

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS
MECA-ELECTRONICAS**

INGENIERIA ELECTROMECHANICA



MONOGRAFIA

**DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE
MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN
CAMARGO-CHUQUISACA**

POSTULANTE: Aníbal Rusbert Delgado Callejas

TUTOR: Ing. Adalid Michell

“Trabajo presentado para obtener el título de licenciado en Ingeniería Electromecánica, otorgado, por la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca”

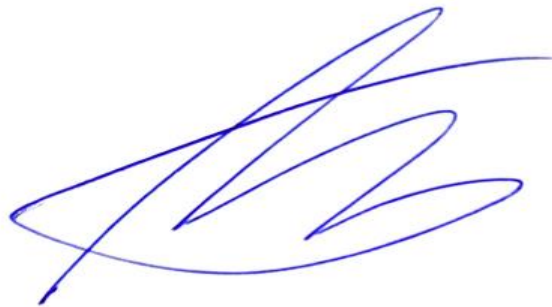
SUCRE-BOLIVIA

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo, como uno de los requisitos para previos para la obtención del título de Licenciado en Ingeniería Electromecánica y habiendo aprobado el Diplomado de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca en “DISEÑO MECÁNICO INDUSTRIAL CAD-CAE-CNC y CAM”, autorizo al Centro de Estudios de Postgrado e Investigación (CEPI) o a la Biblioteca de la Universidad para que se haga de este Trabajo un documento disponible para lectura de acuerdo a las normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca los derechos de publicación de este Trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Autor: Aníbal Rusbert Delgado Callejas

DEDICATORIA

A mis padres: Macedonio Delgado Molina y Elba Callejas León. Pues sin ellos no lo habría logrado que Día a día alimentaban el sueño que se hará realidad. También dedicado a mis compañeras de alma Natalia Gonzales y Nayra Palaguerra que por más que el camino se ponía difícil ellas siempre encontraban un camino por él podía salir y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Lorgia Rivera por permitirme ingresar a la planta de San Pedro y apoyarme en todas las dudas que se atravesaron en la realización de esta monografía. Mi hermana, padre y madre que siempre me apoyaron incondicionalmente. A todos mis amigos que día a día me acompañaban y guiaban en este camino en especial Neil Romero y también Nayra Palaguerra. A los docentes del DIPLOMADO EN DISEÑO MECANICO INDUSTRIAL CAD-CAE-CNC Y CAM V-1 plantel docente de la Facultad de ingeniería y ciencias aplicadas meca-electrónicas

RESUMEN

Este trabajo consiste en el diseño de un impulsor de mezcla específicamente de una capacidad de 30000 litros para la empresa de singani San Pedro; ubicada en la provincia de Camargo. Este diseño será capaz de efectuar las operaciones de remontado y mezclado del jugo de uva denominado como mosto con el objetivo de mejorar estas operaciones, puesto que, actualmente la planta de San Pedro se encuentra demasiado rezagada tanto en producción como en equipos y nuevos componentes que estén adecuados a las nuevas normas y exigencias que dicta el SENASAG. Siendo así que actualmente estas operaciones se realizan de una manera muy precaria con equipos y almacenes que frenan la calidad del producto y así mismo de la producción, es por ello por lo que se propone el diseño del impulsor de mezcla adecuado a las normas que se instan en el medio y características de la planta de San Pedro, para poder mejorar los aspectos de calidad y producción de este. Este diseño podrá aumentar de manera importante la fase de remontado y mezcla final fases importantes para poder obtener el singani base el cual debe tener una buena calidad de integración de componentes como también de flora que es creada en el tiempo de fermentación de este para así tener un buen producto final ya embotellado.

De la mano de herramientas asistidas por computadora de diseño es que se pudo determinar factores para el mismo y también con ellas hacer el modelado del diseño del impulsor. Este tipo de máquinas permiten una buena integración de los componentes a mezclar y de la misma manera elevar la calidad de productos no solo en la industria de las bebidas alcohólicas, sino también en la industria alimenticia.

Sin embargo, actualmente en nuestro entorno es muy limitado el uso de ellas puesto que, las empresas de este medio prefieren mantener la manera tradicional de estas operaciones, ya que, tienen aún la idea errónea que con ello es que el producto da mejores sensaciones, puesto que en Bolivia hay solo 2 empresas de Singani que abarcan el mercado a nivel nacional las mismas son plantas de producción que si cuentan con nuevos equipos y nuevas tecnologías.

INDICE TEMATICO

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 Formulación del problema.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.3.1 Justificación técnica.....	4
1.3.2 Justificación económica.....	5
1.4 METODOLOGIA.....	5
1.4.1 Métodos.....	6
1.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	7
1.5.1 Entrevista para recolección de datos	7
1.5.2 Instrumentos	7
1.6 OBJETIVOS	8
1.6.1 Objetivos generales.....	8
1.6.2 Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II	9
DESARROLLO	9
2.1 MARCO CONTEXTUAL	9
2.2 MARCO TEORICO.....	10
2.2.1 Fundamentos de mezcla en la producción de bebidas alcohólicas.....	10
2.2.2 Métodos de remontado.....	13
2.2.3 Método de mezclado mecanizado.....	14
2.2.4 Equipos utilizados para la mezcla	16
2.2.5 Tipos de tanque para impulsores de mezcla	20
2.2.6 Factores a considerarse en el diseño.....	21
2.2.7 Características del equipo a diseñarse	23
2.2.8 Aplicaciones de los impulsores de mezcla en la industria vinícola y destilados.....	25
2.2.9 Aplicaciones en la Industria de Destilados	26
2.2.10 Efectos de la agitación en la calidad y consistencia del singani	26
2.2.11 Impacto en la Fermentación.....	27
2.2.11 Destilación y Mezcla Final	27
2.2.12 Consideraciones prácticas para la implementación de impulsores de mezcla en la producción del singani.....	29

2.3	INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS.....	30
2.3.1	Capacidad de producción en la planta de San Pedro.....	32
2.3.2	Pasos en la producción del Singani en la planta de producción	33
2.3.3	Ficha de entrevista realizada al dueño de la hacienda de San Pedro	36
2.4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	38
2.4.1	Capacidad de almacenamiento para el diseño	38
2.4.2	Proceso de remontado actual	38
2.4.3	Otros métodos que usan para aprovechar la materia prima	39
2.5	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	39
2.5.1	Consideraciones de diseño para el impulsor.....	39
2.5.2	Características de las paletas a usarse	39
2.5.3	Propiedades de la Uva Moscatel de Alejandría	40
2.5.4	Viscosidad del jugo de uva	40
2.5.5	Potencia para el motor en relación al medioambiente	41
2.5.6	Diseño del eje.....	42
2.5.7	Fuerza flexionante en el eje.....	42
2.5.8	Tensión en el eje	42
2.5.9	Bomba de succión con filtro.....	43
2.5.10	Análisis de desplazamiento en toda la máquina	44
2.5.11	Materiales complementarios para el diseño del impulsor	45
	CAPITULO III.....	47
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
3.1	CONCLUSIONES.....	47
3.2	RECOMENDACIONES.....	48
3.2.1	Recomendaciones de funcionamiento	48
3.2.2	Recomendaciones de mantenimiento	48
	BIBLIOGRAFIA	49
	ANEXOS.....	50

INDICE DE TABLAS O CUADROS

Tabla 2-1 Resumen de entrevista realizada.....	35
Tabla 2-2 Propiedades de la Uva Moscatel-Alejandría.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Proceso mecanizado del remontado actual.....	14
Figura 2-2 Capacidad de almacenamiento y remontado.....	33
Figura 2-3 Singani estabilizado.....	35
Figura 2-4 Eje sometido a tensión.....	43
Figura 2-5 Bomba con filtro.....	44
Figura 2-6 Análisis de desplazamiento.....	44

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se enfocó en el diseño y la implementación de un nuevo impulsor, buscando superar las limitaciones y desafíos que se detectaron en la visita en los métodos de mezcla actuales. Se abordarán aspectos como la distribución homogénea de los componentes, la reducción de tiempos de mezcla y la minimización de pérdidas de materia prima.

La industria de la producción de Singani, como cualquier sector dedicado a la destilación y elaboración de bebidas alcohólicas, se encuentra en busca de mejorar la eficiencia de sus procesos. San Pedro, reconocida por su compromiso con la excelencia en la producción de Singani, se enfrenta a la necesidad de adaptarse a las demandas cambiantes del mercado y mantener estándares de calidad. La mezcla de los componentes es un paso crucial en este proceso, y su mejora no solo contribuirá a la mejora de la calidad del Singani, sino que también puede tener impactos significativos en la eficiencia y rentabilidad de la empresa.

1.1 ANTECEDENTES

La implementación de nuevas tecnologías como impulsores de mezcla en la industria tanto alimenticia como de bebidas alcohólicas represento un avance significativo en la producción moderna. Esta evolución trajo consigo muchas ventajas delegando así tareas que antes se hacían de manera manual y rustica.

Esta expansión ha llevado a las empresas del sector a enfrentar nuevos desafíos y a buscar constantemente mejoras en sus procesos productivos para mantener los más altos estándares de calidad y cumplir con las expectativas del mercado.

En este contexto, San Pedro, una destacada empresa dedicada a la elaboración de

Singani, ha desempeñado un papel significativo en la industria. Su compromiso con la excelencia y la tradición se refleja en la calidad de sus productos, pero la empresa reconoce la necesidad de adaptarse a los cambios y de innovar para seguir siendo competitiva en un mercado dinámico.

Uno de los procesos críticos en la producción de Singani es la fase de mezcla, donde se combinan los componentes clave para lograr el perfil de sabor característico de esta bebida. Aunque los métodos de mezcla actuales han sido efectivos, la búsqueda constante de la mejora continua impulsa la necesidad de explorar nuevas estrategias que puedan optimizar este proceso fundamental.

Considerando estos antecedentes y reconociendo la importancia estratégica de la fase de mezcla en la producción de Singani, se busca mejorar este proceso para poder mantener la calidad del producto y con ello mejorar también aspectos económicos como técnicos.

El objetivo es desarrollar un diseño de impulsor que permita optimizar la operación de mezcla y remontado, mejorando la calidad del producto y aumentando la eficiencia operativa. Este enfoque no solo busca satisfacer las demandas del mercado actual, sino también anticiparse a las tendencias futuras y consolidar la posición de San Pedro S.A como referente en la producción de Singani de alta calidad. Está comenzando a tomar una producción cada vez más grande y exigente para poder volver a abarcar el mercado en el cual fue rebasado.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una vez realizada la visita a la planta de producción de San Pedro con el objetivo en mente de buscar e identificar las deficiencias que podría tener en los procesos de producción se logró identificar, que, teniendo como antecedente que la realización del producto se hace únicamente con Uva Moscatel de Alejandría, esta necesita ser aprovechada al máximo para así poder tener una buena calidad de producción como también de cantidad de jugo de uva a aprovechar. Por lo cual se vio una realización del proceso de remontado y de mezcla del jugo de uva en los

primeros días de fermentación mano láctica, proceso el cual se realiza con la ayuda de una bomba para agua y también el mismo almacén es solo con cobertura de pintura epoxi. Esta fase de proceso no cumple las normas y exigencias que se debería tener en una planta actual de producción de bebidas alcohólicas y por ende igual este factor puede llegar a influir tanto en la producción como también en los factores de inversión que se llega a tener en la empresa, también así, perdiendo tiempos de producción al cambiar el personal el cual está establecido para este proceso de 8 horas cada turno de manera que; implementando un impulsor se podría mejorar aspectos como de producción, económicos y también aumentando así la calidad del producto. Viendo estos aspectos y que San Pedro actualmente solo se enfoca en una producción no tan masiva como otras empresas en el mercado.

De esta manera para poder impulsar a dicha empresa para que vuelva a la competencia a nivel de las otras productoras que existe en el país siendo como: Casa Real, Tierra Alta y Rujero. Marcas establecidas que abarcaron gran parte del mercado mejorando con el tiempo y abarcando así también gran parte de ella con mejora en sus equipos y de la misma forma la cantidad de producción por ello, se hará el diseño del impulsor de mezcla para buscar mejorar en todos los aspectos que se detalló antes.

1.2.1 Formulación del problema

La pregunta clave es si la implementación de un nuevo diseño de impulsor puede mejorar la homogeneidad en la distribución de los componentes durante la mezcla, contribuyendo así a una mejora significativa en la calidad del producto final y a una mayor eficiencia operativa.

El diseño que se propone no solo se presenta como un desafío técnico en la ingeniería de procesos, sino también como una oportunidad estratégica para San Pedro de consolidarse como líder en la producción de Singani, satisfaciendo las expectativas de un mercado cada vez más exigente y manteniendo su compromiso con la excelencia y la tradición. En este contexto, el presente proyecto pretenderá

resolver el siguiente problema para orientar a explorar la viabilidad y los beneficios de diseñar un impulsor específico que optimice el proceso de mezcla y remontado, aportando así a la mejora continua y la competitividad sostenible de San Pedro en el sector de la producción de Singani.

1.2.2 Planteamiento del problema

¿De qué manera se puede optimizar la operación de mezcla y remontado en la planta de San Pedro?

1.3 JUSTIFICACIÓN

A lo largo de esta monografía, se examinarán los principios teóricos del diseño de impulsores, se analizarán los requisitos específicos de la planta de San Pedro y se presentará un diseño optimizado basado en estudios y simulaciones. Con esto, se busca proporcionar una solución técnica viable que pueda ser implementada para potenciar los procesos de mezcla y remontado, contribuyendo al desarrollo industrial de la región

1.3.1 Justificación técnica

El desarrollo de un nuevo diseño de impulsor no solo aborda las necesidades actuales, sino que también prepara a San Pedro para adaptarse a futuras tendencias tecnológicas en la industria de bebidas alcohólicas. La capacidad de evolucionar tecnológicamente puede ser crucial para mantener la competitividad a largo plazo y de esta manera poder conseguir ese impulso en la competencia que es lo que se quiere lograr con el diseño de este impulsor.

Mejora en la Homogeneidad de la Mezcla: La implementación de un nuevo diseño de impulsor busca superar las limitaciones actuales en la homogeneidad de la mezcla de componentes del mosto. La incorporación de tecnología avanzada en el diseño permitirá una distribución más uniforme de los ingredientes, mejorando la consistencia y calidad del producto final.

Control Preciso del proceso de remontado: La adopción de un impulsor mejorado implica una mayor capacidad de control sobre el proceso de mezcla del mosto. Tecnologías modernas permiten ajustes precisos en velocidad, dirección y otros parámetros, lo que contribuye a una gestión más eficiente y reproducible del proceso.

1.3.2 Justificación económica

La optimización del proceso de mezcla de el jugo de uva en la producción de Singani, a través del diseño de un impulsor mejorado en San Pedro, no solo tiene implicaciones técnicas y de calidad, sino que también se fundamenta en una sólida justificación económica. La implementación de esta mejora pretende elevar la calidad del producto final, está pretende por diversos factores económicos que favorecen la rentabilidad y competitividad de la empresa. Cuanto se sacaría con las botellas

Eficiencia Operativa: Mejorar la eficiencia en el proceso de mezcla implica una utilización más efectiva de los recursos, lo que conduce a una reducción de los costos operativos. La optimización de tiempos de mezcla y la minimización de pérdidas de materia prima se traducen directamente en ahorros económicos.

Reducción de Pérdidas: La implementación de un impulsor diseñado específicamente para la producción de Singani tiene el potencial de reducir las pérdidas de materia prima, ya que se optimizará la distribución de los componentes durante la mezcla. Esto no solo disminuirá los costos asociados a la materia prima, sino que también contribuirá a una producción más sostenible y rentable.

Mejora de la Calidad del Producto: La calidad del Singani es un factor determinante en la satisfacción del cliente y, por ende, en la fidelización del mercado. Un proceso de mezcla optimizado asegura una mayor consistencia y homogeneidad en el producto final, elevando su calidad y, potencialmente, permitiendo a San Pedro S.A diferenciarse en el mercado y establecer precios más competitivos.

1.4 METODOLOGIA

Este estudio empleará un enfoque de diseño de ingeniería, comenzando con la identificación de los requisitos funcionales y técnicos para la mezcladora. Se realizará un análisis de los sistemas existentes para identificar áreas de mejora. Posteriormente, se desarrollará el diseño utilizando software CAD. La metodología incluirá también un análisis de costos y viabilidad para la implementación en la operación de mezcla y remontando en el mosto.

1.4.1 Métodos

Entre los métodos se usaron tanto cualitativos como cuantitativos para la realización del documento se puede mencionar los siguientes:

1.4.2 Investigación Metódica

- Se extrajo datos gracias a la visita, como la homogeneidad de la mezcla, la eficiencia de transferencia de masa, la potencia consumida del actual mezclador a comparación del nuevo impulsor diseñado, de manera que se pueda demostrar que la producción mejoro en cierto porcentaje con el diseño del nuevo impulsor.
- Se utilizo datos proporcionados por el dueño de la planta para analizar los resultados y comparar los diferentes diseños, de manera que se adaptó al óptimo para poder sacar esa mejora en la producción.

1.4.3 Recolección de información contextual

- Para recolectar información sobre la producción. Se llevó a cabo una entrevista con el gerente y actual dueño de la Hacienda San Pedro para obtener información sobre la producción en cuanto a capacidad y cómo se realiza actualmente.
- Se consulto toda la historia y creación en la misma visita a la planta para poder establecer factores y puntos débiles en la fabricación.

1.4.4 Modelado y simulación

- Análisis de sistemas existentes con el fin de sustentar lo propuesto en este trabajo.
- Diseño y modelado del diseño del agitador mediante el software CAD (Diseño asistido por Computadora)

1.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS

1.5.1 Entrevista para recolección de datos

Se realizó una entrevista al dueño encargado de la planta de producción de singani San Pedro con la finalidad de saber datos en cuanto a la capacidad de producción, algunas barreras que se tienen en la producción y que métodos usan para la mezcla de elementos que es lo que más nos interesa en este punto Según (Robles,2011) "La entrevista en profundidad se basa en el seguimiento de un guion de entrevista, en el que se plasman todos los tópicos que se desean abordar a lo largo de los encuentros, por lo que previo a la sesión se deben preparar los temas que se discutirán, con el fin de controlar los tiempos distinguir temas por importancia y evitar extravíos y dispersiones en el entrevistado.

Esta entrevista permitió explorar las percepciones y experiencias que se tienen en la planta, tanto, así como historia a lo largo de la existencia de la hacienda de San Pedro.

1.5.2 Instrumentos

Los instrumentos principales que se utilizaron para la realización del trabajo son:

- Software AUTODESK INVENTOR para el diseño de CAD del impulsor de mezcla

- Software de Microsoft Office Excel para hacer la evaluación de costos para poder determinar la factibilidad para implementar el proyecto en

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general

Realizar el estudio para el diseño de optimización de la operación de mezcla y remontado en la planta de San Pedro a través del diseño de un impulsor de paletas planas.

1.6.1 Objetivos Específicos

- Diseñar un impulsor adecuado para el proceso de mezcla en la producción de Singani, considerando las características y propiedades de la Uva Moscatel de Alejandría.
- Determinar características y especificar los requisitos técnicos y operacionales de los impulsores de mezcla utilizados en procesos industriales.
- Analizar las tecnologías actuales de mezclado y de equipos utilizados para la mezcla en el proceso de mezcla y remontado del mosto
- Analizar la viabilidad técnica y económica a largo plazo del diseño de impulsor propuesto, considerando la adaptabilidad a futuras innovaciones tecnológicas en la industria de bebidas alcohólicas.
- Realizar una simulación y acople de todos los elementos del sistema diseñado

DESARROLLO

2.1 MARCO CONTEXTUAL

San Pedro como unidad productiva empieza en el año 1550, es decir que la bodega tiene 474 años de antigüedad, la vieja bodega que realizaron los dominicos al ver que las tierras eran especialmente para el cultivo de la vid y poder realizar vino. Llegando así a la construcción de la bodega en 1925, una construcción faraónica en la cual no existe ningún metro cubico de hormigón armado construida de pura piedra teniendo una capacidad de 5.000.000 de kilos de uva blanca moscatel para poder llenar toda la bodega. Se cerro por problemas laborales en 2003 por mala administración y cerrar de tal manera toda la producción del singani San Pedro como tal, de tal manera que por eso también es denominada la madre de todas las bodegas, ya que, de aquí, salieron marcas como Casa Real y Rujero.

En cuanto a la operación de remontado y mezcla en la fase crítica de fermentación del jugo de uva para poder llegar al punto de fermentación mano láctica. Esta operación se realiza actualmente con una bomba de que sería utilizada usualmente para agua y los residuos o cascaras que no se pudieron triturar del todo en una operación previa, los van filtrando con una canasta y con ello volviendo a poner al tanque realizando con ello la operación de remontado que se hace de arriba hacia abajo para una correcta realización de este.

La capacidad actual de producción de la planta de singani San Pedro consta de 8 tanques de 40000 litros y 8 tanques de 30000 litros que son únicamente los que son utilizados para realizar este proceso de remontado y de ahí pasa a la siguiente fase que es la estabilización del mismo jugo de uva ya fermentado que ya es un singani base el cual ya está listo para poder ser destilado en un siguiente proceso.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Fundamentos de mezcla en la producción de bebidas alcohólicas

La mezcla en la producción de bebidas alcohólicas es un proceso fundamental que abarca diversas etapas, desde la selección de ingredientes hasta la preparación del producto final. Este proceso se lleva a cabo con el objetivo de obtener una composición equilibrada y consistente que garantice la calidad del producto.

“La selección de Ingredientes en el proceso de mezcla comienza con la selección cuidadosa de los ingredientes que se utilizarán en la elaboración de la bebida alcohólica. Esto puede incluir diferentes tipos de granos, frutas, hierbas, especias, levaduras y agua, dependiendo del tipo de bebida que se esté produciendo” (McCabe, 2009). Un ejemplo claro es en la producción de la cerveza donde se seleccionan granos de malta, lúpulo y levadura, mientras que en la destilación de licores pueden utilizarse una variedad de ingredientes como frutas, hierbas y granos. En este caso el uso de la tan mencionada uva de moscatel de Alejandría

Preparación de la Mezcla una vez seleccionados los ingredientes, se procede a la preparación de la mezcla. Esto implica combinar los ingredientes en las proporciones adecuadas para lograr la receta deseada. En el caso de la producción de vino, por ejemplo, se mezclan diferentes variedades de uvas en función del tipo de vino que se desea obtener. En la destilación, la mezcla puede someterse a procesos adicionales como la fermentación o la maceración para extraer sabores y aromas.

Fermentación y Transformación después de la mezcla inicial, muchos tipos de bebidas alcohólicas requieren distintos métodos de fermentación para convertir

los azúcares presentes en los ingredientes en alcohol. Durante este proceso, las levaduras transforman los azúcares en alcohol y otros compuestos, lo que contribuye a la complejidad de sabores y aromas de la bebida final. La duración y las condiciones de la fermentación pueden variar según el tipo de bebida y la receta

específica.

“Destilación y Mezcla Final en el caso de bebidas destiladas como el whisky, el ron o el vodka, la mezcla inicial fermentada se somete a un proceso de destilación para concentrar el alcohol y refinar los sabores. Posteriormente, pueden realizarse mezclas finales para combinar diferentes lotes” (Rushton, 1989)

destilados y lograr la consistencia y el perfil de sabor deseados. Esto es especialmente importante en productos como el whisky escocés, donde se mezclan varios whiskies de diferentes barricas para obtener un producto final uniforme y también es importante en la fabricación del singani, ya que, se logra estabilizar el singani con un proceso de destilados en los cuales se va seleccionando entre la “cabeza” y “cola” denominadas así la destilación primera que no sirve por el grado elevado y sin calidad los cuales serán otra vez mezclados y destilados para poder llegar a esa calidad que se desea totalmente en el producto

Importancia de la homogeneidad en la composición del singani: La homogeneidad en la composición del singani, un destilado de uva boliviano desempeña un papel crucial en la calidad y consistencia del producto final. Esta homogeneidad se refiere a la uniformidad en la distribución de los componentes clave del singani, como los compuestos aromáticos, los alcoholes y otros elementos que contribuyen a su perfil sensorial.

- **Consistencia en el Sabor y Aroma:** La homogeneidad en la composición garantiza que cada lote de singani tenga un sabor y aroma consistentes. Esto es esencial para mantener la calidad del producto y satisfacer las expectativas de los consumidores. La presencia de variaciones en la composición podría resultar en diferencias perceptibles en el perfil sensorial del singani, lo que afectaría negativamente la experiencia del consumidor.
- **Identidad de Marca y Fidelidad del Consumidor:** La consistencia en la composición del singani contribuye a establecer y mantener la identidad de marca. Los consumidores tienden a desarrollar

preferencias por marcas específicas basadas en su experiencia con un producto consistente. Por lo tanto, la homogeneidad en la composición del singani es crucial para fomentar la fidelidad del consumidor y garantizar la reputación de la marca en el mercado.

- **Control de Calidad:** La homogeneidad en la composición del singani facilita el control de calidad durante el proceso de producción. Al mantener una composición uniforme, es más fácil para los productores monitorear y ajustar los parámetros de producción para cumplir con los estándares de calidad establecidos. Esto incluye la verificación de la concentración de alcohol, la presencia de impurezas y la consistencia en el perfil de sabor y aroma.
- **Cumplimiento de Regulaciones:** En muchos casos, existen regulaciones y estándares específicos que establecen los requisitos mínimos para la composición del singani. La homogeneidad en la composición es fundamental para garantizar el cumplimiento de estas regulaciones y evitar posibles infracciones que podrían tener consecuencias legales y comerciales adversas para los productores.
- **Competitividad en el Mercado:** En un mercado cada vez más competitivo, la calidad y la consistencia del producto son factores determinantes para el éxito comercial. Los productores de singani que logran mantener una composición homogénea pueden diferenciarse positivamente en el mercado y ganar la preferencia de los consumidores frente a sus competidores.

2.2.2 Métodos de remontado

El remontado manual implica el uso de cubos, jarros o jarras para extraer el mosto o vino desde la parte inferior del recipiente de fermentación y verterlo nuevamente en la parte superior. “El mezclado manual es una técnica que, aunque más laboriosa que las técnicas modernas mecanizadas, ofrece una serie de características distintivas que la hacen relevante, especialmente en la producción artesanal y tradicional de bebidas alcohólicas como el singani” (Torrico, 2010)

- **Calidad Superior:** La atención al detalle y el control preciso que proporciona el mezclado manual puede resultar en un producto de calidad superior, con un perfil de sabor más complejo y equilibrado.
- **Identidad y Autenticidad:** Proporciona un sentido de autenticidad y exclusividad al producto, algo que los consumidores valoran altamente en los productos artesanales.
- **Adaptación Rápida:** La capacidad de ajustar rápidamente el proceso en respuesta a cambios en los ingredientes o en las condiciones de producción puede ser crucial para mantener la consistencia del producto final.

Desventajas del Mezclado Manual:

- **Escalabilidad Limitada:** Es difícil de escalar a niveles de producción industrial. La dependencia de habilidades humanas y el tiempo requerido para mezclar manualmente limitan la cantidad de singani que se puede producir.
- **Variabilidad:** La calidad puede variar de un lote a otro debido a la intervención humana y a las diferencias en la percepción sensorial del maestro destilador.
- **Costo y Tiempo:** El proceso manual es más laborioso y consume más tiempo en comparación con los métodos automatizados, lo que puede aumentar los costos de producción.
- **Dependencia de la Experiencia:** Requiere una alta habilidad y experiencia del maestro destilador, lo que puede ser un desafío si no hay suficiente personal capacitado

2.2.3 Método de mezclado mecanizado

La agitación mecánica es una de las técnicas más comunes en la industria del singani. "Se basa en el uso de dispositivos mecánicos, como impulsores y agitadores, para crear movimiento dentro del líquido y promover la homogeneización" (Torrico, 2010)



Figura 2-1: Proceso mecanizado de remontando actual

Fuente: <https://continentesdelvino.wordpress.com/descripcion-de-tres-practicas/remontados-en-vinos-tintos/>

Aplicaciones en el proceso de elaboración de Singani:

Remontado: Durante la fermentación del mosto, el remontado es un proceso esencial que consiste en recircular el líquido del fondo del tanque a la parte superior. Este procedimiento se realiza para asegurar una fermentación uniforme y evitar la acumulación de sólidos en el fondo del tanque.

Objetivos del Remontado:

Oxigenación del Mosto: Al recircular el mosto, se introduce oxígeno en la mezcla, lo cual es crucial para el metabolismo de las levaduras durante las primeras fases

de la fermentación. Esto ayuda a promover una actividad fermentativa vigorosa y saludable.

Homogeneización de Temperaturas: Durante la fermentación, la temperatura puede variar dentro del tanque. El remontado ayuda a igualar la temperatura en todo el volumen del mosto, asegurando que las condiciones sean óptimas para la actividad de las levaduras.

Extracción de Compuestos Fenólicos: En la elaboración de vinos tintos, el remontado facilita la extracción de antocianos y taninos de los hollejos (pieles de las uvas), lo cual contribuye al color, estructura y características organolépticas del vino.

Prevención de la Acumulación de Sólidos: La recirculación del mosto evita que los sólidos, como las cáscaras de las uvas y las semillas, se acumulen en el fondo del tanque, lo cual podría generar zonas de fermentación no deseadas y potencialmente defectuosas

Homogeneización: Después de la fermentación, se utiliza para mezclar diferentes lotes de mosto fermentado y lograr un producto uniforme.

2.2.4 Equipos utilizados para la mezcla mecanizada

2.2.4.2 Mezclado por Agitación Neumática

Según John G. Law (2004) "La agitación neumática utiliza aire o gases inertes para mezclar líquidos. El gas se introduce en el fondo del tanque, creando burbujas que ascienden y generan movimiento en el líquido".

Aplicaciones en el proceso de elaboración de Singani:

Oxigenación: Al inicio de la fermentación, el mosto puede necesitar oxigenación para favorecer la actividad de las levaduras. La agitación neumática proporciona un método eficiente para disolver oxígeno en el líquido.

Mezcla de Aditivos: Es útil para incorporar aditivos como nutrientes de levadura de manera uniforme en el mosto.

Ventajas de la Agitación Neumática

Eficiencia de Mezclado:

La agitación neumática proporciona una mezcla efectiva y homogénea, especialmente en líquidos de baja a media viscosidad.

Evita la Contaminación: El uso de gases inertes, como el nitrógeno o el dióxido de carbono, minimiza el riesgo de oxidación y contaminación del producto, lo cual es crucial en industrias como la alimentaria y farmacéutica.

Menor Mantenimiento: Al no tener partes móviles sumergidas en el líquido, los sistemas de agitación neumática suelen requerir menos mantenimiento comparado con los agitadores mecánicos.

Distribución Uniforme del Calor: La agitación neumática ayuda a distribuir el calor de manera uniforme en todo el tanque, lo cual es beneficioso en procesos que requieren un control térmico preciso.

Flexibilidad de Operación: Es fácil ajustar la velocidad de agitación cambiando el flujo de gas, lo que permite un control preciso del proceso de mezclado.

Reducción de Espuma: En algunos casos, la agitación neumática puede reducir la formación de espuma en comparación con la agitación mecánica.

Desventajas de la Agitación Neumática

Consumo de Energía: El uso de compresores para generar el aire o gases inertes puede resultar en un consumo energético elevado, incrementando los costos operativos.

Eficiencia Limitada en Líquidos Viscosos: La agitación neumática puede no ser tan efectiva en líquidos de alta viscosidad o en sistemas con sólidos en suspensión.

Control de Espuma: En algunos procesos, la introducción de aire puede generar espuma, lo que puede ser problemático y requerir el uso de agentes antiespumantes.

Precauciones de Seguridad: El manejo de gases comprimidos requiere precauciones de seguridad adicionales para evitar riesgos de fugas y explosiones.

Ruido: Los sistemas de agitación neumática pueden ser ruidosos debido al funcionamiento de los compresores y la liberación de gas, lo cual puede ser una consideración en entornos sensibles al ruido.

Desgaste del Equipo: Las burbujas generadas pueden causar desgaste en las superficies internas del tanque a largo plazo, especialmente en materiales menos resistentes.

La agitación neumática es una técnica versátil y efectiva para mezclar líquidos, especialmente cuando se requiere un control preciso del entorno químico y biológico del proceso. Sin embargo, su aplicación debe evaluarse cuidadosamente en función de las características específicas del líquido a mezclar y las necesidades del proceso industrial en cuestión.

2.2.4.3 Mezclado por Agitación Hidráulica

Según Emile Peynaud (1984) "La agitación hidráulica utiliza el movimiento de líquidos para provocar la mezcla. Esto se puede lograr mediante bombas que recirculan el líquido dentro del tanque". Por lo que también se destaca las siguientes aplicaciones que se hace en el proceso y destilación del singani en este caso.

Aplicaciones en el Singani:

Recirculación del Mosto: Se emplea para mantener el mosto en movimiento,

asegurando una fermentación uniforme y evitando la sedimentación.

Transvase: Durante el proceso de filtración y clarificación, se utiliza para transferir el líquido de un recipiente a otro sin interrupción. El mezclado eficiente es fundamental en la fabricación del singani por varias razones:

Uniformidad del Producto: Garantiza que cada lote de singani tenga características sensoriales y químicas consistentes.

Control de Calidad: Ayuda a distribuir homogéneamente los componentes del mosto y los aditivos, lo que es crucial para una fermentación controlada y efectiva.

Optimización del Proceso: Mejora la eficiencia operativa al reducir tiempos de mezcla y la necesidad de intervenciones adicionales, lo que se traduce en ahorro de costos y energía. Ventajas de la Agitación Hidráulica

Ventajas de la agitación Hidráulica

Eficiencia en la Mezcla: La agitación hidráulica proporciona una mezcla eficiente y homogénea, lo cual es crucial para asegurar la uniformidad del producto final en la destilación del singani.

Control Preciso del Proceso: Utilizar bombas para recircular el líquido permite un control preciso del flujo y la intensidad de la agitación, lo que es esencial para mantener condiciones óptimas durante la destilación.

Adaptabilidad: Los sistemas de agitación hidráulica pueden adaptarse fácilmente a diferentes volúmenes de tanque y viscosidades de líquido, ofreciendo flexibilidad en el proceso de producción.

Reducción de Gradientes de Temperatura: La recirculación del líquido ayuda a igualar la temperatura en todo el tanque, evitando puntos calientes o fríos que podrían afectar negativamente el proceso de destilación.

Menor Formación de Espuma: Comparada con la agitación neumática, la agitación hidráulica generalmente produce menos espuma, lo cual es beneficioso en la destilación de bebidas alcohólicas como el singani.

Facilidad de Escalado: Los sistemas de agitación hidráulica son fáciles de escalar, permitiendo su aplicación tanto en pequeñas destilerías artesanales como en grandes instalaciones industriales.

Desventajas de la Agitación Hidráulica

Consumo de Energía: Las bombas utilizadas para recircular el líquido pueden consumir una cantidad significativa de energía, lo cual incrementa los costos operativos.

Mantenimiento del Equipo: Las bombas y otros componentes del sistema de agitación hidráulica requieren mantenimiento regular para asegurar su funcionamiento óptimo y evitar fallos.

Riesgo de Contaminación: La recirculación del líquido puede aumentar el riesgo de contaminación si no se mantienen adecuadas condiciones de limpieza y esterilización en el sistema.

Complejidad del Sistema: Los sistemas de agitación hidráulica pueden ser más complejos de instalar y operar en comparación con métodos más simples de agitación, requiriendo personal capacitado.

Desgaste de Componentes: La recirculación continua del líquido puede causar desgaste en las bombas y tuberías, especialmente si el líquido contiene sólidos o es abrasivo.

Posibles Problemas de Cavitación: En algunos casos, las bombas pueden experimentar cavitación, lo cual puede dañar el equipo y reducir la eficiencia del proceso de agitación.

La agitación hidráulica ofrece numerosas ventajas para el proceso y destilación del singani, destacándose por su eficiencia y control preciso. Sin embargo, también presenta desafíos como el consumo energético y la necesidad de mantenimiento, que deben ser gestionados adecuadamente para maximizar los beneficios de esta técnica.

2.2.5 Tipos de tanques para impulsores de mezcla

El proceso de remontado implica la recirculación del líquido para asegurar una mezcla homogénea y una extracción eficiente de componentes aromáticos y colorantes de las pieles de uva. En este contexto, la selección del tipo de tanque y el diseño del impulsor son cruciales para optimizar el proceso

Según norma **ANSI/NFPA 418** El acero inoxidable es el material preferido debido a su resistencia a la corrosión, facilidad de limpieza y durabilidad. En la industria de bebidas, el acero inoxidable es estándar para mantener la calidad del producto.

Tanques cilíndricos con fondo plano: Los tanques cilíndricos con fondo plano son ampliamente utilizados en diversas industrias, incluida la de bebidas y destilados, debido a su simplicidad de diseño, facilidad de construcción y mantenimiento.

Características Principales:

- **Geometría Simple:** Los tanques cilíndricos con fondo plano tienen una construcción sencilla, lo que facilita su fabricación y mantenimiento.
- **Facilidad de Limpieza:** La superficie plana del fondo permite una limpieza más fácil en comparación con otros diseños de fondo como los cónicos.
- **Costos:** Generalmente, estos tanques son más económicos de fabricar debido a su diseño menos complejo.

Ventajas

- **Versatilidad:** Pueden ser utilizados para una amplia gama de aplicaciones, desde almacenamiento hasta mezcla y fermentación.
- **Accesibilidad:** Facilitan la instalación de equipos adicionales como sensores y válvulas en el fondo plano.
- **Estabilidad:** El fondo plano proporciona una base estable, especialmente en configuraciones donde el tanque no está elevado.

Desventajas

- **Sedimentación:** Los sólidos tienden a sedimentarse en el fondo, lo que puede ser un problema en procesos que requieren mantener los sólidos en suspensión.
- **Vaciado Completo:** Puede ser difícil vaciar completamente el tanque debido a la acumulación de residuos en las esquinas del fondo.

2.2.6 Factores críticos en el diseño

Diseño de la Pala o Hélice: La geometría de la pala o hélice del impulsor influye en la eficiencia de mezcla y la generación de flujo. “La inclinación, el número de palas y la distancia entre ellas son aspectos importantes para considerar en el diseño para lograr un movimiento de fluido óptimo” (Rushton,2017)

Mecanismos de Transmisión: “Los impulsores de mezcla pueden ser accionados por diversos mecanismos de transmisión, como motores eléctricos, motores neumáticos o motores hidráulicos” (Rushton,2017). La selección del tipo de motor depende de consideraciones como el tamaño del tanque, la potencia requerida y las condiciones ambientales.

Funcionamiento:

Generación de Flujo: Los impulsores de mezcla generan flujo en el líquido

mediante la rotación de la pala o hélice. Esta rotación crea fuerzas de cizallamiento y turbulencia que promueven la mezcla de los componentes.

Transferencia de Energía: “La energía suministrada por el motor se transfiere al fluido a través del impulsor de mezcla” (Rushton, 2017). Esta energía se utiliza para vencer las fuerzas de fricción y viscosidad del fluido, permitiendo su movimiento y mezcla adecuada.

Distribución de Velocidades: Los impulsores de mezcla generan diferentes velocidades en diferentes partes del tanque. Las áreas cercanas al impulsor experimentan velocidades más altas, mientras que las áreas alejadas pueden experimentar velocidades más bajas. Este gradiente de velocidad contribuye a una mezcla eficiente y uniforme en todo el tanque.

Mezcla de Fluidos Newtonianos y No Newtonianos: “ Los impulsores de mezcla son capaces de mezclar tanto fluidos Newtonianos (como el agua) como no Newtonianos (como suspensiones o pastas). La eficacia de la mezcla puede variar según las propiedades reológicas del fluido, como la viscosidad y la tixotropía” (Rushton, 2017).

2.2.7 Características del equipo a diseñarse

Para mejorar el proceso de remontado en la industria del singani, el tipo de impulsor óptimo es generalmente el **impulsor de paletas**. Este tipo de impulsor ofrece varias características que lo hacen adecuado para la mezcla y el remontado en la producción de bebidas alcohólicas, incluyendo el singani.

Características del Impulsor de Paletas

Diseño y Construcción:

- Consiste en un conjunto de paletas ya sea con rejas o sin rejas
- Las paletas pueden ser rectas o ligeramente curvas, y están montadas

en un eje central que se conecta a un motor.

Ventaja:

- El diseño de las paletas permite tanto la mezcla axial (movimiento vertical del líquido)

2.2.7.2 Eficiencia en la mezcla

Descripción:

- Genera un flujo axial que promueve el movimiento del líquido desde la parte inferior del tanque hacia la parte superior, lo cual es esencial para el proceso de remontado.

Ventaja:

- Mejora la homogeneización de la mezcla, asegurando que las levaduras y nutrientes estén uniformemente distribuidos durante la fermentación.
- Ayuda a mantener los sólidos en suspensión, evitando la sedimentación.

2.2.7.3 Versatilidad y Adaptabilidad

- Puede ser utilizado en una amplia gama de viscosidades y densidades de líquidos, lo que lo hace adecuado para diferentes etapas del proceso de producción de singani.
- Funciona eficazmente en diferentes tamaños de tanques, desde pequeños lotes hasta grandes volúmenes industriales.

Ventaja:

- Adaptable a las necesidades específicas de la producción de

singani, desde la fermentación inicial hasta la mezcla de lotes finales.

2.2.7.4 Facilidad de Instalación y Mantenimiento

Descripción:

- El impulsor de paletas es relativamente fácil de instalar y mantener, con menos partes móviles en comparación con otros diseños más complejos.
- La estructura robusta de las paletas y el eje reduce la necesidad de mantenimiento frecuente.

Ventaja:

- Reduce el tiempo de inactividad del equipo y los costos de mantenimiento, mejorando la eficiencia operativa general.

2.2.7.5 Generación de Movimiento y Oxigenación

Descripción:

- Crea un movimiento efectivo que mejora la oxigenación del mosto durante el remontado, lo cual es crucial para la actividad de las levaduras y una fermentación saludable.
- El movimiento constante del líquido facilita la liberación de CO₂ acumulado durante la fermentación.

Ventaja:

- Mejora la calidad del producto final al asegurar una fermentación

completa y uniforme.

2.2.8 Aplicaciones de los impulsores de mezcla en la industria vinícola y destilados

“Los impulsores de mezcla son herramientas esenciales en la industria vinícola y de destilados, donde se utilizan para agitar y mezclar líquidos de manera eficiente durante diversas etapas del proceso de producción”(Rushton,1989). Estos dispositivos desempeñan un papel crucial en la homogeneización de la mezcla, la extracción de sabores y aromas, y la optimización de la calidad del producto final.

Aplicaciones en la Industria Vinícola:

Mezcla de Mosto: “Durante la producción de vino, los impulsores de mezcla se utilizan para agitar el mosto, la mezcla de uvas trituradas y otros ingredientes, facilitando la extracción de compuestos fenólicos y aromáticos de las pieles de las uvas” (Nienow, 2005). Esto contribuye a la coloración, el sabor y el aroma del vino.

Fermentación: “En la fermentación alcohólica, los impulsores de mezcla promueven la dispersión de levaduras y nutrientes en el mosto, facilitando la conversión de azúcares en alcohol y otros subproductos” (Nienow, 2005). Una mezcla homogénea durante la fermentación contribuye a la uniformidad en la calidad y el perfil sensorial del vino.

Remontado y Bazuqueo: Durante el proceso de remontado y bazuqueo, los impulsores de mezcla se utilizan para homogeneizar el mosto y romper el sombrero de los sólidos en suspensión, garantizando una extracción uniforme de compuestos durante la maceración y la fermentación.

2.2.9 Aplicaciones en la Industria de Destilados

Preparación de la Mezcla:” En la producción de destilados como el whisky, el ron o el vodka, los impulsores de mezcla se utilizan para homogeneizar la mezcla de

granos, melazas o jugos de frutas antes de la fermentación y la destilación” (Nienow, 2005). Esto garantiza una distribución uniforme de los componentes y una fermentación eficiente.

Destilación: Durante la destilación, los impulsores de mezcla se emplean para agitar el líquido dentro del alambique, promoviendo la transferencia de calor y la evaporación de los componentes volátiles. Esto facilita la separación de los componentes deseables y contribuye a la calidad y pureza del destilado final.

Mezcla de Productos Terminados: Una vez destilados, los productos pueden someterse a mezcla para combinar diferentes lotes y lograr la consistencia deseada en el sabor, aroma y contenido de alcohol. Los impulsores de mezcla son útiles en esta etapa para garantizar una mezcla homogénea y uniforme de los componentes.

2.2.10 Efectos de la agitación en la calidad y consistencia del singani

La agitación juega un papel crucial en la producción del singani, un destilado de uva boliviano. La forma en que se agita la mezcla durante el proceso de producción puede tener efectos significativos en la calidad y consistencia del singani final.

“Distribución uniforme de componentes la agitación adecuada asegura una distribución uniforme de los componentes en la mezcla de singani, incluidos los compuestos aromáticos, los alcoholes y otros elementos que contribuyen a su perfil sensorial”(Nienow, 2005). Esto es fundamental para garantizar una calidad consistente en cada lote producido. Extracción de sabores y aromas en los cuales la agitación ayuda a promover la extracción de sabores y aromas de los ingredientes utilizados en la producción del singani, como las uvas y las sustancias aromáticas. Una agitación adecuada durante la fermentación y la maceración puede aumentar la eficiencia de la extracción y enriquecer el perfil de sabor del singani

2.2.11 Impacto en la Fermentación

Mezcla de Levaduras y Nutrientes: “Durante la fermentación alcohólica, la

agitación facilita la mezcla de levaduras y nutrientes en la mezcla de singani, promoviendo una fermentación uniforme y completa” (Nienow, 2005). Esto contribuye a la consistencia en el contenido de alcohol y otros subproductos de la fermentación.

Control de la Temperatura: La agitación ayuda a mantener una temperatura uniforme en la mezcla durante la fermentación, lo que es crucial para el crecimiento y la actividad de las levaduras. Según (Nienow, 2005) “Un control adecuado de la temperatura contribuye a la calidad y consistencia del singani final”

2.2.12 Destilación y Mezcla Final

Transferencia de Calor y Componentes Volátiles: Durante la destilación, la agitación facilita la transferencia de calor y la evaporación de los componentes volátiles, lo que contribuye a la concentración y purificación del singani. En la mezcla final de diferentes lotes destilados, la agitación garantiza una homogeneización adecuada para lograr la consistencia deseada en el producto final.

Métodos de evaluación y control de eficiencia de los impulsores de mezcla

“Los impulsores de mezcla desempeñan un papel crucial en numerosas industrias, incluidas la alimentaria, farmacéutica, química y de bebidas alcohólicas, facilitando la homogeneización y agitación de líquidos” (Nienow, 2005). Evaluar y controlar la eficiencia de estos dispositivos es fundamental para garantizar la calidad y consistencia del producto final. En este marco teórico, exploraremos varios métodos utilizados para evaluar y controlar la eficiencia de los impulsores de mezcla.

Métodos de Evaluación: Uno de los métodos más simples de evaluación es el análisis visual de la mezcla. Se observa la homogeneidad y uniformidad de la mezcla para detectar cualquier heterogeneidad o segregación de componentes. Según Nienow, A. W., & Law, C. J. (2005) “Se pueden utilizar técnicas de medición de velocidad de mezcla para evaluar la eficiencia del impulsor.

Esto implica la colocación de sensores de velocidad en diferentes puntos del tanque y la medición de la velocidad de rotación y el gradiente de velocidad”. Se realizan pruebas cronometradas para determinar el tiempo necesario para alcanzar una mezcla homogénea. Esto puede hacerse utilizando trazadores químicos que indican la uniformidad de la mezcla en función del tiempo. Análisis de Distribución de Trazadores se introducen trazadores en la mezcla y se analiza su distribución en el tanque. Esto proporciona información sobre la eficacia del impulsor para distribuir uniformemente los componentes en la mezcla.

Métodos de Control: Según Seborg, D. E., & Dwyer, D. M. (2009) “Optimización de parámetros de operación se ajustan los parámetros de operación del impulsor, como la velocidad de agitación, el tamaño y la forma del impulsor, y la posición en el tanque, para optimizar la eficiencia de mezcla”.

Se implementan sistemas de monitoreo continuo para controlar la eficiencia del impulsor en tiempo real. Esto puede incluir sensores de velocidad, temperatura y pH colocados estratégicamente en el tanque. Según Seborg, D. E., & Dwyer, D.

M. (2009) “Se utilizan sistemas de control automatizado que ajustan automáticamente los parámetros de operación del impulsor en función de la retroalimentación recibida de los sensores de monitoreo”. Se lleva a cabo un mantenimiento regular de los impulsores para garantizar su buen funcionamiento y eficiencia a lo largo del tiempo. Esto puede incluir la limpieza, calibración y reemplazo de piezas desgastadas.

2.2.13 Consideraciones prácticas para la implementación de impulsores de mezcla en la producción del singani

Compatibilidad Química: Es fundamental seleccionar impulsores de mezcla fabricados con materiales que sean compatibles con los componentes del singani. Se deben evitar materiales que puedan reaccionar químicamente con el singani, lo que podría comprometer la calidad del producto.

Tipo de Impulsor: Se deben considerar diferentes tipos de impulsores, como hélices, paletas, turbinas, dependiendo de las características específicas del proceso de producción y del tipo de tanque utilizado (Seborg, 2009).

Potencia y Tamaño: La potencia y el tamaño del impulsor deben seleccionarse en función del volumen del tanque y la viscosidad del singani. Se debe garantizar que el impulsor tenga la potencia suficiente para proporcionar una agitación adecuada en todo el tanque.

Instalación y Configuración:

Posicionamiento en el Tanque: “El impulsor debe instalarse en una posición que garantice una distribución uniforme de la mezcla en todo el tanque. Se deben evitar zonas muertas donde la agitación sea insuficiente” (Seborg, 2009).

Altura de Montaje: La altura de montaje del impulsor debe ajustarse para maximizar la eficiencia de mezcla y minimizar la formación de espuma durante el proceso.

Sistema de Fijación: Se deben utilizar sistemas de fijación adecuados para asegurar que el impulsor esté correctamente instalado y no se desplace durante la operación (Seborg, 2009)

Operación y Mantenimiento:

Velocidad de Agitación: Se debe ajustar la velocidad de agitación del impulsor para garantizar una mezcla homogénea sin generar excesiva turbulencia que pueda afectar la calidad del singani, Según (Nienow, 2005) “Se deben implementar sistemas de monitoreo y control para supervisar la eficiencia de mezcla y ajustar los parámetros operativos según sea necesario. Un mantenimiento regular del impulsor para garantizar su buen funcionamiento y prolongar su vida útil. Esto puede incluir limpieza, lubricación y revisión periódica de componentes”.

Cumplimiento Normativo: Según (Nienow, 2005). Se deben cumplir todas las

normativas y estándares de seguridad aplicables al uso de impulsores de mezcla en la producción del singani para garantizar un entorno de trabajo seguro. Se deben tener en cuenta las regulaciones ambientales locales y asegurarse de que la operación de los impulsores de mezcla cumpla con los requisitos establecidos.

La implementación exitosa de impulsores de mezcla en la producción del singani requiere una cuidadosa consideración de diversos factores, incluida la selección adecuada del impulsor, la instalación y configuración correctas, y el mantenimiento y operación efectivos. Al seguir estas consideraciones prácticas, los productores pueden optimizar la eficiencia de mezcla y garantizar la calidad y consistencia del singani producido (Seborg, 2009).

2.3 INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

De acuerdo con la visita y a las instalaciones de la planta de producción se pudo sacar los siguientes datos. La producción actual tiene un punto muy débil en el proceso de remontado y mezclado del mosto que está en una de las fases más importantes en la que el producto adquiere aroma y sabor para tener esa calidad-sabor que caracteriza al singani San Pedro

El proceso de remontado es una parte esencial en la producción de singani, un destilado de uva originario de Bolivia. Este término se refiere al proceso de trasladar el líquido que se encuentra en el fondo de los tanques o barricas hacia la parte superior. El remontado se lleva a cabo durante la fermentación y el proceso de envejecimiento para mejorar la extracción de sabores y compuestos deseables de la uva.

El proceso de remontado y la aplicación de la fermentación es comúnmente utilizado en la producción de vinos y destilados, incluido el singani. Durante la fermentación, las levaduras convierten los azúcares presentes en el mosto de uva en alcohol y otros subproductos. En el fondo del tanque de fermentación, se acumulan las pieles de la uva, los restos de levaduras y otros sólidos que pueden afectar negativamente el proceso de fermentación si no se manejan

adecuadamente.

El remontado implica bombear o transferir el líquido fermentado desde la parte inferior del tanque hacia la parte superior. Esto se hace de manera suave para evitar perturbar demasiado el proceso de fermentación y para minimizar la oxidación del mosto. Al llevar el líquido de vuelta a la parte superior del tanque, se reintegran los nutrientes, el oxígeno y las levaduras activas presentes en la parte superior, lo que ayuda a mantener una fermentación más vigorosa y completa.

Beneficios del remontado: Mejora la extracción de sabores y compuestos deseables durante la fermentación y el envejecimiento.

- Promueve una fermentación más completa y vigorosa.
- Ayuda a mantener una maduración uniforme del singani en barrica.
- Contribuye a la complejidad y profundidad del perfil de sabor del singani final.

2.3.4 Capacidad de producción en la planta de San Pedro

La planta de producción de San Pedro tiene una capacidad de hasta 5.000.000 de litros de almacenamiento en total entre más de 14 tanques que se encuentran en toda la planta, pero, actualmente solo es usado para la producción 8 Tanques de 30000 litros para poder realizar el proceso de fermentación y por ende el de mezclado y remontado para poder pasar al singani base, en este proyecto se enfocó en esa capacidad para poder hacer el diseño del impulsor de mezcla que ayudara en esta fase tan crítica para la producción del Singani.

Como se puede apreciar en las instalaciones de la planta de producción, de esta manera es en la que se realiza actualmente el proceso de remontado para poder llegar al punto de fermentación mano láctica en el cual se llega a los 0° grados de azúcar en la fermentación.

Actualmente estos depósitos fueron fabricados hace mucho tiempo por la época-

año en la que fueron fabricados por lo cual esta información nos ayudó para poder elegir el material el cual ahora esta normado por el SENASAG, el cual recomienda y básicamente obliga que actualmente para la producción de bebidas alcohólicas o alimentos sea utilizado el material de acero inoxidable.

Esto por razones más que obvias para evitar temas de corrosiones o desperfectos que pueden afectar en la calidad y también en el sabor ya que si no se almacena durante tanto tiempo en un espacio apropiado, el producto va a salir con desperfectos.

2.3.5 Pasos en la producción del Singani en la planta de producción

Triturado y extracción del jugo de uva: El primer paso que observe en la planta de producción de San Pedro consiste en la extracción del jugo de uva de la clase que tanto hablamos alrededor del proyecto, el moscatel de Alejandría, uva característica del lugar. El cual es triturado en una despalladora que tienen en la fábrica accionada por un motor de potencia de 2 hp, jugo que después es refugiado en los almacenes de la capacidad ya mencionada anteriormente de 30000 litros en los cuales el jugo de uva va a estar durante el proceso de remontado y fermentación mano láctica la cual consiste en llegar al grado 0° de azúcar en el jugo de uva.

Proceso de remontado y fermentación: Aquí ya comienza el proceso crítico para la calidad del singani, ya que, como se explicó anteriormente en el desarrollo del proyecto. En esta fase es importante una buena mezcla de elementos para que el singani o en este caso el vino base o jugo de uva tenga buen aroma y un sabor de buena calidad. El proceso de remontado es actualmente realizado en la planta de producción como se ve en la figura 2-2, durante turnos en el lapso de 15 días que es un aproximado que se logró investigar en la visita a la planta de producción. En estos 15 días recién se logra reducir o llegar al objetivo de tener el grado cero de azúcar en el jugo de uva ya extraído. Por lo cual en la figura podemos ver que este proceso no está del todo adaptado a las nuevas normas que recomienda SENASAG de usar almacenamiento de acero inoxidable. Como se mencionó anteriormente este proceso es aproximadamente durante 15 días en los cuales se va haciendo el

proceso de remontado, pero podemos ver en la figura 2-2 que se realiza con una bomba de agua para poder hacer el movimiento del remolcado el cual, ya fue explicado, que consiste en remover de abajo hacia arriba así llegando a una buena calidad de mosto y de vino base.

Destilación del vino base: El proceso actual de destilación en la planta de San Pedro consiste en: Una vez ya obtenido el mosto en grado cero de azúcar, este procede a ser depositado otra vez aclarado este punto todo en la fábrica funciona por gravedad, no hay ningún tipo de presión en el sistema de conducción del producto. La destilación ya propiamente el singani se realiza a fuego lento de 1 cm como máximo en la llama y esta tiene que ser totalmente azul, los alambiques son de cobre en toda su extensión para garantizar la calidad del producto.

En cuanto al proceso de destilación se va haciendo por chorros según lo que indican los trabajadores del lugar, el primer chorro denominado cabeza es como el residuo o una de las partes de la destilación no tan pura, de la misma manera así la cola que es el último chorro de la destilación fases que no pueden ser agregadas al producto para la estabilización del mismo, ya que, estas son reconducidas otra vez a los alambiques de manera que se realiza como comúnmente se denomina y se vende en el producto: la destilación, bidestilado, tridestilado. Usualmente en la fabricación del singani San Pedro como tal, se realiza hasta bi-destilación del producto, por lo que, se garantiza ese sabor y esa categoría que tiene y demuestra en el producto final con el sabor y el aroma que desprende.

Estabilización del Singani: La filtración es un paso importante para eliminar cualquier sedimento o partículas en suspensión que puedan afectar la claridad y la calidad del singani. Se utilizan filtros finos para este propósito.

Mantener una temperatura estable durante el proceso de producción y almacenamiento es crucial para preservar las características organolépticas del singani. Las fluctuaciones extremas de temperatura pueden afectar negativamente el sabor y la calidad del producto final.

El singani se almacena en recipientes adecuados, como barricas de roble u otros recipientes de almacenamiento herméticos, para protegerlo de la oxidación y la contaminación externa. El almacenamiento en condiciones controladas ayuda a mantener la estabilidad del singani a lo largo del tiempo.



Figura 2.3: Singani estabilizado almacenado
Fuente: Elaboración propia

2.3.6 Ficha de entrevista realizada al dueño de la hacienda de San Pedro

Tabla 2.1: Resumen de la entrevista realizada

<p>ENTREVISTADO: Dr.Lorgio Rivera</p>	<p>RESPUESTA (PARTE RELEVANTE)</p>	<p>INTERPRETACIÓN DEL ENTREVISTADOR</p>
<p>1.- ¿Cuál es la historia de San Pedro antes/después del cierre de la planta?</p>	<p>San Pedro surgió en el año 1500, de manera que fue una sucesión de herencias en el árbol familiar de los Lizarazu con herencia de varias haciendas.</p>	<p>San Pedro fue el pequeño residuo de varias tierras que iban desde Culpina hasta Incahuasi. Siendo así creada la hacienda como primera fábrica de agua ardiente en la planta ubicada actualmente en Camargo-Chuquisaca</p>
<p>2.-¿Qué capacidad de producción maneja la planta actualmente en cuanto a la producción?</p>	<p>Actualmente la planta de producción cuenta con 5,000,000 de litros de almacenamiento, pero sin embargo se usan solo 560000 litros aproximadamente actualmente.</p>	<p>Se usa solo esa cantidad de almacenamiento por 2 razones, una porque no se llega a abastecer totalmente con la cantidad específica de Uva de tipo moscatel de Alejandría y también por el mismo motivo que no sirve de nada almacenar en más tanques sin llenar la capacidad total, eso significaría pérdidas económicas en almacenamiento</p>

<p>3.- ¿Desde que año a que año hubo la discontinuidad de producción de singani?</p>	<p>La fabricación y la planta fue forzada a cerrarse en 2003 por mala administración y por una serie de motivos que llevaron a esta decisión.</p>	<p>La producción fue casi obligada a paralizarse por motivos económicos básicamente, pero luego fue restablecida otra vez de la mano del Dr. Lorgio Rivera.</p>
<p>4.-¿Qué hecho significativo hubo durante la creación de la hacienda de San Pedro como tal?</p>	<p>Más que todo la inversión de I. Patiño en el fomento económico de impulsar a la hacienda y también la creación del SAGIC.</p>	<p>Destaca mucho este hecho porque fue uno de los mayores impulsores para la empresa obviamente, siendo así uno de las primeras en su rubro y teniendo el apoyo de uno de los hombres más ricos en su tiempo.</p>
<p>5.-¿Qué implementación es la que es más notoria en otras fábricas de singani que no este implementada actualmente en San Pedro?</p>	<p>Principalmente equipos ya con acero inox como material dominante. Maquinaria más industrializada como impulsores, embotelladoras con cintas transportadoras.</p>	<p>Al visitar la fábrica se pudo corroborar estos datos que nos dijo en la entrevista previamente, y a comparación de otras plantas de singani aun no tienen implementación de almacenes ni equipos de tipo inox.</p>

2.4 ANALISIS Y DISCUSIÓN

2.4.4 Capacidad de almacenamiento para el diseño

Una vez ya determinado los datos proporcionados por el dueño de la planta Don Lorgio Rivera, se vio por conveniente hacer o tomar el dato de los 30000 litros como base para el alambique que va a contener el líquido base de jugo de uva para el diseño del impulsor de mezcla, ya que son los que más se usan con frecuencia en la fábrica y para la elaboración del mismo singani.

Viendo que los almacenes actuales de la fábrica son de piedra con recubrimiento de pintura plástica epoxi que el SENASAG recomienda para el almacén o norma para el uso y elaboración de este tipo de bebidas alcohólicas.

2.4.5 Proceso de remontado actual

Como se pudo explicar ya en puntos anteriores, el proceso de remontado el movimiento tiene que ser de abajo hacia arriba para poder "romper" esa pared que se genera en el proceso de la fermentación mano láctica.

También se pudo ver que el proceso actual de remontado se realiza en turnos de trabajadores de 8 horas cada uno para que la producción no tenga problemas, más que todo en el proceso de remontado ya que un descuido y sin saber cómo proceder esto significaría pérdidas críticas en la empresa, de esta manera perdiendo materia prima clave para la producción.

De la misma manera ocurre en el proceso de remontado, si no se realiza 1 vez al día como mínimo por las mañanas que es lo recomendable, esta va a comenzar a generar más flora de lo normal o algunas bacterias que pueden cambiar totalmente el compuesto del vino base o el jugo de uva que se está fermentando. De manera que estos son cuidados que se tomaron en cuenta al momento del diseño del impulsor de mezcla.

2.4.6 Otros métodos que usan para aprovechar la materia prima

Se pudo llegar a apreciar que dentro de la planta de producción aún se tiene como reliquia por así decirlo, una prensa antigua de roble en la cual ponen los desechos que se puede llegar a sacar al momento del remontado o al momento de triturar la uva de manera que, aquí tratan de sacar todo el provecho a la uva que ya como se indicó anteriormente, tiene que ser únicamente del tipo de moscatel de Alejandría. Ya que de ser usado otro tipo o mezcla de otros tipos de uva el producto no tiene la misma terminación de calidad, ni el mismo aroma, ni ese sabor compacto característico que tiene este singani emblema.

2.4.7 Comparación y selección del tipo de paletas para el diseño

Tipo de paleta	Descripción	Capacidad de carga 1-10	Aplicaciones comunes
Paletas Planas	Paletas rectangulares y planas que giran perpendicularmente al eje.	8	Mezcla de fluidos de baja a media viscosidad.
Paletas Curvas	Paletas con una curvatura que mejora el flujo del fluido durante la mezcla.	7	Mezcla de líquidos de media viscosidad y sólidos suspendidos.
Paletas de Hélice	Paletas en forma de hélice que generan un flujo axial eficiente.	5	Mezcla de líquidos de baja viscosidad y aplicaciones de alto caudal.
Paletas en Ángulo	Paletas inclinadas que permiten el flujo axial y radial, adecuadas para tareas de mezcla variadas.	8	Mezcla de líquidos viscosos y dispersión de gases.
Paletas de Pitched Blade	Paletas inclinadas en ángulo fijo para un flujo axial efectivo.	7	Aplicaciones en la dispersión de sólidos y líquidos.
Paletas Turbina	Paletas rectas montadas en un disco que crean un flujo radial fuerte.	9	Mezcla de fluidos de alta viscosidad y mezclas intensas.
Paletas Ancladas	Paletas anchas que se ajustan al contorno del tanque para mover materiales viscosos.	10	Mezcla de pastas, resinas y otros fluidos muy viscosos.
Paletas de Gancho	Paletas con forma de gancho diseñadas para levantar sólidos del fondo del tanque.	8	Mezcla de sólidos en suspensión y líquidos con alta densidad.

2.5 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

2.5.1 Consideraciones de diseño para el impulsor

Para el diseño del impulsor se tomó como datos los que se pudo recabar en la visita a la planta de producción, tales, así como el volumen manejado y algunas potencias que nos sirvieron de referencia entonces comenzamos por un dato muy importante que es la densidad de la uva, Según (Cheremisinoff,1993) “La densidad del fluido afecta directamente la selección del tipo de impulsor y su configuración. Por ejemplo, la densidad determinará la potencia necesaria para mezclar el fluido y la velocidad requerida para alcanzar la mezcla deseada”

2.5.2 Características de las paletas a usarse

Para el diseño se consideró usar será un impulsor de paletas de 4 palas planas para poder llevar mejor el proceso de remontado del mosto esto fue considera por las siguientes características

- Los impulsores de paletas planas son los más adecuados para fluidos de media-baja viscosidad
- Por la configuración del tanque que se va a implementar que es plana en el fondo para evitar sedimentaciones
- La altura del montaje a la que va a estar el impulsor ayuda bastante que esta es dimensionada por el diámetro del impulsor.
- Material que se implementará para el diseño de la paleta será de Acero inoxidable específicamente el ASTM A36

2.5.3 Propiedades de la Uva Moscatel de Alejandría

Tabla 2-2: Propiedades fisicoquímicas de la Uva

Días maduración	°Brix	Acidez (mg/l)	°Baume	pH	Densidad (g/ml)
7	10.50	16.35	7.00	2.82	1051
14	13.20	11.77	7.85	3.12	1058
21	14.80	9.60	8.40	3.22	1062
28	15.80	8.85	9.30	3.27	1069
35	16.30	7.65	9.50	3.43	1071
42	17.30	6.67	9.80	3.61	1073
49	18.70	5.40	11.00	3.44	1082

Fuente: Elaboración propia

2.5.4 Viscosidad del jugo de uva

La viscosidad es una propiedad física de los fluidos que describe su resistencia al flujo. En el caso de un impulsor de mezcla, la viscosidad del fluido que se está mezclando puede afectar su eficiencia y rendimiento de varias maneras

En este caso puede afectar en:

- Requerimiento de la energía a utilizarse
- Velocidad de mezcla de acuerdo con la viscosidad
- Distribución de componentes

Se considero la concentración (° Brix) de acuerdo con el RMSE por lo tanto se consideró un factor de:

$$\mu = 0.038 \text{ kg/ms}$$

Para tener una buena potencia del motor previamente se desea que la velocidad de este sea de **10 rpm**. Por lo cual hicimos una aproximación de la potencia real que se va a aplicar en el sistema de todo el impulsor de mezcla

2.5.5 Potencia del motor en relación con el medio ambiente

La potencia del motor se debe aplicar un factor de corrección para que este pueda funcionar en nuestro medio, tomando en cuenta la temperatura y altura, factores que reducen o aumentan la potencia del motor seleccionado previamente en este caso se seleccionó un motor **WEG de 50 Hz de 2 Hp de potencia y 700 Rpm.**

$$P = \frac{1051 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] * 1.667 \left[\frac{\text{rev}}{\text{s}} \right] * (2.1[\text{m}])^2}{5}$$
$$P = 1545.27[\text{w}] = 2[\text{Hp}]$$

$$P = 1545.27 \text{ W} = 2 \text{ Hp}$$

La potencia corregida es una medida más precisa de la potencia real consumida por un dispositivo o sistema en comparación con la potencia aparente o la potencia activa sin tener en cuenta estos factores de corrección. La corrección de la potencia es importante para garantizar la eficiencia del sistema eléctrico y para cumplir con los estándares de calidad de energía.

$$\text{Potencia corregida} = 1545.27 \text{ W} * 0.95$$

$$\text{Potencia corregida} = 1468 \text{ W}$$

Con el resultado anterior se procede a seleccionar un motor eléctrico trifásico de la línea WEG, ya que estos son de fácil adquisición en el mercado nacional. motor de 1500 w, ya que no existe uno que entregue la potencia calculada de 1468 w.

2.5.5.1 Potencia en vacío

Es la corriente nominal que consumirá el motor cuando no sé encuentre operando

con carga, es decir, aproximadamente el 20%-30% de la carga nominal

$$4,09 * 0,20\% = 0.818 A$$

$$4,09 * 0,30\% = 0.1227 A$$

2.5.5.2 Cálculo del momento dinámico

$$M = 10Kg * \frac{5m}{s^2} * 2.1 = 105 Nm$$

2.5.6 Diseño del eje

Para aplicar el procedimiento del diseño de ejes recomendado por la norma **ANSIB106.1M-1985**, Desing of Transmission Shafting (diseño de ejes de transmisión), y se determinó el diámetro que requieren los ejes en cualquier acción, y resiste la combinación de esfuerzo cortante torsional y esfuerzo flexionante con un material a considerar de Acero inoxidable para no alterar la composición del mosto en todo el proceso

2.5.7 Fuerza flexionante en el eje

La consideración para la fuerza flexionante en el eje del impulsor se realizado con el Mdesing, en el cual nos arrojó el dato de:

$$Fb = 2050 N$$

Por lo cual, con este valor también se puede hacer la consideración del diámetro del eje de tal manera que se tomó el siguiente valor para el eje del mismo. Con esto asegurando un eje dimensionado correctamente para las cargas que se presenta en los diagramas de cuerpo libre que nos solté el Mdesing

$$d = 0.06 m$$

Con estos datos ya determinados podemos pasar a la tensión del eje en el cual me apoye en un método de elementos finitos que nos ofrece la herramienta de solidworks.

2.5.8 Tensión en el eje

Se visualiza la tensión a la que está sometida el eje mediante el método de elementos finitos de Von mises.

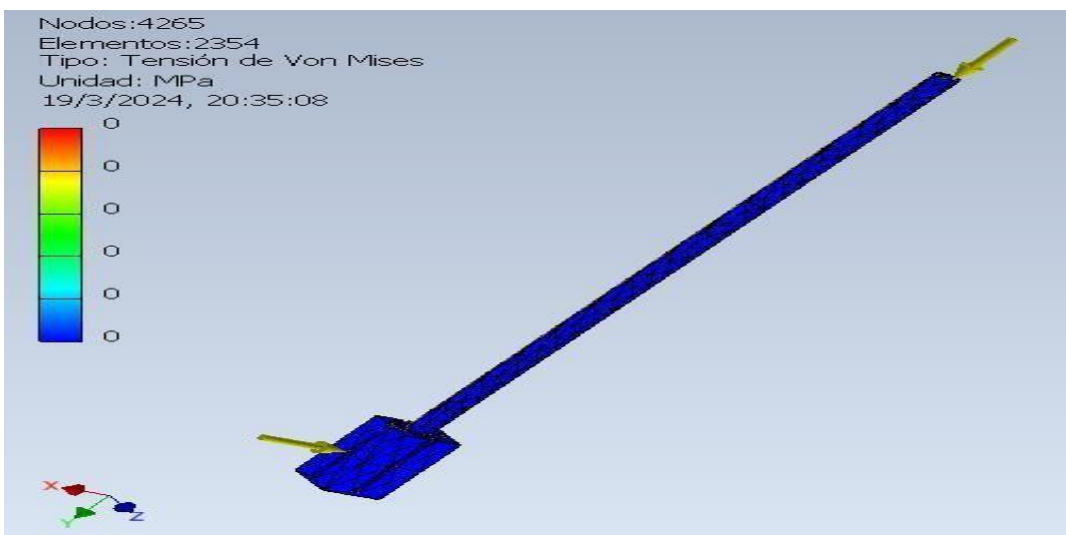


Figura 2-4 Eje sometido a tensión
Fuente: Inventor-SolidWorks

Como se puede apreciar en la figura anterior el eje no sufre ningún tipo de deformación, por lo cual se garantiza que el diseño resista a las fuerzas que se aplican sobre este.

2.5.9 Bomba de succión con filtro

Para el diseño se implementará una bomba SANIX-01 por las características que ofrece esta misma, ya que esta bomba es para líquidos de media-baja viscosidad y está diseñada con materiales de acero inoxidable para no altera ninguna composición del mismo jugo de uva. Este tipo de bombas de succión son especialmente para uso industrial de uso alimenticio de tal manera que esto igual ayudara para que el diseño sea optimo y con ello la operación de remontado de la

misma manera.



Figura 2-5: Bomba con filtro

Fuente: <https://www.bominox.com/bombas/sanix-01-bomba->

2.5.10 Análisis de desplazamiento en toda la máquina

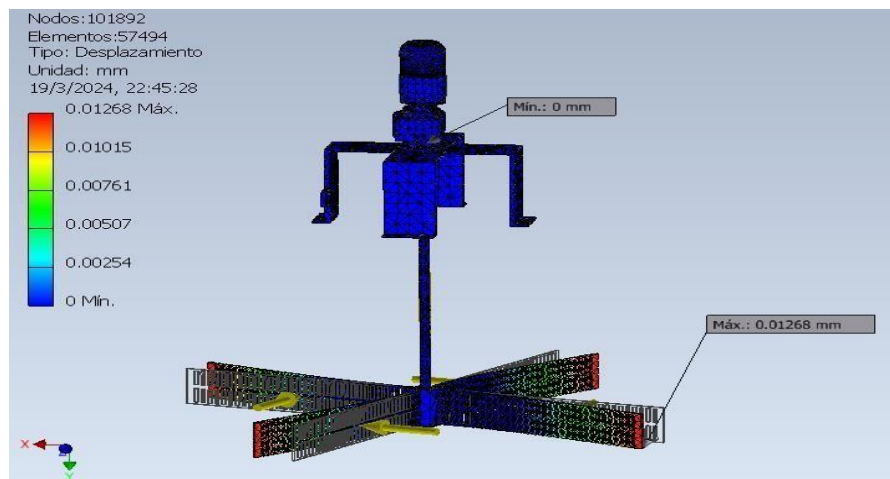


Figura 2-6 Análisis de desplazamiento

Fuente: Inventor-SolidWorks

En la figura anterior se puede apreciar que existe un desplazamiento en los extremos de las rejillas, sin embargo, tal desplazamiento es de 0.01268 mm el cual

no afecta la rigidez estructural de las piezas por lo que se garantiza que el diseño no falle.

Con este último factor y con el análisis total de toda la máquina podremos tener una ventaja considerable tanto para un futuro como actualmente por los siguientes puntos:

- **Optimización del diseño:** Permite identificar posibles interferencias o conflictos entre los componentes de la máquina durante su funcionamiento, lo que facilita la optimización del diseño para mejorar la eficiencia y fiabilidad.
- **Evaluación de la integridad estructural:** Ayuda a determinar si la estructura de la máquina es capaz de soportar las cargas y movimientos a los que está sometida sin sufrir deformaciones excesivas o fallas.
- **Análisis de vibraciones:** Permite estudiar y controlar las vibraciones de la máquina, lo que es crucial para evitar daños en los componentes, mejorar la comodidad del operador y cumplir con los estándares de seguridad y normativas ambientales.
- **Detección de desalineaciones:** Permite identificar desalineaciones entre ejes, acoplamientos u otros componentes rotativos, lo que puede causar desgaste prematuro de los rodamientos y otros elementos mecánicos.
- **Mantenimiento predictivo:** Facilita la detección temprana de posibles problemas mecánicos o desgastes anormales, lo que permite planificar intervenciones de mantenimiento de manera proactiva y evitar paradas no programadas.

2.5.11 Materiales complementarios para el diseño del impulsor

En general para la construcción y también acople de algunas piezas se tomó las siguientes consideraciones de diseño acompañadas de la mano de las aclaraciones previas en el anterior punto.

Se utilizará una hoja de acero ASTM A36 para el soporte del motor trifásico a utilizarse

- Barra circular de acero inoxidable circular sólida para el eje
- Motor eléctrico trifásico de 2 HP
- Placa de acero ASTM A36 para las rejillas del impulsor
- Pernos de acero inoxidable para sujeción
- Hoja de Acero ASTM A36 para la base de la bomba
- Bomba de succión con filtro
- Tubo circular inoxidable hueco para el rociador

Con todos estos elementos ya puestos con materiales más determinados como se dijo de acero inoxidable, para poder cumplir la norma, podremos acoplar y de esa manera llegar al acople completo de todo el sistema del impulsor de mezcla. De manera que estos materiales van de la mano con pequeñas consideraciones extras que se realizó. Revisar **Anexos C**. De la misma forma ya, se realizó un análisis de costos de aplicación tanto de mano de obra como de los materiales a usarse

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

- Se adoptó un diseño con una capacidad de 30,000 litros, ya que se determinó que es uno de los tamaños de almacenamiento más utilizados en la planta de producción de la hacienda Singani San Pedro.
- Con la implementación del rociador y la bomba con filtro, se podrá aprovechar al 100% los residuos generados durante el proceso de remontado, extrayendo el jugo de las cáscaras restantes.
- Se eligió un impulsor de mezcla tipo de paletas planas, calculando con precisión el eje que lo conecta al motor reductor. Esto asegura una mezcla eficiente durante el proceso de remontado.
- El diseño del impulsor de mezcla demostró ser efectivo para garantizar una mezcla homogénea de los ingredientes utilizados en la producción de Singani durante la simulación en el software INVENTOR-CAD. Esto es crucial para mantener la consistencia del producto final y asegurar su calidad.
- El diseño del impulsor garantiza una mezcla uniforme y completa de los ingredientes, lo que contribuye significativamente a mejorar la calidad del Singani final. Esto puede llevar a una mayor satisfacción del cliente y a una mayor fidelidad a la marca.
- Además del rendimiento en la mezcla, es importante evaluar la facilidad de mantenimiento del impulsor. El diseño de paletas planas es fácil de limpiar y mantener, lo que ayudará a minimizar el tiempo de inactividad de la producción y a prolongar la vida útil del equipo.

3.2 RECOMENDACIONES

Para un impulsor de mezcla, las recomendaciones de funcionamiento como las de mantenimiento son fundamentales para garantizar un rendimiento óptimo y una vida útil prolongada.

3.2.1 Recomendaciones de funcionamiento

- **Control de velocidad y potencia:** Operar el impulsor a la velocidad y potencia adecuadas según las necesidades del proceso de mezcla. Evitar velocidades excesivas que puedan generar turbulencia no deseada o dañar los ingredientes.
- **Monitoreo de la temperatura:** Controlar la temperatura del proceso para asegurar que se mantenga dentro de los rangos adecuados para los materiales y productos involucrados en la mezcla.
- **Ajuste de la geometría del impulsor:** Si es posible, ajustar la configuración de la geometría del impulsor según las características específicas del proceso de mezcla y los materiales utilizados.
- **Evitar sobrecargas:** No sobrecargar el impulsor con una carga de trabajo más allá de su capacidad nominal. Esto puede causar un desgaste prematuro y reducir la eficiencia de la mezcla.
- **Evitar obstrucciones:** Mantener el área alrededor del impulsor libre de obstrucciones que puedan interferir con su funcionamiento normal.

3.2.2 Recomendaciones de mantenimiento:

- **Limpieza regular:** Realizar limpiezas periódicas para eliminar residuos de productos y evitar la acumulación de suciedad que pueda afectar el rendimiento del impulsor.
- **Inspección visual:** Realizar inspecciones visuales regulares del impulsor y sus componentes para detectar signos de desgaste, corrosión o

daños.

Esto puede ayudar a identificar problemas potenciales antes de que se conviertan en problemas mayores.

- **Reemplazo de piezas desgastadas:** Si se observa desgaste significativo en las piezas del impulsor, como las palas o el eje, es importante reemplazarlas según sea necesario para mantener el rendimiento óptimo del equipo.
- **Lubricación adecuada:** Si el impulsor utiliza componentes que requieren lubricación, asegurarse de aplicar lubricantes adecuados según las especificaciones del fabricante y programar la lubricación regularmente según sea necesario.
- **Calibración y ajustes:** Si es posible, calibrar y ajustar el impulsor según sea necesario para garantizar su funcionamiento óptimo y su capacidad para cumplir con los requisitos específicos del proceso de mezcla.
- **Registro de mantenimiento:** Mantener un registro de las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo limpiezas, inspecciones, reemplazos de piezas y cualquier otra intervención. Esto puede ayudar a planificar futuras tareas de mantenimiento y a identificar tendencias en el rendimiento del impulsor.

BIBLIOGRAFIA

McCabe, W. L., & Smith, J. C. (2009). Unit operations of chemical engineering (7th ed.). McGraw-Hill. (Capítulo 5: Agitación y mezcla)

Nienow, A. W., & Law, C. J. (2005). Liquid mixing in agitated vessels. Elsevier Science. (Capítulo 6: Operación y mantenimiento del impulsor)

Rushton, J. H., & Coulson, J. M. (1989). Industrial mixing and product quality. Chemical Engineering Research and Design, 67(7-8), 689- 697.

Earp, C., Humphrey, A., & Nightingale, P. (2005). Chemical engineering technology (5th ed.). Butterworth-Heinemann. (Capítulo 14: Mantenimiento de equipos)

Seborg, D. E., & Dwyer, D. M. (2009). Process dynamics and control (2nd ed.). John Wiley & Sons. (Capítulo 8: Control de procesos)

Nienow, A. W., & Law, C. J. (2005). Liquid mixing in agitated vessels. Elsevier Science. (Capítulo 5: Instalación y configuración del impulsor)

Torrice, G. (2010). *Elaboración artesanal del singani*. Ediciones Bolivianas

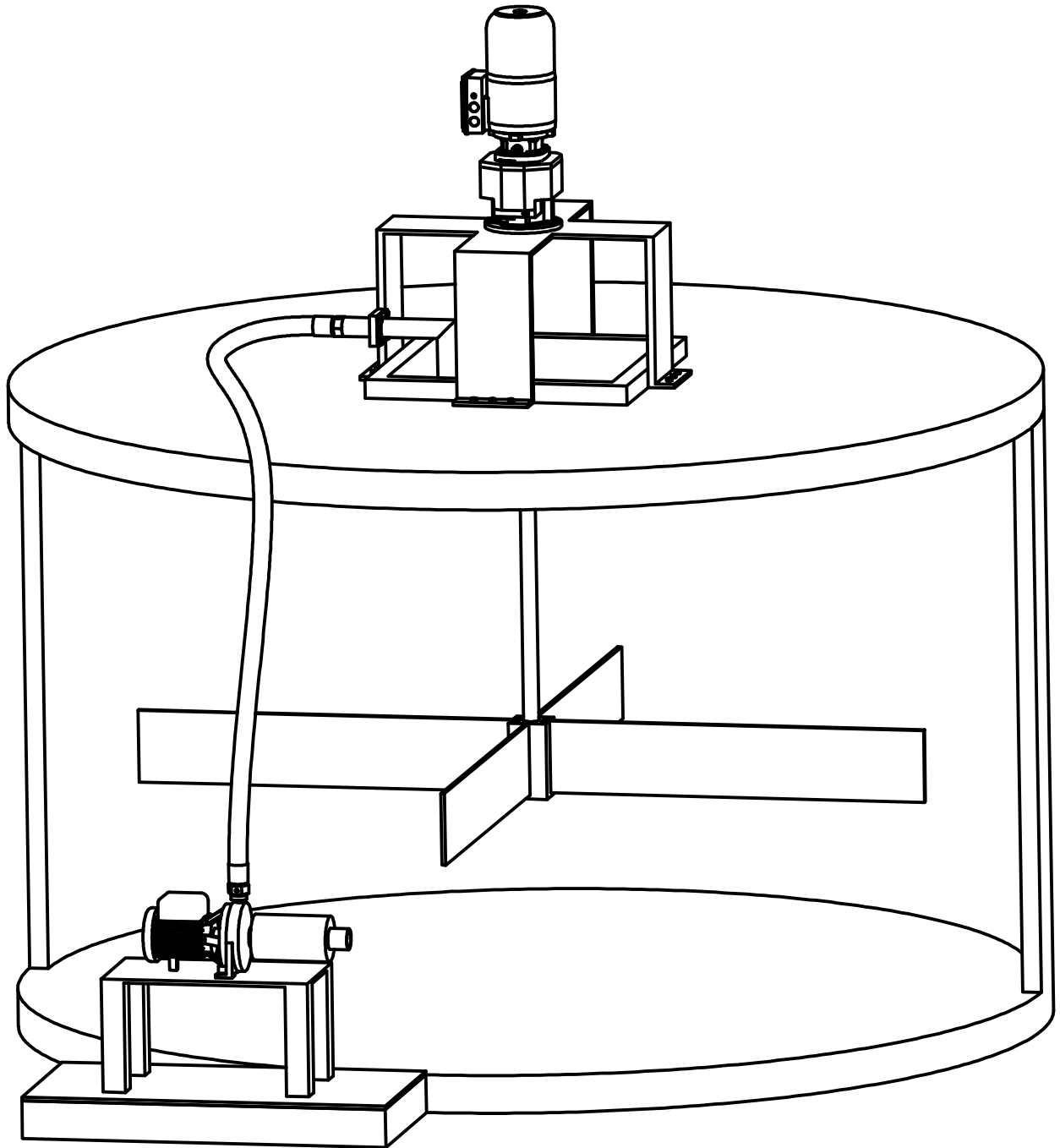
Law, J. G. (2004). *Procesos de fermentación en la industria*

TecnoFood

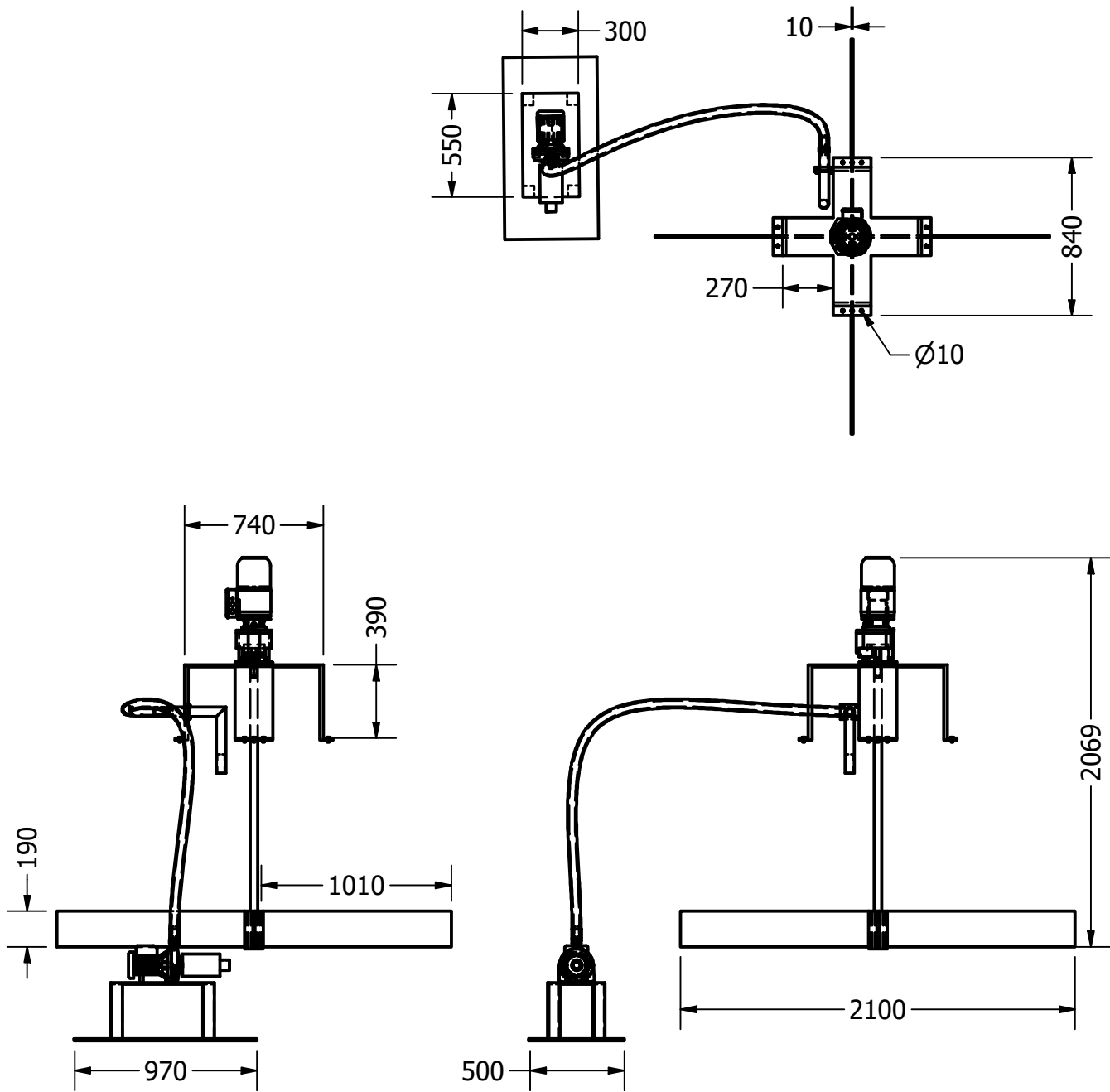
Rushton, A., & Coulson, J. F. (2017). *Diseño de agitadores y mezcladores*.

ANEXOS

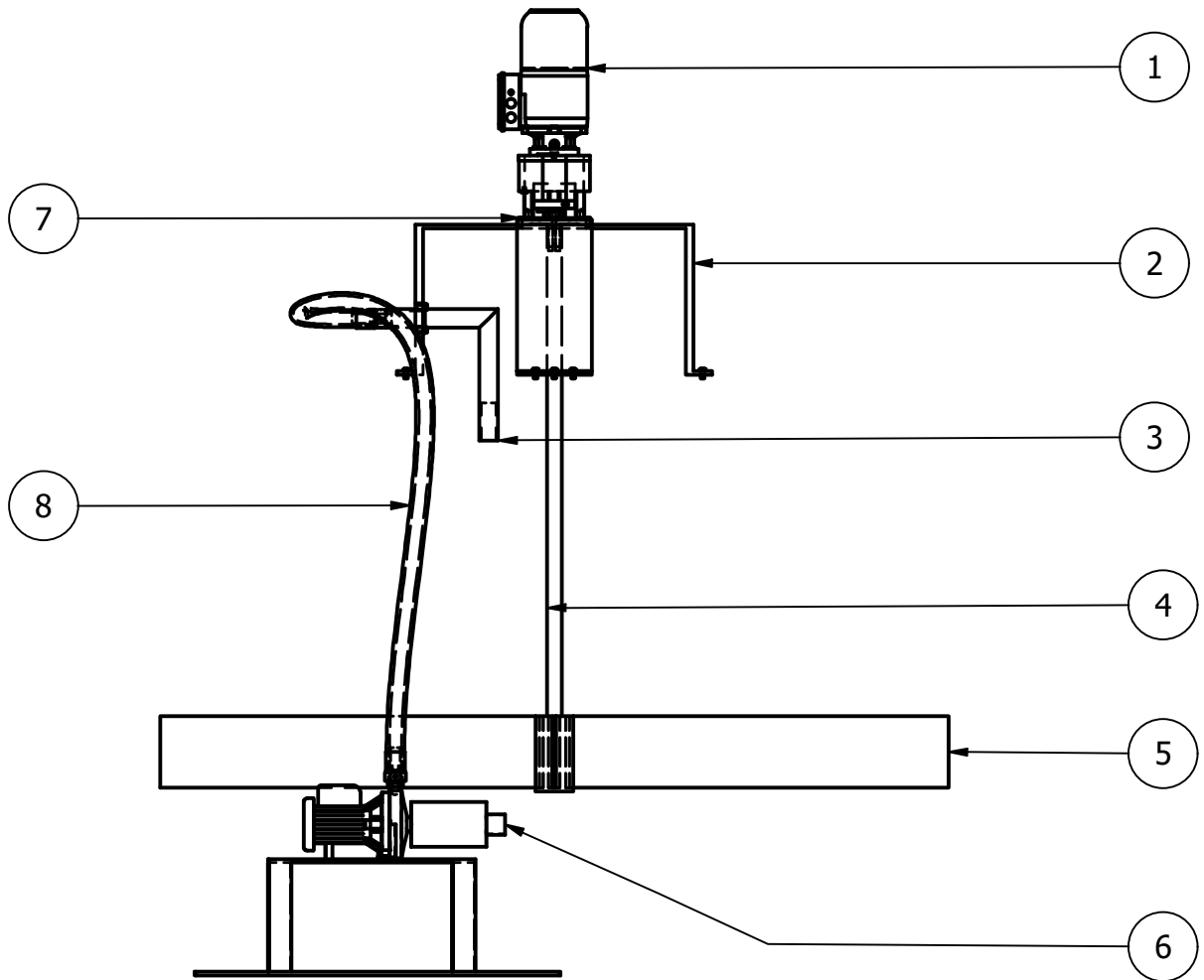
ANEXOS A: PLANOS DE DISEÑO



Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:10		Peso:	
								Material:		Tipo de proyec.	
					Inicio		Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA			
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas		13/06/2024				
				Revisó							
				Aprobó							
								Número de pieza:		N° de plano	
								ENSAMBLE		1	
										DIN A4	
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio					Sustituye a:		Sustituido por:	

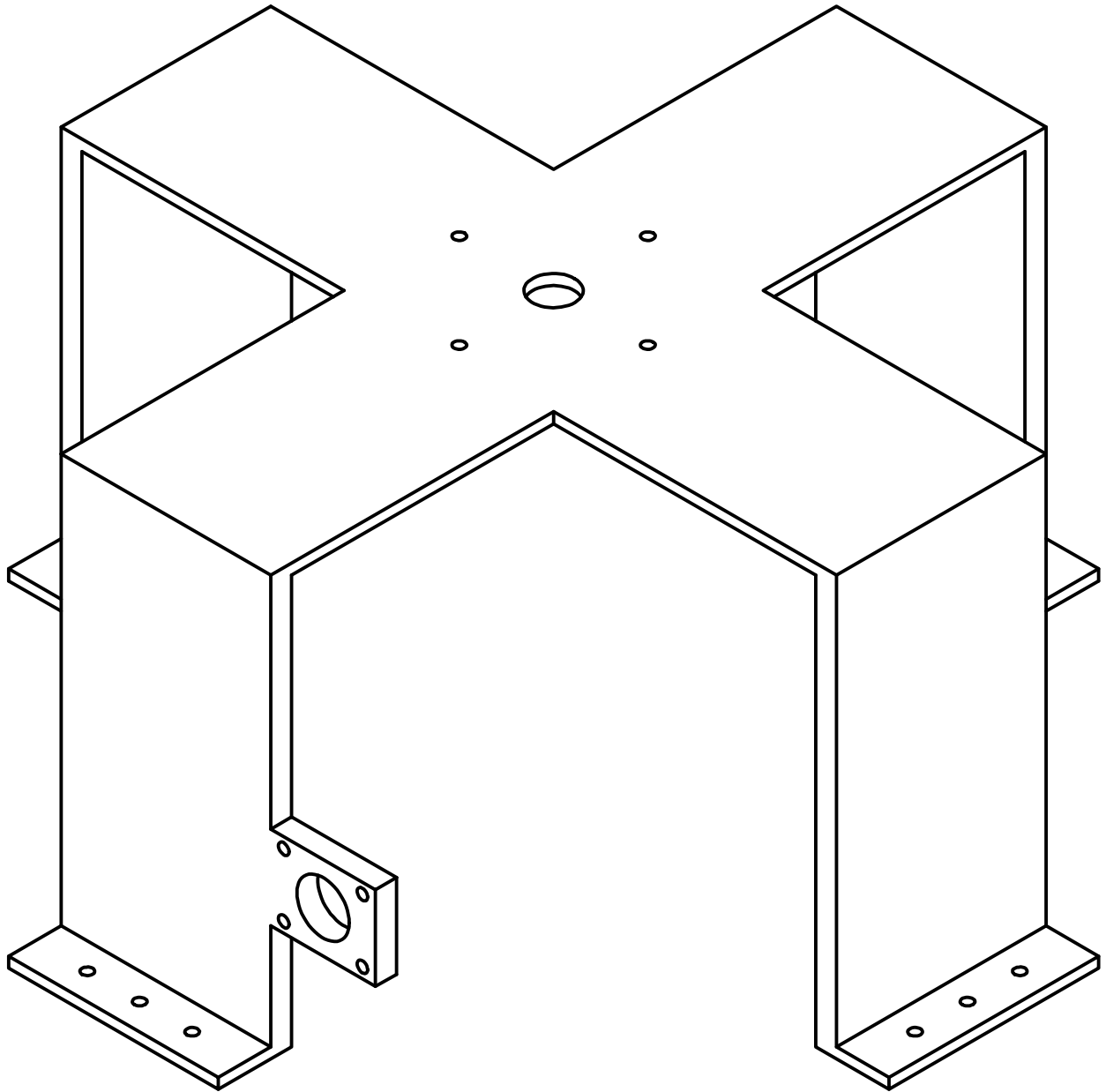


Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:20		Peso:	
								Material:		Tipo de proyec.	
					Inicio		Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA			
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas		13/06/2024				
				Revisó							
				Aprobó							
						FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MEGA - ELECTRONICAS U.M.H.P.S.F.X.CH		Número de pieza:		N° de plano	
								2			
								DIN A4			
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio					Sustituye a:		Sustituido por:	

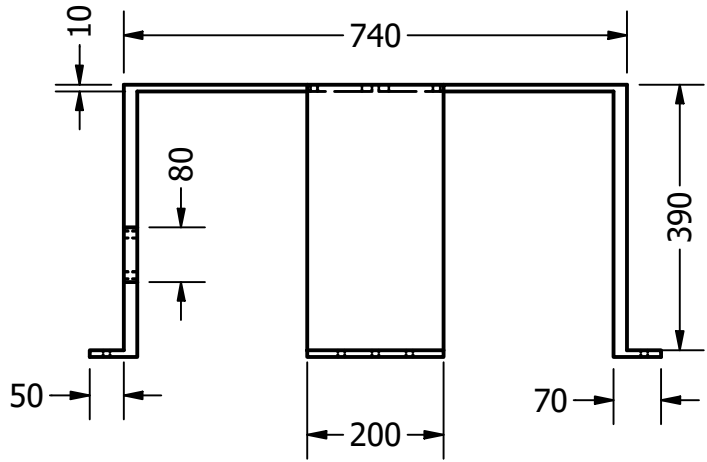
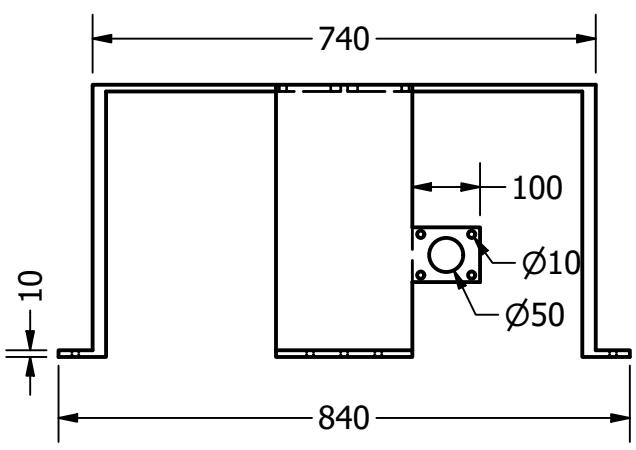
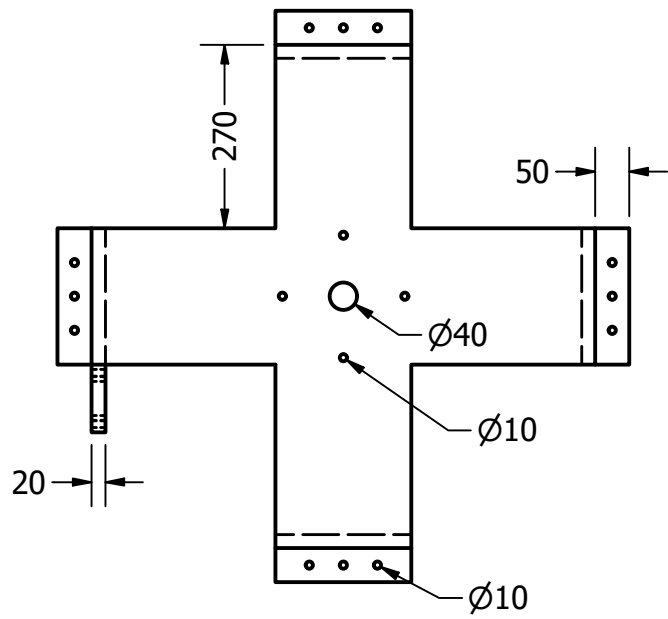


LISTA DE PIEZAS	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
1	Motor eléctrico
2	Base del motor
3	Rociador
4	Eje
5	Paleta
6	Bomba con filtro
7	Elementos de sujeción
8	Mangueras

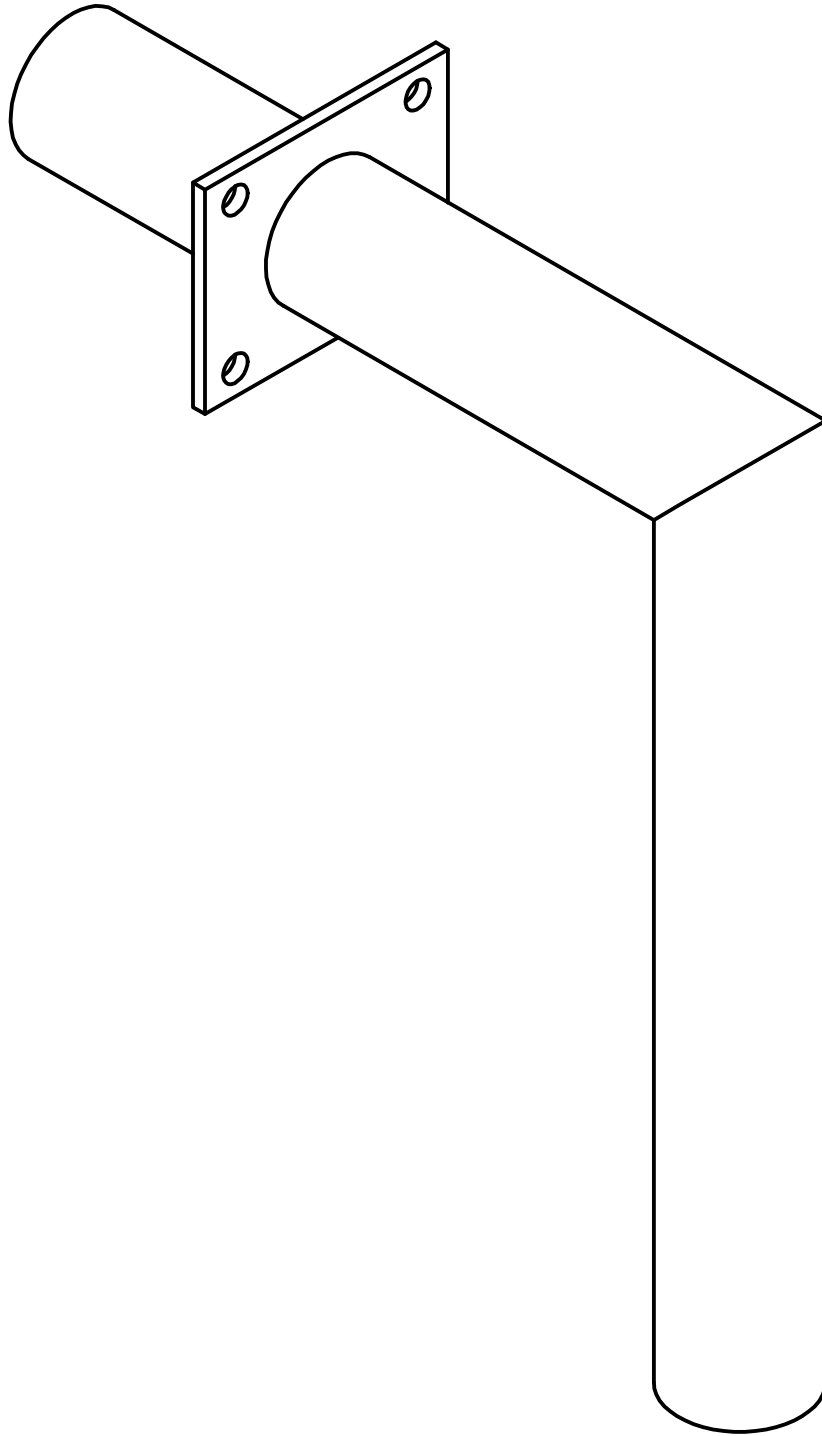
Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:20		Peso:		
								Material:		Tipo de proyec.		
				Inicio	Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA						
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas							13/06/2024
				Revisó								
				Aprobó								
						Número de pieza:				Nº de plano		
						DESCRIPCIÓN DE PIEZAS				3		
										DIN A4		
						Sustituye a:				Sustituido por:		
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio									



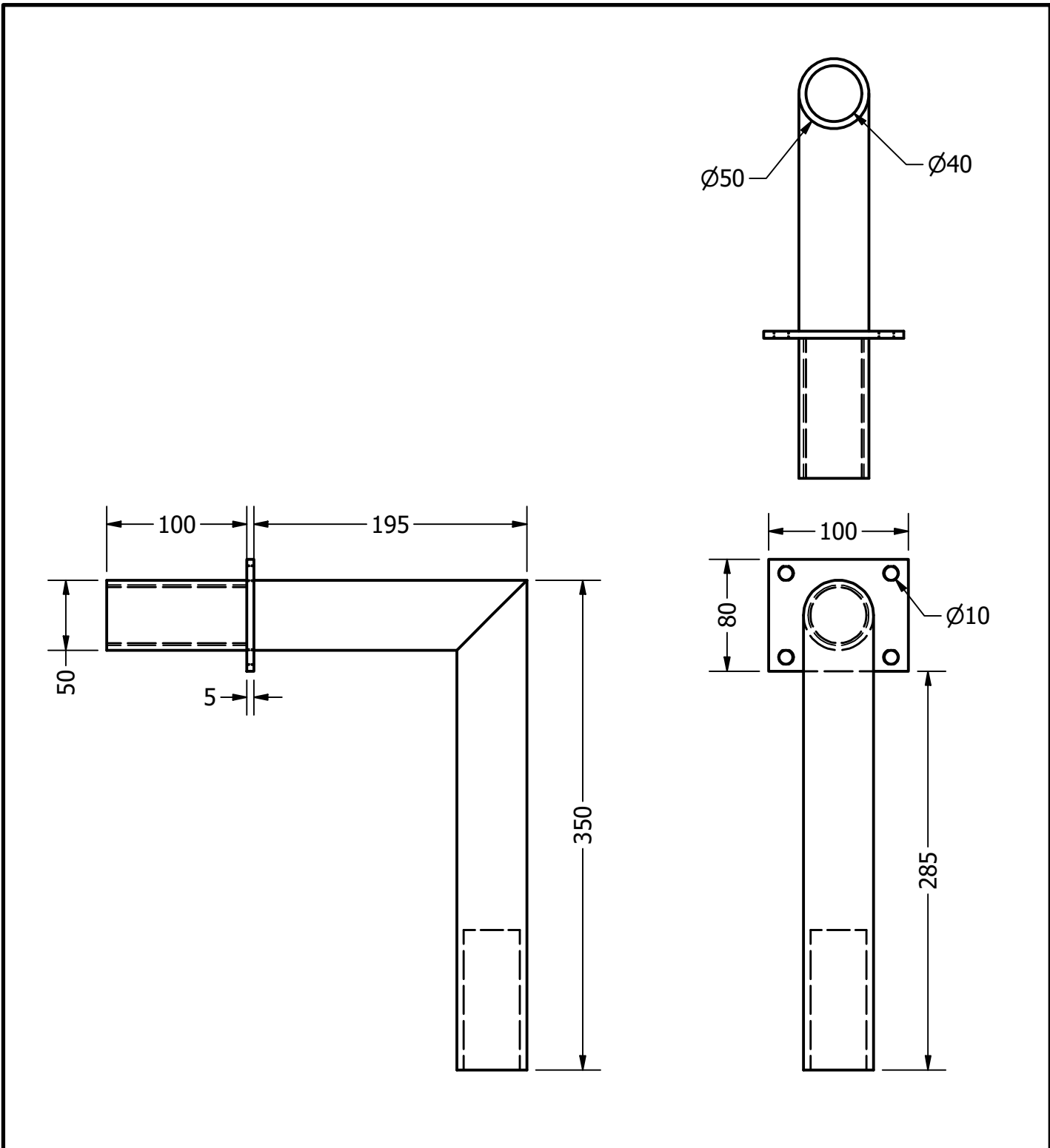
Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:5		Peso:	
								Material:		Tipo de proyec.	
					Inicio		Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA			
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas		13/06/2024				
				Revisó							
				Aprobó							
								Número de pieza:		N° de plano	
								BASE DEL MOTOR		4	
										DIN A4	
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio							Sustituye a:	



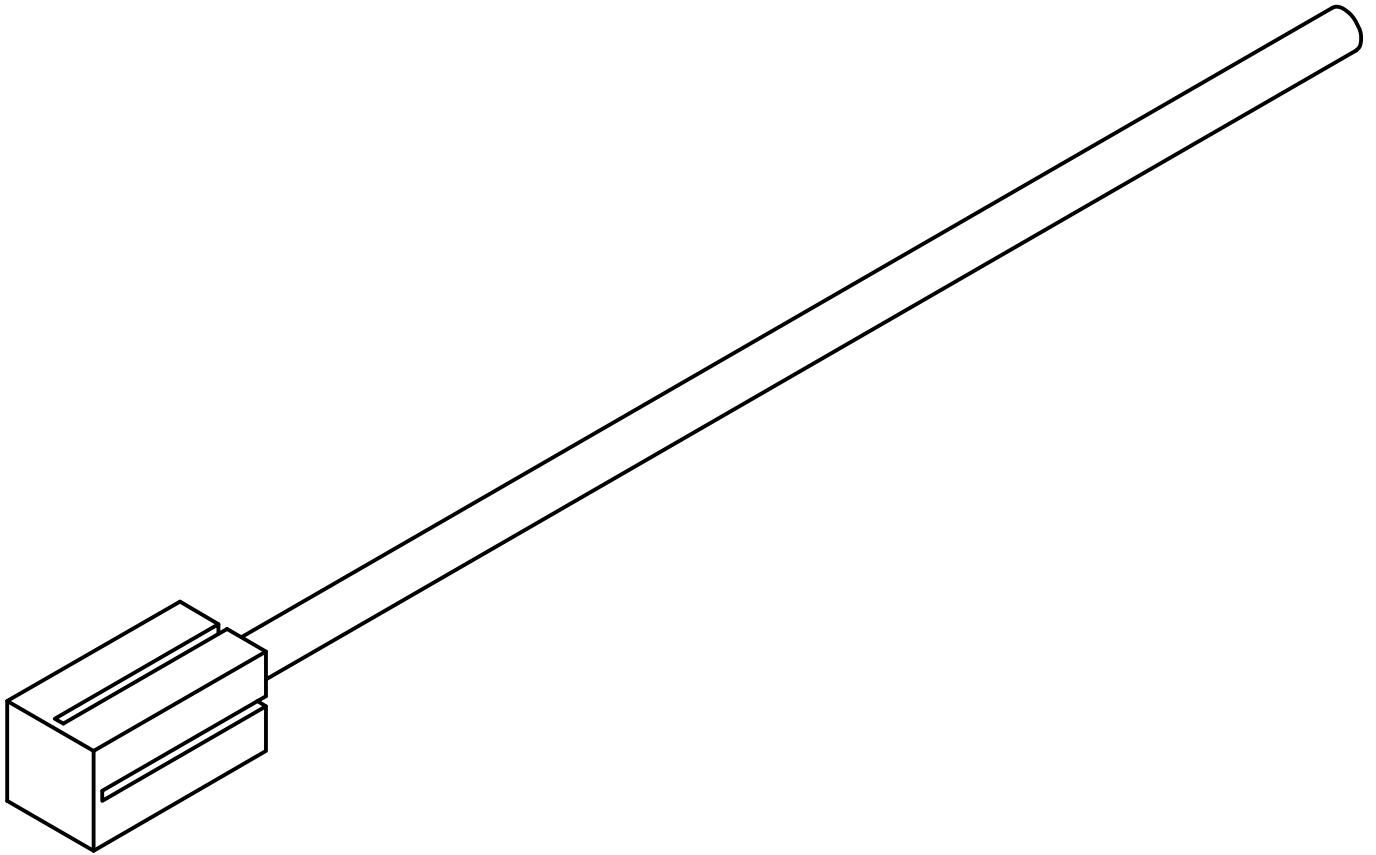
Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:10		Peso:	
								Material:		Tipo de proyec.	
				Inicio	Fecha			Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA		N° de plano 5 DIN A4	
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas	13/06/2024					
				Revisó							
				Aprobó							
								Número de pieza:			
								BASE DEL MOTOR, VISTAS			
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio					Sustituye a:		Sustituido por:	



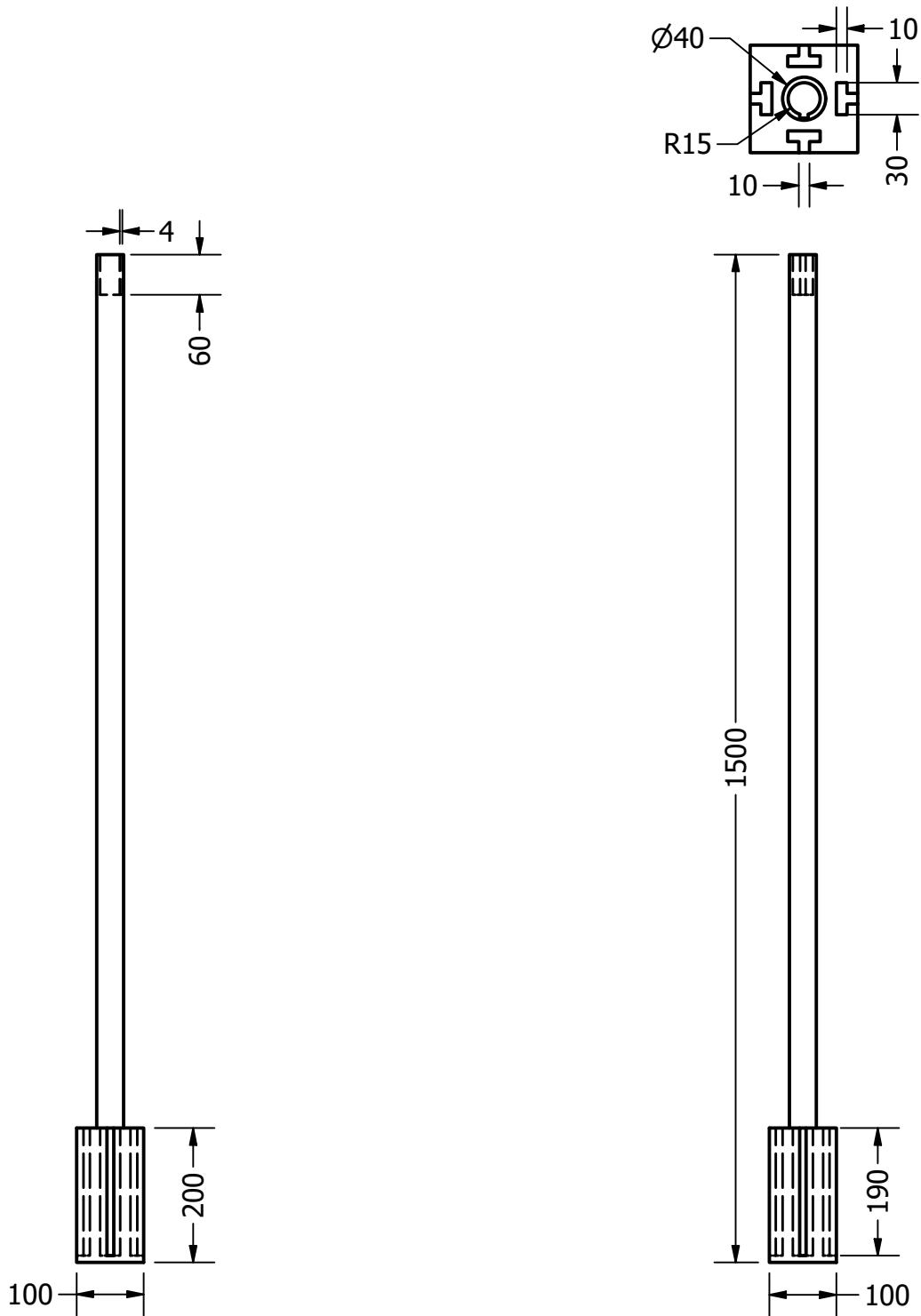
Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:2		Peso:	
								Material:		Tipo de proyec.	
					Inicio		Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA			
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas		13/06/2024				
				Revisó							
				Aprobó							
						FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MEGA - ELECTRONICAS U.M.H.P.S.F.X.CH		Número de pieza:		N° de plano	
								ROCIADOR		6	
										DIN A4	
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio					Sustituye a:		Sustituido por:	



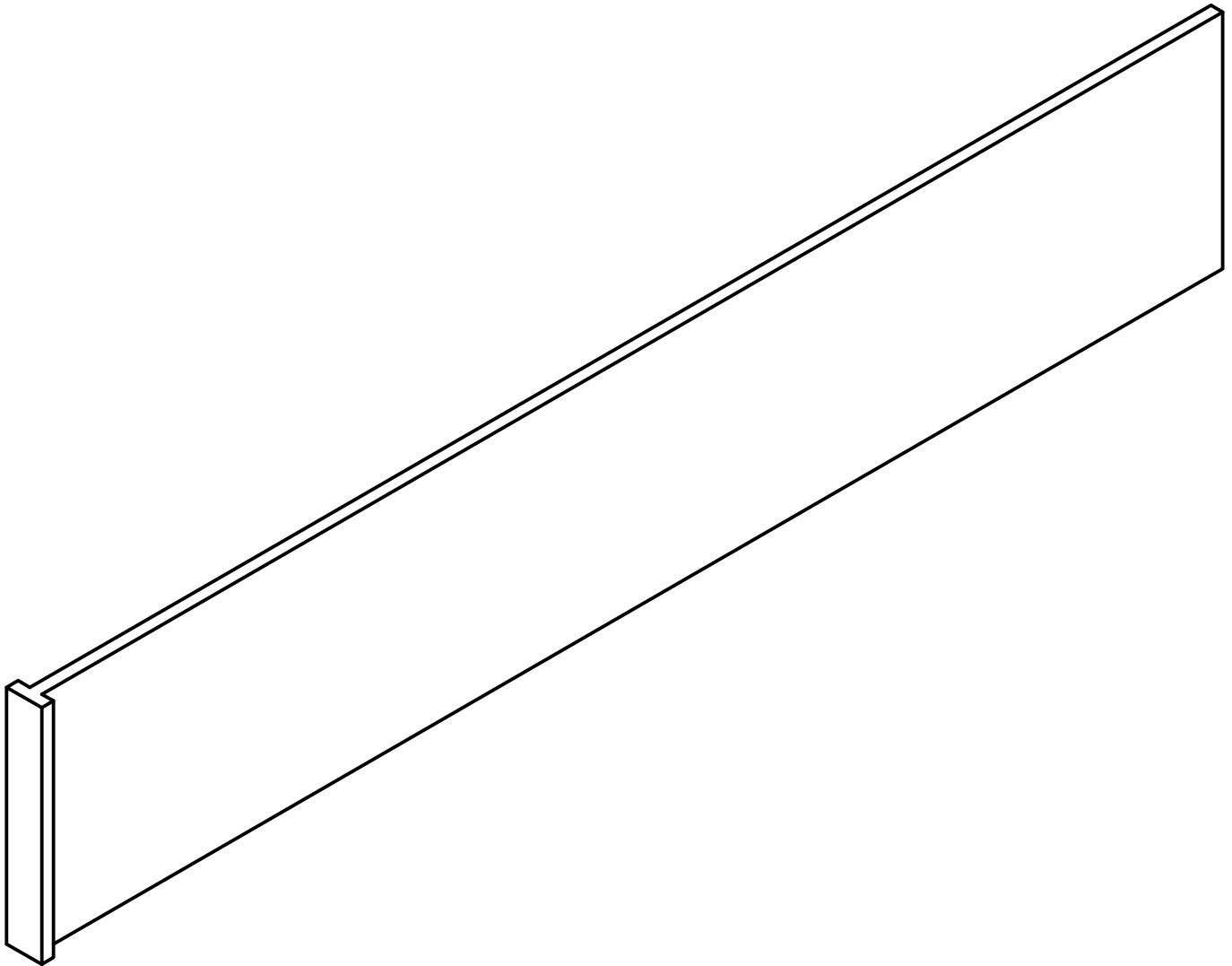
Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:5		Peso:		
								Material:		Tipo de proyec.		
				Inicio	Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA						
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas							13/06/2024
				Revisó								
				Aprobó								
						Número de pieza:				Nº de plano		
						ROCIADOR, VISTAS				7		
										DIN A4		
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio					Sustituye a:		Sustituido por:		



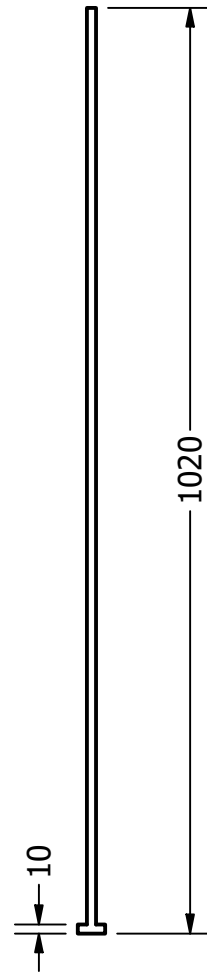
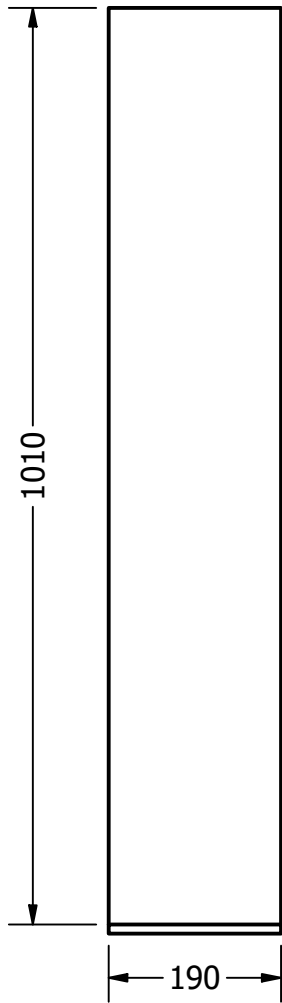
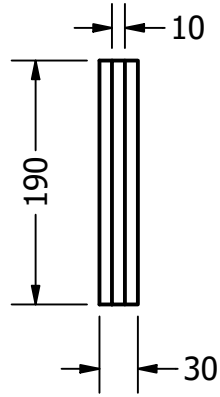
<i>Nota:</i>				<i>Tolerancias:</i>		<i>Mecanizado:</i>		<i>Escala:</i> 1:5		<i>Peso:</i>	
								<i>Material:</i>		<i>Tipo de proyec.</i>	
					<i>Inicio</i>		<i>Fecha</i>	<i>Denominación:</i> DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA		<i>Nº de plano</i> 8 <i>DIN A4</i>	
				<i>Dibujó</i>	Anibal Delgado Callejas	13/06/2024					
				<i>Revisó</i>							
				<i>Aprobó</i>							
						FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MEGA - ELECTRONICAS U.M.H.P.S.F.X.CH		<i>Número de pieza:</i>			
										EJE	
<i>Rev.</i>	<i>Modificación</i>	<i>Fecha</i>	<i>Inicio</i>					<i>Sustituye a:</i>		<i>Sustituido por:</i>	



Nota:				Tolerancias:		Mecanizado:		Escala: 1:10		Peso:	
								Material:		Tipo de proyec.	
					Inicio		Fecha	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA			
				Dibujó	Anibal Delgado Callejas		13/06/2024				
				Revisó							
				Aprobó							
								Número de pieza:		N° de plano	
								EJE, VISTAS		9	
										DIN A4	
Rev.	Modificación	Fecha	Inicio							Sustituye a:	



<i>Nota:</i>				<i>Tolerancias:</i>		<i>Mecanizado:</i>		<i>Escala:</i> 1:5		<i>Peso:</i>	
								<i>Material:</i>		<i>Tipo de proyec.</i>	
					<i>Inicio</i>		<i>Fecha</i>	Denominación: DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA			
				<i>Dibujó</i>	Anibal Delgado Callejas		13/06/2024				
				<i>Revisó</i>							
				<i>Aprobó</i>							
								<i>Número de pieza:</i>		<i>Nº de plano</i>	
								PALETA		10	
										DIN A4	
<i>Rev.</i>	<i>Modificación</i>	<i>Fecha</i>	<i>Inicio</i>					<i>Sustituye a:</i>		<i>Sustituido por:</i>	



<i>Nota:</i>				<i>Tolerancias:</i>		<i>Mecanizado:</i>		<i>Escala:</i> 1:10		<i>Peso:</i>	
								<i>Material:</i>		<i>Tipo de proyec.</i>	
				<i>Inicio</i>	<i>Fecha</i>	<i>Denominación:</i> DISEÑO DE IMPULSOR PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE MEZCLA Y REMONTADO EN LA PLANTA DE SAN PEDRO EN CAMARGO-CHUQUISACA				<i>Nº de plano</i> 11 <i>DIN A4</i>	
				<i>Dibujó</i>	13/06/2024						
				<i>Revisó</i>							
				<i>Aprobó</i>							
				 FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA - ELECTRONICAS U.M.H.P.S.F.X.CH		<i>Número de pieza:</i>		PALETA, VISTAS			
<i>Rev.</i>	<i>Modificación</i>	<i>Fecha</i>	<i>Inicio</i>					<i>Sustituye a:</i>		<i>Sustituido por:</i>	

ANEXOS B: SIMULACIÓN

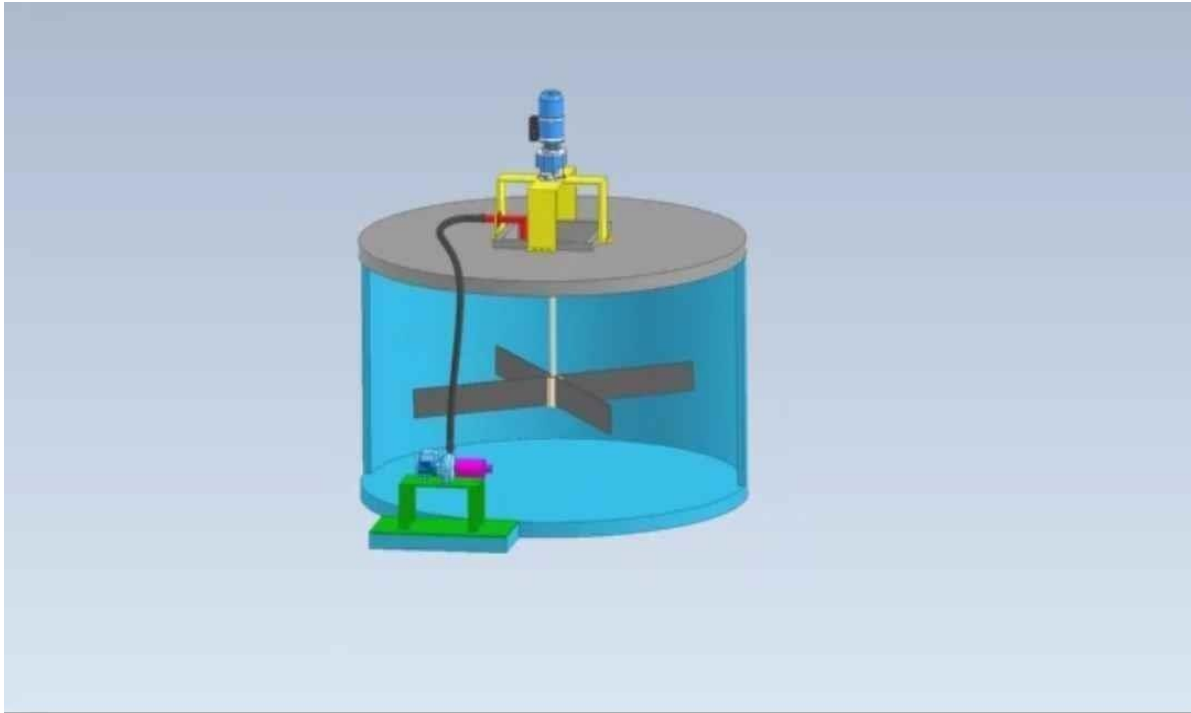
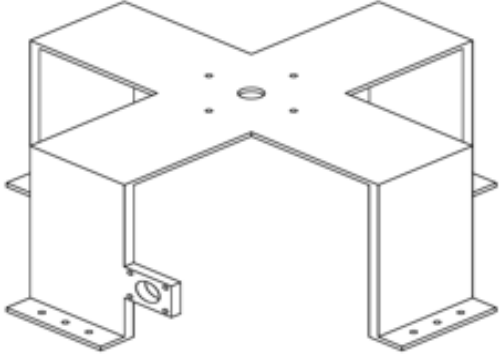
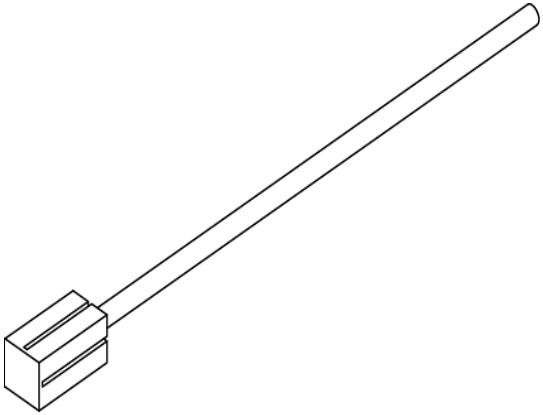


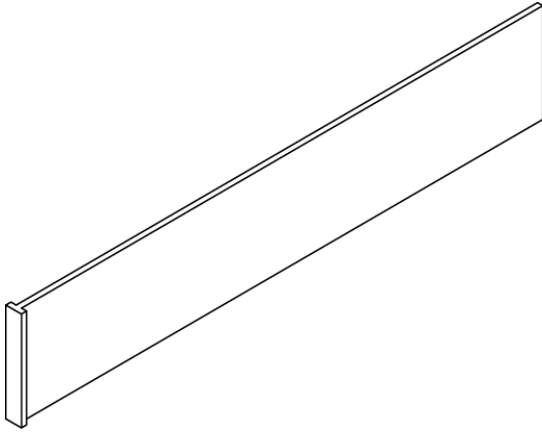
Figura C-1: Ensamble completo del impulsor de mezcla
Fuente: Elaboración propia

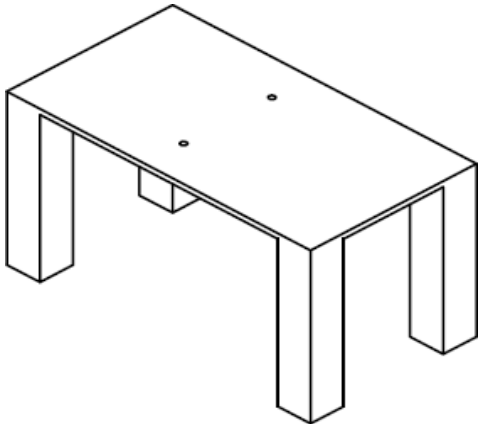
ANEXOS C: COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

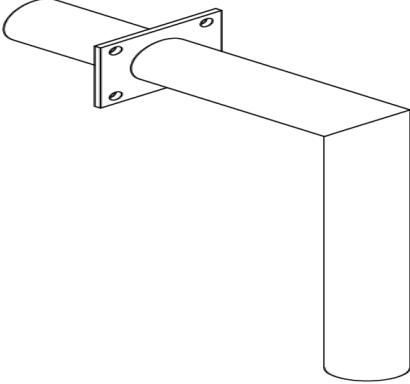
Costos unitarios

COSTOS UNITARIOS				
Proyecto	PRODUCCION DE SINGANI DISEÑO DE IMPULSOR EN SAN PEDRO S.A.			
Item (1)	SOPORTE DEL MOTOR			
IMPULSOR DE MEZCLA				
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA-ELECTRONICAS ING. ELECTROMECHANICA				
Material				
Descripción	Peso	Unidad	Precio /kg	Parcial Bs
Lámina de acero	50 kg	1	21bs/kg	1050 bs
Mano de obra directa				
Descripción	Cantidad	Tiempo Hr	Precio Bs	P. parcial bs
Mecánico	1	3	18,75	56,25
Ayudante	1	3	8,75	26,25
Equipos y herramientas				
Descripción	Máquina	Tiempo Hr	Precio Bs/Hr	P. parcial bs
Trazado	Ninguna	0,25	25	6,25
Cortado	Amoladora	1,5	25	37,5
Soldadura	A. Eléctrico	2,25	25	56,25
Perforaciones	Taladro	0,25	25	6,25
Suma de costos en Bs				
Material				1050
Mano de obra directa				82,5
Equipos y herramientas				106,25
Costos totales en Bs				1238,75 Bs

COSTOS UNITARIOS				
Proyecto	OPTIMIZACION EN EL PROCESO DE MEZCLA EN LA PRODUCCION DE SINGANI DISEÑO DE IMPULSOR EN SAN PEDRO S.A.			
Item (2)	EJE			
IMPULSOR DE MEZCLA				
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA-ELECTRONICAS ING. ELECTROMECHANICA				
Material				
Descripción	Peso	Unidad	Precio /kg	Parcial Bs
Barra de acero inox	30 kg	1	32bs/kg	960 bs
Mano de obra directa				
Descripción	Cantidad	Tiempo Hr	Precio Bs	P. parcial bs
Mecánico	1	2	18,75	37,5
Ayudante	1	2	8,75	17,5
Equipos y herramientas				
Descripción	Máquina	Tiempo Hr	Precio Bs/Hr	P. parcial bs
Trazado	Ninguna	0,25	25	6,25
Cortado	Amoladora	1,5	25	37,5
Soldadura	A. Eléctrico	2,25	25	56,25
Perforaciones	Taladro			
Suma de costos en Bs				
Material				960
Mano de obra directa				55
Equipos y herramientas				100
Costos totales en Bs				1115 Bs

COSTOS UNITARIOS				
Proyecto	OPTIMIZACION EN EL PROCESO DE MEZCLA EN LA PRODUCCION DE SINGANI DISEÑO DE IMPULSOR EN SAN PEDRO S.A.			
Item (3)	PALETA			
IMPULSOR DE MEZCLA				
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA-ELECTRONICAS ING. ELECTROMECHANICA				
Material				
Descripción	Peso	Unidad	Precio /kg	Parcial Bs
Lámina de acero inox	25 kg	1	38bs/kg	950 bs
Mano de obra directa				
Descripción	Cantidad	Tiempo Hr	Precio Bs	P. parcial bs
Mecánico	1	2	18,75	37,5
Ayudante	1	2	8,75	17,5
Equipos y herramientas				
Descripción	Máquina	Tiempo Hr	Precio Bs/Hr	P. parcial bs
Trazado	Ninguna	0,25	25	6,25
Cortado	Amoladora	1,5	25	37,5
Soldadura	A. Eléctrico	2,25	25	56,25
Perforaciones	Taladro			
Suma de costos en Bs				
Material				950
Mano de obra directa				55
Equipos y herramientas				100
Costos totales en Bs				1105 Bs

COSTOS UNITARIOS				
Proyecto	OPTIMIZACION EN EL PROCESO DE MEZCLA EN LA PRODUCCION DE SINGANI DISEÑO DE IMPULSOR EN SAN PEDRO S.A.			
Item (4)	BASE DE LA BOMBA			
IMPULSOR DE MEZCLA				
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA-ELECTRONICAS ING. ELECTROMECHANICA				
Material				
Descripción	Peso	Unidad	Precio /kg	Parcial Bs
Lámina de acero	50 kg	1	21bs/kg	1050 bs
Mano de obra directa				
Descripción	Cantidad	Tiempo Hr	Precio Bs	P. parcial bs
Mecánico	1	3	18,75	56,25
Ayudante	1	3	8,75	26,25
Equipos y herramientas				
Descripción	Máquina	Tiempo Hr	Precio Bs/Hr	P. parcial bs
Trazado	Ninguna	0,25	25	6,25
Cortado	Amoladora	2	25	50
Soldadura	A. Eléctrico	2,25	25	56,25
Perforaciones	Taladro	0,25	25	6,25
Suma de costos en Bs				
Material				1050
Mano de obra directa				82,5
Equipos y herramientas				118,75
Costos totales en Bs				1251,25 Bs

COSTOS UNITARIOS				
Proyecto	OPTIMIZACION EN EL PROCESO DE MEZCLA EN LA PRODUCCION DE SINGANI DISEÑO DE IMPULSOR EN SAN PEDRO S.A.			
Item (5)	ROCIADOR			
IMPULSOR DE MEZCLA				
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS MECA-ELECTRONICAS ING. ELECTROMECHANICA				
Material				
Descripción	Peso	Unidad	Precio /kg	Parcial Bs
Barra hueca de acero inox	7 kg	1	30bs/kg	210 bs
Mano de obra directa				
Descripción	Cantidad	Tiempo Hr	Precio Bs	P. parcial bs
Mecánico	1	2	18,75	37,5
Ayudante	1	2	8,75	17,5
Equipos y herramientas				
Descripción	Máquina	Tiempo Hr	Precio Bs/Hr	P. parcial bs
Trazado	Ninguna	0,25	25	6,25
Cortado	Amoladora	1	25	25
Soldadura	A. Eléctrico	1	25	25
Perforaciones	Taladro	0,25	25	6,25
Suma de costos en Bs				
Material				210
Mano de obra directa				55
Equipos y herramientas				62,5
Costos totales en Bs				327,5 Bs

Total, costos unitarios

TOTAL, COSTOS UNITARIOS	
Soporte del motor	1238,75
Eje	1115
Paleta	1105
Base de la bomba	1251,25
Rociador	327,5
TOTAL Bs.	5037,5

Costos materia prima

COSTOS MATERIA PRIMA (C.M.P)			
DESCRIPCION	CANTIDAD	P.P. Bs.	TOTAL Bs.
Motor eléctrico [2 Hp]	1	1200	1200
Pernos de sujeción	22	5	110
Electrodo E-7018	3 [kg]	50	150
Electrodo para acero inox	1 [kg]	220	220
Elementos varios		500	500
TOTAL Bs.			2180

Costos de fabricación

COSTOS DE FABRICACION	
DESCRIPCION	TOTAL Bs.
Total, costos unitarios	5037,5
Costos materia prima	2180
C. indirectos, 5% de C.M. P	109
TOTAL Bs.	7326,5

Impuestos y utilidades

IMPUESTOS Y UTILIDADES	
DESCRIPCION	TOTAL Bs.
IVA 13 % de C. Unitarios	654,87
IT 3 % C. Fabricación	219,8
Utilidades 20 % C. F	1465,3
TOTAL Bs.	2339,97

Precio de venta

PRECIO DE VENTA	
DESCRIPCION	TOTAL Bs.
Costo de fabricación	7326,5

Impuestos y Utilidades	2339,97
TOTAL Bs.	9666,47

Plan de mantenimiento propuesto

Componente	Frecuencia de Inspección	Frecuencia de Mantenimiento	Actividades	Reemplazo
Paletas	Semanal	Quincenal	- Inspección visual: verificar desgaste, corrosión o acumulación.	Anual o según desgaste
			- Limpieza: remover acumulación de materiales.	
			- Ajuste: asegurar sujeción.	
Motor	Mensual	Trimestral	- Inspección visual: revisar conexiones, temperatura, y ruidos.	Según las recomendaciones del fabricante
			- Lubricación: aplicar lubricante en los puntos indicados.	
			- Prueba de función.	
Rociador	Semanal	Mensual	- Inspección visual: verificar obstrucciones en las boquillas.	Según desgaste o fallo
			- Limpieza: desmontar y limpiar las boquillas.	
			- Prueba de funcionamiento.	
Soporte del Motor	Semestral	Según sea necesario	- Inspección visual: verificar pernos y soportes, fisuras o deformaciones.	Según desgaste o daño
			- Ajuste: asegurar que esté firmemente sujeto.	
Eje	Mensual	Trimestral	- Inspección visual: verificar alineamiento y desgaste.	Según desgaste o daño
			- Lubricación: aplicar lubricante en los cojinetes.	
			- Prueba de alineación.	

ANEXO D: INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

ANEXO D: CUADROS Y TABLAS DE INFORMACIÓN

Tabla A-1: Tabla de densidades

Días Maduración	°Brix	Acidez (mg/l)	°Baume	pH	Densidad (g/ml)
7	10.60	16.35	7.00	2.82	1051
14	13.20	11.77	7.85	3.12	1058
21	14.80	9.60	8.40	3.22	1062
28	15.80	8.85	9.30	3.27	1069
35	16.30	7.65	9.50	3.43	1071
42	17.30	6.67	9.80	3.61	1073
49	18.70	5.40	11.00	3.44	1082

Fuente: McGraw-Hill

Tabla A-2 Tabla concentración brix

Concentración (° Brix)	$\ln \eta_r$	E_a (kJ.mol ⁻¹)	R^2	RMSE	MBE	ERROR %
2,00	-5,628 ± 0,1895	6,92 ± 0,50	0,95	0,004	0,0003	0,04
4,50	-5,771 ± 0,3043	7,01 ± 0,80	0,88	0,032	-0,00002	0,31
7,50	-5,790 ± 0,2976	7,11 ± 0,79	0,89	0,028	-0,00004	0,30
9,50	-5,797 ± 0,3626	7,52 ± 0,96	0,86	0,032	0,0006	0,33
12,50	-5,768 ± 0,4376	7,99 ± 1,15	0,83	0,038	0,0004	0,35

Fuente: McGraw-hill

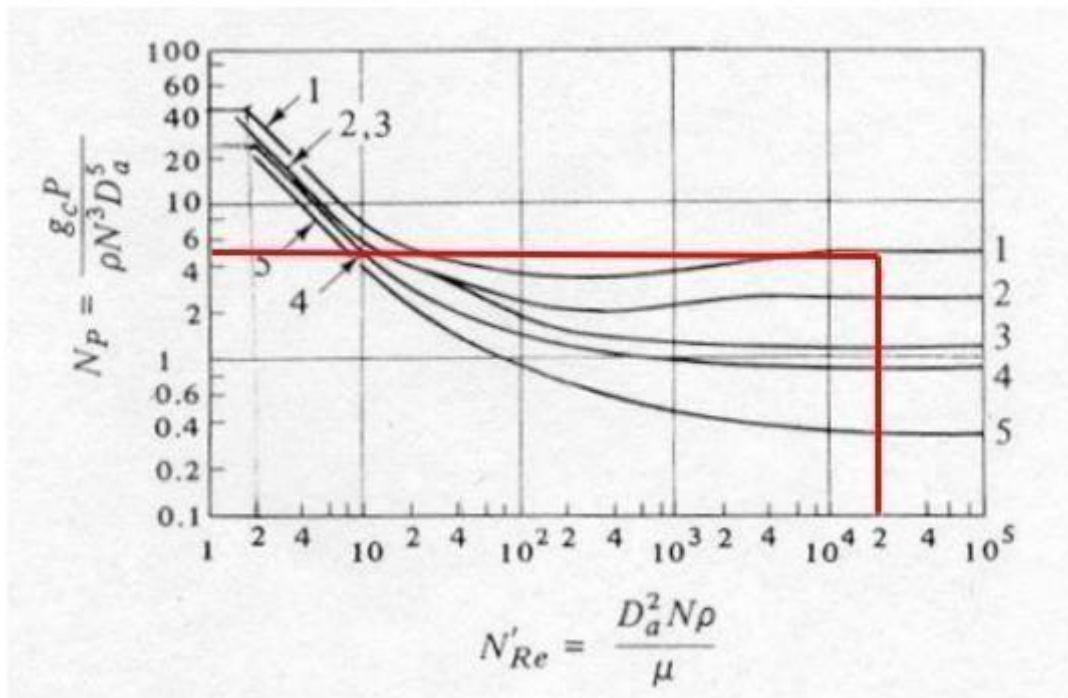


Figura A-1: Curvas de numero de Reynolds

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Curvas-de-fator-de-atrito-f-em-funcao-do-Numero-de-Reynolds-R-utilizandose_fig2_275238177

Tabla A-3: Tabla de factor de corrección mediante temperatura-altura

T (°C)	Altitud (m)								
	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
10							0,97	0,92	0,88
15						0,98	0,94	0,90	0,86
20					1,00	0,95	0,91	0,87	0,83
25				1,00	0,95	0,93	0,89	0,85	0,81
30			1,00	0,96	0,92	0,90	0,86	0,82	0,78
35		1,00	0,95	0,93	0,90	0,88	0,84	0,80	0,75
40	1,00	0,97	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80	0,76	0,71
45	0,95	0,92	0,90	0,88	0,85	0,81	0,78	0,74	0,69
50	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77	0,72	0,67
55	0,88	0,85	0,83	0,81	0,78	0,76	0,73	0,70	0,65
60	0,83	0,82	0,80	0,77	0,75	0,73	0,70	0,67	0,62
65	0,79	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,62	0,58
70	0,74	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64	0,62	0,58	0,53
75	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,53	0,49
80	0,65	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,55	0,48	0,44

Fuente: Manual de motores WEG

Tabla A-4: Tabla de característica de motor de VIII Polos

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I/ In	Par con rotor trabado TI/Tn	400 V						Corriente nominal In (A)	
						RPM	% de la potencia nominal			Factor de potencia			
							50	75	100	50	75		100
kW	HP												
VIII Polos													
0,12	0,16	71	0,180	2,3	1,9	650	40,0	48,0	50,0	0,35	0,43	0,52	0,666
0,18	0,25	80	0,262	3,1	1,9	670	47,0	53,0	55,0	0,44	0,55	0,65	0,727
0,25	0,33	80	0,363	3,2	1,9	670	49,0	55,0	57,0	0,43	0,55	0,66	0,959
0,37	0,5	90S	0,522	3,5	1,8	690	56,0	62,0	62,0	0,41	0,52	0,62	1,39
0,55	0,75	90L	0,782	3,5	1,9	685	61,0	64,0	64,0	0,44	0,56	0,66	1,88
0,75	1	100L	1,03	4,6	2	710	71,0	74,0	74,0	0,40	0,52	0,62	2,36
1,1	1,5	100L	1,52	4,6	2,1	705	71,0	75,0	75,0	0,40	0,53	0,62	3,41
1,5	2	112M	2,09	4,7	2,4	700	77,0	79,0	79,0	0,44	0,57	0,67	4,09
2,2	3	132S	3,06	5,5	2,2	700	81,0	81,5	81,0	0,52	0,65	0,72	5,44
3	4	132M	4,17	5,5	2,3	700	82,0	82,5	82,0	0,54	0,66	0,73	7,23
4	5,5	160M	5,37	4,7	2	725	84,0	85,0	85,0	0,52	0,65	0,72	9,43
5,5	7,5	160M	7,39	4,7	2	725	85,0	86,0	85,5	0,52	0,65	0,73	12,7
7,5	10	160L	10,1	4,9	2,2	725	86,0	87,0	87,0	0,52	0,65	0,73	17,0

Fuente: WEG manual oficial.

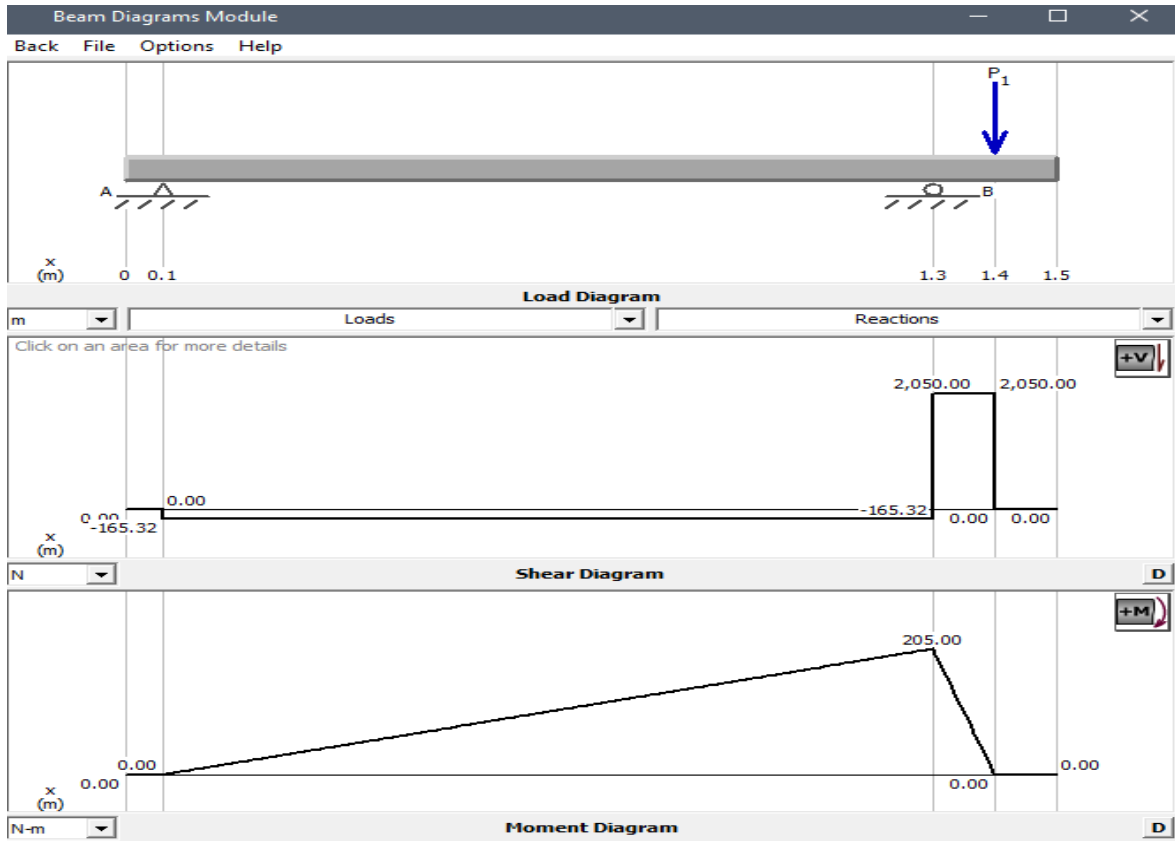


Figura A-2: Momentos cortantes del eje

Elaboración: Propia

