma y color.
- Mazorca: apariencia del volumen del cacao y dentro de ello se encuentra las semillas y mucílago de cacao, que parece calabacín o tiene forma de papaya.
- Despulpador: Medio mecánico que permite separar las semillas de cacao o almendras de la pulpa para su aprovechamiento de ambos.
- Valor agregado de las mazorcas de cacao: considerado por la pulpa que actualmente se desecha y permitiría obtener ingresos adicionales a los agricultores si se separa en condiciones higiénicas.
- Contaminación bacteriana: originada por la separación en condiciones inadecuadas de las semillas de cacao para su posterior secado.
- Auge: Crecimiento o desarrollo notable y progresivo del cacao.
- GTAW: Gas Tungsten Arc Welding; Soldadura con Electrodo de Tungsteno Protegida con Gas.
- Eje desmucilagador: es la columna vertebral del elemento diseñado que hace posible la separación del mucílago de los granos de cacao.
- Colador tipo criba: es el elemento diseñado que sirve para colar el jugo de mucílago de los granos de cacao; está situado en posición criba (como zaranda a 45° de inclinación).

CAÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. Introducción al proyecto

El proyecto es realizado en base a la necesidad de recuperar el mucílago del cacao que se desperdicia en el momento de la selección del grano en la selva peruana; en especial, con el fin de aumentar su productividad de cacao, la empresa “CORPOCACAO SAC” que se dedica únicamente en la comercialización del grano de cacao. Para “CORPOCACAO SAC”, será de gran utilidad implementar este tipo de máquinas en su planta procesadora de cacao para luego proyectarse en invertir en una nueva planta e industrializar productos tales como “licor de cacao”, “mermelada de cacao”, “yogurt de cacao” y entre otros gracias a la obtención de mucílago o “baba de cacao”.

Bajo este contexto, nos centraremos en el diseño del despulpador de cacao y daremos a conocer los parámetros, funcionamiento, y composición de la máquina.

El despulpador de cacao es una máquina que se encarga de separar las almendras de la maza o pulpa de cada mazorca de cacao para luego alojarlas de forma higiénica en cada recipiente o compartimiento hecho a base de acero inoxidable en su totalidad. La máquina consta de un motor eléctrico de 0.75 hp que impulsa a un reductor de velocidad y esto a su

vez propulsa al eje motriz o batidora; luego esta masa es desembocada a un colador de mucílago tipo Criba en donde se realiza la separación de ambos elementos. Por un lado, sale los granos de cacao con un porcentaje de mucílago para su propio aroma y, por el otro, sale el jugo de mucílago.

3.2. Procedimiento de análisis en el proyecto

En el mundo existe una diversidad de máquinas despulpadoras de fruta y entre ellas uno de los representantes de esta línea es la “Industrias Cardín” pionera en la fabricación de máquinas despulpadoras de frutas y que será como alternativa para la realización del diseño del despulpador de cacao.

3.2.1. Máquinas despulpadoras

Son máquinas que permiten la separación entre la pulpa y la semilla o la cáscara de algunas frutas.

a) Máquinas despulpadoras pequeñas o semi-industriales

Generalmente, estas máquinas son para producir en cantidades pequeñas que son utilizados por medianos productores de frutas y son del tipo paletas o tornillos sin fin.

b) Máquinas despulpadoras industriales o de capacidad alta

Estas máquinas son utilizadas en las industrias procesadoras de frutas ya que producen en grandes cantidades pulpa para su comercialización y son del tipo horizontal y vertical.

c) Máquina despulpadora de fruta horizontal

Son máquinas despulpadoras que su eje principal se encuentra en posición horizontal y tiene la capacidad de despulpar un sinfín de frutas con altas RPM y con tamices cambiables y cuchillas regulables. Tiene dos salidas, uno para la pulpa y el otro para el desperdicio.

d) Máquina despulpadora de fruta vertical

Son máquinas que por lo general su eje principal se sitúa en forma vertical o desviaciones con ángulos muy moderados. Estas máquinas aprovechan la gravedad de la fruta para el ingreso al tambor, también tienen tamices para ser cambiados de acuerdo al tipo de despulpado y el tipo de fruta que se desea procesar.

Figura 9. Máquina Despulpadora de Fruta, Horizontal y Vertical.



Fuente: INDUSTRIAS CARDÍN, 2018.

CAPÍTULO IV

CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL DISEÑO DEL PROYECTO

4.1. Teoría del proceso

La masa de cacao (mucílago + almendras), después de extraerlo de la mazorca, es alimentada por un embudo o tolva de alimentación cuya capacidad es de 17 kg o 16 dm³ de porción para luego caer por gravedad al tambor o molino separador; al término o fondo del tambor una boca de 4 pulgadas desemboca el mucílago disuelta con almendras, esto a su vez, cae en una estructura colador tipo Criba el cual se encarga de colar el jugo de mucílago, por un lado, y los granos, por otro lado, para su selección en vertientes o bandejas de acero inoxidable dándole como fin el proceso de despulpado.

4.2. Funcionamiento

El funcionamiento se da mediante un control eléctrico o pulsadores de arranque.

4.3. Esquemas

Los planos del diseño nos detallan el dimensionamiento de cada componente que conformará la máquina.

4.4. Procesos industriales

El proceso industrial empieza a partir desde que el hombre suministra el mucílago con granos a la tolva de alimentación con un volumen de 0.016 m^3 cada carga y el tiempo en que la máquina se encarga de procesarlo para que logre la separación es de 7 minutos por cada porción de 17 kg, haciendo una producción de 150kg/h. Luego, la misma máquina se encarga de separarlos en recipientes distintos tanto el juego de mucílago y los granos de cacao; el siguiente paso es el procesamiento del jugo de mucílago en derivados ya sea para licores, mermeladas, jarabes, jaleas, vinagre, y concluye el proceso.

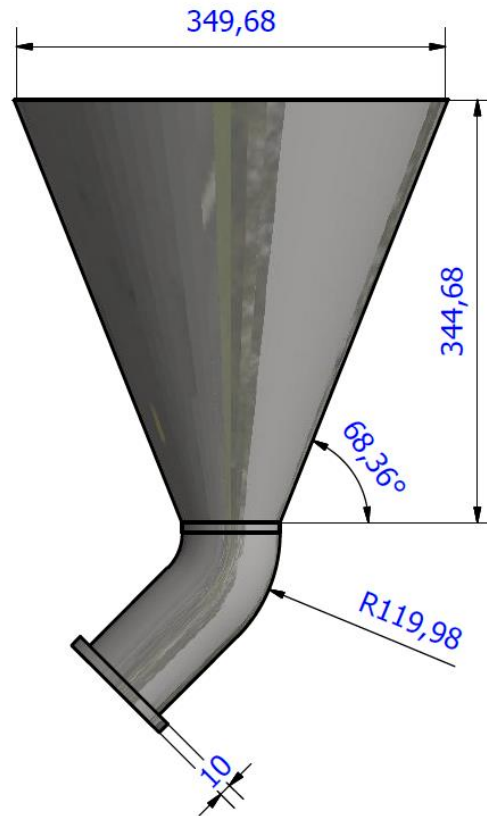
4.5. Fórmulas justificativas y cálculos de diseño de elementos

Teniendo en cuenta las alternativas de diseño de prototipos y máquinas despulpadoras de frutas y sus dimensionamientos, se procede a realizar la selección y diseño aplicando cálculos matemáticos y físicos para determinar su resistencia y consumo de potencia del elemento mecánico. Para la selección del motor eléctrico, se realiza cálculos matemáticos para determinar la potencia de trabajo que demanda la máquina considerando parámetros de funcionamientos reales.

4.5.1. Diseño de la tolva de alimentación

Está construido de acero inoxidable AISI 304 y tiene la forma de un embudo con un ángulo de caída de 68.36° ya que ingresará un material coloidal. Tiene un codo de 45° de 76 mm de diámetro soldada en la parte inferior y al extremo posterior es bridada para su fácil montaje y desmontaje para efectos de limpieza. En la figura 10, se observa el dimensionamiento.

Figura 10. Tolva de Alimentación de Mucílago de Cacao.

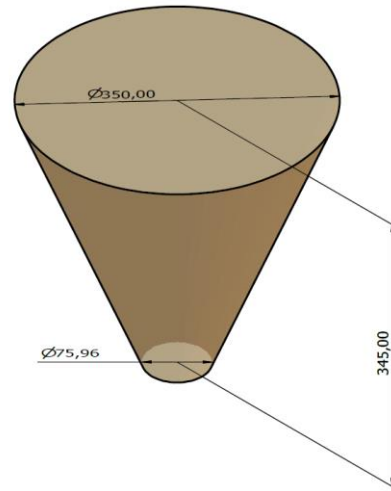


Fuente: Elaboración propia.

- a) Volumen interno de la tolva dimensionada o capacidad de carga

Para saber el volumen total que compromete el diseño de la tolva de alimentación, se tendrá que calcular en primera instancia el volumen del tronco de cono y luego el volumen de la columna de tubo de la siguiente manera:

1. Volumen del tronco

Figura 11. Volumen del Tronco de Cono del Diseño de la Tolva.

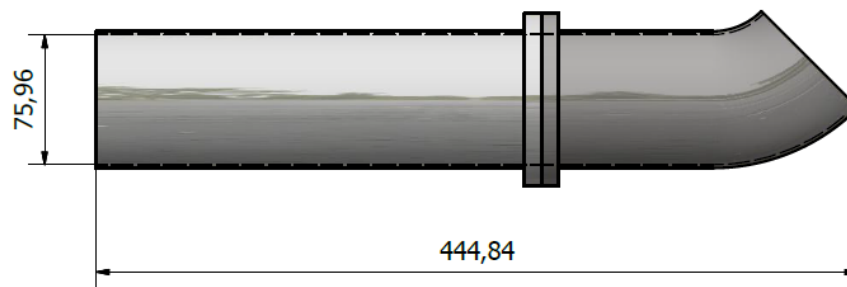
Fuente: Elaboración propia.

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

$$V_{tcono} = \frac{1}{3} \pi 0.35 (0.175^2 + 0.038^2 + 0.175 * 0.038)$$

$$V_{tcono} = 0.014 \text{ m}^3$$

2. Volumen de la columna del tubo

Figura 12. Volumen de la Columna del Tubo del Diseño de la Tolva.

Fuente: Elaboración propia.

$$V_{ctubo} = \frac{\pi d^2}{4} h$$

$$V_{ctubo} = \frac{\pi 0.076^2}{4} 0.44484$$

$$V_{tubo} = \mathbf{0.002 \text{ m}^3}$$

Entonces, la suma de ambos volúmenes es el volumen total que compromete el peso de la tolva de alimentación.

$$V_{t.tolva} = 0.014 + 0.002 = \mathbf{0.016 \text{ m}^3}$$

Teniendo el volumen real de 0.016 m^3 que compromete la alimentación de la tolva, paso seguido debemos pesarla en una balanza para saber el peso real. Además, debemos calcular la masa para corroborar dicho dato con la siguiente fórmula:

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

Donde;

$\rho = \text{densidad}$

$m = \text{masa}$

$v = \text{volumen}$

Densidad del mucílago del cacao = 1.0686 g/ml = 1068.6 kg/m³, ver tabla de densidades de frutas y almendras en anexos.

$$\rightarrow m = \rho * v = 1068.6 \frac{kg}{m^3} * 0.016 m^3 = 17.09 kg$$

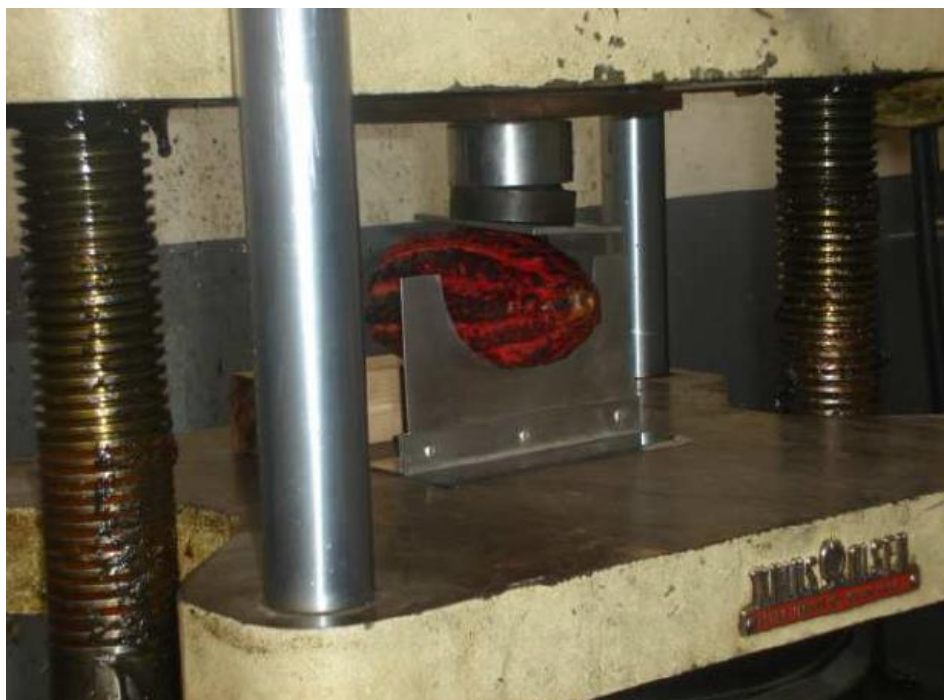
El peso de 0.016 m³ de mucílago es = 17.01 kg

4.5.2. Cálculo de las fuerzas que intervienen para el diseño

a) Obtención de la fuerza de corte en la máquina universal

Se coloca la mazorca con una bolsa para evitar contaminación en el punto de prueba y la máquina universal hace su medición.

Figura 13. Determinación de la Fuerza de Corte en la Máquina Universal



Fuente: ROSERO & TOAPANTA, 2008.

Los resultados del ensayo en la máquina universal se detallan a continuación:

Tabla 7

Ensayo de la fuerza de corte del cacao.

| Ensayo N° | Fuerza de corte (Lb-F) | Fuerza de corte (Kg-F) |
|-----------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 80 | 36 |
| 2 | 75 | 34 |
| 3 | 75 | 34 |
| 4 | 80 | 36 |
| 5 | 80 | 36 |
| 6 | 75 | 34 |
| promedio | 77.5 | 35 |

Fuente: ROSERO & TOAPANTA, 2008, pág. 32.

En la tabla, se observa que el promedio del ensayo de la fuerza de corte del cacao realizado por los estudiantes ROSERO y TOAPANTA en la máquina universal, es de 35 kg-f.

$$F_{corte} = 35 \text{ kgf} = 343.23 \text{ N}$$

b) Fuerza producida por el peso del cacao más pulpa

Para calcular la fuerza producida por el peso del cacao, se multiplica la masa total que ingresa en la tolva con la gravedad, y se realiza con la siguiente ecuación:

$$F_{pc} = m_{cacao} \times g$$

Donde:

F_{pc} = Fuerza producida por el peso del cacao

g = gravedad (9.81 m/s^2)

$$\rightarrow F_{pc} = 17.09 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F_{pc} = 167.65 \text{ N}$$

4.5.3. Fuerza total que actúa en los dedos removedores

Es igual a la suma de la fuerza de corte y la fuerza producida por el peso del cacao.

$$F_{total} = F_{pc} + F_{corte}$$

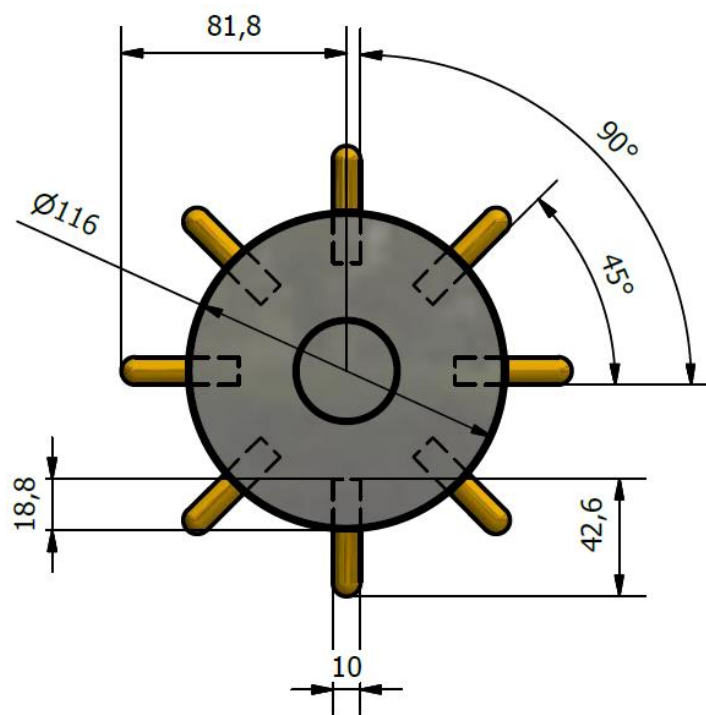
$$F_{total} = 167.65 \text{ N} + 343.23 \text{ N}$$

$$F_{total} = 510.88 \text{ N}$$

4.5.4. Dedos removedores y su dimensionamiento

El sistema motriz de la máquina incorpora 52 dedos removedores de un espesor seleccionado, las cuales están ubicadas en forma alternada, y están empotradas a presión en el eje motriz; en la figura 14, se indica la geometría de los dedos removedores.

Figura 14. Geometría de los Dedos Removedores.



Fuente: Elaboración propia.

Al encontrarse empotrados al portadedos con una profundidad de 18.8 mm, la carga hace que el diseño se considere en voladizo, ya que la carga se ubica en el extremo del dedo como se indica en la figura 15.

La fuerza genera un momento con respecto al eje del portadedo y se calcula mediante la siguiente ecuación:

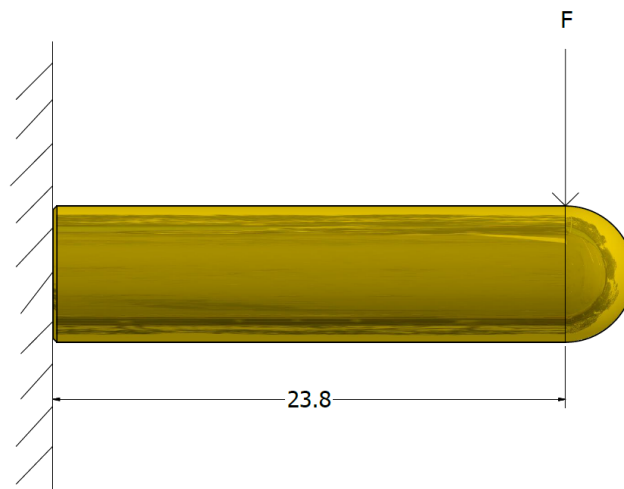
$$M_A = F_{total} \times d$$

$$M_A = 510.88 \text{ N} \times 0.0238 \text{ m}$$

$$M_A = 12.15 \text{ Nm}$$

$$M_{total} = 24.31 \text{ Nm}$$

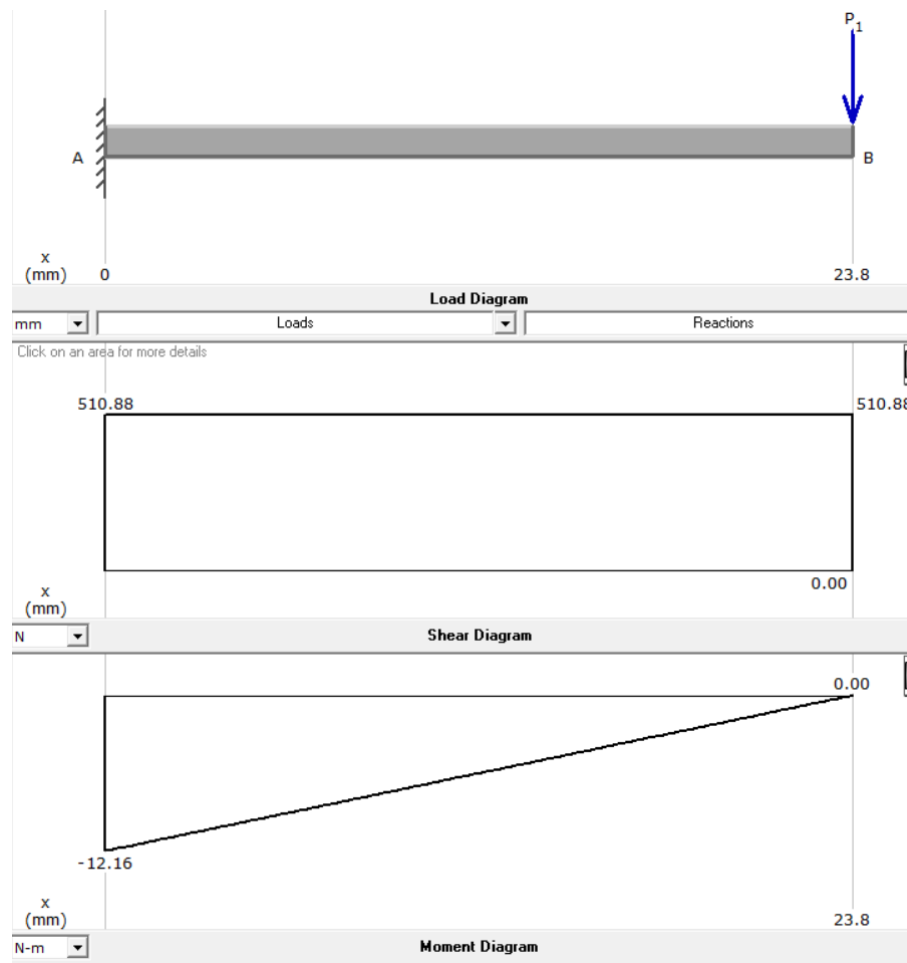
Figura 15. Ubicación de la Fuerza en el Dedo.



Fuente: Elaboración propia.

Utilizaremos el software MDSolid para representar los diagramas de momentos cortante y flexionante con la fuerza total de **510.88 N** a un punto de aplicación de **23.8 mm**. Además, se sabe que cuando hablamos de momento aplicado en un punto, este pico es multiplicado por dos para que la resultante sea igual a cero:

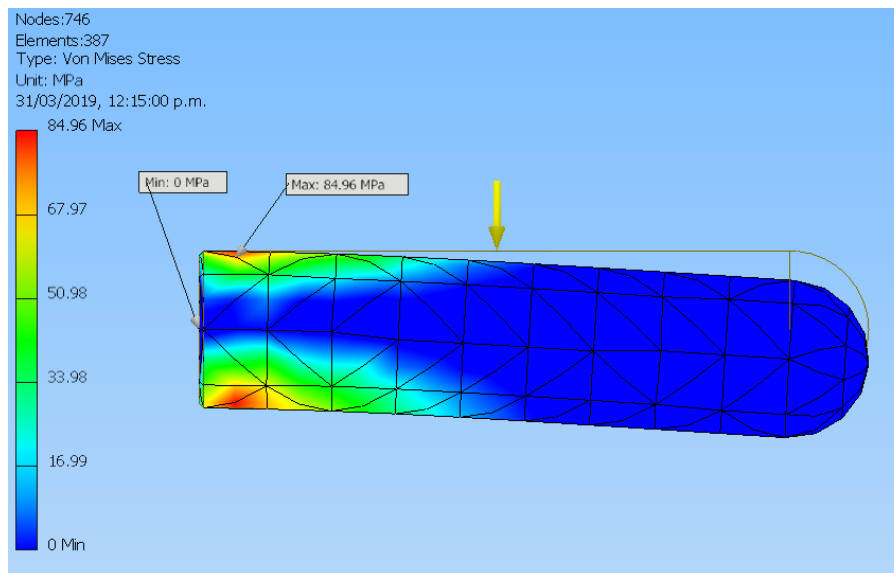
Figura 16. Diagrama de Momento y Cortante en el Dedo



Fuente: Elaboración propia.

- a) Verificación del análisis de esfuerzos mediante Inventor Profesional
- Se realiza mediante el método de elementos finitos de Von Mises Stress; para ello, se modela el elemento diseñado con las características siguientes.
- Se asigna la fuerza total de 510.88 N
 - Se fija en un punto estático la parte posterior del dedo.
 - Se realiza la simulación.

Figura 17. Esfuerzo Estático del Dedo Removedor.

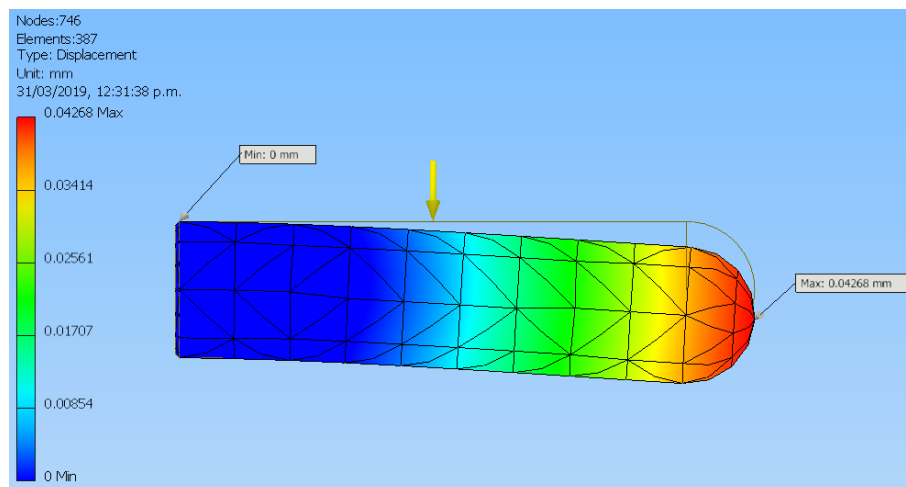


Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

- Se observa en el punto centro del eje que el esfuerzo mínimo es de 0 MPa.
- El esfuerzo máximo es 84.96 MPa en la zona sombreada de rojo.

Figura 18. Desplazamiento al Aplicar la Fuerza.

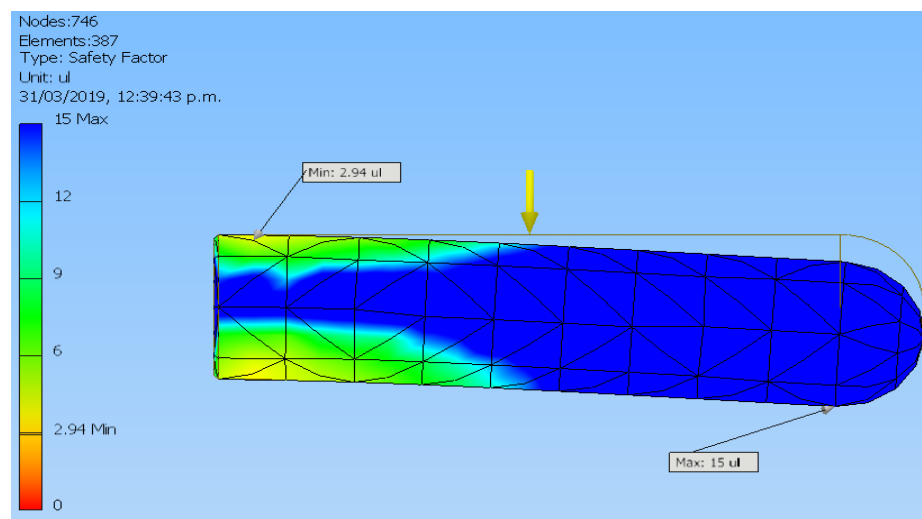


Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

- El desplazamiento en el cuello del empotramiento es 0.
- El desplazamiento máximo es de 0.04268mm al término del dedo o zona esférica; es muy despreciable, por lo tanto, el diseño y material seleccionado no sufrirá desplazamientos por esfuerzos.

Figura 19. Factor de Seguridad.



Fuente: Elaboración propia.

4.5.5. Selección del motor eléctrico

Para seleccionar el motor, debemos saber la potencia que necesita el sistema motriz, y para calcular la potencia, debemos saber la fuerza que necesita los dedos removedores y la energía cinética de rotación.

a) Energía cinética de rotación

Es la energía de una masa cuyo momento de inercia rota alrededor de su eje con una velocidad angular determinada (SCHAUM, 2007).

La energía de rotación se calcula con la siguiente fórmula:

$$E_{rot} = \frac{1}{2} I_x * \omega^2$$

Donde:

E_{rot} = Energía de rotación.

I_x = Momento de Inercia.

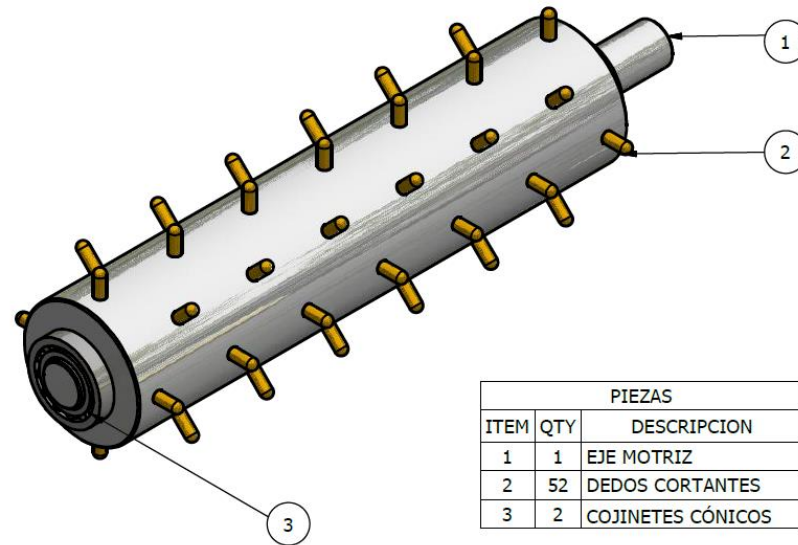
ω = Velocidad angular.

b) Momento de inercia

El momento de inercia es una medida de la resistencia que opone todo el cuerpo al ponerse en movimiento de rotación o cambio de velocidad angular (SCHAUM, 2007).

En la figura 20, se muestra el cuerpo que debe ser calculado su momento de inercia; para ello, es necesario primero calcular el momento de inercia del portadedos o eje mayor, seguidamente el momento de inercia de todo los dedos removedores, finalmente, se debe sumar todos los momentos de inercia para considerarlo en el cálculo de la energía cinética de rotación.

Figura 20. Eje Motriz.



Fuente: Elaboración propia.

- c) Determinación del momento de inercia del soporte y dedos removedores con respecto al eje x.

Debemos calcular los momentos de inercia de cada cuerpo que representa el eje motriz, los dedos removedores, el portadedo, el eje principal y, finalmente, realizar la sumatoria para obtener el momento de inercia total.

1. Para cuerpos cilíndricos sólidos del diseño, es con la siguiente ecuación:

$$I_x = \frac{1}{2}mr^2$$

Para hallar la masa, se aplica la siguiente fórmula:

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

2. Para cuerpos esféricos sólidos, es con la siguiente ecuación:

$$I_x = \frac{2}{5}mr^2$$

Entonces, la sumatoria total del momento de inercia tanto de la parte cilíndrica y esférica que componen el diseño del eje desmucilaginador de cacao es:

$$I_{total} = 0.837 \text{ kg} * m^2$$

4.5.6. Velocidad angular del trabajo

Las máquinas despulpadoras de frutas trabajan con rangos de velocidades de 500 a 600 rpm según INDUSTRIAS CARDÍN (2018); pero esta velocidad actuaría como si fuese una licuadora y destruiría los granos de cacao en el momento del batido en una despulpadora de cacao. Para que los granos del cacao conserven su volumen original, asumiremos 100 rpm como velocidad nominal.

$$W = 100 \frac{rev}{min} * \frac{2 \pi rad}{1 rev} * \frac{1 min}{60 s} = 10.4 \frac{rad}{s}$$

Al remplazar el momento de inercia y la velocidad angular en la ecuación, se obtiene la energía cinética de rotación:

$$E_{rot} = \frac{1}{2} 0.837 \text{ kgm}^2 * (10.4 \frac{rad}{s})^2$$

$$E_{rot} = 45.26 \text{ Nm}$$

Se considera un tiempo t_f el cuál será el tiempo de filtrado que pasa del ingreso del tambor hasta la salida de la misma.

$$t_f = 15 \text{ s}$$

Entonces, la potencia que se requiere para empujar al mucílago a lo largo de la columna del eje será calculada con la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{E_{rot}}{t_f} = \frac{45.26 \text{ Nm}}{15 \text{ s}} = 3 \text{ W}$$

4.5.7. Potencia de trabajo

Es la sumatoria de todas las potencias intervinientes en el alojamiento o carcasa del eje desmucilagador. En el diseño, solo actúa una sola potencia interviniente la cual es la potencia de transporte y se determina con la siguiente ecuación:

$$P_{tc} = F_t * r * W = M_A * W$$

Donde:

P_{tc} = Potencia de trabajo en el dedo

F_t = 510.88 N, es la fuerza total por el peso de la fruta

r = Radio de los dedos removedores = 0.08186 m

W = Velocidad angular

$$P_{tc} = 510.88 \text{ N} * 0.08186 \text{ m} * 10.4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P_{tc} = 434.61 \text{ W}$$

a) Potencia total de trabajo

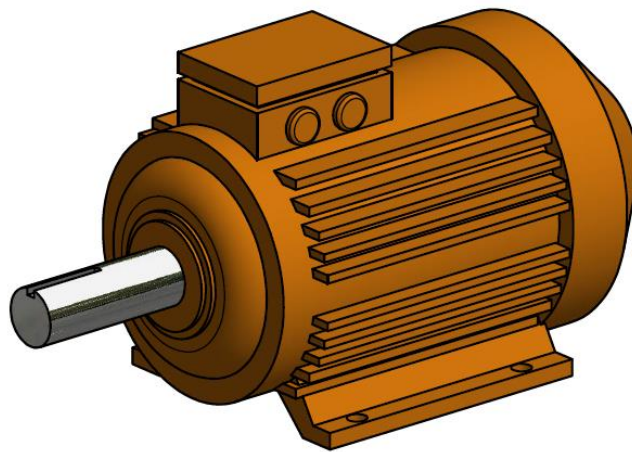
La potencia total de trabajo es la suma de todas las potencias encontradas en el interior del tambor que involucran el diseño para la propulsión del eje motriz.

$$P_{TT} = 3 W + 434.61 W$$

$$P_{TT} = 437.61 W \approx 0.58 HP$$

4.5.8. Selección del motor

Figura 21. Motor Eléctrico de 0.75 HP



Fuente: Elaboración propia.

A la potencia total requerida, es necesario multiplicar un factor de servicio, el cual depende de las condiciones y características de uso tales como cantidad de horas por día, cantidad de arranque por hora, etc. Se usa la siguiente ecuación:

$$P_{REQUERIDA} = P_{TT} * f_s$$

Donde:

f_s = Factor de servicio = 1.1 (ver anexo 9)

$$P_{REQUERIDA} = 0.58 \text{ HP} * 1.1$$

$$P_{REQUERIDA} = 0.638 \text{ HP}$$

Del resultado de la potencia requerida calculada, se selecciona un motor de 0.75 HP, el cual está en el rango de trabajo necesario.

Los datos técnicos del motor se encuentran detalladas en la ficha técnica de motores monofásicos (anexo 4).

- Características del motor seleccionado

$$\textit{Potencia} = 0.75 \text{ HP}$$

$$\textit{Voltaje} = 230\text{V} / 60\text{Hz} / \text{AC} / 6\text{A}$$

$$\textit{RPM} = 1750$$

Una vez determinada la potencia del motor, se dimensiona el eje; la potencia desarrollada genera un momento y este a su vez una fuerza.

$$P_{motor} = M_t * \omega$$

$$M_T = \frac{P_{motor}}{\omega}$$

Donde:

$P =$ Potencia del motor seleccionado = 559

$M_T =$ Momento torsor.

$W =$ Velocidad angular = $10.4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

$$M_T = \frac{559 \text{ w}}{10.4 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

El momento torsor es igual a:

$$\mathbf{M_T = 53.75 Nm}$$

4.5.9. Selección del reductor de velocidad

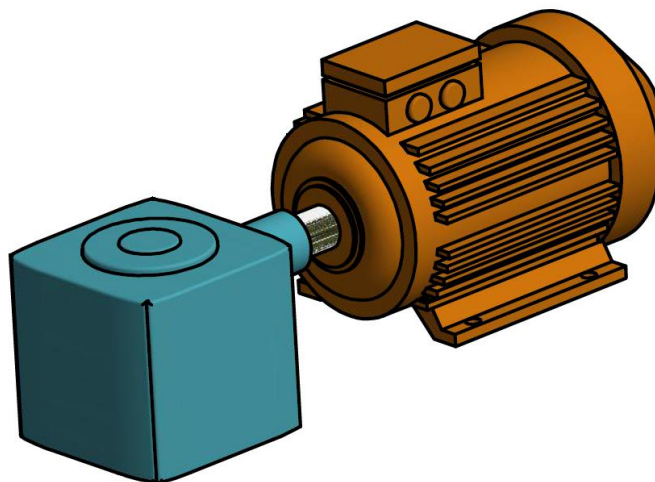
El reductor de velocidad será del tipo de engranajes helicoidales con tornillo sin-fin y corona; tendrá una relación de transmisión de $i: 20/1$. Ver anexo 6 de selección de reductor de velocidad.

Pero, afortunadamente, ahora tenemos proveedores de motorreductor completo; es decir, el motor + el reductor, ambos acoplados en un solo cuerpo, solo basta en seleccionar la potencia y la velocidad nominal tanto de entrada y de salida para cumplir con el requerimiento que nos pide la máquina.

a) Fuerza tangencial y radial producido por el reductor de velocidad

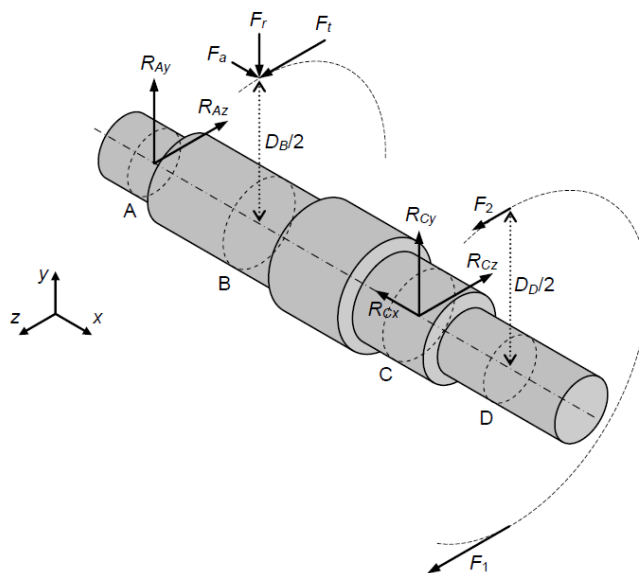
Debido a que no diseñaremos el reductor de velocidad, solo utilizaremos fórmulas básicas y mediante una tabla; estimaremos el diámetro del engranaje interno que lleva el reductor para poder calcular las fuerzas necesarias para el diseño de nuestro eje de la máquina despulpadora.

Figura 22. Motorreductor Sinfín-Corona.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. D.C. L. del Árbol de Transmisión del Reductor de Velocidad.



Fuente: FAIRES, sf.

El torque y la fuerza lo calculamos con la siguiente fórmula:

$$T_N = \frac{60P}{2\pi n}$$

Una vez determina la potencia del motor (0.75 HP); del catálogo de “TRANSTECNO” se selecciona el motorreductor completo (Motor-Reductor), que tiene las siguientes características:

Donde:

$$P = 0.75 \text{ HP}$$

$$T_n = 47 \text{ Nm}$$

$$n = 88 \text{ RPM}$$

$$T_N = \frac{60(559W)}{2\pi(88 \text{ RPM})}$$

$$T_N = 62 \text{ Nm}$$

El par de torsión pico es el doble del nominal:

$$T = 124 \text{ Nm}$$

Para el diámetro (D), seleccionaremos un engranaje de salida de la tabla de Martín para reductores de velocidad helicoidal corona-sinfín.

Tabla 8

Selección del diámetro de engranaje de salida del reductor de velocidad

| DIENTES | CÓDIGO | DIÁMETRO |
|---------|--------|----------|
| 80 | W1080 | 8 PULG. |

Fuente: MARTIN, s.f

b) Cálculo de fuerzas externas

En la rueda dentada, el único componente que produce la torsión en el árbol es la fuerza tangencial, F_t . El par de torsión producido por esta fuerza, está dado por (figura 23):

$$F_t \frac{D}{2} = T$$

De donde

$$F_t = \frac{2T}{D} = \frac{2(124 \text{ Nm})}{0.203 \text{ m}} = 1221.7 \text{ N}$$

Ahora, utilizaremos algunas expresiones de los componentes utilizados en diseños de árboles para estimar la fuerza radial y axial.

$$F_a = 0.20F_t$$

$$F_r = 0.27F_t$$

Entonces:

$$F_a = 0.20F_t = 0.20(1221.7 \text{ N}) = 244 \text{ N}$$

$$F_r = 0.27F_t = 0.27(1221.7 \text{ N}) = 329.9 \text{ N}$$

Por lo tanto:

$$F_r = T_x = 329 \text{ N}$$

$$F_t = T_y = 1221.7 \text{ N}$$

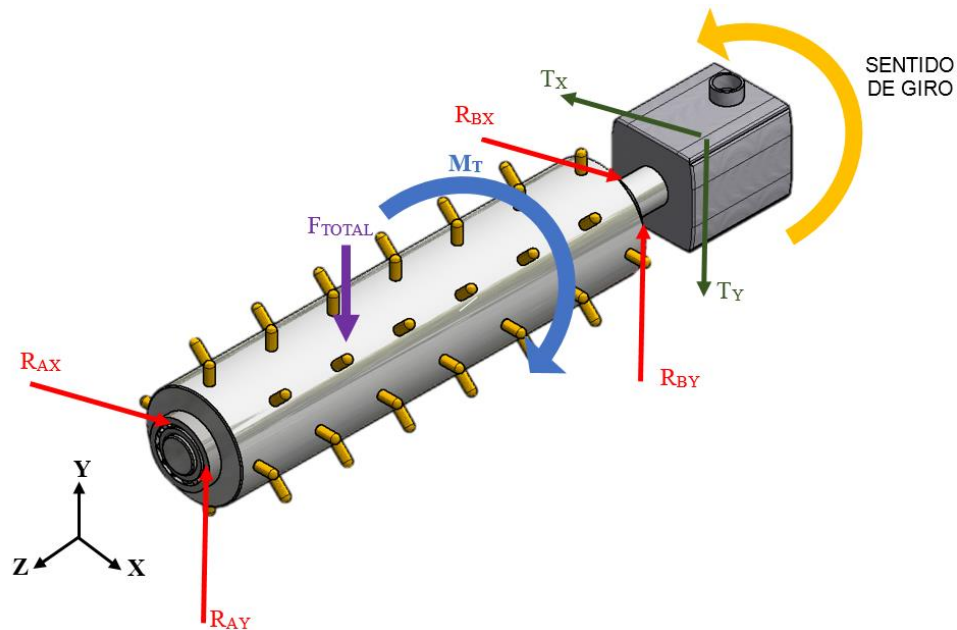
4.5.10. Diseño del eje despulpador

El eje despulpador será construido de perfil cilíndrico inoxidable 304 de 38mm de diámetro 1, el cual tiene empotrados a presión; 52 dedos removedores de 42 mm de largo por 10 mm de diámetro con una separación de 45° en 8 hileras en el diámetro 2.

a) Cálculos para el diseño del eje despulpador

A continuación, veremos las fuerzas que actúan en el eje para el diseño del mismo y tomaremos en cuenta los puntos donde existe mayor esfuerzo.

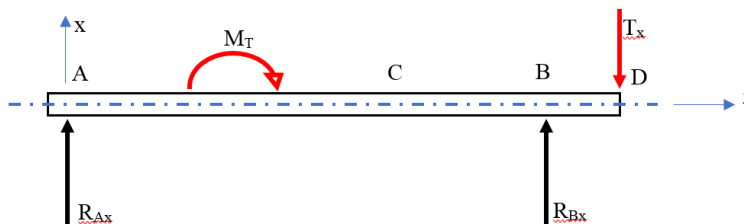
Figura 24. Fuerzas Actuantes en el Diseño del Eje.



Fuente: Elaboración propia.

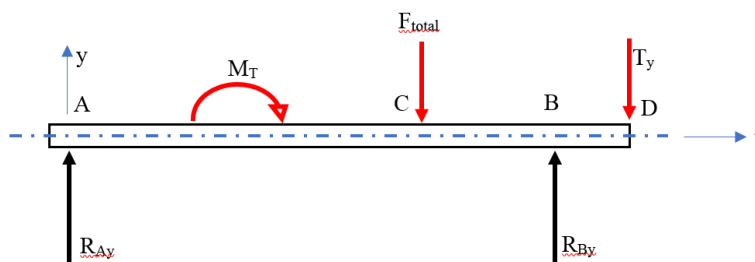
Fuerzas en los planos x-z.

Figura 25. Fuerzas en los Planos x-z



Fuerzas en el plano y-z.

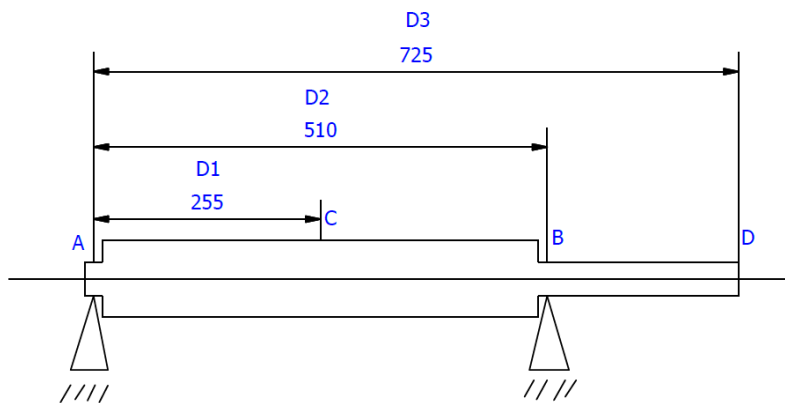
Figura 26. Fuerzas en el Plano y-z.



Fuente: Elaboración propia.

Las fuerzas y el momento torsor se encuentran a ciertas distancias como se muestra en la siguiente figura 27:

Figura 27. Distancias a los Puntos A, B, C y D.



Fuente: Elaboración propia.

Donde el punto A y B son los rodamientos; C y D, puntos en donde actúan las fuerzas.

– *Cálculo de reacciones en A y B.*

Aplicando una sumatoria de momentos en el punto A para el eje y-z.

$$M_A = 0$$

$$M_T + F_{total} * D_1 - R_{BY} * D_2 + T_y * D_3 = 0$$

$$R_{BY} = \frac{47 \text{ Nm} + 510.88 \text{ N} * 0.255 \text{ m} + 1221.7 \text{ N} * 0.725 \text{ m}}{0.510 \text{ m}} = \mathbf{2084 \text{ N}}$$

Se realiza la sumatoria de fuerzas en el eje Y

$$F_Y = 0$$

$$R_{AY} + R_{BY} - T_y - F_{total} = 0$$

$$R_{AY} = -2084 N + 1221.7 N + 510.88 N = -351.42 N$$

También se realiza la sumatoria de momentos en el punto A para el eje X-Z

$$M_A = 0$$

$$M_T + T_X * D_3 - R_{BX} * D_2 = 0$$

$$R_{BX} = \frac{47 Nm + 329.9 N * 0.725 m}{0.510 m} = 561 N$$

Se realiza la sumatoria de fuerzas en el eje X

$$F_X = 0$$

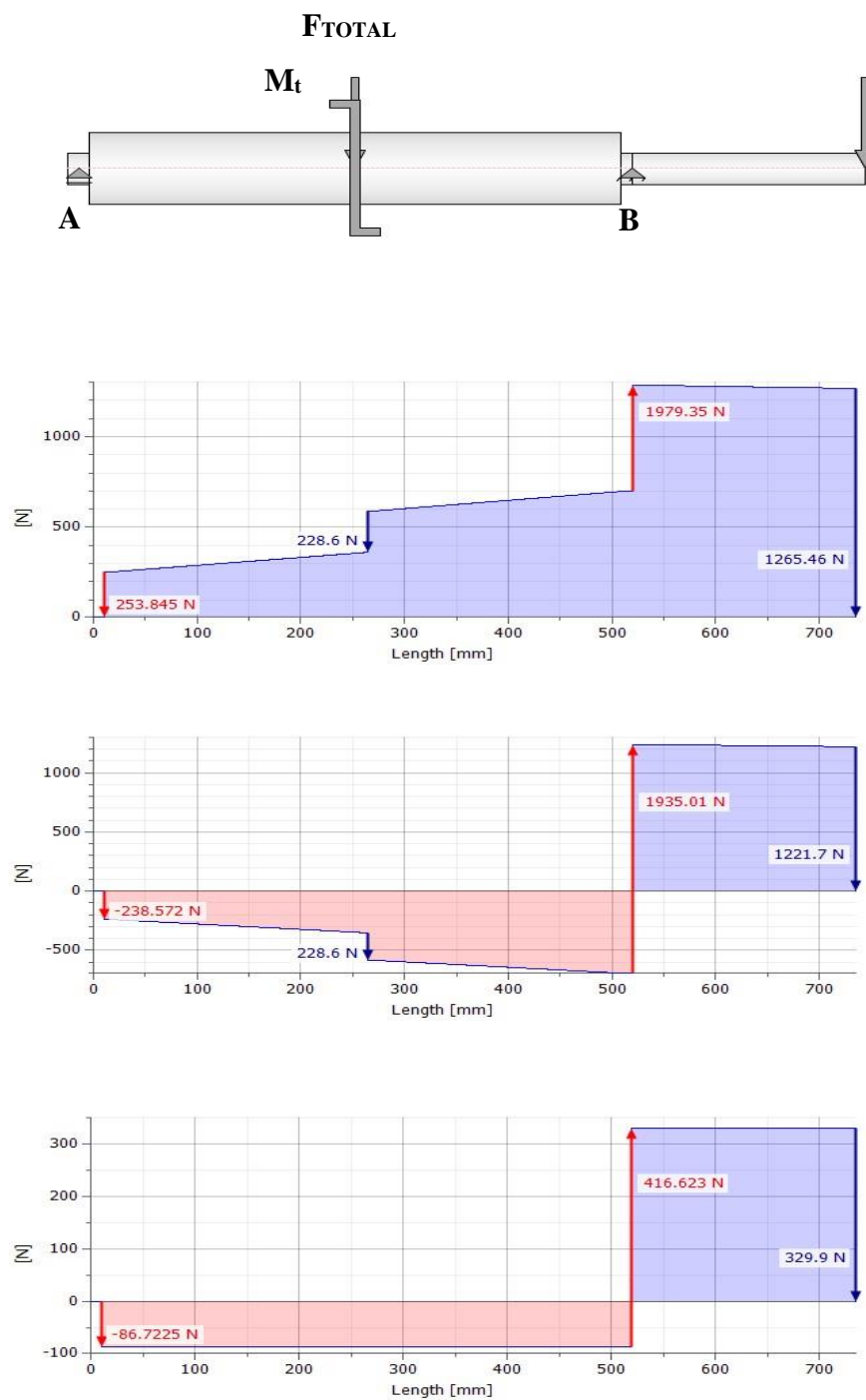
$$R_{AX} + R_{BX} - T_X = 0$$

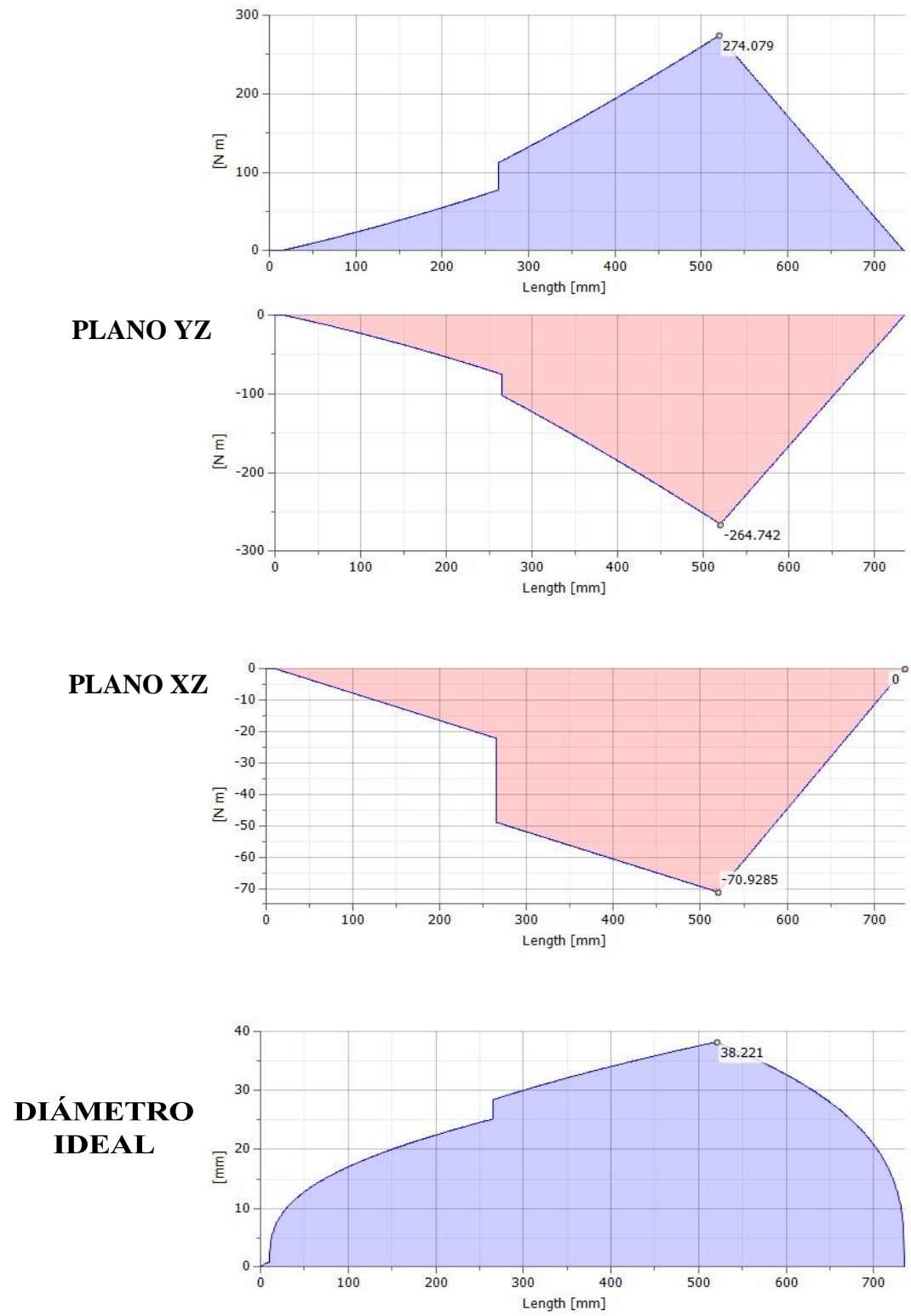
$$R_{AX} = 329.9 N - 561 = -231.1 N$$

4.5.11. Diagramas de momentos y cortante

Con los datos obtenidos de las reacciones, se construye los diagramas de momentos y cortante para cada plano; para ello, se usó el software Inventor Profesional 2016 en donde podremos observar las reacciones más críticas y los momentos más altos; datos que utilizaremos para determinar el diámetro ideal en el punto más crítico. A continuación, en la figura 28, se muestra tanto en los planos YZ y XZ los valores del resultado.

Figura 28. Diagramas de Momentos y Cortante.





Fuente: Elaboración propia.

- a) Verificación de análisis de esfuerzos para el eje maquinado mediante Inventor Profesional.

Ésta prueba lo realizaremos en el Software Inventor Profesional que nos permitirá identificar los puntos mediante los elementos finitos, los esfuerzos máximos y mínimos en la pieza modelada; además, podremos visualizar los desplazamientos máximos y mínimos, así como también el factor de seguridad máxima y mínima que ayudará a tomar decisiones en el momento de la selección del diámetro ideal y el tipo de material a emplearse para el diseño del eje Motriz de la máquina. Dicho todo esto, observemos la tabla del resultado de la prueba y las zonas sombreadas en colores distintos en los puntos más críticos de la pieza.

Figura 29. Tabla de Resultados de la Prueba de Esfuerzos Estáticos del eje.

☐ **Result Summary**

| Name | Minimum | Maximum |
|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Volume | 5298360 mm ³ | |
| Mass | 14.3056 kg | |
| Von Mises Stress | 0.000310786 MPa | 376.578 MPa |
| 1st Principal Stress | -227.868 MPa | 637.857 MPa |
| 3rd Principal Stress | -493.472 MPa | 246.511 MPa |
| Displacement | 0 mm | 0.437648 mm |
| Safety Factor | 0.730261 ul | 15 ul |
| Stress XX | -446.226 MPa | 607.762 MPa |
| Stress XY | -140.498 MPa | 122.269 MPa |
| Stress XZ | -140.681 MPa | 144.878 MPa |
| Stress YY | -246.213 MPa | 284.024 MPa |
| Stress YZ | -118.432 MPa | 115.339 MPa |
| Stress ZZ | -244.463 MPa | 281.335 MPa |
| X Displacement | -0.135995 mm | 0.135629 mm |
| Y Displacement | -0.359089 mm | 0.00143373 mm |
| Z Displacement | -0.256193 mm | 0.00101234 mm |
| Equivalent Strain | 0.0000000400951 ul | 0.00551073 ul |
| 1st Principal Strain | 0.0000000264448 ul | 0.00669405 ul |
| 3rd Principal Strain | -0.00518687 ul | -0.00000000897742 ul |
| Strain XX | -0.00478006 ul | 0.00611312 ul |
| Strain XY | -0.00271208 ul | 0.0023602 ul |
| Strain XZ | -0.00271561 ul | 0.00279663 ul |
| Strain YY | -0.00328237 ul | 0.00291498 ul |
| Strain YZ | -0.00228613 ul | 0.00222642 ul |
| Strain ZZ | -0.00235355 ul | 0.00296057 ul |

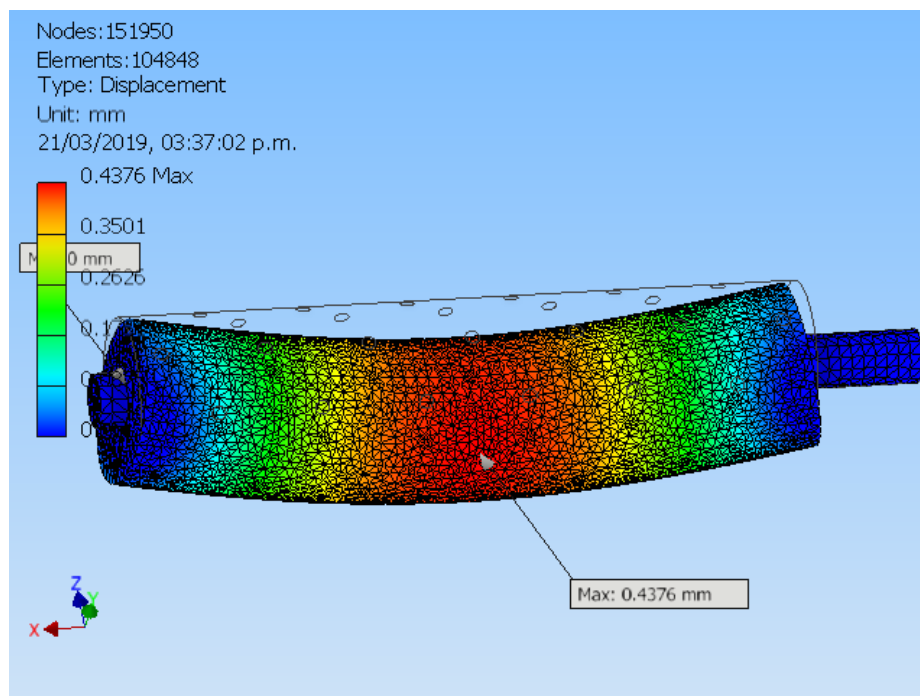
Fuente: Elaboración propia.

Consideraciones

- Para la prueba del esfuerzo estático del eje, se consideró 20 toneladas de carga más el peso de su Elaboración propia gravedad (9.810 m/s^2).
- Además, se fijó en 2 puntos para que el material no tenga tendencia a moverse.

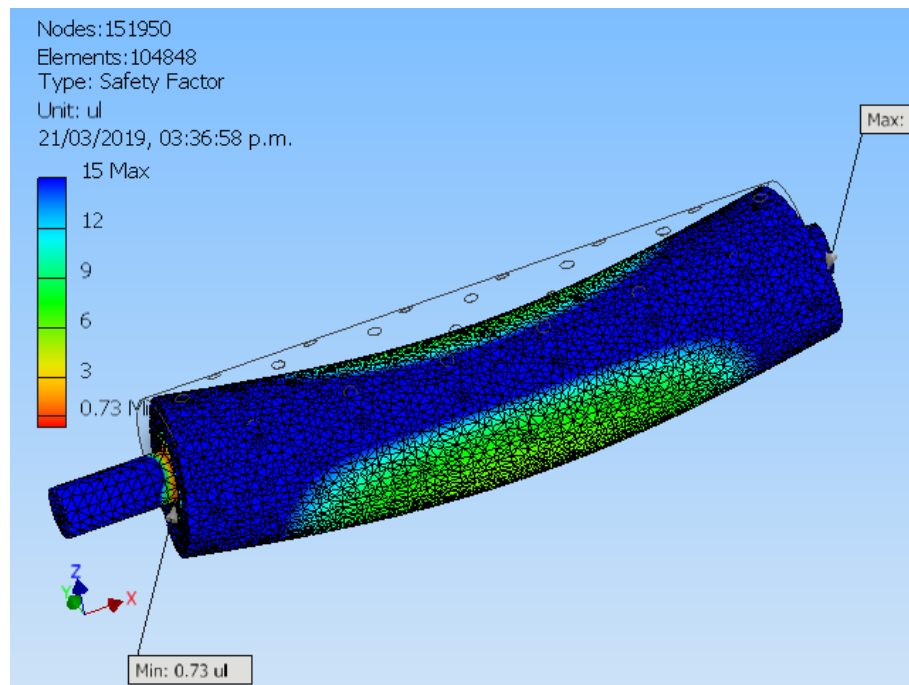
En los siguientes gráficos, observamos el desplazamiento máximo (0.4376 mm) y mínimo (0 mm) de la prueba al aplicarle 20 toneladas de carga, el cual es casi insignificante para el diámetro diseñado de nuestro eje motriz de la máquina; además, se visualiza el factor de seguridad y, en este caso, se observa el mínimo (0.73) ya que es el único dato que sirve para el diseño.

Figura 30. Desplazamiento Máximo al Aplicar Esfuerzo en el eje.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Factor de Seguridad Máximo del eje.



Fuente: Elaboración propia.

b) Conclusiones de la prueba en el Software

Después de la prueba, observamos que los esfuerzos máximos y mínimos son despreciables, el desplazamiento es bastante mínimo, y el factor de seguridad es alto, lo que nos indica que el elemento modelado resultará positivamente para la máquina.

Como verán, el resultado es un poco distinto a lo que naturalmente calculamos con fórmulas de estáticas debido a que lo realizamos en un plano xy o xz y con una sola línea o diámetros imaginarios sin valor. En la prueba estática del software, nos aproxima bastante a la realidad del diseño ya que considera diámetros casi reales y lo más importante de esta prueba es saber el comportamiento de los esfuerzos y el diámetro real recomendado para evitar posibles fallas futuras.

4.5.12. Cálculos para determinar el diámetro ideal del eje del despulpador de cacao

Para el diseño y dimensionamiento del eje, el cual será el eje motriz del despulpador de cacao, es importante conocer algunas características del material tales como la resistencia necesaria para soportar esfuerzos de carga, el tipo de material y su tratamiento. Muchos ejes están hechos de acero al carbono, acero estirado en frío o acero laminado en caliente, como son los aceros ANSI y AISI; pero en la industria alimentaria es necesario utilizar aceros inoxidable AISI 304 para ejes y otras piezas, ya que es el apropiado para procesar alimentos.

a) Algunas Propiedades Del Acero Inoxidable AISI 304

Tabla 9

Propiedades del Acero Inoxidable AISI 304.

| Propiedades mecánicas | Propiedades físicas |
|---|---------------------------------|
| Dureza: 130-180 HB | Densidad 8000 kg/m ³ |
| Esfuerzo a la fluencia: 276 MPa (40 Kpsi) | |
| Esfuerzo máximo: 620 Mpa (90 Kpsi) | |
| Elongación max: 30% (en 50 mm) | |

Fuente: SHIGLEY, 2012, pág. 1007

b) Momentos resultantes

El análisis se realiza en el punto B. Observa los gráficos para el valor de los momentos.

$$M_{RB} = \sqrt{M_{yz}^2 + M_{xz}^2}$$

$$M_{RB} = \sqrt{264.7^2 + 70.9^2}$$

$$M_{RB} = 274 \text{ Nm}$$

c) Diseño estático del eje

El diseño se efectúa en donde existe el punto más crítico. En este caso, es el punto B.

$$M_{RB} = 274 \text{ Nm}$$

$$T = M_T = 47 \text{ Nm}$$

Aplicando la teoría de esfuerzo cortante máximo se tiene:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}}$$

$S_y = \text{límite de fluencia del material.}$

Para el acero inoxidable AISI 304 se tiene:

$$S_y = 2.7 \times 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

d) Cálculo del esfuerzo por flexión

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2}$$

e) Esfuerzos por torsión

$$\sigma_x = \frac{32 * M_{max}}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{32 * 274}{\pi * d^3}$$

$$\sigma_x = \frac{2790.94 Nm}{d^3}$$

$$\tau_{xt} = \frac{16T}{\pi * d^3}$$

$$\tau_{xt} = \frac{16 * 47}{\pi * d^3}$$

$$\tau_{xt} = \frac{239.37 Nm}{d^3}$$

Al reemplazar en la ecuación, se tiene:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{2790.94 Nm^2}{d^3} + \frac{239.37 Nm^2}{d^3}}$$

Se considera un $n = 3$, ya que es bastante conservador y de acuerdo a la selección en la tabla de anexo 4 factor de seguridad para diseño de ejes y flechas según normas ANSI Y ASME.

Entonces:

$$\sigma_{eq} = \frac{S_y}{n}$$

$$\sigma_{eq} = \frac{2.7 \times 10^8 \frac{N}{m^2}}{3}$$

$$\sigma_{eq} = 0.9 \times 10^8 \frac{N}{m^2}$$

Remplazando:

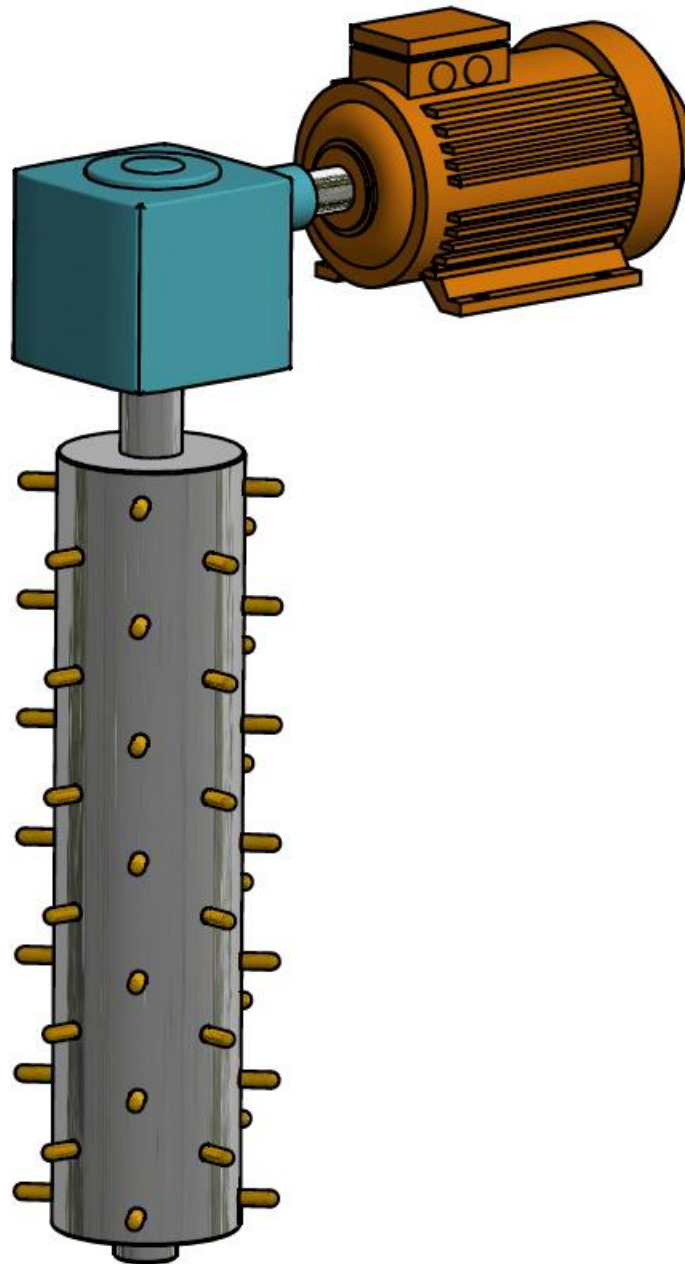
$$0.9 \times 10^8 \frac{N}{m^2} = \sqrt{\left(\frac{2790.94 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{239.37 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2}$$

$$\left(0.9 \times 10^8 \frac{N}{m^2}\right)^2 = \left(\sqrt{\left(\frac{2790.94 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2 + \left(\frac{239.37 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2}\right)^2$$

$$d = 0.03268 \text{ m} \approx 32.68 \text{ mm} \approx 1.3 \text{ pulg.}$$

Este diámetro obtenido es equivalente a $1\frac{5}{16}$ pulgadas y para que sea bastante conservador elegiremos el de $1\frac{1}{2}$ pulgadas (38mm).

4.5.13. Eje motriz

Figura 32. Ensamble de Eje Motriz.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se observa el eje motriz armado el cual está sujeto a las normas técnicas de ensamblajes. Esta representación nos indica la forma más simple de emplear una transmisión con motorreductor, sin la necesidad de utilizar tecnologías como la hidráulica u otros elementos que incrementen más aún su eficiencia. Sin embargo, este sistema consta de piezas o componentes muy simples y adecuados para el trabajo que desarrollará el despulpador de cacao así como también los repuestos al alcance de los usuarios.

4.5.14. Carcasa del despulpador

El proceso de separación de la masa (mucílago + granos) se debe realizar en un recipiente o contenedor libre de contaminantes. Es por ello que se diseña la carcasa o tambor en donde caerá toda la masa para su separación y dentro de ello, un eje desmucilagador que actúa con 88 RPM, girando de forma horaria con dedos cilindro-esférico sin filo para la correcta separación sin dañar los granos de cacao. Esta carcasa también es fabricada con acero inoxidable AISI 304, y cuyo interior tiene base o asiento para los cojinetes cónicos que sirve para la alineación mecánica. Tiene una boca de ingreso de 76 mm de diámetro y una boca de salida de 100 mm de diámetro.

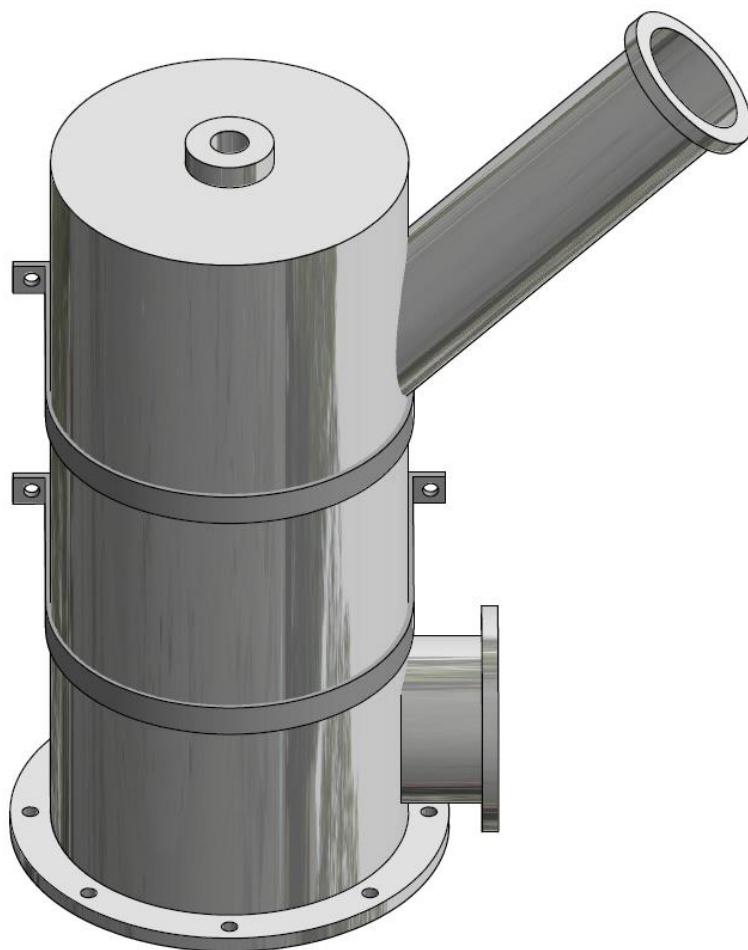
Tabla 10

Selección de materiales para la fabricación de la carcasa.

| ÍTEM. | CANT. | MATERIAL TODO ACERO AISI 304 |
|-------|-------|---|
| 01 | 01 | Tubo de 9 pulgadas de diámetro x 20 pulgadas. |
| 02 | 02 | Maquinado de tapa inferior- superior de espesor 2 pulgadas con asientos para cojinetes. |
| 03 | 01 | Tubo de 3 pulgadas para boca de ingreso x 10 pulgadas bridado. |
| 04 | 01 | Tubo de 4 pulgadas para boca de salida x 10 pulgadas bridado. |
| 05 | 02 | Abrazaderas de platina de acero inoxidable de 1 pulgada de espesor x 3 metros. |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Carcasa del Despulpador.



Fuente: Elaboración propia.

4.5.15. Sistema colador

Luego que el mucílago con los granos son disueltos en la carcasa del despulpador, este tiene que pasar a un colador del tipo criba para que se pueda seleccionar tanto el jugo de mucílago y los granos en compartimientos diferentes. El ángulo de reposo del colador es de 45° para que pueda caer y trasportar el material por efecto de la gravedad. Está construido de acero inoxidable AISI 304 que consta de dos cuerpos, desmontables para propósitos de limpieza y cuyas dimensiones son de 11.1 cm x 22.2 cm x 90 cm, ver figura 34.

Figura 34. Colador de Mucílago Tipo Criba.



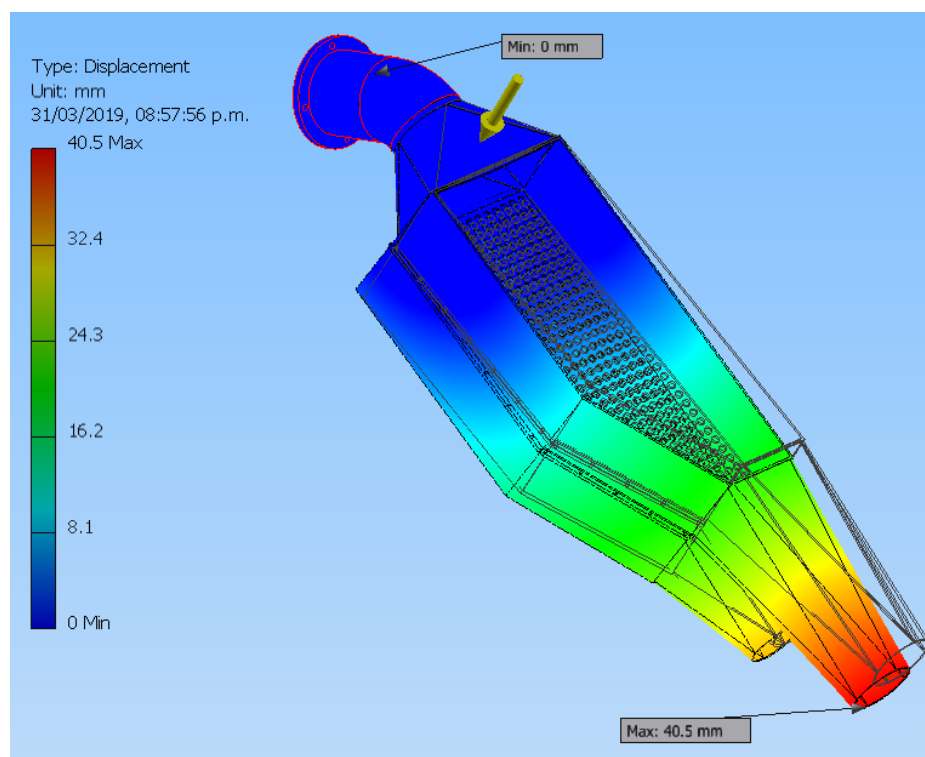
Fuente: Elaboración propia.

a) Verificación del análisis de esfuerzos del colador tipo criba

Es importante recalcar que en el momento del montaje del colador tipo Criba se debe emplear estructuración con espesores mayores a 1 pulgada de tubo ya que el esfuerzo en este punto puede ser grande y la estructura del diseño es bastante conservador. Observamos la prueba de análisis de elementos finitos en la siguiente ilustración donde el desplazamiento es de 40.5 mm.

Para evitar el desplazamiento mayor por el peso del material y efectos de vibración, el soporte de la estructura se fija en el punto donde existe mayor riesgo de desplazamiento; así se evitará posibles roturas o agrietamientos del diseño en el momento del funcionamiento de la máquina despulpadora.

Figura 35. Desplazamiento Máximo en el Colador Tipo Criba.



Fuente: Elaboración propia.

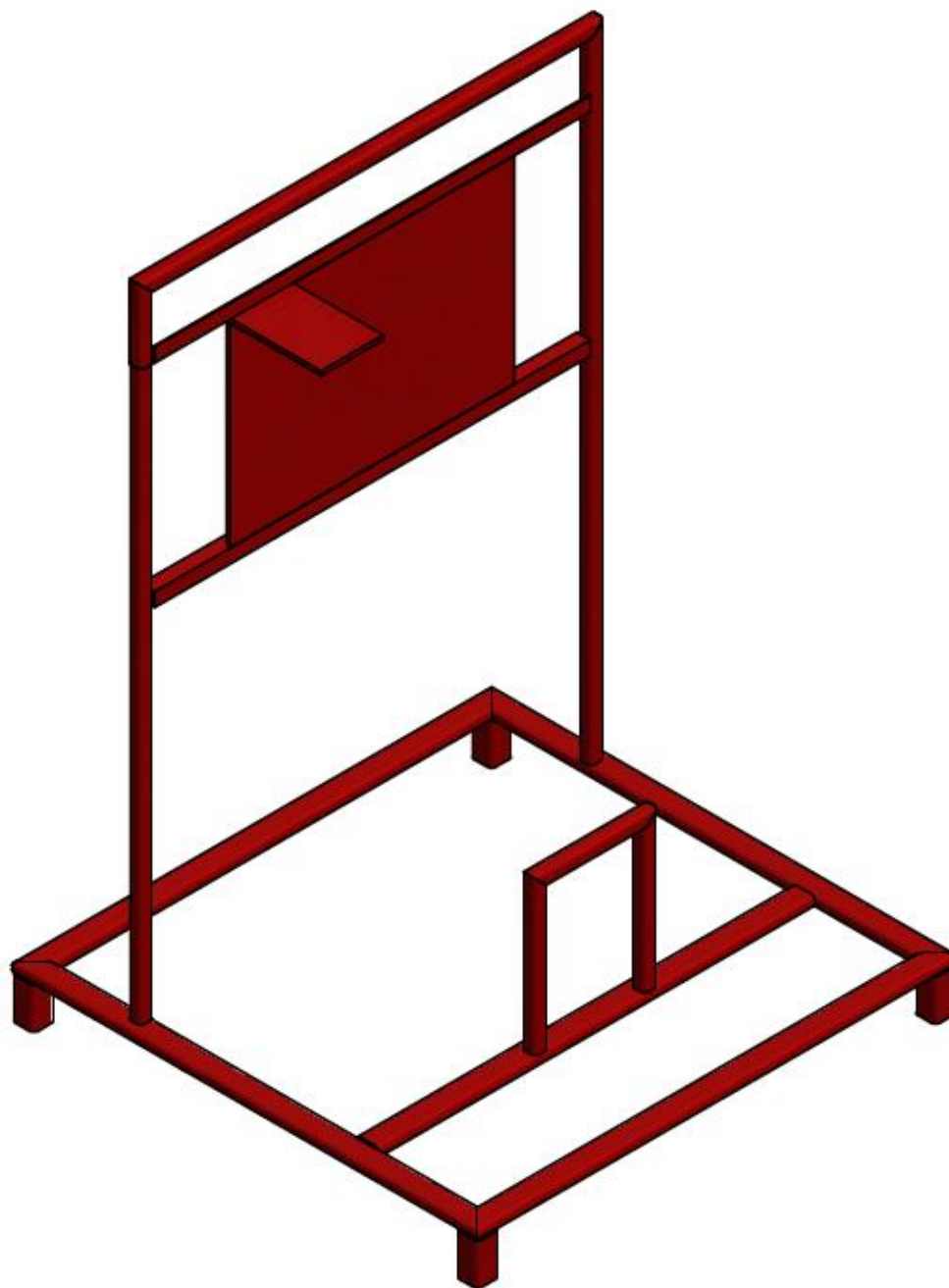
4.5.16. Soporte y estructura del despulpador de cacao

El peso del despulpador de cacao + el peso del material a ser procesado es de 120 kilos, aproximadamente. Se ha diseñado una estructura de perfil cuadrado y de acero inoxidable que cumple dicho requerimiento con soportes para fijar las partes del despulpador de cacao y se ha realizado cálculos de elementos finitos al diseño para ver las zonas o puntos débiles en donde se tiene que tener en cuenta para su posterior manejo.

El peso de la estructura es de 75.59 kg. El peso de la estructura + el peso del despulpador de cacao es de 167.39 kg, peso apropiado para ser manipulado por dos personas; la altura y ancho de la estructura y volumen del diseño, son dimensiones accesibles como para ser instalado en espacios confinados.

Para el soporte de la carcasa del eje despulpador o tambor y motor eléctrico, fue soldada planchas de 536 x 367 mm y 178 x 117 mm, respectivamente, con espesores de 10 mm en acero inoxidable 304.

Figura 36. Estructura del Soporte del Despulpador de Cacao.

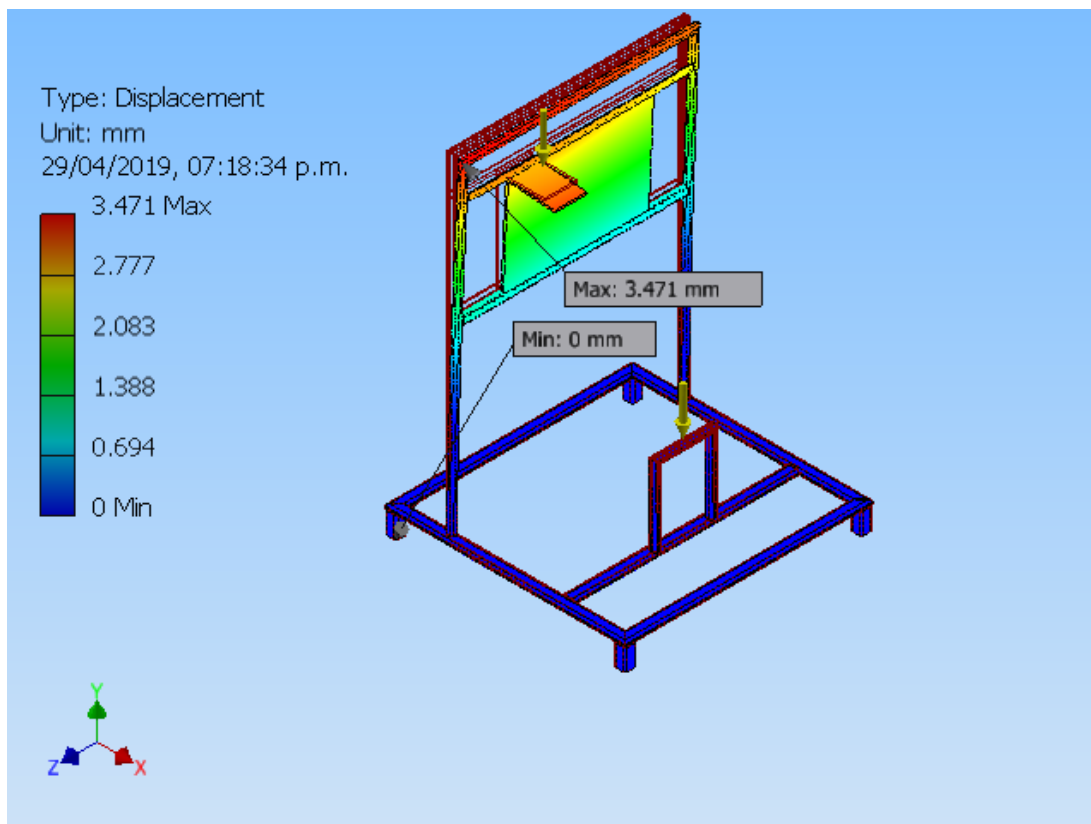


Fuente: Elaboración propia.

a) Verificación del análisis de esfuerzos de la estructura del despulpador.

En este análisis de esfuerzo, se consideró 240 kg como carga que representa el doble del peso total de la máquina despulpador de cacao, sumado el peso de su Elaboración propia gravedad. El desplazamiento y el factor de seguridad son los valores más importantes de la prueba que se extrae del software ya que indica el espacio desplazado por efecto de la carga aplicada estáticamente y el factor de seguridad (15ul) es indicativo que el diseño de la estructura es apropiado para el montaje del componente diseñado. Además, las tensiones axiales y de flexión, son demasiado pequeñas que no requiere hacer refuerzos en ningún punto estratégico, el cual involucra un incremento de peso innecesario.

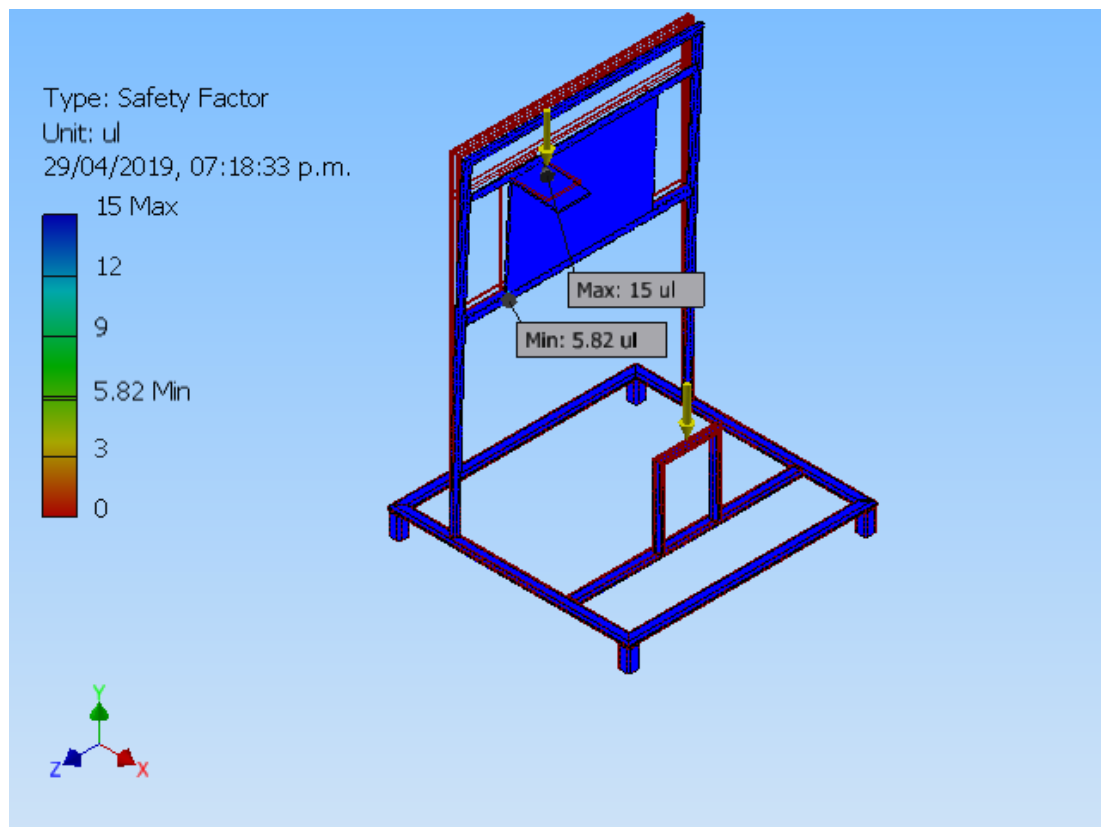
Figura 37. Desplazamiento de la Estructura con Carga.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 38, se aprecia que el factor de seguridad mínimo es de 5 ul en el punto indicado, esto significa que estáticamente no presenta falla alguna ya que el valor es positivo y por encima de 1 y a lo largo de la estructura existen valores mayores de 5 hasta 15 como corresponda.

Figura 38. Factor de Seguridad con Carga Aplicada en la Estructura.



Fuente: Elaboración propia.

4.5.17. Diseño del control eléctrico

El diseño del control eléctrico está conformado con un control de potencia y un control de mando instalado en un tablero eléctrico hermético libre de contaminación para conservar los componentes que lleva internamente.

Para seleccionar los componentes que conformaran el circuito eléctrico, debemos tener en cuenta el requerimiento de la selección del motor que detallamos en la siguiente tabla:

Tabla 11

Requerimiento del motor seleccionado.

| | |
|--|-------------------|
| | Voltaje = 220V |
| Motor eléctrico SIEMENS monofásico de 0.75 HP | Frecuencia = 60Hz |
| | Corriente = 6.2 A |

Fuente: Placa del motor.

a) Componentes que conformaran el tablero eléctrico

Tabla 12

Elementos para tablero eléctrico

| ITEM | CANT. | DESCRIPCIÓN |
|------|-------|---|
| 01 | 1 | Térmico 04-11A MT32/3K LS GTK-22 |
| 02 | 1 | Contactador fuerza 9A 1HP 230V GMC9 LG |
| 03 | 1 | Pulsador 22mm 1NC ROJO CAMSCO |
| 04 | 1 | Pulsador 22mm 1mono VERDE CAMSCO |
| 05 | 1 | Enchufe 2 patas reforzado 15A 230V COOPER |
| 06 | 1 | Cable Automotriz Cu Flexible #16 GRISS CABLEC |
| 07 | 1 | Conductor Cu gemelo SPT # 2x12 CABLEC |
| 08 | 1 | Luz piloto 22mm VERDE 230V CAMSCO |

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo los elementos del circuito eléctrico para la conformación del tablero, se realiza el esquema eléctrico; esto, a su vez, se simula en el software CADE-SIMU para ver las irregularidades al momento del montaje eléctrico en el tablero. En la siguiente ilustración, veremos el circuito eléctrico en encendido y apagado.

Figura 39. Circuito Encendido.

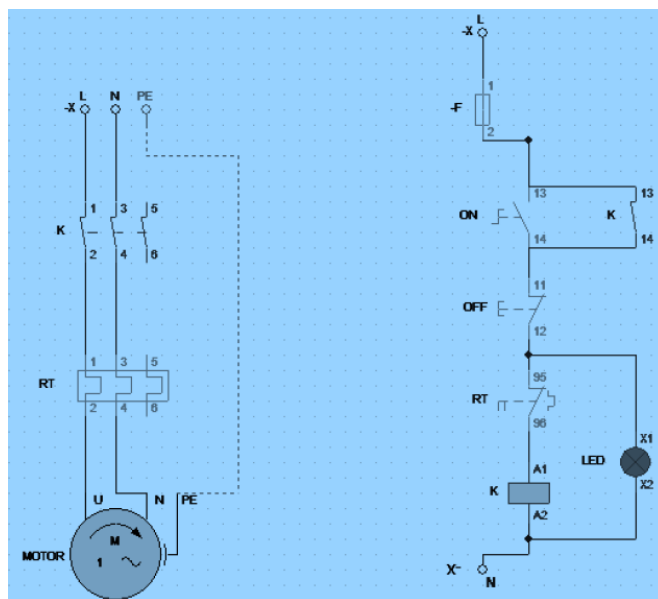
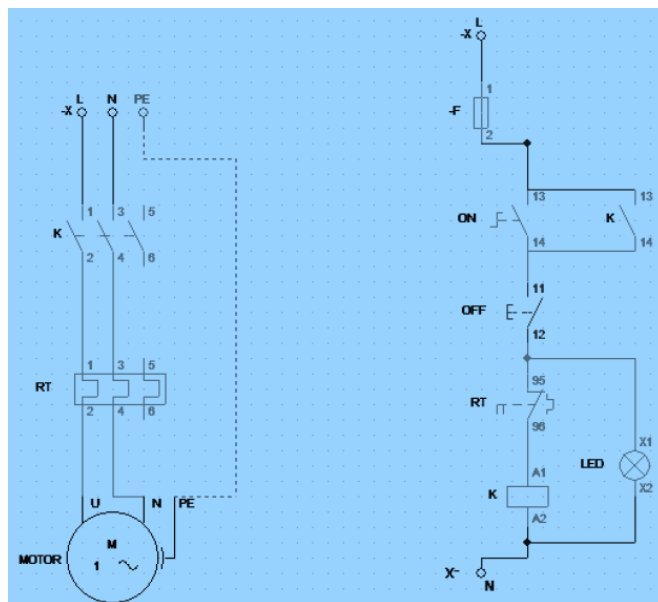


Figura 40. Circuito Apagado.



Fuente: Elaboración propia.

4.5.18. Acoples flexibles

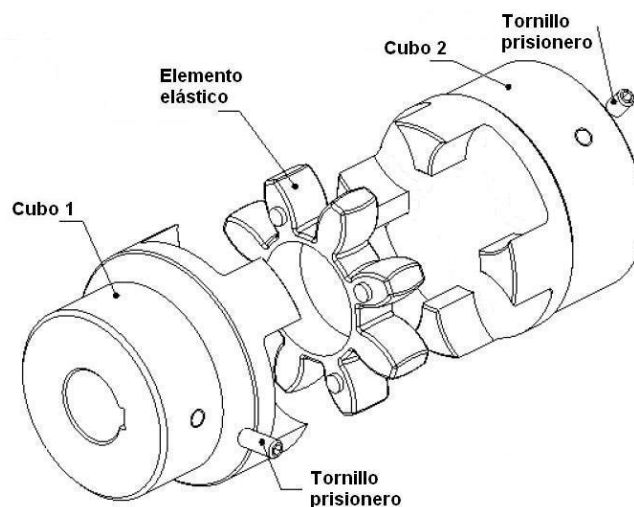
Los acoples flexibles, sirven para absorber los impactos torsionales y compensar el desalineamiento entre ejes gracias al elastómero poliuretano que se encuentra en su interior. Ayuda a la disminución de ruidos generados por elementos mecánicos y, por lo general, se utiliza para acoplar ejes de motores eléctricos y reductores de velocidad (trasmisión). En el anexo 3, se detalla el acoplamiento para su selección.

Figura 41. Acoples Flexibles



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Componentes del Acople Flexible.



Fuente: RAMFE, s.f

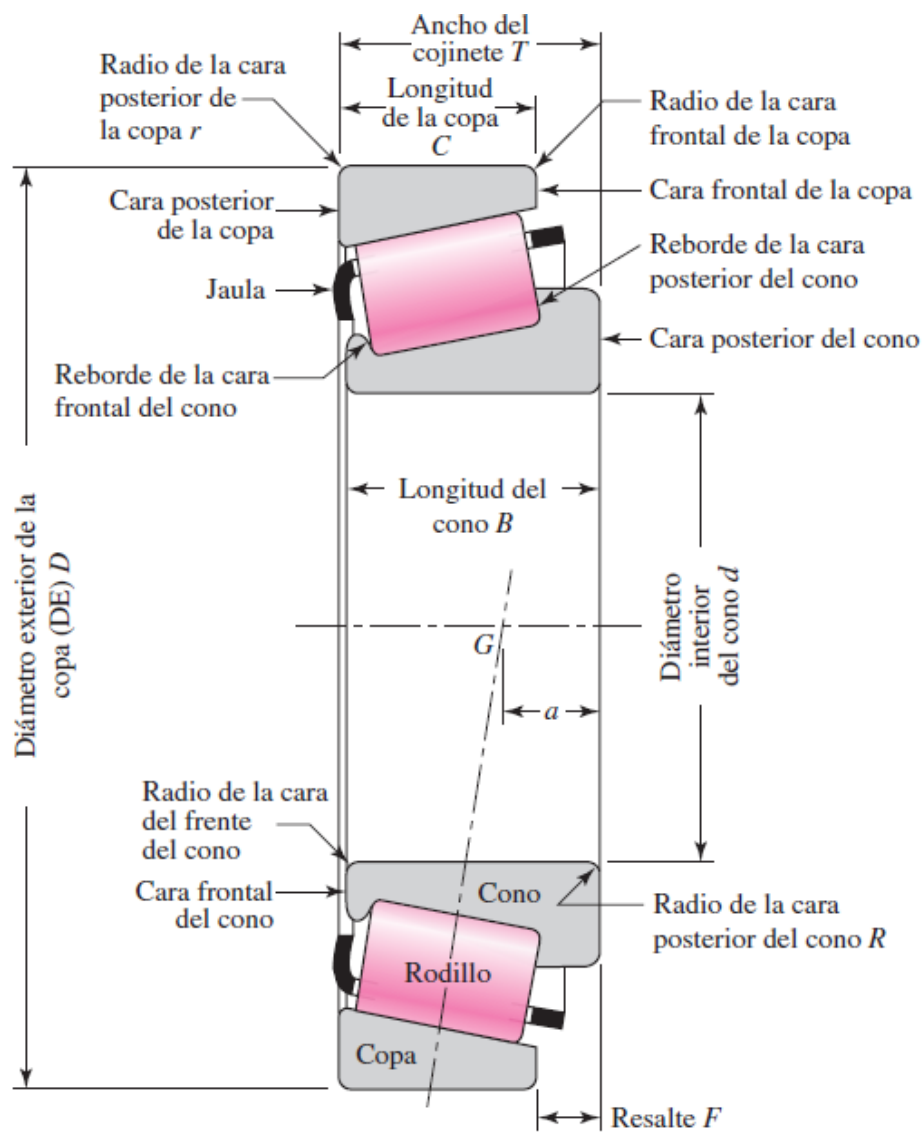
4.5.19. Selección de rodamientos

Los cojinetes no solo transportan cargas radiales, sino también cargas de empuje laterales, que son cargas paralelas al eje. Los cojinetes de rodillos cónicos tienen rodillos con extremos cónicos que les permite transportar una combinación de cargas radiales y de empuje lateral. Generalmente, los cojinetes de rodillos cónicos se usan en ambos extremos del eje.

Los cojinetes de rodillos cónicos se usan en aplicaciones relacionadas con velocidad moderada y con cargas radiales y de empuje de moderadas a altas.

El tipo de rodamiento para el eje motriz, será el de rodillos cónicos de una hilera, ver anexo 5.

Figura 43. Nomenclatura del Cojinete Cónico.



Fuente: SHIGLEY, 2012, pág. 567

CAPÍTULO V

ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

5.1. Recursos humanos

Se cuenta con el recurso humano calificado como para realizar la investigación y llegar a diseñar el Despulpador de Cacao, así mismo ,realizar el ensamblaje de dicha máquina. Para ello, es importante contar con soldadores de categoría uno para realizar las uniones de cada material inoxidable a base de soldadura TIG. También se debe contar con electricistas de categoría uno para poder ensamblar la parte eléctrica y de mando cuando la estructura y componente esté armado, realizar pruebas de funcionamiento y garantizar la durabilidad del material ensamblado. Un técnico mecánico es el encargado de armar o ensamblar las piezas tales como acople del motor a la caja reductora, acople al eje motriz, acople del motor al tornillo sin fin, etc. Todas estas personas deben ser especialistas y tener la experiencia mínima de 5 años en construcciones y ensamblajes similares.

5.2. Recursos materiales

Tabla 13

Herramientas para la construcción del despulpador de cacao

| HERRAMIENTAS MANUALES Y EQUIPOS A UTILIZAR EN LA CONSTRUCCIÓN DEL DESPULPADOR DE CACAO | | |
|---|---|------------------|
| CANT. | DESCRIPCIÓN | MARCA |
| 1 | Alicate mecánico | Stanley |
| 1 | Alicate de corte | Stanley |
| 1 | Destornilladores plano y estrella | Stanley |
| 1 | Flexómetro de 5m | Stanley |
| 1 | Llaves mixtas desde 7mm-24mm | Stanley |
| 1 | Llaves Allen | Stanley |
| 1 | limas | Stanley |
| 1 | Dados con encaste de ½ pulgadas desde 10mm-24mm | Stanley |
| 1 | Martillo de bola de 10 onzas | Stanley |
| 1 | Martillo de goma | Stanley |
| 1 | Torno universal | GH1440A Paralelo |
| 1 | Máquina de soldar con equipo para TIG | Miller |
| 1 | Prensa hidráulica de 50 toneladas | Power Team |
| 1 | Vernier. | Stanley |
| 1 | Micrómetro | Stanley |
| 1 | Cortadora eléctrica | Bosch |
| 1 | Escariadora | Bosch |
| 1 | Multímetro | Fluke |
| 1 | Prensador de cables eléctricos | Stanley |
| 1 | Taladros de mano y pedestal | Bosh |
| 1 | Prensa de mesa | Stanley |
| 1 | Compresora | Campbell |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14*Materiales a emplearse para la construcción del despulpador de cacao*

| CANT. | UND. | DESCRIPCIÓN | CARACTERÍSTICAS | COSTO \$. |
|-----------------|-------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 2 | Unid. | Motor eléctrico | SIEMMES/230V/AC/60Hz | 529.41 |
| 1 | Unid. | Reductor de velocidad | KRAFTMAN/C45/1750RPM | 514.71 |
| 1 | Unid. | Acople flexible | LOVEJOY SPIDER SERIE CJ | 91.76 |
| 2 | Unid. | Planchas de acero inoxidable 304 | 4.5mm de espesor/10m ² | 411.76 |
| 2 | Unid. | Rodamientos | De rodillo/14*38*72mm/BS3134skf | 13.24 |
| 3 | Unid. | Tubos de aceros | De 2 ½ pulg. * 6m/ acero estructural | 79.41 |
| 200 | Mtr. | Cable automotriz | N°14/AWQ/Aw-56004-14Rd | 44.12 |
| 40 | Unid. | Conectores eléctricos | Promelsa | 11.76 |
| 1 | Unid. | Eje motriz | De acero inox, maquinado y tratado | 170.59 |
| 1 | Unid. | Válvula de bola | De 3 pulgadas de diámetro | 45.59 |
| 2 | Unid. | Reten | 12*38*72mm | 13.24 |
| 1 | Kit | Empaquetadura | Mecalux | 22.06 |
| 1 | Kit | Pernos | Grado 8- MM/UNF | 13.24 |
| 1 | Unid. | Tubo bridado de 3" | Acero inoxidable x 50cm | 27.94 |
| 1 | Unid. | Codo bridado 45° de 3" | Acero inoxidable | 22.06 |
| 1 | Unid. | Codo bridado 45° de 4.5" | Acero inoxidable | 33.82 |
| 1 | Unid. | Tubo bridado de 4.5" | Acero inoxidable x 50cm | 39.71 |
| 1 | Unid. | Tablero eléctrico | 30cm*40cm*25cm | 42.65 |
| 1 | Unid. | Variador de avance | Micromaster 430 | 363.53 |
| Total \$ | | | | 2 490.59 |

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Costos y presupuestos del proyecto de investigación

El presupuesto que requerimos para la ejecución o construcción del proyecto (Despulpador de Cacao) es 3008.53 dólares americanos de acuerdo al cuadro que se indica líneas abajo considerando el costo total al invertir en la materia prima o materiales, mano de obra, alquiler de taller, energía, etc.

Tabla 15

Costos que involucra la construcción del despulpador.

| SUMATORIA DE COSTOS | SUB TOTAL \$ |
|--|---------------------|
| Costo de material | 2 490.59 |
| Costo de mano de obra | 264.29 |
| Costo de taller: energía eléctrica, herramientas, otros x 4 días | 117.73 |
| Costo de insumos | 59.15 |
| Costo total \$ | 2 931.76 |

Fuente: Elaboración propia.

5.3.1. Recuperación de la inversión

Debido a que la materia prima que se va a recuperar (mucílago de cacao) es un subproducto que no tiene utilización en el mercado peruano por ser un desperdicio y su precio es despreciable; la recuperación de la inversión es amplia; pues sabemos del contenido nutricional que tiene el mucílago para realizar distintos derivados e industrializarlos en licores, mermeladas, vinagres, jarabes, yogurt, etc.

Por otro lado, si mejoramos el proceso de obtención de los granos o almendras de cacao después de la cosecha con una máquina, se agilizará el proceso y la obtención de Grano + Pulpa de Cacao en condiciones higiénicas y que garantiza la venta en el momento de la exportación por tener calidad e higiene; tendríamos rentabilidad en la producción de cacao. El proceso manual demanda tiempo y costo por la cantidad de personas que efectúan la producción con prácticas antihigiénicas.

Sabemos que la empresa “CORPOCACAO SAC”, a quien va dirigido nuestro diseño, tiene una producción de cacao de 18 mil toneladas al año partiendo desde marzo hasta noviembre de cada año, y cuyo valor por kilo de grano de cacao es de \$ 2.05 dólares americanos para exportación, y sabemos también que dentro de sus objetivos para los próximos años de la empresa “CORPOCACAO SAC”, es

incrementar su producción al doble con productos de calidad que estén a la altura de competidores mundiales en el negocio del Cacao; por tal razón, quiere innovar su planta para producir más granos de cacao y darle valor agregado recuperando el sub producto de cacao (mucílago) que actualmente es desperdiciado. Para ello, la empresa “CORPOCACAO SAC” tiene que invertir en su nuevo proyecto para el año 2020 con un capital inicial propio y un financiamiento del banco para alcanzar sus metas.

Tabla 16

Detalles de la inversión

| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| Capital propio | \$ 7 647.06 |
| Préstamo del banco BCP x cuatro años | \$ 29 411.76 |
| Capital de inversión | \$ 37 058.82 |

Tabla 17

Sustento del préstamo

| | |
|--|---------------------|
| Máquina despulpadora. | \$ 2 931.76 |
| Motocarga para transportar materia prima (mazorca de cacao) a la planta. | \$ 4 421.18 |
| Pagos de planilla de personal. | \$ 18 407.35 |
| Otros. | \$ 3 651.47 |
| Total | \$ 29 411.76 |
| Tasa del Banco (16%) x año | \$ 34 117.65 |
| Total, en cuatro años | \$ 48 235.29 |

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo un capital de inversión de \$ 37 058.82, podemos empezar a realizar el negocio calculando los egresos e ingresos para el año 2020 en adelante. La empresa “CORPOCACAO SAC” para el “Año 1” tendrá que vender 21.4 toneladas de granos de cacao y 1070 litros de mucílago de cacao con el uso de la máquina despulpador de cacao que incrementa su producción en un 1/3 más que años anteriores.

Tabla 18*Sustento de ingresos del primer año*

| | Costo por Kg (\$.) | De una Ton. de Cacao | Producción 1er Año (21.4 Ton) | Importe \$. |
|----------|---------------------------|---------------------------------|--|--------------------|
| Cacao | 2.0588 | 1000 kg. | 21400 kg. | 44 058.82 |
| Mucílago | 0.5 | 50 litros | 1070 litros | 535.00 |
| | | | Importe Total \$ | 44 593.82 |

Fuente: CORPOCACAO SAC, 2018.**Tabla 19***Sustento de egresos del primer año*

| Egresos primer año en \$. | |
|-------------------------------------|------------------|
| Planilla de personal | 18,407.35 |
| Mantenimiento y limpieza de máquina | 4,013.55 |
| Combustible | 4,367.67 |
| Otros | 3,651.47 |
| Subtotal | 30,440.05 |
| Renta anual (18%) | 5,479.26 |
| Total, \$. | 35,919.26 |

Fuente: CORPOCACAO SAC, 2018.**Tabla 20***Valores para el cálculo del VAN y TIR*

| DATOS | VALORES |
|--------------------|----------------|
| Numero de periodos | 6 |
| Tipo de periodo | anual |
| Taza de descuento | 15% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21*Flujo de caja de la inversión futura*

| AÑOS | INVERSIÓN | FLUJO BENEFICIO (+) \$ | FLUJO DE COSTOS (-) \$ | FLUJO BENEFICIOS NETOS \$ |
|-------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 2020 | 37,058.82 | 0.00 | | -37 058.82 |
| 2021 | | 44 593.82 | 35 919.26 | 8 674.56 |
| 2022 | | 47 517.68 | 42 447.40 | 5 070.29 |
| 2023 | | 52 937.21 | 37 316.44 | 15 620.76 |
| 2024 | | 60 030.09 | 42 094.46 | 17 935.64 |
| 2025 | | 66 461.01 | 43 202.96 | 23 258.05 |

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 22***Evaluación de costo-beneficio*

| | |
|-----------------|------------------|
| ΣI | 176879.77 |
| ΣC | 133413.79 |
| $\Sigma C+INV.$ | 170472.61 |
| B/C | 1.0375847 |

Fuente: Elaboración propia.

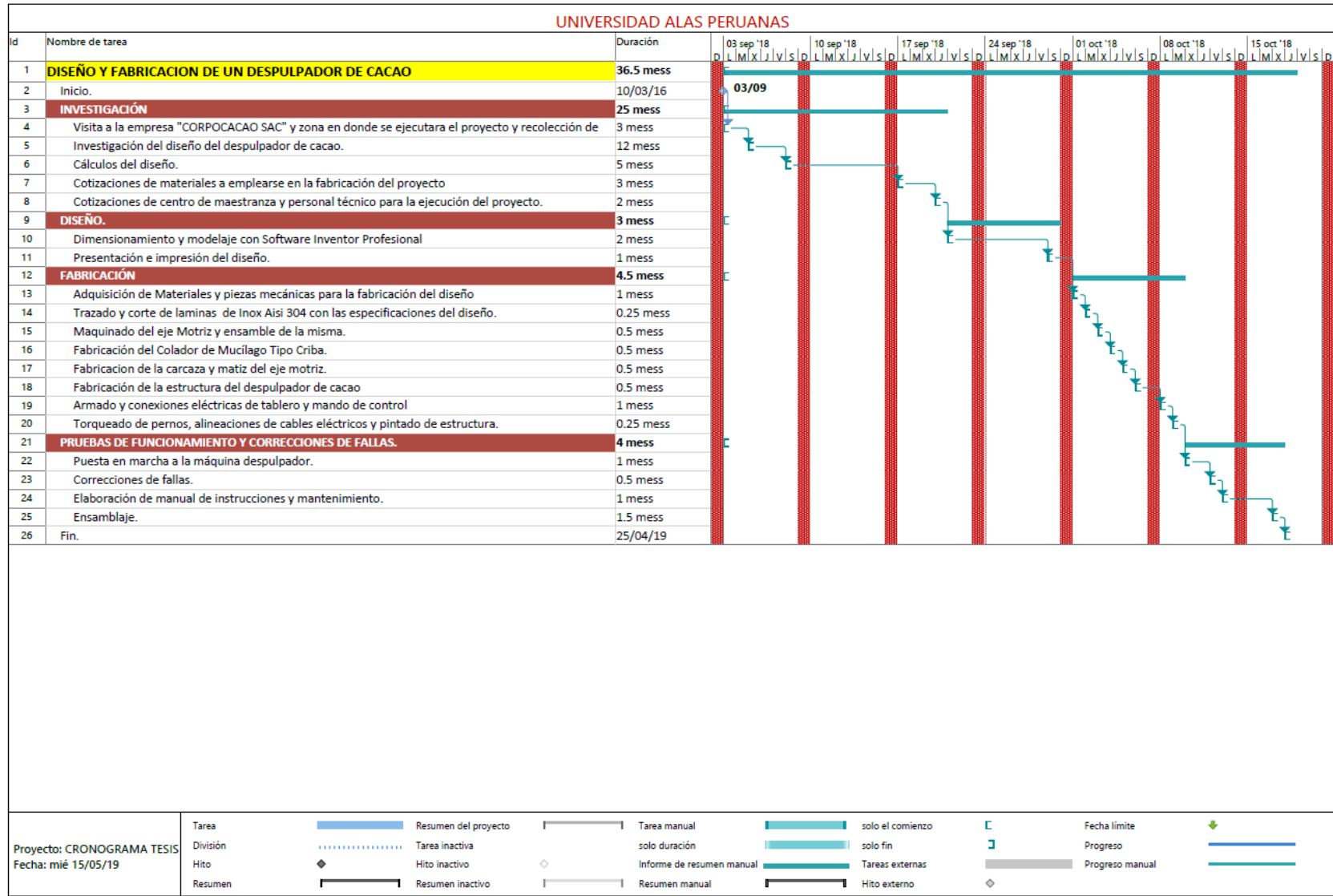
5.3.2. Evaluación financiera

Tabla 23*Evaluación financiera*

| Flujo neto de fondos | | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
| \$. -37,058.82 | 8,674.56 | 5,070.29 | 15,620.76 | 17,935.64 | 23,258.05 |
| Tasa | | | 15% | | |
| | | | \$. | | |
| VAN | | | 6,407.16 | | |
| TIR | | | 21% | | |
| Payback | | | Tercer año | | |

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Cronograma de actividades



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se diseñó la máquina despulpadora de cacao realizando cálculos físicos de cada uno de sus componentes utilizando la norma del acero AISI 304, y especificando en los planos los dimensionamientos y estructura del diseño.

SEGUNDA: La tolva de alimentación tiene una capacidad de 17 kg, y el tiempo del proceso de despulpado es de 7 minutos; en consecuencia, el rendimiento de la máquina despulpadora de cacao es de 150 kg/hora.

TERCERA: El valor de la máquina es de \$ 2 931.76 y con el estudio económico/financiero a partir de los flujos de efectivo, se demostró la influencia de la utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”, resultando una TIR del 21%; y se comprueba la rentabilidad del proyecto de la innovación en la planta de “CORPOCACAO SAC” instalando una despulpadora de cacao para agilizar el proceso de producción y aprovechar el mucílago desperdiciado; un análisis mediante el valor actual neto (VAN) muestra una rentabilidad de \$ 6 407.16 y con un periodo de recuperación de la inversión o Payback en el tercer año.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar estudios de factibilidad e industrializar mermeladas, licor de cacao y yogurt de cacao; a partir de la obtención del mucílago del cacao expuesto en esta tesis.

SEGUNDA: Diseñar y construir prototipos que permitan desde la cosecha hasta la transformación del cacao, para otorgarle mayor valor agregado, generar fuentes de trabajo y tributación.

TERCERA: Realizar alianzas estratégicas universidad – empresa – Estado para el desarrollo del agro peruano.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía 1

AVNER, S. (1988). *Introducción a la Metalurgia Física*. México: Mc Graw Hill.

BEDFORD, & FOWLER. (2008). *Dinámica, Mecánica para Ingeniería*. Pearson Prentice Hall.

BEER, JOHNSTON, & CORNWELL. (2010). *Mecánica Vectorial para Ingenieros, DINÁMICA*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

ENRIQUEZ, G. (1985). *Curso Sobre el Cultivo del Cacao*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

FAIRES, V. (sf). *Diseño de Elementos de Máquinas*. Barcelona: MS.

GUERRERO, G., & GUERRERO, C. (2013). *Metodología de la Investigación*. México: Patria.

HERNÁNDEZ, R., & FERNÁNDEZ, C. (2015). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.

HIBBELER, R. (2010). *Dinámica Decimosegunda edición*. México: Prentice Hall.

INDURA. (2010). *Manual de Aceros Inoxidables*. Chile: 2M Impresores Ltda.

- MEJÍA, L. A. (2000). Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción del Cacao. *Corpoica*, 10.
- NOSTI, J. (1963). *Cacao, Café y Té*. España: Colección Agrícola Salvat.
- PACHECO, A., & CRUZ, M. (2012). *Metodología Crítica de la Investigación*. México: Patria.
- PASTOR, M. (2004). *Introducción a la Metalurgia de la Soldadura*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- ROSETO, A., & TOAPANTA, R. (Marzo de 2008). Diseño de una máquina Separadora de la Semilla de Cacao. *Tesis de Grado*. Quito.
- SCHAUM. (2007). *Física General*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- SHIGLEY. (2012). *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- TIMOSHENCO, S. (1957). *Resistencia de Materiales*. Madrid: Espasa Calpe.
- VALENZUELA, A. (2007). El Chocolate, Un Placer Saludable. *Revista Chilena de Nutrición*, 8.

Bibliografía 2

ARTEAGA, Y. (Octubre de 2013). *Google.com*. Obtenido de

<https://www.google.com/search?q=estudio+realizado+del+esperdicio+del+cacao&oq=estudio+realizado+del+esperdicio+del+cacao&aqs=chrome..69i57.7635j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>: <http://reviasta.utm.edu.ec>

BECERRA DAZA, Y. (Mayo de 2008). *DESPULPADORACBC*. Obtenido de

<http://despulpadoracbc.blogspot.com/2008/05/despulpadora-de-frutas.html>:
<http://despulpadoracbc.blogspot.com>

GOBIERNO REGIONAL JUNÍN. (Octubre de 2007). <http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/Satipo.pdf>. Obtenido de <http://www.sdot.pcm.gob.pe>

GÓMEZ, Roberto. (Diciembre de 2014). *Infocafes.com*. Obtenido de

http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/01/Paquete_Tecnologico_Cultivo_Cacao.pdf:
<http://infocafes.com>

IMINOX. (2007). *IMINOX*. Obtenido de <http://cidi.unam.mx/premioacero11/iminox.html>:

<http://cidi.unam.mx>

INDUSTRIAS CARDÍN. (2018). *Industrias Cardín*. Obtenido de

<http://inducardin.com/index.php/producto/pelador-de-papas-2/>: <http://inducardin.com>

MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. (2018). *Demáquinasyherramientas.com*. Obtenido de

<https://www.demáquinasyherramientas.com/soldadura/seleccionar-la-antorcha-correcta-para-un-proceso-de-soldadura>: <http://demáquinasyherramientas.com>

MARTIN. (s.f). *es.martinsprocket.com*. Obtenido de

http://es.martinsprocket.com/docs//catalogs/power%20transmission/4_engranos/seccion%20g.pdf: <http://es.martinsprocket.com>

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO. (2016). *MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO PERU*. Obtenido de

https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/facilitacion_comercio_exterior/P_Cacao.pdf: <https://www.mincetur.gob.pe>

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO. (2011). *MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO*. Obtenido de

http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PAT_MUNICIPALIDADES/SATIPO/PAT_SATIPO_2011-2021.pdf

RAMFE. (s.f.). *ramfe.com*. Obtenido de

<https://www.academia.edu/15428962/CATALOGO-DE-SELECCION-DE-RAMFE>: <https://www.academia.edu>

SOLDEXA. (2016). *Soldexa.com*. Obtenido de

https://www.soldexa.com.pe/soldexa/sp/support/documentation/upload/manual_de_bolsillo.pdf: <http://www.soldexa.com.pe>

SUMITEC. (2018). *Sumiteccr.com*. Obtenido de

<http://www.sumiteccr.com/acero/inoxidable/AI07.pdf>: <http://www.sumiteccr.com>

ANEXOS

Anexo 1: Acero inoxidable AISI 304

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials," capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

| Número | Material | Condición | Resistencia (a la tensión) | | | | | Resistencia a la deformación, exponente m | Resistencia a la fractura ϵ_f |
|--------|------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------------|-------|---|--|
| | | | Fluencia S_y MPa (kpsi) | Última S_U MPa (kpsi) | A la fractura, σ_f MPa (kpsi) | Coficiente σ_0 MPa (kpsi) | | | |
| 1018 | Acero | Recocido | 220 (32.0) | 341 (49.5) | 628 (91.1) [†] | 620 (90.0) | 0.25 | 1.05 | |
| 1144 | Acero | Recocido | 358 (52.0) | 646 (93.7) | 898 (130) [†] | 992 (144) | 0.14 | 0.49 | |
| 1212 | Acero | HR | 193 (28.0) | 424 (61.5) | 729 (106) [†] | 758 (110) | 0.24 | 0.85 | |
| 1045 | Acero | TyR 600°F | 1520 (220) | 1580 (230) | 2380 (345) | 1880 (273) [†] | 0.041 | 0.81 | |
| 4142 | Acero | TyR 600°F | 1720 (250) | 1930 (210) | 2340 (340) | 1760 (255) [†] | 0.048 | 0.43 | |
| 303 | Acero inoxidable Acero | Recocido | 241 (35.0) | 601 (87.3) | 1520 (221) [†] | 1410 (205) | 0.51 | 1.16 | |
| 304 | Acero inoxidable Acero | Recocido | 276 (40.0) | 568 (82.4) | 1600 (233) [†] | 1270 (185) | 0.45 | 1.67 | |
| 2011 | Aleación de aluminio | T6 | 169 (24.5) | 324 (47.0) | 325 (47.2) [†] | 620 (90) | 0.28 | 0.10 | |
| 2024 | Aleación de aluminio | T4 | 296 (43.0) | 446 (64.8) | 533 (77.3) [†] | 689 (100) | 0.15 | 0.18 | |
| 7075 | Aluminum aluminio | T6 | 542 (78.6) | 593 (86.0) | 706 (102) [†] | 882 (128) | 0.13 | 0.18 | |

* Los valores se tomaron de una o dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.

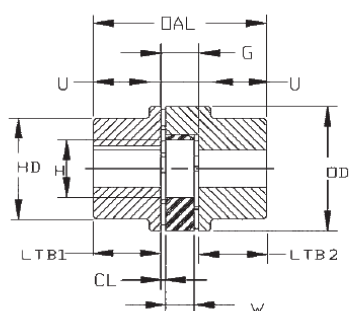
[†] Valor derivado.

Anexo 2: Láminas AISI 304 del catálogo de METAZA

| Dimensiones | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------|------|-------|-----|-----|-----------|-----|----|----|--|
| Calibre | Espesor (mm) | Lámina | | Rollo | | | Terminado | | | | |
| | | 5X10' | 4X8' | 1XL | 4XL | 5XL | T1 | T2B | T4 | BA | |
| 304 | 5/8 | 15.00 | ● | | | | | ● | | | |
| | 1/2 | 12.00 | ● | | | | | ● | | | |
| | 3/8 | 9.00 | ● | | | | | ● | | | |
| | 1/4 | 6.00 | ● | ● | | | | ● | | | |
| | 3/16 | 4.50 | ● | ● | | | | ● | | | |
| | 10 | 3.50 | ● | ● | | | ● | | ● | | |
| | 11 | 3.00 | ● | ● | | | | ● | ● | | |
| | 12 | 2.50 | ● | ● | | | | | ● | | |
| | 14 | 2.00 | ● | ● | | | | | ● | | |
| | 16 | 1.50 | ● | ● | | | | | ● | ● | |
| | 18 | 1.20 | ● | ● | | | ● | | ● | ● | |
| | 20 | 0.90 | ● | ● | | | | | ● | ● | |
| | 22 | 0.70 | | ● | | | | | ● | ● | |
| | 24 | 0.60 | | ● | | | | | ● | | |

Anexo 3: Selección Acoples Flexibles del Catálogo de Spidex Lovejoy

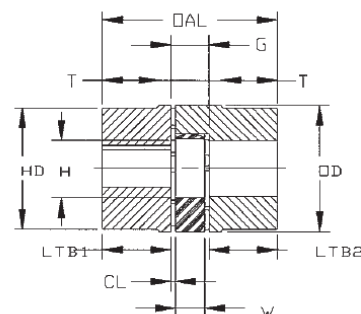
SERIE CJ SPIDEX LOVEJOY



Configuración "AA"



Acoplamiento CJ de Lovejoy



Configuración "BB"

| Tipo | Cubo | Fundición | | LTB1 Y LTB2 | G | CL | W | OAL | T;U | OD | H | Par Nominal (Nm) | | |
|-------|------|-----------|----|----------------|----|-----|----|-----|-----|----|----|------------------|--------|--------|
| | | Ø Min/Max | HD | | | | | | | | | 92 ShA | 98 ShA | 64 ShD |
| 14 * | B | S-16 | - | 11 | 13 | 1,5 | 10 | 35 | | 30 | 10 | 7,5 | 12,5 | - |
| | BX | S-16 | - | 18,5 | 13 | 1,5 | 10 | 50 | | 30 | 10 | | | |
| 19/24 | A | S-19 | 32 | 25 | 16 | 2 | 16 | 66 | 20 | 40 | 18 | 10 | 17 | - |
| | BX | S-24 | - | 55 | 16 | 2 | 16 | 126 | | 40 | 18 | | | |
| 24/32 | A | S-24 | 40 | 30 | 18 | 2 | 18 | 78 | 24 | 56 | 27 | 35 | 60 | 75 |
| | BX | S-32 | - | 60 | 18 | 2 | 18 | 138 | | 56 | 27 | | | |
| 28/38 | A | S-28 | 48 | 35 | 20 | 2,5 | 20 | 90 | 28 | 65 | 30 | 95 | 160 | 200 |
| | B | 11-38 | - | 35 | 20 | 2,5 | 20 | 90 | | 65 | 30 | | | |

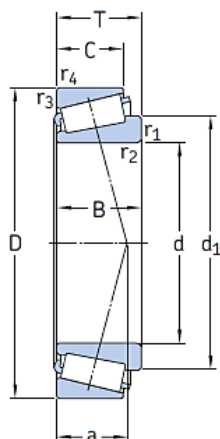
Anexo 4: Factor De Seguridad

Tabla 2.3.- Factor de seguridad F.S para el diseño de flechas según Normas ANSI-ASME

| Condiciones de carga | Factor de seguridad F.S |
|-----------------------------|-------------------------|
| Cargas estables | 2.0 |
| Cargas con impacto moderado | 3.0 |
| Cargas con impacto fuerte | 4.0 |

Anexo 5: Selección de Rodamientos del Catálogo SKF.

7.1 Rodamientos de una hilera de rodillos cónicos métricos d 35 – 45 mm

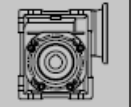
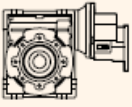



| Dimensiones principales | | | Capacidad de carga básica | | Carga límite de fatiga | Velocidades nominales | | Masa | Designación | Series de dimensiones para la normativa ISO 355 (ABMA) |
|-------------------------|-------|-------|---------------------------|----------------|------------------------|-------------------------|------------------|-------------|------------------|--|
| d | D | T | C | C ₀ | P _u | Velocidad de referencia | Velocidad límite | kg | - | - |
| mm | | | kN | | kN | r. p. m. | | | - | - |
| 35 | 62 | 18 | 37,4 | 49 | 5,2 | 8 000 | 11 000 | 0,23 | 32007 J2/Q | 4CC |
| | 62 | 18 | 42,9 | 54 | 5,85 | 8 000 | 10 000 | 0,23 | 32007 X/Q | 4CC |
| | 72 | 18,25 | 51,2 | 56 | 6,1 | 7 000 | 9 500 | 0,33 | 30207 J2/Q | 3DB |
| | 72 | 24,25 | 66 | 78 | 8,5 | 7 000 | 9 500 | 0,44 | 32207 J2/Q | 3DC |
| | 72 | 28 | 84,2 | 106 | 11,8 | 6 300 | 9 500 | 0,53 | 33207/Q | 2DE |
| 80 | 22,75 | 72,1 | 73,5 | 8,3 | 6 700 | 9 000 | 0,51 | 30307 J2/Q | 2FB | |
| | 22,75 | 61,6 | 67 | 7,8 | 6 000 | 8 500 | 0,52 | 31307 J2/Q | 7FB | |
| | 32,75 | 93,5 | 114 | 12,9 | 6 000 | 8 500 | 0,8 | 32307 BJ2/Q | 5FE | |
| | 32,75 | 95,2 | 106 | 12,2 | 6 300 | 9 000 | 0,75 | 32307 J2/Q | 2FE | |
| | 37 | 80 | 32,75 | 93,5 | 114 | 12,9 | 6 300 | 9 500 | 0,77 | 32307/37 BJ2/Q |
| 38 | 63 | 17 | 36,9 | 52 | 5,4 | 7 500 | 11 000 | 0,21 | JL 69349 A/310/Q | 3CC |
| | 63 | 17 | 36,9 | 52 | 5,4 | 7 500 | 11 000 | 0,2 | JL 69349/310/Q | 3CC |
| | 68 | 19 | 52,8 | 71 | 7,65 | 7 000 | 10 000 | 0,3 | 32008/38 X/Q | 3CC |

Anexo 6: Selección del Motorreductor de Velocidad del Catálogo TRANSTECNO.

60 Hz Motorreductores sinfín corona Motoreductores de rosca sem fim Wormgearmotors

Datos técnicos**Dados técnicos**

| P_1 [kW] | n_2 [min ⁻¹] | M_2 [Nm] | sf | i |  |  |  | P_1 [kW] | n_2 [min ⁻¹] |
|---------------|-------------------------------|---------------|----|---|---|--|---|---------------|-------------------------------|
|---------------|-------------------------------|---------------|----|---|---|--|---|---------------|-------------------------------|

0.37

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|-----|-----|-----|-------|------------|----|
| (0.50 hp) | 22 | 103 | 3.1 | 80 | CM090 | CMP071/090 | B5 |
| | 19 | 125 | 5.5 | 90 | | | |
| 71A4 (1750 min ⁻¹) | 18 | 121 | 2.5 | 100 | CM090 | CMP071/090 | B5 |
| | 15 | 154 | 4.0 | 120 | | | |
| | 12 | 181 | 3.1 | 150 | | | |
| | 10 | 210 | 2.4 | 180 | | | |
| | 7 | 247 | 1.8 | 240 | | | |
| | 6 | 279 | 1.5 | 300 | | | |

0.55

| | |
|---------------------------|----|
| (0.75 hp) | 23 |
| | 22 |
| 71B4 | 19 |
| (1750 min ⁻¹) | 18 |
| | 15 |
| | 12 |
| | 10 |
| | 7 |
| | 6 |

0.55

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-----|-----|-----|-------|--------|--------|
| (0.75 hp) | 1750 | 350 | 13 | 3.1 | 5 | CM040 | B5/B14 |
| | 1750 | 233 | 19 | 2.3 | 7.5 | CM040 | B5/B14 |
| 71B4 (1750 min ⁻¹) | 1750 | 175 | 25 | 1.8 | 10 | CM040 | B5/B14 |
| | 1750 | 117 | 36 | 1.2 | 15 | CM040 | B5/B14 |
| | 1750 | 88 | 47 | 0.9 | 20 | CM040 | B5/B14 |
| | | | | | | | |
| | 350 | 13 | 5.6 | 5 | CM050 | B5/B14 | |
| | 233 | 20 | 4.0 | 7.5 | CM050 | B5/B14 | |
| | 175 | 26 | 3.2 | 10 | CM050 | B5/B14 | |
| | 117 | 37 | 2.2 | 15 | CM050 | B5/B14 | |
| | 88 | 47 | 1.5 | 20 | CM050 | B5/B14 | |
| | 70 | 57 | 1.2 | 25 | CM050 | B5/B14 | |
| | 58 | 65 | 1.4 | 30 | CM050 | B5/B14 | |

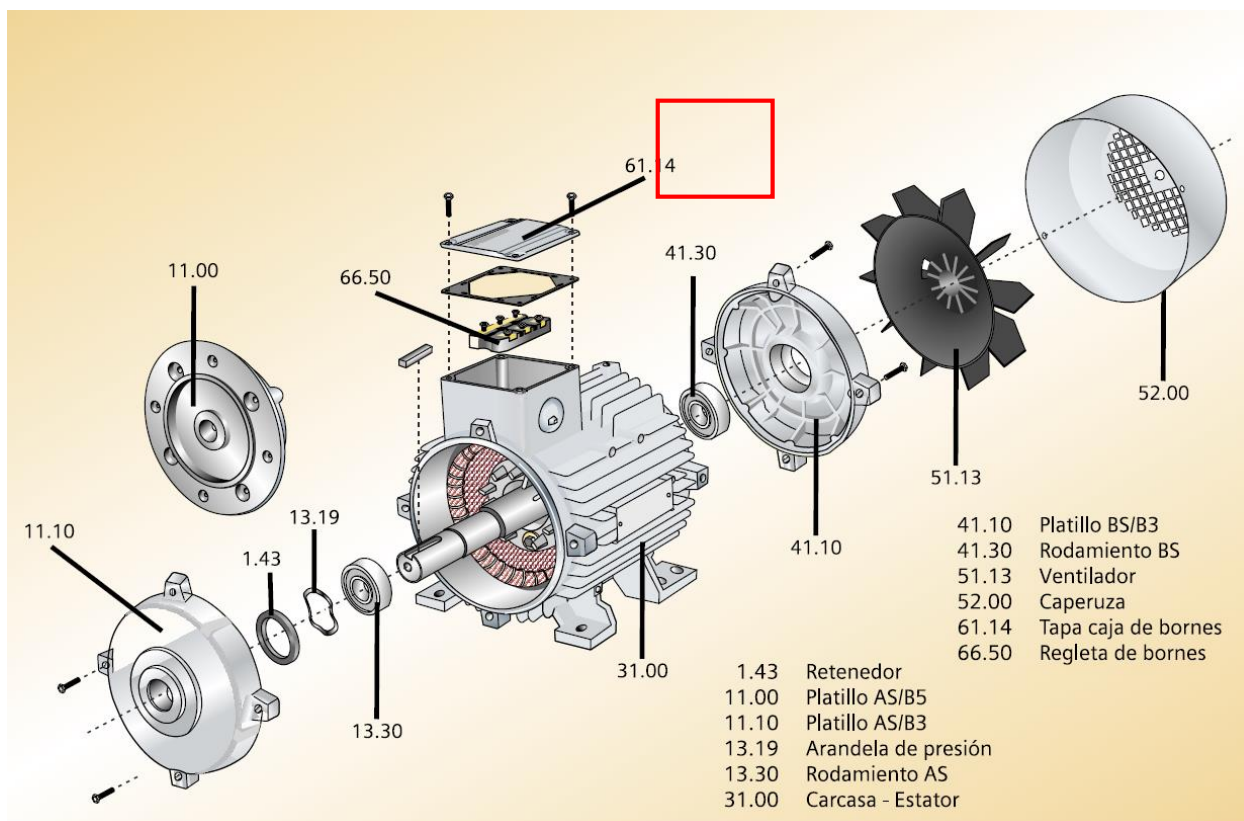
0.75

| | |
|---------------------------|-----|
| (1.0 hp) | 350 |
| | 233 |
| 80A4 | 175 |
| (1750 min ⁻¹) | 117 |
| | 88 |
| | 70 |
| | 58 |
| | 117 |
| | 88 |
| | 70 |
| | 58 |

Anexo 7: Selección del Motor Eléctrico del Catálogo SIEMENS

| Referencia | HP | F.S. | Velocidad Nominal (rpm) | Corriente en vacío (amp) | Corriente nominal (amp) | | Eficiencia Nominal | Factor de Potencia | Torque nominal (lbs/ft) | Torque de arranque / Torque nominal | Motor Peso - kg - | Rodamientos lado AS y BS | Plano | Condensador de arranque | Condensador de trabajo | |
|---|------|------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|----------|-------------------------|------------------------|--|
| | | | | | 115V | 230V | | | | | | | | | | |
| Motor 1RF2, 56 J, 2 polos, brida "C", espiga roscada, con pata, Uso Bomba, FS NEMA, 115/230V 60Hz. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1RF21000CA004EB1 | 0,25 | 1,8 | 3.545 | 3,7 | 5,3 | 2,6 | 55,0 | 58,2 | 0,370 | 315% | 7,70 | 6203 ZZ | 3NM-1656 | 233-280/01 | -- | |
| 1RF21000CA104EB1 | 0,33 | 1,7 | 3.540 | 4,4 | 5,3 | 2,6 | 57,5 | 69,1 | 0,495 | 240% | 8,23 | 6203 ZZ | 3NM-1656 | 233-280/01 | -- | |
| 1RF21000CA204EB1 | 0,5 | 1,6 | 3.550 | 7,1 | 8,2 | 4,1 | 62,0 | 64,4 | 0,740 | 239% | 9,89 | 6203 ZZ | 3NM-1656 | 233-280/01 | -- | |
| 1RF21000CA304EB1 | 0,75 | 1,6 | 3.545 | 7,3 | 9,8 | 4,9 | 64,0 | 74,3 | 1,111 | 194% | 10,62 | 6203 ZZ | 3NM-1656 | 340-408/01 | -- | |
| 1RF21000CA404EA1 | 1,0 | 1,4 | 3.535 | 11,6 | 14,0 | 7,0 | 66,0 | 67,2 | 1,486 | 253% | 12,60 | 6203 ZZ | 3NM-1656 | 400-480/01 | -- | |
| 1RF21000CA504EA1 | 1,5 | 1,3 | 3.540 | 15,7 | 24,2 | 10,2 | 70,0 | 71,1 | 2,226 | 205% | 13,70 | 6203 ZZ | 3NM-1677 | 590-708/04 | -- | |
| 1RF21000CA604EA1 | 2 | 1,2 | 3.490 | 11,1 | 21,0 | 10,5 | 74,0 | 82,3 | 3,010 | 171% | 17,29 | 6203 ZZ | 3NM-1676 | 590-708/04 | -- | |
| 1RF21000CA714EA1 | 3 | 1,0 | 3.465 | 10,9 | 26,7 | 13,3 | 75,5 | 93,5 | 4,547 | 204% | 18,14 | 6203 ZZ | 3NM-1691 | 829-995/04 | 75/04 | |
| Motor 1RF2, 56, 2 polos, Escudo, eje con Cuñero, con pata, Uso General, FS NEMA, 115/230V 60Hz | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1RF20000DA004AB1 | 0,25 | 1,8 | 3.550 | 5,1 | 5,4 | 2,7 | 55,0 | 57,8 | 0,370 | 356% | 7,70 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 233-280/01 | -- | |
| 1RF20000DA104AB1 | 0,33 | 1,7 | 3.540 | 6,0 | 6,5 | 3,2 | 57,5 | 60,5 | 0,495 | 316% | 8,23 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 233-280/01 | -- | |
| 1RF20000DA204AB1 | 0,5 | 1,6 | 3.535 | 8,0 | 8,6 | 4,3 | 62,0 | 66,1 | 0,743 | 276% | 9,89 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 340-408/01 | -- | |
| 1RF20000DA304AB1 | 0,75 | 1,6 | 3.530 | 8,0 | 10,1 | 5,0 | 64,0 | 74,9 | 1,116 | 260% | 10,62 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 430-516/01 | -- | |
| 1RF20000DA404AA1 | 1,0 | 1,4 | 3.525 | 10,0 | 12,8 | 6,4 | 66,0 | 75,3 | 1,490 | 252% | 12,60 | 6203 ZZ | 3NM-1676 | 590-708/04 | -- | |
| 1RF20000DA504AA1 | 1,5 | 1,3 | 3.515 | 15,3 | 18,9 | 9,4 | 70,0 | 75,5 | 2,241 | 192% | 13,70 | 6203 ZZ | 3NM-1676 | 590-708/04 | -- | |
| 1RF20000DA604AA1 | 2 | 1,2 | 3.490 | 11,1 | 21,0 | 10,5 | 74,0 | 82,3 | 3,010 | 171% | 17,30 | 6203 ZZ | 3NM-1676 | 590-708/04 | -- | |
| Motor 1RF2, 4 polos, Escudo, eje con Cuñero, con pata, Uso General, FS NEMA, 115/230V 60Hz | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1RF20000DB004AB1 | 0,25 | 1,4 | 1.745 | 4,1 | 4,5 | 2,3 | 52,5 | 63,1 | 0,752 | 306% | 8,93 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 233-280/01 | -- | |
| 1RF20000DB104AB1 | 0,33 | 1,4 | 1.740 | 5,6 | 6,2 | 3,1 | 55,0 | 66,3 | 1,006 | 354% | 9,18 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 340-408/01 | -- | |
| 1RF20000DB204AB1 | 0,5 | 1,3 | 1.740 | 8,5 | 9,0 | 4,5 | 59,5 | 58,9 | 1,509 | 366% | 10,36 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 340-408/01 | -- | |
| 1RF20000DB304AB1 | 0,75 | 1,3 | 1.735 | 11,1 | 12,4 | 6,2 | 62,0 | 61,8 | 2,270 | 317% | 13,54 | 6203 ZZ | 3NM-1655 | 400-480/01 | -- | |
| 1RF20000DB414AA1 | 1,0 | 1,2 | 1.760 | 11,6 | 13,0 | 6,5 | 64,0 | 71,4 | 2,984 | 244% | 14,73 | 6203 ZZ | 3NM-1676 | 430-516/01 | 60/04 | |
| 1RF20000DB514AA1 | 1,5 | 1,2 | 1.735 | 14,0 | 20,1 | 10,1 | 68,0 | 81,7 | 4,541 | 203% | 16,22 | 6203 ZZ | 3NM-1691 | 590-708/04 | 75/04 | |
| 1RF20000DB614AA1 | 2 | 1,0 | 1.715 | 11,4 | 21,0 | 10,5 | 75,5 | 86,3 | 6,125 | 213% | 17,43 | 6203 ZZ | 3NM-1691 | 590-708/04 | 75/04 | |

Anexo 8. Despiece del Motor SIEMENS.



Anexo 9: Factor de Servicio.

| Máquinas motrices | Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm | | | Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm | | |
|--|---|------------|-------------|--|------------|-------------|
| | < 6 h/d | 6 a 16 h/d | 16 a 24 h/d | < 6 h/d | 6 a 16 h/d | 16 a 24 h/d |
| <i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,3 |
| <i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas. | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| <i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchales. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil. | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| <i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras. Gruas, dragas. | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,8 |
| Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

MATRIZ DE CONSISTENCIA**Anexo 10: Matriz de Consistencia.**

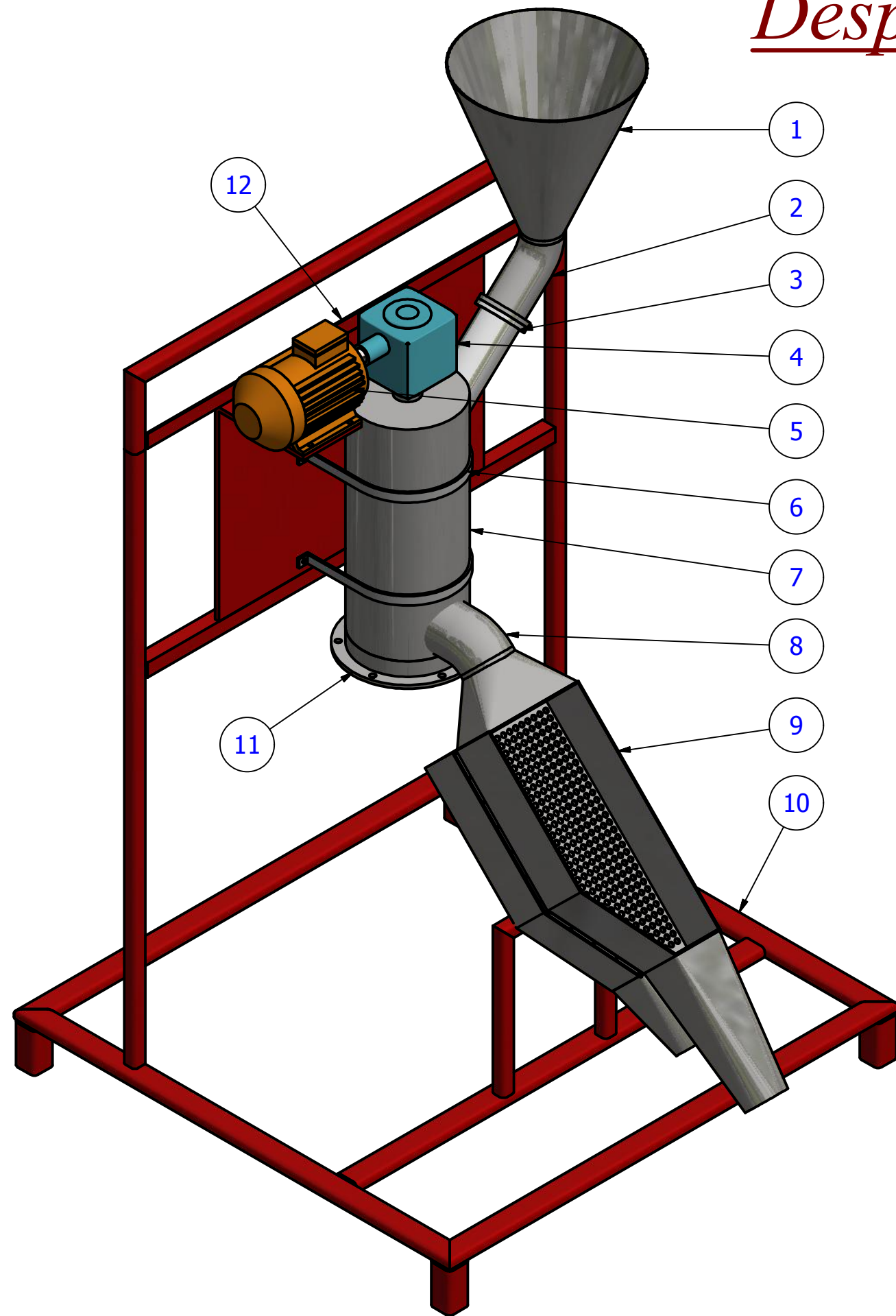
DISEÑO DE UN DESPULPADOR PARA RECUPERAR EL MUCÍLAGO DEL CACAO E INFLUENCIAR SU UTILIZACIÓN EN LA EMPRESA “CORPOCACAO SAC”, SATIPO-JUNÍN, 2018

GROBER JAIME CAMPOS CALIXTO


| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLE INDEPENDIENTE | INDICADORES INDEPENDIENTES | TIPO, METODO, Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | TECNICAS |
|--|---|--|--|---|--|---|
| <p>¿Cómo recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</u></p> <p>¿Cómo se diseñará el despulpador que tendrá influencia en la recuperación del mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?</p> <p>¿De qué manera el rendimiento del despulpador influye en la recuperación del mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?</p> <p>¿Cómo influye su utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”?</p> | <p>Diseñar un despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</u></p> <p>Especificar los planos del diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> <p>Demostrar el rendimiento del despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> <p>Demostrar la influencia de la utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> | <p>Diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao e influenciar su utilización en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</u></p> <p>Son específicos los planos del diseño de un despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> <p>Es demostrativo el rendimiento del despulpador para recuperar el mucílago del cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> <p>Es demostrativo la influencia de la utilización del despulpador de cacao en la empresa “CORPOCACAO SAC”.</p> | <p>Diseño del despulpador de cacao.</p> <p>Variable X:</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Recuperación del mucílago del cacao</p> <p>Variable Y:</p> | <p>X1: Dimensionamiento del diseño del despulpador de cacao.</p> <p>X2: Recuperación del mucílago.</p> <p>INDICADORES DEPENDIENTES</p> <p>Y1: mucílago de cacao.</p> <p>Y2: Influencia en la empresa.</p> | <p>TIPO: Cualitativo</p> <p>METODO: Analítico</p> <p>sintético.</p> <p>DISEÑO</p> <p>No experimental.</p> <p>INSTRUMENTOS</p> | <p>Para la V. I. se les aplicara una encuesta a los agricultores</p> <p>Para la V. D. se les aplicara encuestas a los usuarios.</p> <p>Para la V.I. se aplicará un cuestionario.</p> <p>Para la V.D. se aplicará un cuestionario</p> |

PLANOS

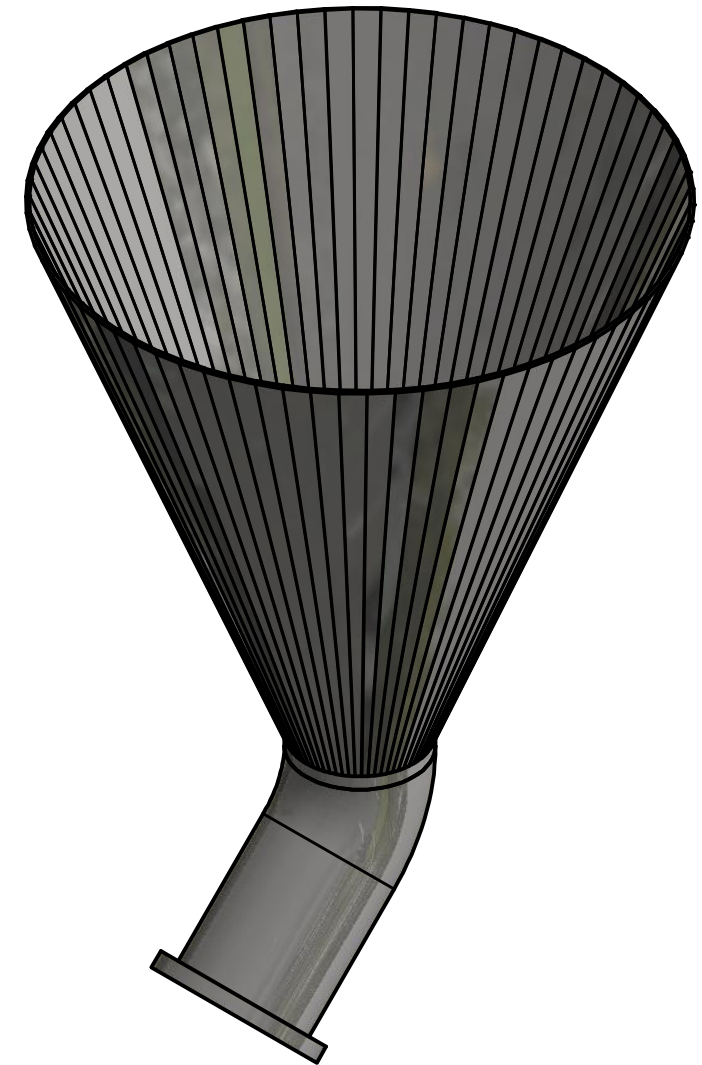
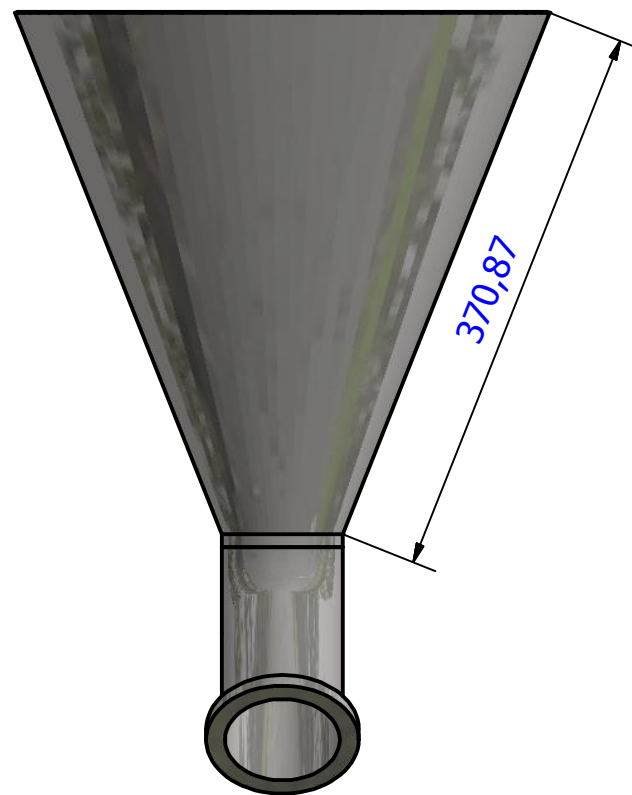
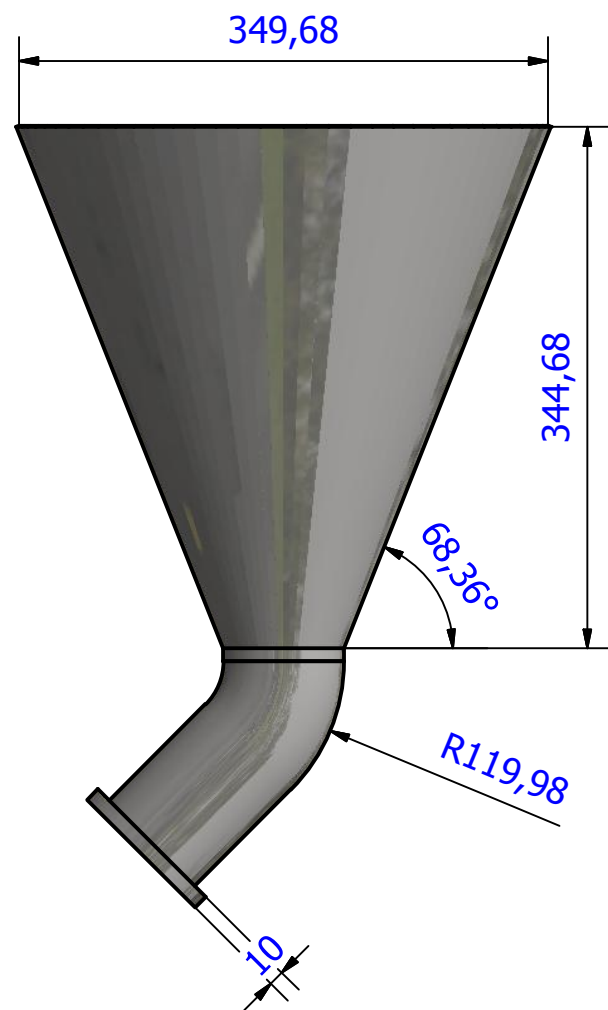
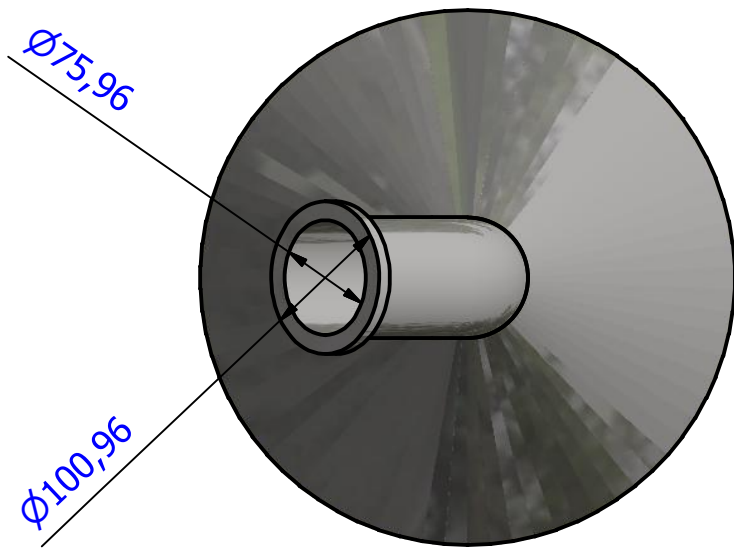
Despulpador de Cacao




| PARTS LIST | | | |
|------------|-----|------------------------|-----------------------------|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION |
| 1 | 1 | TOLVA ALIMENTACIÓN | 16 dm3. |
| 2 | 1 | CODO INGRESO 45° | 76 mm. |
| 3 | 1 | BOCA INGRESO | 76 mm. |
| 4 | 1 | REDUCTOR VELOC | HELICOIDAL 1750RPM:70RPM |
| 5 | 1 | MOTOR ELEC. | 0.75 HP/220V/AC/MONO |
| 6 | 2 | ABRAZADERA | EN U |
| 7 | 1 | CARCASA DESPULPADOR | |
| 8 | 1 | CODO SALIDA 45° | 100 MM. |
| 9 | 1 | COLADOR TIPO CRIBA | DOS COMPARTIMIENT. |
| 10 | 1 | ESTRUCTURA SOPORTE | |
| 11 | 1 | TAPA CARCASA | |
| 12 | 1 | TABLERO DE CONTROL | |

| | | | | |
|---|------------|------------------------|---------|--------------------|
| Designed by GROBER C. | Checked by | Approved by | Date | Date 18/04/2019 |
|  | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | ESTRUCTURA-DESPULPADOR | Edition | Sheet 1 / 1 |

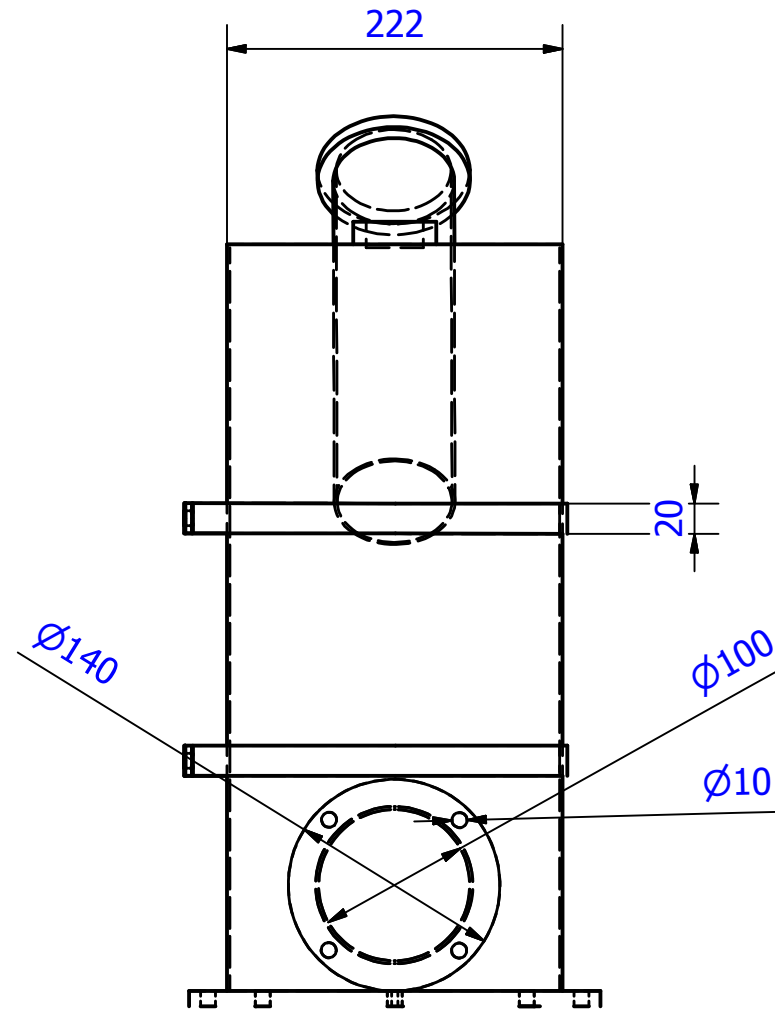
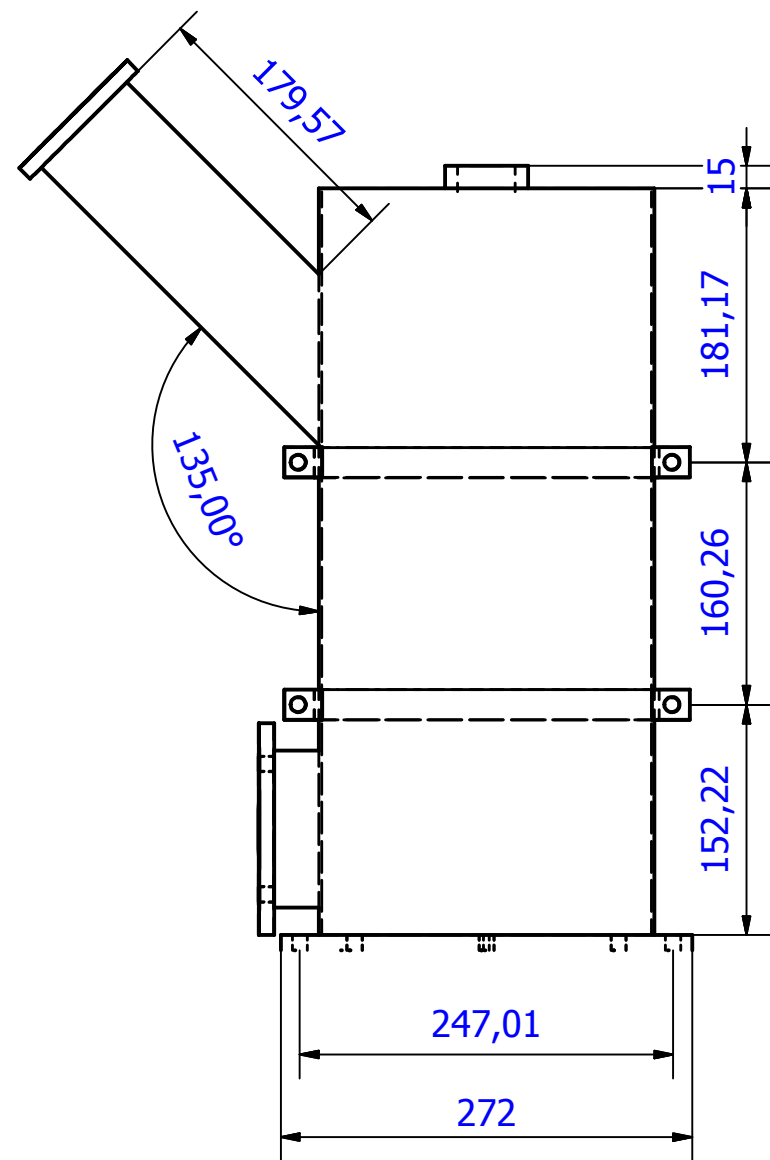
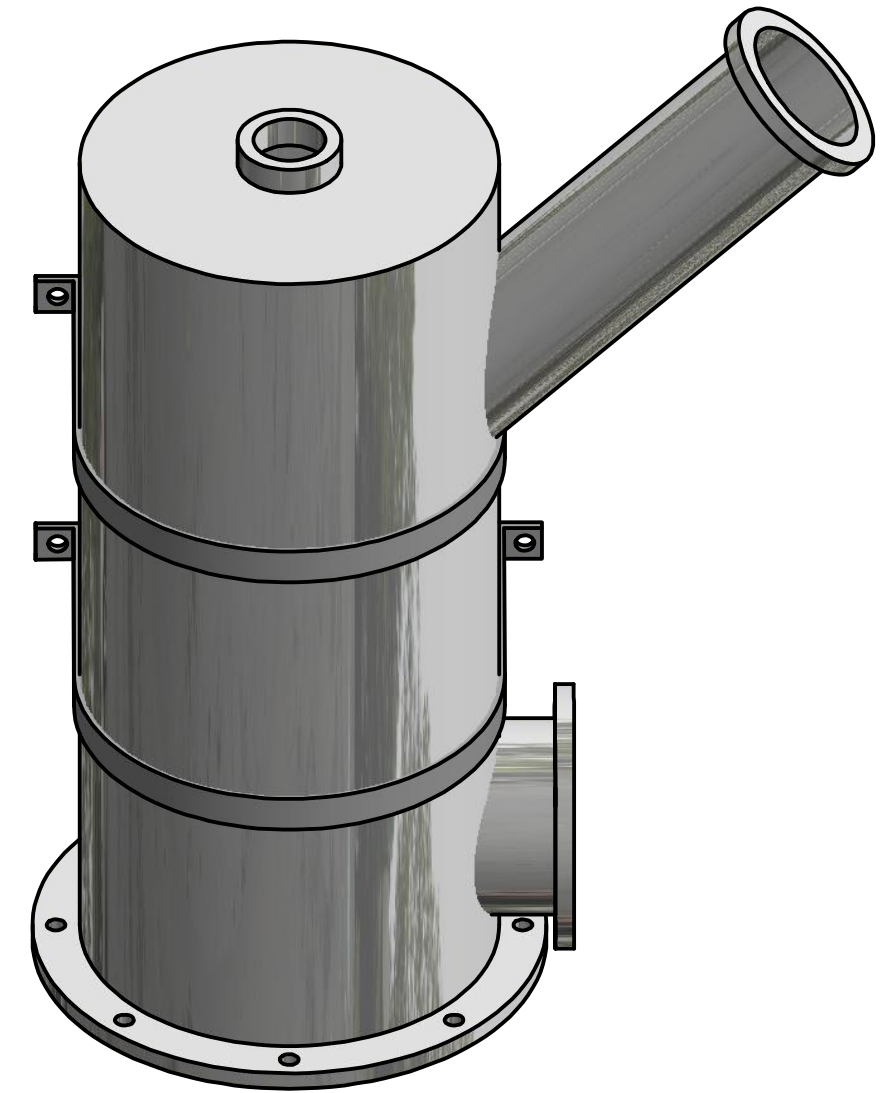
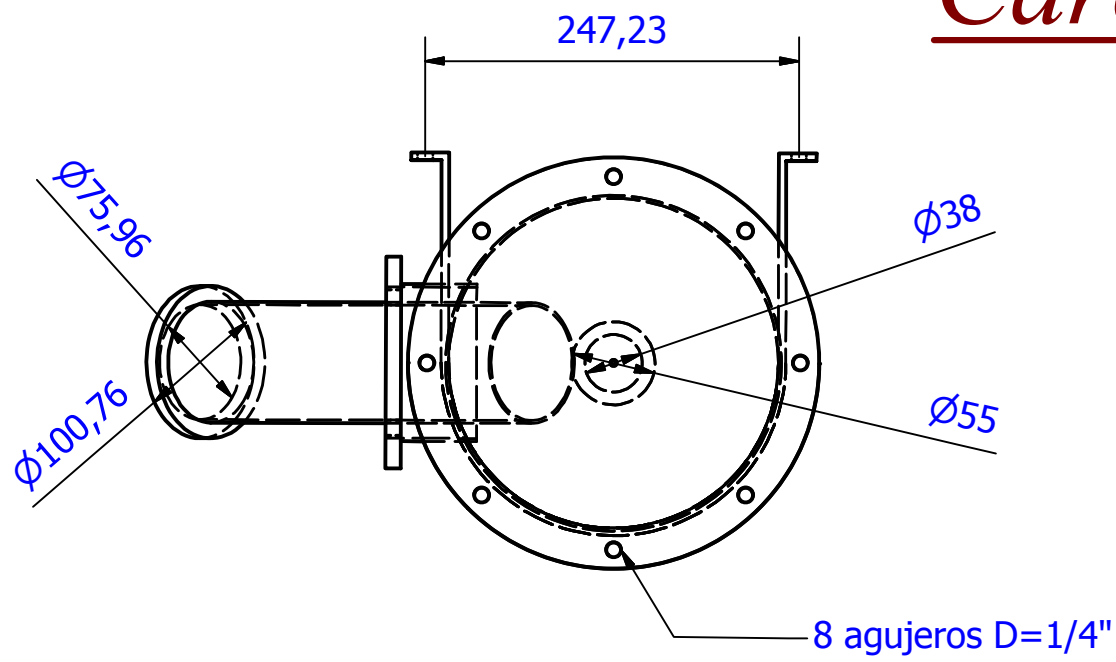
Tolva de Alimentación




Capacidad de tolva = 16 dm³.

| | | | | | |
|--|------------|---------------------|---------|--------------------|--|
| Designed by GROBER C. | Checked by | Approved by | Date | Date 07/04/2019 | |
|  UAP | | INGENIERÍA MECÁNICA | | | |
| ENSAMBLE TOLVA | | | Edition | Sheet 1 / 1 | |

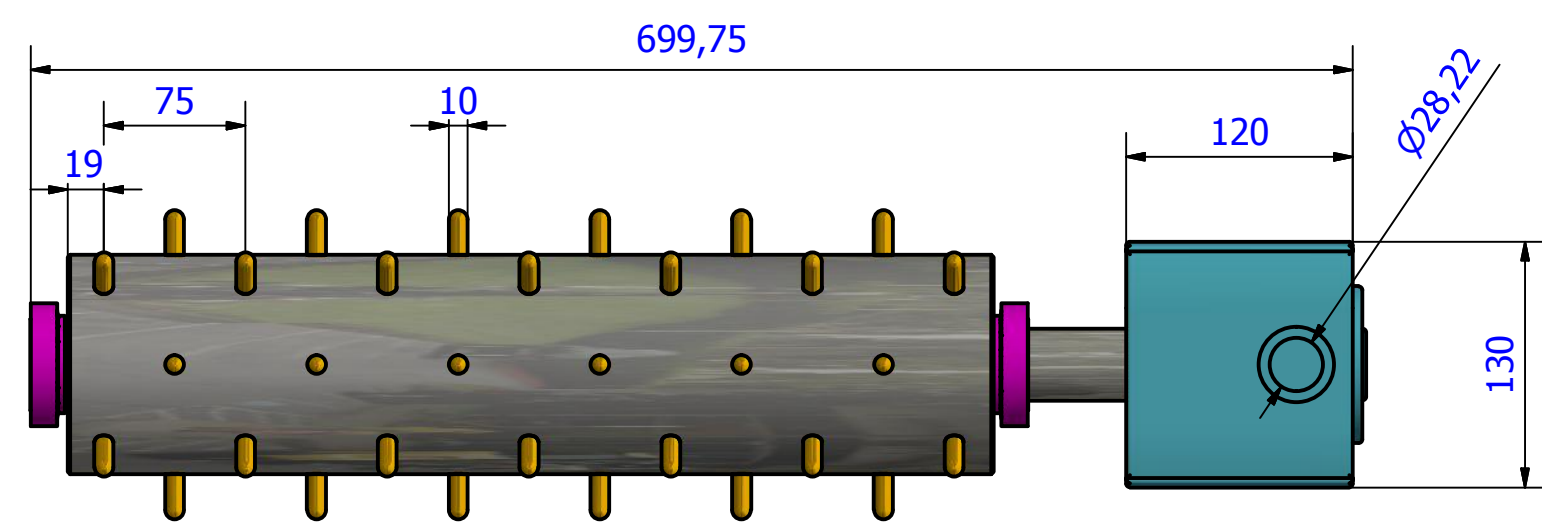
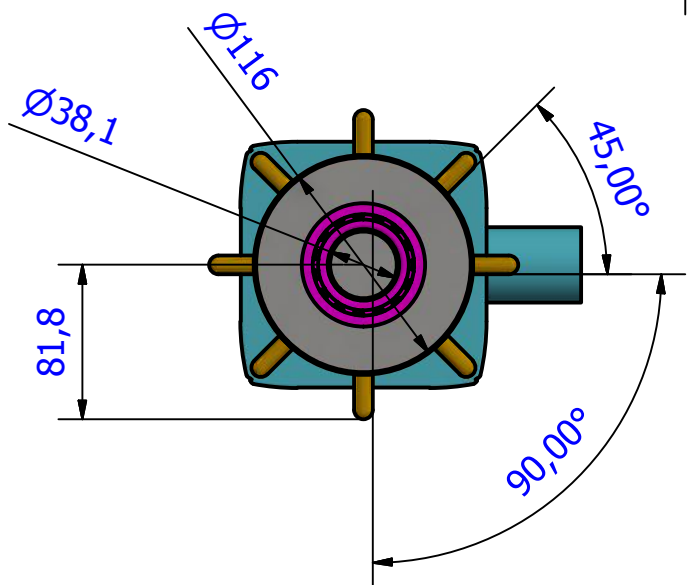
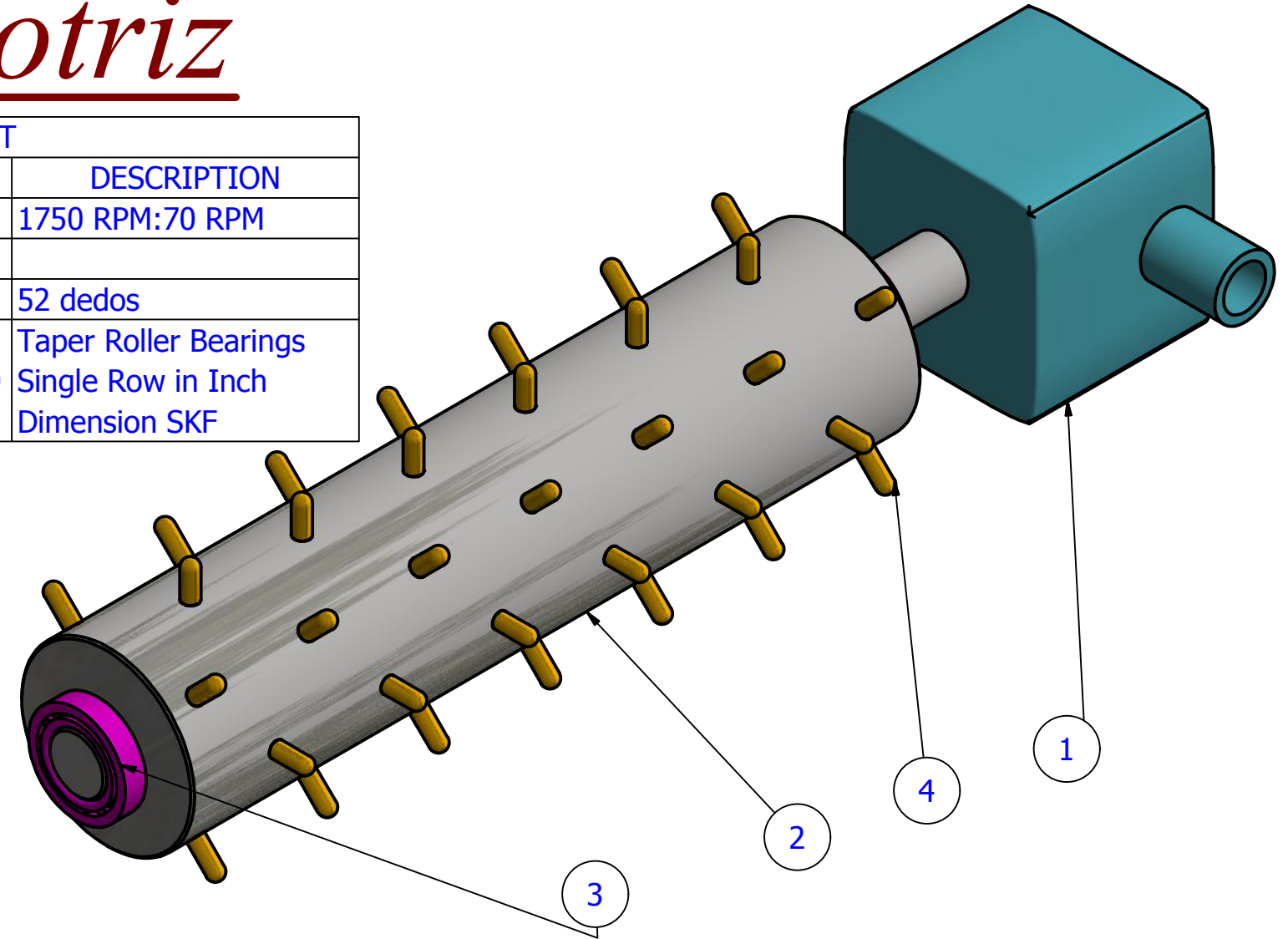
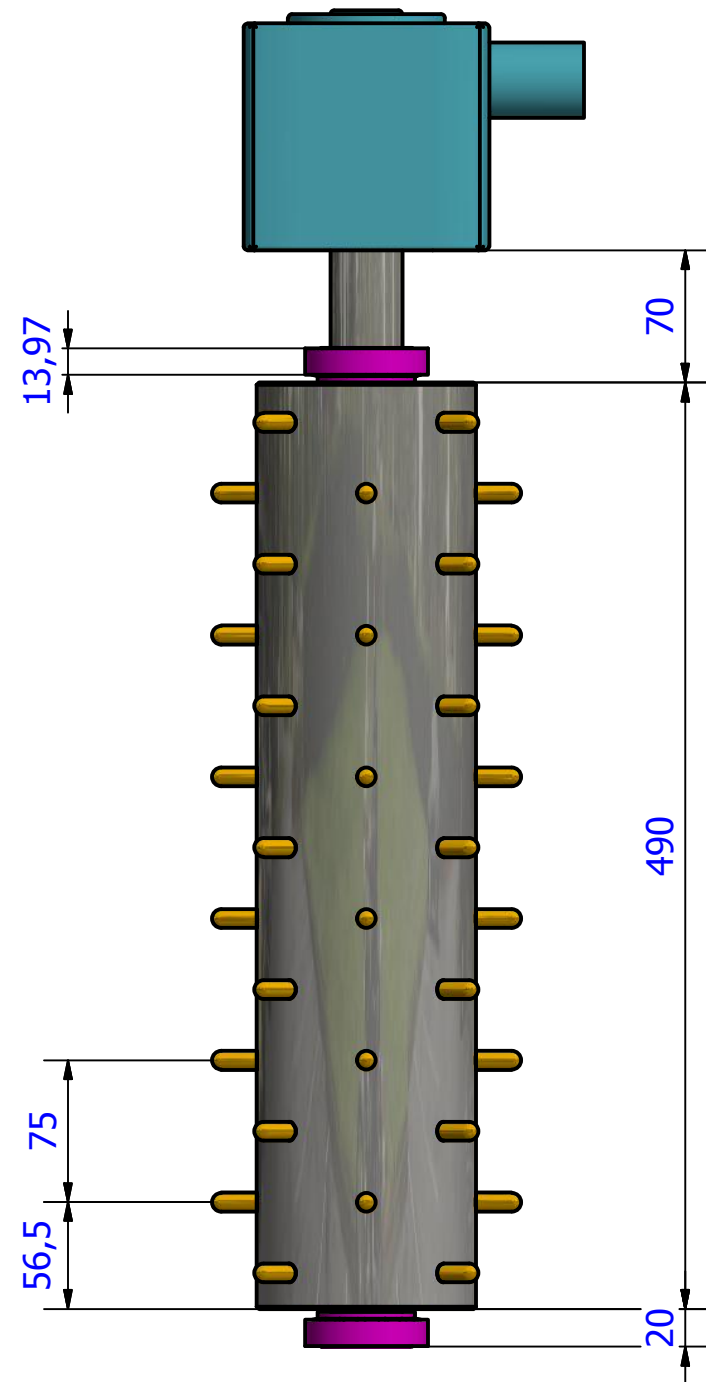
Carcasa Despulpador




| | | | | |
|--|------------|---------------------|---------|--------------------|
| Designed by GROBER C. | Checked by | Approved by | Date | Date 07/04/2019 |
|  UAP | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | Carcasa Despulpador | Edition | Sheet 1 / 1 |

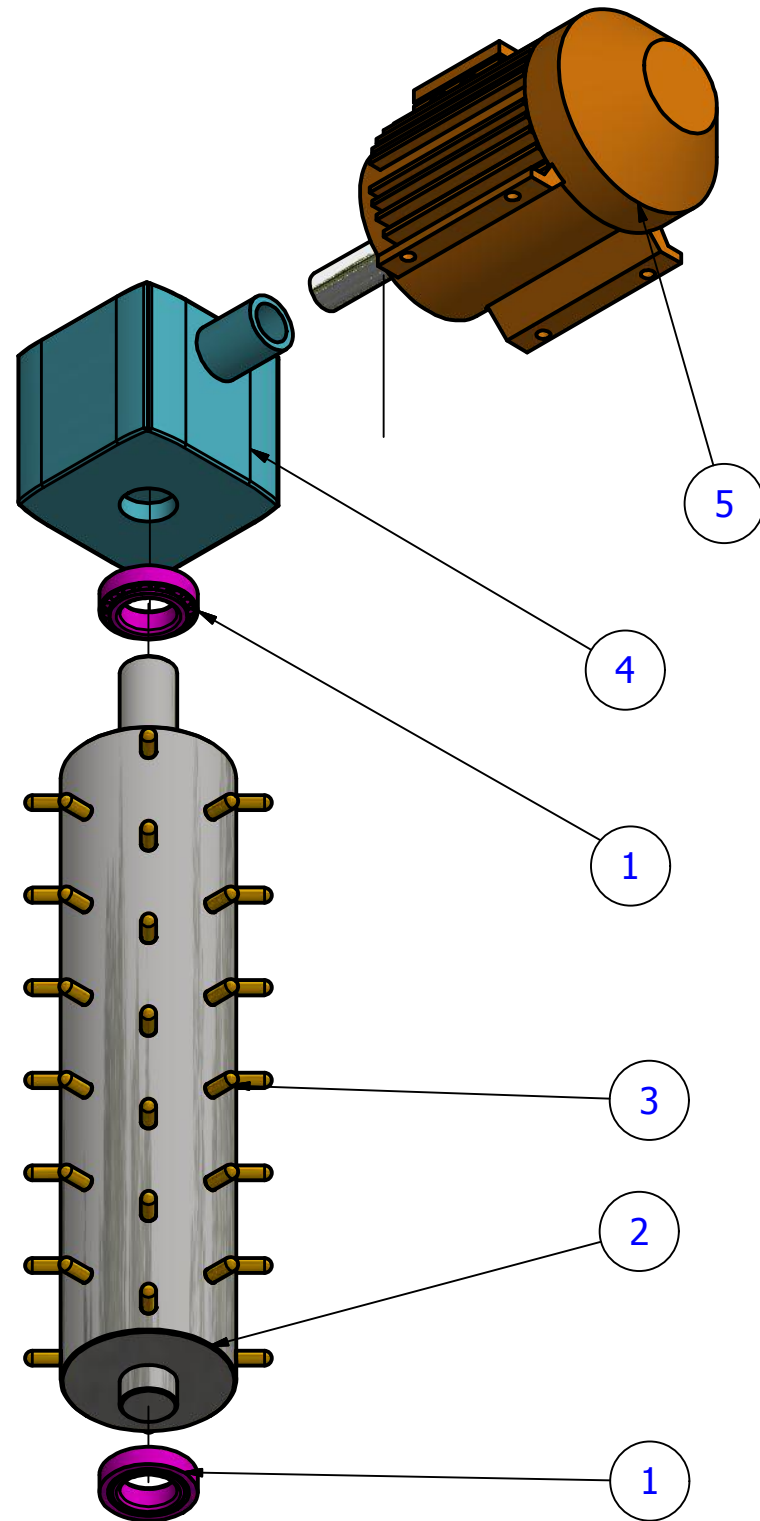
Eje Motriz

| PARTS LIST | | | |
|------------|-----|--|--|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION |
| 1 | 1 | Reductor de engranajes | 1750 RPM:70 RPM |
| 2 | 1 | Eje despulpador | |
| 4 | 1 | Dedos Removedores | 52 dedos |
| 3 | 2 | BS 3134 SKF - SKF K-LM 29749/K-LM 29710 | Taper Roller Bearings Single Row in Inch Dimension SKF |




| | | | | |
|--|------------|---------------------|---------|--------------------|
| Designed by GROBER C. | Checked by | Approved by | Date | Date 06/04/2019 |
|  UAP | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | EJE-REDUCTOR-1 | Edition | Sheet 1 / 1 |

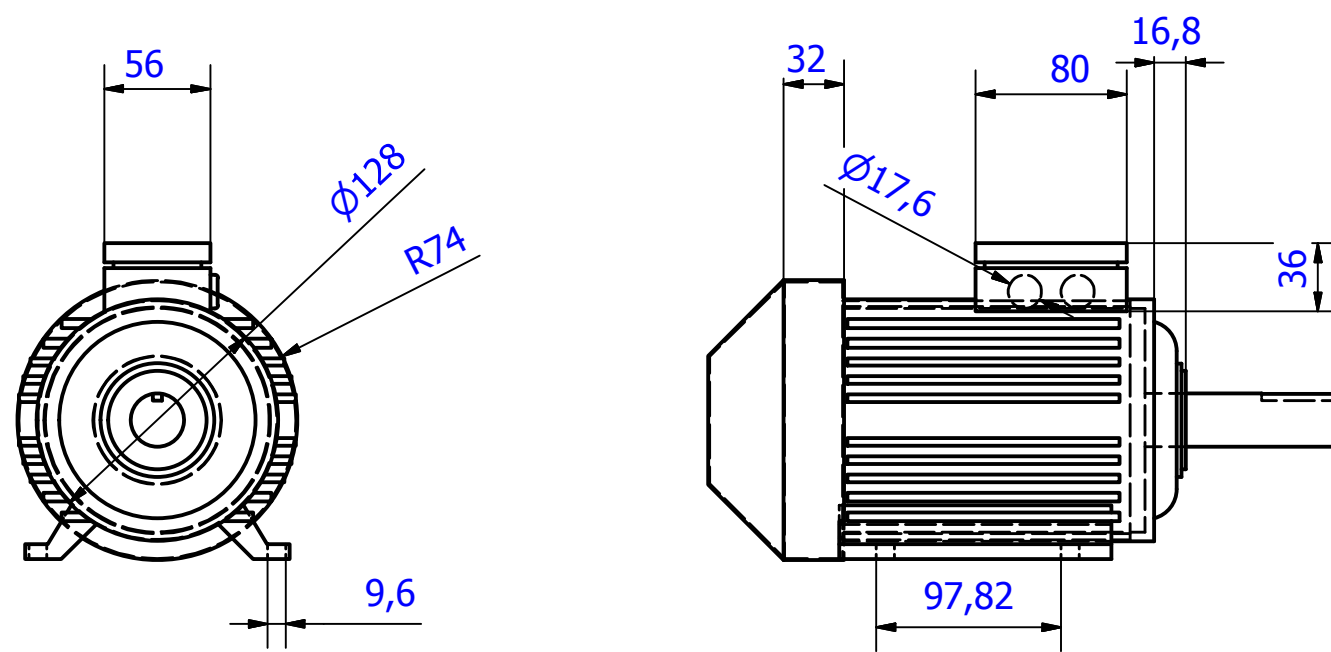
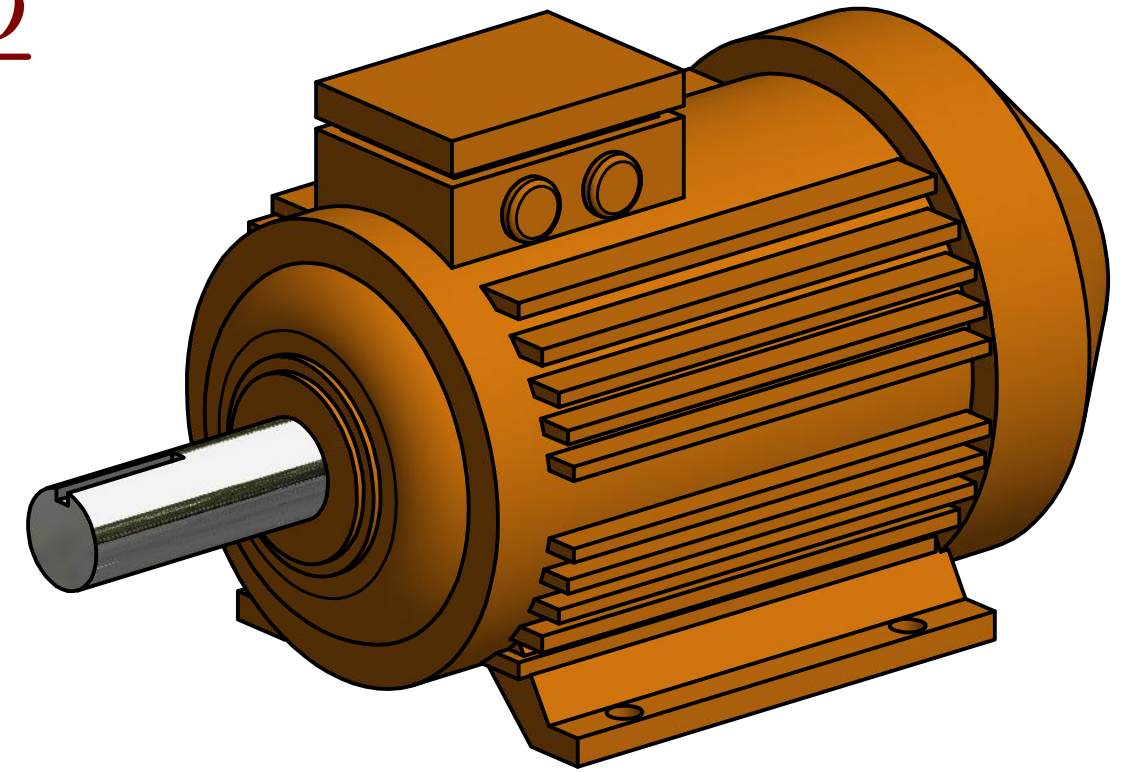
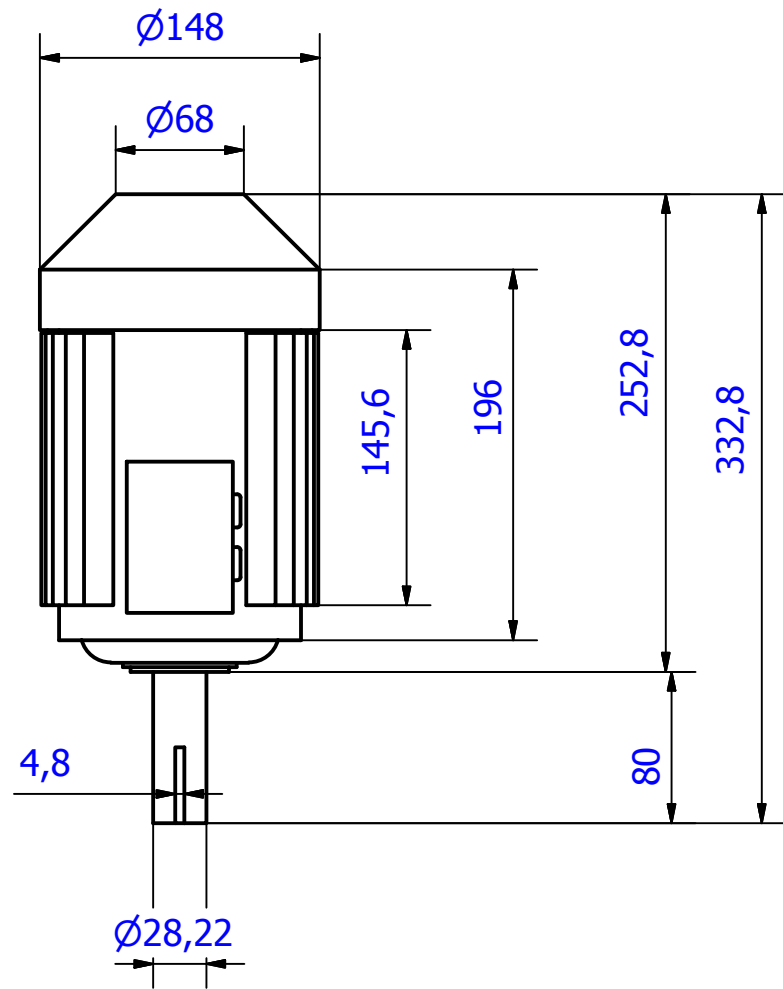
Explosión del Eje Propulsor



| PARTS LIST | | | |
|------------|-----|--------------------------|-------------|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION |
| 1 | 2 | COJINETES | CÓNICOS |
| 2 | 1 | EJE DESMUCILAGINADOR | |
| 3 | 52 | DEDOS CORTANTES | |
| 4 | 1 | REDUCTOR DE VELOCIDAD | HELICOIDAL |
| 5 | 1 | MOTOR ELÉCTRICO | 0.75 HP |


| | | | | |
|---|------------|-----------------------|---------|--------------------|
| Designed by GROBER C. | Checked by | Approved by | Date | Date 07/04/2019 |
|  | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | EXPLOSION MOTOREDUCTO | Edition | Sheet 1 / 1 |

Motor Eléctrico 3/4 HP

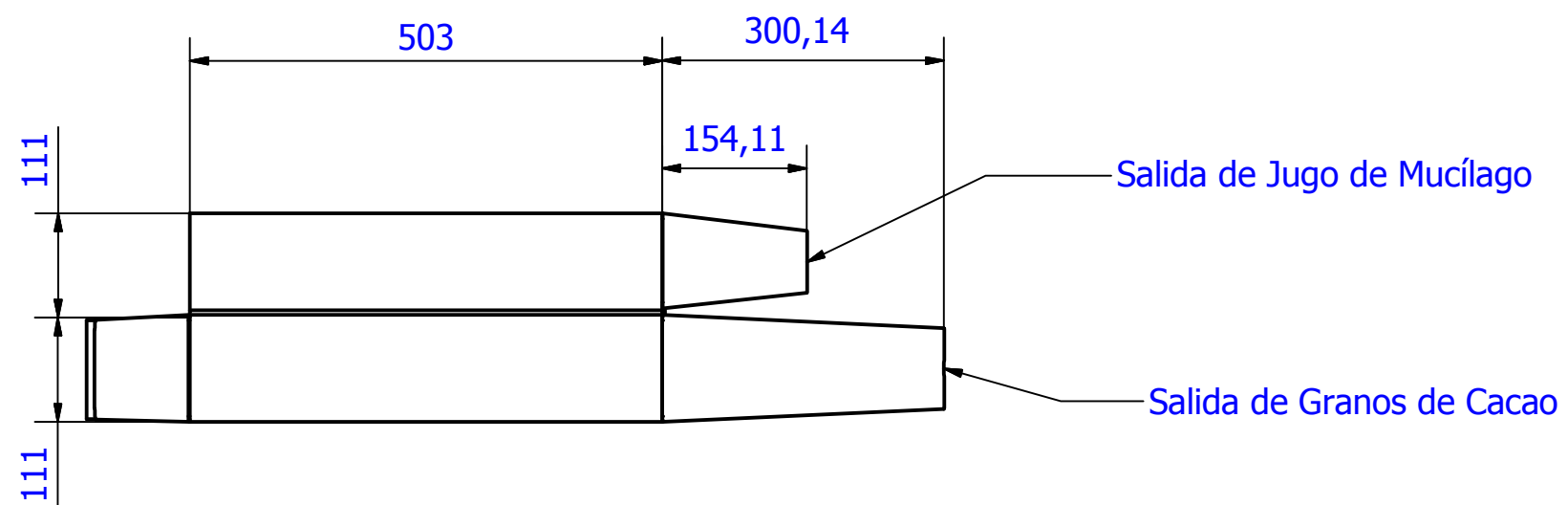
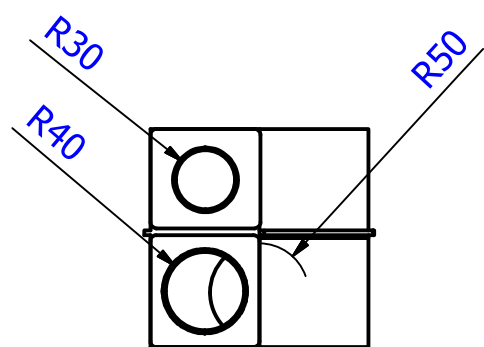
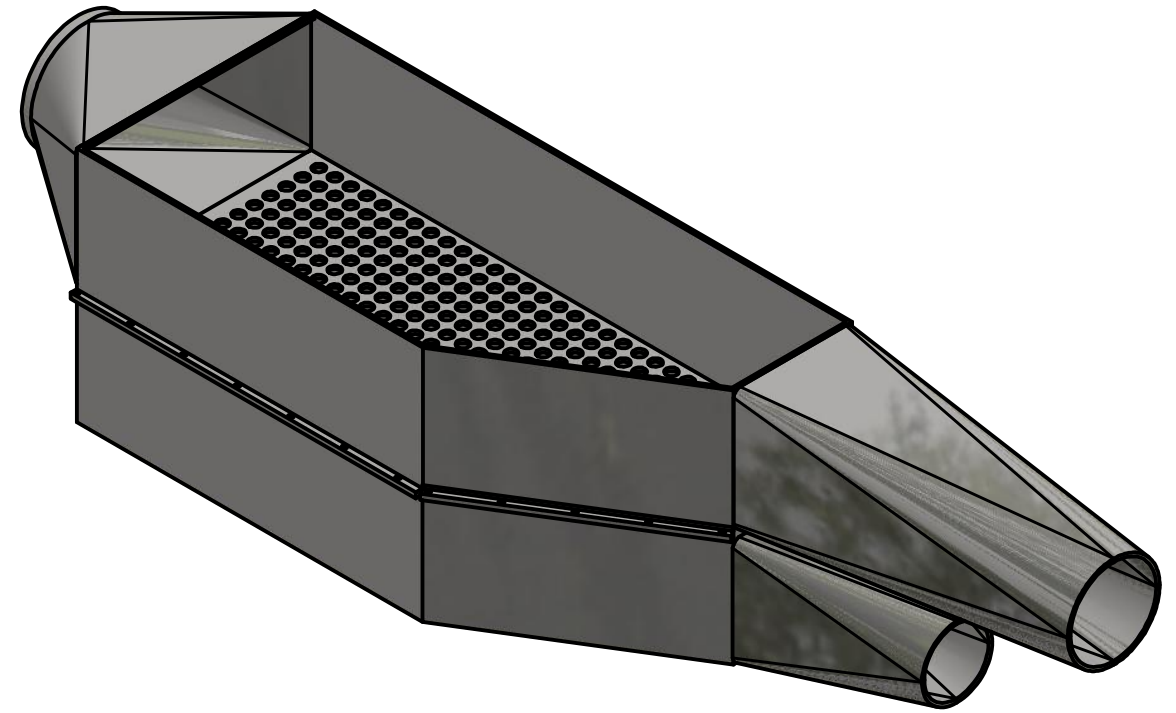
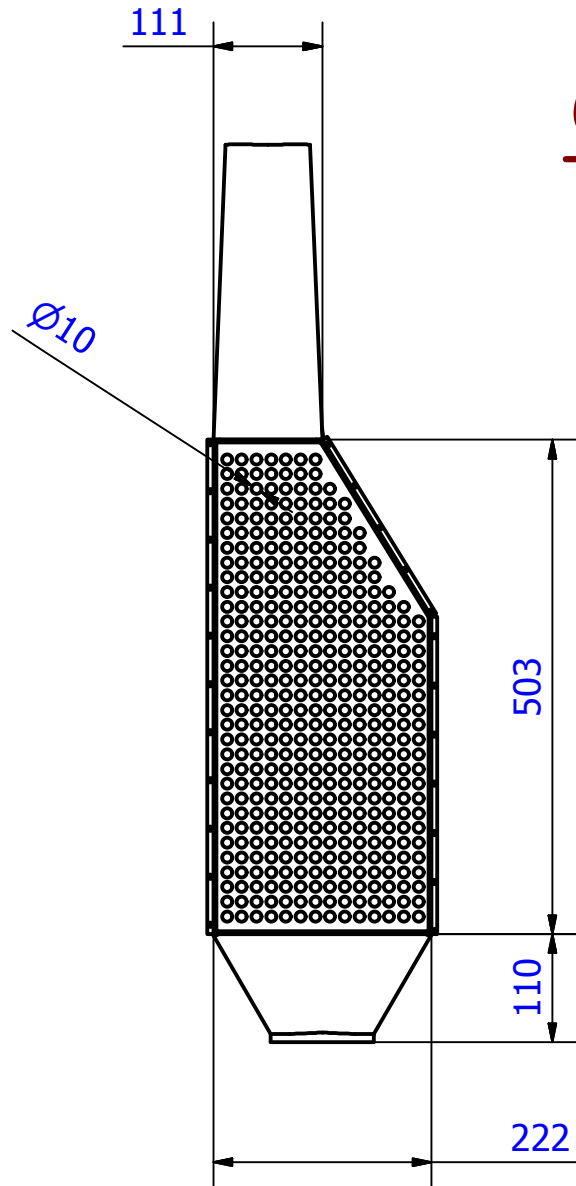



| CARACTERÍSTICAS MOTOR | |
|-----------------------|-------|
| ESPECIF. | VALOR |
| P (HP) | 0.75 |
| F.S. | 1.3 |
| RPM | 1750 |
| VOLT. | 230 |
| AMP. | 6.2 |
| Ef. (%) | 62 |
| T (Nm) | 3 |
| W (kg) | 13.54 |
| Hz | 60 |

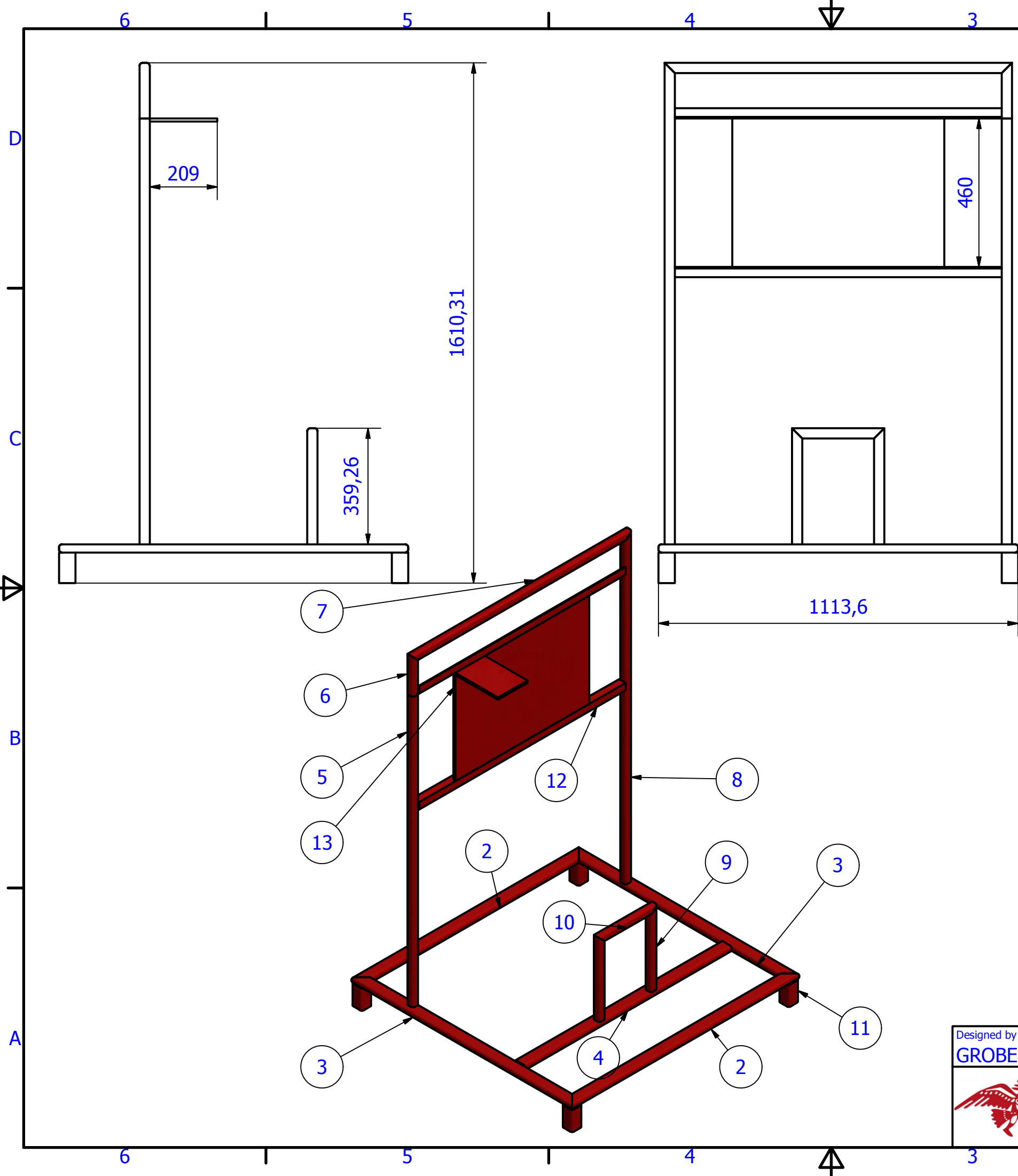
NOTA: Las Unidades Están en mm.

| | | | | |
|---|------------|---------------------|---------|--------------------|
| Designed by Grober Campos | Checked by | Approved by | Date | Date 06/03/2019 |
|  | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | MOTOR ELEC | Edition | Sheet 1 / 1 |


Colador de Mucílago de Cacao



| | | | | |
|---|------------|------------------------------|---------|--------------------|
| Designed by Grober Campos | Checked by | Approved by | Date | Date 07/03/2019 |
|  | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | COLADOR DE MUCÍLAGO DE CACAO | Edition | Sheet 1 / 1 |



| PARTS LIST | | | |
|------------|----------|---|------------------|
| ITEM | QTY | PART NUMBER | DESCRIPTION |
| 1 | 1 | esqueleto estructura | |
| 2 | 2227.200 | AISC HSS - 2 x 1 x 3/16 mm - 43.843 | Rectangular tube |
| 3 | 2162.280 | AISC HSS - 2 x 1 x 3/16 mm - 42.565 | Rectangular tube |
| 4 | 1012.000 | AISC HSS - 2 x 1 x 3/16 mm - 39.843 | Rectangular tube |
| 5 | 1318.560 | AISC HSS - (1 1/4x1 1/4x3/16) - 51.912 | Square tube |
| 6 | 171.750 | AISC HSS - (1 1/4x1 1/4x3/16) - 6.762 | Square tube |
| 7 | 1075.500 | AISC HSS - (1 1/4x1 1/4x3/16) - 42.343 | Square tube |
| 8 | 1490.310 | AISC HSS - (1 1/4x1 1/4x3/16) - 58.674 | Square tube |
| 9 | 718.520 | AISC HSS - (1 1/4x1 1/4x3/16) - 14.144 | Square tube |
| 10 | 285.500 | AISC HSS - (1 1/4x1 1/4x3/16) - 11.24 | Square tube |
| 11 | 378.400 | AISC HSS - 2 x 2 x 3/16 mm - 3.724 | Square tube |
| 12 | 2024.000 | AISC - L 1.25 x 1.25 x 3/16 - 39.843 | Angle Steel |
| 13 | 1 | plancha estructura despulpador | |

| | | | | |
|---|------------|------------------------|---------|--------------------|
| Designed by GROBER C. | Checked by | Approved by | Date | Date 29/04/2019 |
|  | | INGENIERÍA MECÁNICA | | |
| | | estructura despulpador | Edition | Sheet 1 / 1 |