

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UNA MÁQUINA FERMENTADORA DE CACAO CON
450 KG DE CAPACIDAD PARA GENERAR UNA REMOCIÓN
UNIFORME DEL GRANO, UBICADA EN JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

ERICKS FERNANDO BRIONES DIAZ

ASESOR

LUCIO ANTONIO LLONTOP MENDOZA

<https://orcid.org/0000-0002-2561-0126>

Chiclayo, 2022

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA FERMENTADORA DE
CACAO CON 450 KG DE CAPACIDAD PARA GENERAR
UNA REMOCIÓN UNIFORME DEL GRANO, UBICADA
EN JAÉN**

PRESENTADA POR

ERICKS FERNANDO BRIONES DIAZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Elmer Polo Briceño

PRESIDENTE

Alejandro Vera Lazaro

SECRETARIO

Lucio Antonio Llontop Mendoza

VOCAL

Dedicatoria

*Dedico este trabajo a mi Padre,
Elías Briones Guevara por su arduo trabajo
para darme lo necesario para ser una persona
de bien; a mi Madre, Cedina Díaz Rivera
por ser una mujer luchadora acompañándome
en todo el camino de mi formación
y a mi hermana, Nilva Briones Díaz por estar
Siempre a mi lado, con su apoyo incondicional.*

Agradecimiento

*Gracias a Dios por ser tan
grande y maravilloso.
Capas de brindarnos
la vida, salud y conocimiento
para cada vez alcanzar
las metas que nos proponemos.*

Índice

Resumen	12
Abstract	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Formulación del problema.....	15
1.2. Formulación de hipótesis.....	15
1.3. Viabilidad y justificación:	15
1.4. Objetivos.....	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. Estado del arte	17
2.1.1. Productos similares existentes	17
2.1.2. Problemática actual de los productos similares existentes	18
2.1.3. Planteamiento del problema	18
2.1.4. Requerimientos del diseño	19
2.2. Bases Teórico Científicas	19
2.2.1. El cacao.....	19
2.2.1.1. Variedades de cacao	20
2.2.1.2. Morfología del cacao	21
2.2.1.3. Aspectos técnicos del cacao	22
2.2.2. Proceso del cacao.....	23
2.2.2.1. Cosecha	23
2.2.2.2. Fermentación	24
2.2.2.3. Lavado	24
2.2.2.4. Secado.....	25
2.2.3. Fermentación del cacao	26
2.2.3.1. Fases de la fermentación.....	26
2.2.3.2. Métodos de fermentación	26
2.2.4. Parámetros del proceso de fermentación	28
2.2.4.1. Masa de fermentación.....	28
2.2.4.2. Tiempo de fermentación.....	28
2.2.4.3. Temperatura de fermentación	28

2.2.4.4. Temperatura ambiente	28
2.2.4.5. Volteo del grano	28
2.2.5. Máquina fermentadora de cacao	28
2.2.6. Diseño de una máquina fermentadora de cacao	29
2.2.6.1. Capacidad de la cámara	29
2.2.6.2. Cálculos de fuerzas y momentos	30
2.2.6.3. Diseño de un eje de transmisión	31
2.2.6.4. Análisis de esfuerzos	31
2.2.6.5. Factor de seguridad.....	32
2.2.6.6. Par motor y potencia.....	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Metodología.....	33
3.1.1. Método de investigación:.....	33
3.1.2. Métodos y técnicas	35
3.2. Población y muestra	36
3.3. Operacionalización y variables.....	36
3.3.1. Caja negra para variables.....	36
3.3.2. Operacionalización de variables	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Parámetros del proceso de fermentación del cacao	39
4.1.1. Tiempo de operación	39
4.1.2. Capacidad de la cámara fermentadora de cacao	39
4.1.3. Temperatura del proceso	39
4.1.4. Removimiento del grano	39
4.2. Selección del diseño conceptual óptimo.....	39
4.2.1. Lista de exigencias.....	40
4.2.2. Estructura de funciones	41
4.2.3. Matriz morfológica de conceptos de	42
4.2.3.1. Opción de diseño conceptual N°1 (Rojo).....	44
4.2.3.2. Opción de diseño conceptual N°2 (Azul).....	44
4.2.3.3. Opción de diseño conceptual N°3 (Negro).....	45
4.2.4. Diseño conceptual óptimo seleccionado.....	46
4.3. Diseño y selección de elementos y sistemas electromecánicos.....	46
4.3.1. Cálculos y dimensionamiento.....	46

4.3.1.1.	Cálculo de la cámara hexagonal de fermentación	46
4.3.1.2.	Cálculo del sistema de remoción	48
4.3.1.3.	Cálculo del eje principal	53
4.3.1.4.	Cálculo del motorreductor	58
4.3.2.	Selección de materiales	59
4.3.2.1.	Cámara de fermentación	59
4.3.2.2.	Eje principal	62
4.3.2.3	Selección optima del motoreductor para la maquina fermentadora.	62
4.3.2.4.	Motorreductor	63
4.3.2.5.	Chumaceras	64
4.3.2.6.	Paletas de remoción	64
4.3.2.7.	Estructura de soporte de todo el mecanismo	65
4.3.2.7.	Sistema de protección del motorreductor	65
4.3.3.	Diseño de elementos y sistemas electromecánicos.....	65
4.4.	Análisis estático empleando software CAD/CAE	71
4.4.1.	Análisis estático del eje principal	71
4.4.2.	Análisis de fatiga del eje.....	73
4.4.3.	Análisis estático de la paleta de remoción.....	78
4.4.3.	Análisis estático de la estructura de la máquina	79
4.4.4.	Análisis estático de la estructura de la cámara.	81
4.5.	Estudio económico del diseño	83
4.5.1.	Inversión inicial	83
4.5.2.	Flujo de caja	85
4.5.2.1.	Ingresos mensuales y anuales	85
4.5.2.2.	Egresos mensuales y anuales.....	85
4.5.3.	Valor Actual Neto (VAN)	86
4.5.4.	Valor Actual Neto (VAN)	86
V.	CONCLUSIONES.....	89
VI.	RECOMENDACIONES	90
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
VIII.	ANEXOS	93

Lista de Figuras

Figura 1: Variedades de Cacao	20
Figura 2: Morfología del Theobroma Cacao	21
Figura 3: Cosecha del cacao	23
Figura 4: Fermentación del cacao	24
Figura 5: Secado de cacao	25
Figura 6: Métodos de fermentación de cacao	27
Figura 7: Máquina fermentadora de cacao 80kg.	29
Figura 8: Proceso de diseño según Dieter, G.....	34
Figura 9: Caja negra de variables	37
Figura 10: Estructura de funciones	41
Figura 11: Opción de diseño conceptual N°1	44
Figura 12: Opción de diseño conceptual N°2.....	45
Figura 13: Opción de diseño conceptual N°3.....	45
Figura 14: Polígono hexagonal.....	48
Figura 15: Diagramas de fuerza en la paleta de remoción	50
Figura 16: Área superior de la paleta de remoción.....	51
Figura 17: Paleta de remoción con 2 platinas rectangulares	53
Figura 18: Representación gráfica de fuerzas en el eje principal	54
Figura 19: Diagrama de fuerzas y momentos	55
Figura 20: Diagrama de cuerpo libre del Eje.....	56
Figura 21: Aislamiento térmico de los materiales	60
Figura 22: Espuma de poliuretano.....	60
Figura 23: Lámina de acero inoxidable AISI 316 L.....	61
Figura 24: Acero ASTM A36.....	61
Figura 25: Tubería rectangular de acero ASTM A36.....	62
Figura 26: Motorreductor C.88-LA100L4 Siemens 2,6 kW	64
Figura 27: Chumaceras	64
Figura 28: Plancha de acero inoxidable AISI 304.....	65
Figura 29: Capa interna de Acero inoxidable AISI 316L.....	66
Figura 30: Estructura de soporte de la cámara de fermentación.....	67
Figura 31: Capa externa de Acero ASTM 136	67
Figura 32: Eje de transmisión de 50 mm.....	68
Figura 33: Paletas de remoción	68
Figura 34: Estructura de soporte de la máquina	69
Figura 35: Cámara de fermentación de cacao	69
Figura 36: Sistema electromecánico y de remoción.....	70
Figura 37: Vista isométrica de la fermentadora de cacao.....	70
Figura 38: Vista general de la máquina fermentadora de cacao.....	71
Figura 39: Proyecciones de fuerzas en el eje.....	72
Figura 40: Esfuerzos de Von Mises en el eje principal.	72
Figura 41: Factor de seguridad del eje.....	73

Figura 42: Microestructura del eje mediante un corte transversal, donde se puede apreciar una estructura perlítica en el núcleo. (b) Apreciación de la franja carburizada a 50µm con un espesor promedio 143.44 microns - 0.14344mm.	73
Figura 43: Límite superior e inferior de Fatiga,AISI 316L CES2019 EDUPACK.....	74
Figura 44: Muestra de la capa carburizada y el eje principal en 3D.	74
Figura 45: Daño acumulado en el eje principal.	75
Figura 46: Vida total del eje principal.	75
Figura 47: Factor de carga del eje principal.	76
Figura 48: : Indicador de biaxialidad para el eje de la maquina fermentadora de cacao.77	77
Figura 49: Curva S-N.	78
Figura 50: : Proyección de fuerza en una paleta de remoción.....	79
Figura 51: : Factor de Seguridad y Esfuerzo de Von Mises.....	79
Figura 52 : Fuerzas en la estructura.....	80
Figura 53: Factor de seguridad de la estructura.....	81
Figura 54: Fuerzas en la cámara.	81
Figura 55: Análisis del desplazamiento estático en la cámara.	82
Figura 56: Factor de seguridad de la cámara.....	82

Lista de Tablas

Tabla 1.	Áreas de figuras geométricas.....	30
Tabla 2.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
Tabla 3.	Operacionalización de variables	38
Tabla 4.	Lista de exigencias.....	40
Tabla 5.	Matriz morfológica de conceptos de solución	43
Tabla 6.	Criterios ponderados de opciones de diseños conceptuales	46
Tabla 7.	Pesos proyectados para el análisis del eje	53
Tabla 8.	Comparativa entre el acero y la madera	61
Tabla 9.	Selección de motoredutores para la maquina fermentadora	63
Tabla 10.	Equipos de protección eléctrica del Motorreductor.....	65
Tabla 11.	Cargas que soporta la estructura de la máquina	79
Tabla 12.	Costos de inversión.....	83
Tabla 13.	Materiales incluidos en el presupuesto.....	84
Tabla 14.	Ingresos, mensuales y anuales.	85
Tabla 15.	Egresos mensuales y anuales del proyecto.....	86
Tabla 16.	VAN y TIR del proyecto, cotizaciones	87

Lista de Anexos

ANEXO 1 Modelo de encuesta aplicada a los agricultores de Jaén-Cajamarca	93
ANEXO 2: Validación de encuesta	95
ANEXO 3: Validación de encuesta	105
ANEXO 4: Validación de encuesta	107
ANEXO 5: Ficha técnica del Acero Inoxidable AISI 316 L.....	108
ANEXO 6: Acero Carbono ASTM A36.....	109
ANEXO 7: Ficha técnica del Acero Inoxidable AISI 304	110
ANEXO 8: Rodamiento tipo P	111
ANEXO 9: Rodamiento tipo F	113
ANEXO 10: Motorreductor sinfín-corona de 2.6 kW	115
ANEXO 11: Cotización 1	116
ANEXO 12: Cotización 2.....	119
ANEXO 13: Fotografías de las visitas realizadas	121
ANEXO 14: Planos	123

Resumen

Tras realizar varias visitas a empresas de cacao ubicadas en Jaén, Cajamarca, se logró verificar la problemática que se posee con respecto al tipo de fermentación que suelen emplear. La fermentación que se practica en las empresas visitadas está asociada a un método natural que generalmente necesita que cada cierto tiempo se haga una remoción del grano dentro de las cajas fermentadoras, dicha actividad requiere la participación de más de un operario para que se pueda cumplir con los plazos.

Este problema causa que las empresas dedicadas a la fermentación de cacao se vean afectadas ya que se está pagando a mayor cantidad de operarios para hacer el proceso de remoción del grano y a vez se tiene el problema que el fermentador con el que se cuenta presenta problemas por el material utilizado.

En la presente investigación se describe el diseño de una máquina fermentadora de cacao de acero inoxidable con capacidad de 450 kg, basado en las teorías de diseño de elementos de máquinas y las referencias de diseños anteriores.

La finalidad del diseño se enfoca en plantear una máquina capaz de hacer una remoción por sí sola y que pueda mantener el grano con sus propiedades naturales, esto con el objetivo de beneficiar el proceso del producto en las empresas que comercializan este tipo de alimento. La potencia que tendrá la máquina fermentadora para generar la remoción de granos será de 2,6 kW y girará con una velocidad de 15,7 RPM, parámetros proporcionados por un motorreductor de la marca Siemens, para el diseño del eje, se calculó un diámetro de 50 mm y para las paletas de remoción, se proyecta 5 ejemplares las cuales tendrán un espesor de 1 cm y una longitud de 40,5 cm. La cámara de fermentación será hexagonal con una longitud de 1,2 m y cada lado medirá 60 cm

El diseño planteado se sometió a un análisis estático para corroborar la seguridad de cada parte y sistema. Se pudo hallar un Factor de seguridad de 1,4 para el eje, 2,35 para las paletas de remoción y 15,5 para la estructura que soportará todo el peso de la máquina y la capacidad del grano. El diseño de una máquina fermentadora de cacao asegura una buena rentabilidad la cual se demuestra con un TIR de 36% hallado en el análisis financiero.

Palabras claves: Diseño, Fermentación, Remoción, Cámara de fermentación, Cacao, Análisis estático CAD/CAE.

Abstract

After making several visits to cocoa companies located in Jaén, Cajamarca, it was possible to verify the problems that exist with respect to the type of fermentation that they usually use. The fermentation that is practiced in the visited companies is associated with a natural method that generally requires that the grain be removed from time to time inside the fermenting boxes, this activity requires the participation of more than one operator so that it can comply with deadlines.

This problem causes the companies dedicated to cocoa fermentation to be affected, since more operators are being paid to carry out the process of removing the grain and, at the same time, there is a problem that the fermenter with which there are problems due to the material used.

This research describes the design of a 450 kg stainless steel cocoa fermenting machine, based on machine element design theories and references of previous designs.

The purpose of the design is focused on proposing a machine capable of doing a removal on its own and that can maintain the grain with its natural properties, this in order to benefit the product process in companies that market this type of food. The power that the fermenting machine will have to generate the removal of grains will be 2,6 kW and will rotate with a speed of 15,7 RPM, parameters provided by a Siemens brand gearmotor, for the shaft design, a diameter of 50 was calculated mm and for the removal pallets, 5 specimens are projected which will have a thickness of 1 cm and a length of 40,5 cm. The fermentation chamber will be hexagonal with a length of 1,2 m and each side will measure 60 cm.

The proposed design was subjected to a static analysis to corroborate the safety of each part and system. A Safety Factor of 1,4 could be found for the shaft, 2,35 for the removal blades and 15,5 for the structure that will support the entire weight of the machine and the grain capacity. The design of a cocoa fermenting machine ensures good profitability which is demonstrated by an IRR of 36% found in the financial analysis.

Keywords: Design, Fermentation, Removal, Fermentation chamber, Cocoa, CAD/CAE static analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Según la Fundación Mundial del Cacao, la cantidad de cultivadores alrededor del mundo está entre cinco y seis millones de personas, de los cuales un 95% son pequeños agricultores, estos produjeron alrededor de 4,3 millones de toneladas entre 2014 y 2015. Los países con mayor producción son Costa de Marfil con 1,73 millones de toneladas y Ghana con 0,920 millones de toneladas. [1]

La plataforma del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo detalla que el Perú es un país con orígenes de variedades de cacao. Cuenta con el 60% de los tipos de cacao existentes, con una tasa alta de exportación de cacao de calidad, logrando el 36% de la producción mundial de este tipo. [2]

La web Enginyeria Sense Fronteras informa que la maquinaria con la que cuentan en Jaén-Cajamarca para la fermentación de cacao, es artesanal u obsoleta, por lo que la producción no puede alcanzar niveles superiores, además se requiere muchas horas en el proceso del chocolate esto perjudica a las asociaciones de mujeres chocolateras. [3]

La fermentación del cacao es la etapa principal en la que se producen las reacciones bioquímicas que causan la disminución de amargor y de la astringencia del grano, dando origen al aroma y sabor a chocolate fino.

Teniendo en cuenta lo esencial que es la etapa de la fermentación del cacao, se busca establecer mejores condiciones para su proceso, esto con el propósito de ofrecer tecnologías de uso práctico a los productores de cacao garantizar la obtención de un producto con altos estándares de calidad.

1.1. Formulación del problema

¿Se puede generar una remoción uniforme del grano de cacao diseñando una máquina de fermentación con capacidad de 450 kg?

1.2. Formulación de hipótesis

El diseño de una máquina fermentadora de cacao con 450kg de capacidad para generar remoción uniforme del grano, ubicada en Jaén.

1.3. Viabilidad y justificación:

- Social:
La presente investigación busca la manera de brindar conocimientos de una nueva tecnología en la etapa de fermentación del cacao, de esta manera las empresas puedan poner en práctica los resultados obtenidos en este trabajo.
- Económico:
Con la implementación de una maquina fermentadora se podrá mejorar eficientemente el proceso de producción de cacao y la preservación de las cualidades del grano como el aroma, esto ayudará a incrementar la calidad del grano y con esto, su valor económico.
- Tecnológico:
Mediante el diseño de una máquina fermentadora de cacao se mostrará una tecnología innovadora y sin complejidad capaz de mejorar proceso de remoción y conservar las propiedades del grano.
- Medio ambiente:
Al realizar el proyecto se busca el mejor aprovechamiento de la materia prima, en los cajones utilizados actualmente se tiene un margen de perdida por el derrame de cacao que se produce en cada acción de

remoción, esto obliga a los productores a cosechar una cantidad adicional para poder reponer estas pérdidas.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Diseño de una máquina fermentadora de cacao con 450 kg de capacidad para generar una remoción uniforme del grano ubicada jaén

Objetivos específicos

- Determinar las variables fundamentales del proceso de fermentación de cacao.
- Seleccionar el mejor diseño conceptual que cumpla con los requerimientos funcionales.
- Selección y diseño de los elementos y sistemas electromecánicos, para la maquina fermentadora.
- Realizar un análisis estático estructural con simulación en SolidWorks.
- Realizar un estudio de viabilidad económica del diseño de maquina fermentadora.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estado del arte

2.1.1. Productos similares existentes

Los antecedentes mencionados a continuación son aceptables para este trabajo ya que cumple con el criterio de recolección de información de que no sean mayores a 5 años de antigüedad.

Roberto Delgado y José Lazarte en su trabajo de investigación “Diseño de fermentador de cacao automático basado en proceso tradicional”, 2018. Para la institución de Educación Superior Tecsup, proyectaron un contenedor de madera que tenía la finalidad de controlar las variables del proceso como el pH y la temperatura, reducir el daño a las almendras de cacao durante la fermentación y reducir el tiempo de fermentación. El prototipo que diseñaron contaba con una cámara cuadrada donde se almacenará el grano, también incluyeron un motor para dar movimiento a la cámara y así puedan remover el cacao, además colocaron dos sensores, de temperatura y sensor de pH. Con el uso de esta máquina se pudo obtener una disminución de pH a 3,37 con una temperatura máxima de 45°C. [4]

- Carmen Yolanda Erazo Gavilánez en su trabajo de fin de carrera “Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* L), ubicado en el Canton de Guayas 2019. Desarrolló la creación de un fermentador y secador solar orientado a un estudio de modelo cinético, utilizo camas de madera laurel con una luz de malla 5,0 mm, su estudio está basado en mediciones de variables como pH, temperatura y porcentaje de humedad donde se obtuvieron los resultados durante 5 días cada 10 horas para poder obtener los datos. Y así llegaron a la conclusión que los resultados de su prototipo de madera son capaces de disminuir el porcentaje de humedad a una escala de $7 \pm 1\%$. [5]

- José Castillo-Ramos en su investigación para la obtención de Master en Ingeniería Mecánica-Eléctrica con Mención en Automática y

Optimización desarrolló una investigación llamada “Diseño de un fermentador orientado a mejorar el proceso de fermentación del cacao criollo blanco de Piura”,2019. La cual tuvo como objetivo elevar la calidad el producto. Desarrollo un diseño de una máquina fermentadora con una cámara de recolección de granos de acero inoxidable con un eje y palas que son accionadas por un motor, para garantizar la remoción y aireación del cacao, además cuenta con sensores para verificar que la temperatura y pH son los ideales para la fermentación. Con las pruebas realizadas en el prototipo diseñado se pudo hallar un pH que oscilaba entre los 4,75 y 5,19 y una humedad mínima entre 7 y 8%. [6]

2.1.2. Problemática actual de los productos similares existentes

La problemática en los proyectos mencionados se centra en la complejidad de su sistema, debido a que utilizan partes automatizadas y sistemas electrónicos computarizados que requieren de una alta inversión.

2.1.3. Planteamiento del problema

La principal dificultad que afecta a la fermentación de cacao es falta de uniformidad de temperatura en los cajos fermentadores durante el proceso.

Los operarios tienen mucha dificultad para realizar la remoción de cacao de una caja a otra en su fase aeróbica. Y se pierde temperatura al sacar el grano.

La polución de las cajas de madera, se observa la aparición de microorganismos en las paredes del fermentador de madera, esto es inadecuado para el proceso de fermentación del grano de cacao.

En el proceso de fermentación, el grano desprende olores fuertes, dañinos para los operarios que se encuentran mucho tiempo cerca.

Según [8], menciona la gran importancia que significa mantener el sabor y aroma durante el proceso de fermentado y secado en el grano de cacao, ya que este alimento es la base de la industria del chocolate a nivel mundial, además hace hincapié en la evaluación que debe de tener dichos procesos para asegurar una comercialización masiva.

Según [9], señala que las perspectivas futuras de la agroindustria del cacao se destacan por el tema de la calidad, debido a que se tiene que tener en cuenta muchas variables importantes que llevaran a alcanzar un producto de calidad, en los cuales la fermentación es fundamental e indispensable.

Según [11], la fermentación es la etapa más importante del procesamiento industrial del cacao, debido a que es en este proceso donde ocurren cambios bioquímicos que permiten obtener un producto final de calidad.

2.1.4. Requerimientos del diseño

Para el desarrollo de la presenta investigación se emplea lo siguiente:

- Softwares: AutoCAD, Microsoft Excel y SolidWorks.
- Herramientas: Cinta métrica y termómetro.
- Especificaciones técnicas, manuales, libros, investigaciones, etc.

2.2. Bases Teórico Científicas

2.2.1. El cacao

Theobroma cacao L. Es una especie nativa perteneciente a las especies Malvácea, subfamilia Sterculioideae, compuesta de 22 especies divididas en seis secciones. Todas las especies crecen bajo el dosel de bosques tropicales lluviosos. Su extensión natural comprende desde la amazonia por el sur y alcanza una extensión hasta la región meridional de México.

La diversidad céntrica de este grano está ubicada en la región amazónica que hoy comprende los países de Perú, Venezuela, Brasil, Ecuador, Colombia [12].



Figura 1: Variedades de Cacao

Fuente: Asociación Nacional del Café, 2004

2.2.1.1. Variedades de cacao [13]

A) Forastero o cacao amargo

Es el tipo de cacao más cultivado en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Sus frutos de cáscara dura y leñosa y granos aplanados de color morado y sabor amargo es su principal caracterización. Esta variedad posee sub variedades, las cuales son; Cundeamor, Amelonado, zambito, Calabacillo y Angoleta.

B) Criollo o cacao dulce

Por su adaptabilidad a condiciones ambientales y por tener frutos de mayor calidad, esta variedad de cacao está sustituyendo a las plantaciones cacao Forasteros. Su principal caracterización son sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, de sabor agradable y dulce.

2.2.1.2. Morfología del cacao

El árbol de cacao tiene una longitud de hasta 20. El tallo es glabro y de corteza oscura o gris café. Las ramas son cafés y finamente vellosas. Las hojas son coriáceas simples, angostamente ovadas. Las hojas son redondeadas. El pecíolo mide hasta 27 mm. Las estípulas son lineales y caducas. Tiene actinomorfas de hasta 20 mm de diámetro. Los sépalos son blancos verdosos o rosa claros, entre 5 y 8 mm de largo, angostamente lanceolados. Los pétalos crecen hasta de 6 y 9mm, amarillentos, con dos a tres nervios violetas adentro, glabros, con la parte inferior redondeada o abruptamente atenuada, recurvo y apiculados. Cuenta con cinco estambres fértiles se alternan con cinco estaminodios; todos los estambres están fusionados en la base formando un tubo. El fruto es grande (mazorca), polimorfa, esférico, púrpura o amarillo en la madurez, con un peso entre 200 y 1000 gr de peso. El endocarpio tiene hasta 4 a 8 mm de grosor, duro y carnoso, son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas [12].

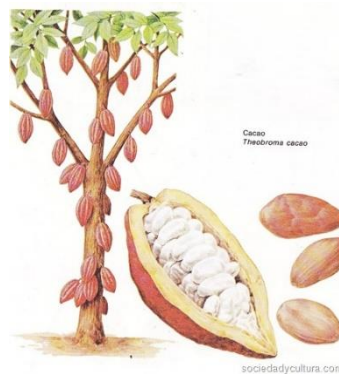


Figura 2: Morfología del Theobroma Cacao

Fuente: sociedadycultura.com, 2019

2.2.1.3. Aspectos técnicos del cacao [13]

A) Ecología

El viento, la luz o radiación solar, la temperatura, la lluvia, así como también la humedad relativa son los factores fundamentales para el desarrollo del cacao. El cacao necesita de cuidado para evitar enfermedades en el fruto.

B) Temperatura

La temperatura más baja que soporta el cacao es de 21°C. El cacao necesita crecer bajo sombra para evitar directamente los rayos solares y esto eleve su temperatura.

C) Agua

El cacao necesita suelos provistos para que se genere una buena condición de líquidos ya que un estancamiento ocasionaría la asfixia de las raíces y con esto, la pérdida de la planta.

D) Viento

El cacao necesita de cortavientos para evitar que un viento continuo provoque desecamiento, muerte o caída de hojas. Mayormente se emplea árboles frutales al contorno de los árboles de cacao que sirven como cortavientos.

E) Sombra

El propósito de colocar sombra al cacao es minimizar la radiación que llega a la planta. La luminosidad no debe exceder el 50% durante los 4 primeros años de crecimiento del plantón de cacao.

F) Suelos

El cacao necesita de suelos ricos en materia orgánica, profundos, francos arcillosos, topografía regular y buen drenaje. El cacao se desarrolla en una

gran cantidad de suelos, mayormente varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas, con pH entre 4,0 y 7,0.

2.2.2. Proceso del cacao

2.2.2.1. Cosecha [13]

El cacao produce frutos dos veces al año, de junio a julio se da la principal floración y de septiembre a octubre, la segunda floración. El periodo de maduración demorar entre cuatro y seis meses, esto depende mucho de la ubicación de la zona, nivel del mar y la temperatura.



Figura 3:Cosecha del cacao

Fuente: Diario avance tabasco, 2019

2.2.2.2. Fermentación

La fermentación la fase primordial para que el cacao adquiera calidad para ser chocolate fino; la limpieza de las semillas (retiro de la baba), se mata el embrión y se da la calidad al grano fermentado.

Para desarrollar una buena fermentación es necesario de lugares adecuados y bien ventilados. Cuando el proceso se genera de forma deficiente, las semillas de caca no fermentan, esto se le conoce como cacao crudo o corriente.

En el proceso de fermentación, la combinación de ácidos, alcoholes, humedad, pH y temperatura matan el embrión, bajando el porcentaje de amargo por la pérdida de teobromina y así forman el chocolate.

La fermentación no debe superar los tres días para los cacaos de tipo criollos o de cotiledón blanco y ocho días para los cacaos de tipo forasteros o de cotiledón púrpura o morado. Los métodos más empleados para la fermentación de cacao son en cajas de madera, en montones, en sacos y el empleo de tendales.



Figura 4: Fermentación del cacao

Fuente: Frame Pool, 2019

2.2.2.3. Lavado

Los granos de cacao son lavados al terminar el proceso de fermentación, este lavado desprende los residuos de pulpa. El cacao de tipo burdo generalmente no necesita lavado, ya que la fermentación prolongada ha

desintegrado completamente la pulpa. Los cacaos de tipo criollos generalmente no suelen ser lavados. Pasa directa de la fermentación hacia la parte del secado.

2.2.2.4. Secado

El secado de cacao es una etapa donde las almendras pasan de tener 55% de humedad hasta almendras con una humedad entre 6-8%. En este proceso el cacao termina su etapa para obtener su sabor y aroma típico (chocolate), además, aparece el típico marrón del cacao fermentado.

Actualmente se cuenta con dos tipos de secado; el secado comun aprovechando la radiación solar y el secado artificial a través de secadoras mecánicas o estufas.



Figura 5: Secado de cacao

Fuente: cacaomovil.com, 2019

2.2.3. Fermentación del cacao

Es el proceso que tiene como fin separar el mucílago del cacao, fijar el sabor y el aroma, desaparecer el embrión de la semilla de cacao y al final, dar al cacao el sabor a único de chocolate [14].

El proceso de fermentación es posible realizar en distintos métodos siempre y cuando permitan el drenaje de la baba de cacao, conservación de la temperatura y evitar la transferencia de olores o sabores extraños al cacao [14].

2.2.3.1. Fases de la fermentación [14]

A) Fase azucarada

Inicia con el cacao lleno de mucílago, recién salido de la mazorca.

B) Fase alcohólica

Es esta fase los azúcares del cacao en baba se convierten en alcohol, por acción de bacterias y hongos especiales. En esta fase el cacao debe estar a 31°C y la temperatura tiene que ser uniforme en toda la cantidad de granos.

C) Fase acética

O también conocida como fase ácida, es la fase en la cual el alcohol se transforma en vinagre y ácido acético. En esta fase la temperatura debe estar por encima de 38°C.

2.2.3.2. Métodos de fermentación [15]

A) Fermentación en montones

Esta técnica consiste en reunir en pilas el grano de cacao, sobre un tendido de hojas de plátano, de tal forma que el mucilago drene fácilmente. Por lo general, estas pilas están cubiertas con sacos de yute u hojas de plátano con esto se brinda las condiciones óptimas de temperatura para la fermentación.

B) Fermentación en cajones de madera

Utilizar cajas cuadradas de madera resistentes a la humedad (cedro o nogal) y otros tipos de madera que no aglutinen materias extrañas que puedan afectar la calidad final del grano. Estos cajones se cubren con hojas de plátano o sacos de yute.

C) Fermentación en tambor rotatorio

Es el tipo de fermentación que emplea un movimiento rotativo a través de un cilindro horizontal de madera, sin aberturas, con un eje central, el cual permite la remoción de la masa con el movimiento de palanca.

D) Fermentación en sacos

Este método de fermentación hace referencia al uso de sacos de polipropileno o de yute, en el cual se introduce el grano de cacao con baba por un periodo entre 5 y 7 días.



Figura 6: Métodos de fermentación de cacao

Fuente: Cardona Velásquez, Lina María, 2007

2.2.4. Parámetros del proceso de fermentación [16]

2.2.4.1. Masa de fermentación

Es la masa del cacao fresco con la cual se llena el cajón o cilindro, se trata de la masa que puede ingresar al depósito de fermentación. Por lo general se sugiere que la cantidad a fermentar sea mayor a 80kg.

2.2.4.2. Tiempo de fermentación

Es el tiempo que demora el proceso en fermentar los granos de cacao.

2.2.4.3. Temperatura de fermentación

Es el parámetro de mayor relevancia en la etapa de fermentación de cacao. Es la temperatura en el interior del cajón o depósito.

2.2.4.4. Temperatura ambiente

Es el factor externo que indica la temperatura de los alrededores.

2.2.4.5. Volteo del grano

Es la acción de remover o voltear los granos para generar un proceso uniforme.

2.2.5. Máquina fermentadora de cacao

Una máquina fermentadora de cacao normalmente es una representación de un tambor giratorio construido de madera. En estos equipos se puede lograr la mezcla homogénea del grano de cacao con el uso del movimiento de palanca. La capacidad de estos tambores no excede los 250 kg [6].

Otro tipo de diseño asociado a máquinas fermentadoras es el proyecto que muestra el movimiento de un eje que posee paletas en su superficie. Este

mecanismo es el responsable de la remoción ya que el depósito o cámara se mantiene fijo.



Figura 7: Máquina fermentadora de cacao 80kg.

Fuente: Castillo-Ramos, 2019

2.2.6. Diseño de una máquina fermentadora de cacao

Como todo diseño electromecánico a continuación se detalla las ecuaciones y fórmulas que sirven para hallar cada dimensión de la máquina. Cabe señalar que las ecuaciones a mostrar son referencia del libro “Diseño de Elementos de Máquinas” del autor R. Mott [17].

2.2.6.1. Capacidad de la cámara

Para poder hallar la capacidad de cualquier cámara es necesario primero saber la densidad del material a soportar.

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

Donde:

ρ = Densidad (kg/m^3)

m = Masa (kg)

V = Volumen (m^3)

Ahora, dependiendo de la geometría del depósito se emplea la siguiente ecuación para poder hallar el volumen:

$$V = A \times H$$

Donde:

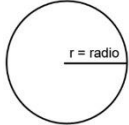


V = Volumen (m^3)

A = área (m^2)

H = Altura (m)

En la siguiente tabla se muestra algunas figuras geométricas con sus respectivas áreas:

Tabla 1. Áreas de figuras geométricas

FIGURA	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	ECUACIÓN DE ÁREA
Círculo		$A = \pi r^2$
Rectángulo		$A = b \times h$
Hexágono		$A = \frac{3\sqrt{3} L^2}{2}$

2.2.6.2. Cálculos de fuerzas y momentos

Para hallar una fuerza es necesario multiplicar la masa del cuerpo por la aceleración de la gravedad. La unidad de la fuerza es Newton (N).

$$F = m \times g$$

Donde:

F = Fuerza (N)

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

m = Masa (kg)

Para poder hallar el momento se multiplica la fuerza por la distancia donde se aplica dicha fuerza. En la mecánica existen dos tipos de momentos, un momento torsor y un momento flector. El momento torsor es la que genera torsión sobre el cuerpo mientras que un momento flector realiza la acción de curvar un cuerpo con respecto al eje Y o X.

$$M = F \times d$$

Donde:

M = Momento (N.m)

F = Fuerza (N)

d = Distancia (m)

2.2.6.3. Diseño de un eje de transmisión

El eje es el elemento más importante del accionamiento mecánico. Para encontrar el diámetro del eje, en este caso, se utiliza el criterio de Coulomb-Teske para expresar la medida:

$$D_{eje} = \left[\frac{32 \times F_s}{\pi \times S_y} (M^2 + T^2)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

D_{eje} : Diámetro del eje (m)

F_s : Factor de seguridad (adimensional)

S_y : Resistencia límite de fluencia (MPa)

M : Momento flector (N.m)

T : Momento torsor o torque (N.m)

2.2.6.4. Análisis de esfuerzos

El análisis de tensión nos ayuda a calcular el factor de seguridad. Se han realizado análisis de tensión tanto para cargas de flexión como de torsión.

Esfuerzo flector:

$$\sigma_{flexión} = \frac{M \times r_{eje}}{I}$$

Esfuerzo torsor:

$$\tau_{torsión} = \frac{T \times r_{eje}}{J}$$

Donde:

I: Momento de inercia transversal de un eje (m^4)

$$I = \frac{\pi \times D_{eje}^4}{64}$$

En el Anexo 4 se adjunta una tabla de los momentos de inercia de algunas figuras geométricas.

J: Momento de inercia polar de un eje (m^4)

$$J = \frac{\pi \times D_{eje}^4}{32}$$

2.2.6.5. Factor de seguridad

El factor de seguridad es la relación entre el límite elástico del material y las fuerzas de flexión y torsión causadas por varias cargas.

$$Fs = \frac{Sy}{\sigma'}$$

Los esfuerzos flectores y torsores que generan las cargas se puede hallar empleando la ecuación planteada por Von Mises, la cual es:

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

2.2.6.6. Par motor y potencia

Los motores eléctricos proporcionan energía mecánica que se emite a través de la velocidad y el par torsor. Esta fuerza mecánica (potencia) se puede encontrar como:

$$P = T \times \omega$$

Donde:

P = Potencia (kW)

T = Torque (N.m)

ω = Velocidad angular (rad/s)

Para poder cálculos los RPM en rad/s es necesaria hacer la siguiente conversión:

$$\omega = \frac{rpm \times 2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}}$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Metodología

El enfoque utilizado en este estudio es descriptivo ya que se considera que la ingeniería se utiliza para resolver problemas, en este caso la industria del cacao tiene como objetivo encontrar soluciones o mejoras.

3.1.1. Método de investigación:

La metodología de diseño utilizada es una variante que plantea el especialista en el área de diseño, Dieter, G. [17], que abarca:



Figura 8: Proceso de diseño según Dieter, G.

Fuente: Dieter, G

- Reconocimiento del problema: Identificación la situación real e indagar su viable solución.
- Definición de un problema: Identificar la situación problemática de forma correcta, para evitar posibles soluciones erradas, y obtener idea concisa para el desarrollo de las próximas fases del proceso de diseño.
- Recolección de información: Para dar validez a la investigación se consultará artículos, registros de patentes, documentos legales, informes de expertos, etc., que son fuentes recomendadas, así como también la plática que podamos tener con un experto que conozca el tema.
- Conceptualización: Es la fase del proceso de diseño que permite definir los elementos, mecanismos, configuraciones o procesos que al acoplarse formaran un diseño que pueda satisfacer nuestra necesidad.
- Evaluación: Esta fase del análisis detallado del diseño. Implica cálculos matemáticos, generalmente digitales, de la forma analítica del diseño, también involucra la simulación del diseño.
- Comunicación del diseño: Es la fase donde se detallan los resultados logrados. Muestra una presentación oral que por lo general viene acompañada de un informe escrito que puede contener planos, gráficos y modelos o programas digitales.

3.1.2. Métodos y técnicas

Se tomarán como métodos las diferentes formas o procedimientos para la elección de componentes que formarán parte del diseño, además del análisis de documentos, información bibliográfica establecida en libros, artículos científicos, páginas web, revistas y algunos softwares especializados en la materia como Microsoft Excel y SolidWorks.

En la siguiente tabla se detalla las técnicas e instrumentos tomados para la recolección de datos:

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Guía de observación	Ficha de observación y recolección de datos.	Se pudo tomar apuntes en las visitas que se realizó a las empresas comercializadoras de Jaén. Se recolecto información acerca de la problemática actual con respecto a la fermentación natural del cacao y las desventajas que posee.
Encuestas	Hoja de encuesta.	Se generó encuestas a empresas comercializadoras de Cacao que sirvieron como fuente de información. En el Anexo 1 y en el Anexo 2, se muestra la encuesta aplicada y la validación de la encuesta correspondientemente. Y en el Anexo 3 se muestra los resultados de las encuestas.
Análisis Documental	Ficha de análisis documental	Por medio de libros, revistas científicas, artículos, investigación, búsqueda vía web se hizo una recopilación de información, que permite conocer y comprender los conocimientos necesarios para la problemática presentada y la manera de buscar una solución óptima.

3.2. Población y muestra

Se tomó una población y muestra de 4 empresas.

3.3. Operacionalización y variables

Se considerarán en cuenta dos tipos de variables, las variables independientes y las variables que necesitan de un primer factor, variables dependientes.

Variables Independientes

Características del proceso

- Capacidad
- Velocidad de rotación
- Remoción del cacao

Variables Dependiente

Diseño de la máquina

- Dimensión de la cámara
- Sistema electromecánico
- Sistema de remoción

3.3.1. Caja negra para variables

La caja negra es un sistema que funciona con características de entradas o inputs que en su interior experimentar una transformación y a la salida tendremos nuevos resultados. En nuestro caso las características que entrada serán las que establecimos como variables independientes y las salidas, las variables dependientes.



Figura 9: Caja negra de variables

3.3.2. Operacionalización de variables

A continuación, se describe la tabla de operacionalización de las variables dependientes e independientes que se encuentran en el diseño de la máquina fermentadora de cacao.

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN GENERAL	UNIDADES
VARIABLE INDEPENDIENTE			
	Capacidad	Cantidad de materia que puede contener la cámara de la máquina de fermentación.	Masa kg
Características del proceso	Velocidad de rotación	Velocidad angular óptima del proceso de fermentación.	Revoluciones por minuto RPM
	Remoción del cacao	Acción de provocar el movimiento y cambio de posición del grano durante el proceso de fermentación.	Movimiento del grano a través de las palas y el eje. N m
VARIABLE DEPENDIENTE			
Diseño de la máquina	Dimensión de la cámara	Diámetro con el espacio necesario para la entrada de los granos del cacao.	Diámetro mm
	Sistema electromecánico	Sistema que genera y transmite el movimiento de la máquina.	Potencia del Motorreductor KW
	Sistema de remoción	Sistema que acciona el movimiento del grano dentro de la cámara de la máquina.	Torque para la remoción N m

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se mostrarán en tablas y figuras.

4.1. Parámetros del proceso de fermentación del cacao

La etapa de fermentación de cacao que se mencionan a continuación son un resumen de las bibliografías revisadas y el análisis de las encuestas que se llevaron a cabo a las empresas comercializadoras de cacao ubicadas en Jaén, Cajamarca.

4.1.1. Tiempo de operación

Las encuestas aplicadas a las empresas comercializadoras de cacao brindó un dato de 7 días como tiempo de duración del proceso de fermentación de cacao (ver Anexo 3).

4.1.2. Capacidad de la cámara fermentadora de cacao

Tomando como fundamento los resultados de las encuestas (ver Anexo 3), se toma la capacidad máxima que puede tener un fermentador, el valor será de 450 kg.

4.1.3. Temperatura del proceso

La temperatura del proceso de fermentación de cacao dentro de la cámara de fermentación oscilará entre 35 y 46°C [18]. El alza de temperatura es una acción natural del proceso de fermentación, dicho parámetro será medido y controlado por sensores.

4.1.4. Removimiento del grano

La acción de remover o voltear los granos de cacao dentro de la cámara fermentadora está a cargo de un sistema de remoción constituido por un eje que en su superficie circular tendrá paletas con una cierta longitud que favorezca una remoción uniforme.

4.2. Selección del diseño conceptual óptimo

4.2.1. Lista de exigencias

Antes de plantear opciones de diseño es necesario saber las exigencias que se debe de cumplir para el correcto funcionamiento de la máquina.

Tabla 4. Lista de exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS		
PROYECTO		
DISEÑO DE UNA MÁQUINA FERMENTADORA DE CACAO CON 450 KG DE CAPACIDAD PARA GENERAR UNA REMOCIÓN UNIFORME DEL GRANO, UBICADA EN JAÉN		
No	Deseo (D) Exigencia (E)	DESCRIPCIÓN
FUNCION PRINCIPAL		
1	E	Fermentar el cacao.
2	E	Generar la fermentación del cacao en el menor tiempo posible manteniendo las propiedades del grano.
ENERGÍA		
3	E	Contar con un motorreductor eléctrico.
ERGONOMÍA		
4	D	El usuario debe poder realizar el trabajo sin esfuerzo, y la máquina debe ajustarse a la medida del operario.
5	D	Solo un operario para realizar la operación.
USO		
6	D	Debe ser manipulable sin necesidad de ser especialización
TRANSPORTE		
7	E	Debe ser ligera para poder desplazarla con ayuda de tres operarios.
8	D	Su transporte no conlleva a modificaciones.
FABRICACION		
9	E	Debe ser sencilla en cuanto a sus piezas para poder desarrollarla en cualquier taller mecánico.
10	E	Sus fabricantes deben tener conocimientos técnicos.
PESO		
11	D	No Debe exceder los 300 kg.
ENSAMBLAJE		
12	E	Montaje y desmontaje con herramientas usuales fáciles de encontrar en cualquier taller.
13	E	No exigir conocimientos avanzados.
MANTENIMIENTO		
14	E	Debe ser posible con insumos y accesorios usuales en un taller mecánico.
COSTO		
15	D	La máquina no debe superar el monto de 30 000 soles.

4.2.2. Estructura de funciones

Muy aparte de la lista de exigencias es necesario que el diseño de la configuración final de la máquina cumpla de manera obligatoria con la estructura de funciones que se muestra a continuación en un orden específico.

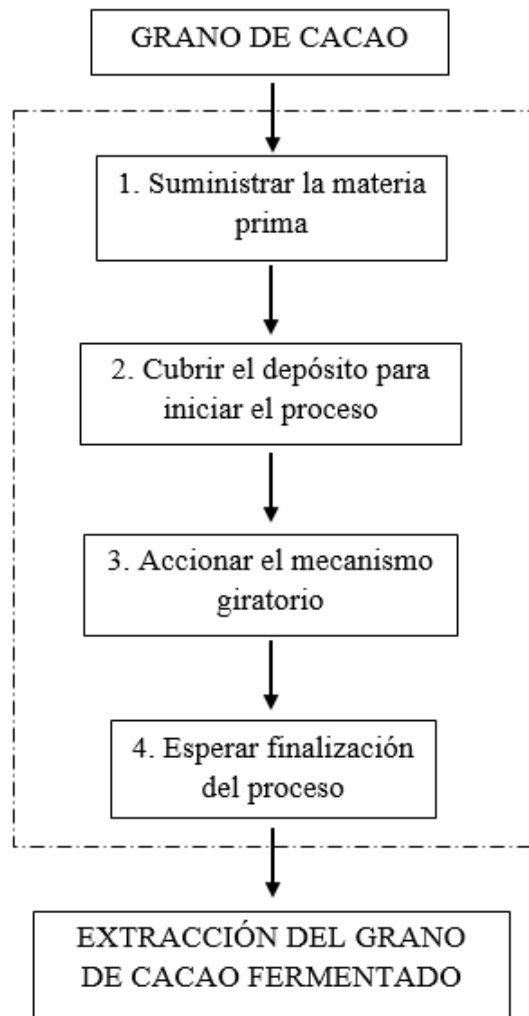




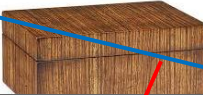


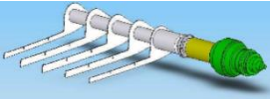






Figura 10: Estructura de funciones

4.2.3. Matriz morfológica de conceptos de

A continuación, se muestra una matriz morfológica con opciones de diseños compuestos por sistemas o partes, equipos y/o accesorios para la máquina fermentadora de cacao.

Tabla 5. Matriz morfológica de conceptos de solución

REQUERIMIENTOS	PORTADOR DEL REQUERIMIENTO		
	HERRAMIENTA	ARTESANAL	MANUAL
Suministrar la materia prima	 Pala CIRCULAR	 Balde plástico RECTANGULAR	 POLIGONAL
Modelo del depósito		 ELÉCTRICA	
Fuente de poder		 Motorreductor eléctrico MECÁNICO	
Sistema de remoción	 Ejes y aletas HERRAMIENTA	 Módulo rotatorio ARTESANAL	
Retiro del grano fermentado	 Pala HERRAMIENTA	 Balde plástico ARTESANAL	 MANUAL

Las líneas de color rojo, azul y negro representan cada opción conceptual de diseño 1, 2 y 3, correspondientemente.

4.2.3.1. Opción de diseño conceptual N°1 (Rojo)

La primera opción conceptual de diseño menciona que el cacao ingresara a un depósito rectangular, por acción del operario. El motorreductor estará conectado a este depósito, el cual girará en su propio eje provocando la remoción de los granos de cacao, una vez culminado el proceso los granos serán retirados nuevamente con la ayuda del operario.



Figura 11: Opción de diseño conceptual N°1

4.2.3.2. Opción de diseño conceptual N°2 (Azul)

Con el uso de una pala se introducirá los granos de cacao al contenedor, se proyecta que sea un equipo con forma hexagonal. El sistema de transmisión de potencia conectado al motorreductor será un eje rotativo. Este elemento al estar conectado con paletas de cierta longitud generara la remoción de los granos de cacao en el interior del depósito. Al finalizar el proceso se retirará la masa fermentada nuevamente con la pala.

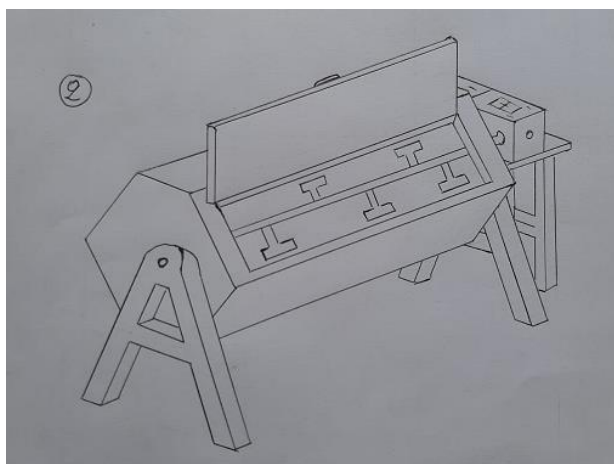


Figura 12: Opción de diseño conceptual N°2

4.2.3.3. Opción de diseño conceptual N°3 (Negro)

Con la ayuda de baldes plásticos se ingresará los granos del cacao al depósito circular. El sistema de transmisión de potencia estará conectado con el módulo giratorio unos grados descentrado, dicho movimiento de rotación de la cámara de fermentación y la vibración de la cámara generará la remoción del grano. Una vez finalizado el proceso la materia será retirada nuevamente con el uso de baldes plásticos.

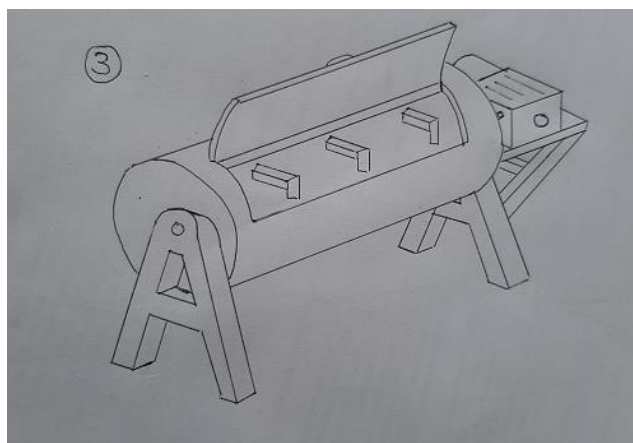


Figura 13: Opción de diseño conceptual N°3

4.2.4. Diseño conceptual óptimo seleccionado

Empleando un sistema metodológico de criterios ponderados se seleccionará el diseño conceptual que tendrá la máquina, es decir, el diseño final. Para esta gestión se evaluará el aspecto técnico y económico de cada opción conceptual de diseño.

El intervalo de evaluación es de 1 a 5, donde 1 es lo más complicado o que requiere mayor operación y 5, es lo más accesible.

Tabla 6. Criterios ponderados de opciones de diseños conceptuales

ITEM	CRITERIOS	DISEÑOS CONCEPTUALES		
		Diseño Conceptual N°1	Diseño Conceptual N°2	Diseño Conceptual N°3
1	Diseño y construcción	5	5	4
2	Tamaño	4	4	4
3	Inversión	4	4	4
4	Costos de operación	4	5	4
5	Mantenimiento	4	5	4
6	Ergonomía	4	4	4
7	Seguridad	5	5	5
	TOTAL	30	32	29

La mayor sumatoria le corresponde al Diseño Conceptual N°2, por lo la máquina fermentadora de cacao tendrá esa configuración de diseño.

4.3. Diseño y selección de elementos y sistemas electromecánicos

4.3.1. Cálculos y dimensionamiento

4.3.1.1. Cálculo de la cámara hexagonal de fermentación

El lugar donde se colocan los granos de cacao a fermentar es uno de los elementos más importantes, para este diseño consideraremos un largo de la cámara de 1.2 m y un volumen de los granos que ocupa el 53% del espacio total de la cámara, este

último con la finalidad de permitir una remoción y mezclado uniforme. Sabemos que:

$$V_{cacao} = V_{cam} \times 0,53$$

Donde:

V_{cacao} = Volumen del cacao (m^3)

V_{cam} = Volumen de la cámara (m^3)

El volumen del cacao se puede hallar en la fórmula de densidad:

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

Es decir:

$$V_{cacao} = \frac{m_{cacao}(kg)}{\rho_{cacao}\left(\frac{kg}{m^3}\right)}$$

Donde:

m_{cacao} = Masa del cacao: 450 kg

ρ_{cacao} = Densidad del cacao: 775 kg/ m^3 [19]

Entonces:

$$V_{cacao} = \frac{450(kg)}{775\left(\frac{kg}{m^3}\right)} = 0,58 m^3$$

Reemplazando tenemos que:

$$V_{cam} = \frac{V_{cacao}}{0,53} = \frac{0,58}{0,53} = 1,09 m^3$$

Como también sabemos, la cámara de fermentación tendrá forma hexagonal, el volumen de un cuerpo hexagonal viene dado por la siguiente ecuación:

$$V_{cam} = A \times H = \left(\frac{3 L^2 \sqrt{3}}{2} \right) \times H$$

Donde:

A = Área de un hexagono (m^2)

H = Altura o largo: 1,2 m

L = Lado (m)

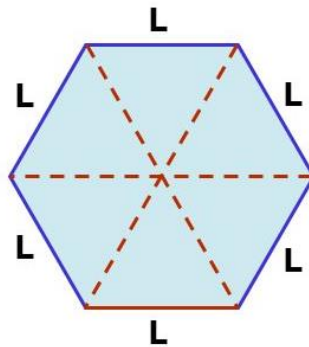


Figura 14: Polígono hexagonal

Fuente: Geometría para Ingenieros, 2001

Agrupando ecuaciones tenemos que:

$$V_{cam} = 1,09 \text{ m}^3 = \left(\frac{3 L^2 \sqrt{3}}{2} \right) \times H$$

$$1,09 \text{ m}^3 = \left(\frac{3 L^2 \sqrt{3}}{2} \right) \times 1,2 \text{ m}$$

$$\frac{0,91 \times 2}{3 \sqrt{3}} = L^2$$

$$0,59 \text{ m} = L = 0,6 \text{ m}$$

4.3.1.2. Cálculo del sistema de remoción

El sistema de remoción está formado por paletas colocadas sobre la superficie del eje giratorio. Para el análisis mecánico de las paletas se considerará su mecanismo igual al de una viga en voladizo y que cada paleta removerá la misma cantidad de granos de cacao.

Cada 90°, en un plano diferente y en el sentido anti horario se colocará cada paleta sobre el eje principal. El espacio entre cada plano de las paletas será de 2 cm y a los extremos 6 cm. Consideraremos un total de **5 paletas con una longitud de 20 cm de ancho por 35,5 cm de largo.**

Entonces:

$$P_p = \frac{450kg}{5(paletas)} = 90 \text{ kg/paleta}$$

Donde:

P_p = Peso por paleta (kg/paleta)

Ahora hallaremos la fuerza que actúa sobre cada paleta:

$$F_p = a_g \times m_p = 9,81 \times 90 = 882,9 \text{ N}$$

Donde:

F_p = Fuerza aplicada por paleta (N)

a_g = Aceleración de la gravedad (m/s²)

m_p = Masa por paleta (kg)

A continuación, se grafica un diagrama de cuerpo libre para representar las posiciones de las paletas y las fuerzas.

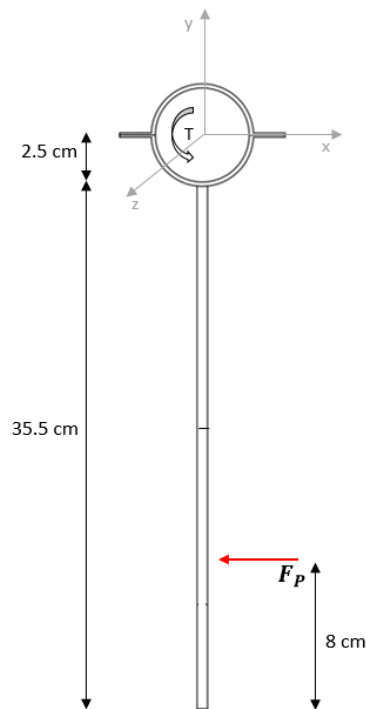


Figura 15: Diagramas de fuerza en la paleta de remoción

La fuerza F genera un momento torsor debido a su dirección horizontal, dicho esfuerzo se halla de la siguiente manera:

$$\sum M_Z = 0$$

$$M_T = F_P \times d$$

Donde:

M_Z = Momentos en el eje z (Nm)

M_T = Momento torsor (Nm)

F_P = Fuerza aplicada por paleta: 882,9 N

d = Distancia desde el punto donde impacta la fuerza hacia el centro (m)

Entonces:

$$M_T = 882,9 \times \left(\frac{(35,5 - 8) + 2,5}{100} \right) = 882,9 \text{ N} \times 0,3 \text{ m} = 264,87 \text{ Nm}$$

Eso quiere decir que el momento máximo torsor es 264,87 Nm y la fuerza máxima es 882,9 N.

La paleta tiene una base y altura que vendría hacer el ancho y el espesor.

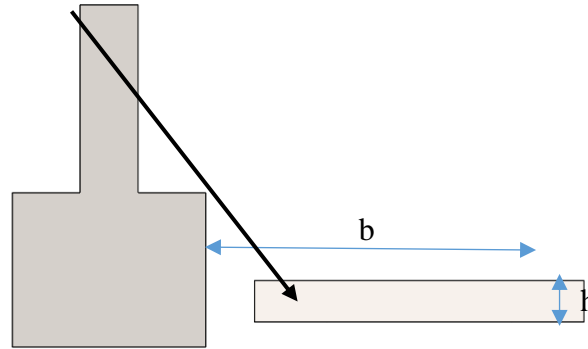


Figura 16: Área superior de la paleta de remoción

El esfuerzo normal por flexión de una viga se expresa en la siguiente ecuación:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_T \text{ m}\acute{a}x \times C}{I}$$

Donde:

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = Esfuerzo normal máximo (MPa)

$M_T \text{ m}\acute{a}x$ = Momento máximo: 264,87 Nm

C = Distancia al centroide (m)

I = Momento de inercia (m^4)

El momento de inercia de la sección rectangular se halla con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

Donde:

b = Base o ancho de la paleta (m)

h = Altura o espesor de la paleta (m)

Sustituyendo en la ecuación de Esfuerzo normal máximo, tenemos lo siguiente:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{264,87Nm \times \frac{h}{2}}{\frac{b \times h^3}{12}} = \frac{1589,22}{b \times h^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 189,65 \text{ MPa}$$

Asumiendo la base de **8 cm y un espesor de 1 cm**, el esfuerzo normal máximo es de 189,65 MPa. Debido a que la fuerza es perpendicular a la paleta, el esfuerzo normal máximo es igual al esfuerzo equivalente. Para poder comprobar el rendimiento del diseño se halla el factor de seguridad:

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{205\text{MPa}}{189,65\text{MPa}} = 1,08$$

Donde:

η_s = Factor de Seguridad

S_y = Esfuerzo de fluencia: 205 MPa del Acero Inoxidable AISI 304 (Ver Anexo 7)

σ' = Esfuerzo equivalente: 189,65 MPa

Debido a que el factor de seguridad es muy bajo se colocaran 2 platinas rectangulares en cada paleta, eso genera que el esfuerzo máximo se divida en dos, es decir:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{189,65\text{MPa}}{2} = 94,825 \text{ MPa}$$

Y recalculando nuevamente el factor de seguridad:

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{205\text{MPa}}{94,825\text{MPa}} = 2,16$$

El nuevo resultado es bastante favorable para el diseño de las paletas.

A continuación se presenta un gráfico de la paleta con las dos platinas unidas a las abrazaderas del eje.

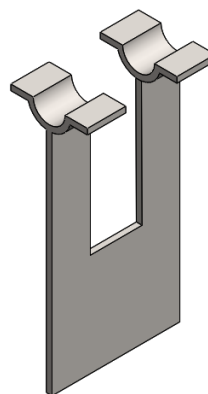


Figura 17: Paleta de remoción con 2 platinas rectangulares

4.3.1.3. Cálculo del eje principal

El eje es la parte principal que recibe la potencia del motorreductor, soporta el peso de la cámara, y de las palas mecánicas. Por estas razones, el eje es la parte más importante de la máquina. Para el estudio en cuestión solo se considera el análisis estático y de fatiga, ya que el eje no gira a altas velocidades (no se ve afectado por efectos dinámicos). El eje soportará los siguientes pesos:

Tabla 7. Pesos proyectados para el análisis del eje

Elemento / Parte	Masa (kg)	Cantidad	Masa total (kg)
Granos de cacao	450	1	450
Chumaceras	Tipo P	2,7	5,4
	Tipo F	5,2	10,4
Paletas	50	1	50
Capa interna de acero galvanizado	40	1	40
Capa externa de acero galvanizado	40	1	40
Estructura de soporte de la cámara hexagonal	10	1	10
Total			605,8

Para hallar la fuerza total a la que estará expuesta el eje se multiplica la masa total por la aceleración de la gravedad:

$$F_T = 605,8 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 5942,9 \text{ N}$$

La fuerza total se aplica de manera proporcional a ambos lados del eje. El peso total se aplica en el eje como se muestra en el siguiente diagrama (ver Figura 18), los puntos donde se aplican las fuerzas son el contacto de la cama del fermentador con el eje:

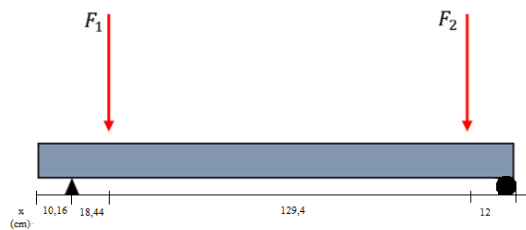


Figura 18: Representación gráfica de fuerzas en el eje principal

El gráfico se interpreta de la siguiente manera:

$$F_T = F_1 + F_2 = 5942,9 \text{ N}$$

Y sabemos que:

$$F_1 = F_2$$

Entonces:

$$F_1 = \frac{5942,9 \text{ N}}{2} = 2971,45 \text{ N} = F_2$$

Los momentos generados por las fuerzas F1 y F2 se muestran en el diagrama de la Figura 18, donde además se observó que los lugares más críticos están ubicados a 18,44 cm de la chumacera de bancada. Donde se concentra la fuerza ejercida por el peso de la cámara.

El momento flector máximo ($M_{M\acute{A}X}$) se hallará de la siguiente manera:

$$M_{M\acute{A}X} = 2971,45 \text{ N} \times 0,1844 \text{ m} = 547,93 \text{ Nm}$$

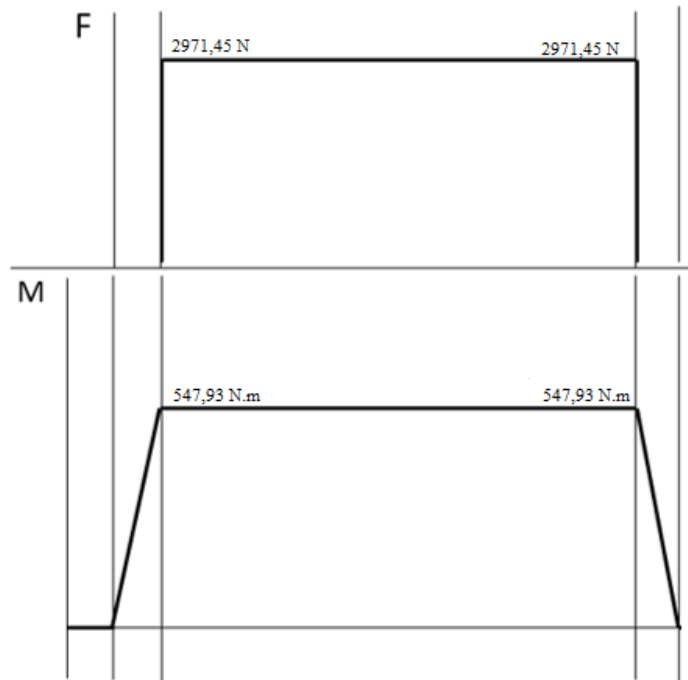


Figura 19: Diagrama de fuerzas y momentos

El diámetro del eje es de 50 mm. El siguiente diagrama de cuerpo libre muestra todos los momentos y fuerzas experimentados por el eje:

El eje está sometido a las fuerzas de torsión por acción de las paletas mecánicas, tiene una longitud de 170 cm, y la parte del eje oculta por la cámara de fermentación donde se generan fuerzas mide 120 cm (1,2 m), a sus extremos posee una distancia de 6 cm antes de cada paleta y separación de 2 cm de paleta a paleta. La paleta mide 20 cm de ancho, a la mitad de su longitud se aplica la torsión, si a esta mitad se la suma la distancia hacia el extremo da una longitud total de 16 cm.

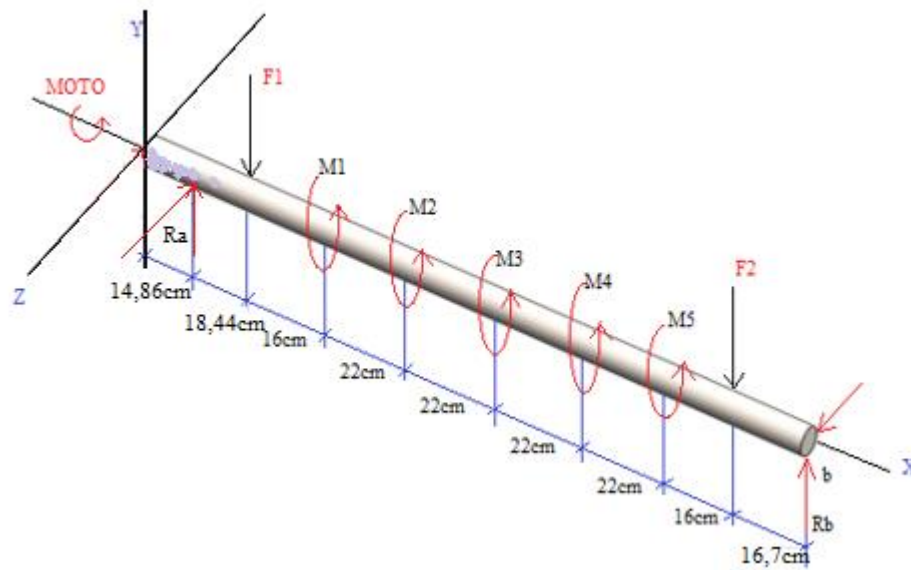


Figura 20: Diagrama de cuerpo libre del Eje

A) Análisis de esfuerzos

Para poder obtener un factor de seguridad es necesario hallar los esfuerzos de flexión y de torsión en el eje principal.

Esfuerzo flector:

$$\sigma_{MÁX} = \frac{M_{MÁX} \times C}{I}$$

Donde:

$\sigma_{MÁX}$ = Esfuerzo normal máximo (MPa)

$M_{MÁX}$ = Momento máximo: 547,93 Nm

C = Distancia al centroide (m)

I = Momento de inercia (m^4)

El momento de inercia de la sección circular se halla con la siguiente ecuación:

$$I = \frac{\pi \times D_{eje}^4}{64}$$

Donde:

D_{eje} = Diámetro del eje: 0.05 m

Sustituyendo en la ecuación de Esfuerzo normal máximo, tenemos lo siguiente:

$$\sigma_{MÁX} = \frac{32 \times M_{MÁX}}{\pi D_{eje}^3}$$

Esfuerzo torsos:

$$\tau_{T MÁX} = \frac{M_T \times c}{J}$$

Donde:

$\tau_{T MÁX}$ = Esfuerzo torsor máximo (MPa)

M_T = Momento torsor máximo: $264.87 \text{ Nm} \times 5 = 1324.35 \text{ Nm}$

J: Momento de inercia polar del eje principal viene dado por la siguiente fórmula:

$$J = \frac{\pi \times D_{eje}^4}{32}$$

Sustituyendo en la ecuación de Esfuerzo torsor máximo, tenemos lo siguiente:

$$\tau_{T MÁX} = \frac{16 \times M_T}{\pi \times D_{eje}^3}$$

Entonces:

$$\sigma_{flexión} = \frac{32 \times 547,93 \text{ Nm}}{\pi \times (0,05)^3} = 44,64 \text{ MPa}$$

$$\tau_{torsión} = \frac{16 \times 1324,35 \text{ Nm}}{\pi \times (0,05)^3} = 53,96 \text{ MPa}$$

B) Factor de seguridad

Empleando la teoría de falla estática de Von Mises para ejes circulares, rotativos y sólidos se calculará el esfuerzo de Von Mises:

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

Donde:

σ' = Esfuerzo de Von Mises (MPa)

σ_x = Esfuerzo normal (MPa)

τ_{xy} = Esfuerzo cortante (MPa)

Entonces:

$$\sigma' = \sqrt{(44,64)^2 MPa + 3 \times (53,96)^2 MPa} = 103,57 MPa$$

Con este dato hallaremos el Factor de Seguridad estático del eje:

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{170 MPa}{103,57 MPa} = 1,64$$

Donde:

η_s = Factor de seguridad

S_y = Esfuerzo último del acero inoxidable AISI 316L: 170 MPa (Ver Anexo 5)

Con este dato verificamos que el eje tiene un diseño favorable capaz de soportar hasta casi el doble del requerimiento.

4.3.1.4. Cálculo del motorreductor

A) Potencia del motorreductor (HP)

La unidad encargada de transferir potencia al eje principal y por ende a las palas es el motor eléctrico. La potencia del motor se calcula de la siguiente manera:

$$P = T \times \omega$$

Donde:

P = Potencia (W)

T = Torque: 1324.35 Nm

ω = Velocidad angular (rad/s)

La velocidad angular para las paletas de máquinas fermentadores suele ser muy baja, menor de 20 RPM [6]. Convertiremos las unidades de RPM a rad/s:

$$20 \text{ RPM} = \frac{20 \times 2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 2,09 \text{ rad/s}$$

Y la potencia sería:

$$P = 1324,35 \text{ Nm} \times 2,09 \text{ rad/s} = 2767,89 \text{ W} = 2,76 \text{ kW}$$

$$P = 3,5 \text{ HP}$$

B) Corriente eléctrica (A)

En la mayoría de los casos, los motorreductores funcionan con corriente trifásica y 380 V, y además tienen un factor de potencia de 0,8. Se calculo la corriente del dispositivo utilizando la potencia dada anteriormente:

$$I = \frac{2767,89 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,8} = 5,26 \text{ A}$$

4.3.2. Selección de materiales

4.3.2.1. Cámara de fermentación

La cámara de fermentación tendrá 3 capas, la capa interna, el aislamiento y la cubierta, además poseerá agujeros en el fondo para favorecer el drenaje del mucilago (baba que recubre el grano) durante la fermentación. El aislamiento es necesario para evitar pérdidas de calor mientras se da la fermentación, como se mencionó en el apartado “4.1.3. Temperaturas del proceso”, la temperatura puede elevarse hasta 46°C. El aislamiento seleccionado es espuma de poliuretano que garantiza que la cámara será lo más adiabática posible.

Evita conducción de calor de la pared interna hacia la pared externa. Además, este material ofrece una conductividad térmica muy baja y buena resistencia térmica.

- Conductividad térmica (λ): Poliuretano es de 0,026 si la conductividad térmica es más baja será mejor aislante.
- Resistencia térmica (R): depende del espesor del material y de la conductividad. Cuanto más grueso sea el material la resistencia será mayor y si la conductividad es baja la resistencia será mejor.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

	Material	λ W/mK	ρ kg/m ³	Cp J/kgK	α m ² /s	b J/m ² Ks
1	Poliuretano	0,026	30	1400	6,19E-7	3,30E+1
2	Aire	0,026	1,223	1063	2,02E-5	5,85E+0
3	Poliestireno	0,035	50	1675	4,18E-7	5,41E+1
4	Espuma fenólica	0,038	30	1400	9,05E-7	3,99E+1
5	Lana de vidrio	0,041	200	656	3,13E-7	7,33E+1
6	Corcho comprimido	0,085	540	2000	7,87E-8	3,03E+2
7	Mortero de cemento	0,090	1920	669	7,01E-8	3,40E+2
8	Madera de construcción	0,130	630	1360	1,52E-7	3,34E+2
9	Madera de pino	0,148	640	2512	9,19E-8	4,87E+2
10	Madera pesada	0,200	700	1250	2,29E-7	4,18E+2
11	Concreto celular	0,220	600	880	4,17E-7	3,41E+2
12	Tierra con paja	0,300	400	900	8,33E-7	3,29E+2
13	Concreto celular	0,330	800	880	4,69E-7	4,82E+2
14	Yeso	0,488	1440	837	4,05E-7	7,67E+2
15	Mortero cemento/arena	0,530	1570	1000	3,38E-7	9,12E+2
16	Agua	0,582	1000	4187	1,39E-7	1,56E+3
17	Ladrillos de arcilla	0,814	1800	921	4,91E-7	1,16E+3
18	Tierra maco portante	0,850	2000	900	4,72E-7	1,24E+3
19	Vidrio plano	1,160	2490	830	5,61E-7	1,55E+3
20	Arcilla	1,279	1460	879	9,97E-7	1,28E+3
21	Piedra arenisca	1,300	2000	712	9,13E-7	1,36E+3
22	Concreto pesado	1,750	2300	920	8,27E-7	1,92E+3
23	Piedra	1,861	2250	712	1,16E-6	1,73E+3
24	Mármol	2,900	2590	800	1,40E-6	2,45E+3
25	Granito	3,500	2500	754	1,86E-6	2,57E+3
26	Acero	50	7800	512	1,25E-5	1,41E+4
27	Aluminio	160	2800	896	6,38E-5	2,00E+4
28	Cobre	389	8900	385	1,13E-4	3,65E+4

Figura 21: Aislamiento térmico de los materiales

Fuente: Aislamiento Valero, 2019



Figura 22: Espuma de poliuretano

Fuente: constumatica.com, 2019

La capa interna será de acero inoxidable AISI 316L, resistente a la corrosión, empleado en industrias, poseerá un espesor de 2 mm. En el Anexo 5 se muestra la ficha técnica del material.

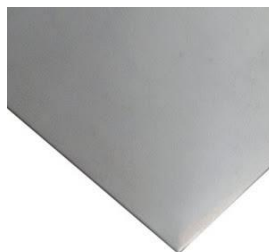


Figura 23: Lámina de acero inoxidable AISI 316 L

Fuente: Aceros Otero, 2019

Para el recubrimiento se utilizará acero ASTM A36 de 2 mm de espesor, esta capa servirá para proteger la estructura metálica de la cámara y el aislante con el exterior. En el Anexo 6 se muestra la ficha técnica del material.



Figura 24: Acero ASTM A36

Fuente: Aceros Otero, 2019

La selección del acero por sobre otros materiales como la madera se enfocó en la carga a soportar, y según bibliografía revisada de algunas investigaciones [21] y reportes [22], existe las siguientes diferencias entre un material y otro:

Tabla 8. Comparativa entre el acero y la madera

MADERA	ACERO INOXIDABLE
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es menos costosa que el acero. ✓ Es adiabática y permite almacenar calor, un aspecto muy importante en la fermentación, sobre todo porque en las noches el ambiente se enfría. ✓ Se han obtenido buenos resultados de la fermentación en cajones de madera, y los fermentadores de madera son los más usados. ✓ Durante la fermentación la masa de cacao termina en una caja diferente a la que empezó, permitiendo que la madera seque, en el nuevo diseño del fermentador la masa a fermentar estará todo el tiempo de fermentación en la misma madera, esto puede perjudicar los granos. ✓ Al construirse de madera el fermentador absorberá más humedad de lo que absorben los cajones fermentadores. ✓ La humedad puede aflojar las uniones de la madera. ✓ Puede aumentar la presencia de hongo y microflora debido a la madera húmeda. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es más costoso que la madera. ✓ Para que se pueda almacenar el calor se tiene que recubrir con un material adiabático o aislante térmico, esto permite disminuir la transferencia de calor de la masa. ✓ Es poca la información que se tiene respecto a la fermentación de cacao en cajas de acero o con este material. ✓ El acero no absorbe humedad, el jugo que se produce durante los primeros días puede drenar más rápido ✓ Se puede fermentar un lote a continuación de otro; no es necesario dejar secar el fermentador cuando la masa termina de fermentarse. ✓ Tiene mayor duración, más fácil de construir y menos mantenimiento. ✓ Puede resultar muy costoso para una asociación de productores de cacao. ✓ El uso de acero inoxidable permite tener un ambiente más controlado e incluso utilizar cultivos iniciadores en la fermentación de cacao.

Fuente: [6].

Para la estructura que funcionará como soporte de la cámara hexagonal se empleará el acero ASTM A36 que poseerá perfil cuadrado de 25 x 25 mm con espesor de 2,5 mm. En el Anexo 6 se muestra la ficha técnica del material.



Figura 25: Tubería rectangular de acero ASTM A36

Fuente: Sodimac.com, 2019

4.3.2.2. Eje principal

El eje principal está fabricado en acero inoxidable AISI 316L, elegido por su gran resistencia a la corrosión y sus propiedades mecánicas. El cuadro técnico de este material se menciona en el Anexo 5. La longitud del eje es de 1,7 y el diámetro es de 50 mm.

4.3.2.3 Selección óptima del motoreductor para la maquina fermentadora.

Para la elección del motoreductor se empleando una metodología de criterios ponderados se seleccionará el motorreductor más adecuado para la máquina.

El intervalo de evaluación es de 1 a 5, donde 1 es lo más complicado o que requiere mayor operación y 5, es lo más accesible.

Tabla 9. Selección de motoreductores para la maquina fermentadora

ITEM	CRITERIOS	DISEÑOS CONCEPTUALES		
		Motorreductor N°1	Motorreductor N°2	Motorreductor N°3
1	Marca	delcrosa	siemens	hechizo
2	Garantía	3	5	1
3	Tamaño	4	4	3
4	Inversión	4	3	5
5	Costos de operación	4	4	4
6	Mantenimiento	4	5	3
7	Ergonomía	4	4	3
8	Seguridad	4	5	3
TOTAL		27	30	22

Según los criterios ponderados se llegó a la conclusión de que el motorreductor más adecuado para instalar en la maquina fermentadora es el motorreductor de la marca Siemens, del Ítem N2.

4.3.2.4. Motorreductor

El motorreductor que más se asemeja a los datos hallados mediante cálculos (2,76 kW y 20 RPM) es el motorreductor tipo helicoidal sinfín-corona modelo C.88-LA100L4 de la marca Siemens de 2,6 kW con 15,7 RPM de salida y 1363 N.m toque a la salida. En el Anexo 10 se presenta la ficha técnica del equipo.



Figura 26: Motorreductor C.88-LA100L4 Siemens 2,6 kW

Fuente: Siemens, 2008

4.3.2.5. Chumaceras

Las principales cargas que más soporta el eje principal son las que son perpendiculares a su plano de giro, es decir cargas radiales y por esta razón optamos por colocar los rodamientos de bolas dentro de la carcasa del rodamiento. Hay dos tipos de cojinetes, el tipo P (tipo puente) se inserta en la estructura de soporte general y el tipo F (cojinete de pared con 4 orificios) se inserta en la cámara de fermentación. Ambos rodamientos son de la misma marca, empresa NTN, tipo P modelo UCP210D1, tipo F modelo UELFS310D1W3, las fichas técnicas de los rodamientos se muestran en el Apéndice 8 y Apéndice 9.



Figura 27: Chumaceras

Fuente: SKF, 2019

4.3.2.6. Paletas de remoción

Debido a que las paletas de remoción están en contacto con el cacao, el material seleccionado para su diseño es el acero inoxidable AISI 304. En el Anexo 7 se muestra la ficha técnica del material. Tendrá un largo de 35,5 cm con un espesor de 1 cm y un ancho de 8 cm.



Figura 28: Plancha de acero inoxidable AISI 304

Fuente: sodimac.com, 2019




4.3.2.7. Estructura de soporte de todo el mecanismo

Al igual que la estructura de la cámara de fermentación, la estructura que soporta todo el mecanismo del fermentador de cacao será de acero ASTM A36 y tendrá un perfil cuadrado de 40 x 40 mm con un espesor de 2,5 mm. El Anexo 6 muestra una hoja de material técnico utilizado.

4.3.2.7. Sistema de protección del motorreductor

El motorreductor debe tener un sistema de protección para evitar daños al equipo o accidentes de trabajo. El sistema de protección eléctrica del motor se detalla a continuación:

Tabla 10. Equipos de protección eléctrica del Motorreductor

EQUIPO		REFERENCIA
Interrupor Schneider 6A	Termomagnético	
Relé térmico	General Electric 6,6 A	
Cable 18 AWG	200 m	

4.3.3. Diseño de elementos y sistemas electromecánicos

Para el diseño de cada elemento y sistema de la máquina de fermentación de cacao se empleó el software CAD, SolidWorks.

4.3.3.1. Cámara de fermentación

Primero se diseñó la capa interna que tiene un espesor de 2 mm y un largo de 1,2 m. Los lados de la cámara hexagonal son de 60 cm.

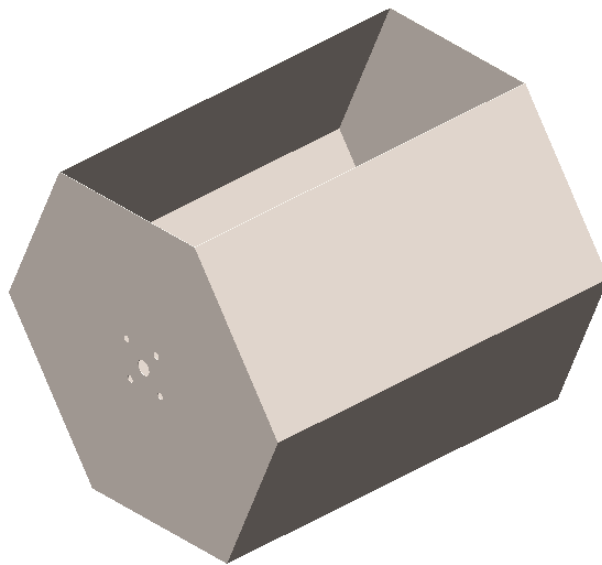


Figura 29: Capa interna de Acero inoxidable AISI 316L

La estructura posee una longitud de 1,204 m (sumando el espesor de 2 mm a cada extremo de la primera capa de la cámara) y medidas internas de 60 cm por cada lado.

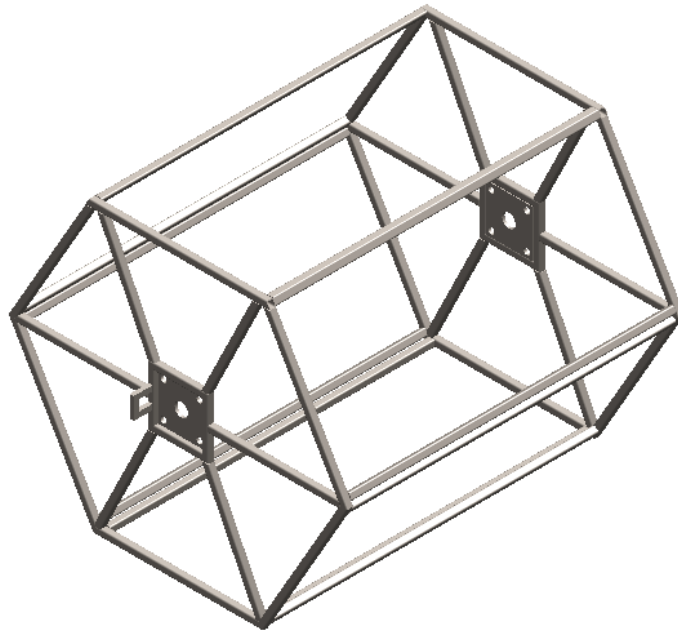


Figura 30: Estructura de soporte de la cámara de fermentación

El largo de la capa externa es de 1,254 m, suma la longitud interna de la cámara que es 1,2 m y el largo del perfil cuadrado de la estructura.

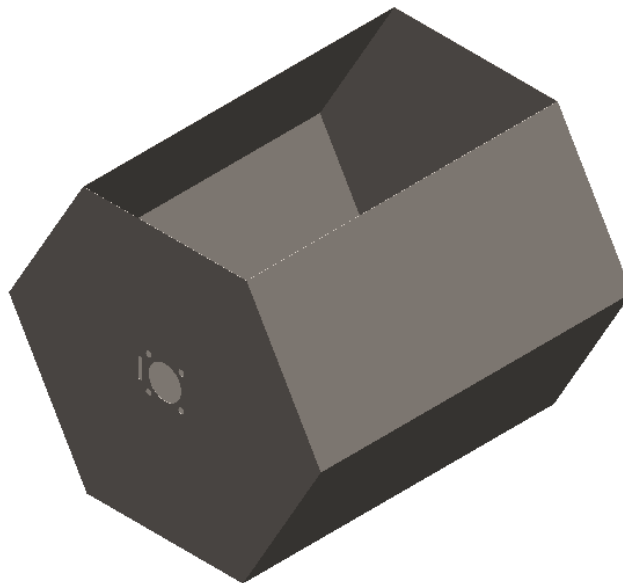


Figura 31: Capa externa de Acero ASTM 136

4.3.3.2. Eje principal

El eje principal tendrá un diámetro de 50 mm y una longitud de 1,7 m. acero inoxidable AISI 316L

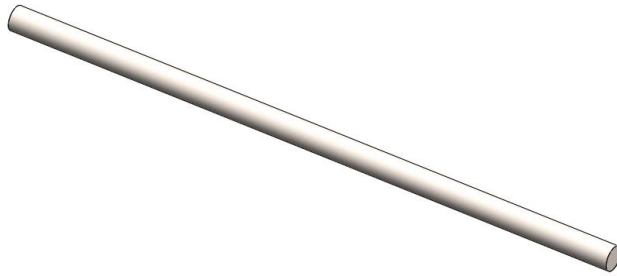


Figura 32: Eje de transmisión de 50 mm

4.3.3.3. Paletas de remoción

La paleta de remoción tiene un largo de 35,5 cm con 1 cm de espesor y 80 mm de ancho en su platina de soporte, a continuación, se muestra una figura de la paleta con sus respectivas abrazaderas de eje.

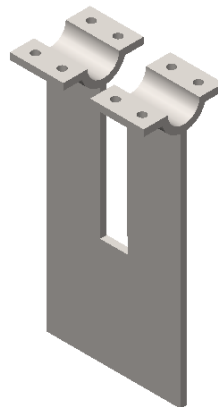


Figura 33: Paletas de remoción

4.3.3.4. Estructura de soporte general

La estructura de soporte de la máquina tendrá un perfil cuadrado de 40 x 40 x 2,5 mm y estará hecha del acero ASTM A36.



Figura 34: Estructura de soporte de la máquina

4.3.3.5. Máquina fermentadora de cacao ensamblada

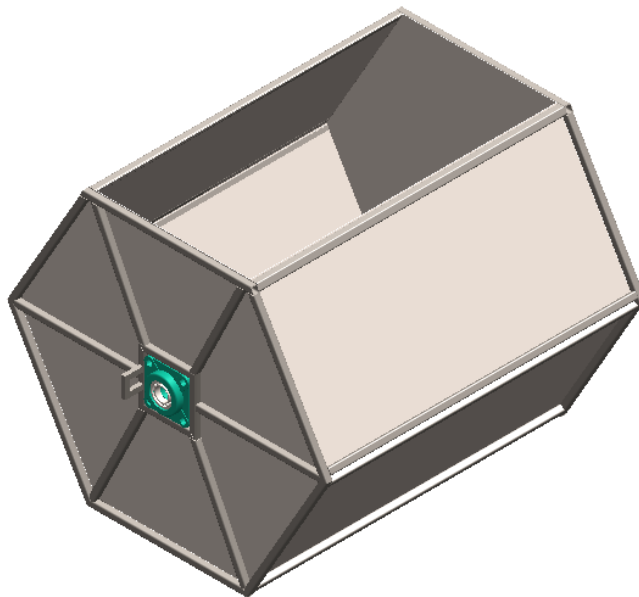


Figura 35: Cámara de fermentación de cacao

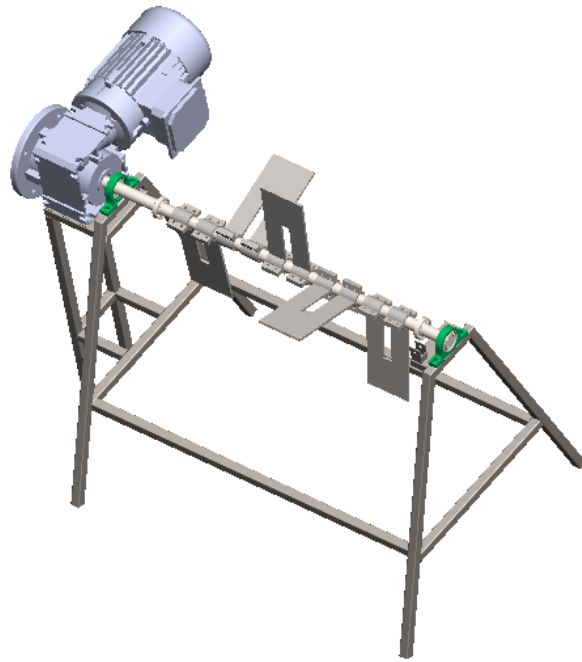


Figura 36: Sistema electromecánico y de remoción

Luego se ensamblará la máquina completa.

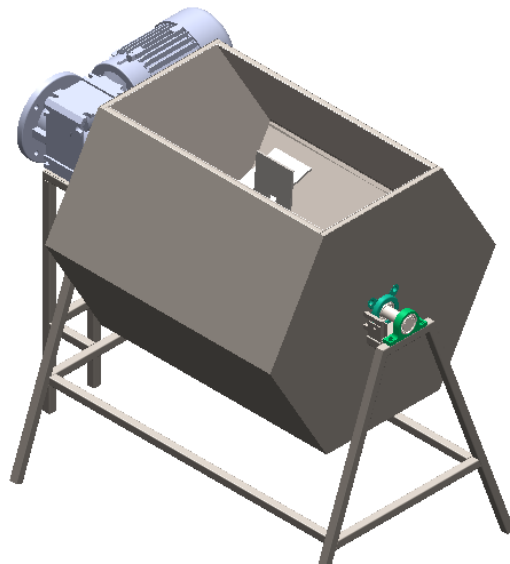


Figura 37: Vista isométrica de la fermentadora de cacao

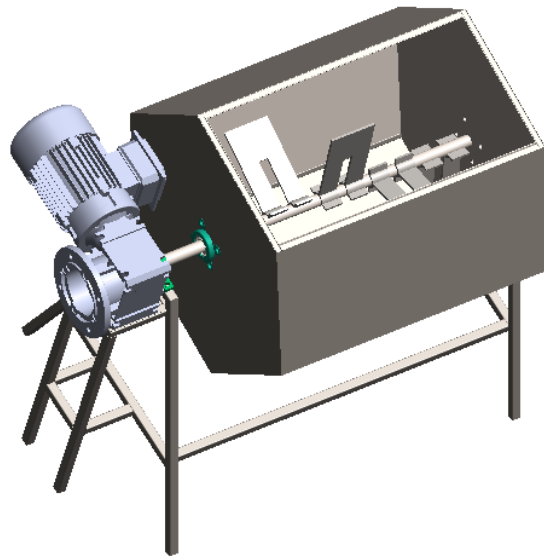


Figura 38: Vista general de la máquina fermentadora de cacao

4.4. Análisis estático empleando software CAD/CAE

4.4.1. Análisis estático del eje principal

Para la simulación se proyectó el torque total y las fuerzas aplicadas sobre el eje tomando en cuenta las distancias. Se aplica dos fuerzas de 2971,45 N en las chumaceras de pared resultante de los pesos total en la cámara. Y el torque en cada paleta es de 264,87 N.m tenemos 5 paletas esto quiere decir que el torque total será 1324,35 N.m, se fija en la parte de las chumaceras de bancada se puede apreciar en las flechas de los extremos de color verde.

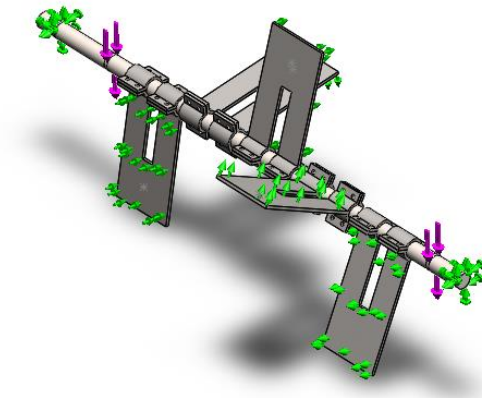


Figura 39: Proyecciones de fuerzas en el eje

Para la simulación de esfuerzos combinados, consideramos como una superficie fija la parte de los rodamientos (flechas verdes), las flechas en color naranja representan el momento torsor de las paletas 1324,35 N.m y la flecha de color morado represen las fuerzas F1 y F2, cada una de 2971,45 N. el resultado obtenido en la simulación se asemeja mucho en el calculado, el resultado calculado es 103,57 Mpa y el encontrado en el software 106 Mpa.

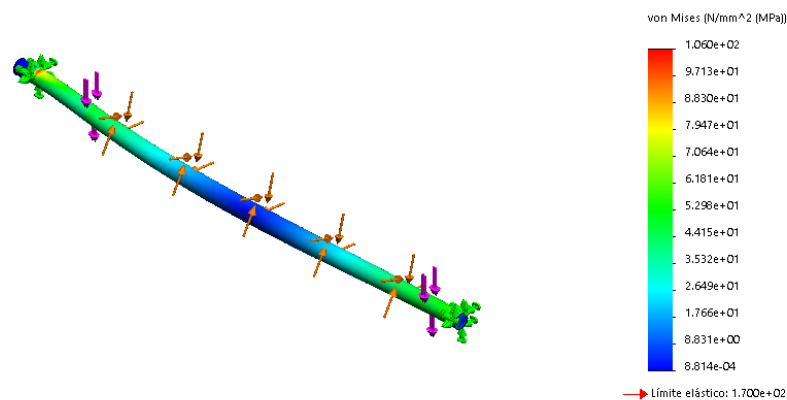


Figura 40: Esfuerzos de Von Mises en el eje principal.

Como se puede verificar el factor de seguridad hallado a través de software es muy cercano al hallado de manera teórica (1,64), eso demuestra el gran análisis de diseño ejecutado.

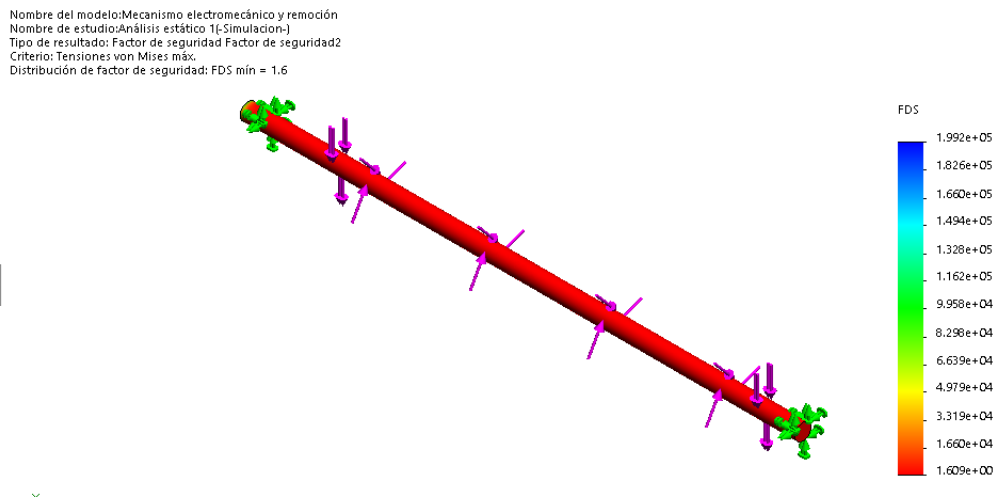


Figura 41: Factor de seguridad del eje

4.4.2. Análisis de fatiga del eje

Para el estudio de fatiga se consideran datos de la una capa carburizada, con el cual se obtendrá datos reales, después de pasar al eje por un tratamiento termoquímico con espesor (um) que será aplicada al eje del fermentador.[24]

Capa carburizada

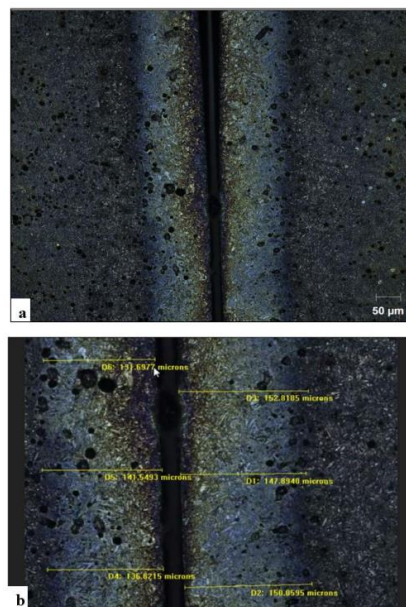


Figura 42: Microestructura del eje mediante un corte transversal, donde se puede apreciar una estructura perlítica en el núcleo. (b) Apreciación de la franja carburizada a 50µm con un espesor promedio 143.44 microns - 0.14344mm.

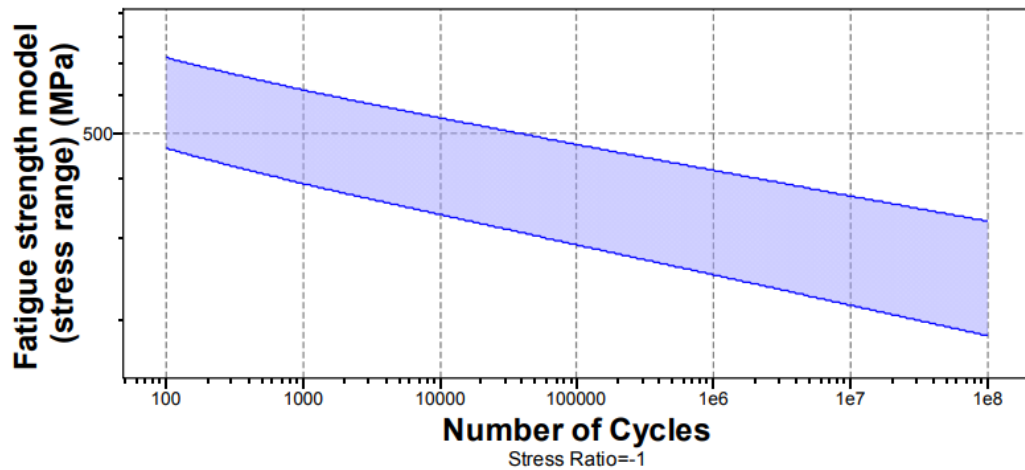


Figura 43: Límite superior e inferior de Fatiga, AISI 316L CES2019 EDUPACK

A continuación, se presenta al eje y la capa carburizada en SolidWorks. Que será ensamblado para realizar el estudio. con un espesor de $143.44\mu\text{m}$ o 0.14344 mm .

[21]



Figura 44: Muestra de la capa carburizada y el eje principal en 3D.

Para iniciar con el estudio del eje principal, se diseñará en el programa SolidWorks con las medidas obtenidas anteriormente. Y cargas aplicadas en el eje como se presentó en el estudio estático. A continuación, los resultados.

Daño acumulado.

El factor de daño nos permite visualizar, el modelo no sufre daño por fatiga aplicando la carga radial de 10^5 ciclos.

Nombre del modelo: Eje principal 02
Nombre de estudio: Fatiga 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Fatiga(Daño) Resultados1

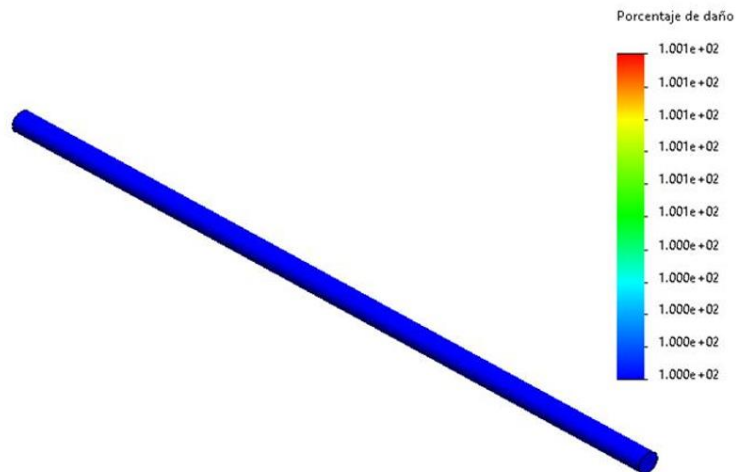


Figura 45: Daño acumulado en el eje principal.

Vida total.

La influencia de vida, para las cargas seleccionadas y el número de ciclos encontrados, donde el daño por fatiga es pequeño. En el cual se determina la vida mínima de 1.00×10^7 ciclos.

Nombre del modelo: Eje principal 02
Nombre de estudio: Fatiga 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Fatiga(Vida) Resultados2

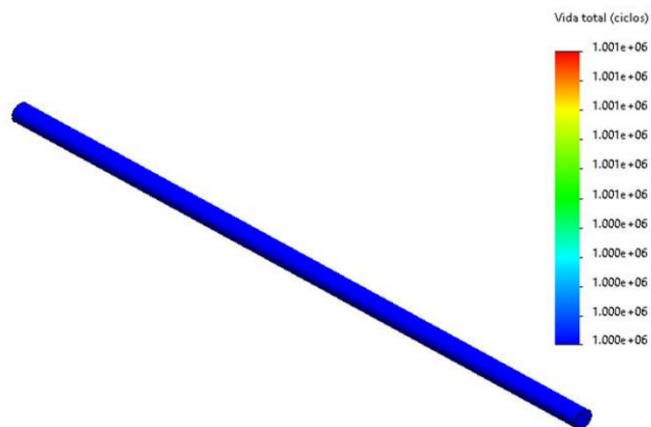


Figura 46: Vida total del eje principal.

Factor de carga.

El factor de carga nos muestra que el eje del fermentador de cacao fallaría si las cargas actuales se multiplican por 3.755 (mínimo factor de carga).

Nombre del modelo: Eje principal 02
Nombre de estudio: Fatiga 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Fatiga(El factor de carga puede ocasionar fallos) Resultados3
Los factores de carga menores de 1.0 indican un fallo

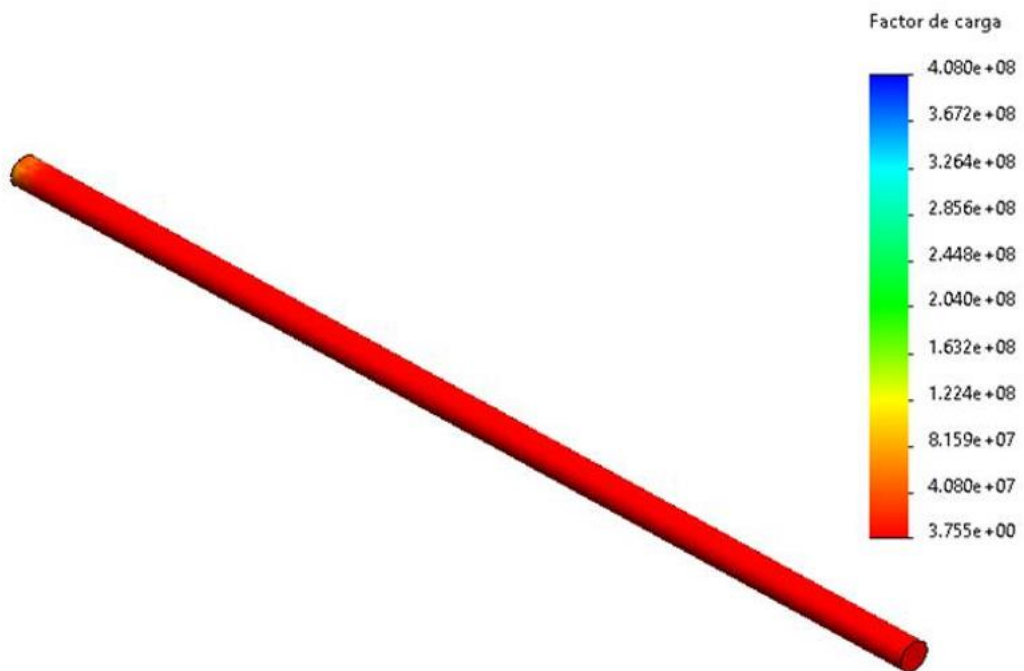


Figura 47: Factor de carga del eje principal.

Indicador de Biaxialidad.

El factor de Biaxialidad realiza el trazado entre la relación del esfuerzo principal mínima alterna y esfuerzo máxima principal máxima alternante. Mediante este trazado se puede obtener un dato que nos indita el estado de la parte analizada. Si el valor es menor a uno indica un cortante puro y un valor de uno india un estado biaxial puro.

Nombre del modelo: Eje principal 02
Nombre de estudio: Fatiga 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Fatiga(Biaxialidad) Resultados4

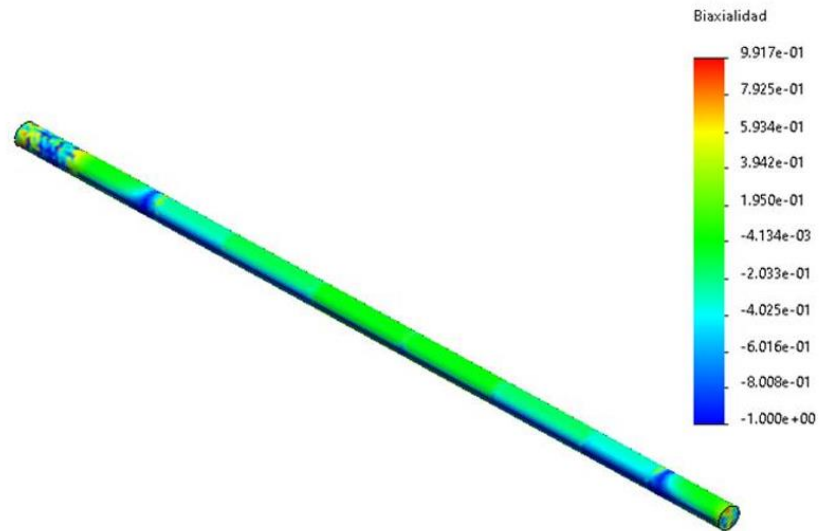


Figura 48: : Indicador de biaxialidad para el eje de la maquina fermentadora de cacao.

Curva S-N

La curva S-N representa la resistencia a la fatiga de un número específico de ciclos. El software de SolidWorks nos muestra los datos de la curva S-N para realizar análisis y determinar el resultado del daño o la vida por fatiga (vida segura).

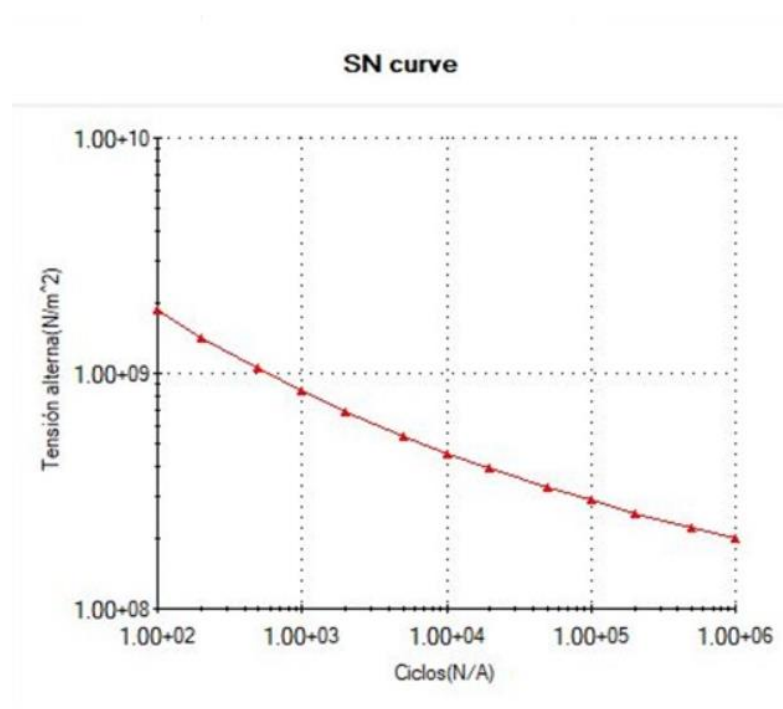


Figura 49: Curva S-N.

4.4.3. Análisis estático de la paleta de remoción

Para el caso de las paletas de remoción, se proyectó una fuerza puntual en el centro de dicho elemento de 882,9 N (color morado). Las flechas color verde indican una sujeción fija.

Tanto el factor de seguridad como el Esfuerzo de Von Mises son muy parecidos a los hallados a través de cálculo (2,16 y 94,825 MPa). El esfuerzo máximo 88 MPa y se presenta en la zona donde se une la platina con la abrazadera es similar al calculado de 94,825 Mpa. Al igual que el factor de seguridad calculado 2,16 y el obtenido en la simulación 2,35.

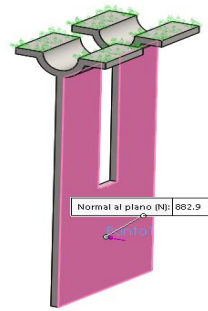


Figura 50: : Proyección de fuerza en una paleta de remoción

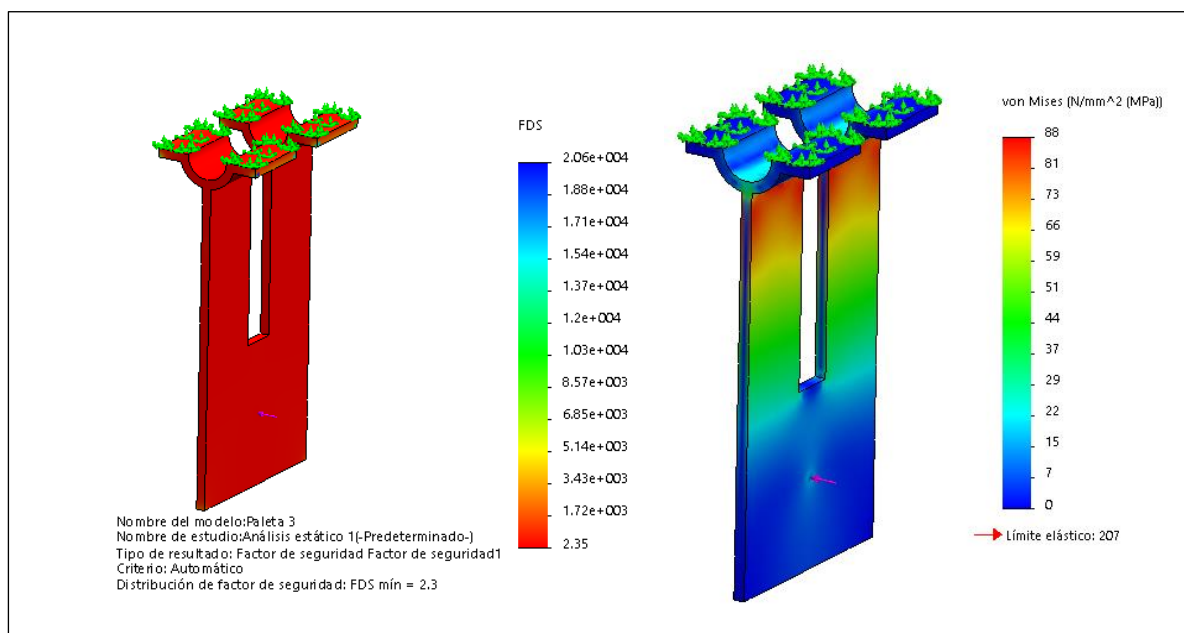


Figura 51: : Factor de Seguridad y Esfuerzo de Von Mises

Para el análisis de carga se toma en cuenta el peso total que soporta la estructura de la máquina de fermentación, tanto el peso total de la cámara como el peso del motorreductor.

Tabla 11. Cargas que soporta la estructura de la máquina

Elemento	Carga (kg)	Fuerza (N)
Peso total de la cámara de fermentación	605,8	2969,4
Motorreductor	92	901,6

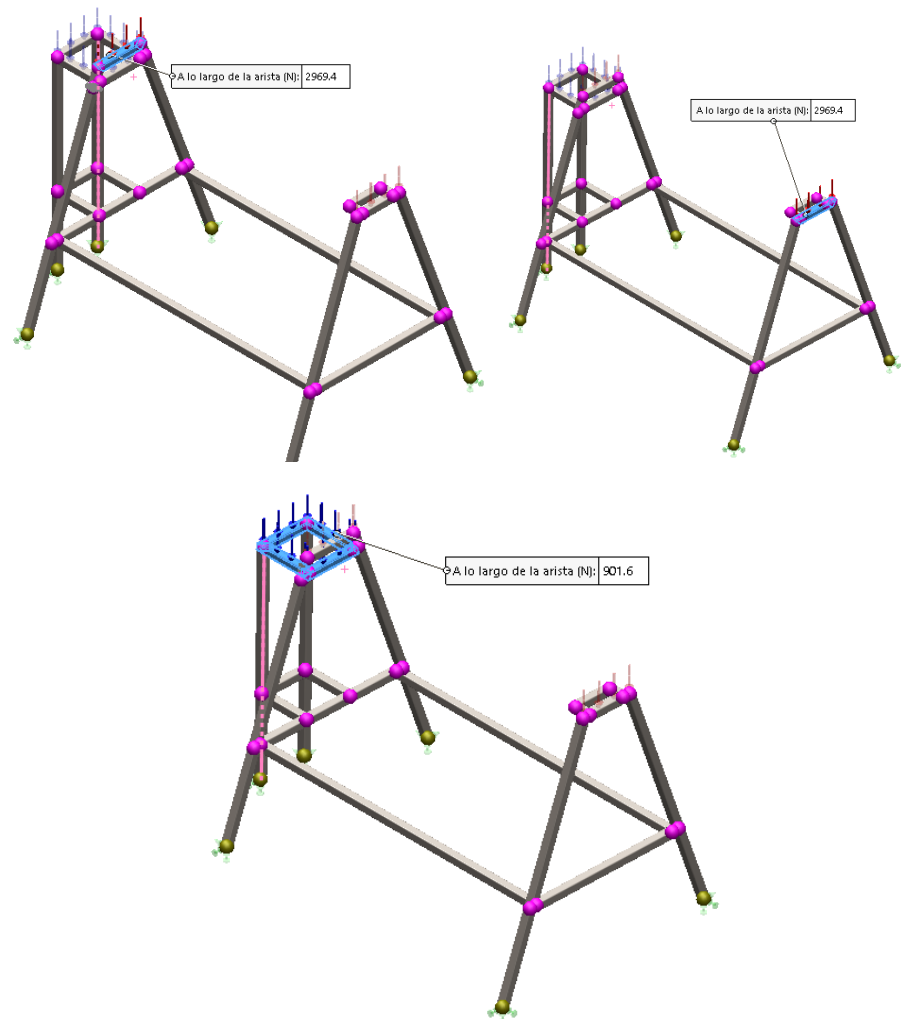


Figura 52 : Fuerzas en la estructura

El factor de seguridad hallado en el análisis de cargas corrobora el buen diseño de la estructura que soportara todo el peso de la máquina fermentadora de cacao.

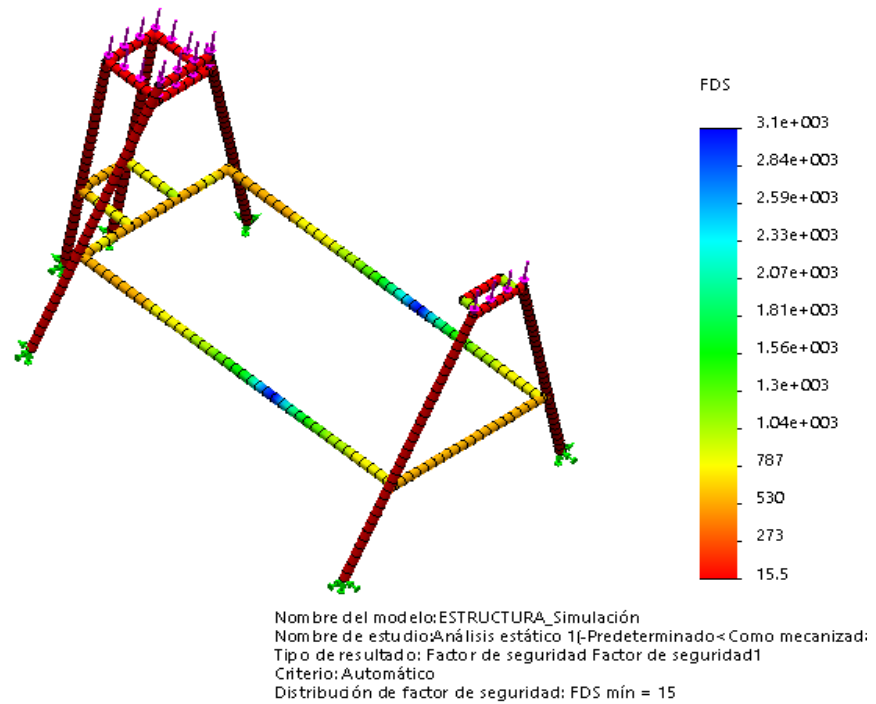


Figura 53: Factor de seguridad de la estructura

4.4.4. Análisis estático de la estructura de la cámara.

Para el análisis de la cámara se fijó en los extremos donde se ubica la chumacera de pared (flechas verdes), y se colocó fuerzas en tipo de masa distribuida de 450 kg representado la materia prima de cacao en baba, y la gravedad $9,81 \text{ m/s}^2$.

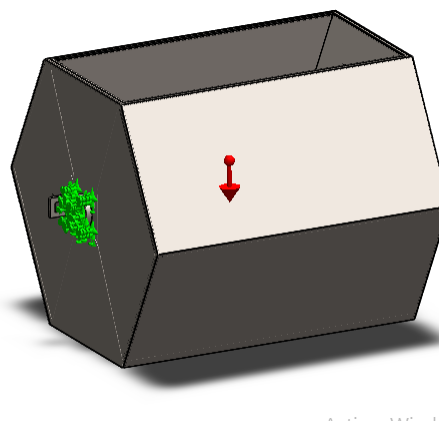


Figura 54: Fuerzas en la cámara.

Las deformaciones en la cama interna son muy pequeñas (2,042 mm) como máximo.

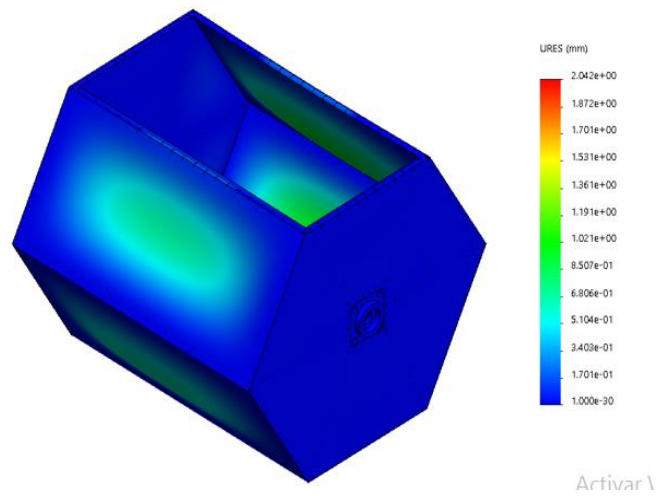


Figura 55: Análisis del desplazamiento estático en la cámara.

Factor de seguridad de la cámara de fermentación.

Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
 Criterio: Tensiones von Mises máx.
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.4

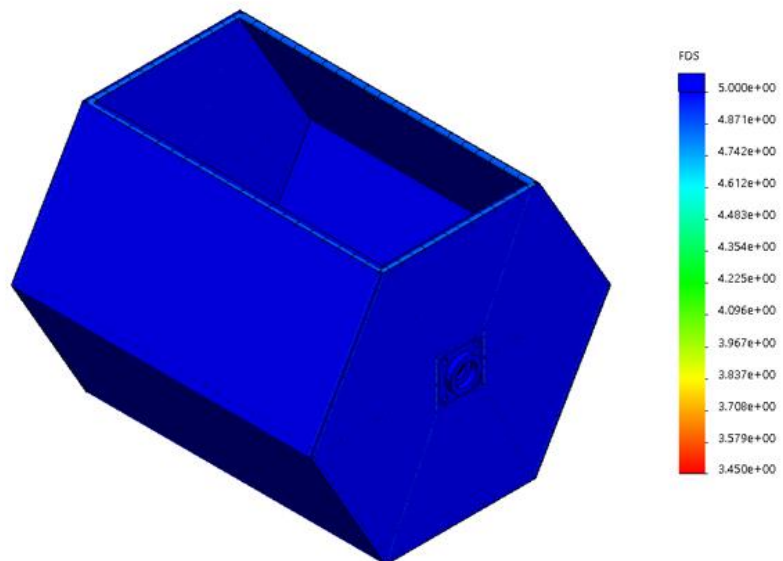


Figura 56: Factor de seguridad de la cámara

4.5. Estudio económico del diseño

Se utilizaron métodos estadísticos financieros como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para el análisis económico del diseño del fermentador de cacao. Mediante una tabla, detalle la inversión total, el flujo de caja, etc. de todo el sistema.

4.5.1. Inversión inicial

Tabla 12. Costos de inversión

INVERSIÓN		
Sub Total	S/.	35 319,03
IGV 18%	S/.	6 357,50
TOTAL	S/.	41 676,53

Para la inversión inicial del proyecto se hizo la cotización a diferentes empresas dedicadas al diseño y fabricación de maquinaria industrial.

La cotización corresponde a la empresa “I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO S.A.C” con RUC: 20604620300, el presupuesto incluye el suministro, construcción, habilitación, transporte y logística de todo el proceso. En el Anexo 11 se muestra el presupuesto recibido de la empresa.

Así como también la empresa DISEÑO Y FABRICACIONES INDUSTRIALES E&E S.A.C “RODAS” La Victoria-Chiclayo. El presente presupuesto está de acuerdo a todos los cálculos y selección de materiales realizados para la maquina fermentadora, con la variación de la marca del motoreductor que en este caso se propuso por recomendación del técnico encargado utilizar un motoreductor de la marca DELCROSA con las mismas características técnicas, que el motoreductor con el que trabajamos en el diseño.

Se plantea una evaluación económica de los dos presupuestos. Que fueron obtuvimos de acuerdo a la información proporcionada por el diseño y selección de elementos en el apartado 4.3. A continuación se describe los materiales incluidos en el presupuesto.

Tabla 13. Materiales incluidos en el presupuesto.

Elementos	Cantidad
MÁQUINA FERMENTADORA DE CACAO	
Motorreductor Siemens 2,6 kW	1
Chumaceras tipo puente (P) con rodamiento de bolas de 50 mm	2
Chumaceras para pared con agujeros (F) con rodamiento de bolas de 50 mm marca	2
Eje de 50 mm AISI 316L de 1,7 m	1
Chapa metálica de 2 mm AISI 316L 2x2m	3
Chapa metálica de 2 mm ASTM A36 2x2m	4
Tubería de perfil cuadrado 25x25x2,5 mm ASTM A36	20 m
Chapa de acero inoxidable AISI 304 de 1 cm 2x2 m	2
Espuma de poliuretano de 25 mm de 2x2 m	2
Tornillo cabeza cuadrada de 20 mm	30
Tubería de perfil cuadrado de 40x40x2,5 mm	25 m
EQUIPOS ELÉCTRICOS DE PROTECCIÓN	
Interruptor termomagnético 6A	1
Pulsadores	3
Caja para tablero de control	1
Relé térmico de 6,6 A	1
Cable 18 AWG	1 rollo
ACCESORIOS Y OTROS	
Soldadura	
Herramientas	
Pintura	
Montaje	

4.5.2. Flujo de caja

Para la investigación se grafica un beneficio neto de flujo de manera anual, en donde también intervendrán gastos operacionales en el mismo periodo.

4.5.2.1. Ingresos mensuales y anuales

Los ingresos que se tendrán con la operación de una máquina fermentadora de cacao están asociados a la mano de obra, ya que no es necesario que los operarios estén presentes haciendo labores de remoción del cacao, como se viene haciendo con el uso de los fermentadores de cajones de madera. Donde se generan gastos por mano de obra, se requiera de 2 a 3 trabajadores para este proceso, se puede apreciar este dato en el anexo 3. En la encuesta a las empresas fermentadoras de cacao. El sistema de remoción de la misma máquina genera el trabajo, cada 7 días solo se tendrá que retirar granos fermentados e ingresar nuevos granos de cacao, un trabajo que no dura ni una hora. La empresa estará ahorrando un costo de 2 050.00 soles mensuales que puede gastar en el pago de 2 operarios encargado de supervisar la fermentación de los granos de cacao. Al año los operarios reciben 14 sueldos, es decir 28 700.00 soles de ahorro anual.

Tabla 14. Ingresos, mensuales y anuales.

INGRESOS. MENSUAL, ANUAL							
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Precio	Precio mensual (S/.)		Precio anual (S/.)		
Ingreso por ahorro de personal	2	S/ 1 025,00	S/	2 050,00	S/	28 700,00	
TOTAL					S/	28 700,00	

4.5.2.2. Egresos mensuales y anuales

Los gastos son necesarios para mantener la máquina en funcionamiento y su rendimiento óptimo. Esto se debe a que este tipo de máquinas muchas veces requieren mantenimiento preventivo o correctivo.

Tabla 15. Egresos mensuales y anuales del proyecto

EGRESOS. MENSUAL, ANUAL						
DESCRIPCIÓN	Unidad	Precio unitario (S/.)	Precio mensual (S/.)		Precio anual (S/.)	
Energía eléctrica						
Motorreductor 2,6 kW	kW-h	-	S/	120,00	S/	1 440,00
Mantenimiento						
Costo promedio	-	-	S/	300,00	S/	600,00
Personal						
Recibo por honorarios	1	-	S/	600,00	S/	7 200,00
Lubricante						
Aceite	kg	120	S/	120,00	S/	240,00
TOTAL					S/	9 480,00

4.5.3. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto es un indicador de un buen pronóstico financiero para un proyecto. Si el VAN es mayor que el número 0, los ingresos en un período determinado serán mayores que la inversión inicial más los costos operativos para el mismo período. [21].

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

Ft: Beneficio neto de flujo anual

I: Inversión inicial

r: Tasa de descuento (12%) = 0,12

t: Tiempo (años)

n: Número de años

Para el presente proyecto se tomará un periodo de 5 años.

4.5.4. Valor Actual Neto (VAN)

Actualmente, la banca de crédito peruana paga el 12%, y para que el proyecto sea rentable, la tasa interna de retorno debe ser mayor al porcentaje anterior. [21].

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} - I = 0$$

Tabla 16. VAN y TIR del proyecto, cotizaciones

VAN Y TIR						
	0	1	2	3	4	5
INVERSIÓN INICIAL	S/ -41 676,53					
TOTAL, EGRESOS						
Gastos en operación, mantenimiento u otros	S/ -41 676,53	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00
TOTAL, DE INGRESOS						
Ingresos por ahorro de personal	S/ -41 676,53	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00
BENEFICIOS NETOS	S/ -41 676,53	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00
			VAN	S/	27 607,27	
Tasa de interés	12%		TIR		36%	

Segunda cotización

VAN Y TIR						
	0	1	2	3	4	5
INVERSIÓN INICIAL	S/ -21 830,00					
TOTAL, EGRESOS						
Gastos en operación, mantenimiento u otros	S/ -21 830,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00	S/ -9 480,00
TOTAL, DE INGRESOS						
Ingresos por ahorro de personal	S/ -21 830,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00	S/ 28 700,00
BENEFICIOS NETOS	S/. -21 830,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00	S/ 19 220,00
Tasa de interés	12%		VAN TIR	S/ 47 453,80 84%		

V. CONCLUSIONES

- Las encuestas realizadas a distintas empresas de la localidad de Jaén, Cajamarca sirvieron para poder determinar los parámetros de funcionamiento del fermentador de cacao. En las respuestas y resultados se corroboró que tanto el tiempo como la temperatura son factores que dependen únicamente del fenómeno químico que suele presentar en la fermentación del cacao, no hay mecanismo que pueda acelerar el proceso de fermentación. El diseño de la máquina sirve para tener una mejor manipulación del proceso y preservar las cualidades del grano.
- El diseño se basa en la mejor solución de varias opciones de tipo de remoción de los granos de cacao, provocados por paletas rotativas colocadas en un eje en el interior de la cámara de fermentación, son un total de 5 paletas que poseen 1 cm de espesor cada una. El diseño seleccionado es la mejor solución a comparación del diseño de un tambor rotativo, ya que dicho modelo de fermentador rotativo requerirá de un mayor torque debido al giro total de la cámara.
- El diseño y selección de los elementos de la máquina de fermentación fueron obtenidos de acuerdo a las fuerzas y las cargas a soportar, si aumenta la carga, aumentaría los momentos y con esto, el espesor de las paletas de remoción, la dimensión de la cámara, el diámetro del eje y la potencia del motorreductor. La potencia hallada es de 2,76 kW, el diámetro del eje es de 50 mm con un factor de seguridad de 1,64, y paletas de remoción poseen un factor de seguridad de 2,16. Estos datos muestran el buen diseño de la máquina y permite la selección de materiales con dimensiones existentes en el mercado.
- El análisis que se llevó a cabo empleando software CAD/CAE arrojó datos muy parecidos a los hallados a través de cálculo numérico, esto se evidencia en el factor de seguridad del eje, de las paletas y la cámara de fermentación. Eso demuestra la confiabilidad del diseño y el cumplimiento de los parámetros que se tomaron en cuenta para los estudios de ingeniería correspondientes.
- El TIR de 36% confirma la factibilidad del proyecto. El fermentador de cacao tiene una inversión que puede ser recuperada sin ningún problema al concluir los 5 años de operación.

VI. RECOMENDACIONES

-Implementar un proceso de fermentación monitoreado, con el uso de sistemas automatizados donde se pueda apreciar el mejor control del proceso de fermentación, en el caso de la fermentación es de vital importancia el control de la temperatura, el Ph, la humedad, se puede colocar sensores y pantallas donde se aprecie el comportamiento de la fermentación en todo el proceso.

-Diseñar un mecanismo que ayude a reducir el tiempo de fermentación de cacao. Con la aplicación de iniciadores químicos externos en el proceso de fermentación, Suministrar calor de una fuente externa y también mejorar el aislamiento que se debe utilizar para la conservación de calor en la cámara de fermentación, y garantizar que la cámara se lo mas adiabática posible. Teniendo en cuenta las medidas que se deben tomar para la fermentación de cacao en zonas con baja temperatura.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. M. Cardona Velásquez, «Influencia del proceso de fermentación sobre las,» Medellín, Colombia, 2016.
- [2] M. d. C. E. y. Turismo, «El cacao peruano es admirado en el mundo,» *Perú*, p. 2, 12 Diciembre 2018.
- [3] E. S. Fronteres, «Cacao criollo, fino de sabor y aroma: Una oportunidad para el empoderamiento de las mujeres chocolateras de Jaén,» Newsletter, 25 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://esf-cat.org/cacao-criollo-fino-sabor-y-aroma-oportunidad-para-empoderamiento-las-mujeres-chocolateras-jaen/>. [Último acceso: 16 Septiembre 2019].
- [4] R. y. L. Delgado, «Diseño de fermentador de cacao automático basado en proceso tradicional,» Lima, 2018.
- [5] C. Y. Erazo Gavilánez, «Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (*Theobroma cacao* K), en el Cantón El Empalme provincia Guayas,» Quito, 2019.
- [6] J. M. Castillo Ramos, «Diseño de un fermentador orientado a mejorar el proceso de fermentación del cacao criollo blanco en Piura,» Piura, 2019.
- [7] B. A. Carrillo Arvildo, «Influencia del tiempo de fermentdo y método de secado solar en la calidad sensorial del licor de cacao (*Teobrama cacao* L.) CLON CCN51,» Tingo María-Perú, 2011.
- [8] A. e. a. Espinoza, *Fermente bien su cacao*, Bucaramanga-Colombia: Litografía La Bastilla LTD, 1998.
- [9] E. M. Sinche Quillatupa, «Evaluación del tiempo de fermentación del grano de cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) para la obtención de la pasta,» Satipo-Perú, 2011.
- [10] N. Dostert, J. Roque, A. Cano y M. I. & W. M. La Torre, «Hoja botánica: Cacao - *Theobroma cacao* L.,» Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C, Lima, 2011.
- [11] A. N. d. Café, «Programa de Diversificación de Ingresos a la Empresa Cafetera,» 2004.
- [12] M. d. A. y. G. C. Rica, «Tecnología Moderna en la Producción del Cacao,» Costa Rica, 2013.

- [13] L. M. Cardona Velásquez, «Influencia del proceso de fermentación sobre las características de calidad del grano de cacao,» Medellín, Colombia, 2017.
- [14] . d. S. e. Colombia, «Coexca Colombia Exporta Cacao,» 2017. [En línea]. Available: https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Colombia/Documentos/Guia_de_buenas_practicas_de_poscosecha.pdf. [Último acceso: 8 Octubre 2019].
- [15] R. L. Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, México: Pearson Educación, 2006.
- [16] D. G. & S. L. C. Dieter, Engineering Design, Maryland: Connect Learn Succeed , 2013.
- [17] L. W. Relief, «<http://cacaomovil.com>,» KRONOSCODE, 2019. [En línea]. Available: <http://cacaomovil.com/guia/8/contenido/fermentacion/>. [Último acceso: 24 Noviembre 2019].
- [18] O. d. l. N. U. p. l. A. y. l. Agricultura, «La ingeniería en el desarrollo,» Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1993. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/x5041s/x5041S00.htm#Contents>. [Último acceso: 24 noviembre 2019].
- [19] J. L. Maldonado Flores, «Aceros y sus aplicaciones,» CD. Universitaria, Nuevo León, México, 1996.
- [20] C. Mastrandea y M. Martínez, «Propiedades de la madera,» Buenos Aires, Argentina, 2017.
- [21] J. ESAN, «Conexión esan,» Universidad ESAN2019, [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/08/van-y-tir-para-que-sirven-y-cuando-usarlos/>. [Último acceso: 19 Noviembre 2019].
- [22] M. D. Espinoza Osorio, «Fermentación de cacao (Theobroma cacao L.) Tipo Criollo en diferentes tipos de fermentadores en sector La Unión Río Negro,» Satipo-Perú, 2011.
- [23] J. C. Rivera García, «Correlación de la porosidad con el grano de fermentación del grano de cacao peruano (Theobroma cacao L.),» Lima-Perú, 2018.
- [24] L. E. F. MONTENEGRO, ANÁLISIS DE FALLA POR FATIGA PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DEL EJE PRINCIPAL DE UN MOLINO DE MARTILLO TRITURADOR, Chiclayo, 2022.

VIII. ANEXOS

ANEXO I Modelo de encuesta aplicada a los agricultores de Jaén-Cajamarca



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
DIAGNÓSTICO

ENCUESTA N°

OBJETIVO:

Diagnosticar el estado actual del proceso de fermentación de cacao en los productores de Jaén-Cajamarca.

INSTRUCCIONES:

Elegir con una (x) la mejor alternativa que se adapte a tu preferencia, de darse el caso especifique.

1. DATOS GENERALES

1.1. Razón Social: _____

1.2. Cargo: _____

1.3. Edad: ____ años.

1.4. Sexo: a. () Masculino b. () Femenino

1.5. N. de trabajadores en la empresa: _____

1.6. N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao: _____

2. DATOS GENERALES

2.1. Describa brevemente el método de fermentación que usted emplea para el proceso de cacao.

2.2. ¿Qué cantidad de cacao es fermentado al mes?

2.3. ¿Su método de fermentación produce algún deterioro al grano?

2.4. ¿Hay pérdidas por exceso de producción? _____

2.5. ¿Cuánta es la capacidad en volumen sobre tiempo que usted fermenta en una semana?

3. PRODUCTO

3.1. ¿Conoce usted alguna máquina fermentadora de cacao?

a. () Si

b. () NO

Si marco "(X) SI" especifique cuales: _____

3.2. ¿Una máquina fermentadora de cacao podría disminuir el tiempo de procesamiento?

a. SI

b. NO

Especifique: _____

3.3. ¿Una máquina fermentadora de cacao podría evitar el deterioro del grano en el proceso?

a. SI

b. NO

Especifique: _____

3.4. ¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del cacao?

a. SI

b. NO

Especifique: _____

4. PRECIO

4.1. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao con el fin de agilizar los tiempos de producción?

a. SI

b. NO

4.2. ¿Podría detallar cuál es el rango de precio dispuesto a pagar por una máquina fermentadora de cacao?

5. RIESGO

5.1. ¿Considera más eficiente y cómodo el proceso si se usa una máquina fermentadora?

a. SI

b. NO

Si marco "(X) SI" especifique cuales: _____

5.2. ¿Considera usted que para la manipulación de una máquina fermentadora se debe utilizar implementos de seguridad?

a. SI

b. NO

Si marco "(X) SI" especifique cuales: _____

5.3. Un investigador está diseñando una máquina fermentadora de cacao para mejorar el proceso de producción, ¿Estaría usted dispuesto a que se hagan las pruebas necesarias en su empresa para recolectar información?

a. SI

b. NO

MUCHAS GRACIAS

Fecha: ___/___/___

Encuestador: _____

ANEXO 2: Validación de encuesta



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

10 CHICLAYO
DE OCTUBRE
DEL 2019

PLANTILLA JUICIO DE EXPERTO

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el diagnóstico de la situación actual del proceso de fermentación de cacao que hace parte de la investigación; "Diseño de una máquina fermentadora de cacao con capacidad de 500 kg para mejorar la producción de los agricultores de Jaén-Cajamarca". La evaluación del diagnóstico es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa de Ingeniería Mecánica Eléctrica como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JUEZ: Juan Carlos Vives Barrios
FORMACIÓN ACADÉMICA: Ingeniero Mecánico
AREA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: Diseño, Emergencia y
MANUFACTURA
TIEMPO 11 CARGO ACTUAL Docente
INSTITUCIÓN: USAT

Objetivo de la investigación: Diagnosticar la situación actual del proceso de la fermentación de cacao en los productores de Jaén- Cajamarca.

DIMENSIÓN	ITEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
1. DATOS GENERALES	1.1. Razón Social					
	1.2. Puesto					
	1.3. Edad					
	1.4. Sexo					
	1.5. N. de trabajadores en la empresa.					
	1.6. N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao					
2. PRODUCCIÓN	2.1. ¿Qué tipo de fermentación utiliza usted para el proceso del cacao? <i>método de fermentación natural</i>		TIPO CACAO			
	2.2. ¿Qué cantidad de cacao es fermentado al mes?					
	2.3. El tipo de fermentación que emplea usted, ¿Altera o modifica a las propiedades del grano? <i>Si → Especifica que tipo</i>					
	2.4. Actualmente ¿cuenta usted con una máquina fermentadora?					
	2.5. ¿Cuál es la capacidad máxima del fermentador que utiliza?					
3. PRODUCTO	3.1. ¿Conoce usted alguna máquina fermentadora de cacao?					
	3.2. ¿Una máquina fermentadora podría facilitar el avance de la producción?					
	3.3. ¿Una máquina fermentadora podría conservar las propiedades del cacao?					
	3.4. ¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del grano?					
4. PRECIO	4.1. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao con el fin de agilizar los tiempos de producción?					
	4.2. ¿Desearía que la máquina fermentadora sea de bajo costo?					
5. RIESGO	5.1. ¿Obtener una máquina fermentadora <u>evitará accidentes</u> en el proceso de fermentación?					
	5.2. Considera usted que para la manipulación de una máquina fermentadora <u>Se debe utilizar implementos de seguridad</u> ?					
	5.2. Un investigador está diseñando una máquina fermentadora de cacao para mejorar el proceso de producción, ¿Estaría usted dispuesto a que se realicen pruebas <u>necesarias en su empresa</u> ? <i>tipo fabricar info.</i>					

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál?

*Para los casos de equivalencia semántica se deja una casilla por ítem, ya que se evaluará si la transcripción o el cambio de vocabulario son suficientes.

FIRMA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

10 CHICLAYO
DE OCTUBRE
DEL 2019

PLANTILLA JUICIO DE EXPERTO

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el diagnóstico de la situación actual del proceso de fermentación de cacao que hace parte de la investigación; "Diseño de una máquina fermentadora de cacao con capacidad de 500 kg para mejorar la producción de los agricultores de Jaén-Cajamarca". La evaluación del diagnóstico es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa de Ingeniería Mecánica Eléctrica como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JUEZ: Saul Espinoza Ruiz
 FORMACIÓN ACADÉMICA: Ingeniería Mecánica Eléctrica
 AREA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: Diseño Mecánico y Operación
 TIEMPO 4 CARGO ACTUAL Jefe de Prácticas
 INSTITUCIÓN: USAT

Objetivo de la investigación: Diagnosticar la situación actual del proceso de la fermentación de cacao en los productores de Jaén- Cajamarca.

DIMENSIÓN	ITEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES	
1. DATOS GENERALES	1.1. Razón Social	SI	SI	SI	SI	El párrafo está con un guión	
	1.2. Cargo		SI	SI	SI		
	1.3. Edad		SI	SI	SI		
	1.4. Sexo		SI	SI	SI		
	1.5. N. de trabajadores en la empresa		SI	SI	SI		
	1.6. N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao		SI	SI	SI		
2. PRODUCCIÓN	2.1. Actualmento ¿Cuenta usted con una máquina fermentadora?	SI	SI	SI	SI	Cambios de color del grano	
	2.2. ¿Qué tipo de fermentación utiliza usted para el proceso del cacao?		SI	SI	SI		
	2.3. ¿Cuánto es la capacidad máxima del fermentador que utiliza?		SI	SI	SI		
	2.4. ¿Cuánto es la cantidad de Cacao fermentado al mes?		SI	SI	NO		En cantidad de cacao se genera dentro a Co. Altos o Tullán
	2.5. El tipo de fermentación que emplea usted; ¿Genera daños a las propiedades del grano?		SI	SI	NO		
	2.6. ¿Una máquina fermentadora podría facilitar el avance de la producción?		NO	SI	SI		
	2.7. ¿Una máquina fermentadora podría conservar las propiedades del cacao?		NO	SI	SI		Diferencia Producto Diferencia PRECIO
	2.8. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao con el fin de agilizar los tiempos de producción?		NO	SI	SI		
	2.9. ¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del grano?		NO	SI	NO		
3. PRODUCTO	3.1. ¿Conoce usted alguna máquina fermentadora de cacao?	NO	SI	SI	SI	Respuestas por 2.6, 2.7, 2.9	
	3.2. ¿Cree usted que la máquina fermentadora de cacao genera alguna ventaja?		SI	SI	SI		
	3.3. ¿Cree usted que la máquina fermentadora de cacao genera alguna desventaja?		SI	SI	SI		
4. PRECIO	4.1. ¿Usted adquiriría una máquina fermentadora?	NO	SI	SI	SI	Respuestas por 2.8	
	4.2. ¿Desearía que la máquina fermentadora sea de bajo costo?		SI	SI	SI		
5. RIESGO	5.1. ¿Obtener una máquina fermentadora evitaría esfuerzo físico?	SI	SI	SI	NO	Cambios de color físico Modifica la cantidad al color se afecta Cambios falso → sustituir	
	5.2. Considera usted; ¿Qué pasa manipular una máquina fermentadora debe utilizar implementos de seguridad?		SI	SI	NO		
	5.3. Un investigador está diseñando una máquina fermentadora de cacao para mejorar el proceso de producción, ¿Estaría usted dispuesto a que se haga las pruebas necesarias en su empresa?		SI	SI	SI		

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál? _____

*Para los casos de equivalencia semántica se deja una casilla por ítem, ya que se evaluará si la traducción o el cambio de vocabulario son suficientes:

FIRMA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

11 CHICLAYO
DE OCTUBRE
DEL 2019

PLANTILLA JUICIO DE EXPERTO

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el diagnóstico de la situación actual del proceso de fermentación de cacao que hace parte de la investigación; "Diseño de una máquina fermentadora de cacao con capacidad de 500 kg para mejorar la producción de los agricultores de Jaén-Cajamarca". La evaluación del diagnóstico es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa de Ingeniería Mecánica Eléctrica como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JUEZ: ALEXANDER QUEREVALU MORANTE

FORMACIÓN ACADÉMICA: ING. MECÁNICO ELECTRICISTA

AREA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: _____

TIEMPO 6 AÑOS CARGO ACTUAL DOCENTE

INSTITUCIÓN: USAT

Objetivo de la investigación: Diagnosticar la situación actual del proceso de la fermentación de cacao en los productores de Jaén- Cajamarca.

DIMENSIÓN	ITEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
1. DATOS GENERALES	1.1. Razón Social	S/				
	1.2. Puesto					
	1.3. Edad					
	1.4. Sexo					
	1.5. N. de trabajadores en la empresa.					
	1.6. N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao.					
2. PRODUCCIÓN	2.1. ¿Qué tipo de fermentación utiliza usted para el proceso del cacao?	S/				
	2.2. ¿Qué cantidad de cacao es fermentado al mes?					
	2.3. El tipo de fermentación que emplea usted, ¿Altera o modifica a las propiedades del grano?					
	2.4. Actualmente ¿cuenta usted con una máquina fermentadora?					
	2.5. ¿Cuánto es la capacidad máxima del fermentador que utiliza?					
3. PRODUCTO	3.1. ¿Conoce usted alguna máquina fermentadora de cacao?	S/				
	3.2. ¿Una máquina fermentadora podría facilitar el avance de la producción?					
	3.3. ¿Una máquina fermentadora podría conservar las propiedades del cacao?					
	3.4. ¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del grano?					
4. PRECIO	4.1. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao con el fin de agilizar los tiempos de producción?	S/				
	4.2. ¿Desearía que la máquina fermentadora sea de bajo costo?					
5. RIESGO	5.1. ¿Obtener una máquina fermentadora evitara accidentes en el proceso de fermentación?	S/				
	5.2. Considera usted que para la manipulación de una máquina fermentadora ¿Se debe utilizar implementos de seguridad?					
	5.2. Un investigador está diseñando una máquina fermentadora de cacao para mejorar el proceso de producción, ¿Estaría usted dispuesto a que se realicen pruebas necesarias en su empresa?					

01/06/2012

(Hay alguna dimensión que haga parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál? _____)

*Para los casos de equivalencia semántica se deja una casilla por ítem, ya que se evaluará si la traducción o el cambio de vocabulario son suficientes. _____

[Firma]
FIRMA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

10 CHICLAYO
DE OCTUBRE
DEL 2019

PLANTILLA JUICIO DE EXPERTO

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el diagnóstico de la situación actual del proceso de fermentación de cacao que hace parte de la investigación; "Diseño de una máquina fermentadora de cacao con capacidad de 500 kg para mejorar la producción de los agricultores de Jaén-Cajamarca". La evaluación del diagnóstico es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa de Ingeniería Mecánica Eléctrica como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JUEZ: Armedo Aguinaga Paz

FORMACIÓN ACADÉMICA: Iny Mecánica Eléctrica

AREA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: Ingeniería Mecánica

TIEMPO 27 años CARGO ACTUAL Licenciado

INSTITUCIÓN: UNPRG

Objetivo de la investigación: Diagnosticar la situación actual del proceso de la fermentación de cacao en los productores de Jaén- Cajamarca.



DIMENSIÓN	ITEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
1. DATOS GENERALES	1.1. Razón Social	Si				
	1.2. Puesto					
	1.3. Edad					
	1.4. Sexo					
	1.5. N. de trabajadores en la empresa.					
	1.6. N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao					
2. PRODUCCIÓN	2.1. ¿Qué tipo de fermentación utiliza usted para el proceso del cacao?	Si				Mejorar el orden
	2.2. ¿Qué cantidad de cacao es fermentado al mes?					
	2.3. El tipo de fermentación que emplea usted, ¿Altera o modifica a las propiedades del grano?					
	2.4. Actualmente ¿cuenta usted con una máquina fermentadora?					
	2.5. ¿Cuál es la capacidad máxima del fermentador que utiliza?					
3. PRODUCTO	3.1. ¿Conoce usted alguna máquina fermentadora de cacao?	Si				
	3.2. ¿Una máquina fermentadora podría facilitar el avance de la producción?					
	3.3. ¿Una máquina fermentadora podría conservar las propiedades del cacao?					
	3.4. ¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del grano?					
4. PRECIO	4.1. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao con el fin de agilizar los tiempos de producción?	Si				
	4.2. ¿Desearía que la máquina fermentadora sea de bajo costo?					
5. RIESGO	5.1. ¿Obtener una máquina fermentadora evitara accidentes en el proceso de fermentación?	Si				
	5.2. Considera usted que para la manipulación de una máquina fermentadora ¿Se debe utilizar implementos de seguridad?					
	5.2. Un investigador está diseñando una máquina fermentadora de cacao para mejorar el proceso de producción, ¿Estaría usted dispuesto a que se realicen pruebas necesarias en su empresa?					

¿Hay alguna dimensión que hace parte del contrato y no fue evaluada? ¿Cuál? _____

*Para los casos de equivalencia semántica se dejó una casilla por ítem, ya que se evaluará si la traducción o el cambio de vocabulario son suficientes: _____


FIRMA



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

10 CHICLAYO
DE OCTUBRE
DEL 2019

PLANTILLA JUICIO DE EXPERTO

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el diagnóstico de la situación actual del proceso de fermentación de cacao que hace parte de la investigación; "Diseño de una máquina fermentadora de cacao con capacidad de 500 kg para mejorar la producción de los agricultores de Jaén-Cajamarca". La evaluación del diagnóstico es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente; aportando tanto al área investigativa de Ingeniería Mecánica Eléctrica como a sus aplicaciones. Agradecemos su valiosa colaboración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JUEZ: Saúl Espinoza Ruiz

FORMACIÓN ACADÉMICA: Ingeniería Mecánica Eléctrica

AREA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: Diseño Mecánico y Automatización

TIEMPO 4 CARGO ACTUAL Jefe de Prácticas

INSTITUCIÓN: USAT

Objetivo de la investigación: Diagnosticar la situación actual del proceso de la fermentación de cacao en los productores de Jaén- Cajamarca.

DIMENSIÓN	ITEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
1. DATOS GENERALES	1.1. Razón Social					
	1.2. Puesto					
	1.3. Edad					
	1.4. Sexo					
	1.5. N. de trabajadores en la empresa.					
	1.6. N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao					
2. PRODUCCIÓN	2.1. ¿Qué tipo de fermentación utiliza usted para el proceso del cacao?					→ descripción de su proceso
	2.2. ¿Qué cantidad de cacao es fermentado al mes?					→ su proceso produce diferentes tipos?
	2.3. El tipo de fermentación que emplea usted, ¿Altera o modifica a las propiedades del grano?					→ hay pérdidas por exceso de producción
	2.4. Actualmente ¿cuenta usted con una máquina fermentadora?					→ volumen de cacao, tiempo producción
	2.5. ¿Cuánto es la capacidad máxima del fermentador que utiliza?					
3. PRODUCTO	3.1. ¿Conoce usted alguna máquina fermentadora de cacao?					
	3.2. ¿Una máquina fermentadora podría facilitar el avance de la producción?					→ disminuir tiempo de procesamiento
	3.3. ¿Una máquina fermentadora podría conservar las propiedades del cacao?					→ evita el retraso del grano en el proceso.
	3.4. ¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del grano?					
4. PRECIO	4.1. ¿Estaría usted dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao con el fin de agilizar los tiempos de producción?					
	4.2. ¿Desearía que la máquina fermentadora sea de bajo costo?					→ rango de precio
5. RIESGO	5.1. ¿Obtener una máquina fermentadora evitara accidentes en el proceso de fermentación?					→ considera más eficiente y cómodo el proceso si se usa la máquina
	5.2. Considera usted que para la manipulación de una máquina fermentadora ¿Se debe utilizar implementos de seguridad?					
	5.2. Un investigador está diseñando una máquina fermentadora de cacao para mejorar el proceso de producción, ¿Estaría usted dispuesto a que se realicen pruebas necesarias en su empresa?					

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál?

*Paso los casos de equivalencia semántico se dejó una casilla por ítem, ya que se evaluará si la traducción o el cambio de vocabulario son suficientes:


FIRMA

RESPUESTA	
N. de trabajadores en el proceso de fermentación de cacao	
Cooperativa Sol & Café	2 operarios
Exportadora Romex S.A.	2 a 3 trabajadores
CEPROA	3 encargados del proceso de fermentación
APROCAM	2 a 3 operario
Descripción del método de fermentación	
Cooperativa Sol & Café	Llenado de granos en cajones de madera, proceso dura 7 días.
Exportadora Romex S.A.	Llenado de granos en cajones de madera, proceso dura 7 días.
CEPROA	Llenado de cajones de madera, proceso dura entre 6 y 7 días.
APROCAM	Fermentadores escalonados, lineales.
Cantidad de cacao fermentado al mes	
Cooperativa Sol & Café	2800 kg
Exportadora Romex S.A.	3500 kg
CEPROA	2500 kg
APROCAM	2500 a 3000 kg.
¿El método de fermentación produce deterioro del grano?	
Cooperativa Sol & Café	No
Exportadora Romex S.A.	No
CEPROA	No, ninguno.
APROCAM	No, es un producto de calidad.
¿Hay pérdidas por exceso de fermentación?	
Cooperativa Sol & Café	No
Exportadora Romex S.A.	No
CEPROA	No
APROCAM	No
Capacidad máxima en kg del fermentador	
Cooperativa Sol & Café	300 kg
Exportadora Romex S.A.	450 kg
CEPROA	350-450 kg
APROCAM	400 kg
¿Conoce alguna máquina fermentadora de cacao?	
Cooperativa Sol & Café	No
Exportadora Romex S.A.	Sí
CEPROA	No
APROCAM	No
¿Una máquina de cacao podría disminuir el tiempo de procesamiento?	
Cooperativa Sol & Café	Sí
Exportadora Romex S.A.	No, ayuda a la manipulación.
CEPROA	No, pero según la información en Colombia existe una.
APROCAM	Sí
¿Una máquina fermentadora de cacao podría evitar el deterioro del grano en el proceso?	
Cooperativa Sol & Café	Sí
Exportadora Romex S.A.	No, en el método utilizado no hay deterioro de grano.
CEPROA	Sí
APROCAM	Sí

¿La implementación de una máquina fermentadora de cacao mejoraría el proceso del cacao?

Cooperativa Sol & Café	Sí, por la manipulación en el proceso.
Exportadora Romex S.A.	Sí, en el proceso físico.
CEPROA	Sí, porque una máquina facilitaría el trabajo, y el proceso estaría más controlado.
APROCAM	Sí, disminuir el trabajo del operador.

¿Estaría dispuesto a adquirir una máquina fermentadora de cacao?

Cooperativa Sol & Café	Sí
Exportadora Romex S.A.	Sí
CEPROA	Sí
APROCAM	Sí

Precio a pagar por una máquina fermentadora de cacao

Cooperativa Sol & Café	Entre 5000 y 7000 soles.
Exportadora Romex S.A.	Entre 5000 y 7000 soles.
CEPROA	Entre 5000 y 7000 soles.
APROCAM	Entre 3000 y 5000 soles.

¿Considera más eficiente y cómodo el proceso si se usa una máquina fermentadora?

Cooperativa Sol & Café	Sí
Exportadora Romex S.A.	Sí
CEPROA	Sí
APROCAM	Sí

¿Consideraría usted que para la manipulación de una máquina fermentadora se debe utilizar implementos de seguridad

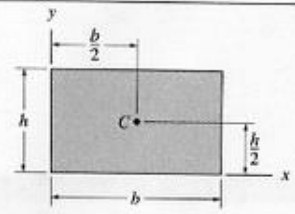
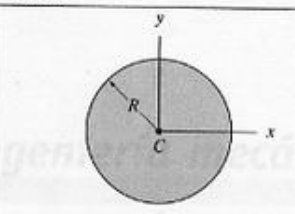
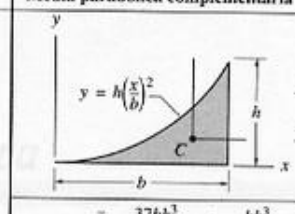
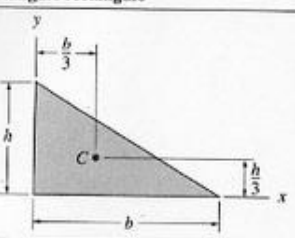
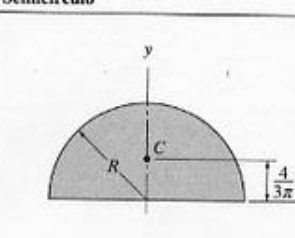
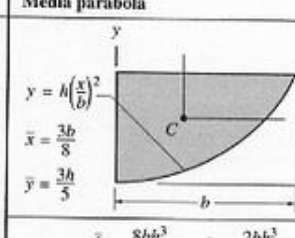
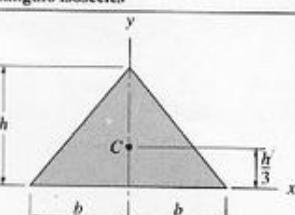
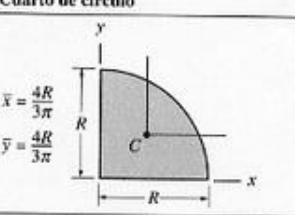
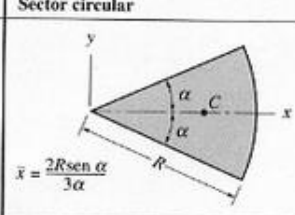
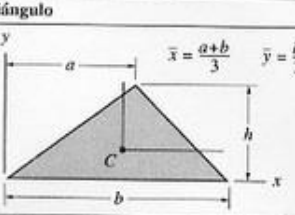
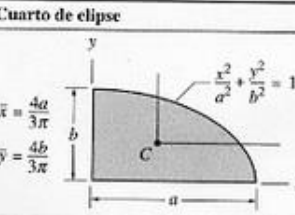
Cooperativa Sol & Café	Sí
Exportadora Romex S.A.	Sí
CEPROA	Sí
APROCAM	Sí

¿Estaría dispuesto a que se hagan pruebas en su empresa para recolectar información?

Cooperativa Sol & Café	Sí
Exportadora Romex S.A.	Sí
CEPROA	Sí
APROCAM	Sí

ANEXO 4: Validación de encuesta

Área momento de inercia

Rectángulo	Círculo	Media parabólica complementaria
		
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{12} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{12} \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = \frac{bh^3}{3} \quad I_y = \frac{b^3h}{3} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{4}$	$I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{4} \quad I_{xy} = 0$	$\bar{I}_x = \frac{37bh^3}{2100} \quad I_x = \frac{bh^3}{21}$ $\bar{I}_y = \frac{b^3h}{80} \quad I_y = \frac{b^3h}{5}$ $\bar{I}_{xy} = \frac{b^2h^2}{120} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{12}$
Triángulo rectángulo	Semicírculo	Media parábola
		
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{36} \quad \bar{I}_{xy} = -\frac{b^2h^2}{72}$ $I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{24}$	$\bar{I}_x = 0.1098R^4 \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{8} \quad I_{xy} = 0$	$\bar{I}_x = \frac{8bh^3}{175} \quad I_x = \frac{2bh^3}{7}$ $\bar{I}_y = \frac{19b^3h}{480} \quad I_y = \frac{2b^3h}{15}$ $\bar{I}_{xy} = \frac{b^2h^2}{60} \quad I_{xy} = \frac{b^2h^2}{6}$
Triángulo isósceles	Cuarto de círculo	Sector circular
		
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad \bar{I}_y = \frac{b^3h}{48} \quad \bar{I}_{xy} = 0$ $I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_{xy} = 0$	$\bar{I}_x = \bar{I}_y = 0.05488R^4 \quad I_x = I_y = \frac{\pi R^4}{16}$ $\bar{I}_{xy} = -0.01647R^4 \quad I_{xy} = \frac{R^4}{8}$	$I_x = \frac{R^4}{8}(2\alpha - \text{sen } 2\alpha)$ $I_y = \frac{R^4}{8}(2\alpha + \text{sen } 2\alpha)$ $I_{xy} = 0$
Triángulo	Cuarto de elipse	
		
$\bar{I}_x = \frac{bh^3}{36} \quad I_x = \frac{bh^3}{12}$ $\bar{I}_y = \frac{bh}{36}(a^2 - ab + b^2) \quad I_y = \frac{bh}{12}(a^2 + ab + b^2)$ $\bar{I}_{xy} = \frac{bh^2}{72}(2a - b) \quad I_{xy} = \frac{bh^2}{24}(2a + b)$	$\bar{I}_x = 0.05488ab^3 \quad I_x = \frac{\pi ab^3}{16}$ $\bar{I}_y = 0.05488a^3b \quad I_y = \frac{\pi a^3b}{16}$ $\bar{I}_{xy} = -0.01647a^2b^2 \quad I_{xy} = \frac{a^2b^2}{8}$	

Fuente: Diseño de Elementos de Máquinas, 2006

ANEXO 5: Ficha técnica del Acero Inoxidable AISI 316 L



www.acerosotero.cl

PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE

AISI 316 L



Fabricado Bajo Norma: ASTM A240 / A480
Terminaciones Superficiales Disponibles: 2B y N°1

Estado de Suministro

Laminado

Características

Acero inoxidable austenítico aleado al Cromo-Níquel-Molibdeno. La adición de Molibdeno le confiere una alta resistencia a la corrosión por picado (pitting). No es templable ni magnético. Gran resistencia a la acción corrosiva de reactivos químicos (en especial al ácido sulfúrico) y a la atmósfera marina. Su aplicación es frecuente en la industria alimenticia, papelera y construcción.

El grado 316L, tiene un más bajo contenido de carbono, lo cual aumenta la temperatura de resistencia a la corrosión intergranular, además de mejorar su soldabilidad.

Aplicaciones

Es utilizado en refinerías, en la Industria alimenticia, minera, pesquera, química, farmacéutica y en la agroindustria. Algunos usos son silos de almacenamiento de pulpa y cemento, estanques para ácido sulfúrico y combustibles. Estanques para fermentación y sistemas de drenaje. Pasarelas, plataformas, escaleras, barriles, ciclones y sistemas de filtración de aire. Ductos y spools de grandes diámetros. Equipos hospitalarios.

Propiedades Mecánicas

Esfuerzo Fluencia (mín.) (Mpa)	Esfuerzo Tracción (mín.) (Mpa)	Elongación (mín.) %	Dureza (máx.) Brinell (HB)
170	485	40	217

Composición Química

AISI	% C (máx.)	% Mn (máx.)	% Si (máx.)	% Cr	% Ni	% Mo	% P (máx.)	% S (máx.)
316L	0,03	2,00	0,75	16,00 - 18,00	10,00 - 14,00	2,00 - 3,00	0,045	0,03



Los valores de las tablas son referenciales.

Santiago: Fray Camilo N° 781, Santiago. T: (02) 889 6000. • Av. 10 de Julio N° 202, Santiago. T: (02) 889 6140. • Panamericana Norte N° 6080, Quilicura. T: (02) 889 6080. • Traslavina N° 1516, San Miguel. T: (02) 889 6170.
 Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda N° 7277. T: (55) 882 500. **Vina del Mar:** Quillota N° 636. T: (32) 269 8823. **Concepción:** Paicavi N° 2677. T: (41) 226 2700. **Puerto Montt:** Ruta 5 Sur N° 552, Camino Pargua. T: (65) 493 300.

Fuente: Aceros Otero, 2019

ANEXO 6: Acero Carbono ASTM A36



PLANCHAS DE ACERO CARBONO

ASTM A36



Estado de Suministro: Laminado
Tolerancia: ASTM A6

Características

Acero estructural de buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas, y atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes y depósitos de combustibles.

Aplicaciones

Construcción de puentes, estanques, estructuras para industrias, edificios, torres y aplicaciones estructurales en general.

Propiedades Mecánicas

Esfuerzo Fluencia (Kg / mm ²)		Esfuerzo Tracción (Kg / mm ²)		Elongación %
MPa	(Kg / mm ²)	MPa	(Kg / mm ²)	%
250 (mín.)	25,5 (mín.)	400 (mín.)	40,8 (mín.)	20 (mín.)

Composición Química (Valores típicos)

% C	% Mn	% Si	% P	% S
≤ 0,26	0,80 - 1,20	≤ 0,40	≤ 0,04	≤ 0,05

Mínimo Radio Interior de Plegado en Frío ()**

Espesor E (mm.)		
Hasta 20 mm. (incl.)	Sobre 20 mm. hasta 25 mm. (incl.)	Sobre 25 mm. hasta 50 mm. (incl.)
1,5 X E	1,5 X E	1,5 X E

(**) Los parámetros de plegado indicados son perpendiculares al sentido de laminación de la placa.



Los valores de las tablas son referenciales.

Santiago: Fray Camilo Nº 781, Santiago. T: (02) 889 6000 - Av. 10 de Julio Nº 202, Santiago. T: (02) 889 6140 - Panamericana Norte Nº 6080, Quilicura. T: (02) 889 6080 - Traslaviña Nº 1516, San Miguel. T: (02) 889 6170.
Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda Nº 7277. T: (55) 882 500. **Viña del Mar:** Quilota Nº 836. T: (32) 289 8823. **Concepción:** Paicavi Nº 2677. T: (41) 228 2700. **Puerto Montt:** Ruta 5 Sur Nº 552, Camino Pargua. T: (65) 483 300.

Fuente: Aceros Otero, 2019

ANEXO 7: Ficha técnica del Acero Inoxidable AISI 304



PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE

AISI 304 / 304 L



Fabricado Bajo Norma: ASTM A240 / A480
Terminaciones Superficiales Disponibles: 2B, N°1 y N°4

Estado de Suministro

Laminado.

Características

Acero inoxidable austenítico, aleado con Cromo y Níquel y bajo contenido de Carbono que presenta una buena resistencia a la corrosión. No es templeable ni magnético. Puede ser fácilmente trabajado en frío (por ejemplo: doblado o cilindrado).

Aplicaciones

Debido a su buena resistencia a la corrosión, conformado en frío y soldabilidad, se utiliza ampliamente en la industria alimenticia, vitivinícola, frutícola, acuícola, minera y construcción. Algunos usos son la fabricación de estructuras y/o contenedores para las industrias procesadoras de leche, cerveza, vino y alimentos, revestimientos, lavaplatos, mesones para alimentos, bandas transportadoras, cabinas telefónicas, fachadas de edificios, ascensores, casetas de peaje, muebles de cocina y quincallería.

Propiedades Mecánicas

AISI	Esfuerzo Fluencia (mín.)	Esfuerzo Tracción (mín.)	Elongación (mín.)	Dureza (máx.)
	Mpa	Mpa	%	Brinell (HB)
304	205	515	40	201
304L	170	485	40	201

Composición Química

AISI	% C (máx.)	% Mn (máx.)	% Si (máx.)	% Cr	% Ni	% P (máx.)	% S (máx.)
304	0,08	2,00	0,75	18,00 - 20,00	8,00 - 10,50	0,045	0,03
304L	0,03	2,00	0,75	18,00 - 20,00	8,00 - 12,00	0,045	0,03



Los valores de las tablas son referenciales.

Santiago: Fray Camilo N° 781, Santiago. T: (02) 889 6000 - Av. 10 de Julio N° 202, Santiago. T: (02) 889 6140 - Panamericana Norte N° 6080, Quilicura. T: (02) 889 6080 - Traslaviña N° 1516, San Miguel. T: (02) 889 6170.
Antofagasta: Av. Pedro Aguirre Cerda N° 7277. T: (55) 882 500. **Vina del Mar:** Quilota N° 636. T: (32) 289 8823. **Concepción:** Paicavi N° 2677. T: (41) 228 2700. **Puerto Montt:** Ruta 5 Sur N° 552, Camino Pargua. T: (65) 483 300.

Fuente: Aceros Otero, 2019

Número ¹⁾ del alojamiento	Número de la chumacera ¹⁾ Tipo con guardapolvo de acero prensado	Número de la chumacera ¹⁾ Tipo con guardapolvo de acero fundido	Dimensiones nominales				Peso de la chumacera		
			t máx.	mm A ₄	pulg. H ₃	A ₅	kg UCP	kg S(SM)	lb C(CM)
P210D1	S(SM)-UCP210D1	C(CM)-UCP210D1	3	87	119	100	2.7	2.8	3.6
P210D1	S(SM)-UCP210-113D1	C(CM)-UCP210-113D1							
P210D1	S(SM)-UCP210-114D1	C(CM)-UCP210-114D1	1/8	37/16	41/16	315/16	6.0	6.2	7.9
P210D1	S(SM)-UCP210-115D1	C(CM)-UCP210-115D1							
P210D1	S(SM)-UCP210-200D1	C(CM)-UCP210-200D1							
P211D1	S(SM)-UCP211D1	C(CM)-UCP211D1	4	92	130	100	3.5	3.5	4.4
P211D1	S(SM)-UCP211-200D1	C(CM)-UCP211-200D1							
P211D1	S(SM)-UCP211-201D1	C(CM)-UCP211-201D1	5/32	35/8	51/8	315/16	7.7	7.7	9.7
P211D1	S(SM)-UCP211-202D1	C(CM)-UCP211-202D1							
P211D1	S(SM)-UCP211-203D1	C(CM)-UCP211-203D1							
P212D1	S(SM)-UCP212D1	C(CM)-UCP212D1	4	102	143	115	4.7	5.0	6.0
P212D1	S(SM)-UCP212-204D1	C(CM)-UCP212-204D1							
P212D1	S(SM)-UCP212-205D1	C(CM)-UCP212-205D1	5/32	41/32	55/8	417/32	10	11	13
P212D1	S(SM)-UCP212-206D1	C(CM)-UCP212-206D1							
P212D1	S(SM)-UCP212-207D1	C(CM)-UCP212-207D1							
P213D1	S(SM)-UCP213D1	C(CM)-UCP213D1	4	107	155	120	5.6	5.8	7.2
P213D1	S(SM)-UCP213-208D1	C(CM)-UCP211-208D1	5/32	47/32	63/32	423/32	12	13	16
P213D1	S(SM)-UCP213-209D1	C(CM)-UCP213-209D1							
P214D1	—	C(CM)-UCP214D1	4	—	162	135	6.5	—	8.3
P214D1	—	C(CM)-UCP214-210D1							
P214D1	—	C(CM)-UCP214-211D1	5/32	—	63/8	55/16	14	—	18
P214D1	—	C(CM)-UCP214-212D1							
P215D1	—	C(CM)-UCP215D1	4	—	168	135	7.2	—	9.3
P215D1	—	C(CM)-UCP215-213D1							
P215D1	—	C(CM)-UCP215-214D1	5/32	—	65/8	55/16	16	—	21
P215D1	—	C(CM)-UCP215-215D1							
P215D1	—	C(CM)-UCP215-300D1							
P216D1	—	C(CM)-UCP216D1	4	—	181	145	8.7	—	11
P216D1	—	C(CM)-UCP216-301D1							
P216D1	—	C(CM)-UCP216-302D1	5/32	—	71/8	523/32	19	—	24
P216D1	—	C(CM)-UCP216-303D1							

Fuente: NTN corporation, 2019

Número del rodamiento	Número ¹⁾ del alojamiento	Peso de la chumacera kg lb
UEL305D1W3	FS305D1	1.3
UEL305-013D1W3	FS305D1	
UEL305-014D1W3	FS305D1	2.9
UEL305-015D1W3	FS305D1	
UEL305-100D1W3	FS305D1	
UEL306D1W3	FS306D1	1.9
UEL306-101D1W3	FS306D1	
UEL306-102D1W3	FS306D1	4.2
UEL306-103D1W3	FS306D1	
UEL307D1W3	FS307D1	2.3
UEL307-104D1W3	FS307D1	
UEL307-105D1W3	FS307D1	5.1
UEL307-106D1W3	FS307D1	
UEL307-107D1W3	FS307D1	
UEL308D1W3	FS308D1	3.3
UEL308-108D1W3	FS308D1	7.3
UEL308-109D1W3	FS308D1	
UEL309D1W3	FS309D1	4.0
UEL309-110D1W3	FS309D1	
UEL309-111D1W3	FS309D1	8.8
UEL309-112D1W3	FS309D1	
UEL310D1W3	FS310D1	5.2
UEL310-113D1W3	FS310D1	
UEL310-114D1W3	FS310D1	11
UEL310-115D1W3	FS310D1	
UEL311D1W3	FS311D1	6.2
UEL311-200D1W3	FS311D1	
UEL311-201D1W3	FS311D1	14
UEL311-202D1W3	FS311D1	
UEL311-203D1W3	FS311D1	

Fuente: NTN corporation, 2019

ANEXO 10: Motorreductor sinfin-corona de 2.6 kW

Datos para selección y pedidos (continuación)

Potencia P_{motor} kW	Velocidad de salida		Par de salida T_2 Nm	Factor de servicio f_s	Índice de reducción i_{tot}	Referencia	Código (n.º polos)	Peso ¹⁾ kg
	n_2 (50 Hz) min ⁻¹	n_2 (60 Hz) min ⁻¹						
2,2 (50 Hz)	C.88-LA100L4							
2,6 (60 Hz)	11,3	13,6	1 369	0,83	126,18	2KJ1604 - ■FL13 - ■■F2		92
	12,4	14,9	1 247	0,88	114,95 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■E2		92
	13,1	15,7	1 363	0,97	108,50	2KJ1604 - ■FL13 - ■■D2		92
	14,5	17,4	1 236	1,1	98,17 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■C2		92
	15,7	18,8	1 143	1,1	90,62	2KJ1604 - ■FL13 - ■■B2		92
	18,0	22	996	1,3	78,79 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■A2		92
	19,8	24	905	1,4	71,54	2KJ1604 - ■FL13 - ■■X1		92
	22	26	826	1,5	65,32 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■W1		92
	24	29	758	1,6	59,93	2KJ1604 - ■FL13 - ■■V1		92
	26	31	699	1,7	55,22 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■U1		92
	28	34	635	1,8	50,15	2KJ1604 - ■FL13 - ■■T1		92
	31	37	578	1,9	45,68 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■S1		92
	34	41	530	2,0	41,85	2KJ1604 - ■FL13 - ■■R1		92
	38	46	473	2,2	37,34 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■Q1		92
	42	50	453	1,8	33,85	2KJ1604 - ■FL13 - ■■P1		92
	43	52	422	2,3	33,33	2KJ1604 - ■FL13 - ■■N1		92
	46	55	414	1,9	30,90 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■M1		92
	50	60	358	2,6	28,30	2KJ1604 - ■FL13 - ■■K1		92
50	60	380	2,1	28,36	2KJ1604 - ■FL13 - ■■L1		92	
54	65	350	2,3	26,13 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■J1		92	
60	72	298	2,9	23,56 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■G1		92	
60	72	318	2,4	23,73	2KJ1604 - ■FL13 - ■■H1		92	
66	79	289	2,8	21,61 ★	2KJ1604 - ■FL13 - ■■F1		92	
72	86	265	3,0	19,80	2KJ1604 - ■FL13 - ■■E1		92	

Fuente: Siemens, 2008

ANEXO 11: Cotización 1



I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO S.A.C
R.U.C. 20604620300
 DISEÑO Y FABRICACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL – SERVICIO
 ELECTROMECHANICO A ESTACIONES DE SERVICIOS – SERVICIO
 ELECTRICO DE MEDIA Y BAJA TENSION

PRESUPUESTO N° 0087-2020

CLIENTE : EXPORTADORA ROMEX S.A **UBICACIÓN :** JAEN - CAJAMARCA
FECHA : 17 DE MAYO DEL 2020
ATENCION : ING. ERICKS FERNANDO BRIONES DIAZ

De nuestra consideración:

Mediante el Presente documento nos es grato saludarle, agradeciendo su confianza y a la vez, le hacemos llegar nuestro presupuesto por el servicio solicitado por vuestro representante.

El presupuesto incluye suministro, construcción, habilitación, transporte y logística de todo el proceso

1.0 CONDICIONES COMERCIALES:

- **Inicio de obra:** Para la ejecución de un proyecto se requiere la entrega de una Orden de Trabajo o Contrato de Servicios.

2.0 CONDICIONES DE PAGO:

- Los precios están expresados en soles.

3.0 ENTREGA DE OBRA:

- **Tiempo de entrega de obra:** 1 DIA, considerando días útiles a partir del cumplimiento de los siguientes 2 requisitos:
 1. Recepción de la conformidad de la orden de compra o pedido aprobado (firma, sello o correo de confirmación).
 2. Área Libre y disponible para realizar los trabajos asignados
- **Validez de presupuesto:** Este presupuesto tiene una validez de 2 días calendarios.

4.0 DESCRIPCION DEL SERVICIO:

- ✓ FABRICACION DE MAQUINA FERMENTADORA DE CACAO



I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO S.A.C

R.U.C. 20604620300

DISEÑO Y FRABICACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL – SERVICIO
ELECTROMECHANICO A ESTACIONES DE SERVICIOS – SERVICIOS
ELECTRICOS EN MEDIA Y BAJA TENSION

5.0 DESCRIPCION DE PRESUPUESTO

<p>MAQUINA FERMENTADORA DE CACAO CHASIS TUBO CUADRADO 50 X 50 X 2.5 MM C-304 PARA TENER MEJOR ESTABILIDAD EN LA ESTRUCTURA. EXAGONO ROTATORIO 600MM DE LADO. L 1200MM ACERO INOX C-316 POR ESTAR EN CONTACTO CON EL PRODUCTO EJE CENTRAL DIAMETRO 50MM INOX C-316 CON CUATRO PUNTOS DE APOYO 2 CHUMACERAS DE PIE 50MM , 2 CHUMACERAS DE PARED 50MM .</p>	
<p>EJE CENTRAL CON PALETAS PARA TENER LA MEZCLA DEL PRODUCTO EXAGONO ROTATORIO ARMADO DE PLATINA 1" X 1/4" C-316 RECUBIERTO DE PLANCHA 2MM C-316 EQUIPO ACCIONADO CON MOTOREDUCTOR CORONA SIN FIN 3.5HP TABLERO ELECTRICO CON PULSADORES DE ENCENDIDO Y APAGADO Y PARO DE EMERGENCIA.</p>	
SUB TOTAL	\$10271,03
IGV 18%	\$1848,79
TOTAL	\$12119,81

* LA COTIZACIÓN ESTÁ EN SOLES

NOTA:

- Cuenta corriente BANCO CONTINENTAL BBVA (DOLARES U\$) : 0011-0285-0100161444
- Código de cuenta interbancaria (CCI) BANCO CONTINENTAL BBVA (DOLARES U\$): 011-285-000100161444-43
- Contiahorro BANCO CONTINENTAL BBVA (NUEVO SOLES S/.): 0011-0285-4502017514-20
- Código de cuenta interbancaria (CCI) BANCO CONTINENTAL BBVA (NUEVO SOLES S/.): 011-285-00020175142045
- CTA. DETRACCIÓN BN (S/.): 00-231-312277

NOMBRE DE LAS CUENTAS: I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO SAC.

RUC: 20604620300

6.0 INDICACIONES PARA EL CLIENTE:

- Este presupuesto se ha elaborado de acuerdo a la información proporcionada por el cliente. Cualquier modificación del proyecto aprobado será considerada como un adicional y los tiempos de entrega podrían variar.
- Este presupuesto puede complementarse con un contrato si el cliente lo desea, sin embargo, al ser aprobado debidamente y haberse iniciado la obra, este presupuesto adquiere valor de contrato.
- El horario de trabajo considerado es de horario diurno de lunes a viernes (sin considerar feriados no laborables) de 8:00 a 5:00, si por algún motivo el cliente solicitase trabajar fuera de este horario está sujeto a presupuesto adicional.
- Se coordinará con el Cliente un espacio para los servicios higiénicos y vestidores para el personal en planta para la instalación del producto. Además, es por cuenta del Cliente el suministro de energía eléctrica y agua si es que así se requiere.

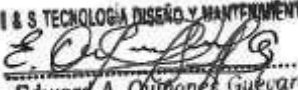
- El Cliente debe de dar todas las facilidades para el desembarque de materiales y equipos (estocas, montacargas si fuera necesario) así como el ingreso del personal debidamente identificado a obra.
- De ser el caso el Cliente debe de proporcionar los planos de redes eléctricas, sanitarias, voz y data, y toda la información posible del área donde se efectuarán trabajos que permita prever cualquier posible daño causados, tales como elementos fijos: muros tabiques, placas y techo. En caso contrario el Cliente libera de toda responsabilidad directa o indirecta por algún daño o perjuicio.
- Cualquier imponderable (elemento o servicio) que no haya sido visualizado en la visita previa a la elaboración del presente presupuesto (y que no se encuentre detallada dentro de las partidas del mismo) y que además no haya sido advertida por el Cliente deberá considerarse como un adicional de obra.
- El Cliente deberá de retirar cualquier tipo de equipo o mobiliario ajeno a la obra. La Empresa no se hace responsable por la pérdida o daño de los mismos. El Cliente debe de dejar habilitado el espacio de trabajo, no debiendo de existir ningún tipo de flujo de personas ajenas a los trabajos.
- Este presupuesto está sujeto a variaciones de acuerdo al stock de los modelos de accesorios y equipos a suministrar.
- El Cliente se encargará de gestionar y abonar los permisos necesarios para la realización de los trabajos (municipio local, junta de propietarios o cualquier entidad de ser el caso). Se deberá de brindar las facilidades para la puesta de materiales en obra según los horarios establecidos.
- Para todos los trabajos a realizar se tomará todos los elementos de seguridad requeridos según la normativa (ley G050). Si el cliente requiere, además del seguro SCTR, como exámenes ocupacionales debe de informarlo previamente, para considerarlo dentro del presupuesto o en su defecto será asumido por el mismo.
- El Cliente debe de confirmar el depósito del primer abono a su gestor comercial con 24 horas de anticipación para la programación del servicio.

7.0 GARANTIA DE LA EMPRESA:

- **I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO SAC.** se compromete a entregar todos los servicios de trabajo solicitados de acuerdo a lo establecido en el presupuesto o contrato y aceptados por el Cliente.
- **I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO SAC.** Emplea para sus proyectos, materiales y acabados homologados y garantizados por el Proveedor, los productos han pasado por un riguroso control de calidad y cumplen con todas las normas técnicas de seguridad.
- **I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO SAC.** Ofrece a sus Clientes una garantía por trabajos realizados con una duración de 12 meses contados a partir de la fecha de entrega del Proyecto.
- **I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO SAC.** Aceptará reemplazar sin costo alguno para el cliente, cualquier pieza, elemento o equipo que pudiera fallar y que se encuentre dentro de los alcances de la Garantía del Fabricante; se incluye costos de transporte y jornal del personal que se requiera para reemplazarlo. Asimismo, la garantía se extiende si de ser el caso hubiese deficiencias en la instalación que no hayan sido advertidas en su momento.
- **I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO SAC,** Garantizará su disponibilidad para cualquier servicio Post Venta durante y posterior al periodo que comprenda su garantía.

Quedamos a su disposición para ampliar cuanta información estime necesaria y a la espera de sus gratas noticias.

Cordialmente,

I & S TECNOLOGIA DISEÑO Y MANTENIMIENTO

 Edward A. Quiñones Guevara
 GERENTE GENERAL



Diseño y Fabricaciones Industriales E&E S.A.C



"RODAS"

Chiclayo, 09 de junio del 2020.

ING.: LUCIO LLONTOP.

Tenemos el agrado de saludarlo y a la vez hacerle presente nuestra propuesta laboral.

PROFORMA

MAQUINA FERMENTADORA DE CACAO.

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	P. UNIT.	TOTAL
1	Fabricación de un fermentador de cacao según medidas y especificaciones del cliente. Fabricado en plancha inoxidable de 2mm C-316, eje inoxidable de diámetro de 2" C-316, estructura de acero al carbono, chumaceras para trabajo pesado y paletas de acero inoxidable			
	PRECIO SIN MOTO-REDUCTOR EN \$/.	01	14,500.00	14,500.00
	PRECIO CON MOTO-REDUCTOR MARCA DELCROSA EN \$/.	01	18,500.00	18,500.00

EL MONTO NO INCLUYE I.G.V



Diseño y Fabricaciones Industriales E&E S.A.C



“RODAS “

FORMA DE PAGO:

- 60% A FIRMA DE CONTRATO.
- 30% X VALORIZACION (según avance).
- 10% PUESTA EN MARCHA.

TIEMPO DE ENTREGA DE LA MAQUINA:

- 30 DIAS A PARTIR DE SU ORDEN.

ESPERANDO, PODER ESTAR A SATISFACCION DE SU REQUERIMIENTO Y UNA PRONTA RESPUESTA A NUESTRA PROPUESTA, ME DESPIDO DE USTED.

La victoria- Chiclayo

Email: edwin_godi_5@hotmail.com

Email: leon27_86@hotmail.com

TELEFONOS: #978003646 - #978103885

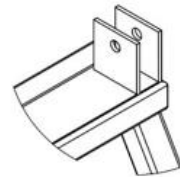
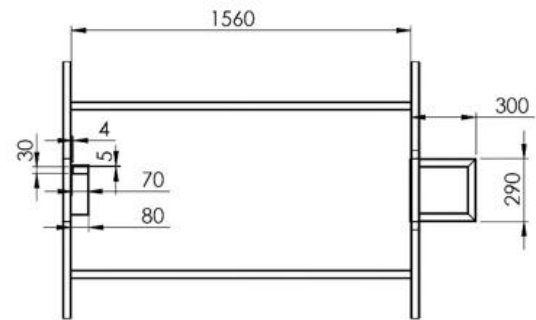
Página 2

ANEXO 13: Fotografías de las visitas realizadas

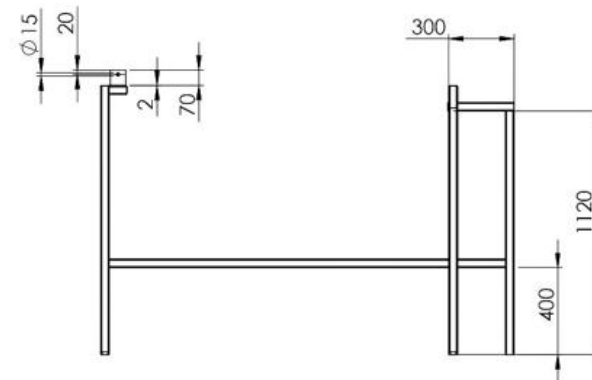




Estructura de soporte.



DETALLE A
ESCALA 1 : 5
SEGURO ANTI GIRO



USAT

ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

ESTRUCTURA DE SOPORTE

DIBUJADO POR

E. F. BRIONES DIAZ

FECHA

26/01/2022

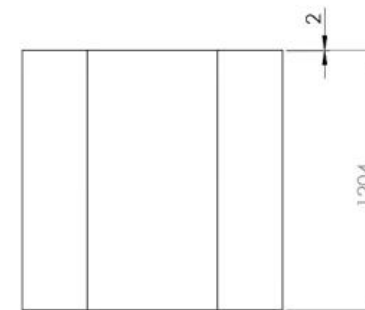
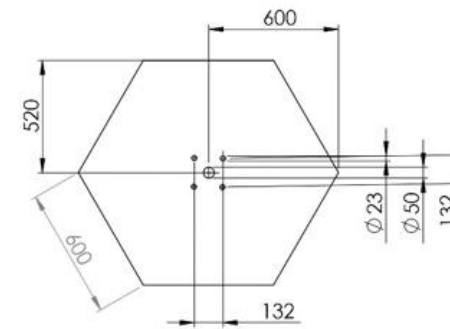
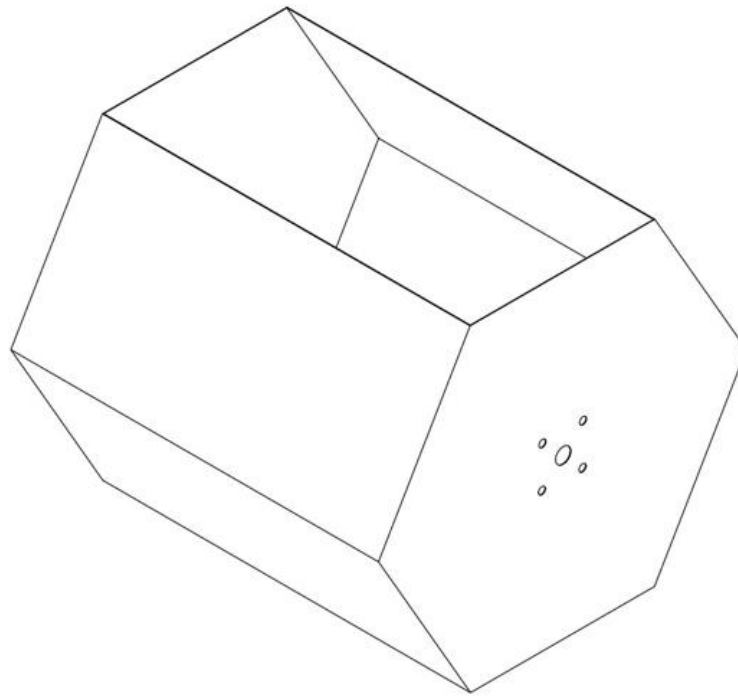
ESCALA:

1:20

DIB Nº

1

Cámara de Fermentación.



USAT

ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

CÁMARA DE FERMENTACIÓN

DIBUJADO POR

E. F. BRIONES DIAZ

FECHA

26/01/2022

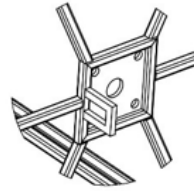
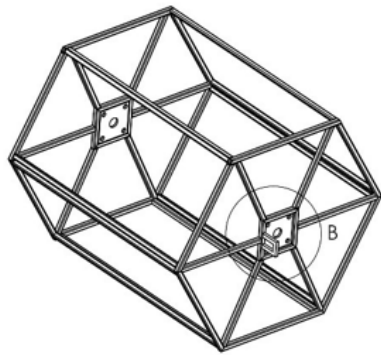
ESCALA:

1:20

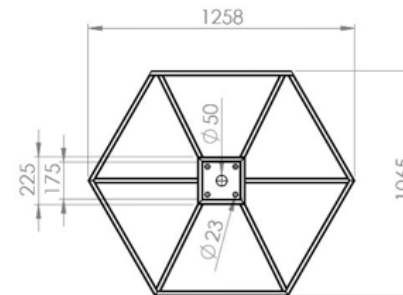
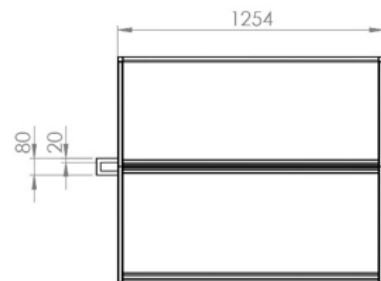
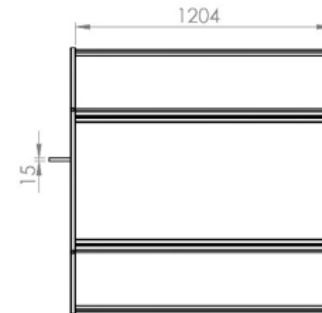
DIB N°

2

Estructura de la Cámara.



DETALLE B
ESCALA 1 : 10



USAT

**ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

ESTRUCTURA DE LA CÁMARA

DIBUJADO POR

E. F. BRIONES DIAZ

FECHA

26/01/2022

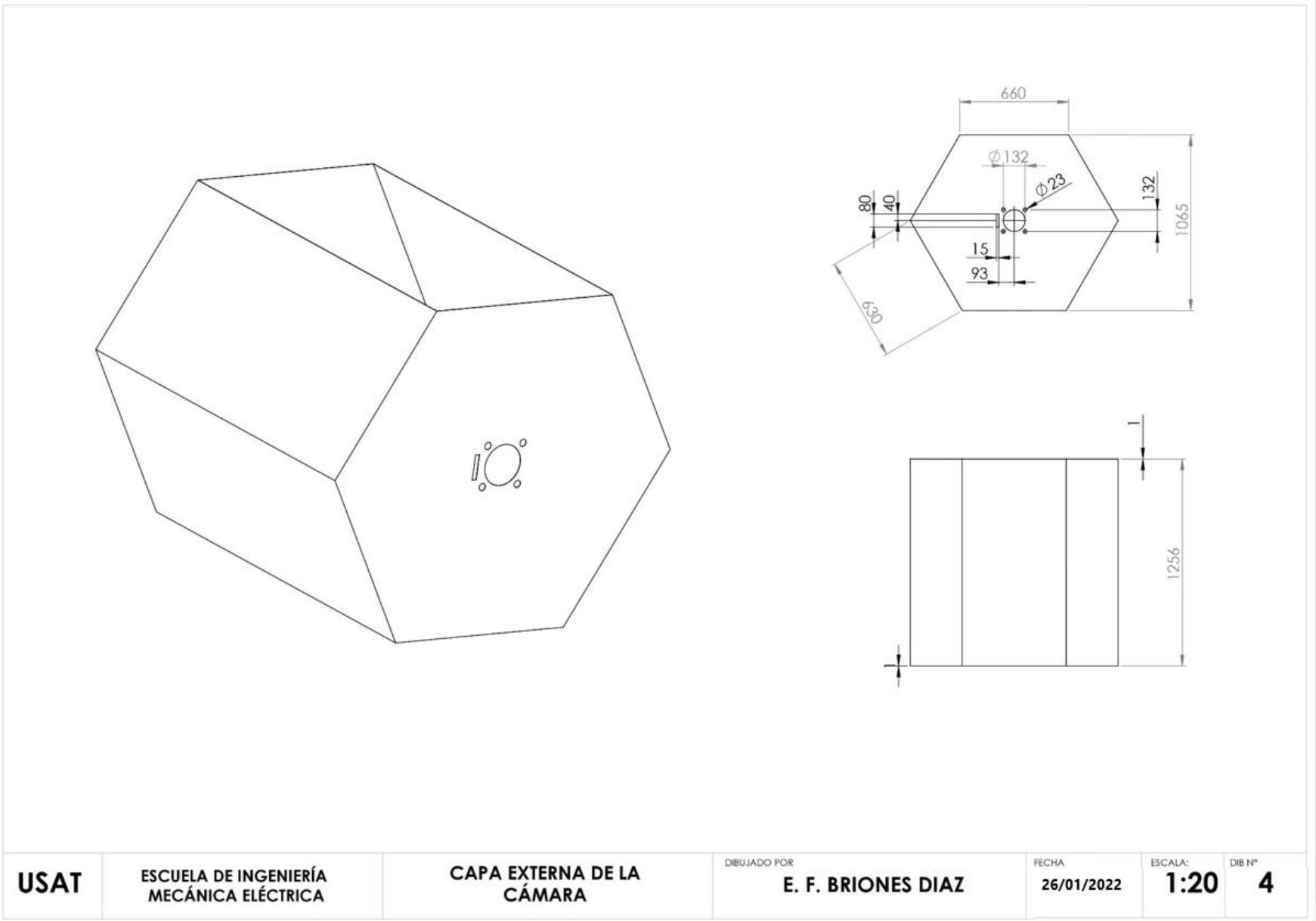
ESCALA:

1:20

DIB N°

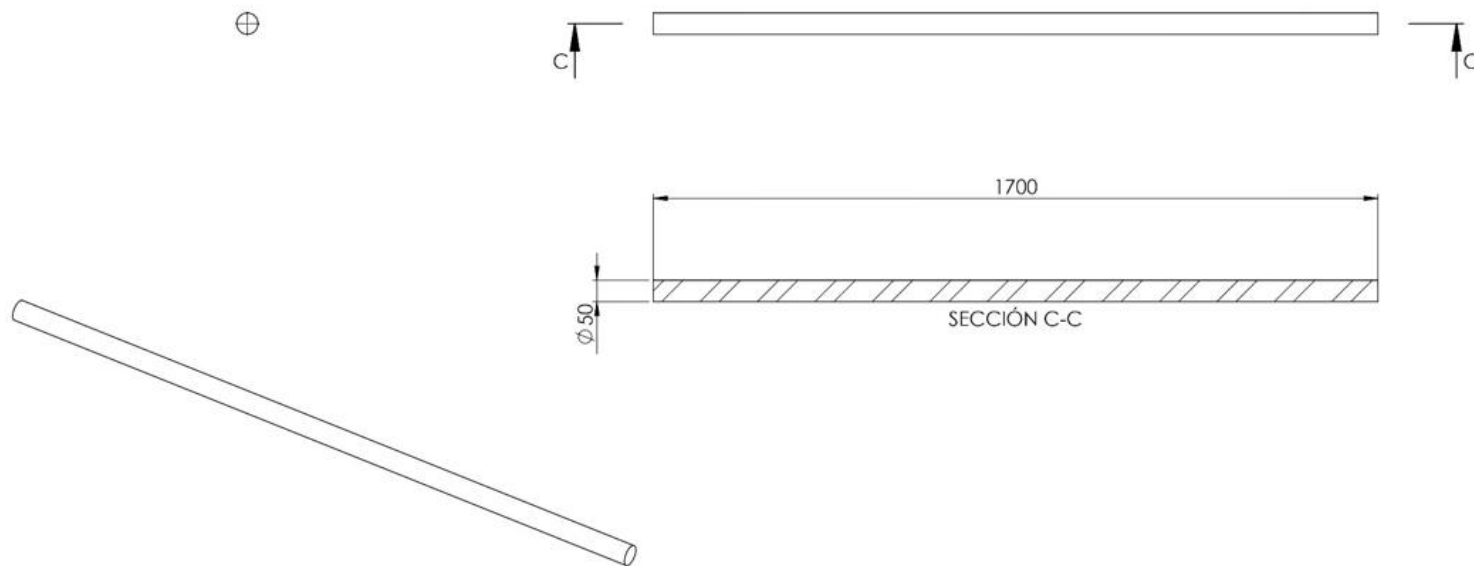
3

Capa Externa de la Cámara.



USAT	ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA	CAPA EXTERNA DE LA CÁMARA	DIBUJADO POR E. F. BRIONES DIAZ	FECHA 26/01/2022	ESCALA: 1:20	DIB N° 4
-------------	---	--------------------------------------	---	----------------------------	------------------------	--------------------

Eje principal.

**USAT**ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**EJE PRINCIPAL**

DIBUJADO POR

E. F. BRIONES DIAZ

FECHA

26/01/2022

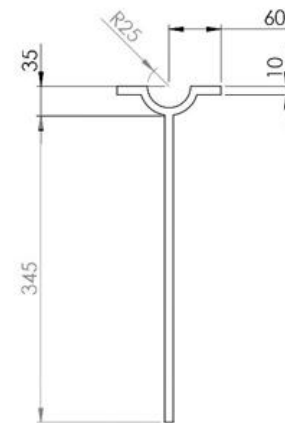
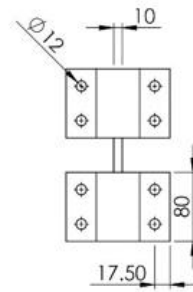
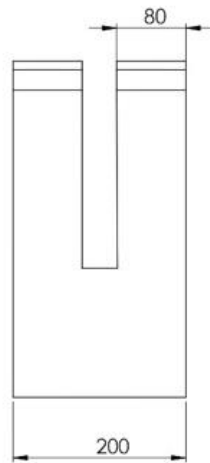
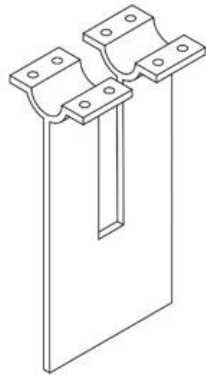
ESCALA:

1:10

DIB Nº

5

Paleta de Remoción.



USAT

 ESCUELA DE INGENIERÍA
 MECÁNICA ELÉCTRICA

PALETA DE REMOCIÓN

DIBUJADO POR

E. F. BRIONES DIAZ

FECHA

26/01/2022

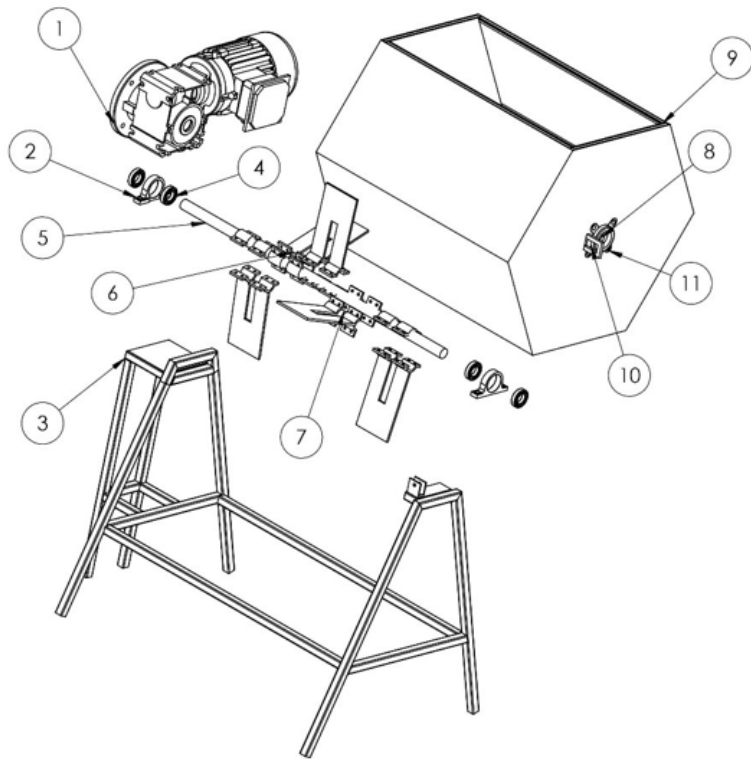
ESCALA:

1:5

DIB Nº

6

Maquina Fermentadora.



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	MOTORREDUCTOR 2.6 kW	1
2	Chumacera tipo P	2
3	ESTRUCTURA	1
4	SKF - 7210 BE - 14,DE,NC,14_68	4
5	Eje principal	1
6	Paleta 3	5
7	Seguro de paleta	10
8	Estructura de la cámara	1
9	Capa interna	1
10	Capa externa	1
11	Chumacera TIPO F	2

USAT

ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

MÁQUINA FERMENTADORA

DIBUJADO POR

E. F. BRIONES DIAZ

FECHA

26/01/2022

ESCALA:

1:50

DIB N°

7