

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
Y ELÉCTRICA



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA
DESMUCILAGINADORA PARA INCREMENTAR LA
EFICIENCIA EN EL LAVADO DE CAFÉ EN EL CASERIO
EL PALMAL-SAN JOSÉ DE LOURDES-SAN IGNACIO-
CAJAMARCA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
INGENIERO MECÁNICO Y ELÉCTRICISTA

Autores:

Est. Litman Cubas Terrones

Est. Yan Marco Horna Oblitas

Asesor:

Dr. Ing. Ricardo Ángel Shimabuku Ysa

JAÉN-PERÚ-FEBRERO-2024

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN EL LAVADO

AUTOR

Litman Cubas Terrones Yan Marco Horna Oblitas

RECUENTO DE PALABRAS

15002 Words

RECUENTO DE CARACTERES

78432 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

87 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.2MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 27, 2024 4:24 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 27, 2024 4:25 PM GMT-5**● 7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

.....
Dr. Christian Zayed Apaza Panca
RESPONSABLE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 26 de febrero del año 2024, siendo las 10 horas, se reunió de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Secretario : Mg. Walter Linder Cabrera Torres

Vocal : Dra. Zarith Nancy Garrido Campaña,

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

() Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN EL LAVADO DE CAFÉ EN EL CASERÍO EL PALMAL – SAN JOSÉ DE LOURDES – SAN IGNACIO- CAJAMARCA"**, presentado por los estudiantes **Litman Cubas Terrones y Yan Marco Horna Oblitas.**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

() Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<input checked="" type="checkbox"/>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las **11:00** horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Secretario

Presidente

Vocal

INDICE

RESUMEN	7
I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS.....	13
2.1. General.....	13
2.2. Específicos.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	14
3.1. Materiales.....	14
3.2. Métodos.....	15
3.3. Bases Teóricas	19
3.3.1. Materiales para la construcción de la maquina desmucilaginadora	19
3.3.2. Evaluación económica.....	20
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. Primer objetivo específico	27
4.1.1. Resultados de cuestionario	27
4.1.2. Materiales	28
4.1.3. Cálculo del tornillo helicoidal impulsor.....	29
4.1.4. Cálculo del diámetro útil del desmucilaginadora de café.....	30
4.1.5. Cálculo de la potencia requerida de la desmucilaginadora de café.....	31
4.1.6. Dimensionamiento del sistema de Transmisión.....	33
4.1.7. Tabla de resumen de los componentes de diseño de la máquina.....	42
4.2. Segundo objetivo específico	42
4.3. Tercer objetivo específico.....	44
4.3.1. Evaluación de eficiencia.....	44
4.3.2. Resultados de la evaluación de eficiencia	47
4.3.3. Evaluación económica.....	47



4.3.4. Resultados de la evaluación económica	50
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
6.1. Conclusiones	53
6.2. Recomendaciones	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	55
AGRADECIMIENTO	58
DEDICATORIA.....	59
ANEXOS	60



INDICE DE TABLAS

TABLA 01 CRITERIOS DE DECISIÓN PARA EL VALOR ACTUAL NETO.....	23
TABLA 02 CRITERIOS DE DECISIÓN PARA EL VALOR DE LA TASA INTERNA DE RETORNO.....	24
TABLA 03 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO INOXIDABLE 316.	28
TABLA 04 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO ASTM A-36.....	28
TABLA 05 PROPIEDADES MECÁNICAS ASTM A-36.....	29
TABLA 06 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CAFÉ.....	29
TABLA 07 FACTOR DE DIÁMETRO.....	32
TABLA 08 FACTOR DE RODADURA.	32
TABLA 09 PARÁMETROS DE ENTRADA-TRANSMISIÓN POR FAJAS.	33
TABLA 10 CATÁLOGO DE POLEAS DE ALUMINIO COMERCIALES.	34
TABLA 11 DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES.....	40
TABLA 12 ANÁLISIS ESTÁTICO	41
TABLA 13 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES CALCULADOS.....	42
TABLA 14 CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS PARA 662.8 KG.	48
TABLA 15 CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS PARA 7200 KG.	48
TABLA 16 BENEFICIOS PROMEDIO.....	49
TABLA 17 EGRESOS ANUALES DE LA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA.....	49
TABLA 18 FLUJO DE CAJA.	49
TABLA 19 FLUJO DE CAJA.	50



INDICE DE FIGURAS

FIGURA 01 DIAGRAMA DE FLUJO.	19
FIGURA 02 ESTRUCTURA TARIFARIA DEL COSTO DEL AGUA EN SAN IGNACIO.....	21
FIGURA 03 CAJA NEGRA	25
FIGURA 04 DISEÑO CONCEPTUAL.....	26
FIGURA 05 INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE DATOS.....	27
FIGURA 06 TABLA DE INTERVALOS DE PRODUCCIÓN ANUAL DE CAFÉ.....	28
FIGURA 07 CATÁLOGO DE MOTORES WEG.....	33
FIGURA 08 FACTOR DE CORRECCIÓN DE POTENCIA.....	35
FIGURA 09 SELECCIÓN DEL TIPO DE FAJA.....	35
FIGURA 010 DIMENSIONES DE FAJAS TIPO A.....	37
FIGURA 011 FACTORES DE CORRECCIÓN DE LONGITUD.....	37
FIGURA 12 FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ARCO DE CONTACTO.....	38
FIGURA 13 POTENCIA BASE POR CORREA.....	39
FIGURA 14 MÁQUINA DESMUCILAGINADORA DISEÑADA MEDIANTE SOLIDWORKS.....	40
FIGURA 15 DIAGRAMA DE FLUJO DE CONSTRUCCIÓN.....	43
FIGURA 16 MÁQUINA DESMUCILAGINADORA CONSTRUIDA	44
FIGURA 17 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAVADO MEDIANTE EL PROCESO TRADICIONAL.....	45
FIGURA 18 VOLUMEN Y TIEMPO DE LAVADO MEDIANTE EL PROCESO TRADICIONAL	45
FIGURA 19 VOLUMEN DE AGUA EMPLEADA EN LA MÁQUINA DESMUCILAGINADORA.....	46
FIGURA 20 GRÁFICO COMPARATIVO.....	47



INDICE DE ANEXOS

ANEXO 01 RESULTADOS DE CUESTIONARIO VALIDADO.....	60
ANEXO 02 TABLA DE INTERVALOS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ.....	61
ANEXO 03 PLANOS DE TODAS LAS PIEZAS	62
ANEXO 04 ESTUDIO ESTÁTICO	74
ANEXO 05 BRIDAS EN PLACA METÁLICA A-36 DE ¼ PULGADAS.....	80
ANEXO 06 TEMPLADORES	80
ANEXO 07 CANAL DE ENTRADA DE GRANO CON MUCILAGO.....	81
ANEXO 08 TORNILLO SIN FIN	81
ANEXO 09 ESTRUCTURA DE SOPORTE	82
ANEXO 10. ARMADO DE LAS PIEZAS.....	83
ANEXO 11 LLENADO DE AGUA EN EL TANQUE PARA EL PROCESO DE LAVADO.....	84
ANEXO 12 DRENADO DE AGUA LUEGO DEL PROCESO DE LAVADO	84
ANEXO 13 PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	85



RESUMEN

Los productores de café en el caserío El Palmal San José de Lourdes San Ignacio Cajamarca, muestran baja eficiencia en el proceso de lavado artesanal frente al lavado mediante máquinas desmucilagadoras usadas en cooperativas cafetaleras, para lo cual se diseñó y construyó una máquina desmucilagadora para incrementar la eficiencia en el lavado de café, en ese sentido se usó el método inductivo para recopilar información técnica y de campo para el diseño y construcción de la máquina, y para comprobar el funcionamiento y contrastar la hipótesis se usó 662.80 Kg para el lavado tradicional y el lavado mediante la máquina desmucilagadora. Se obtuvo que mediante el lavado con la máquina desmucilagadora se redujo el consumo de agua a un 40 % en comparación con el método tradicional. En la evaluación económica, se concluye que la inversión en el desarrollo de la máquina desmucilagadora es económicamente viable. Con un interés simple del 3.5% anual, el valor actual neto es S/. 654.08 soles, y la tasa interna de retorno es 9.17 %.

Palabras clave: Eficiencia , desmucilagadora, café, maquina, lavado.

 7

ABSTRACT

Coffee producers in the El Palmal San José de Lourdes San Ignacio Cajamarca hamlet show low efficiency in the artisanal washing process compared to washing using demucilaginizing machines used in coffee cooperatives, for which a demucilaginizing machine was designed and built to increase the efficiency in coffee washing, in that sense the inductive method was used to collect technical and field information for the design and construction of the machine, and to check the operation and contrast the hypothesis, 662.80 Kg was used for the traditional washing and the washed using the demucilaginator machine. It was obtained that by washing with the demucilage machine, water consumption was reduced by 40% compared to the traditional method. In the economic evaluation, it is concluded that the investment in the development of the demucilage machine is economically viable. With a simple interest of 3.5% per year, the net present value is S/. 654.08 soles, and the internal rate of return is 9.17%.

Keywords: Efficiency, demucilaginator, coffee, machine, washing.



I. INTRODUCCIÓN

La problemática relacionada con la eficiencia energética en la producción y consumo de café es de alcance global, por lo tanto, se desarrolla y emplea maquinaria durante los procesos de producción los cuales son similares en diferentes países. La producción de café se ha incrementado en los últimos años, en la campaña 2020-2021 la producción mundial de café alcanzó los 175.4 millones de sacos, representando un incremento de 4.1% frente a los 168.5 millones de sacos producidos en la campaña anterior (León Carrasco, 2021). En los dos últimos años la demanda de café aumentó y se ve reflejado en el precio de compra de grano, por lo tanto, el consumo de agua en la caficultura es elevado debido a que se usa en el despulpado (cuando se requiere) y en el proceso de lavado, pero con la maquinaria agrícola moderna y los manejos hídricos en la caficultura puede ahorrarse hasta un 90% de agua, (Tibaduiza et al., 2020). Se le exige al productor una calidad óptima de grano, mayor producción y eficiencia debido a los últimos acontecimientos mencionados, en países como Colombia se ha desarrollado maquinaria agrícola muy eficiente, la marca Penagos desarrolla máquinas desmucilagadoras, despulpadoras, etc. Se muestra una gran demanda por las máquinas para quitar mucilago del grano de café fermentado, debido a que el proceso de lavado se desarrolla de forma artesanal lo cual implica un gran consumo de agua a nivel mundial para el quitado de mucilago.

El Perú es el principal exportador de café orgánico, con unas 900 hectáreas orgánicas certificadas (Agronoticias, 2020). El Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) informó que en el periodo 2019-2021, certificó 380 000 toneladas de café con destino a mercados internacionales, de las 485 000 toneladas exportadas en total en el mismo periodo, destacando las regiones de Cajamarca, Junín, San Martín y Amazonas como principales productoras de este grano; La producción del café se incrementó en el año 2021 en 2%, pasando de 52 a 55 millones de kilogramos de café cosechado. Cajamarca representa el 40% de café exportado por Perú, lo que en cifras supera los 240 millones de dólares (Gobierno Regional de Cajamarca, 2021).

En el caserío El Palmal ubicado en el distrito de San José de Lourdes de la provincia de San Ignacio en el departamento de Cajamarca; el proceso de lavado del café lo realizan de forma tradicional, lo cual genera ineficiencias, en el uso del agua y en el tiempo de proceso de lavado con la consecuente contaminación ambiental; en ese sentido se formuló la



siguiente pregunta: ¿Cómo incrementar la eficiencia del agua en el proceso de lavado de café en el caserío El Palmal-San José de Lourdes-San Ignacio mediante el diseño y construcción de una máquina desmucilagadora? Formulándose la hipótesis siguiente, diseñar y construir una máquina desmucilagadora incrementa la eficiencia en el lavado de café en el caserío El Palmal - San José de Lourdes - San Ignacio - Cajamarca.

Según Bernal (2019) existen diferentes tipos de máquinas desmucilagadoras las cuales tienen como objetivo reducir la utilización de agua, así como la industrialización del mucilago, mediante una investigación exploratoria se concluyó que se tiene un mejor control de este frente al proceso tradicional y además no se altera la calidad física del grano; la desmucilagadora de cepillo consiste en un cilindro hermético que contiene un cepillo por donde el grano es impulsado a presión e inyección de agua, la desmucilagadora de flujo discontinuo por tandas consta de un agitador de disco perforado o hélice en el depósito de café, la desmucilagadora ELMU consiste en un cilindro equipado con un tornillo sin fin debajo del depósito de café e inyección de agua y la desmucilagadora de flujo ascendente consiste en la inyección ascendente de agua verticalmente, se concluyó que existen diferentes de máquinas desmucilagadora para aumentan la eficiencia en el uso de agua. Este proyecto complementa mostrando que existen diferentes modelos de máquinas desmucilagadoras y sus características, las cuales complementan el diseño y desarrollo de la máquina propuesta.

Así mismo, Chavarría y Piscoya (2018) plantea quitar el mucilago de café en un tiempo mucho menos comparado con las máquinas de tipo ELMU, máquinas desmucilagadoras de flujo ascendente y máquinas desmucilagadora de cepillo, mediante una investigación experimental se determinó que la máquina construida en esta tesis estará equipada con un sensor de ultrasonido, concluyendo que se obtendrá una máquina con un bajo consumo de agua y una capacidad de 500 kilogramos por hora. El desarrollo de esta tesis permite conocer el proceso de diseño y construcción de una máquina desmucilagadora de café, esta tesis es importante debido a que ha sido desarrollada en el Perú, así pueden analizarse los inconvenientes nacionales que pueden obstaculizar el diseño y desarrollo de la máquina desmucilagadora de café, además pueden analizarse la eficiencia de funcionamiento y las variables que se presentan. Una diferencia notable es la cantidad de grano que puede lavar, el proyecto de investigación de chavarría y Piscoya es para una masa de 500 Kg/h, esto significa una máquina de alto costo y que ocupa un gran

volumen; La máquina desmucilagadora de café está diseñada para un costo accesible para un caficultor y un volumen menor para fácil traslado.

En ese sentido, Peñuela y Sanz (2021) mencionan que mediante el desmucilagado mecánico se presenta daños al grano de café como que afectan su calidad final teniendo como objetivo evitar este daño mecánico; mediante una investigación experimental se determina que los daños mecánicos se presentan cuando la cantidad de grano que ingresa a la máquina desmucilagadora es menor a su capacidad, resultando que esto genera mayor retención de grano dentro de la máquina; cuando esta se sobrecalienta, el mucilago no se elimina completamente y genera deterioro en las siguientes etapas de procesamiento del grano de café. Para evitar estos daños mecánicos se concluyó que la máquina desmucilagadora, debe tener un controlador de inyección de agua. Es necesario tener en cuenta los posibles problemas que se presentaran en la máquina desmucilagadora, de esta forma podemos mejorarlos para un óptimo funcionamiento.

Una empresa colombiana, Pinhalense S.A. (2023) presenta DMPE, es una máquina que tiene como objetivo de eliminar el mucilago en el grano de café de forma mecánica, mediante una investigación experimental se determinó que el mucilago es removido por fricción en la medida en que el pergamino sube por el cilindro, el agua es inyectada en pequeña cantidad para la lubricación y el lavado del mucilago sale por la base de la máquina, mientras que el pergamino sin el mucilago sale por la parte superior de la máquina. Se concluyo que esta máquina se presenta como ecológica con un bajo consumo de agua, optimiza el proceso de desmucilagado de café y conserva las propiedades de grano. El modelo que Pinhalense presenta es similar al diseño que se va a construir, la funcionalidad del modelo ya existente permite determinar la morfología de diseño que se va a construir, debido a que se muestra la ubicación de los accesorios como son las válvulas de estrangulamiento que permiten regular el paso del agua mediante el proceso.

Para el diseño de la máquina desmucilagadora se ha considerado la patente de Ardilla y Ariza (2021) en la cual proponen como objetivo una máquina hidrolavadora ecológica de eje horizontal para el lavado de café fermentado con bajo consumo de energía y agua. Mediante una investigación exploratoria se determinó que la característica principal de la lavadora es que puede limpiar, inyectar y agitar agua a presión para quitar el mucilago, gracias a un rotor circular ubicado de forma horizontal, concluyendo que esta máquina es capaz de quitar el mucilago con el mínimo consumo de energía y agua. El conocimiento de



esta patente ayuda a definir y analizar el diseño de la máquina desmucilaginadora de café. La construcción y posteriormente la patente que establecen soluciona la misma dificultad que se tiene en el caserío El Palmal, la diferencia más notable es que esta máquina es considerablemente costosa y para una alta producción de café. Este estudio ayudara a determinar el diseño más óptimo para la construcción de la máquina desmucilaginadora de café, se pueden evaluar accesorios para aumentar la viabilidad del diseño propuesto, como por ejemplo un separador de grano con desarrollo incompleto comúnmente llamado vano.

Por otro lado, Fernández et al. (2020) plantea como objetivo Analizar las prácticas del proceso de producción que se presentan en la comunidad cafetera, mediante una investigación experimental se e identificaron los métodos de aprovechamiento sustentable de los residuos generados por la pulpa, concluyendo que los desechos de la producción de café contaminan los medios hídricos por lo que es importante implementar prácticas de desarrollo sostenible. Como antes se ha mencionado, es importante tratar las aguas mieles las cuales son producto del fermentado y lavado de café, este articulo permite conocer la importancia de las prácticas de desarrollo del café, los desechos del lavado de grano artesanal son conducidos por tubería a las fuentes de agua limpias.

Para la presente tesis se ha considerado la investigación de Cáceres y Ceballos (2019) en la cual tuvo como objetivo determinar el tiempo óptimo de fermentación de café de parcelas agroforestales, para diferentes pisos altitudinales y tres diferentes variedades de café. En el desarrollo de esta investigación experimental se evaluaron diferentes aspectos analizando en campo teniendo como variables los tiempos de fermentación, las variedades de café y los diferentes pisos altitudinales, para el análisis estadístico se utilizó, análisis de varianza y pruebas Duncan. Se concluyo que el tiempo de fermentación es más corto a menor altura. El desarrollo de esta tesis ayuda a determinar cuando el café está listo para ser lavado en la máquina garantizando una óptima eficiencia en agua y energía, la altitud en el distrito de san José de Lourdes es de 1180 m.s.n.m. y la altitud de producción de café del caserío El Palmal es de 1 200 m.s.n.m.-1 500 m.s.n.m; teniendo en cuenta las variaciones de temperatura se determinó que el tiempo de fermentación está dentro de un intervalo de horas el cual es de 10-12 horas, esta información es importante, pues determina cuando el grano de café está listo para lavar, de esta forma la máquina desmucilaginadora de café ahorra agua por lo tanto será más fácil quitar el mucilago del grano de café.



Esta investigación beneficia al operario, pues la máquina desmucilaginadora se ajustó de manera eficiente al proceso de lavado y tendrá un control en el flujo de agua para el lavado. En términos de morfología, esta máquina fue compacta, lo que facilitará su transporte de un lugar a otro. Además, se utilizó componentes comúnmente disponibles en el mercado para su construcción, lo que permitirá una reparación sencilla en caso de ser necesario.

Económicamente es más barato el proceso de lavado de café mediante la máquina desmucilaginadora ahorrando costos en agua, mano de obra y la construcción de un tanque. Comparado con el proceso tradicional el cual demanda de más presupuesto para el acondicionamiento del lugar y ocupa mayor cantidad en mano de obra

Este proyecto generaría un impacto positivo en 37 familias productoras de café orgánico, proporcionará beneficios significativos al mejorar la eficiencia en el uso del agua y eliminar la necesidad de construir reservorios individuales. Además, solo se necesitó de un solo operario para su funcionamiento.

El medio ambiente se beneficia, pues se logra una reducción significativa en la cantidad de agua utilizada en comparación con el proceso tradicional. Esta máquina desmucilaginadora emplea una menor cantidad de agua en el lavado del grano de café, lo que resulta en una disminución en el grado de contaminación. Además, las aguas mieles generadas durante el proceso podrán ser aprovechadas de manera ecológica.

II. OBJETIVOS

2.1. General.

Diseñar y construir una máquina desmucilaginadora para incrementar la eficiencia en el lavado de café en el caserío El Palmal-San José de Lourdes-San Ignacio.

2.2. Específicos.

- Determinar los parámetros de diseño en la máquina desmucilaginadora de café con mayor eficiencia en el uso de agua y puesta en marcha mediante un motor.
- Implementar la máquina desmucilaginadora para incrementar la eficiencia de lavado de café en el caserío “El Palmal”, distrito de San José de Lourdes-San Ignacio.
- Evaluación de la máquina desmucilaginadora de café en el caserío “El Palmal”, distrito de San José de Lourdes-San Ignacio.



III. MATERIALES Y MÉTODOS.

En la fase de materiales y métodos, la cual representa uno de los componentes esenciales de cualquier investigación, se detallan los componentes e instrumentos utilizados, y se proporciona una descripción minuciosa de las etapas llevadas a cabo durante el experimento. Es crucial que toda esta información sea expresada de manera clara y coherente para permitir que otros investigadores puedan reproducir el procedimiento. Asimismo, la metodología utilizada, que varía según la naturaleza del problema, debe ser claramente definida y respaldada mediante justificaciones adecuadas (Konrad Lorenz, 2022).

3.1. Materiales

Los materiales utilizados para la recopilación, análisis y verificación de las hipótesis, están vinculados a una variedad de materiales o instrumentos, como prototipos, dispositivos de medición, cuestionarios, encuestas, bases de datos y programas informáticos destinados al análisis estadístico y la representación de datos (Moreno Díaz, 2024).

Entrevista estructurada. Se realizó una entrevista al productor en el campo de estudio (Cafetal) para conocer sus preferencias técnicas y datos de producción que se genera de cada mes.

Cuestionario. Se utilizó un cuestionario con preguntas cerradas y tablas para obtener los datos de producción y dimensionamiento de carga para el diseño de la máquina desmucilagadora (ver anexo 01):

- Pregunta 01: ¿Qué complicaciones tiene en el proceso de lavado de café artesanal?
- Pregunta 02: ¿Qué condiciones deben existir para realizar el proceso de lavado?
- Pregunta 03: ¿Cuál es el costo del acondicionamiento para el proceso de lavado artesanal?
- Pregunta 04: ¿Cuál es la cantidad de producción durante un año? Llene la siguiente tabla (Ver anexo 02).

Observación indirecta. Se evaluaron los resultados utilizando herramientas de medición como, balanzas, cronómetro y balde de 20 litros. El objetivo fue calcular el porcentaje de eficiencia en el consumo de agua durante el lavado de granos de café, tanto en el proceso tradicional como en el uso de la máquina desmucilagadora.

Software. Para el diseño de la máquina desmucilagadora se usó SolidWorks, en este software se diseñó cada pieza, se elaboraron los planos, se ensambló y se simuló el



movimiento mecánico en vacío. Para el análisis de resultado se utilizó el software Excel, en este software se realizó la evaluación económica como el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

Balanza. Mediante una balanza se determinó la cantidad exacta de la muestra la cual fue de 662.8 Kg, con esta muestra se realizaron las pruebas de lavado mediante el método tradicional y la maquina desmucilaginadora.

Cronometro. Este instrumento se utilizó para determinar el tiempo de lavado empleado en cada procedimiento, tanto en el método tradicional y la maquina desmucilaginadora.

3.2. Métodos

Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, pues se utilizaron los conocimientos sobre diseño de máquinas y eficiencia energética en el proceso de lavado. “La investigación aplicada es la que busca resolver problemas u optimizar procesos en el ámbito productivo a partir de la aplicación del conocimiento” (Mendoza, 2012, pág. 01).

Nivel de investigación

La presente tesis es una investigación tecnológica aplicada, debido a que se realizó el diseño y se construyó la máquina desmucilaginadora para aumentar la eficiencia en el uso del agua en el proceso de lavado de café, esto soluciono un problema local que afectaba directamente el medio ambiente y de forma indirecta al consumidos el costo económico que representa. La investigación en tecnologías físicas se centra en mejorar y crear maquinaria, equipos, instrumentos, mecanismos y sistemas. Su objetivo principal es abordar de manera objetiva los desafíos vinculados a la producción, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios en diversas actividades humanas. Estas investigaciones, denominadas aplicadas, surgen a partir de la investigación básica en ciencias fácticas o formales, formulando problemas e hipótesis para resolver cuestiones en la vida productiva de la sociedad. Además, se les llama tecnológicas, su resultado no se basa en un conocimiento puro y científico, sino en conocimiento tecnológico (Ñaupas et al., 2013).



Diseño de investigación

El diseño de investigación fue experimental y cuantitativo, porque se comparó cuantitativamente la eficiencia del uso del agua en el lavado de café de forma artesanal (muestra de control) y el lavado con la máquina diseñada (muestra de tratamiento). Según Arias y covinos (2021) la principal característica de una investigación experimental es evaluar los efectos de una intervención ya sea preventiva o correctiva.

Métodos

El método fue inductivo de carácter experimental debido a que busco condiciones generales a partir de premisas individuales, para ello se diseñó y construyó la máquina desmucilaginadora en base a la producción de una parcela para luego replicarse en otras áreas agrícolas. Según Diego Mendoza (2014) menciona que el método inductivo se caracteriza porque va de lo particular a lo general, a partir de utilizar el razonamiento para generar conclusiones.

Técnicas

Las técnicas para la recolección de datos que se utilizaron fueron la observación indirecta y entrevista. La investigación Se desarrollo mediante la técnica de observación indirecta debido a que se usaron instrumentos de medición para la cantidad de agua y grano lavado de café, además se determinó la eficiencia en uso del agua comparando los diferentes métodos de lavado de café, como son el método tradicional y usando una máquina desmucilaginadora de café. Se uso el cuestionario dentro de la entrevista para obtener datos con respecto al volumen de producción de café en la parcela seleccionada por conveniencia. Según Arias Gonzales (2020) el cuestionario es ampliamente utilizado como una herramienta de recopilación de datos en investigaciones científicas. Se compone de un conjunto de preguntas presentadas y enumeradas en una tabla, acompañadas de una serie de opciones de respuesta entre las cuales el encuestado debe elegir.

Procedimiento para la recolección de datos

De acuerdo a los medios que utilizaron para obtener datos, fue una investigación de campo, pues esta investigación se realizó en la ubicación del objeto de estudio. Según Diego Mendoza (2014) la investigación de campo es una metodología de investigación que se lleva a cabo en el entorno real y natural donde ocurren los fenómenos estudiados. Implica recopilar datos directamente del terreno, ya sea a través de observaciones, entrevistas, encuestas o experimentos realizados en el lugar de estudio.



Paso 01: Se realizó a la entrevista al productor aplicando un cuestionario para conocer las preferencias técnicas del productor, dimensionamiento y diseño de la máquina desmucilagadora (Ver anexo 01 y 02).

Paso 02: Se desarrolló el diseño de máquina desmucilagadora de café usando el software SolidWorks en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén.

Paso 03: Se simuló el funcionamiento de la máquina desmucilagadora de café, usando el software SolidWorks en el laboratorio de la Universidad Nacional de Jaén.

Paso 04: Se adquirió el material para trabajar acero inoxidable 316, tubo cuadrado A36 de $1 \times 1 \times 1.2 \text{ mm}$, placa metálica A36 de $\frac{1}{4}$ ", tubo circular A36 de $\frac{1}{2}$ " x 1.5 mm , perno $G - 2 \text{ NC } 9/16 \times 1 \frac{1}{2}$ y $G - 2 \text{ NC } 7/16 \times 1 \frac{1}{2}$ y pintura.

Paso 05: Se adquirió las herramientas para trabajar con el material Esmeriladoras, talados, Máquina de soldar y Compresora.

Paso 06: Se perforó cada 1.5 cm la placa de aluminio de $473.77 \times 520 \text{ mm}$

Paso 07: Se cortó las tres bridas en placa metálica A-36 de $\frac{1}{4}$ " mediante plasma según el diseño en SolidWorks (Ver anexo 05).

Paso 08: Se fabricó los cuatro templadores. Mediante un corte recto al tubo de perfil circular A-36 de $\frac{1}{2}$ " x 1.5 mm de 526.4 mm de longitud se soldó un perno $G - 2 \text{ NC } 7/16 \times 1 \frac{1}{2}$ en cada extremo (Ver anexo 06).

Paso 09: Se fabricó la boca de entrada del grano, salida de grano y salida de mucilago en lámina de acero inoxidable 316 (Ver anexo 07).

Paso 10: Se fabricó el eje central. Se cortó acero de perfil circular A-36 de $\frac{1}{2}$ " x 1.5 mm de 860 mm , a este se soldó el tornillo sin fin, se extruyó los extremos a $1 \frac{7}{16}$ " de diámetro (Ver anexo 08).

Paso 11: Se fabricó la estructura. Cortando tubo de perfil cuadrado A36 de $1 \times 1 \times 1.2 \text{ mm}$ de acuerdo al plano para luego ser soldado (Ver anexo 09).

Paso 12: Se lija y pinta cada pieza por separado.

Paso 13: Se armo las piezas pintadas de acuerdo al diseño en SolidWorks y se ajustó los tornillos con arandelas planas y de presión (Ver anexo 10).



Paso 14: Se monto el motor monofásico de 220 V a 60 Hz y se tensiono la banda de transición de fuerza.

Paso 15: Se conectó el motor a una fuente de alimentación, controlado por un interruptor de 16 Ampers.

Paso 16: Se realizó pruebas de funcionamiento de la máquina desmucilagadora de café.

Paso 17: Después del proceso de despulpado de 662.80 Kg (Cantidad que se determinó como muestra) se procedió a depositar el café con mucilago en un tanque tina de concreto para su posterior fermentación.

Paso 18: Se vertió agua hasta que todos los granos de café en baba queden sumergidos dentro del tanque tina (Ver anexo 11).

Paso 19: Se procedió a revolver los granos de café en baba con la ayuda de una cuchara de palo por espacio de 10 minutos.

Paso 21: posteriormente se dreno el agua por la tubería instalada del tanque tina el cual fue medido utilizando un balde de 20 litros (Ver anexo 12).

Paso 22: Se repitió el procedimiento 03 veces lo suficiente para que el café este lavado (libre de mucilago).

Paso 23: Para el lavado de la muestra mediante la máquina, se vertió café fermentado en su punto óptimo de lavado en forma continua.

Paso 24: El café con mucilago es impulsado por el tornillo impulsor de la máquina, se ejecuta el proceso de lavado mediante la fricción que se genera durante el movimiento de los agitadores mientras que el agua es inyectada desde la parte superior de la unidad.

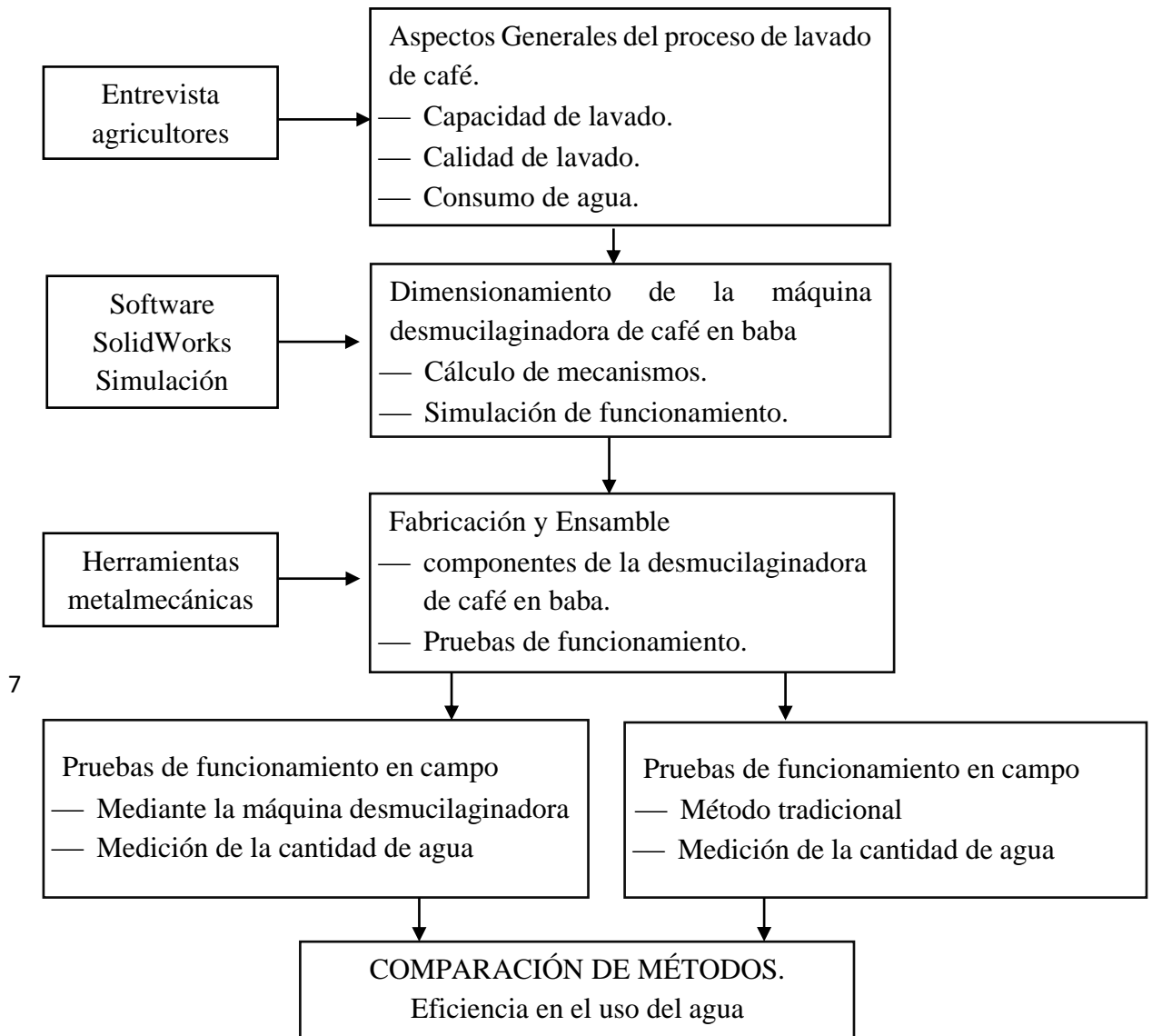
Paso 25: Se cuantificó el agua utilizada durante el proceso, con ayuda de un balde de 20 litros que se utilizó para medir dicho elemento en el anterior método de lavado.

Paso 26: Se calculó la eficiencia de la máquina desmucilagadora de café calculando la diferencia de agua usada mediante el proceso tradicional y mediante el uso de la máquina.



Figura 01

Diagrama de flujo.



Fuente: Elaboración propia (2024).

3.3. Bases Teóricas

3.3.1. Materiales para la construcción de la máquina desmucilaginadora

En el diseño de la máquina desmucilaginadora de café pergamino se utilizaron los materiales acero inoxidable 316 por ser de grado alimenticio, se optó por este material para reducir la contaminación del pergamino de café que está destinado para el consumo humano.

Acero inoxidable 316

“El acero inoxidable 316 es de tipo autentico, que contiene cromo, níquel, molibdeno, lo que atribuye propiedades únicas en cuanto a la resistencia a la corrosión y temperaturas elevadas” (Sinnott & Towler, 2019, pág. 404).

Acero estructural ASTM A-36

Acero estructural que tiene punto de fluencia mínimo de 36000 psi. Posee propiedades que permiten ser empleados en una diversidad de trabajos, por lo que hay disponible en el mercado una diversidad de perfiles como canales ángulos, laminas etc. (Robert L. Mott, pág. 54).

Fruto Café

Café fruto del árbol denominado cafeto, que tiene forma ovalada recubierta por una capa amarillenta de tamaño variado en función a los diferentes pisos altitudinales y tipos de suelo, su utilidad es diversa: bebidas, fertilizante, fines terapéuticos etc.

Capacidad de la máquina desmucilaginadora de café.

Para determinar la capacidad de la desmucilaginadora de café, se tuvo en cuenta la producción de un caficultor promedio; que cuenta con una despulpadora de dos chorros de una capacidad entre 400 - 500 kg/h, de café cerezo, por lo que se tomara una capacidad máxima de 500 kg/h. teniendo en cuenta que la cascara representa el 40% del peso en fruto que fue separada por la despulpadora, en base a ese dato se trabajará con 300 kg/h sin mucilago (Montilla & Arcila, pág. 5).

3.3.2. Evaluación económica

Según la resolución de gerencia general N.º 46 – 2022 – EPS- marañón S.A. el costo del agua en san Ignacio en la categoría comercial es de 0.4439 hasta 0.4717 por metro cubico.



Figura 02

Estructura tarifaria del costo del agua en San Ignacio.

LOCALIDAD DE SAN IGNACIO						
Código	Categoría	Cargo Fijo	Asignación de Consumo m3/mes	Rango de Consumo m3/mes	Tarifa S/./m3	
					Agua	Alcant
RESIDENCIAL						
311	SOCIAL	1.9732	15	0 a más	0.5241	0.0111
321	DOMESTICA	1.9732	15	0 a 8	0.5241	0.0111
		1.9732		8 a más	0.6255	0.0136
NO RESIDENCIAL						
331	COMERCIAL	1.9732	22	0 a más	0.6536	0.0246
341	INDUSTRIAL	1.9732	22	0 a más	0.6813	0.0283
351	ESTATAL	1.9732	22	0 a más	0.6536	0.0246

Fuente: EPS Marañón S.A. (2022).

Costo del agua usada en una producción anual de 7200 Kg

Se uso $3,6 m^3$ de agua para lavar 662.80 Kg de grano, puedo deducir que para lavar 7200 Kg mediante el metodo tradicional usaria $39.1 m^3$ de agua, entonces puedo calcular con la formula (14) que me costaria S/. 22.9. Igualmente determino para metodo de lavado mediante la máquina desmucilagadora, se evidencio que la maquina solo uso el 40 % de agua que se uso en lavado tradicional por lo tanto es 60 % mas eficiente.

Costo del tiempo usado en una producción anual de 7200Kg

El ahorro de tiempo en el proceso de lavado se refleja en el costo de mano de obra, Para quitar el mucilago de la muestra equivalente a 662.80 Kg se tardo 04 horas. Se deduce que que el proceso de lavado tradicional de 7200 Kg tardo alrededor de 43 horas y media; mientras que este mismo proceso tardo menos de 22 horas usando la máquina desmucilagadora.

Beneficios

Los beneficios se generan por el ahorro de agua y tiempo en el proceso de lavado, hasta ahora la máquina desmucilagadora solo influyó en el proceso de lavado, sin embargo, representa un menor tiempo de lavado, no requiere transporte y no requiere un tanque de cemento para el proceso de lavado.

Se determino una evaluación anual de producción en base a la entrevista del productor, se tomó como promedio 7200 Kg. para determinar los costos del agua, se

consideró el costo de metro cubico del agua según EPS marañón. Por otro lado, la mano de obra para el proceso de lavado y los costos de transporte se consideró el costo de salario local de S/. 50 soles por ocho horas de trabajo de arriero, la producción antes mencionada se determinó un promedio de 16 horas discontinuas de transporte. Los costos para la construcción del tanque con esas dimensiones (1m x 2m x 3m) fueron de S/. 3700 más S/. 100 soles de mantenimiento por año.

Gastos

Los gastos que genera la máquina desmucilaginar por mantenimiento anual es de S/.10, el consumo de agua es de S/. 2.6 anual. Por otro lado el consumo de energía eléctrica, considerando la potencia del motor de 1.5 Hp o 1 119 W considerando un uso de cuatro horas diaria por 20 días al mes, cinco meses al año, pues es el tiempo que dura la producción de Café; utilizando el software calculadora energética desarrollado por el ministerio de energía y minas se determinó un consumo de S/. 60.00.

Flujo de caja

Es un concepto financiero fundamental que se refiere al movimiento de dinero que entra y sale de una empresa durante un período de tiempo específico. Es esencial para evaluar la salud financiera de una organización y su capacidad para cumplir con sus obligaciones financieras. La configuración de un estado de flujo de efectivo se basa en una tabla que consta de columnas donde se anotan tanto los ingresos como los egresos en efectivo, Rojas (2014).

Valor actual neto (VAN)

Para determinar el valor actual neto (VAN), se consideró un interés fijo del 3.5 % considerando el valor del dólar y su fluctuación en los próximos dos años, la inversión que se desarrolló en el proyecto de tesis la cual fue de S/. 3 943.80 (Ver anexo 12), luego se determinó usando la fórmula del valor actual neto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (14)$$

V_t Flujos de caja en cada periodo de tiempo

I_0 Valor de desembolso inicial de la inversión

n Numero de periodos considerado

k Tasa de descuento

Fuente: Elaboracion propia (2024).

Tabla 01

Criterios de decisión para el valor actual neto.

$VAN > 0$	El valor actualizado de los cobro y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
$VAN = 0$	El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
$VAN < 0$	El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Fuente: Velayos Morales (2020).

Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) representa la rentabilidad de una inversión, indicando el porcentaje de ganancia o pérdida que se obtendrá en relación con las cantidades no retiradas del proyecto, constituye un indicador que establece el interés mínimo necesario para que una inversión resulte rentable. Cuando alguien decide invertir, es crucial calcular la rentabilidad anticipada y evaluar si esta será inferior, igual o superior al costo de la inversión. En este sentido, la TIR proporciona datos sobre el porcentaje de interés que se debe alcanzar para que los rendimientos de la inversión cubran todos sus costos. Esta información actúa como un punto de referencia que determina si una inversión es rentable o no, Sevilla Arias (2020).

Para calcular la tasa interna de retorno se uso Excel, siendo esta la tasa de descuento que en el momento inicial iguala la corriente futura de ingresos con la de egresos, resultando en un Valor Actual Neto (VAN) igual a cero. Una vez que se ha proyectado la totalidad de los ingresos esperados, se resuelve la TIR para determinar el interés mínimo necesario para que la inversión no genere rentabilidad alguna.

Según su formula matematica:

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^t} \quad (15)$$

Tabla 02

Criterios de decisión para el valor de la tasa interna de retorno.

$TIR > k$	El proyecto de inversión será aprobado. La tasa de rendimiento interno que se obtiene supera la tasa mínima de rentabilidad requerida para la inversión.
$TIR = k$	El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas. Bajo estas circunstancias, la ejecución de la inversión sería factible si contribuye a mejorar la posición competitiva de la empresa y no existen opciones más favorables.
$TIR < k$	El proyecto de inversión debe ser descartado. No se cumple con la rentabilidad mínima requerida para la inversión.

Fuente: Sevilla Arias (2020).



IV. RESULTADOS.

Figura 03

Caja negra

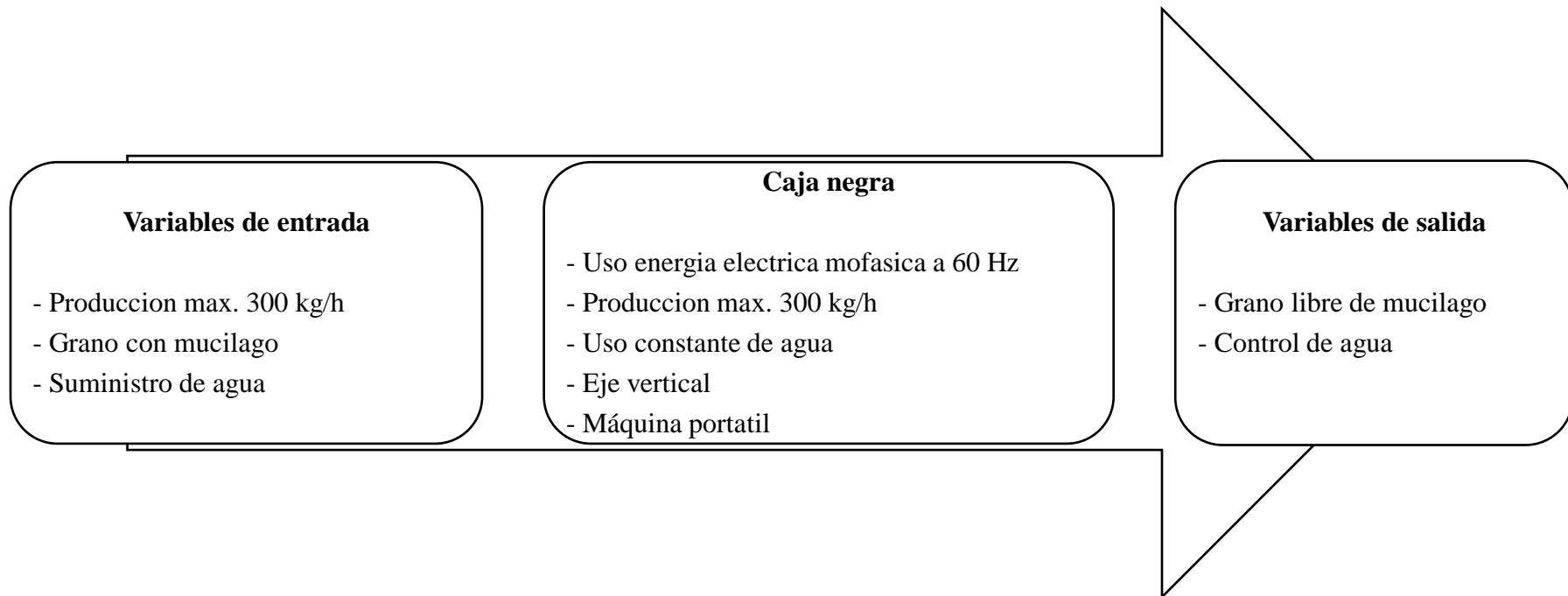
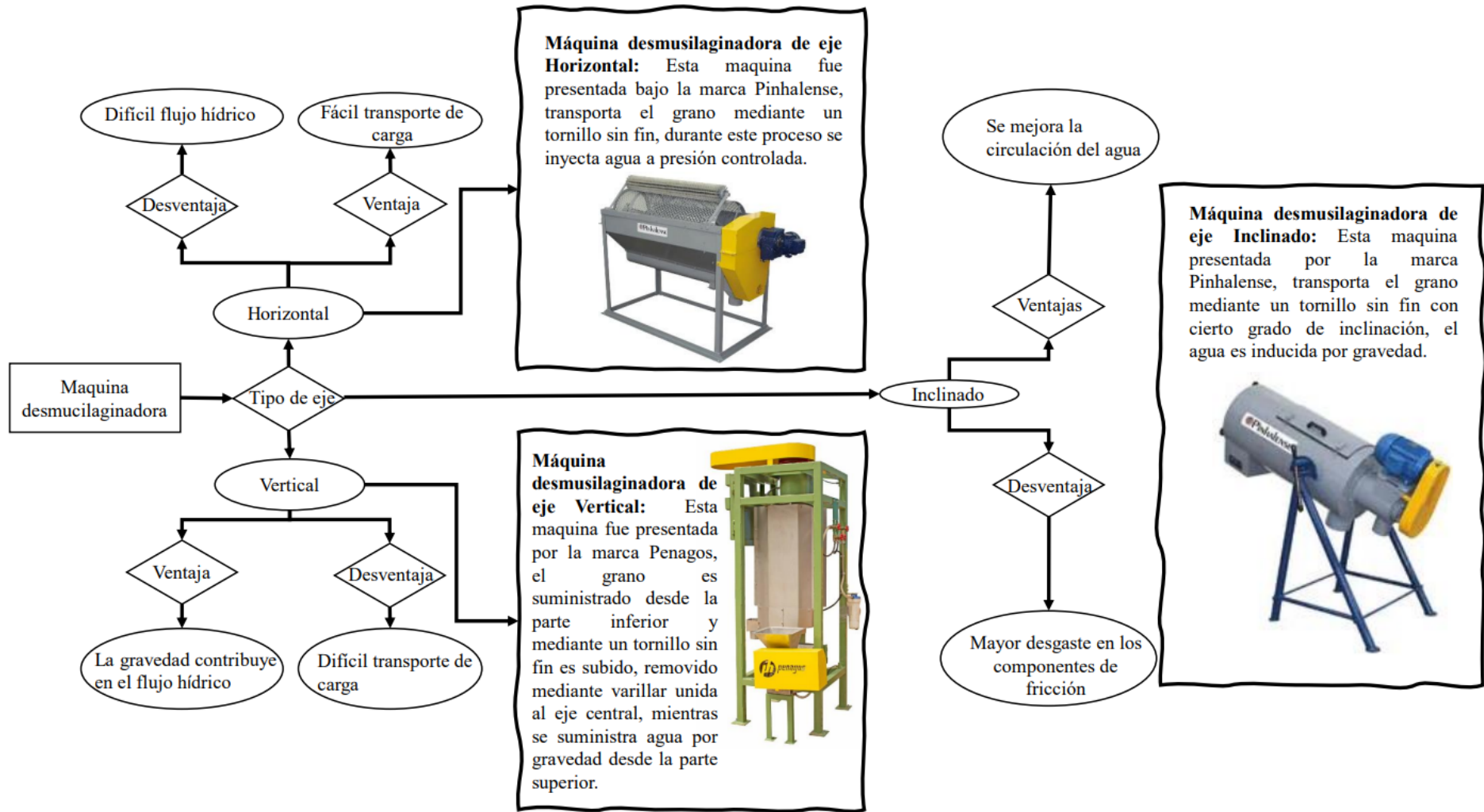


Figura 04

Diseño conceptual.



Nota: La figura muestra el diseño conceptual y la discusión de las posibles opciones de configuración en la máquina desmucilaginadora que se construyó. Fuente: Elaboración propia (2024).

Después de la fase de diseño conceptual, se llevó a cabo una investigación exhaustiva sobre los distintos diseños presentados por diversas marcas en los países productores de café. Estos diseños tenían como objetivo abordar el problema de la eficiencia energética. Tras este análisis, se determinó que la mejor opción para el lugar de estudio es la máquina desmucilagadora con eje vertical. En este diseño, el agua fluye de manera óptima, lavando el grano mientras asciende mediante un tornillo sin fin y es removido mediante varillas horizontales soldadas al eje central. Esto asegura un lavado más efectivo del grano y reduce el consumo de agua. Además, la disposición vertical del eje ocupa menos espacio, lo que facilita su instalación en una línea de producción improvisada.

4.1. Primer objetivo específico

Determinar los parámetros de diseño en la máquina desmucilagadora de café con mayor eficiencia en el uso de agua y puesta en marcha mediante un motor.

4.1.1. Resultados de cuestionario

Figura 05

Instrumento de medición de datos

Ítem	Cuestionario de entrevista estructurada
1	<p>¿Que complicaciones tiene en el proceso de lavado de café artesanal?</p> <p>El excesivo uso del agua y el tiempo que tarda en desarrollarse este proceso. Comparado con las máquinas desmucilagadoras.</p>
2	<p>¿Qué condiciones deben existir para realizar el proceso de lavado?</p> <p>Debe acondicionarse un tanque y el grano debe estar sin cáscara y fermentado.</p>
3	<p>¿Cómo se acondiciona el instrumento para el lavado tradicional?</p> <p>Se realiza en los riachuelos. Se construye un tanque de cemento con un tanque costo aproximado de S/. 3700.00.</p>

Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 06

Tabla de intervalos de producción anual de café

Mes	0 – 100 Kg	500 -1000 Kg	4000-6000 Kg	7000-10000 Kg
Enero	X			
Febrero	X			
Marzo	X			
Abril		X		
Mayo		X		
Junio			X	
Julio			X	
Agosto				X
Septiembre				X
Octubre			X	
Noviembre		X		
Diciembre		X		

Nota: El productor marcó con un aspa el nivel (X) de producción promedio alcanzado de acuerdo al mes. Fuente: Elaboración propia (20223)

4.1.2. Materiales

Tabla 03

Composición química del acero inoxidable 316.

N° Especificación AISI	Composiciones %						
	C máx.	Si máx.	Mn máx.	Cr	Ni	Mo	Nb
316	00.08	01	02	16	10	2	-

Fuente: Sinnott y Towler (2019).

Tabla 04

Composición química del acero ASTM A-36.

N° Especificación ASTM	Composiciones %				
	C máx.	Si máx.	Mn máx.	P	S
A-36	0.29	0.15-0.40	0.8-1.2	0.04	0.05

Fuente: Aceros (2022).

Tabla 05*Propiedades mecánicas ASTM A-36.*

Propiedades Mecánicas			
Resistencia a la tracción	Límite Elástico, min	Alargamiento %, min	
41 - 56 Kg /mm ²	23 - 25 Kg / mm ²	200 mm	50 mm
400 - 550 Mpa	250 Mpa.	20	23
58 – 80 Ksi.	36 Ksi		

Fuente: Aceros (2022).

Tabla 06*Propiedades físicas del café.*

	Uribe (1977)	Presente estudio	
Densidad (Kg/m3)		Café seleccionado	Café sin seleccionar
Grano de café en baba	800	826.71	803.40
Grano de café en lavado	650	701.87	693.66
Grano de café escurrido		687.17	678.31
Peso(g)			
Grano de café en baba		0.57	0.55
Grano de café en lavado		0.40	0.39
Grano de café escurrido		0.39	0.38
Diámetro (mm)			
Grano de café en baba		9.24	9.02
Grano de café en lavado		8.70	8.63
Grano de café escurrido		8.80	8.64

Fuente: Cenicafé (2008).

4.1.3. Cálculo del tornillo helicoidal impulsor.

Para impulsar el café pergamino en baba, se utilizó un transportador helicoidal vertical, gobernado por la siguiente formula.

$$Q = 3600 \times C \cdot \frac{(\pi \cdot (D^2 - d^2))}{4} \times \left(\frac{P \cdot n}{60}\right) \times \gamma \times k \quad (1)$$

Donde:

Q : flujo másico (Tn/Hr); γ : densidad del material (Tn/m^3); C : coeficiente de relleno; D : diámetro externo (m); d : diámetro interno (m); P : paso helicoidal (m); n : velocidad de giro (rpm); k : coeficiente de inclinación. C : Coeficiente de relleno: 0.32 material ligero no abrasivo, P : paso de la espira 5 cm; n : velocidad de giro 700 rpm; γ : densidad del café pergamino en baba 0.80Tn/m³; k : por ser vertical se consideró 0.08. (Conveyors, 2015).

$$Q = 3600 \times 0.32 \times \frac{(\pi \cdot (D^2 - d^2))}{4} \cdot \left(\frac{0.05 \cdot 700}{60}\right) \cdot 0.8 \times 0.08$$

$$D = 0.09428 \text{ m} \cong 10 \text{ Cm.}$$

Se considerará **diámetro 12 cm del helicoide**; para cuantificar cualquier efecto de perdida adicional.

4.1.4. Cálculo del diámetro útil del desmucilaginadora de café.

Para determinar la altura del desmucilaginador de café, se encuentra relacionado con la capacidad de producción de 300 Kg/Hr. De tal manera que sea una línea continua entre la máquina despulpadora de café y el desmucilaginador de café para ello se consideró que la máquina debe lavar 5 kg/min.

$$V = \frac{\text{flujo masico (Kg/min)}}{\text{densidad (kg/m}^3\text{)}} \quad (2)$$

$$V = \frac{5 \text{ Kg/min}}{700 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V = 0.00714285 \text{ m}^3.$$

Considerando que la altura del desmucilaginador es **de 50 cm de altura**, desde la base del tornillo impulsor hasta la base de la boca de descarga el área está dada por:

$$A_{\text{útil}} = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{H \text{ (m)}} \quad (3).$$

$$A_{\text{útil}} = \frac{0.00714285 \text{ m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$A_{\text{útil}} = 0.0142857 \text{ m}^2.$$

Área útil se consideró al espacio necesario que debe tener el lavador para poder cumplir con la capacidad requerida; considerando que el cuerpo del lavador fue cilíndrico, para el cual se tuvo un diámetro.

$$A = \frac{\pi \times \phi^2}{4} \quad (4).$$

$$\phi = \sqrt{\frac{0.0142857 \text{ m}^2 * 4}{3.1416}}$$

$$\phi = 0.1360 \text{ m}.$$

La unidad desmucilagador mecánico para las condiciones impuestas necesito 13.6 cm de diámetro como mínimo; para este proyecto se **consideró un diámetro de 15 cm** para contabilizar las áreas de los mecanismos como el eje, limpiadores etc.

4.1.5. Cálculo de la potencia requerida de la desmucilagadora de café.

La potencia requerida de funcionamiento está dada por la potencia para mover el mecanismo en vacío $P_{m.vacio}$, potencia para mover la carga P_{carga} ,

$$P_{t.req} = P_{m.vacio} + P_{carga} \quad (5).$$

Potencia para mover sistema mecánico en vacío

$$P_{m.vacio} = \frac{H_{hel} * n_{eje} * F_d * F_r}{410} \quad (6).$$

Siendo: $H_{hel}=0.15\text{m}$. de acuerdo al diseño planteado, $n_{eje}=700 \text{ rpm}$; $F_d= 1.8$ según tabla, $F_r = 1$ según tabla.

$$P_{m.vacio} = 0.368780 \text{ Hp}$$

Tabla 07

Factor de diámetro.

Diámetro (mm)	F_d
50	0.5
80	0.7
100	1.2
150	1.8

Nota: se consideró el diámetro exterior del impulsor del tornillo helicoidal de Anthony Y Alberto (2018).

Tabla 08

Factor de rodadura.

Factor de rodadura	F_r
Libre	1.2
De bolas	1
bronce	1.7
Plástico	2
Hierro	4.4

Nota: rodamientos de bolas del eje impulsor del tornillo helicoidal de Anthony y Alberto (2018).

Cálculo de la potencia para transportar el material

$$P_{carga} = \frac{H_{equipo} * q * \gamma}{186} \quad (7).$$

Siendo: $H_{equipo} = 0.5$; m según diseño planteado, incluyo la altura del tornillo helicoidal; $q = 0.375 \text{ m}^3/\text{H}$ capacidad de la máquina, $\gamma = 762 \text{ Kg/H}$ densidad promedio del café pergamino en baba.

$$P_{carga} = 0.768 \text{ Hp}$$

Potencia total está dada por:

$$P_{t.req} = 0.368780 \text{ Hp} + 0.768 \text{ Hp}$$



$$P_{t.req} = 1.13 \text{ Hp}$$

Se utilizo un **motor de 1.5 Hp**, para cuantificar cualquier merma de la potencia

Figura 07

Catálogo de motores WEG.

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _h /In	Par con rotor trabado T _v /T _n	Par Máximo T _b /T _n	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
kW	HP											Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V
												50	75	100	50	75	100		
0.12	0.16	63	0.041	3.3	0.7	2.1	0.0002	20	9.0	47	2820	33.0	43.0	51.0	0.80	0.86	0.92	1.16	0.580
0.18	0.25	63	0.061	6.5	2.6	2.5	0.0002	5	10.3	47	2890	37.2	47.8	54.5	0.82	0.88	0.90	1.67	0.835
0.25	0.33	63	0.085	5.8	2	2.1	0.0002	5	10.5	47	2870	43.1	53.6	59.5	0.76	0.85	0.96	2.02	1.01
0.37	0.5	71	0.123	8.5	2.4	2.9	0.0005	6	13.0	57	2930	51.0	62.0	69.5	0.72	0.82	0.86	2.82	1.41
0.55	0.75	71	0.183	7.5	2.2	2.2	0.0006	5	13.5	57	2920	52.8	63.5	71.5	0.87	0.94	0.97	3.61	1.80
0.75	1	80	0.251	7.6	2.1	2.4	0.0010	9	18.0	62	2915	60.5	71.7	75.0	0.62	0.84	0.89	5.11	2.56
1.1	1.5	80	0.374	6.3	2.3	2.0	0.0011	11	19.0	62	2865	69.0	77.9	78.6	0.70	0.91	0.94	6.77	3.39
1.5	2	90S	0.504	7.3	2	2.2	0.0022	7	24.0	66	2900	73.9	79.2	80.0	0.85	0.90	0.94	9.07	4.54
2.2	3	90L	0.740	8.8	2.3	2.1	0.0028	6	27.0	66	2895	75.5	80.0	80.0	0.90	0.93	0.96	13.1	6.53
3	4	100L	1.01	8.1	1.95	2.1	0.0070	6	40.0	69	2895	75.0	80.5	81.0	0.89	0.95	0.96	17.5	8.77
3.7	5	112M	1.24	8.0	2.4	2.5	0.0095	6	48.5	69	2910	82.0	85.2	85.0	0.93	0.95	0.97	20.4	10.2
5.5	7.5	132M	1.85	7.7	2.4	2.6	0.0234	6	71.0	69	2900	80.7	84.7	85.0	1.00	1.00	0.99	29.8	14.90
7.5	10	132M	2.50	9.0	1.8	3.1	0.0288	6	80.0	69	2920	82.7	85.8	86.0	0.94	0.96	0.97	41.0	20.50
9.2	12.5	132M/L	3.07	8.5	1.7	2.9	0.0342	6	88.5	69	2920	86.1	88.3	88.0	0.99	0.99	0.99	48.0	24.0

Fuente: WEG (2022).

4.1.6. Dimensionamiento del sistema de Transmisión.

Para el dimensionamiento del sistema de transmisión por fajas se consideró los siguientes datos de entrada como fase inicial del diseño como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 09

Parámetros de entrada-transmisión por fajas.

Consideraciones de diseño	
Rpm. motor	1750
Rpm desmucilagador.	700
Ø polea motor	2.5 in
Tipo de faja	A
Distancia Centro a centros	30 cm.
Ø polea desmucilagador.	-----

Fuente: Elaboración propia (2023).

Cálculo del diámetro de polea del lado del desmucilagador

$$\frac{N_{motor}}{\phi_{P.equipo}} = \frac{N_{P.equipo}}{\phi_{motor}} = \frac{1750}{\phi_{P.equipo}} = \frac{700}{2.54} \quad (8).$$

$$\phi_{P.equipo} = 6.25 \text{ in.}$$

Se selecciono una polea de aluminio de 6.5 pulgadas medida comercial.

Tabla 10

Catálogo de poleas de aluminio comerciales.

Descripción	Medida
Polea de aluminio	6 x 1-A
Polea de aluminio	6½ x 1-A
Polea de aluminio	7 x 1-A

Fuente: AlirsaIndustrias (2019).

Con la polea seleccionada se hizo un nuevo cálculo de la velocidad con que trabajó el desmucilagador de café:

$$\frac{1750}{6.5} = \frac{N_{P.equipo}}{2.5}$$

$$N_{P.equipo} = 673 \text{ rpm.}$$

Selección de la faja de transmisión de potencia

— Potencia de diseño

$$P_d = P_a * K \quad (9).$$

Siendo P_a : potencia de accionamiento; K: factor de servicio. Para este proyecto se consideró K=1.2 según tabla teniendo en cuenta las horas máquina utilizadas.

$$P_d = 1.13 * 1.2$$

$$P_d = 1.356 \text{ Hp.}$$

Figura 08

Factor de corrección de potencia.

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

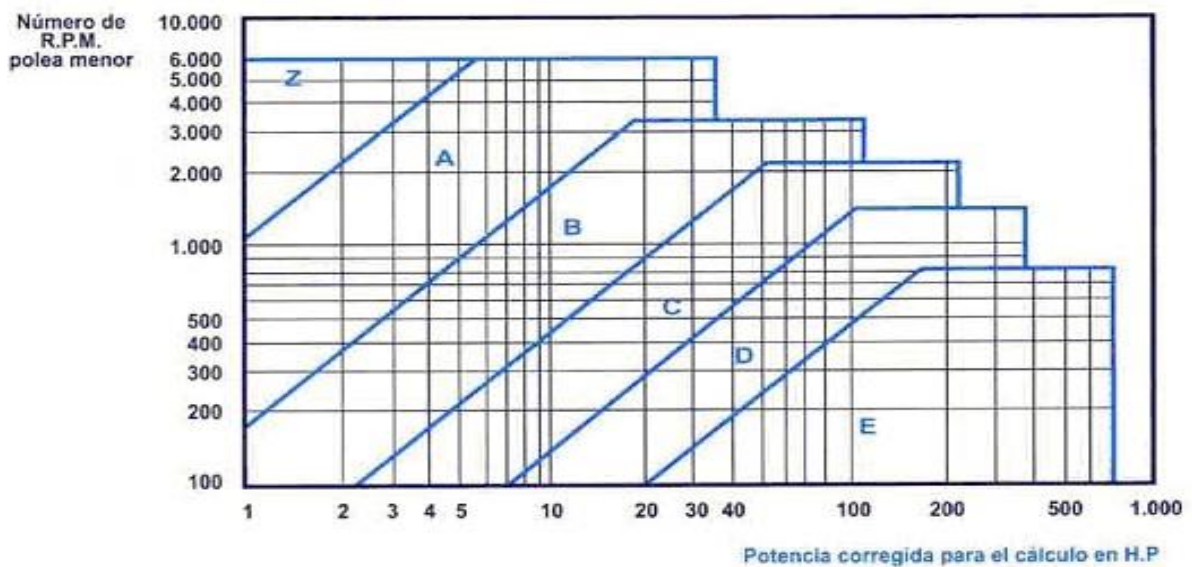
Fuente: Intermec® (2018).

— **Selección del tipo de faja**

Para seleccionar el tipo de faja se tuvo en cuenta la velocidad de giro de la desmucilagadora de café y la potencia corregida. Según la figura 04 que se muestra corresponde a una faja tipo.

Figura 09

Selección del tipo de faja.



Fuente: Intermec® (2018).

[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]

— Relación de transmisión

La relación de transmisión está dada por la siguiente expresión.

$$R = \frac{N}{n} \quad (10).$$

Donde N: representa las revoluciones de la polea menor (rpm), n: representa las revoluciones de la polea mayor (rpm).

$$R = \frac{1750}{673}$$

$$R = 2.6$$

— Longitud de la correa

La longitud de la correa está dada por la siguiente expresión.

$$L_p = 2 * E + \frac{\pi}{2} * (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E} \quad (11).$$

Donde E: distancia entre ejes de la polea (dato del diseño), d: diámetro de la polea menor, D: diámetro de la polea mayor.

$$L_p = 2 * 0.3 + \frac{\pi}{2} * (16.51 + 6.35) + \frac{(16.51 - 6.35)^2}{4 * 0.3}$$

$$L_p = 122.5 \text{ cm}$$

— Selección de la faja comercial tipo A

En base a la figura 05 teniendo en cuenta la longitud de la correa L_p se obtiene una faja tipo A-47.



Figura 010

Dimensiones de fajas tipo A.

Longitud primitiva nominal				
Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)
41	1066	1075	1086	-
42	1092	1106	1100	-
43	1117	1134	1140	-
44	1143	1153	1156	1191
45	1168	1186	1184	1217
46	1193	1199	1204	1242
47	1219	1232	1237	1267
48	1244	1262	1268	1293
49	1270	1280	1288	1318
50	1295	1306	1318	1344
51	1320	1330	1328	1357
52	1346	1354	1367	1394
53	1371	1381	1392	1429
54	1397	1405	1410	1442

Fuente: Optibelt (2014).

— Corrección de longitud de faja CLF

El factor de corrección de la correa se muestra en la figura 06 tabla para este caso interpolando se considera 0.97

Figura 011

Factores de corrección de longitud.

Longitud correa	Sección de la correa			
	Z	A	B	C
16	0.80	-	-	-
24	0.83	-	-	-
26	0.84	0.81	-	-
31	0.89	0.84	-	-
35	0.92	0.87	0.81	-
38	0.93	0.88	0.83	-
42	0.95	0.90	0.85	-
46	0.97	0.92	0.87	-
51	0.99	0.94	0.89	0.80
55	1.00	0.96	0.90	0.81
60	-	0.98	0.92	0.82
68	-	1.00	0.95	0.85
75	-	1.02	0.97	0.87
80	-	1.04	0.98	0.89
81	-	1.04	0.98	0.89
85	-	1.05	0.99	0.90
90	-	1.06	1.00	0.91

Fuente: Ingemecanica (2018).

— **Cálculo del arco de contacto A.**

La polea crítica del diseño fue la polea de menor diámetro lado del motor en base a ello se tiene que el arco de contacto A esta dado por:

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{E} \quad (12).$$

Donde D: diámetro de la polea mayor, d: diámetro de la polea menor, E distancia entre centros.

$$A = 180 - 57 \frac{(16.51 - 6.35)}{30}$$

$$A = 160.7^\circ$$

— **Factor de corrección del arco de contacto FCA.**

Según la siguiente tabla se obtiene el factor de corrección del arco de contacto, para este caso se toma un FCA de 0.95.

Figura 12

Factor de corrección del arco de contacto.

Factor de corrección		
Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanalada/plana
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78
164°	0.96	0.79
160°	0.95	0.80
157°	0.94	0.81
154°	0.93	0.81
150°	0.92	0.82
147°	0.91	0.83
144°	0.90	0.83
140°	0.89	0.84

Fuente: Ingemecanica (2018).

— **Potencia base.**

La potencia base es la potencia que puede transmitir una correa según el tipo el dato se encuentra según fabricante para este caso se muestra en la siguiente tabla, teniendo en consideración que la polea crítica es la polea que se encuentra en lado del motor se obtiene, que gira a 1750 rpm, por lo que se considera lo inmediato superior de la tabla como más crítico 1800 rpm una potencia base $P_b = 0.69$.

Figura 13

Potencia base por correa.

N° R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por relación de transmisión (en HP)									
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)													1.00	1.02	1.05	1.09	1.13	1.19	1.25	1.35	1.52	2.00
	66	71	76	81	86	91	96	102	107	112	117	122	127	al 1.01	al 1.04	al 1.08	al 1.12	al 1.18	al 1.24	al 1.34	al 1.51	al 1.99	y sobre
1160	0.54	0.69	0.84	0.99	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.84	1.98	2.12	2.26	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.20
1750	0.68	0.90	1.11	1.32	1.53	1.73	1.93	2.13	2.33	2.53	2.72	2.91	3.10	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29
3450	0.85	1.21	1.57	1.91	2.25	2.57	2.88	3.19	3.48	3.76	4.02	4.28	4.52	0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.39	0.45	0.52	0.58
200	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
400	0.26	0.32	0.38	0.43	0.49	0.55	0.60	0.66	0.71	0.77	0.82	0.88	0.93	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
600	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.23	1.31	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
800	0.43	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	1.37	1.47	1.57	1.67	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
1000	0.49	0.62	0.75	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.88	2.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17
1200	0.55	0.71	0.86	1.01	1.16	1.31	1.46	1.60	1.75	1.89	2.04	2.18	2.32	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20
1400	0.61	0.78	0.96	1.13	1.30	1.47	1.64	1.81	1.97	2.14	2.30	2.46	2.62	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24
1600	0.65	0.85	1.05	1.24	1.43	1.62	1.81	2.00	2.18	2.37	2.55	2.73	2.90	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27
1800	0.69	0.91	1.13	1.34	1.56	1.77	1.97	2.18	2.38	2.58	2.78	2.97	3.17	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30
2000	0.73	0.97	1.21	1.44	1.67	1.90	2.12	2.35	2.57	2.78	2.99	3.20	3.41	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.30	0.34

Fuente: Ingemecanica (2018).

— **Potencia efectiva de la correa**

La potencia efectiva de la correa está determinada por la siguiente expresión.

$$P_e = P_b \times FCL \times FCA \tag{13}.$$

$$P_e = 0.68 \times 0.97 \times 0.95$$

$$P_e = 0.62.$$

— **Número de correas.**

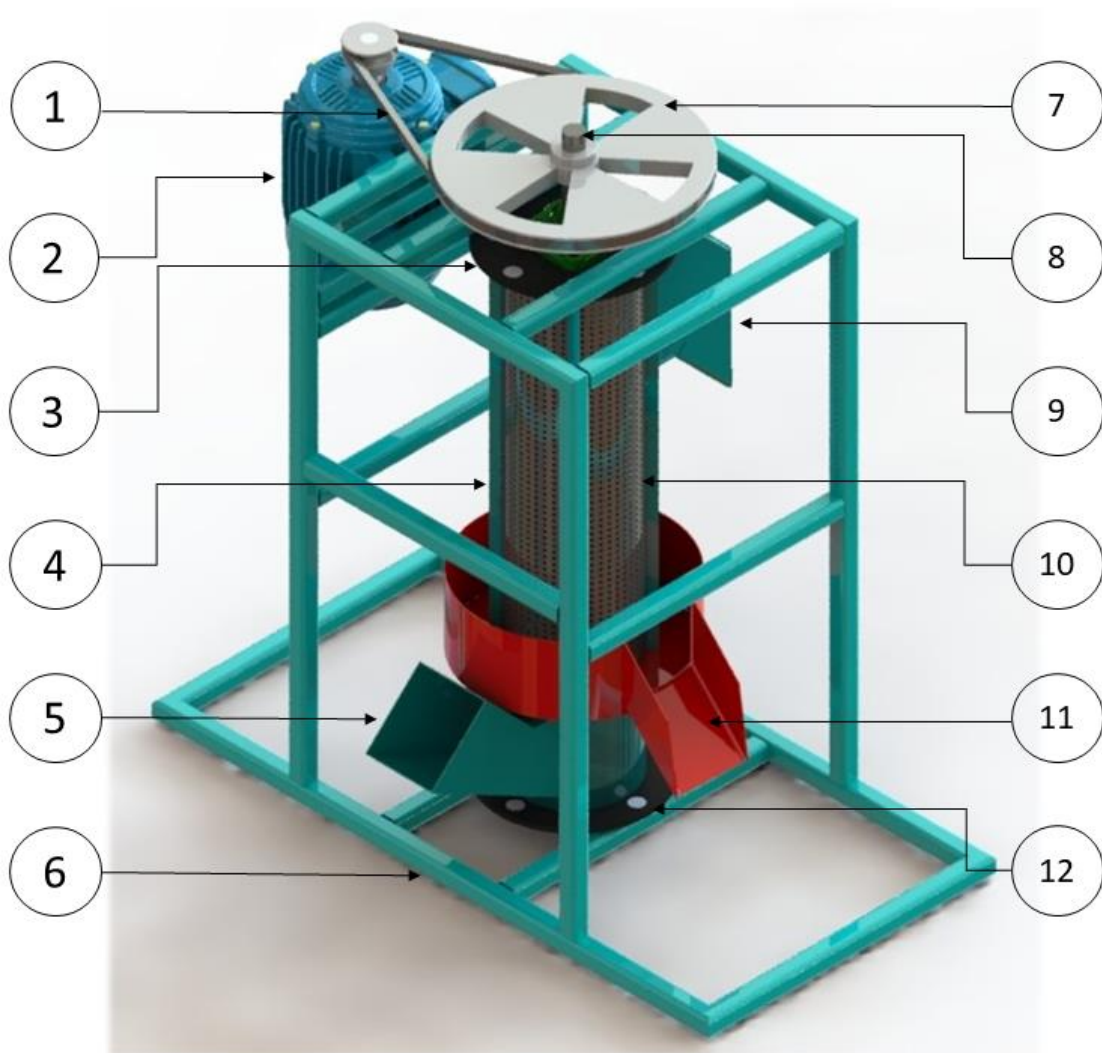
El número de correas está determinado por la siguiente expresión.

$$N_{correas} = \frac{1.243}{0.62}$$

$$N_{correas} = 2.00$$

Figura 14

Máquina desmucilaginadora diseñada mediante SolidWorks.



Nota: Esta imagen muestra cada pieza de la máquina desmucilaginadora como parte de su ensamble diseñado mediante el software SolidWorks. Fuente: Elaboración propia (2023).

Tabla 11

Descripción de la composición de los materiales.

Ítem	Pieza	Material
01	Banda de transmisión A47	Polibutadieno (caucho)
02	Motor 1.5 HP – 60Hz – 220V	Aluminio
03	Brida superior	A-36
04	Templador	A-36
05	Boca de carga	Acero inoxidable 316
06	Soporte metálico	A-36

07	Polea Mayor de 6.5"	Aluminio
08	Eje central	A-36
09	Boca de descarga de pergamino	Acero inoxidable 316
10	Criba	Acero inoxidable 316
11	Boca de descarga de mucilago	Acero inoxidable 316
12	Brida Inferior	A-36

Nota: Esta Tabla muestra el material de construcción de cada pieza señalada en la imagen 10. Fuente: Elaboración propia (2023).

Se desarrollaron todos los planos en orden numérico con las cotas respectivas para su fácil construcción (Ver Anexo 03).

En la siguiente tabla se muestran algunos parámetros de las piezas que soportan mayor carga a las cuales se realizó el análisis estático. los análisis de fuerza, deformación y factor de seguridad (Ver Anexo 04) de la máquina desmucilagadora.

Tabla 12

Análisis estático

Pieza	Tipo de estudio	Máximo
Criba	Tensión de Von Mises	$1.237 \times 10^8 N/m^2$
	Desplazamientos resultantes	$4.858 \times 10^{-1} mm$
	Deformación unitaria	3.268×10^{-4}
	Factor de seguridad	2.480×10^4
Estructura de soporte	Tensión de Von Mises	$7.898 \times 10^7 N/m^2$
	Desplazamientos resultantes	$6.388 \times 10^{-1} mm$
	Factor de seguridad	1×10^{16}
Tornillo sin fin	Tensión de Von Mises	$5.898 \times 10^6 N/m^2$
	Desplazamientos resultantes	$1.855 \times 10^{-1} mm$
	Deformación unitaria	1.544×10^{-5}
	Factor de seguridad	8.565×10^{13}

Fuente: Elaboración propia (2024)

4.1.7. Tabla de resumen de los componentes de diseño de la máquina.

Tabla 13

Descripción de los componentes calculados.

Componente		Descripción
Tipo de materiales		Acero inoxidable 316
		Acero ASTM A-36
Diámetro de helicoide el tornillo impulsor		10 cm
Diámetro útil de la desmucilagadora		15 cm
Potencia requerida por la desmucilagadora		1.13 Hp
Velocidad de trabajo de la desmucilagadora		673 rpm
Motor	Potencia de motor	1.5 Hp
	Velocidad	1750 rpm
	Frecuencia	60 Hz
	Tipo de conexión	220 V monofásica
	Diámetro de polea mayor	6.5 pulgadas
Sistema de transmisión	Diámetro de polea menor	2.5 Pulgadas
	Longitud de faja o banda	122.5 mm
	Arco de contacto	160.7°
	Potencia de diseño	1.2 Hp
	Tipo de faja o banda	A 47
	Potencia efectiva de la faja o banda	0.62 Hp

Fuente : Elaboración propia (2024).

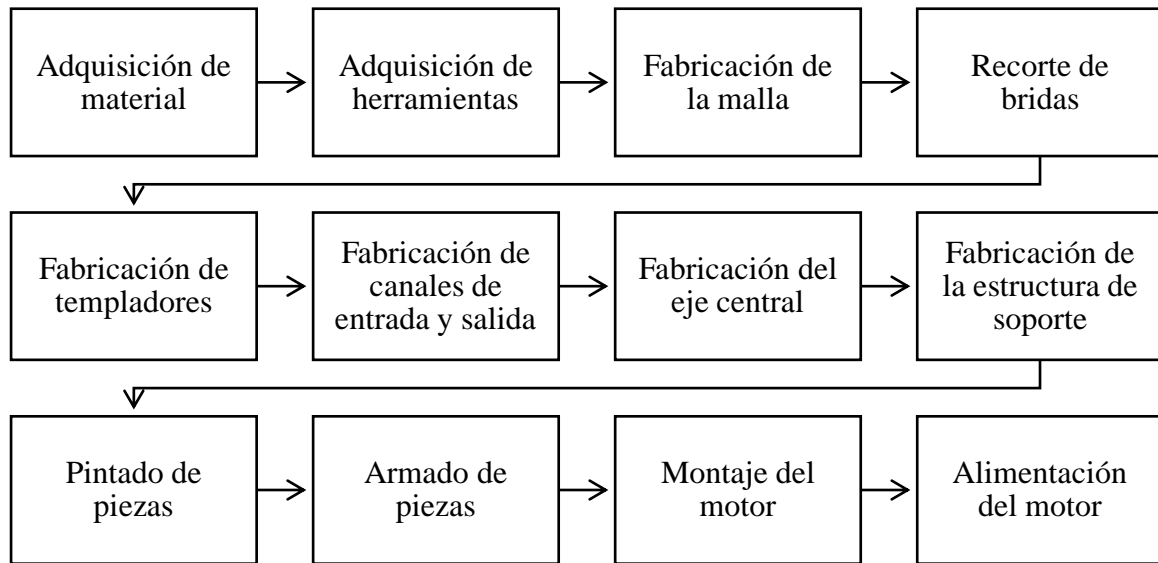
4.2. Segundo objetivo específico

Implementar la máquina desmucilagadora para incrementar la eficiencia de lavado de café en el caserío “El Palmar”, distrito de San José de Lourdes-San Ignacio.

Se presenta el diagrama de procesos para la construcción de la maquina desmucilagadora.

Figura 15

Diagrama de flujo de construcción.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 16

Máquina desmucilagadora construida



Fuente: Elaboración propia (2024).

4.3. Tercer objetivo específico

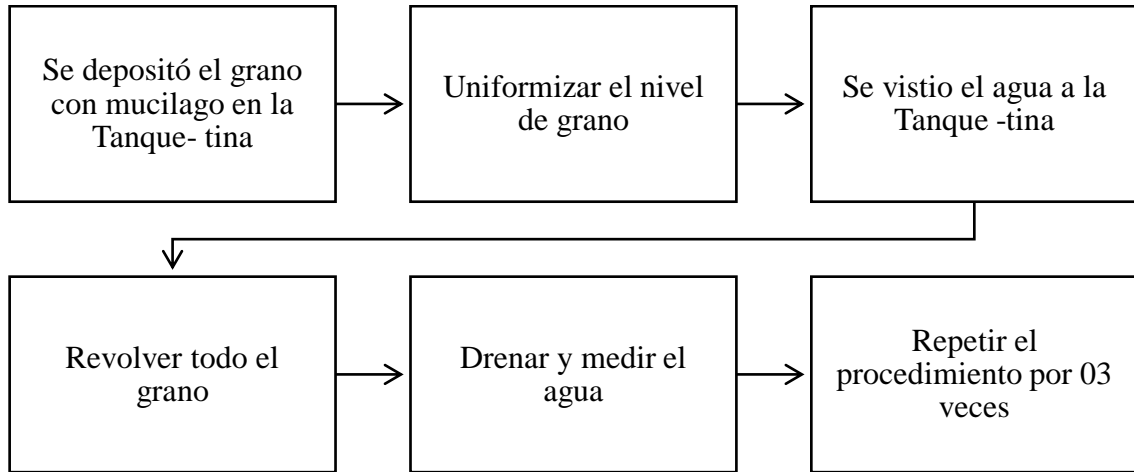
Evaluación de la máquina desmucilagadora de café en el caserío “El Palmar”, distrito de San José de Lourdes-San Ignacio.

4.3.1. Evaluación de eficiencia

Consumo de agua utilizando el método tradicional.

Figura 17

Diagrama de flujo de lavado mediante el proceso tradicional.

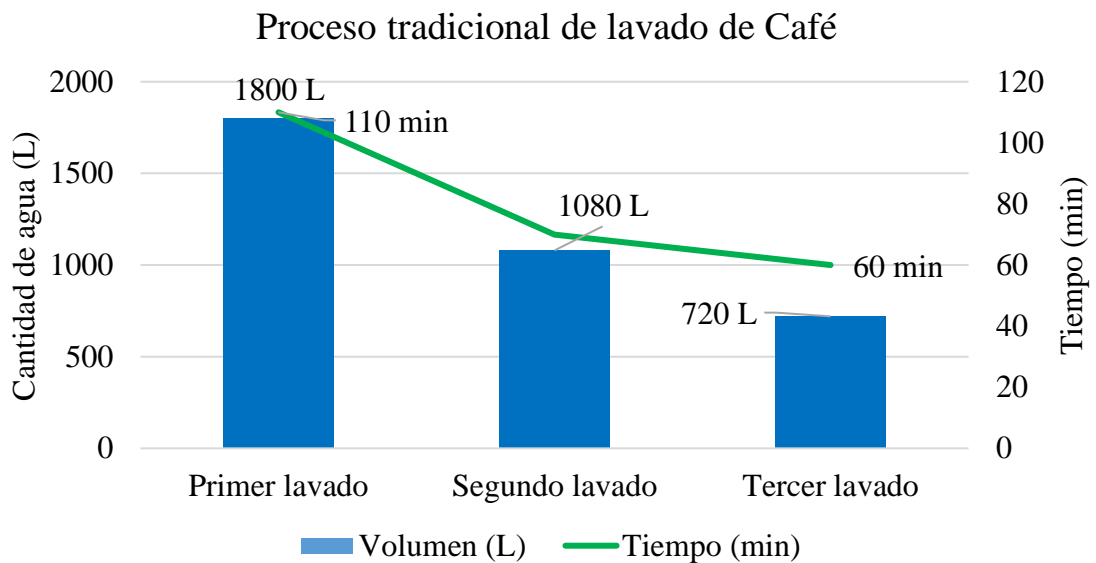


Fuente: Elaboración propia (2024).

Según la medición de agua, se observó que en el primer lavado se utilizaron 1800 litros de agua, con una duración de 110 minutos. En el segundo lavado, se emplearon 1080 litros durante 180 minutos, y finalmente, en el tercer lavado, se consumieron 720 litros en un periodo de 240 minutos.

Figura 18

Volumen y tiempo de lavado mediante el proceso tradicional



Nota: En el gráfico de muestra el volumen de agua y el tiempo que se empleó para quitar el mucilago en la muestra de 662.80 Kg. Elaboración propia (2024).

$Cantidad\ de\ agua\ total = 1800 + 1080 + 720 = 3600\ litros$

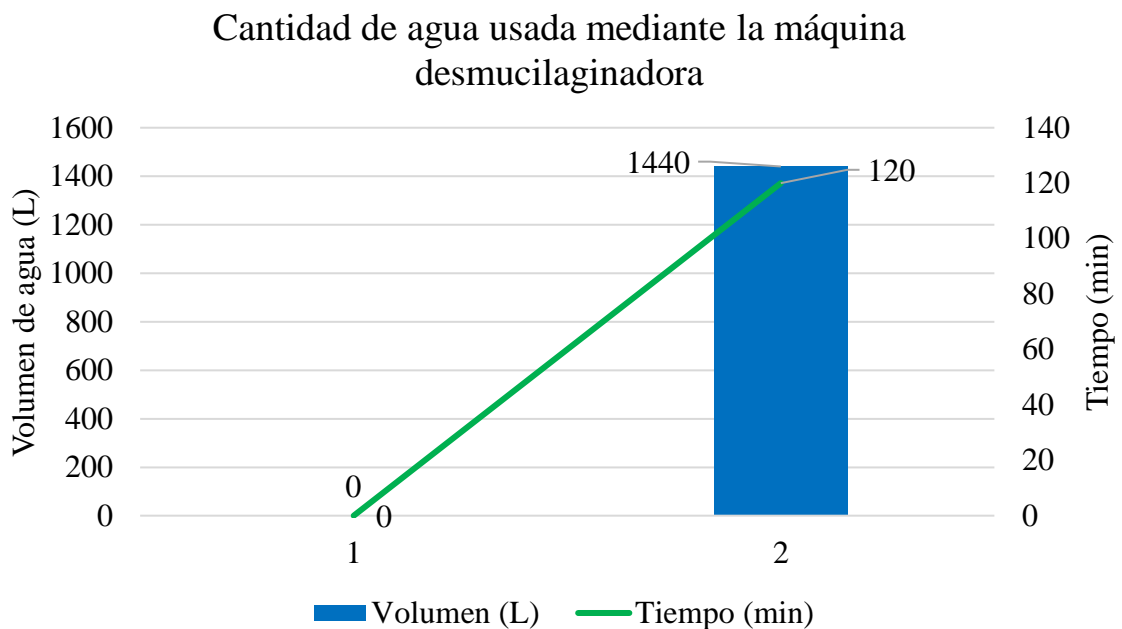
$Tiempo\ total = 110 + 70 + 60 = 240\ minutos$

Para 662.80 Kg de grano se usó $3.6\ m^3$ de agua y 04 horas.

Consumo de agua utilizando la máquina desmucilagadora de café.

Figura 19

Volumen de agua empleada en la máquina desmucilagadora.



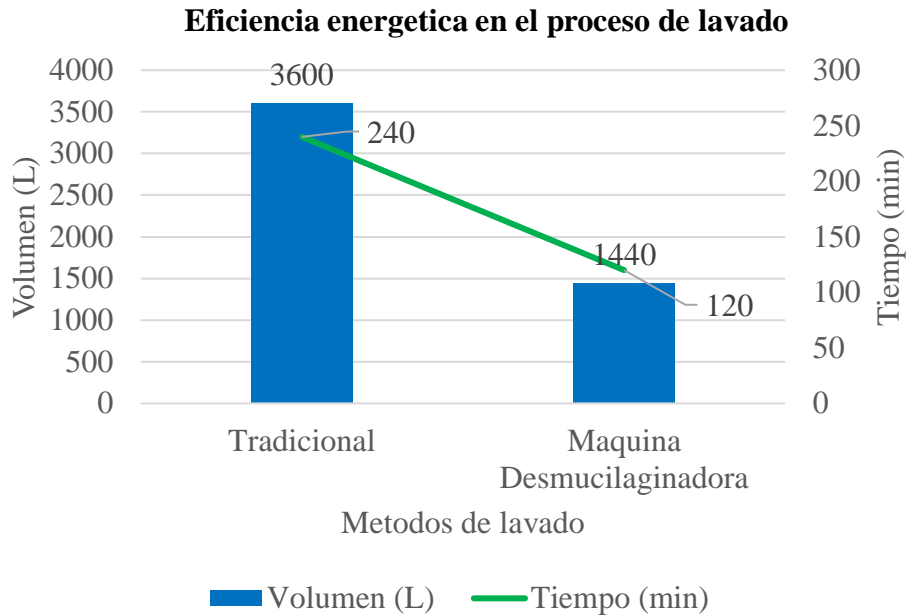
Nota: En el gráfico de muestra el volumen de agua y el tiempo que se empleó para quitar el mucilago en la muestra de 662.80 Kg. Fuente: Elaboración propia (2024).

Para 662.80 Kg de grano se usó $1.44\ m^3$ de agua y 02 horas. A continuación, se muestra un gráfico con la cantidad de agua y tiempo que se empleó en el lavado de café en cada método.

4.3.2. Resultados de la evaluación de eficiencia

Figura 20

Gráfico comparativo.



Nota: El gráfico muestra que el proceso de lavado mediante la máquina desmucilaginadora solo representa el 40 % de agua usada mediante el método artesanal.
 Fuente: Elaboración propia (2024).

4.3.3. Evaluación económica

4.3.3.1. Para una muestra de 662.80 Kg

— Costo de lavado tradicional, $m^3 = 3.6$

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= \text{Cargo fijo} + (V_{lt} * \text{tarifa de Agua}) \\ &+ (V_{lt} * \text{tarifa de Alcantarillado}) \end{aligned} \quad (14)$$

$$\text{Costo} = 1.9732 + 3.6 * (0.5241 + 0.0111)$$

$$\text{Costo} = 3.9 \text{ Soles}$$

Se obtuvo un costo de S/. 3.9 el costo del agua para el proceso de lavado mediante el método tradicional.

— Costo de lavado mediante la máquina desmucilaginadora $m^3 = 1.44$

$$\text{Costo} = 1.9732 + 1.44 * (0.5241 + 0.0111)$$

$$\text{Costo} = 2.7 \text{ Soles}$$

Se obtuvo un costo de S/. 2.7 el costo del agua para el proceso de lavado mediante el uso de la máquina desmucilaginadora.

— **Costo del tiempo empleado en el proceso de lavado en la muestra de 662.80 Kg**

Se considero un costo de S/. 50.00 el costo diario de un agricultor, en siguiente cuadro de determino la eficiencia en tiempo que generó la máquina desmucilaginadora.

Tabla 14

Cuadro comparativo de costos para 662.8 Kg.

Métodos de lavado	Volumen m^3	Tiempo h	Costo del agua	Costo del tiempo
Lavado Tradicional	3.6	4	S/. 3.9	S/. 25
Máquina desmucilaginaodra	1.44	2	S/. 2.7	S/. 12.5
Diferencia	2.2	2	S/. 1.2	12.5

Nota: La tabla muestra el costo del volumen de agua y el tiempo empleado en cada proceso de lavado para la muestra de 662.80 Kg. Fuente: Elaboración propia (2024).

4.3.3.2. Para la producción anual de 7200 Kg

— **Costo del agua y del tiempo empleado en una producción anual de 7200 Kg**

Tabla 15

Cuadro comparativo de costos para 7200 Kg.

Métodos de lavado	Volumen m^3	Tiempo h	Costo del agua	Costo del tiempo
Lavado Tradicional	39.1	43.5	22.9	271.6
Máquina desmucilaginaodra	15.6	21.7	10.3	135.8
Diferencia	23.5	21.7	12.6	135.8

Nota: La tabla muestra el costo del volumen de agua y el tiempo empleado en el proceso de lavado para una producción de 7200 Kg. Fuente: Elaboración preopia (2024).

Beneficios

Tabla 16

Beneficios promedio.

Beneficios	Año 01
Transporte de grano con mucilago	S/. 200.0
Construcción de tanque para el proceso de lavado tradicional	S/. 740.0
Volumen (m) ³	S/. 12.6
Tiempo (min)	S/. 135.8
Total	S/. 1 088.3

Nota: Esta tabla muestra el ahorro económico en transporte de grano, construcción de tanque, volumen de agua y costo de tiempo en mano de obra. Fuente: Elaboración propia (2024).

Gastos

Tabla 17

Egresos anuales de la máquina desmucilagadora.

Gastos	Año 01
Costo de energía eléctrica	S/. 60.00
Costo de mantenimiento	S/. 10.00
Total	S/. 70

Fuente: Elaboración propia (2024).

Flujo de caja

Tabla 18

Flujo de caja.

Descripción	Año 0	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Ingreso		S/. 10 88.3	S/. 10 88.3	S/. 10 88.3	S/. 10 88.3	S/. 10 88.3
Egreso	-3943.80	S/. 70	S/. 70	S/. 70	S/. 70	S/. 70
Saldo		S/. 1 018.3	S/. 1 018.3	S/. 1 018.3	S/. 1 018.3	S/. 1 018.3

Fuente: Elaboración propia (2024).

Valor actual neto

Tabla 19

Flujo de caja.

Inversión	Tasa de interes pasivo Anual	Tiempo	Flujo Anual
S/.3 843.80	3.5 %	05 Años	S/. 1 018.3

Fuente: Elaboracion propia (2024).

4.3.4. Resultados de la evaluación económica

$$VAN = \frac{1\,018.3}{1 + 0.035} + \frac{1\,018.3}{(1 + 0.035)^2} + \frac{1\,018.3}{(1 + 0.035)^3} + \frac{1\,018.3}{(1 + 0.035)^4} + \frac{1\,018.3}{(1 + 0.035)^5} - 3\,943.80$$

$$VAN = 654.08 \text{ soles}$$

El valor actual neto es mayor a cero, por lo tanto el proyecto si procede.

Tasa interna de retorno

Para determinar el valor de la tasa interna de retorno se usó excel, considerando los datos de flujo de caja se determino $TIR = 09.17 \%$ en cinco años.

Se concluyo de el valor de la tasa de retorno ($TIR = 09.17 \%$) es mayor al interes que se demanada en el valor actual neto ($VAN = 3.5 \%$) por lo tanto se concluyo que el proyecto es viable.

V. DISCUSIÓN.

En el desarrollo de esta tesis evalúa algunos diseños de máquinas, los cuales usan agitadores, los cuales requiere de menos fuerza para quitar el mucilago del grano, además presenta otros modelos que requieren de menor mantenimiento siendo más eficiente, aunque. Con base en el estudio de Bernal (2019), el cual evidencia que la máquina desmucilagadora usa menos agua y el mucilago es más controlado, el cilindro perforado o malla la cual está equipada con cepillo los cuales quitan el mucilago por fricción mientras el tornillo sin fin sube la carga.

El funcionamiento de la máquina desmucilagadora en esta tesis es similar con los mismos principios de funcionamiento, la gravedad influye en la presión y dirección del agua dentro el cilindro perforador, fluyendo con mayor facilidad, esta es una ventaja del eje vertical. En base al diseño de la marca Pinhalensen S.A. (2023) presento una máquina capaz de eliminar mucilago de forma mecánica, el mucilago es removido por fricción por un tornillo sin fin y medida que el pergamino sube friccionado por varilla en el eje central, el agua es inyectada desde la parte superior llevando el mucilago.

El desarrollo de la máquina diseñada en esta tesis tiene la capacidad de lavar 300 Kg/h y el sistema de control es completamente mecánico controlado por válvulas de estrangulamiento y un interruptor termomagnético, el proceso de lavado es ascender mediante un tornillo sin fin. En base a la investigación de Chavarría y Piscoya (2018), diseñaron una máquina desmucilagadora de flujo ascendente, con una capacidad de lavado de 500 Kg/h, automatizada mejorando la el proceso de lavado frente a las máquinas Tipo ELMU o con sistemas de cepillos.

En las pruebas que se desarrollaron la con la máquina desmucilagadora se observó que algunos granos son picados por el tornillo sin fin, en los espacios estrechos de la máquina se acumula grano con mucilago y evita el flujo continuo en el proceso de lavado. Con base en el estudio de Peñuela y Sanz (2021), evidencian que el desmucilagado mediante máquina presenta daños en el grano que afecta la calidad final cuando la máquina trabaja en sobrecalentamiento o en baja capacidad de producción.

En el desarrollo de esta tesis se presentó un diseño de eje vertical el cual fue más fácil de transportar y está diseñado para una menor capacidad de producción además se tomó en cuenta las preferencias del productor local. Con base en el estudio de Ardilla y Ariza (2021),



quienes patentaron un modelo de lavadora ecológica con un eje horizontal, evidencian las ventajas de un diseño de eje horizontal facilitando un montaje para un proceso de producción en línea, ya el lavado es solo uno de los múltiples procesos, el eje horizontal es más útil para un proceso en línea agregado diferentes accesorios, facilita el transporte de carga, si se desarrolla un prototipo pequeño fácilmente puede usarse un motor de combustión interna generando más libertad de movimiento y autonomía, además la maquina patentada presenta un gran volumen la cual dificulta su instalación y transporte.

Mediante el uso de la máquina desmucilagadora el consumo de agua es solo del 40% del cual es usado mediante el método de lavado tradicional, por lo tanto, la generación de residuos es menor. Con base en el estudio de Fernández et al (2020) analizaron las prácticas de aprovechamiento sustentable para los desechos producto del mucilago y agua que se usa para el lavado de café y determinaros que estos residuos son contaminantes para el suelo y la fuente de agua, el mucilago puede aprovechase mediante procedimientos químicos para obtener derivados y aprovechar sus propiedades.

La máquina desmucilagadora que se desarrolló en esta tesis requiere que el grano para el proceso de lavado debe estar fermentado, pues de esta forma la remoción de mucilago es mucho más rápida y eficiente. Con base e n el estudio de Cáceres y Ceballos (2019), evidencian que el grano de café debe estar fermentado para quitar el mucilago de forma eficiente y además muestra mediante pruebas Duncan que el proceso de fermentación varía de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, a mayor altura el proceso de fermentación es más tardado.



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones

- Se diseño y construyó la maquina desmucilaginadora, luego de las pruebas realizadas, la eficiencia de lavado incremento en un 60% frente al lavado tradicional, la máquina desmucilaginadora solo uso el 40 % del agua que se usó en el proceso tradicional.
- Basado en la entrevista y el cuestionario realizados al productor, se determinó el diseño para una producción de 7200 Kg de grano de café por campaña, un eje en orientación vertical y una máquina que tenga la capacidad de transportarse de una parcela a otra.
- Se construyó la máquina desmucilaginadora conforme al diseño y la simulación en vacío elaborado en SolidWorks. El proceso comenzó con la fabricación de las bridas mediante corte por plasma. Posteriormente, se construyó la malla perforada, y los templadores fueron fabricados utilizando soldadura. Se empleó lámina de acero inoxidable para la malla y los ductos de entrada y salida de mucílago y grano. El tornillo sin fin se fabricó con soldadura y lámina de acero inoxidable, mientras que la estructura de soporte se confeccionó con tubo de perfil cuadrado mediante soldadura. Los elementos complementarios, como la correa de transmisión de fuerza, poleas, chumaceras y el motor, fueron seleccionados y adquiridos de acuerdo con las características requeridas por el diseño.
- Se evaluó la eficiencia en el uso de agua realizando pruebas en los dos diferentes procesos de lavado para una producción de 7 200 Kg por campaña, en el proceso tradicional se usó $39.1 m^3$ de agua con un costo de S/.22.9, mientras que la máquina desmucilaginadora, usó $15.6 m^3$ de agua a un costo de S/.10.3, determinando una capacidad de lavado es de 300 Kg/h de grano con mucilago. Por otro la evaluación económica referente al valor actual neto (VAN) fue de S/. 654.08 considerando un interés pasivo del 3.5 %, mientras que la tasa interna de retorno (TIR) fue del 9.17 % siendo mayor al interés pasivo; el proyecto si puede ejecutarse y resulta beneficioso económicamente.



6.2. Recomendaciones

- Se recomienda considerar una mejor autonomía en la máquina desmucilagadora y realizar un estudio y diseño que permita usar un motor de combustión interna, este motor debe instalarse de forma adecuada y acondicionar un diferencial para la transmisión de fuerza a la máquina desmucilagadora.
- Para determinar los parámetros se recomienda considerar todos los escenarios posibles y los principios técnicos sobre el diseño de máquinas agrícolas y máquina en general, de esto depende la vida útil de la máquina en diseño además existen consideraciones de seguridad que deben considerarse para mantener la integridad física del usuario.
- Para una mejor recepción del grano con mucilago se recomienda construir un contenedor acoplable al ducto de ingreso de grano con mucilago , al tener un diámetro corto según el diseño actual puede sufrir derrames y ruptura por esfuerzo cortante.
- La evaluación económica tiende a variar, se recomienda realizarse antes de iniciar el proyecto, pues está de acuerdo a la variación de costos en el mercado, además algunas empresas como Penagos provenientes de pases cafetaleros como Colombia han desarrollado avances muy significativos en el rubro de maquinaria agrícola.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aceros, C. G. (2022). *Aceros Especiales Para Aplicaciones Industriales*. Obtenido de https://www.cga.com.co/wp-content/uploads/2020/07/Ficha_T%C3%A9cnica_Aceros_Grado_Estructural_A36.pdf
- Agronoticias. (27 de mayo de 2020). *Agronoticias*. Obtenido de Agronoticias: <https://agronoticias.pe/ultimas-noticias/campana-2020-2021-de-cafe-se-estima-produccion-de-4-45-millones-de-sacos/>
- AlirsaIndustrias. (2019). *Industrias Alirsa SAC*. Obtenido de <https://industriasalirsa.com/portafolio/poleas-de-aluminio>
- Anthony, C. C., & Alberto, P. C. (2018). *Diseño De Una Máquina Desmucilagadora Automatizada Para Café Con Capacidad De 500 Kg/H*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5427>
- Ardilla Duarte, A., & Ariza Villamil, E. (2021). *EEUU Patente nº US 2021/0227870 A1*.
- Bernal Berbesí, J. C. (2019). *MÁQUINA DESPULPADORA DE CAFÉ CON AIRE “BIOKOPPI”*. Bogotá: Universidad El Bosque.
- Cenicafé. (2008). *Avances Técnicos*. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/358/1/avt0370.pdf>
- Conveyors, S. (2015). *Desing Engineering Manufacturing*. Obtenido de <https://www.kwsmfg.com/wp-content/themes/va/pdf/Screw-Conveyor-Engineering-Guide.pdf>
- El comercio. (09 de Mayo de 2021). *Historias: El comercio*. Obtenido de El comercio: <https://elcomercio.pe/somos/historias/emprendimiento-el-investigador-peruano-que-desarrollo-una-maquina-sostenible-para-el-lavado-y-secado-de-los-granos-de-cafe-william-tejada-noticia/>
- EPS Marañón S.A. (2022). *Resolución de gerencia general N.º 46 - 2022 - EPS - MARAÑÓN S.A.* Jaén: EPS Marañón S.A.



- Fernández Cortés, Y., Sotto-Rodríguez, K. D., & Vargas-Marín, L. A. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Scielo*.
- Gobierno Regional de Cajamarca. (05 de Septiembre de 2021). Obtenido de <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/3290>
- Ingemecanica. (2018). *Correas de transmision y de cálculo*. Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>
- Intermec®. (2018). *Productos mecanicos para la transmision de potencia*. Obtenido de http://contenidos.rodamin.cl/notas/ficheros/26-03-2018_14-57-32_92162676.pdf
- Konrad Lorenz. (08 de Abril de 2022). *Konrad Lorenz Fundación Universitaria*. Obtenido de <https://www.konradlorenz.edu.co/blog/4-el-articulo-cientifico-materiales-y-metodos/>
- Mendoza Guarniz, J. J., & Ceballos Cáceres, O. (2019). *Tiempo Óptimo de Fermentación de Variedades de Café, Procedentes de Parcelas Agroforestales de Jaén y San Ignacio*. Universidad Nacional de Jaén.
- Montilla, J., & Arcila, J. (2008). Propiedades Física y Factores de Conversión del Café en el Proceso de Beneficio. *Cenicafé*.
- Moreno Díaz, Ó. (06 de Enero de 2024). *Ministerio de Educación y Formación Profesional - INTEF*. Obtenido de https://formacion.intef.es/tutorizados_2013_2019/pluginfile.php/246721/mod_resource/content/2/materiales_y_mtodos.html
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez paucar, A. (2013). *Metodología de la investigación* . Ediciones de la U. doi:ISBN 978-958-762-188-4
- Optibelt. (2014). *Manual técnico correas trapezoidales*. Obtenido de <https://www.rodaunion.es/media/imagenes/Catalogos/Transmision/Optibelt/Manual%20tecnico%20correas%20trapezoidales.pdf>
- Peñuela Martínez , A. E., & Sanz Uribe, J. R. (2021). Optenga café de calidad en el proceso de beneficio. *Repositorio digital del centro nacional de investigaciones de café*, 205.



- Pinhalense S.A. (22 de abril de 2023). *Pinhalense*. Obtenido de Pinhalense:
<https://www.pinhalense.com.br/espanhol/cafe/beneficio-umido/desmuciladores/dmpe/#orcamento>
- Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de Elemento de Máquinas*. Mexico : Pearson Educación de Mexico.
- Rojas, R. D. (2014). Flujos de caja. En *Actualidad Empresarial* (pág. 03). Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Sevilla Arias, A. (01 de Marzo de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Sinnott, R., & Towler, G. (2019). *Diseño en Ingeniería Química*. Barcelona España: Editorial Reverté.
- Tibaduiza Vianchá, C. A., Ramírez Gomez, C. A., Sanz Uribe, J. R., & Oliveros Tascón, C. E. (2020). *Análisis y diseño de beneficiaderos ecológicos comunitarios para café, proyecto manos al agua*. Chinchiná: Cenicafé.
- Velayos Morales, V. (01 de Marzo de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- WEG. (2022). *Catalogo de motores comercial*. Obtenido de <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h35/h2b/WEG-w22-motor-electrico-monofasico-50070884-brochure-spanish-web.pdf>



AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a todos aquellos que contribuyeron de manera significativa a la realización de este proyecto.

En primer lugar, agradezco a mi asesor Dr. Ricardo Ángel Shimabuku Ysa por su orientación experta y apoyo constante a lo largo de mi investigación. Su conocimiento y dedicación fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

Agradezco a mi familia por su paciencia y apoyo incondicional durante este exigente proceso. Además, quiero reconocer a la comunidad académica y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a mi formación. Este logro no hubiera sido posible sin el respaldo de todos ustedes.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Elmer Horna y Reinelda Oblitas, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor inspiración. A mis docentes y amigos por su apoyo académico, porque este logro no habría sido posible sin el apoyo de quienes me rodean. Gracias por ser mi fuente de motivación y alegría a lo largo de esta travesía académica.

Dedico este trabajo a Dios por darme la vida y sabiduría para culminar este trabajo. A mis padres Ambrosio Cubas e Ynes Terrones, a mi esposa Evelyn Rocio Martínez por su amor y apoyo incondicional. A mis docentes y amigos por su apoyo y consejos académico, porque este logro no habría sido posible sin su apoyo.



ANEXOS

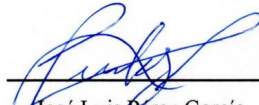
Anexo 01

Resultados de cuestionario validado

Ítem	Cuestionario de entrevista estructurada
1	<p>¿Que complicaciones tiene en el proceso de lavado de café artesanal?</p> <p>El excesivo uso del agua y el tiempo que tarda en desarrollarse este proceso. Comparado con las máquinas desmucilaginosadoras.</p>
2	<p>¿Qué condiciones deben existir para realizar el proceso de lavado?</p> <p>Debe acondicionarse un tanque y el grano debe estar sin cáscara y fermentado.</p>
3	<p>¿Cómo se acondiciona el instrumento para el lavado tradicional?</p> <p>Se realiza en los riachuelos. Se construye un tanque de cemento con un tanque costo aproximado de S/. 3700.00.</p>



Luis Miguel Horna Martines
Ingeniero Mecánico eléctrico
DNI: 73217763



José Luis Pérez García
Matemático Estadístico
DNI: 75694528


Fuente: Elaboración propia

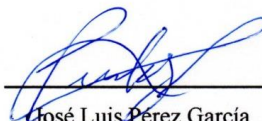


Anexo 02

Tabla de intervalos de producción de café

Mes	0 – 100 Kg	500 -1000 Kg	4000-6000 Kg	7000-10000 Kg
Enero	X			
Febrero	X			
Marzo	X			
Abril		X		
Mayo		X		
Junio			X	
Julio			X	
Agosto				X
Septiembre				X
Octubre			X	
Noviembre		X		
Diciembre		X		


Luis Miguel Horna Martines
Ingeniero Mecánico eléctrico
DNI: 73217763


José Luis Pérez García
Matemático Estadístico
DNI: 75694528

Nota: El productor marcó con un aspa (X) el nivel (X) de producción promedio alcanzado de acuerdo al mes. Fuente: Elaboración propia (20223)







Anexo 03

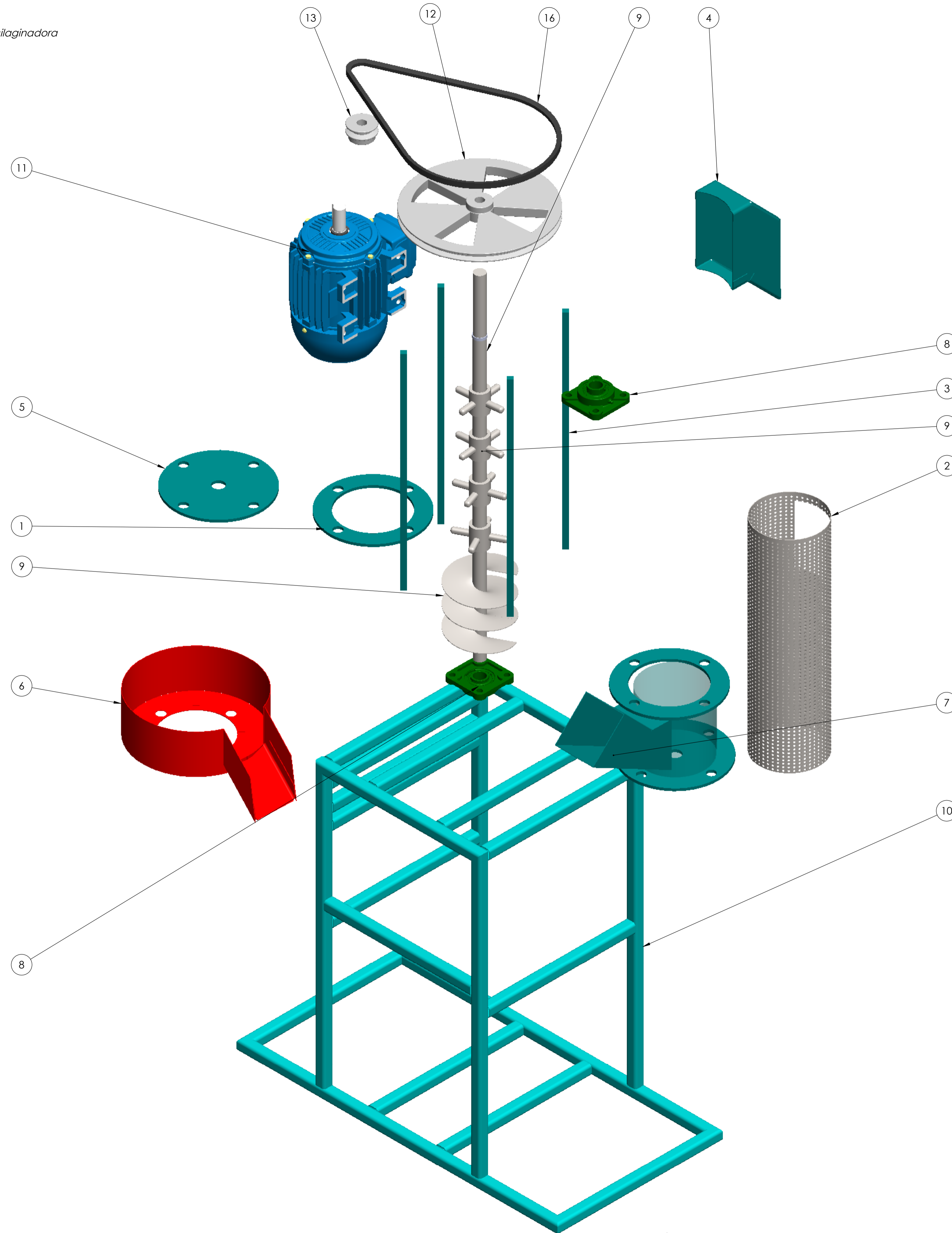
Planos de todas las piezas



Fuente: Elaboración propia (2024).

ANEXO 03

Piezas de la máquina desmucilagadora

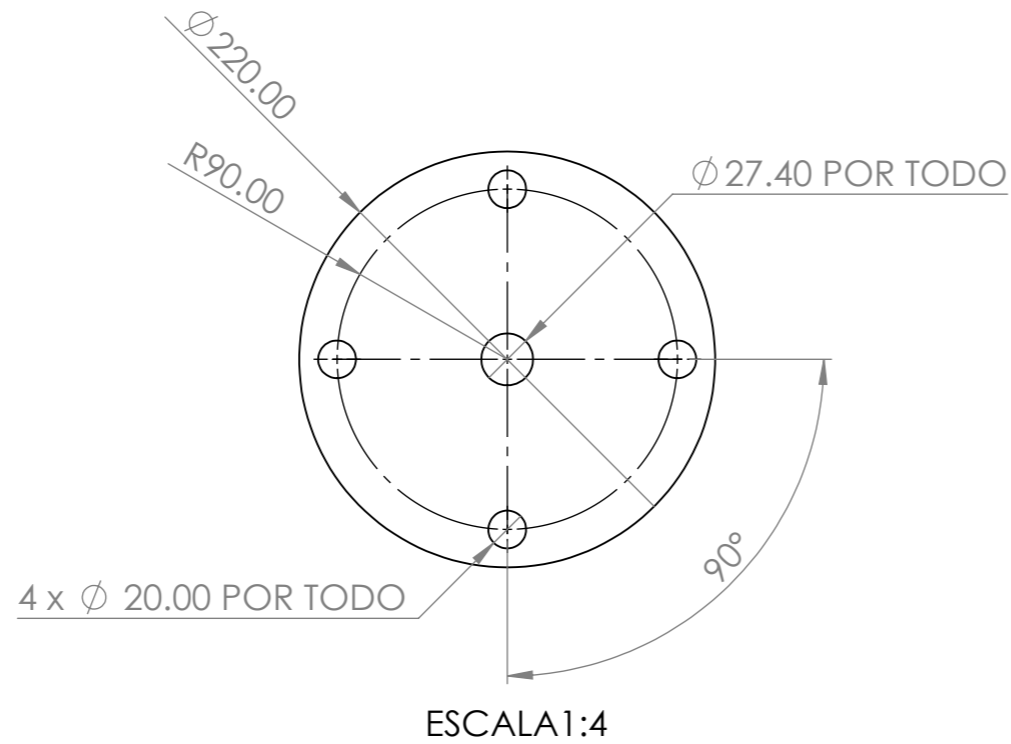


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	BRIDA INFERIOR] SUBENSAMBLAJE A	Placa metalica A-36 de 1/4"	02
2	CRIBA	Acero inoxidable 316	01
3	TEMPLADOR DE CRIBA SUBENJAMBLAJE A	Tubo de perfil circular A-36	04
4	DESCARGA DE PERGAMINO ENSAMBLE SUBENSAMBLAJE B	Acero inoxidable 316	1
5	BRIDA DE IMPULSION	Placa metalica A-36 de 1/4"	02
6	DESCARGA DE MIEL DE CAFE ENSAMBLE D	Acero inoxidable 316	01
7	ENTRADA DE MUCILAGO SUBENSAMBLAJE C	ACERO INOXIDABLE 316	01
8	CHUMACERA	Modelo SKF_UCF 205-16	2
9	TORNILLO DE IMPULSION SUBENSAMBLAJE E	Acero inoxidable 316	01
10	ESTRUCTURA	Tubo de perfil cuadrado A-36	01
11	MOTOR - Grupo F	Modelo YC90L-4	01
12	POLEA MAYOR - Grupo F	Tipo A de 6.5 pulgadas	01
13	POLEA MENOR - Grupo F	Tipo A de 2.5"	01
14	CORREA - Grupo F	Tipo A47 de 122.5 Cm	01
15	EJE CENTRAL SUBENSAMBLAJE E	Tubo de perfil circular A-36	01
16	AGITADOR SUBENSAMBLAJE E	Acero A-36	04

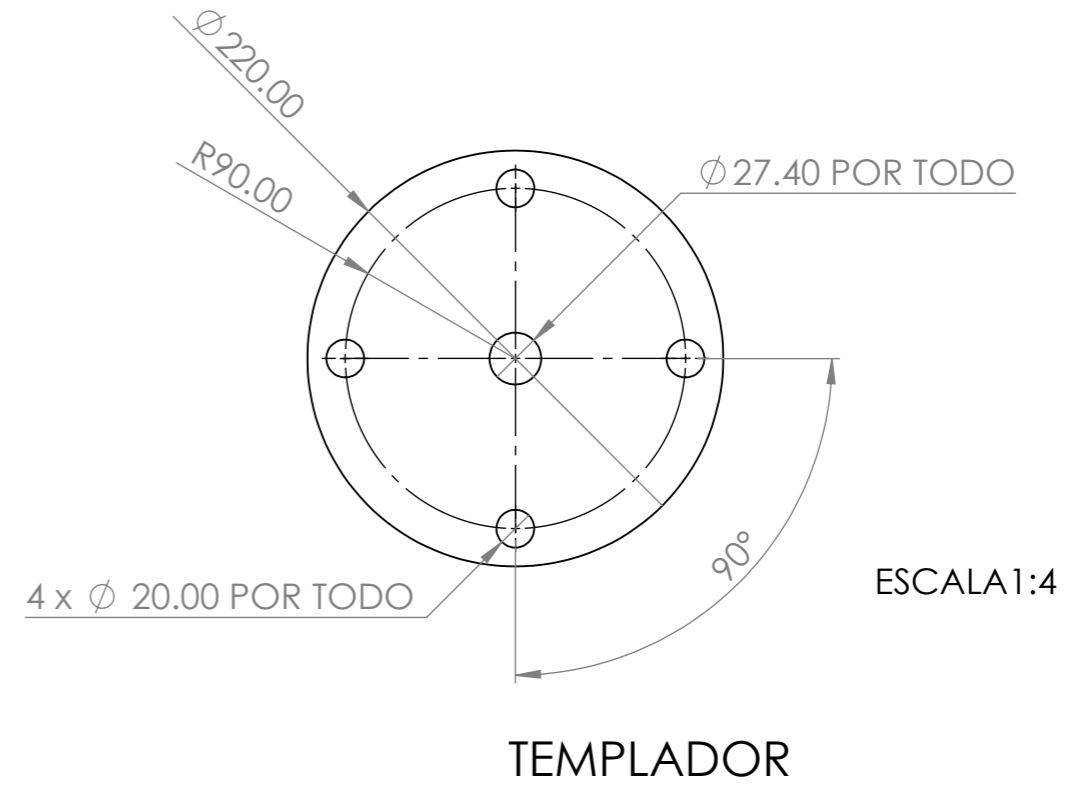
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN
Est. Litman Cubas T.		Escala 1:5	
DIBUJ. _____ VERIF. _____ APROB. _____ FABR. _____ CALID. _____	NOMBRE _____ FIRMA _____ FECHA _____	TÍTULO: Máquina desmucilagadora (Vista isométrica explosionada)	N° DE DIBUJO _____ ESCALA: 1:5 HOJA 1 DE 1



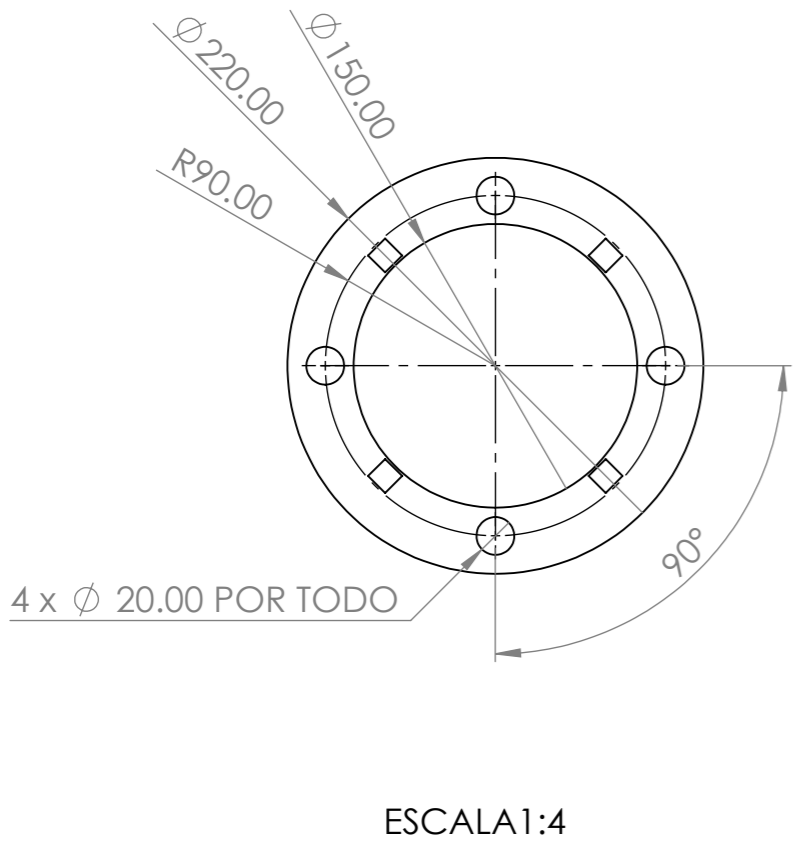
BRIDA SUPERIOR DE CRIBA



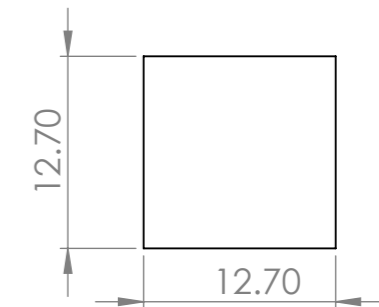
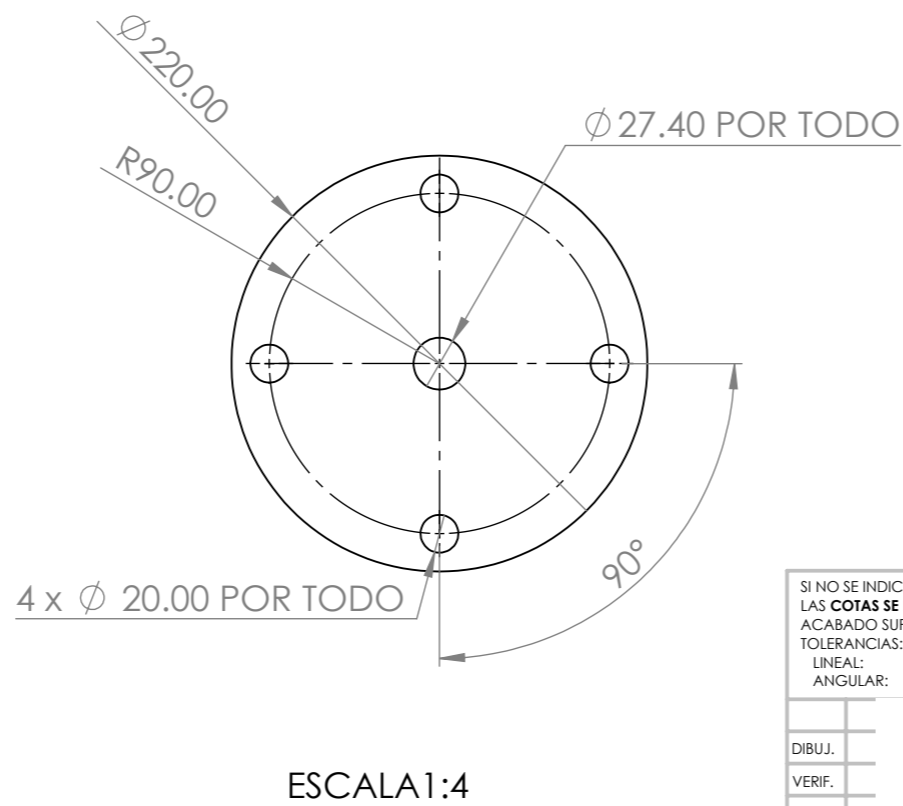
BRIDA INFERIOR DE CRIBA




BRIDA SUPERIOR DE IMPULSION



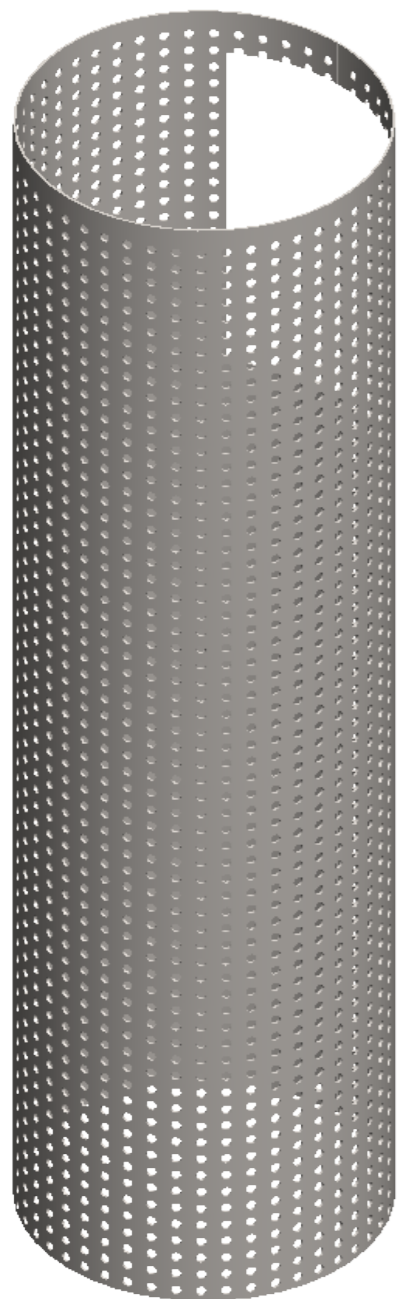
BRIDA INFERIOR DE IMPULSION



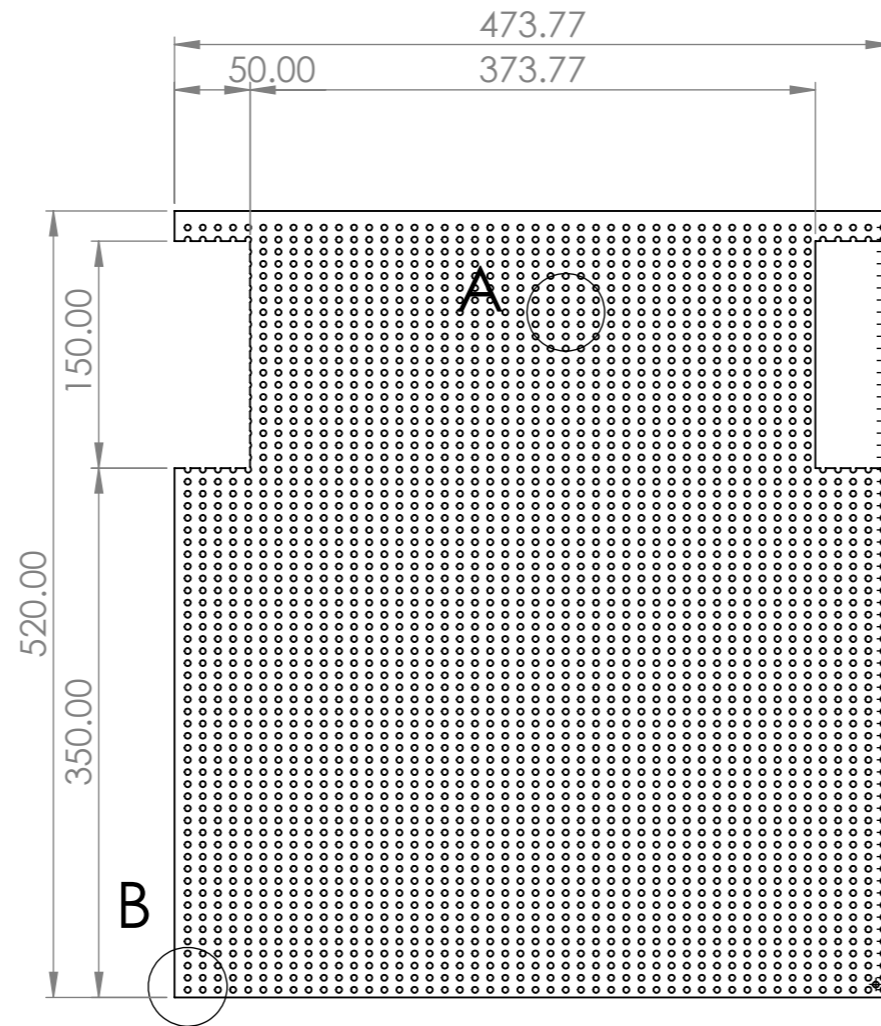
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN mm		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
ACABADO SUPERFICIAL:				Est. Yan Marco Horna Oblitas	
TOLERANCIAS:				TÍTULO: SUBENSAMBLAJE A	
LINEAL:				N.º DE DIBUJO 001-003-005	
ANGULAR:				A3	
DIBUJ.		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	MATERIAL: ACERO INOXIDABLE 304 ASTM A36	ESCALA: 1:10	
VERIF.			PESO:	HOJA 1 DE 1	
APROB.					
FABR.					
CALID.					

8 7 6 5 4 3 2 1

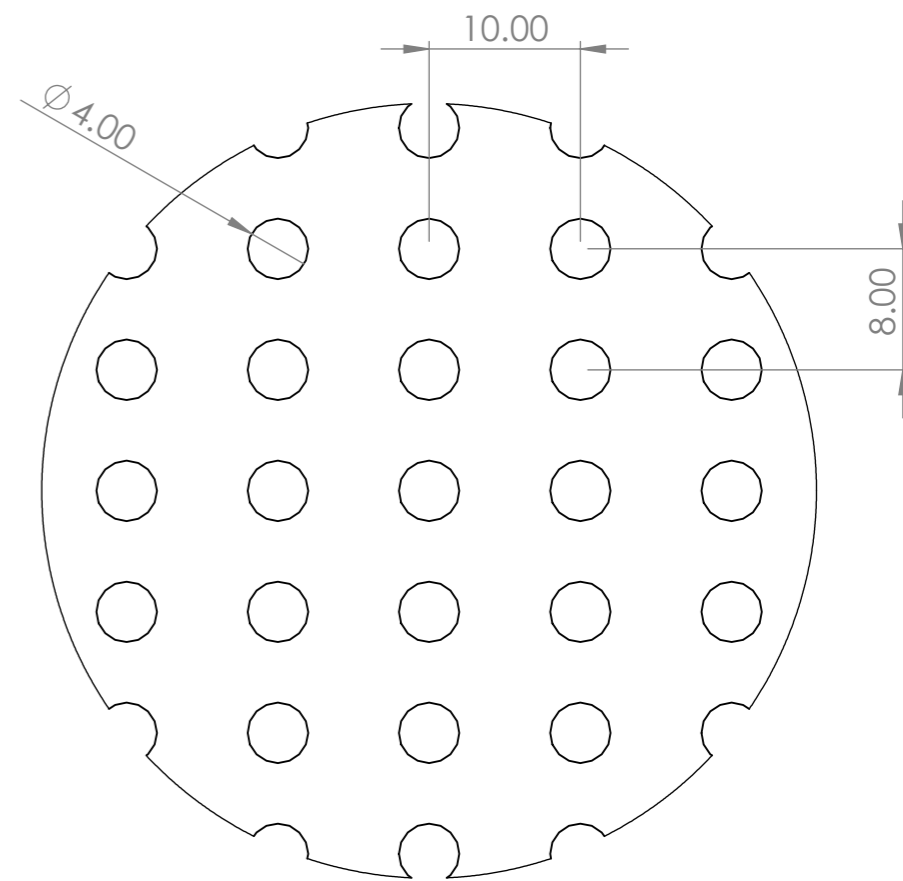
F
E
D
C
B
A



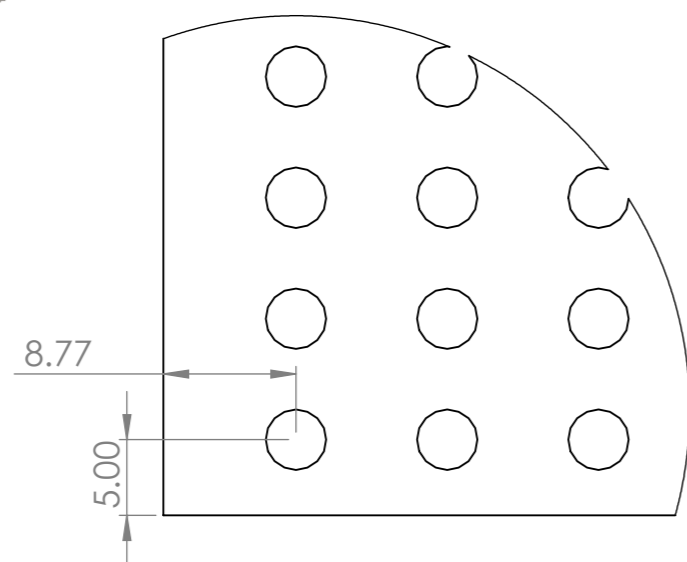
CRIBA DEZPLEGADA



ACERO + INOXIDABLE 304 1.5MM
ESCALA 1:10



DETALLE A
ESCALA 2:1



DETALLE B
ESCALA 2:1

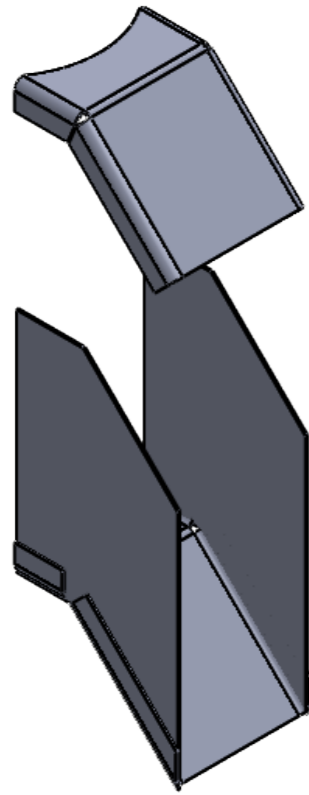
F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

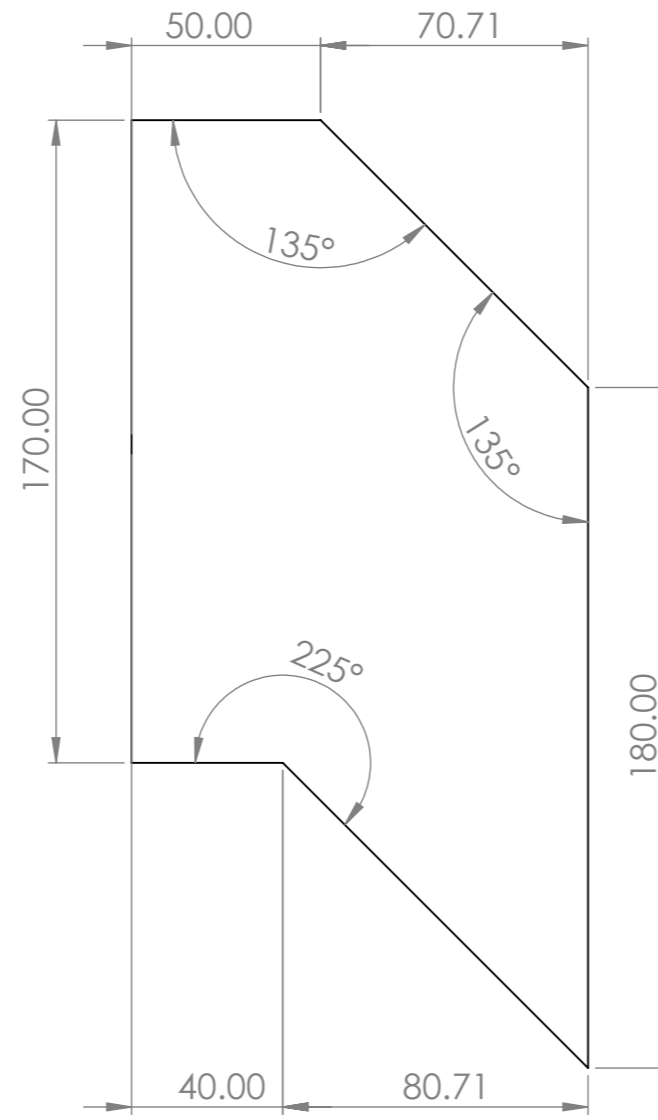
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN mm		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
ACABADO SUPERFICIAL:						Est. Yan Marco Horna Oblitas				
TOLERANCIAS:								TÍTULO:		
LINEAL:						CRIBA				
ANGULAR:								N.º DE DIBUJO		
								002		A3
								ESCALA:1:10		HOJA 1 DE 1
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA							
VERIF.										
APROB.										
FABR.										
CALID.										



MATERIAL:
**ACERO INOXIDABLE 304
ASTM A36**

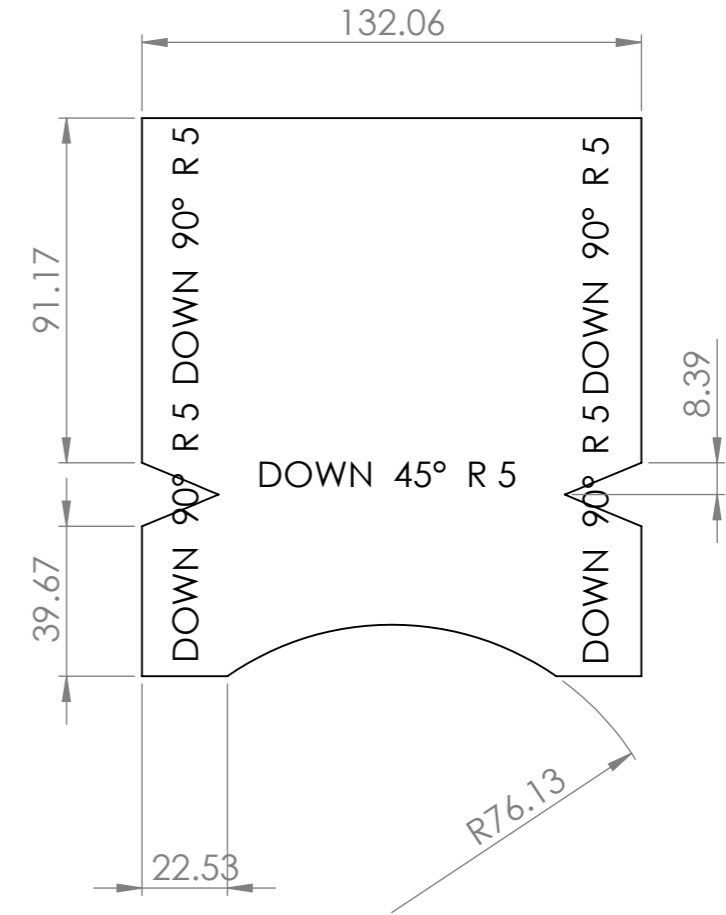


VISTA LATERAL



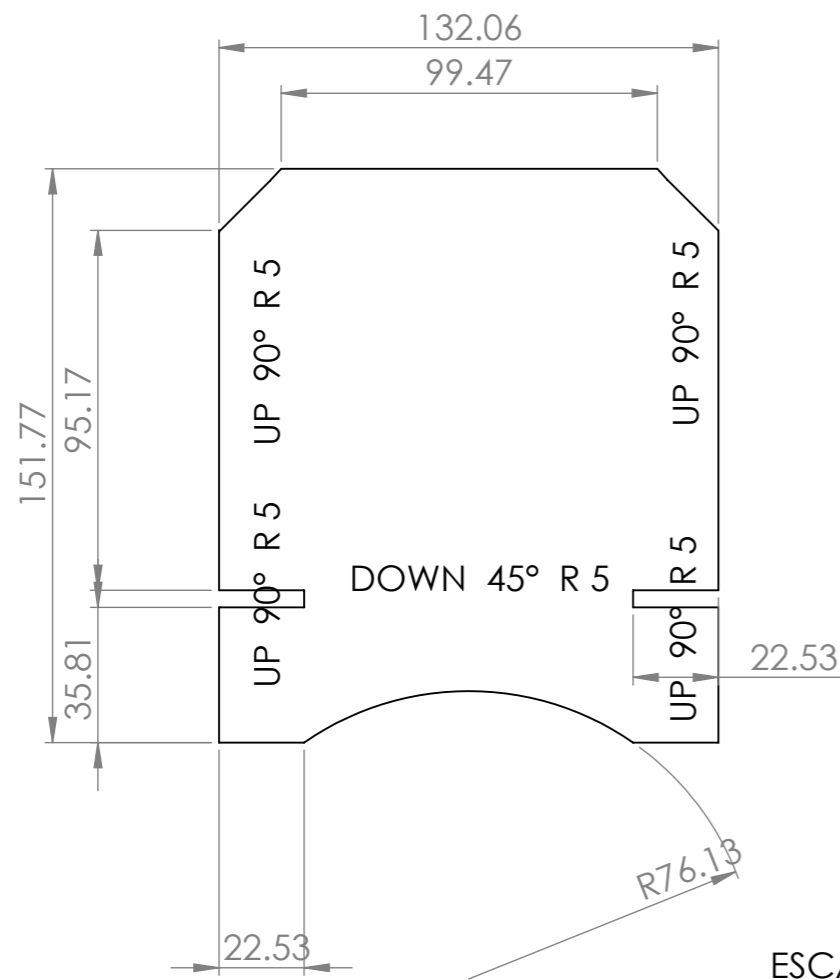
ESCALA 1:2

VISTA SUPERIOR



ESCALA 1:2

VISTA INFERIOR



ESCALA 1:2

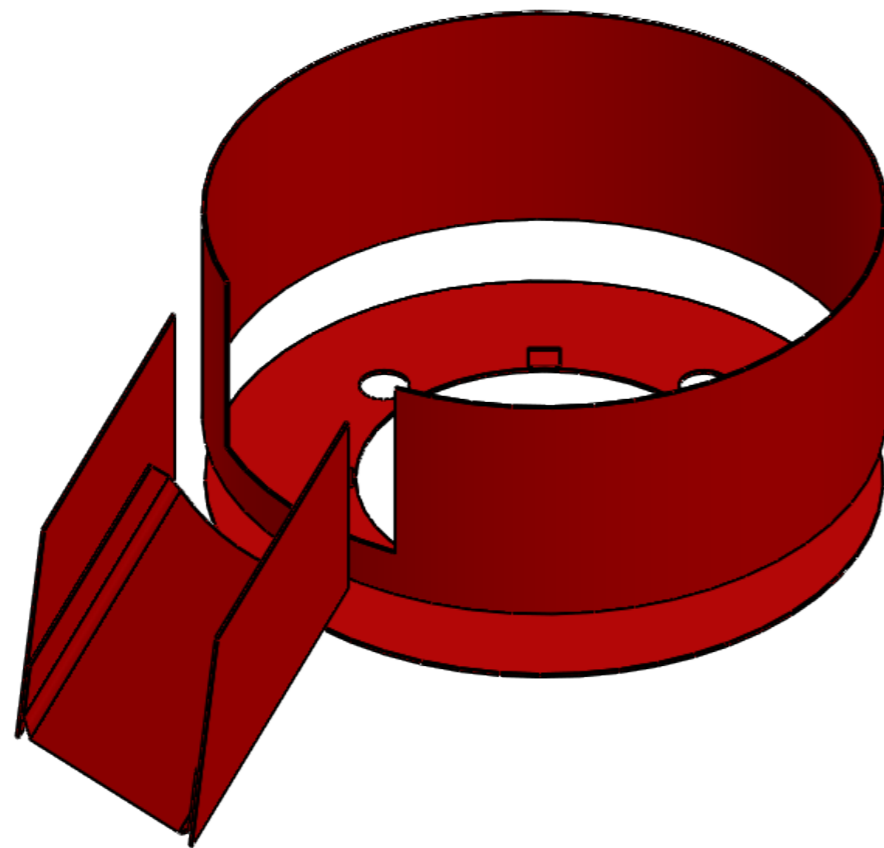
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN mm ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<i>Est. Yan marco Horna Oblitas</i>	
					TÍTULO: SUBENSAMBLAJE B	
					N.º DE DIBUJO 004	A3
					ESCALA:1:10	HOJA 1 DE 1



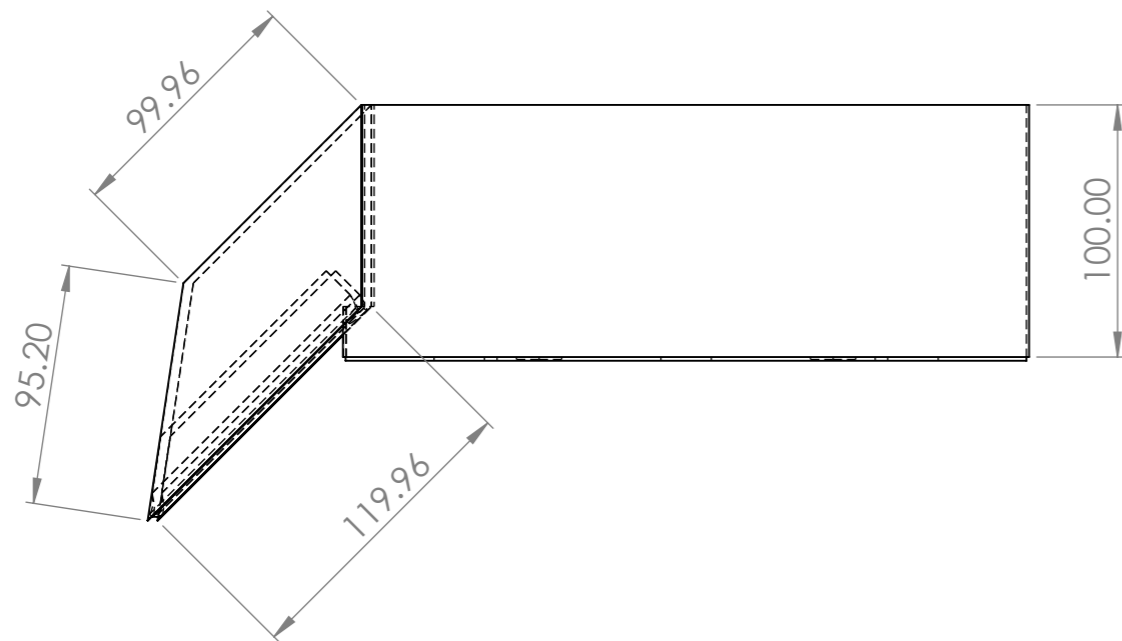
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.			
VERIF.			
APROB.			
FABR.			
CALID.			

MATERIAL:
ACERO INOXIDABLE 316

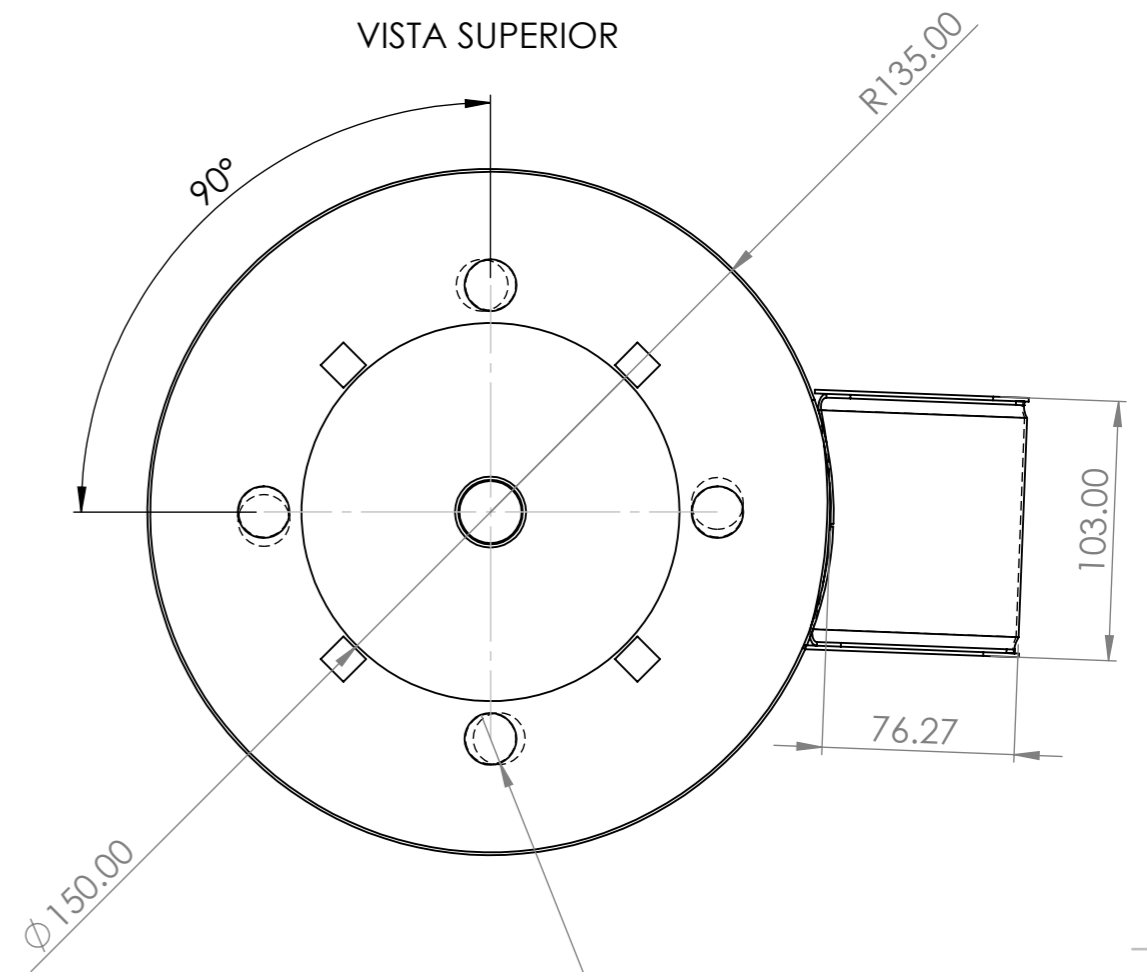
PESO:



VISTA LATERAL



ESCALA 1:3



VISTA SUPERIOR

ESCALA 1:3

4 x ϕ 20.00 POR TODO

ESCALA 1:5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN mm		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
ACABADO SUPERFICIAL:						Est. Yan Marco Horna Oblitas			
TOLERANCIAS:						TÍTULO:			
LINEAL:						SUBENSAMBLAJE D			
ANGULAR:						N.º DE DIBUJO		A3	
				MATERIAL:		006			
				ACERO INOXIDABLE 304		ESCALA: 1:10		HOJA 1 DE 1	
				PESO:					

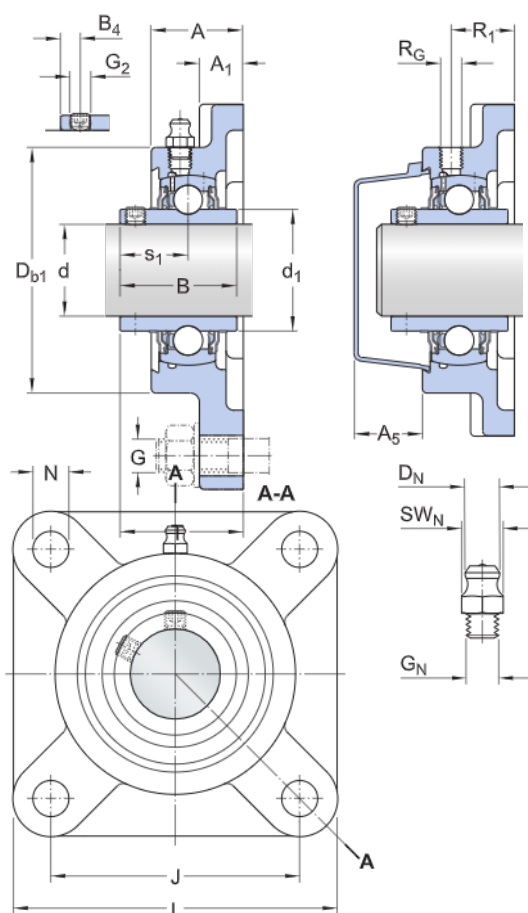


UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Especificación técnica

Cumplimiento con el estándar	JIS
Para un propósito específico	Para aplicaciones de manipulación de materiales
Material, soporte	Fundición
Sellado, rodamiento	Sello y aro deflector en ambos lados
Sellado Tipo, rodamiento	Contacto estándar
Sellado, unidad	Tapa lateral opcional
Recubrimiento	Sin

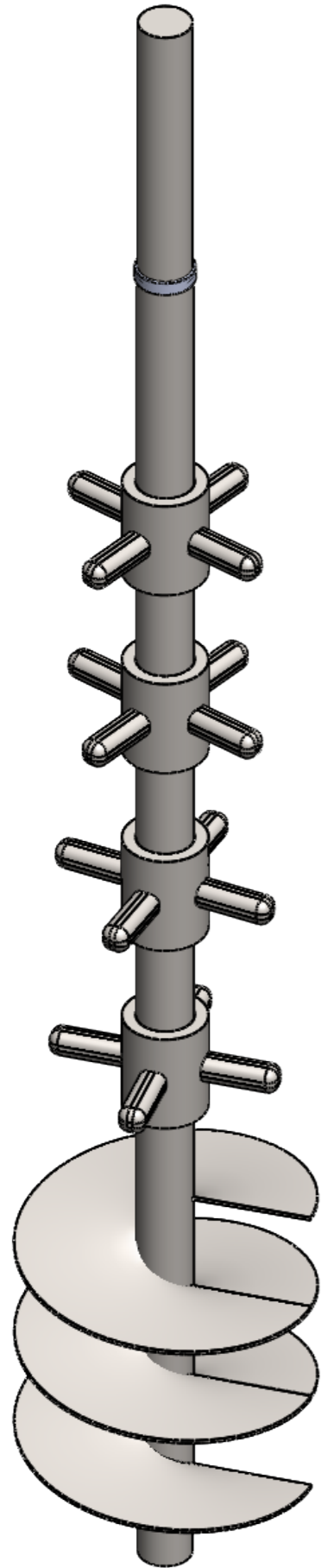
Dimensiones



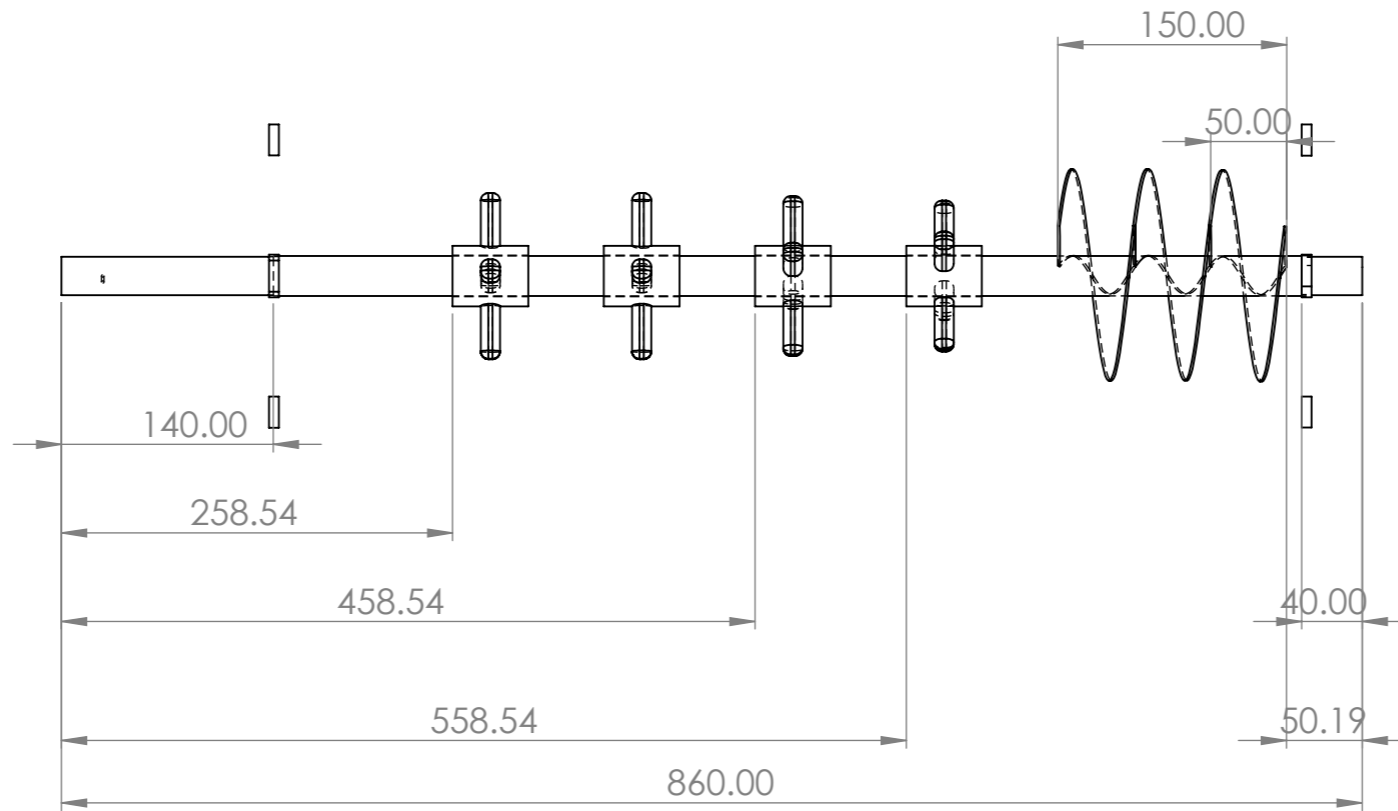
d	25.4 mm	Diámetro interno
d ₁	≈ 33.7 mm	Diámetro exterior del aro interior
A	27 mm	Ancho total
A ₁	13 mm	Ancho de la pestaña
A ₅	20.5 mm	Parte que sobresale de la tapa lateral
B	34 mm	Ancho del aro interior
B ₄	5.5 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca
D _{b1}	68 mm	Diámetro superior externo
J	70 mm	Distancia entre los tornillos de fijación
L	95 mm	Longitud total
N	12 mm	Diámetro del agujero del tornillo de fijación
s ₁	19.7 mm	Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura

8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

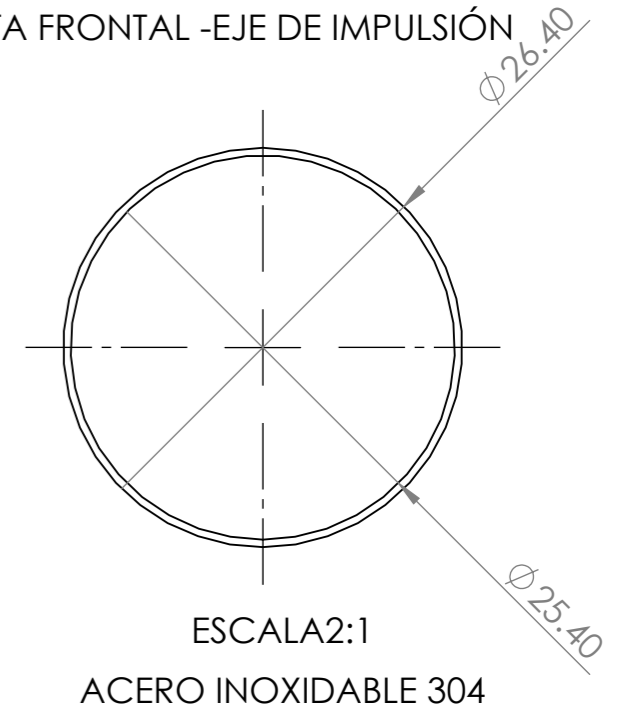


VISTA LATERAL -EJE DE IMPULSIÓN



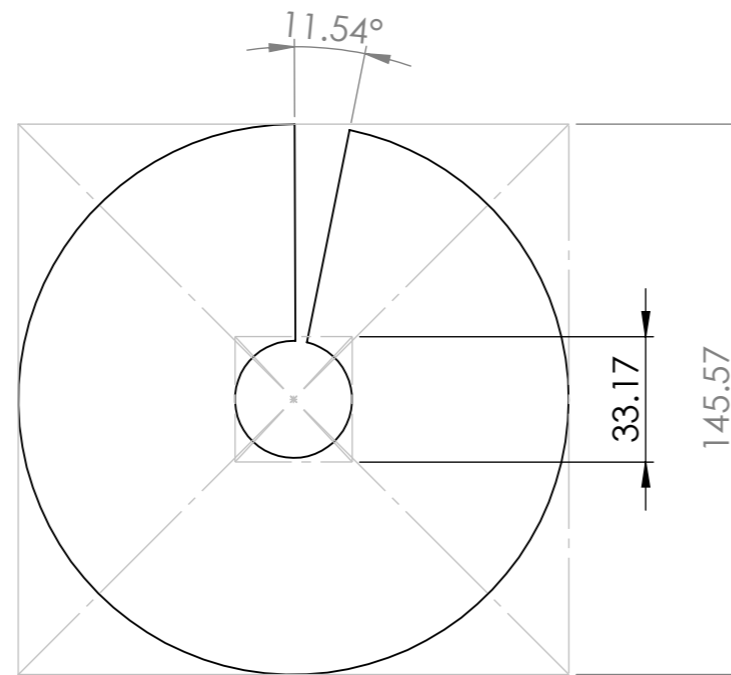
ESCALA 1:5
ACERO INOXIDABLE 304

VISTA FRONTAL -EJE DE IMPULSIÓN

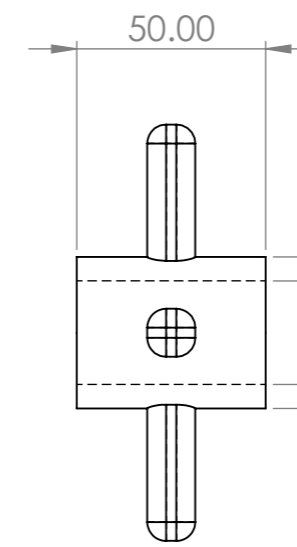


AGITADOR

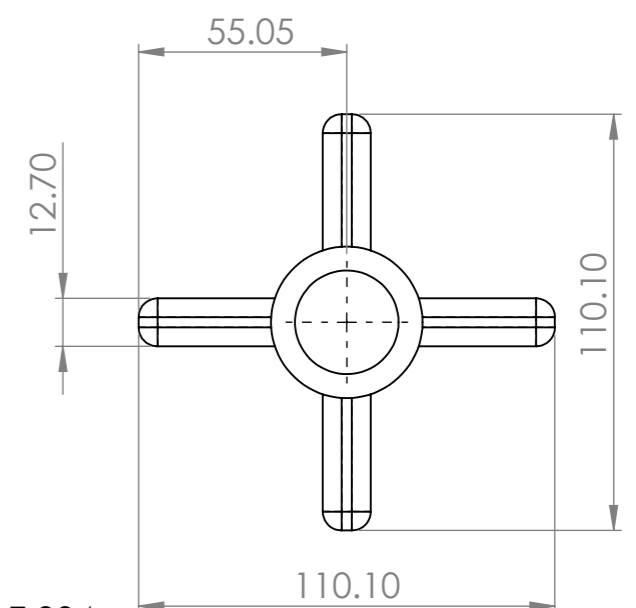
VISTA FRONTAL -HELICOIDE



ESCALA 1:5
INOXI 304 1.5mm

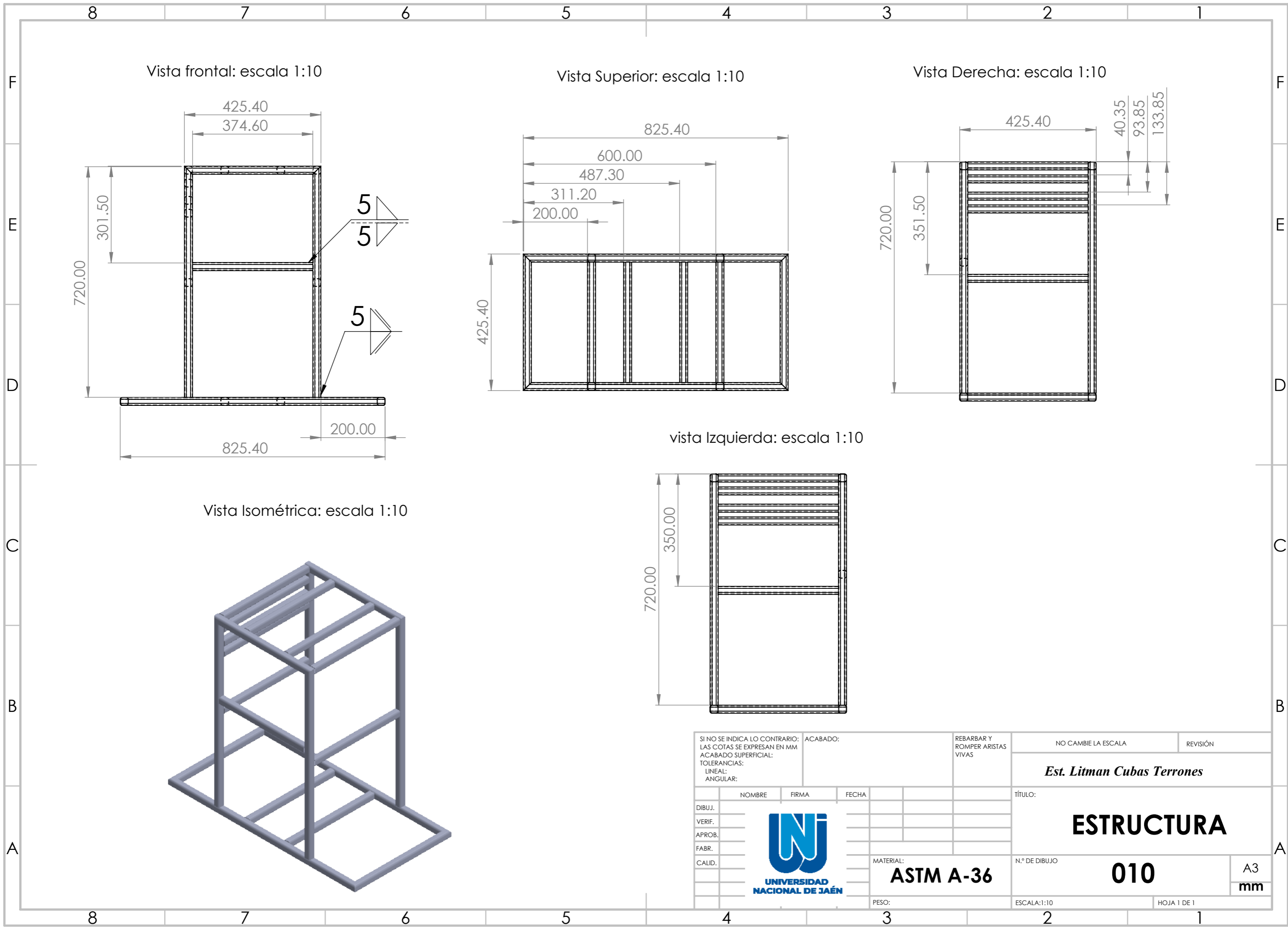


ESCALA 1:2
ACERO INOXIDABLE 304



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					Est. Litman Cubas terrones	
					TÍTULO: SUBENSAMBLAJE	
					N.º DE DIBUJO E10-16-17	
					A3	
					ESCALA: 1:10	
					HOJA 1 DE 1	

8 7 6 5 4 3 2 1



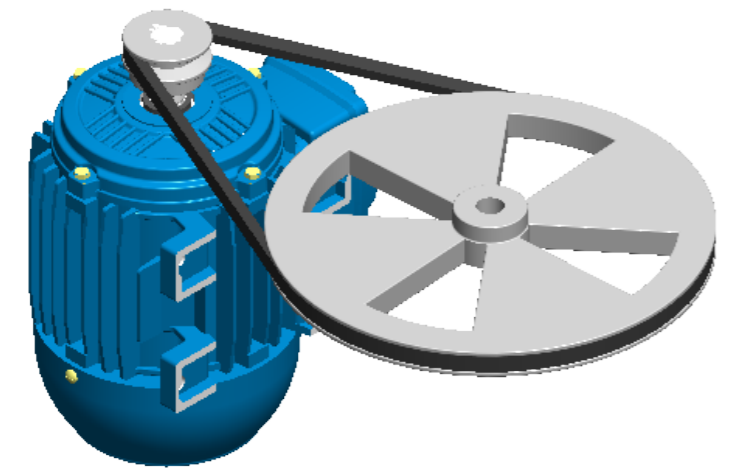
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
					<i>Est. Litman Cubas Terrones</i>	
					TÍTULO:	
					ESTRUCTURA	
					N.º DE DIBUJO	010
					MATERIAL:	ASTM A-36
					PESO:	ESCALA:1:10
					HOJA 1 DE 1	

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.		
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
CALID.		

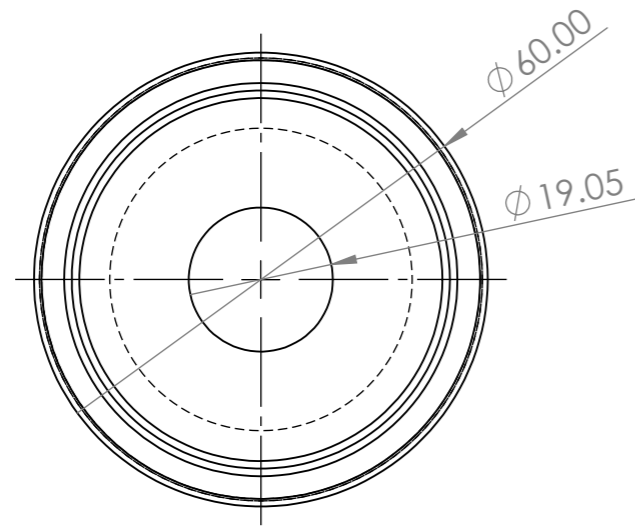
A3
mm

8 7 6 5 4 3 2 1

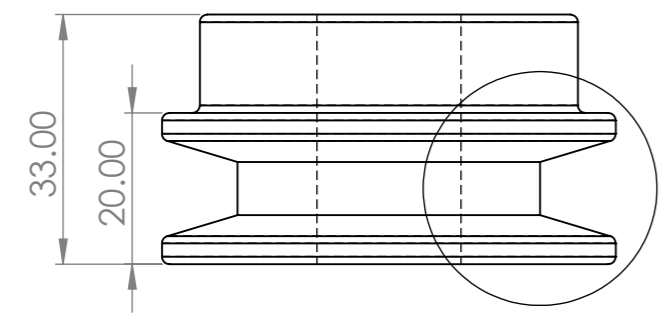
F
E
D
C
B
A



VISTA SUPERIOR POLEA MENOR

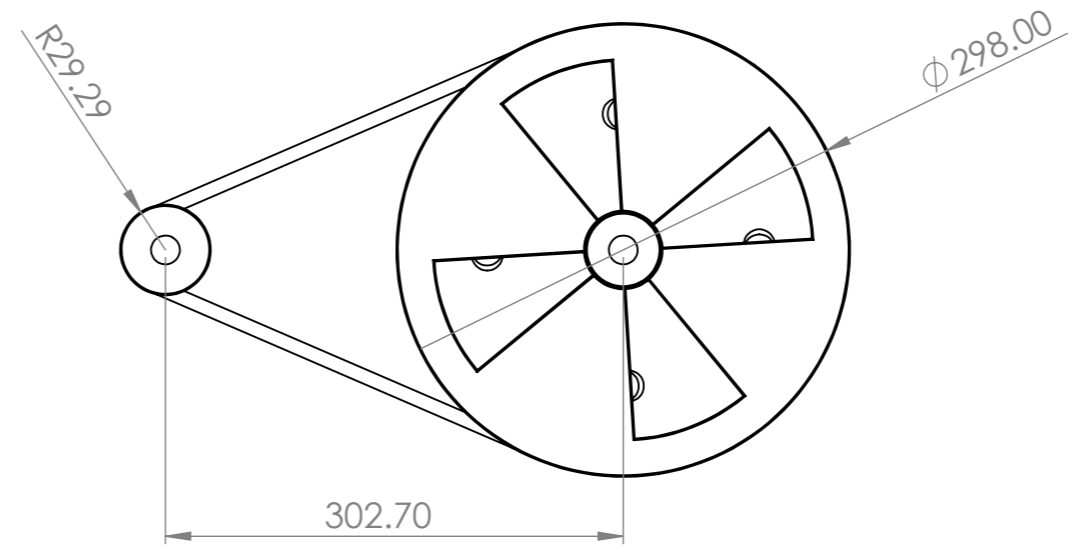


VISTA LATERAL POLEA MENOR



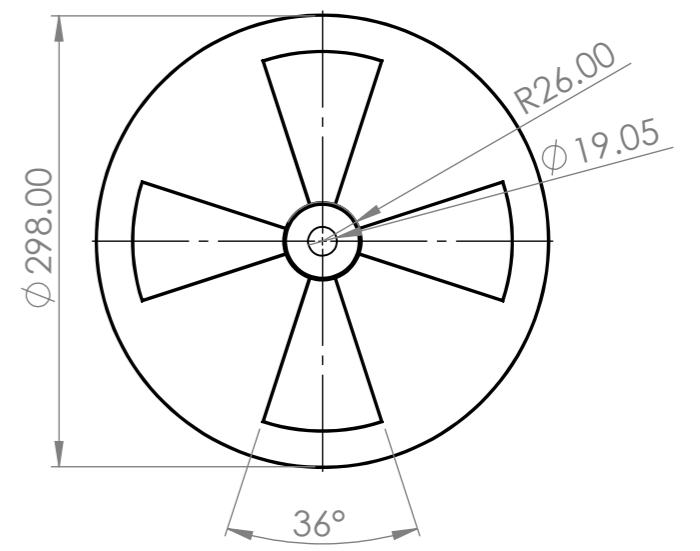
ESCALA 1:1

VISTA SUPERIOR



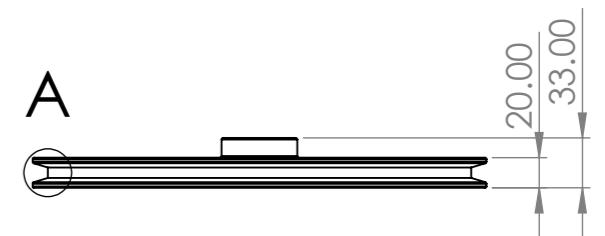
ESCALA 1:5

VISTA SUPERIOR POLE MAYOR

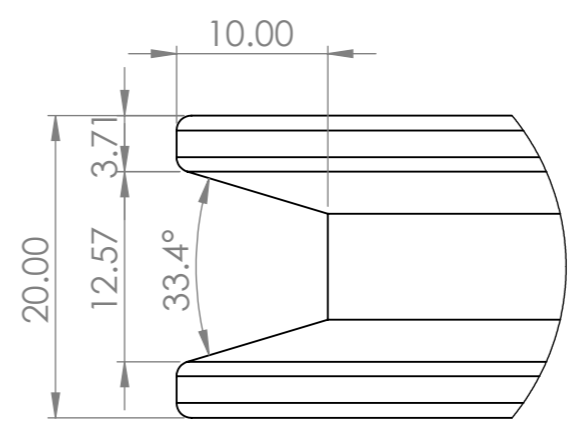


ESCALA 1:5

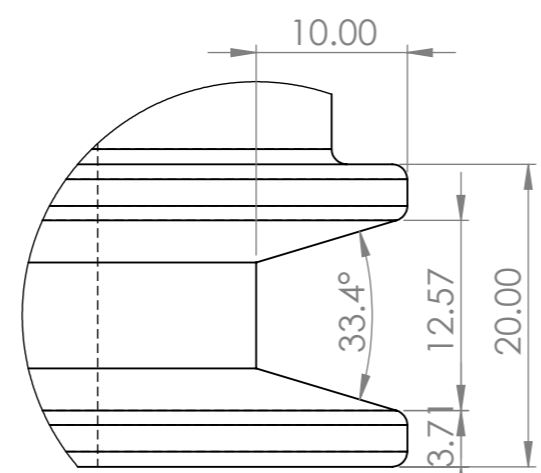
VISTA LATERAL POLE MAYOR



ESCALA 1:5



DETALLE A
ESCALA 2:1



DETALLE B
ESCALA 2:1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN mm		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
ACABADO SUPERFICIAL:				Est. Litman Cubas Terrones	
TOLERANCIAS:				TÍTULO:	
LINEAL:				SUBENSAMBLAJE F	
ANGULAR:				N.º DE DIBUJO	A3
			ALUMINIO	011-012-013-014	mm
			PESO:	ESCALA:	HOJA 1 DE 1

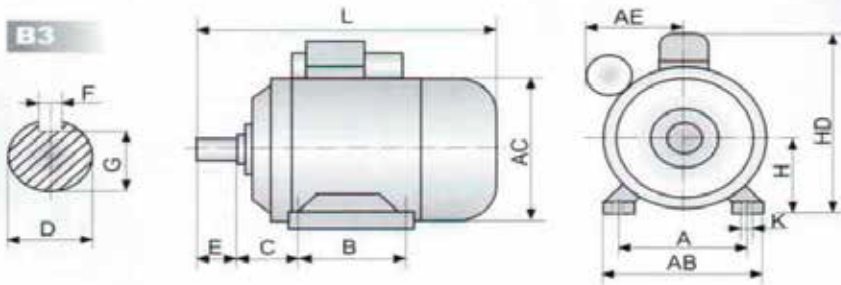
8 7 6 5 4 3 2 1

Datos Técnicos de Motor Monofásico

Modelo YC Tensión 220-50 HZ / 2-4 polos /

Datos Tecnicos de Motor modelo YC									
Modelo	Potencia		Corriente (A)	Factor de Potencia	Eficiencia	Velocidad r'min	Tstart/Tn	Ist/In	Tmax/Tn
	KW	HP							
50Hz Velocidad de síncrona 3000 r/min (2 polos)									
YC711-2	0.18	1/4	1.9	0.70	63.0	2800	3.0	6.5	2.0
YC712-2	0.25	1/3	2.4	0.72	65.0	2800	3.0	6.5	2.0
YC80A-2	0.37	1/2	3.5	0.74	66.0	2840	3.0	6.5	2.0
YC80B-2	0.55	3/4	5.04	0.74	67.0	2850	3.0	6.5	2.0
YC80C-2	0.75	1	6.68	0.75	68.0	2850	3.0	6.5	2.0
YC90S-2	1.1	1.5	8.93	0.80	70.0	2650	2.8	7.0	2.0
YC90L-2	1.5	2	11.4	0.82	73.0	2870	2.9	7.0	2.0
YC100L-2	2.2	3	16.5	0.82	74.0	2900	2.5	7.0	2.0
YC112M1-2	3	4	21.4	0.84	76.0	2900	2.2	7.0	2.0
YC112M2-2	3.7	5	24.8	0.86	79.0	2900	2.2	7.0	2.0
50Hz Velocidad de síncrona 1500 r/min (4 polos)									
YC711-4	0.12	1/5	1.9	0.58	48.0	1400	3.0	6.0	2.0
YC712-4	0.16	1/4	2.7	0.60	50.0	1400	3.0	6.0	2.0
YC80A-4	0.25	1/3	3.52	0.62	52.0	1400	3.0	6.0	2.0
YC80B-4	0.37	1/2	4.69	0.64	56.0	1400	3.0	6.0	2.0
YC80C-4	0.55	3/4	6.9	0.65	60.0	1400	3.0	6.0	2.0
YC90S-4	0.75	1	7.5	0.72	63.0	1400	2.8	6.5	2.0
YC90L-4	1.1	1.5	10.4	0.72	67.0	1420	2.8	6.5	2.0
YC100L-4	1.5	2	13.0	0.73	72.0	1440	2.8	6.5	2.0
YC112M-4	2.2	3	18.5	0.74	73.0	1450	2.5	6.5	2.0
YC132S1-4	3	4	22.4	0.80	76.0	1450	2.2	6.5	2.0
YC132S2-4	3.7	5	26.0	0.82	79.0	1450	2.2	6.5	2.0

Dimensiones Montaje General Motor Monofásico YC



Dimensiones de Montaje en general Motor Monofasico YC																				
Frame	Dimensiones de Montaje (mm)															Dimensión General				
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	S	T	AB	AC	AD	HD	L
71	112	90	45	14	30	5	11	71	7	130	110	160	0	10	3.5	145	145	140	180	255
80	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	165	130	200	0	12	3.5	160	165	150	200	295
90S	140	100	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	240	370
90L	140	125	56	24	50	8	20	90	10	165	130	200	0	12	3.5	180	185	160	240	400
100L	160	140	63	28	60	8	24	100	12	215	180	250	0	15	4.0	205	220	180	260	430
112M	190	140	70	28	60	8	24	112	12	215	180	250	0	15	4.0	245	250	190	300	455
132S	216	140	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4.0	280	290	210	350	525
132M	216	178	89	38	80	10	33	132	12	265	230	300	0	15	4.0	280	290	210	350	553



■ Descripción

Las poleas son dispositivos de tracción que se usan para transmitir una fuerza.

Estás poleas tienen una o varias canales en forma de cuña; sobre los laterales de esta es donde las correas asientan para generar el efecto de cuña transmitiendo un movimiento circular.

La aplicación de las poleas de aluminio está orientada a trabajo medio y/o liviano, siendo una alternativa económica.

■ Características y ventajas

- Livianas y económicas.
- Variedad de diámetros y canales.

■ Usos típicos

Gran cantidad de aplicaciones industriales en donde es necesario transmitir fuerza por medio de correas para altos y bajos niveles de velocidad y potencia.

Maquinaria industrial, doméstica y agrícola.

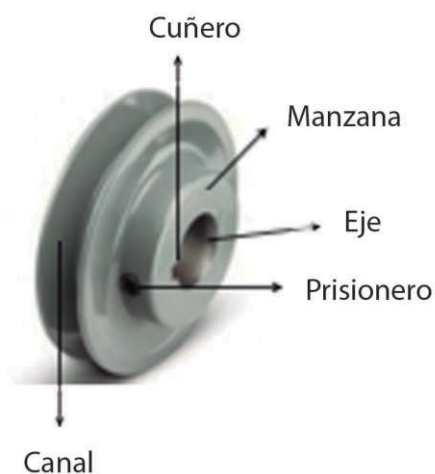
INFORMACIÓN TÉCNICA

Producto construido en aluminio fundido con manzana reforzada.

Ejes de 1/2, 5/8 y 3/4.

Cuñeros de 3/16.

Prisioneros de 5/16.



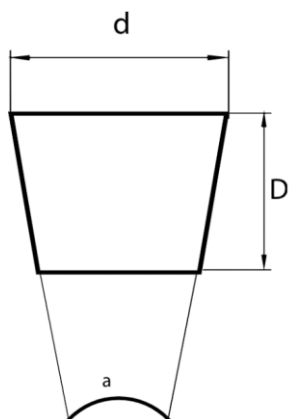
Presentación

Distribuimos poleas en V con diámetros que van desde 1 1/2" hasta 20", en 1 y 2 canales tipo A y B.

Poleas planas desde 1 1/2" hasta 4" de ancho y diámetros de 1 1/2" a 4".



Faja A-47 - Correa industrial lisa (1/2X11/32)



Ficha técnica

Numeración de la correa	A47
Tipo de faja	A
Diámetro de corredera (d)	1/2" (aprox 8mm)
Alto de la faja (D)	11/32" (aprox 13 mm)
Largo exterior de la faja (L)	48"
Largo interno de la faja (i)	1200 mm
ángulo de inclinación (a)	40 °
Material de la faja	polibutadieno (caucho)
Dentada	no

Acerca de:

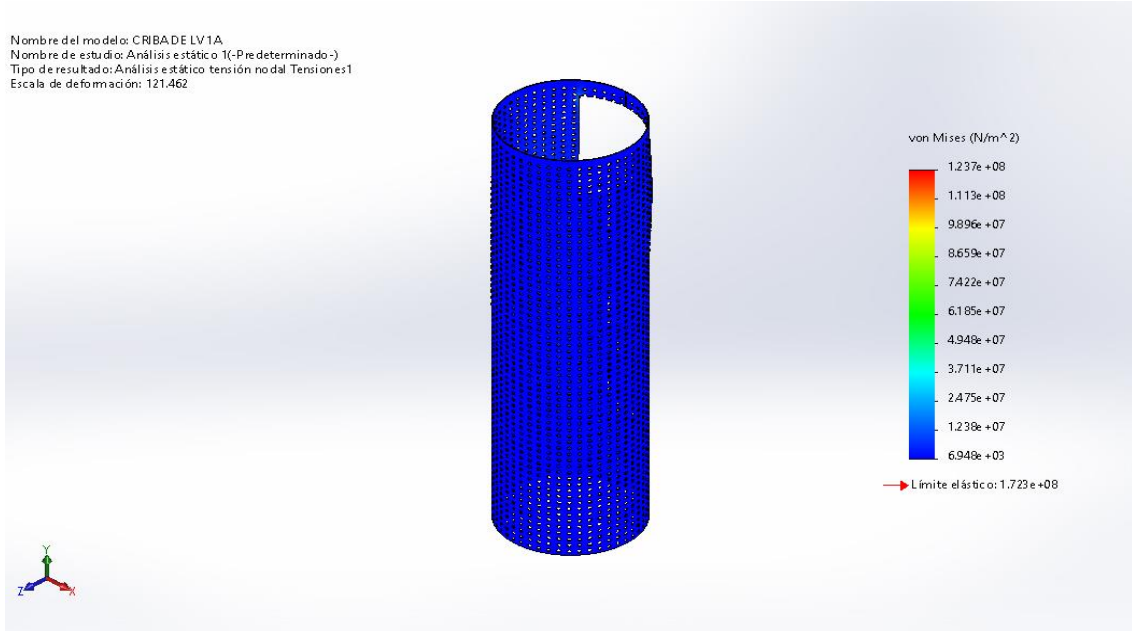
Las fajas trapezoidales de velocidad variable de caucho, también conocidas como correas de velocidad variable, Están diseñadas para arranques y funcionamientos suaves, una amplia gama de velocidades impulsadas, alta eficiencia y bajo mantenimiento. Gracias a su diseño, estas son extremadamente silenciosas, por lo tanto, no es necesario lubricarlas. Al ser de caucho estas amortiguan la vibración entre poleas, son fáciles de instalar, brindando rangos de potencia extremadamente amplios, y se reduce la dimensión de accionamiento. Esto las dota con una larga vida útil.

Producto utilizado principalmente con motores eléctricos, transmitiendo potencia entre poleas de velocidad variable.

Anexo 04

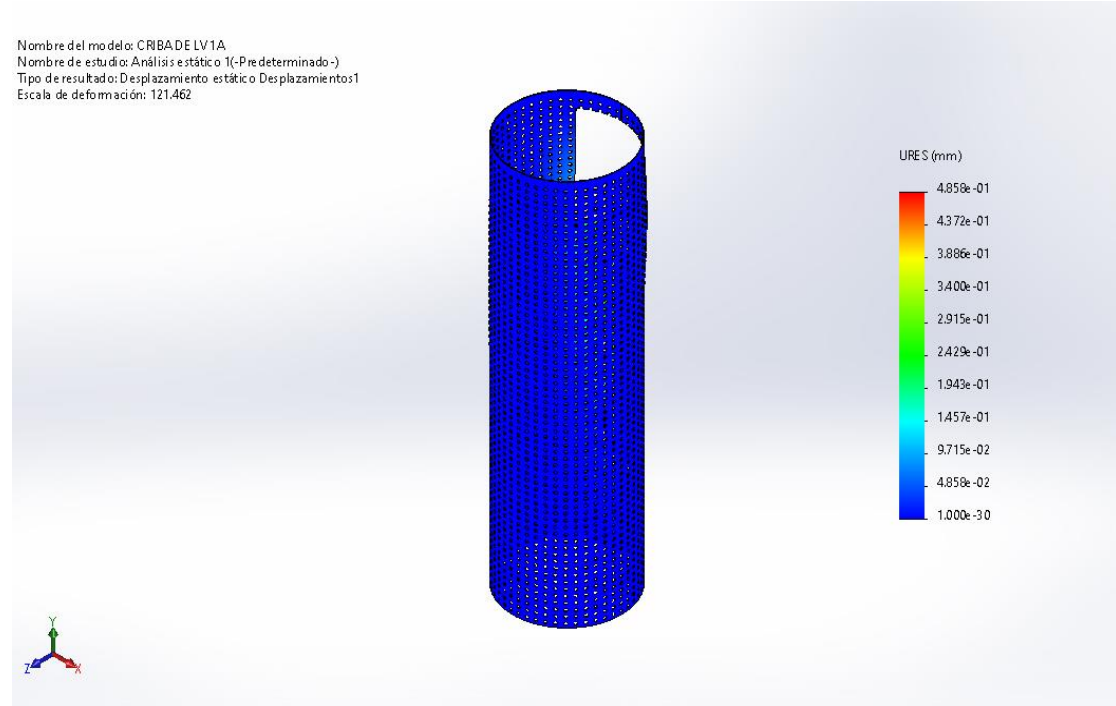
Estudio estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	6.948e+03N/m ² Nodo: 10215	1.237e+08N/m ² Nodo: 47699



CRIBA - Análisis estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00mm Nodo: 16493	4.858e-01mm Nodo: 48742



[Handwritten signature]

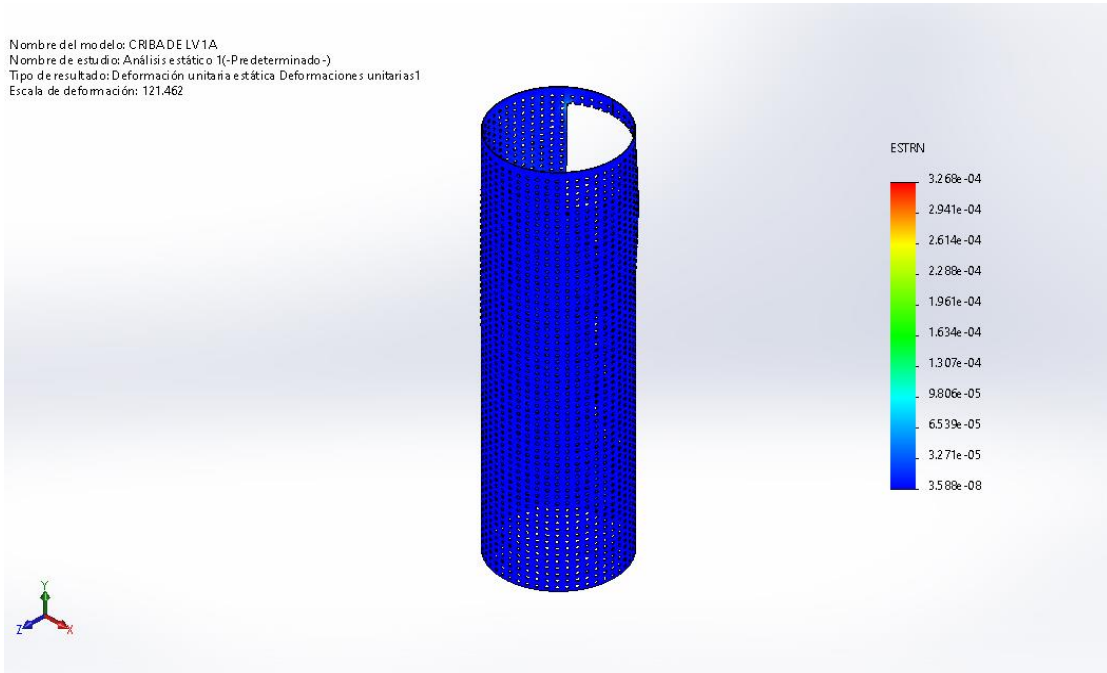
[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

CRIBA - Análisis estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	3.588e-08 Elemento: 173895	3.268e-04 Elemento: 32437

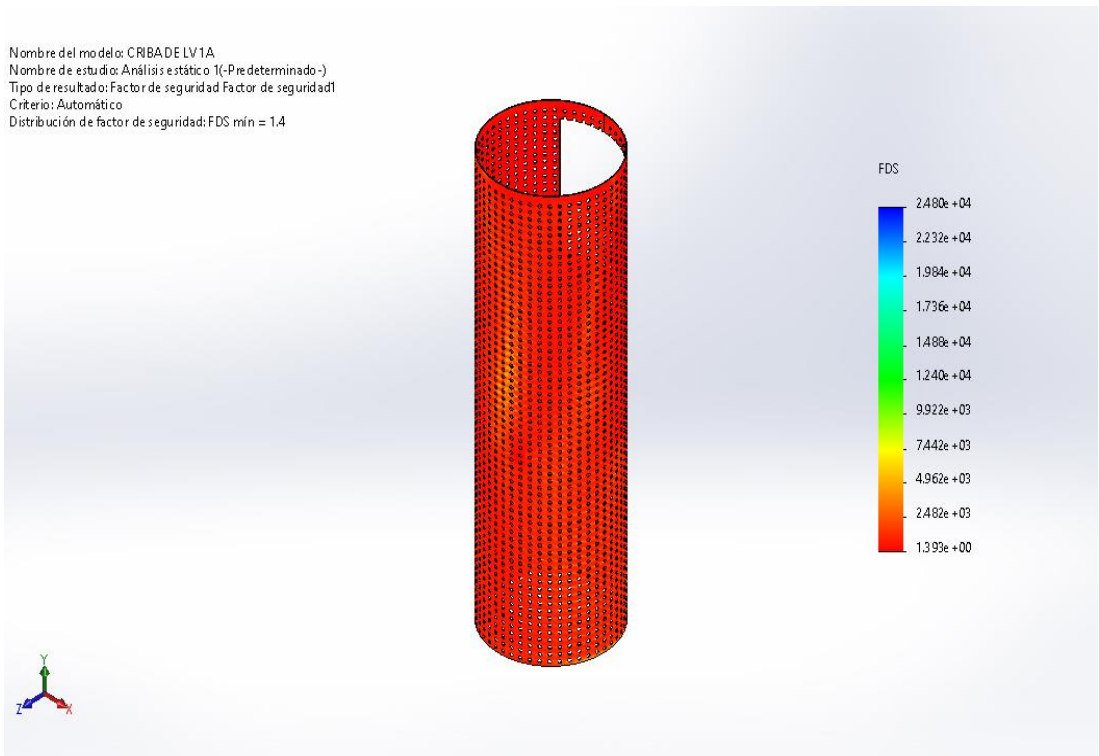
Nombre del modelo: CRIBADE LV1A
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Pre determinado -)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 121.462



CRIBA - Análisis estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad	Automático	1.393e+00 Nodo: 47699	2.480e+04 Nodo: 10215

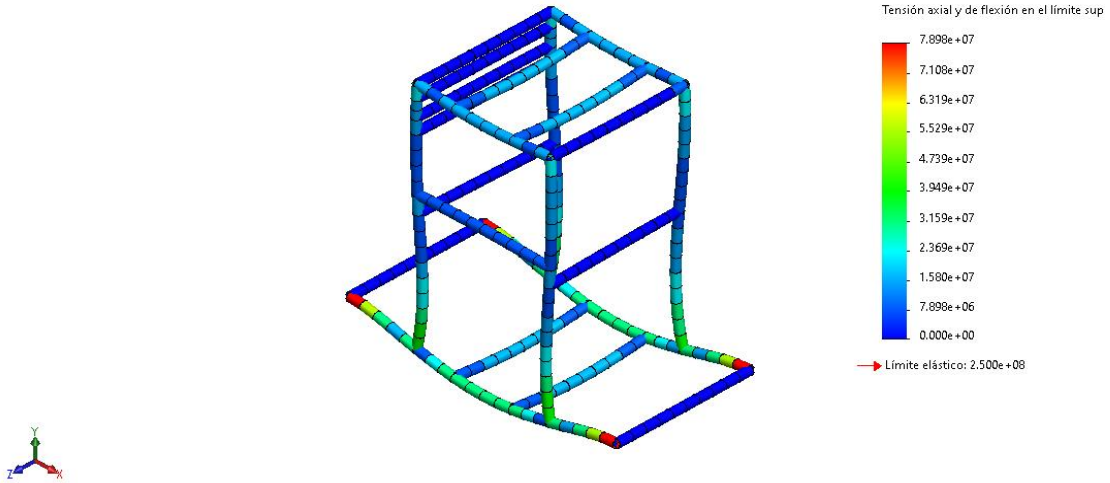
Nombre del modelo: CRIBADE LV1A
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Pre determinado -)
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.4



CRIBA - Análisis estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	Tensión axial y de flexión en el límite superior	0.000e+00N/m ² Elemento: 11	7.898e+07N/m ² Elemento: 78

Nombre del modelo: MAQUINA LAVADORA DE CAFE ENSAMBLE
Nombre de estudio: Análisis estático 1 banco (-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Tensión axial y de flexión en el límite superior Tensiones1
Escala de deformación: 125,235

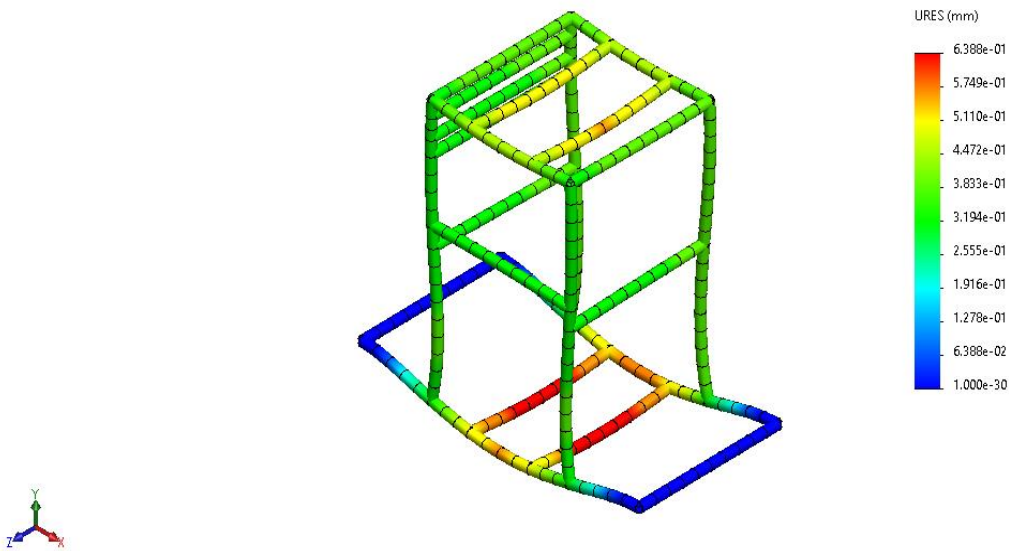


S.

ESTRUCTURA. Análisis estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00mm Nodo: 12	6.388e-01mm Nodo: 174

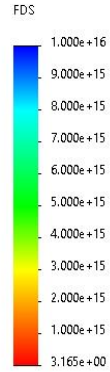
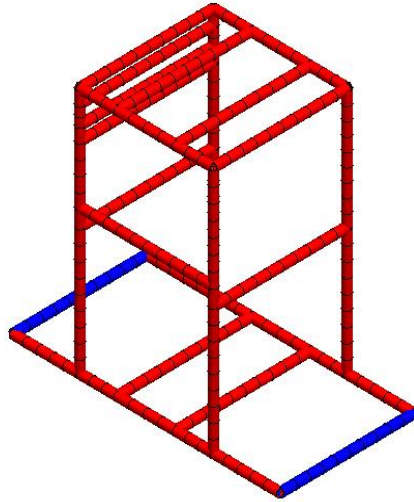
Nombre del modelo: MAQUINA LAVADORA DE CAFE ENSAMBLE
Nombre de estudio: Análisis estático 1 banco (-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 125,235



ESTRUCTURA. Análisis estático

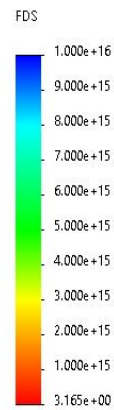
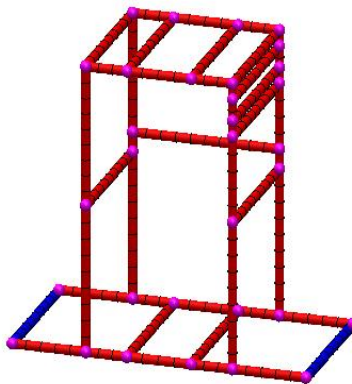
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad	Automático	3.165e+00 Nodo: 81	1.000e+16 Nodo: 12

Nombre del modelo: MAQUINA LAVADORA DE CAFE ENSAMBLE
Nombre de estudio: Análisis estático 1 banco (-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.2



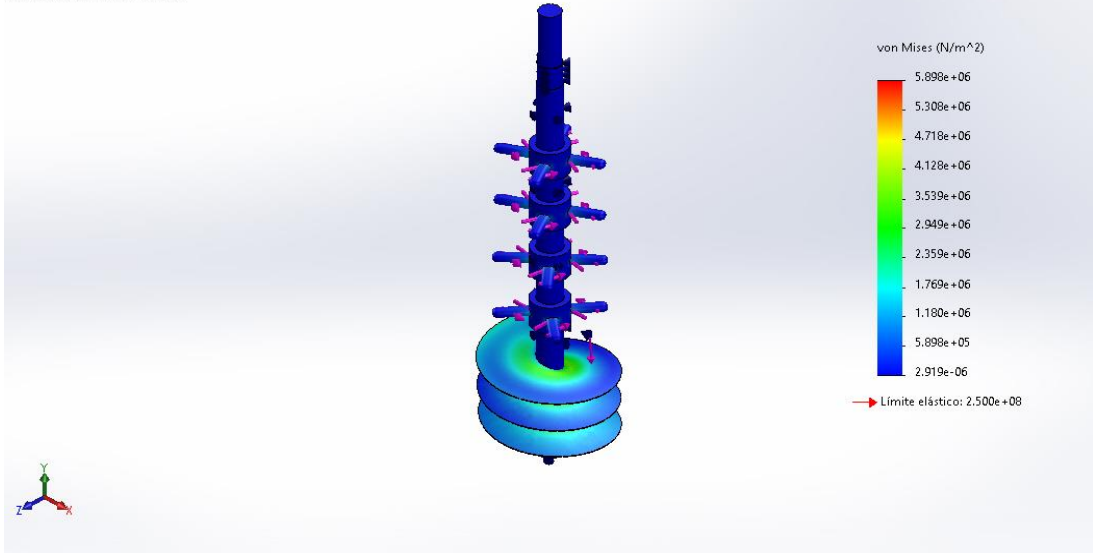
ESTRUCTURA. Análisis estático

Nombre del modelo: MAQUINA LAVADORA DE CAFE ENSAMBLE
Nombre de estudio: Análisis estático 1 banco (-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 3.2



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones	VON: Tensión de von Mises	2.919e-06N/m ² Nodo: 79219	5.898e+06N/m ² Nodo: 88537

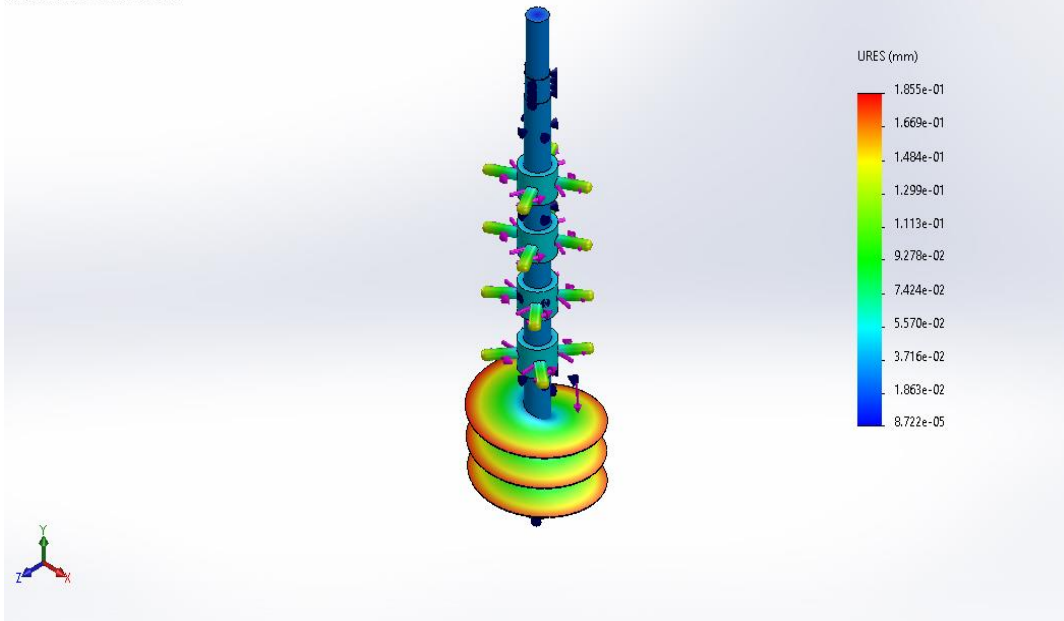
Nombre del modelo: TORNILLO DE IMPULSION ENSAMBLE
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 464,499



TORNILLO DE IMPULSION - Análisis estático

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	8.722e-05mm Nodo: 47574	1.855e-01mm Nodo: 97514

Nombre del modelo: TORNILLO DE IMPULSION ENSAMBLE
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 464,499

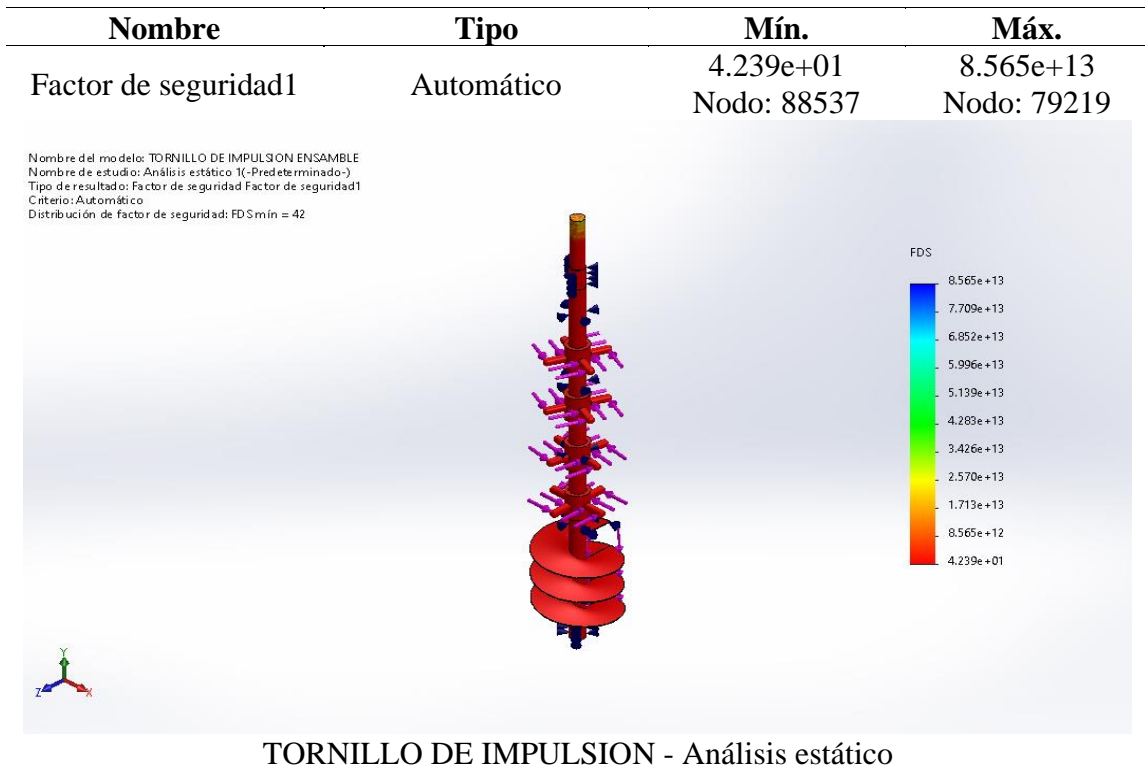
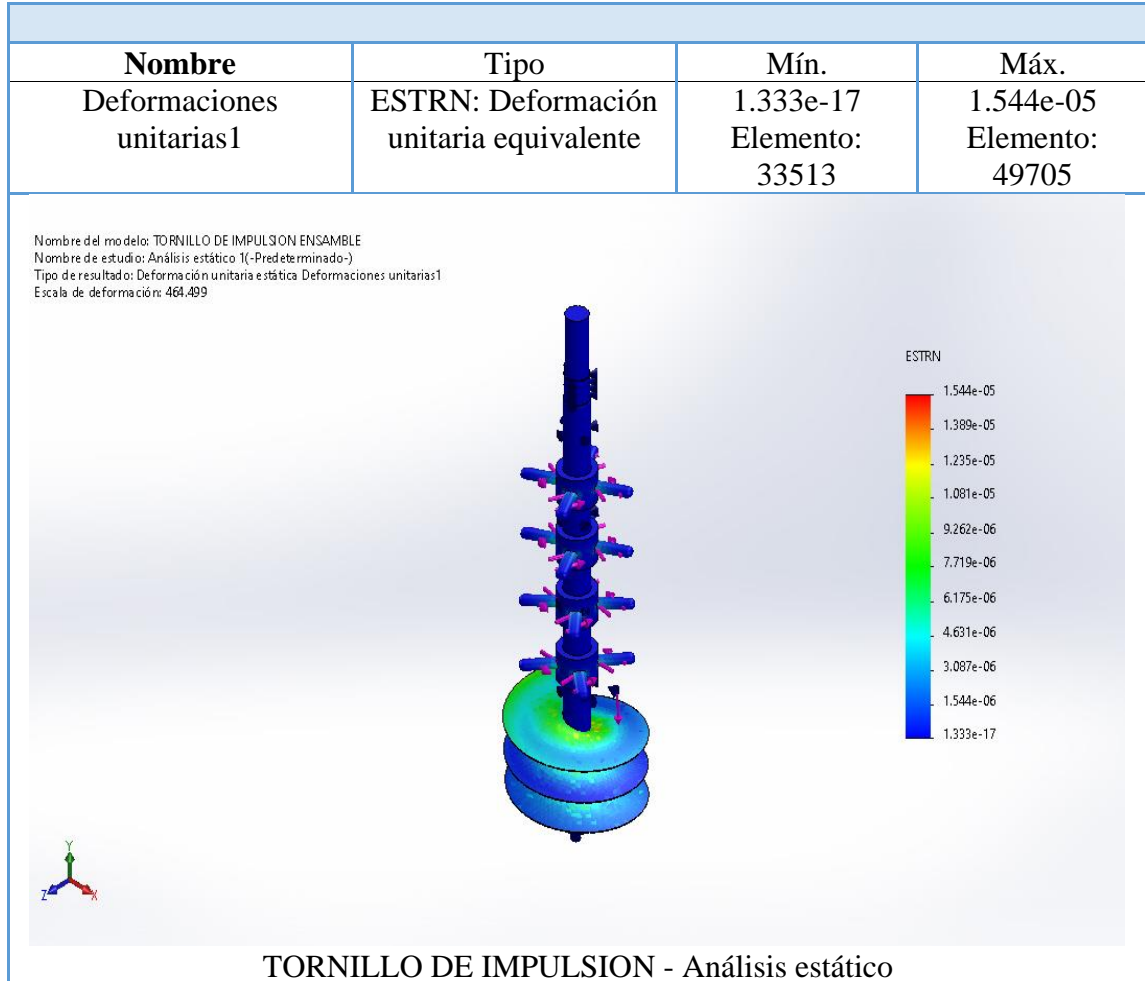


TORNILLO DE IMPULSION - Análisis estático

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]



Anexo 05

Bridas en placa metálica A-36 de ¼ pulgadas



Fuente: Elaboración propia (2024).

Anexo 06

Templadores



Fuente: Elaboración propia (2024).

Anexo 07

Canal de entrada de grano con mucilago



Fuente: Elaboración propia (2024).

Anexo 08

Tornillo sin fin



Fuente: Elaboración propia (2024).

Anexo 09

Estructura de soporte



Fuente: Elaboración propia (2024).

Anexo 10.

Armado de las piezas



Fuente: Elaboración propia (2024)

[Handwritten signature]

177

[Handwritten signature]

Anexo 11

Llenado de agua en el tanque para el proceso de lavado



Fuente: Elaboración Propia (2024).

Anexo 12

Drenado de agua luego del proceso de lavado



Fuente: Elaboración propia (2024).

Anexo 13

Presupuesto para el proyecto de investigación

Presupuesto para el proyecto de investigación				
Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo	
			Unitario (S/.)	Total (S/.)
COSTOS LOGÍSTICOS DE OPERACIÓN				
Transporte de materiales hasta el lugar de trabajo	Global	-	30.00	30.00
Servicio de internet	Meses	12	24.90	298.80
EQUIPOS Y BIENES DURADEROS				
Bascula electrónica digital	Unidad	01	60.00	60.00
Laptop	Unidad	01	2 000.00	2 000.00
Capacitación en el Software Solid Works	Unidad	01	250.00	250.00
PASAJES Y VIÁTICOS				
Paje al taller de construcción	Global	-	-	100.00
Visita de campo	Global	-	-	200.00
MATERIALES E INSUMOS				
Tornillería	Global	-	-	40.00
	Metros			
Planchas de metal	cuadrados (m ²)	03	24.33	73.00
Herramientas eléctricas	Unidad	01	310.00	310.00
Componentes eléctricos	Unidad	01	300.00	312.00
Servicios de pintura y soldadura	Global	-	-	180.00
Tubería y accesorios	Global	-	-	60.00
Reloj	Unidad	01	30.00	30.00
Presupuesto total (S/.)				3 943.80

Nota. Descripción de los bienes y servicios que se utilizaran para desarrollo del proyecto de Tesis. Fuente: Elaboración propia (2023).