



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA QUIMICA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA PARA LA EMPRESA
HEISENBEER

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUIMICA

AUTORA: DANIELA ESTEFANIA CRUZ TORRES

DIRECTOR: ING. PAUL GUSTAVO PALMAY PAREDES

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Daniela Estefania Cruz Torres

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Daniela Estefania Cruz Torres, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 13 de abril de 2023

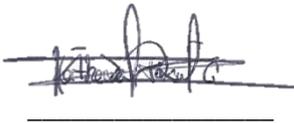
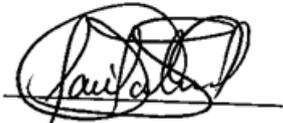
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Daniela', with a large, stylized flourish extending from the end of the name.

Daniela Estefania Cruz Torres

C.I. 0650143498

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERIA QUIMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLIENDA PARA LA EMPRESA HEISENBEER**, realizado por la señorita: **DANIELA ESTEFANIA CRUZ TORRES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Katherine Gissel Tixi Gallegos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2023-04-13
Ing. Paul Gustavo Palmay Paredes DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-04-13
Ing. Mónica Lilian Andrade Avalos ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2023-04-13

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme salud y sabiduría para obtener uno de mis anhelos más deseados, a mis padres Santiago y Rossana por ser la parte fundamental de este logro, por su amor incondicional y creer en mí desde el primer día, por su apoyo constante a lo largo de mi vida y enseñarme siempre a perseguir mis sueños, a mis hermanas Cayetana y Gabriela, por ser mi luz en momentos de oscuridad, con su cariño me impulsan a seguir adelante, este logro es suyo. A mis abuelos Luis, Esthela, Evaristo y Diana por ser mi ejemplo a seguir y ser quienes han velado por mí en este trayecto, por sus enseñanzas y sabios consejos que han influido en mi crecimiento personal y profesional, y a cada persona que con su apoyo y aportación hicieron posible este proyecto.

Daniela

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme por el camino correcto y permitirme llegar a este momento tan especial, gracias a mi familia por su amor y sacrificio, por enseñarme a no rendirme ante los obstáculos que me presente la vida, por cada palabra de aliento y motivación en momentos difíciles, agradezco a mi director Ing. Paul Palmay y a mi asesora Ing. Mónica Andrade por su guía, apoyo y sabiduría que me transmitieron para el desarrollo de este proyecto. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la carrera de Ingeniería Química por ser el medio de alcanzar esta meta profesional.

Daniela

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMMARY / ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPITULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1. Antecedentes de investigación	5
2.1.1. <i>Cebada</i>	6
2.1.2. <i>Clasificación taxonómica de la cebada</i>	6
2.1.3. <i>Cebada malteada</i>	6
2.1.4. <i>Dureza</i>	7
2.1.5. <i>Valor nutricional de la cebada</i>	7
2.1.6. <i>Tabla de especificaciones de materia prima</i>	7
2.1.7. <i>Molienda</i>	9
2.1.8. <i>Tipos de molienda</i>	9
2.1.9. <i>Molino</i>	10
2.1.10. <i>Tipos de molino</i>	10
2.1.11. <i>Tamizado</i>	13
2.1.12. <i>Eficiencia de un tamiz</i>	13
2.1.13. <i>Tiempo de molienda</i>	13

2.1.14. <i>Parámetros de funcionamiento</i>	13
2.1.15. <i>Leyes de desintegración mecánica</i>	14

CAPITULO III

3. MARCO METODOLOGICO	16
3.1. Localización del proyecto	16
3.2. Metodología	16
3.2.1. <i>Inductivo</i>	17
3.2.2. <i>Deductivo</i>	17
3.2.3. <i>Experimental</i>	17
3.3. Diagnóstico del molino de rodillos existente	17
3.4. Selección del molino	17
3.5. Material de laboratorio	18
3.6. Selección de materiales	18
3.6.1. <i>Acero inoxidable 304</i>	18
3.7. Caracterización a la materia prima con base a la norma NTE INEN 1 559	19
3.8. Fórmulas	20
3.8.1. <i>Humedad</i>	20
3.8.3. <i>Densidad del grano</i>	20
3.8.4. <i>Determinación de d80</i>	20
3.8.5. <i>Cálculo del grado de desintegración</i>	21
3.8.6. <i>Potencia del molino</i>	21
3.8.7. <i>Esfuerzo de compresión</i>	21
3.8.8. <i>Angulo de separación</i>	22
3.8.9. <i>Flujo volumétrico</i>	22
3.8.10. <i>Diámetro y longitud de rodillos</i>	22
3.8.11. <i>Período de rotación</i>	23
3.8.12. <i>Carga sobre los rodillos</i>	23
3.9. Validación del diseño a través de análisis económico	23
3.9.1. <i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i>	23
3.9.2. <i>Valor Actual Neto (VAN)</i>	24

CAPITULO IV

4. RESULTADOS	25
---------------------	----

4.1.	Caracterización de la materia prima	25
4.1.1.	<i>Cálculo de humedad</i>	25
4.1.2.	<i>Cálculo de impurezas</i>	25
4.1.3.	<i>Determinación de masa de 1000 granos</i>	25
4.1.4.	<i>Proteínas</i>	26
4.2.	Datos obtenidos	26
4.2.1.	<i>Análisis granulométrico</i>	26
4.2.2.	<i>Diámetros iniciales de las muestras</i>	27
4.2.3.	<i>Diámetros finales de las muestras</i>	27
4.3.	Balance de masa	28
4.4.	Rendimiento de la molienda	28
4.5.	Diseño del molino	28
4.5.1.	<i>Molino de rodillos</i>	28
4.5.2.	<i>Densidad del grano</i>	29
4.5.3.	<i>Determinación de d80</i>	29
4.5.4.	<i>Determinación del coeficiente de variación</i>	30
4.5.5.	<i>Curva granulométrica</i>	31
4.5.6.	<i>Cálculo del grado de desintegración</i>	31
4.5.7.	<i>Potencia del molino</i>	32
4.5.8.	<i>Diseño de rodillos</i>	32
4.5.9.	<i>Esfuerzo de compresión</i>	32
4.5.10.	<i>Angulo de separación</i>	33
4.5.11.	<i>Flujo volumétrico</i>	33
4.5.12.	<i>Diámetro y longitud de rodillos</i>	33
4.5.13.	<i>Distancia entre centros</i>	34
4.5.14.	<i>Periodo de rotación</i>	34
4.5.15.	<i>Carga sobre los rodillos</i>	34
4.5.16.	<i>Diseño de la tolva</i>	35
4.5.17.	<i>Ejes de acero</i>	36
4.5.18.	<i>Diseño de la chumacera</i>	36
4.5.19.	<i>Diseño del piñón</i>	37
4.5.20.	<i>Diseño de la cadena</i>	38
4.5.21.	<i>Diseño de templador</i>	39
4.5.22.	<i>Diseño de polea y banda</i>	40
4.5.23.	<i>Diseño del motor</i>	41
4.5.24.	<i>Diseño del reductor</i>	42

4.5.25. Diseño de la estructura de soporte	43
4.6. Validación del diseño a través de análisis económico	43
4.6.1. Tasa Interna de Retorno (TIR)	43
4.6.2. Valor Actual Neto (VAN)	43
4.6.3. Análisis económico del diseño	44

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Valor nutricional de la cebada	7
Tabla 2-2: Tabla de especificaciones de malta base.....	8
Tabla 3-2: Tabla de especificaciones de malta Best Caramel Munich II.....	8
Tabla 4-2: Tabla de especificaciones de malta Viking Pale Ale Malt.....	9
Tabla 5-2: Descripción del material según su Wi	15
Tabla 1-3. Características geográficas del área de la empresa Heisenbeer.....	16
Tabla 2-3. Materiales y equipos utilizados.....	18
Tabla 3-3. Características físicos y químicos del grano de cebada para consumo cervecero	19
Tabla 1-4. Características físicos y químicos del grano de cebada para consumo cervecero	25
Tabla 2-4. Análisis granulométrico de Malta Base.....	26
Tabla 3-4. Análisis granulométrico de Malta Caramel Munich II.....	26
Tabla 4-4. Análisis granulométrico de Viking Pale Ale Malt.....	27
Tabla 5-4. Diámetros iniciales de la materia prima	27
Tabla 6-4. Diámetro final de la materia prima.....	27
Tabla 7-4. Composición química de esparrago AISI 316.....	39
Tabla 8-4. Tuerca y arandela recomendada según el grado de tomillo.....	39
Tabla 9-4. Especificaciones del motor	41
Tabla 10-4. TIR y VAN para la validación.....	43
Tabla 11-4. Costo de materiales	44

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2. Molino de martillos.....	11
Ilustración 2-2. Molino de bolas	11
Ilustración 3-2. Molino de rodillos.....	12
Ilustración 4-2. Molino de disco de frotamiento.....	12
Ilustración 1-3. Localización de la empresa Heisenbeer.....	16
Ilustración 2-3. Características del acero inoxidable.....	19
Ilustración 1-4. Curva granulométrica de maltas.....	31
Ilustración 2-4. Tipos de chumaceras.....	36
Ilustración 3-4. Especificación de piñones.....	37
Ilustración 4-4. Cadena ANSI B 29.1 DIN 8188	38
Ilustración 5-4. Especificación de la cadena ANSI B 29.1 DIN 8188	38
Ilustración 6-4. Diseño de los componentes del motor.....	42
Ilustración 7-4. Especificaciones del reductor.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304.

ANEXO B: ESPECIFICACIONES DE EJES DE ACERO INOXIDABLE AISI 304.

ANEXO C: FICHA TÉCNICA CHUMACERAS.

ANEXO D: FICHA TÉCNICA PIÑÓN.

ANEXO E: FICHA TÉCNICA DE LA CADENA DE RODILLOS.

ANEXO F: FICHA TÉCNICA ESPÁRRAGOS Y TUERCAS.

ANEXO G: ESPECIFICACIONES DE POLEAS.

ANEXO H: FICHA TÉCNICA DE BANDA EN V

ANEXO I: FICHA TÉCNICA DEL MOTOR.

ANEXO J: FICHA TÉCNICA PERFILES ESTRUCTURALES

ANEXO K: FICHA TECNICA DE REDUCTOR.

ANEXO L: ANÁLISIS DE AFLATOXINA

ANEXO M: DISEÑO DE MOLINO

RESUMEN

El objetivo de este proyecto técnico es mejorar la primera parte de la línea de producción de la cervecería Heisenbeer para lo cual se va a diseñar un sistema de molienda, se estudió y procesó el objeto de estudio los tres tipos de cebada que se procesan para hacer cerveza artesanal Best Pilsen Malt, Best Caramel Munich II y Viking Pale Ale Malt, se realizaron pruebas de tamizaje para conocer los diámetros inicial y final para cada una de las maltas, mediante el estudio, la identificación de la composición química y las leyes de desintegración mecánica se definió el tiempo de molienda y los parámetros de funcionamiento, se diagnosticó el molino existente en la empresa, se concluyó y selecciono el molino adecuado para la necesidad de expansión que tiene la empresa en la línea de molienda, se eligió la validación por factibilidad económica del diseño como vía para demostrar el correcto cumplimiento del equipo frente a otros presentes en el mercado teniendo en cuenta que la empresa tiene un valor actual neto de 2727,27, según el estudio la empresa recupera la inversión en 3 años, por lo que indica que es viable su inversión, para el funcionamiento del molino se usó un mecanismo de rodillos moleteados de acero inoxidable 304, que rotan sus ejes en sentido contrario atrapando a la partícula y reduciendo su tamaño, se accionan por velocidad mediante un motor monofásico $\frac{3}{4}$, ya que se necesitó solo romper la muestra no desintegrarla hasta el polvo, se concluye que el diseño fue el requerido y que cumplió su objetivo al trabajar con una potencia de 30 rpm y con una capacidad de 60 lb en tolva que le da una capacidad continua de hasta 430 kg/h y se realizó los planos del sistema en el programa ilustrativo AutoCAD.

Palabras clave: <CEBADA>, <MOLIENDA>, <OPTIMIZACIÓN DE PRODUCCIÓN>, <DIMENSIONAMIENTO>, <CERVECERÍA>, <FACTIBILIDAD ECONÓMICA >.

0741-DBRA-UTP-2023



SUMMARY / ABSTRACT

The objective of this technical project consists of improving the first part of the production line of the Heisenbeer brewery for which a milling system will be designed, the object of study was studied and the three types of barley Best Pilsen Malt, Best Caramel Munich II and Viking Pale Ale Malt were processed to make craft beer. Screening tests were carried out to determine the initial and final diameters for each of the malts. Through the study, the identification of the chemical composition and the laws of mechanical disintegration, the milling time and the operating parameters were defined, the existing mill in the company was diagnosed, and the appropriate mill for the company's need for expansion in the milling line was concluded and selected, the mill was concluded and selected for the company's need of expansion in the grinding line, the validation by economic feasibility of the design was chosen as a way to demonstrate the correct performance of the equipment compared to others present in the market, taking into account that the company has a net present value of 2727.27. According to the study, the company recovers the investment in 3 years, which indicates that its investment is viable. For the operation of the mill a mechanism of knurled rollers of stainless steel 304 was used, which rotate their axes in the opposite direction trapping the particle and reducing its size, they are driven by speed through a single-phase motor $\frac{3}{4}$, since it was necessary only to break the sample, not to disintegrate it to powder. It is concluded that the design was the required one and that it fulfilled its objective when working with a power of 30 rpm and with a capacity of 60 lb in hopper which gives a continuous capacity of up to 430 kg/h. The drawings of the system were made in the illustrative program AutoCAD.

Key words: <BARLEY>, <MILL>, <PRODUCTION OPTIMIZATION>, <DIMENSIONING>, < BREWERY >, <ECONOMIC FEASIBILITY>.

0741-DBRA-UTP-2023



Abg. Ana Gabriela Reinoso. Mgs.

Ced: 1103696132

INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto técnico es satisfacer la necesidad de la empresa Heisenbeer con el diseño de un molino de malta de cebada, la empresa está situada en la ciudad de Riobamba, la cual se dedica a la producción de cerveza artesanal, donde se requiere una adecuada preparación de la materia prima previo a la cocción, esto consiste en el acondicionamiento de la granulometría que debe tener el grano y se consigue con un equipo llamado molino, el equipo tiene como operación unitaria la molienda que reduce el volumen promedio de las muestras y es producido por fraccionamiento de ellas o dividiendo la misma, para obtener un diámetro homogéneo mediante una presión que ejerce el equipo sobre la materia prima destinada a la molienda.

El diseño del sistema de molienda se basa en un molino de rodillos existente en la empresa, este molino debido a su tamaño tiene una capacidad limitada en la tolva que almacena la materia prima, lo que llega a causar demora en el proceso de producción, el molino de rodillos diseñado para la empresa Heisenbeer, está conformado por tres rodillos que giran en sentido contrario lo que provoca que se aplique una fuerza de compresión sobre las partículas causando su reducción de tamaño. Para el diseño se considera la cantidad de materia prima que se desea moler y el tiempo, para obtener un correcto diseño de los rodillos se tiene que determinar su diámetro, longitud y chumaceras de pared, para accionarlo se utiliza un motor y reductor los cuales son los que proporcionan la potencia para un buen funcionamiento del equipo.

El presente proyecto se divide en cuatro capítulos para un mejor desarrollo. Primer capítulo se basa en el diagnóstico del problema que tiene la empresa, se inicia con una investigación previa sobre los antecedentes de la cebada como materia prima para las maltas y la molienda desde la antigüedad y cómo ha evolucionado a través de los años, se plantea el problema y describe la justificación donde se tiene la necesidad de satisfacer el problema de la empresa y diseñar un equipo que cubra sus necesidades. En este capítulo también se plantean los objetivos para desarrollar el diseño. Dentro del segundo capítulo se realizó investigaciones y referencias teóricas sobre el origen de la cebada, grano que se procesa para obtener las diferentes maltas utilizadas en la elaboración de cerveza dentro de la empresa Heisenbeer, se detallan las especificaciones de las maltas, conceptos básicos para entender el desarrollo del proyecto y los parámetros más importantes para el diseño del sistema de molienda. Se menciona el molino, la molienda referenciando que son los principales factores del proyecto, analizando los tipos de molino que existen y su función adecuada, definiendo las leyes de desintegración mecánica especialmente la ley de Bond con la cual se determinara la potencia que requiere el equipo, considerando la granulometría deseada para iniciar con el proceso de cocción.

En el capítulo tres engloba la metodología utilizada para desarrollar el proyecto técnico, la selección de materiales y fórmulas que se utilizaran para el diseño correspondientemente. Mientras que en el capítulo cuatro se analizan los resultados obtenidos.

Al finalizar el diseño, se lo validara mediante un análisis de factibilidad económica el cual nos indicara si el proyecto es viable o no, se aplicara la tasa interna de retorno que determina la rentabilidad que tiene un proyecto cuando el mismo se iguala a la suma de los desembolsos descontados a su inversión inicial, así como el valor actual neto el cual es el valor monetario resultado de la diferencia de los flujos descontados a la inversión inicial, de ambas maneras se validara el diseño de un sistema de molienda para la empresa Heisenbeer.

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En Ecuador la industria cervecera es una de las líderes en el país se debe a su constante y elevada demanda de producción lo que le ha llevado a no cuidar tanto su producto final si no concentrarse en sus niveles de producción, a través de los años se fundaron existen varias empresas dedicadas a la elaboración de cerveza artesanal que ofrecen al consumidor un producto diferente, sin embargo, se comercializan en pocos lugares y con precios poco competitivos comparados a la de cerveza industrial. Dentro de la empresa Heisenbeer, se encuentra posicionada dentro del mercado en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo, después de casi 6 años de trayectoria se ha formado un lugar y con esto una demanda de producción latente, lo que le ha llevado a la necesidad de maximizar su producción optimizando las diferentes etapas de la misma, una de las etapas y en la cual enfocamos la investigación es la de molienda de la materia prima, la cebada y su tiempo de preparación previo a la cocción es uno de los pasos más tardíos del proceso, actualmente en la empresa Heisenbeer se cuenta con un molino que presenta una capacidad limitada de 30 kg al momento de colocar la materia prima en la tolva, lo que causa una demora en la trituración de la misma y por ende en la producción, la producción actual es de 800 L de cerveza al mes y su objetivo es llegar a tener una mayor producción reduciendo el tiempo de preparación de la materia prima presentando la necesidad de procesar más materia prima en menos tiempo surgiendo así el diseño de un sistema de molienda a mayor escala.

1.2. Justificación

En la actualidad la cerveza se ha caracterizado por ser un producto de alta aceptación dentro del mercado nacional e internacional. En el Ecuador se consume 300 millones de litros al año, lo que equivale a un total de 25 litros per cápita. “Cerveza Artesanal Heisenbeer” es una empresa en crecimiento que surgió siendo un emprendimiento. Teniendo en cuenta el problema, el presente proyecto técnico se basa en diseñar un sistema de molienda para la empresa Heisenbeer, satisfaciendo la necesidad que tiene la misma para obtener un diámetro final homogéneo de la materia prima y optimizar el tiempo de cocción debido a que es una de las maneras de mejorar la producción y aumentar la productividad de esta, cumpliendo con los criterios requeridos y parámetros necesarios para su óptimo funcionamiento. El diseño de un sistema de molienda específico para este proceso de elaboración de la cerveza radica en su necesidad no de triturar

hasta obtener harinas si no triturar hasta obtener la ruptura del grano para que su cocción sea más sencilla y se puedan aprovechar de mejor manera sus propiedades especialmente sus azúcares por lo que usar un molino existente en el mercado y adaptarlo a la necesidad de la empresa Heisenbeer representa un reto y una apuesta de correr el riesgo de perder materia prima o que el producto final no sea el adecuado. Teniendo en cuenta este problema el proyecto técnico busca incrementar el conocimiento de los fundamentos y métodos, tipos de molienda empleados en el proceso de elaboración de cerveza artesanal, como también su aplicación para realizar el diseño del equipo, no solo para poder procesar más en menos tiempo si no también automatizando esta parte de la producción, elevando así el valor actual de la línea de producción, la optimización de recursos energéticos y de producción para beneficio de la empresa.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de molienda para la empresa Heisenbeer.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización Físico- Química de la materia prima con base a la Norma NTE INEN 1559.
- Realizar el diseño del sistema de molienda con base a las variables del proceso definidas.
- Validar el diseño del sistema de molienda propuesto mediante el análisis de factibilidad económica del mismo.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes de investigación

La cebada es uno de los cultivos más antiguos, además de ser el cuarto cereal más cultivado. Este grano de cereal cuenta con tres usos principales, los cuales son: malta, alimento y forraje. La cebada forrajera y cebada cervecera representan a la mayor parte de la producción de esta. La cebada con cascara se utiliza para el malteado, debido a que la cáscara protege las raíces que nacen del interior del grano durante la germinación, denominadas acrospiras durante el proceso de malteado y proporciona filtración natural en la maceración (Meints, Vallejos y Hayes 2021, p. 1). La molienda de granos puede ser considerado el proceso de fabricación más antiguo del mundo. En la antigüedad, la malta con la que se elaboraba la cerveza provenía del trigo y era triturada con mortero. A partir de la época medieval, la malta era transportada a molinos donde el sistema de molienda que se utilizaba eran las piedras, las cascara de la malta se humedecían antes de ser transportadas al molino para garantizar su elasticidad. A mediados del siglo XVIII la fábrica de rodillos era comúnmente utilizada en las cervecerías, Frantisek Ondrej Poupe fue quien inicio la práctica de la molienda de malta en las cervecerías, puesto que creía que era más económica y tecnológicamente ventajosa. El objetivo de la molienda de malta es moler los núcleos para tener acceso al endospermo del grano, las cascara deben estar intactas durante este proceso, la trituration del grano es necesaria para tener acceso a los compuestos extraíbles que permiten cambios físicos, químicos y bioquímicos que tiene lugar durante la cocción de la cerveza (Basarová Gabriela et al. 2017, p. 2).

El origen del molino de rodillos comienza en Europa, en Walzmuhle se crearon cilindros de hierro fundido, algunos rodillos eran de porcelana, en la década de 1870 comenzaron a reemplazar las piedras por los rodillos de hierro, los molinos funcionaban con fuentes de agua y viento, esto los volvía complejos y ruidosos. Debido al desarrollo del acero provoco que los rodillos fueran más eficientes y a finales del siglo XIX los molinos se acondicionaron con rodillos y las piedras se desecharon. Heisenbeer es una empresa productora de cerveza, en la actualidad cuentan con tres tipos de cerveza: Pale Ale, Irish Red, Stout. Durante la producción de cerveza se destina un tiempo de al menos 2 horas al momento de moler la materia prima, debido a que se maneja un molino de rodillos con una capacidad limitada, es decir, ralentiza la producción.

2.1.1. *Cebada*

La cebada es una fuente de alimento muy importante en diversas partes del mundo debido a que es rico en carbohidratos, es el principal cereal utilizado en la industria cervecera. El cultivo de cebada se originó en las tierras altas de Etiopía y el sudeste asiático hace 10000 años (Punia 2020, p. 14-15). El grano de cebada ocupa el cuarto lugar en la producción de cereales requiere un clima templado, las principales áreas de cultivo son Europa y la Federación Rusa (Akar, Avci y Dusunceli 2004, p. 3). La cebada contiene ácido glutámico, lisina, leucina, triptófano y prolina, debido a los carbohidratos y aminoácidos que contiene aporta 40% de energía al momento de consumirla.

2.1.2. *Clasificación taxonómica de la cebada*

Según (Punia 2020, p. 14-15), la clasificación taxonómica de la cebada es:

Especie: *Hordeum Vulgare*

Género: *Hordeum*

Tribu: Triticeae

Subfamilia: Festucoideae

Familia: Poaceae (Gramínea)

2.1.3. *Cebada malteada*

Para que empiece la producción de malta, el grano de cebada aumenta su porcentaje de humedad de 10 a 42 %, estimula la germinación que produce raíces, el endosperma contiene almidón dentro de la matriz proteica, el endosperma es la fuente de energía del grano. La germinación controlada libera enzimas diastáticas que son las responsables de convertir el almidón en azúcares fermentables como la glucosa y maltosa, las enzimas activadas en el grano permiten reducir las cadenas de almidón para liberar azúcares (Martínez y Jiménez 2016, p. 53).

Tipos de maltas:

- **Malta base:** Malta ligera de color claro, ligeramente tostadas con un poder enzimático alto, este tipo de malta se denominan lager.
- **Malta aditiva:** Maltas que debido a su tiempo de horneado son de color que va de ámbar a negro, no tienen alto poder enzimático, en este tipo de maltas se conocen las maltas negras, chocolate o maltas tostadas.
- **Maltas mixtas:** Maltas tostadas en mayor tiempo que la malta base, tienen propiedades enzimáticas que se pueden utilizar como maltas bases o aditivas.

2.1.4. Dureza

La dureza se define como la resistencia de un material ante la deformación, es una medida mecánica, existen diferentes tipos para poder medir la dureza de un grano: compresión, resistencia a molienda y energía, reflectancia de rayos infrarrojos, luego de densidad, flotantes, tiempo y molienda. La dureza del grano se asocia con sus características estructurales y composición de su endospermo, entre estas está el almidón, β -glucano, proteínas y el grosor de la pared celular. Los granos más duros presentaban una matriz proteica continua con una unión proteína-almidón, esto indica que la capacidad de unión de la interfase proteína-almidón afecta notoriamente la dureza del grano (Nair et al. 2011, p. 354-362).

2.1.5. Valor nutricional de la cebada

Tabla 1-2: Valor nutricional de la cebada

Parámetro	Valor	Unidades
Energía	352	Kcal
Proteína	9.91	g
Grasa	1.16	g
Carbohidratos	77.7	g
Fibra	15.6	g
Calcio	29	mg
Hierro	2.5	mg
Magnesio	79	mg
Fósforo	221	mg
Potasio	280	mg
Niacina	4.6	mg
Vitamina B6	0.26	mg
Vitamina A	22	UI

Fuente: (USDA 2003)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022

2.1.6. Tabla de especificaciones de materia prima

La empresa cervecera Heisenbeer trabaja con 3 diferentes materias primas las cuales son Best Pilsen Malt o malta base, Best Caramel Munich II y Viking Pale Ale Malt

Para obtener una cerveza de calidad, se necesita cumplir con un parámetro específico, el cual es el tamaño de la partícula de cada materia prima utilizada para su elaboración, la malta debe tener una granulometría mínima promedio de 90 μ m. En la molienda se busca destruir el grano, dejando

intacta la cascara que trabaja como un filtro natural, el objetivo de destruir o romper el grano es para que el endospermo se exponga al proceso enzimático.

Tabla 2-2: Tabla de especificaciones de malta base

Best Pilsen Malt			
Especificación	Unidad	Mínimo	Máximo
Contenido de humedad	%		4.9
Extracto molido fina, base seca	%	80.5	
Diferencia fina-gruesa EBC	%		2
Viscosidad (8.6%)	mPa s		1.60
Friabilidad	%	81.0	
Vidriosidad	%		2.5
Proteína, base seca	%	9.0	11.5
Nitrógeno soluble	mg/100 g Malz-Trs.	610	780
Índice de Kolbach	%	36.0	45.0
Color del mosto	EBC	3.0	4.9
Color del mosto	L	1.6	2.3
pH del mosto		5.7	6.1
Clasificación > 2.5 mm	%	90.0	
Poder diastático	WK	250	

Fuente: (BESTMALZ 2022).

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022

Tabla 3-2: Tabla de especificaciones de malta Best Caramel Munich II

Best Caramel Munich II			
Especificación	Unidad	Mínimo	Máximo
Contenido de humedad	%		4.5
Extracto molido fina, base seca	%	75.0	
Diferencia fina-gruesa EBC	%		
Viscosidad (8.6%)	mPa s		
Friabilidad	%		
Vidriosidad	%		
Proteína, base seca	%		12.0
Nitrógeno soluble	mg/100 g Malz-Trs.		
Índice de Kolbach	%		
Color del mosto	EBC	110	130
Color del mosto	L	42	49

pH del mosto		5.0	5.8
Clasificación > 2.5 mm	%	90.0	
Poder diastático	WK		

Fuente: (BESTMALZ 2022)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022

Tabla 4-2: Tabla de especificaciones de malta Viking Pale Ale Malt

Viking Pale Ale Malt			
Especificación	Unidad	Mínimo	Máximo
Contenido de humedad	%		5
Extracto molido fina, base seca	%	80.0	
Viscosidad (8.6%)	mPa s		
Friabilidad	%		
Vidriosidad	%		
Proteína, base seca	%		12.0
Nitrógeno amino libre	mg/l	130	
Índice de Kolbach	%	42	
Color del mosto	EBC	4	7
Clasificación > 2.5 mm	%	90.0	
Betaglucano	mg/l		200

Fuente: (Viking Malt 2022)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022

2.1.7. Molienda

La operación de molienda consiste en reducir el volumen de las partículas que se encuentran en la muestra sólida, obteniendo así varias unidades de la muestra con menor masa que la original, esto se logra gracias a la presión que ejerce la maquina trituradora.

2.1.8. Tipos de molienda

Según (Bolaños 2006, p. 14) existen 7 tipos de molienda:

- **Molienda simple:** Reduce todo el material en unidades que contengan una dimensión determinada, es decir, que no se considera la granulometría del grano.
- **Molienda forzada:** En la molienda forzada el grano debe almacenar una proporción de finos, que tienen que ser superiores al límite, esto quiere decir que el grano que pase por el proceso de molienda tiene que presentar una superficie máxima.
- **Molienda condicionada:** Este tipo de molienda el interés es conseguir una cantidad menor de los objetos super triturados, ya sea debido a que sea perjudicial.

- **Molienda formal:** La molienda formal consiste en fragmentación, donde dichas unidades van a contribuir en el valor del material obtenido.
- **Molienda diferencial:** Es un tipo de molienda llamada también selectiva, se aplica a los materiales que sean estructuralmente heterogéneos, permite que la reducción aumente de manera eficiente para así hacer selección por clasificación volumétrica.
- **Molienda criogena:** la fragmentación de sólidos que se genera con la molienda criogena son enfriados con nitrógeno líquido
- **Automolienda:** En este tipo de molienda el material que se va a someter a la operación se debe fragmentar, esto quiere decir que se muelen por consecuencia de la fricción recíproca que generan las unidades de material.

2.1.9. Molino

Molino es un equipo que tiene como objetivo o finalidad moler muestras de material, es decir, reduce el tamaño de la muestra, tratando así de obtener un diámetro homogéneo final, favoreciendo a la manipulación y almacenamiento de este. Teniendo en cuenta las características que presenta el material a moler se utilizan diferentes clases de molienda, en materiales duros se aplica presión e impacto, materiales frágiles se fractura y en el material tenaz se aplica corte y escisión. La molienda se puede realizar en vía seca o húmeda. El molino ejerce presión en el producto, el equipo gira en el eje horizontal y almacena los medios de molienda, estos denominados medios son unidades sueltas generadas en el proceso.

2.1.10. Tipos de molino

2.1.10.1. Molino de martillos

El molino de martillos está diseñado específicamente para lograr una molienda fina, la fuerza involucrada en este tipo de molino es fuerza de impacto y cizalla. El producto a moler que se encuentra en el interior del molino se impacta con los martillos que mediante la presencia de la fuerza centrífuga tienen una posición perpendicular, el producto choca con la cámara de desintegración, sufriendo así más impactos hasta alcanzar la granulometría deseada.

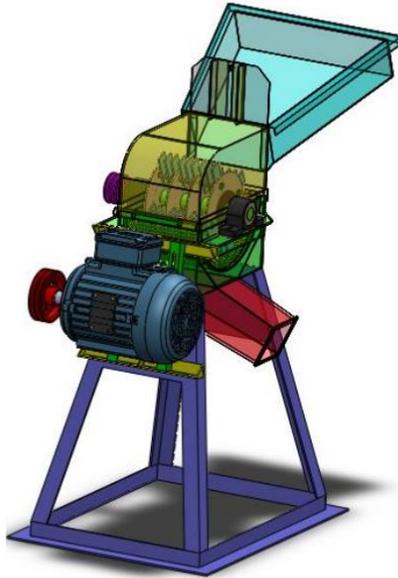


Ilustración 1-2. Molino de martillos

Fuente: (Bermeo 2014)

2.1.10.2. *Molino de bolas*

Molino en forma de cilindro giratorio, tiene una velocidad determinada y es un molino de trabajo continuo, en su interior contienen bolas de hierro o acero, es decir, debido a que las bolas caen producen choques en el interior del molino, es así que el producto a moler reduce su tamaño. La molienda puede ser por vía húmeda o seca de las materias abrasivas, duras y muy duras. La capacidad del molino de bolas va de 28% a 50%. Las partículas pequeñas se suspenden y arrastran por aire o agua (Salinas 2015, p. 42).

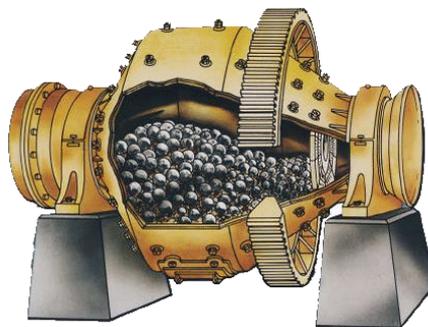


Ilustración 2-2. Molino de bolas

Fuente: (CarboSystem 2022).

2.1.10.3. *Molino de rodillos*

El molino de rodillos consiste en dos rodillos o más iguales generalmente de acero y están girando en su eje en la misma dirección y en algunos casos en dirección opuesta, el grano ingresa por la

tolva y es atrapada por los rodillos, son molidos gracias a la fuerza de compresión. El diámetro entre los rodillos se debe al tamaño y dureza del producto de partida, de la misma manera lo es la velocidad y el espacio que existe entre ellos.



Ilustración 3-2. Molino de rodillos

Fuente: (William's Brewing 2020).

2.1.10.4. *Molino de disco de frotamiento*

Este tipo de molino contiene discos que utilizan la fuerza de frotamiento y cizalla para la reducción de tamaño, es más utilizado en la industria alimenticia debido a que se obtiene una molienda fina, el tamaño de las partículas es muy pequeñas (Salas 2012, p. 22).



Ilustración 4-2. Molino de disco de frotamiento.

Fuente: (Salas 2012)

2.1.11. Tamizado

El tamizado es considerado uno de los métodos más importantes, utilizado para permitir retener partículas de diferentes tamaños según el propósito de cribado (Uriarte-Aceves, Rangel-Peraza y Sopade 2020, p. 2-3). Cribado se refiere al método de separación de partículas basado en su tamaño. En el tamizado en la parte superior se colocan los sólidos, se encuentran también los finos que son los que pasaran a través de las aberturas de la malla, mientras que las partículas más grandes no pasaran, es decir, permite el paso de partículas pequeñas y retiene las de mayor tamaño o rechazos (McCbe, Smith y Harriott 2007, p. 1049).

2.1.12. Eficiencia de un tamiz

La eficiencia de tamizado es la capacidad de la maquina tamizadora para obtener el tamaño de partícula deseada, la fracción deseada de separación del material fino del material grueso con la mayor precisión posible. Cuando el tamaño de la abertura de la malla es pequeño, la eficiencia es baja debido al tamaño de partícula, la menor probabilidad de entrada de finos y las partículas finas que se quedan en las partículas de desbordamiento, mientras que cuando la abertura de la malla es mayor, la eficiencia del tamizado es mayor debido a que las partículas tienen mayor probabilidad de entrada en el tamiz, cuando la abertura es mucho más grande, la eficiencia es menor a causa de la mayor probabilidad que tienen las partículas de penetrar cuando su tamaño es mayor que el tamaño de separación de la malla, entonces las partículas de tamaño inferior se mezclan con las grandes (Zhang et al. 2016, p. 1-2).

2.1.13. Tiempo de molienda

El tiempo de molienda hace referencia al tiempo total en el cual la materia prima permanece dentro del molino hasta cuando se haya alcanzado el diámetro final homogéneo, es decir, el tamaño de las partículas de materia prima deseado (Salinas 2015, p. 42).

2.1.14. Parámetros de funcionamiento

2.1.14.1. Potencia

Se debe tener en cuenta la potencia máxima necesaria para el proceso de molienda, esta se desarrolla cuando su volumen es de 50% y realiza el trabajo del molino y el tiempo de molienda

2.1.14.2. *Velocidad critica*

Velocidad de rotación en la que las fuerzas centrifugas igualan las fuerzas gravitatorias en la superficie interior de la cascara del molino

2.1.14.3. *Carga del molino*

La carga del molino está relacionada con la dureza del producto a moler y el peso de la misma, se debe tener en cuenta que mientras hay mayor peso de producto, existe menor tiempo de residencia.

2.1.15. *Leyes de desintegración mecánica*

2.1.15.1. *Ley de Rittinger*

La energía necesaria para reducir el tamaño de las partículas de un sólido es directamente proporcional al aumento del área superficial. Su objetivo es determinar que la eficiencia del sistema de molienda sea constante, mientras que para la materia prima y el molino sea independiente del tamaño de partícula (McCabe, Smith y Harriott 1993, p. 963).

$$E = \frac{P}{m} = K_r \left(\frac{1}{D_{pp}} - \frac{1}{D_{pa}} \right)$$

Donde:

E = Energía requerida por unidad de masa

K_r = Constante de Rittinger (m^3/s^2)

D_{pp} = Diámetro medio de las partículas del producto (m)

D_{pa} = Diámetro medio de las partículas alimentadas (m)

2.1.15.2. *Ley de Bond*

La Ley de Bond establece que la energía consumida es proporcional a la potencia 1,5 del tamaño de las partículas en lugar del cuadrado de la ley de Rittinger. El índice de trabajo de Bond no es únicamente una constante del material, sino que está influenciado por las condiciones de molienda (Trass 2011, p. 3-53).

$$E = \frac{P}{m} = Kb \left[\frac{1}{\sqrt{D_{pp}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{pa}}} \right]$$
$$Kb = \sqrt{100 \times 10^{-3} W_i} = 0.3162 W_i$$

Después de reemplazar:

$$E = \frac{P}{m} = 0.3162W_i \left[\frac{1}{\sqrt{D_{pp}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{pa}}} \right]$$

Donde:

Kb = Constante de Bond ($m^{5/2}/s^2$)

W_i = Energía necesitada para disminuir la alimentación hasta alcanzar 80% de su tamaño

E = Energía por unidad de masa

D_{pp} = Diámetro medio de las partículas del producto

D_{pa} = Diámetro medio de las partículas alimentadas

Índice de Bond

El índice de trabajo de Bond no es únicamente una constante del material, sino que está influenciado por las condiciones de molienda, generalmente se divide en pasos con una determinación W_i diferente para cada clase de tamaño.

Tabla 5-2: Descripción del material según su W_i

Descripción	Límite W_i (kWh/tm)
Muy blando	7,26
Blando	7,26 – 10,89
Medio	10,89 – 14,51
Duro	14,51 – 18,14
Muy duro	18,14 – 21,77
Extremadamente duro	21,77

Fuente: (Vargas 2010).

Realizado por: Cruz, Daniela

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del proyecto

El presente proyecto se va a realizar en la empresa Heisenbeer, la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba en las calles José María Egas y Ricardo Descalzi.

Tabla 1-3. Características geográficas del área de la empresa Heisenbeer.

Cantón	Riobamba
Parroquia	Lizarzaburu
Altitud	2754 msn
Latitud	1.65 ° S
Longitud	78.66 ° W
Clima	8 °C a 19 °C

Fuente: (Google Earth 2022)

Realizado por: Cruz, Daniela



Ilustración 1-3. Localización de la empresa Heisenbeer.

Realizado por: Cruz, Daniela. 2022

3.2. Metodología

Se fundamenta métodos teóricos y práctico experimental. Se inicia el proyecto con una recopilación de información de fuentes confiables, los cuales ayudan a definir conceptos fundamentales acerca de teorías, leyes y variables del proceso a utilizar, para posteriormente desarrollar la práctica experimental con un molino de rodillos existente en la empresa Heisenbeer, el desarrollo experimental proporciona datos necesarios para el diseño del sistema de molienda.

La metodología aplicada en este proyecto está basada en los métodos inductivo, deductivo y experimental.

3.2.1. *Inductivo*

A través de las pruebas realizadas en el laboratorio se determinó el tamaño de partícula de entrada y salida del molino, son las condiciones necesarias para empezar con el dimensionamiento del equipo, con ayuda de tamices se determinó la clasificación granulométrica del grano de malta a la entrada del molino siendo esta de 9 mm para obtener un diámetro final homogéneo de 0,508 m.

3.2.2. *Deductivo*

Para el diseño y dimensionamiento del sistema de molienda se requiere identificar los parámetros fundamentales de diseño, identificando sus variables, dimensiones y la selección de materiales.

3.2.3. *Experimental*

El método experimental del presente proyecto técnico se realizó con el molino existente en la empresa Heisenbeer, obteniendo datos y los análisis de granulometría de la materia prima.

3.3. Diagnóstico del molino de rodillos existente

El molino de rodillos con el que cuenta la empresa puede procesar hasta 50 kg/h teniendo una capacidad de la tolva de 7 lb, la necesidad de la empresa Heisenbeer es poder procesar más cantidad de materia prima por hora para optimizar el proceso, por tal motivo se realizó el diagnóstico basándose en el molino preexistente. Mediante el fabricante del equipo se obtuvo referencias acerca de las dimensiones y funcionamiento de este.

3.4. Selección del molino

Los molinos de malta son importantes en la calidad y consistencia del proceso de elaboración, los molinos más utilizados dentro de la industria cervecera son los molinos de rodillos. Los rodillos tienen el tamaño y la forma para garantizar un buen triturado, no muele el grano para convertirlo en harina, si el grano se muele o pulveriza mucho crea un desorden fangoso en su cuba de maceración, lo que puede provocar un macerado atascado y baja extracción, puede alterar el pH

de su mosto, liberando taninos de la cascara lo que produce una extracción de mal sabor, debido a ese problema el objetivo del molino es partir en la mitad al grano de malta. La empresa Heisenbeer cuenta con un molino de 2 rodillos moleteados de diamante, con una capacidad de 7 lb, fabricado con acero inoxidable 304, cuenta con 8 calibraciones del diámetro entre rodillos. En este proyecto técnico se selecciona un molino de tres rodillos, debido a que se requiere una mayor capacidad en la tolva, para una alimentación de 60 lb, con el fin de moler un saco de materia prima en una sola alimentación y optimizar el proceso de molienda para continuar con la cocción.

3.5. Material de laboratorio

Tabla 2-3. Materiales y equipos utilizados

Material/Equipo	Cantidad
Molino de 2 rodillos	1
Balanza analítica	1
Pie de rey	1
Torre de tamices	1

Fuente: Laboratorio de Biorremediación, ESPOCH.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

3.6. Selección de materiales

3.6.1. Acero inoxidable 304

El acero inoxidable 304 tiene aleación con níquel, cromo y carbono en bajo contenido. Una característica de este tipo de acero es que tiene buena resistencia a la corrosión y oxidación, es muy utilizado en la industria de alimentos especialmente en la elaboración de cerveza. Por tal motivo para este proyecto se decidió utilizar acero inoxidable 304 para el diseño del sistema de molienda de la empresa Heisenbeer.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE			SERIE 300		
			Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno	
DESIGNACIÓN	TIPO AISI		304	316	
	COMPOSICIÓN QUÍMICA		C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD)	(g/cm³)	7.9	7.95 - 7.98	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD	(N/mm²)	193,000	193,000	
	ESTRUCTURA		AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C	(J/Kg K)	500	500	
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C	(W/m K)	15 / 16	15 / 16	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C	(x 10⁻⁶ C⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	INTERVALO DE FUSIÓN	(C)	1398/1454	1371/1398	
	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO		AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO	
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C	(μΩm)	0.72 - 0.73	0.73 - 0.74	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		130150 / 180330	130185 / -	
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		7088 / 1035	7085 / -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rm (N/mm²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -	
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rp (N/mm²)	210 / 230	205410 / -	
	ELONGACIÓN (A₅) MIN	(%)	≥ 45		
	RESILIENCIA KCUL / KVL	(J/cm²)	160 / 180	160 / 180	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C	(N/mm²)	125 / 97 / 93	140 / 125 / 105
		RP(1) A 300C/400C/500C	(N/mm²)	147 / 127 / 107	166 / 147 / 127
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C	σ₁/10³/t (N/mm²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5	
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO	(OC)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	
	RECOCIDO INDUSTRIAL				
	TEMPLADO		NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE	
OTRAS PROPIEDADES	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL	(C)	1200 / 925	1200 / 925	
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE		925 / 840	925 / 840	
	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA	
OTRAS PROPIEDADES	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%	
	EMBUTICIÓN		MUY BUENA	BUENA	

* Son aceptables tolerancias de un 1%

Ilustración 2-3. Características del acero inoxidable.

Fuente: (Empresas Carbone 2022)

3.7. Caracterización a la materia prima con base a la norma NTE INEN 1 559

La caracterización de la materia prima juega un rol importante en el proceso de control de calidad del producto final, mediante la caracterización se determina de mejor manera los componentes, propiedades, características físicas y químicas.

Tabla 3-3. Características físicos y químicos del grano de cebada para consumo cervecero

Requisitos	Valor	Método De Ensayo
Humedad % (base húmeda)	12	NTE INEN 1 235
Impurezas % (máx.)	2	Numeral 8.2, literal h
Masa de 1000 granos, g(min) (base seca)	33	NTC 543
Proteínas % (base seca)	9-13	NTC 543
Extracto % (base seca)	78	NTC 1 434
Amilasa potencial, (°L=°Ap) (base seca)	130	NTC 1 379

Contenido de aflatoxinas, (B1), mg/kg	0,02	NTE INEN 1 563
---------------------------------------	------	----------------

Fuente: (NTE INEN 1 559 2004)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

3.8. Fórmulas

3.8.1. Humedad

$$H = (m_o - m_s) * \frac{100}{m_o}$$

Donde:

H = Humedad en porcentaje de masa

m_o = Masa de la muestra inicial (g)

m_s = Masa de la muestra seca (g)

3.8.2. Proteínas

$$\%P = 1,4 * f * V * N/m$$

Donde:

Donde:

$\%P$ = Porcentaje de proteína

f = factor para transformar el $\%N_2$ en proteína

V = Volumen de HCL

3.8.3. Densidad del grano

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

Donde:

ρ = Densidad (g/ml)

m = Masa (g)

v = Volumen inicial (ml)

3.8.4. Determinación de d_{80}

$$d_{80} = \frac{D_2 - D_1}{\log \%_2 - \log \%_1} \times \log 80 - \log \%_1 + D_1$$

Donde:

d_{80} = 80% de las partículas que pasa por el tamiz.

D_1 = Abertura de la malla del tamiz del diámetro 1

D_2 = Abertura de la malla del tamiz del diámetro 2

$\log \%_1$ = Logaritmo del porcentaje de pasante acumulado 1

$\log \%_2$ = Logaritmo del porcentaje de pasante acumulado 2

3.8.5. *Cálculo del grado de desintegración*

$$n = \frac{D_i}{D_f}$$

Donde:

n = Grado de desintegración

D_i = Diámetro inicial de la partícula alimentada (m)

D_f = diámetro final de las partículas de salida (m)

3.8.6. *Potencia del molino*

$$W = W_i * 10 \left[\frac{1}{\sqrt{D_f}} - \frac{1}{\sqrt{D_i}} \right]$$

Donde:

W = potencia

W_i = Índice de Bond

D_f = Diámetro final de la partícula de salida

D_i = Diámetro inicial de la partícula alimentada

3.8.7. *Esfuerzo de compresión*

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ = Fuerza de compresión (k/cm²)

F = Fuerza a la compresión (kgf)

A = Área (m²)

3.8.8. *Angulo de separación*

$$\alpha = 2 * \tan^{-1} \mu$$

Donde:

α = Angulo de separación entre cada rodillo

μ = Coeficiente de fricción

3.8.9. *Flujo volumétrico*

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

Donde:

Q = Flujo volumétrico, cantidad a triturar (m³/h)

\dot{m} = Flujo masico (kg/h)

ρ = Densidad (kg/m³)

3.8.10. *Diámetro y longitud de rodillos*

3.8.10.1. *Diámetro*

$$D_r = \frac{D_i \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - D_f}{1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

Donde:

D_r = Diámetro del rodillo

D_i = Diámetro inicial de partículas alimentadas

D_f = Diámetro final de partículas de salida

α = Angulo de separación

3.8.10.2. *Longitud de contacto*

$$l = \frac{D_r * A}{4}$$

l = Longitud de arco de contacto entre la malta y el rodillo

D_r = Diametro del rodillo

A = Angulo de contacto

3.8.10.3. Longitud de los rodillos

$$Q = 60\pi N D_r \cdot D_f \cdot l \text{ m}^3/\text{h}$$

3.8.11. Período de rotación

$$T = \frac{2\pi}{w}$$

Donde:

T = Período de rotación

w = Velocidad angular de los rodillos

3.8.12. Carga sobre los rodillos

$$q_c = \sigma_t \cdot l$$

Donde:

q_c = Carga unitaria (kg/cm)

σ_t = Resistencia a la ruptura (kg/cm²)

l = Longitud de rodillo (cm)

3.9. Validación del diseño a través de análisis económico

Para validar el diseño del sistema de molienda se hará mediante un análisis de factibilidad económica, utilizando los indicadores TIR y VAN para determinar si es viable invertir en el proyecto.

3.9.1. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno determina la rentabilidad que tiene un proyecto cuando el mismo se iguala a la suma de los desembolsos descontados a su inversión inicial en forma de porcentaje (Gitman et al. 2012, p. 372). Es la tasa de interés con la cual el VAN es igual a cero.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Donde:

Fn = Flujo de caja en el periodo n

n = Numero de periodos

i = Valor de la inversión inicial

3.9.2. Valor actual neto (VAN)

Valor monetario que es el resultado de la diferencia de los flujos descontados a la inversión inicial, es decir los valores de ingresos y gastos de inversión, el valor actual neto cuando es mayor o igual a cero se acepta la inversión, si es menor que cero se rechaza la inversión (Baca 2001, p. 213-214).

$$VAN_0 = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} + \frac{VR_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

I_o = Inversión inicial

n = Duración

t = Intervalo de tiempo

F_t = Flujo de caja

VR_n = Valor residual

i = Calculo del tipo de descuento en %

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la materia prima

Tabla 1-4. Características físicos y químicos del grano de cebada para consumo cervecero

Requisitos	Valor	Método De Ensayo
Humedad % (base húmeda)	0,287	NTE INEN 1 235
Impurezas % (máx.)	2	Numeral 8.2, literal h
Masa de 1000 granos, g(min) (base seca)	39,47	NTC 543
Proteínas % (base seca)	12,91	NTC 543
Extracto % (base seca)	76-78,5 57	NTC 1 434
Amilasa potencial, (°L=°Ap) (base seca)	124	NTC 1 379
Contenido de aflatoxinas, (B1), mg/kg	0,00255	NTE INEN 1 563

Fuente: (NTE INEN 1 559 2004)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

4.1.1. Cálculo de humedad

$$H = (150 - 149,5695) * \frac{100}{150}$$
$$H = 0,287\%$$

4.1.2. Cálculo de impurezas

El cálculo de impurezas se realizó con 200 g de muestra de malta, siguiendo la norma NTE INEN 1559:2004 numeral 8.2, literal h, se utilizaron los tamices de 4000, 2000, 355 y 250 µm respectivamente, obteniendo así un resultado de 4% de impurezas, debido a que no cumple con los estándares establecidos en la norma, se procede a realizar un segundo tamizado donde el resultado final de impurezas fue de 2%.

4.1.3. Determinación de masa de 1000 granos

Para determinar la masa, se deben pesar 1000 granos de malta en una balanza analítica, dándonos un resultado de 39,47 g, el cual si está dentro del rango de los requisitos que debe cumplir la malta

4.1.4. Proteínas

La determinación de proteínas primero se debe pesar 0,5 g de muestra, 0,2 g de Sulfato de Cobre y 1,8 de Sulfato de Sodio Anhidro. Agregando todos estos compuestos en un tubo y se añade 20 ml de ácido sulfúrico, después por 90 minutos trabaja en el equipo Macro Kjeldahl y se obtiene como resultado un porcentaje de proteínas de 12,91 %

$$\%P = 1,4 * 5,83 * 9 * 0,1/0,569$$

$$\%P = 12,91$$

4.2. Datos obtenidos

4.2.1. Análisis granulométrico

Las siguientes tablas representan el análisis granulométrico de cada muestra, el porcentaje de retenidos acumulados que tiene cada una y se trabaja con la distribución de tamaños del 80%.

Malta base

Tabla 2-4. Análisis granulométrico de Malta Base

Número de malla	Abertura de malla um	% Retenido parcial f(Xi)	% Retenido acumulado G(Xi)	%Pasante acumulado F(Xi)
5	4000	9,906	9,906	90,094
10	2000	73,585	83,491	16,509
35	500	5,189	88,679	11,321
50	355	0,000	88,679	11,321
60	250	9,434	98,113	1,887
fondo	7209,969	1,887	100,000	0,000

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de biorremediación, ESPOCH.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

Malta Caramel Munich II

Tabla 3-4. Análisis granulométrico de Malta Caramel Munich II

Número de malla	Abertura de malla	% Retenido parcial f(Xi)	% Retenido acumulado G(Xi)	%Pasante acumulado F(Xi)
5	4000	5,224	5,224	94,776
10	2000	79,104	84,328	15,672
35	500	12,687	97,015	2,985
50	355	0,746	97,761	2,239
60	250	0,746	98,507	1,493
fondo		1,493	100,000	0,000

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de biorremediación, ESPOCH.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

Viking Pale Ale Malt

Tabla 4-4. Análisis granulométrico de Viking Pale Ale Malt

Número de malla	Abertura de malla um	% Retenido parcial f(Xi)	% Retenido acumulado G(Xi)	%Pasante acumulado F(Xi)
5	4000	8,543	8,543	91,457
10	2000	76,884	85,427	14,573
35	500	10,050	95,477	4,523
50	355	1,005	96,482	3,518
60	250	1,005	97,487	2,513
fondo	6814	2,513	100,000	0,000

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de biorremediación, ESPOCH.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

4.2.2. Diámetros iniciales de las muestras

Las presentes tablas indican los diámetros iniciales y finales obtenidos de manera experimental después de un proceso de molienda.

Tabla 5-4. Diámetros iniciales de la materia prima

Muestra	Diámetro inicial (mm)
Malta base	8,65
Malta Caramel Munich II	9,6
Malta Vikings	8,7

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de biorremediación, ESPOCH.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

4.2.3. Diámetros finales de las muestras

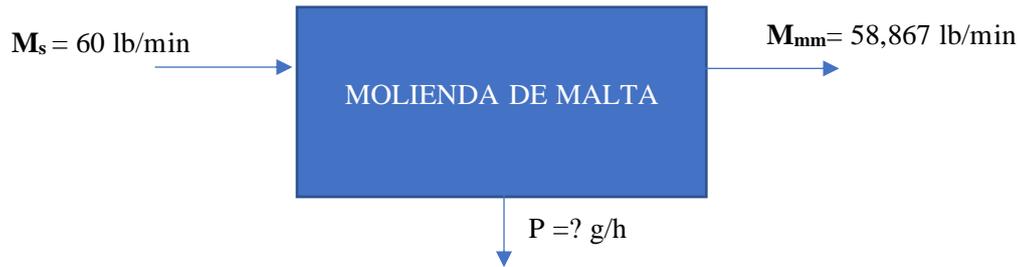
Tabla 6-4. Diámetro final de la materia prima

Muestra	Diámetro final (mm)
Malta base	5
Malta Caramel Munich II	4,9
Malta Vikings	5,35

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio de biorremediación, ESPOCH.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

4.3. Balance de masa



Donde:

M_s = masa de malta seca

M_{mm} = masa malta molida

P = masa de la malta

$$M_s = P + M_{mm}$$

$$P = (60 - 58,867) \text{ lb/min}$$

$$P = 1,133 \text{ lb/min}$$

4.4. Rendimiento de la molienda

$$\%Rendimiento = \frac{M_{mm}}{M_s} * 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{58,867 \text{ lb/min}}{60 \text{ lb/min}} * 100$$

$$\%Rendimiento = 98,1\%$$

4.5. Diseño del molino

4.5.1. Molino de rodillos

El diseño del molino está formado por tres rodillos moleteado, girando cada rodillo en dirección opuesta, el objetivo de este equipo es adecuar la materia prima utilizada para la elaboración de cerveza artesanal en la empresa Heisenbeer. El proceso realizado por el molino para la molienda de malta es atrapar y arrastrar el grano que pasa entre los rodillos, sometiéndolos a una fuerza de compresión que tritura al grano, obteniendo así el tamaño deseado del grano.

4.5.2. Densidad del grano

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

4.5.2.1. Malta base

$$\rho = \frac{20 \text{ g}}{20 \text{ ml}}$$
$$\rho = 1 \text{ g/ml}$$

4.5.2.2. Malta Caramel Munich II

$$\rho = \frac{20 \text{ g}}{19,5 \text{ ml}}$$
$$\rho = 1,025 \text{ g/ml}$$

4.5.2.3. Viking Pale Ale Malt

$$\rho = \frac{20 \text{ g}}{19 \text{ ml}}$$
$$\rho = 1,05 \text{ g/ml}$$

4.5.2.4. Densidad promedio del grano

$$\rho = \frac{(1 + 1,025 + 1,05) \text{ g/ml}}{3}$$
$$\rho = 1,025 \text{ g/ml}$$

4.5.3. Determinación de d80

4.5.3.1. D80 de Malta base

$$D_{80} = \frac{2 - 4}{\log 16,509 - \log 99,094} \times \log 80 - \log 90,094 + 4$$
$$D_{80} = 6,93 \text{ mm}$$

4.5.3.2. Malta Caramel Munich II

$$D_{80} = \frac{2 - 4}{\log 7,614 - \log 94,416} \times \log 80 - \log 94,416 + 4$$
$$D_{80} = 5,506 \text{ mm}$$

4.5.3.3. Viking Pale Ale Malt

$$D_{80} = \frac{2 - 4}{\log 14,573 - \log 91,457} \times \log 80 - \log 91,457 + 4$$
$$D_{80} = 6,810 \text{ mm}$$

4.5.4. Determinación del coeficiente de variación

$$CV = \frac{100D_{16} - D_{84}}{2D_{50}}$$
$$D_{84} = \left[\frac{2 - 4}{\log(16,509) - \log(90,094)} \times \log(84) - \log(90,094) \right] + 4$$
$$D_{84} = 7,26 \text{ mm}$$
$$D_{16} = \left[\frac{0,5 - 2}{\log(11,321) - \log(16,509)} \times \log(16) - \log(16,509) \right] + 2$$
$$D_{16} = 11,80 \text{ mm}$$
$$D_{50} = \left[\frac{2 - 4}{\log(16,509) - \log(90,094)} \times \log(50) - \log(90,094) \right] + 4$$
$$D_{50} = 6,655 \text{ mm}$$
$$CV = \frac{100 * (11,80) - (7,26)}{2(6,655)}$$
$$CV = 88,11$$

4.5.5. Curva granulométrica

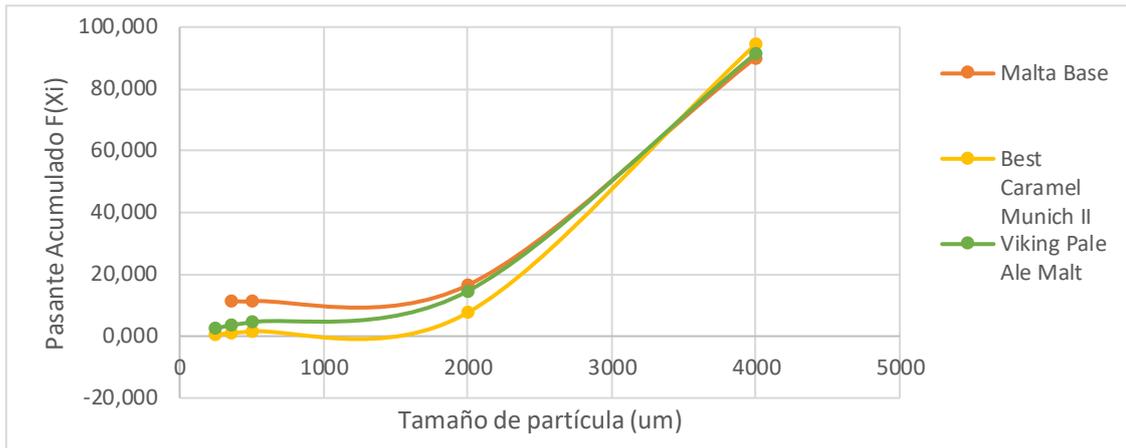


Ilustración 1-4. Curva granulométrica de maltas.

Realizado por: Cruz, Daniela. 2022

4.5.6. Cálculo del grado de desintegración

4.5.6.1. Grado de desintegración de malta base

$$n_{mb} = \frac{0,00865 \text{ m}}{0,005 \text{ m}}$$

$$n_{mb} = 1,73$$

4.5.6.2. Grado de desintegración de Malta Caramel Munich II

$$n_c = \frac{0,009625 \text{ m}}{0,0049 \text{ m}}$$

$$n_c = 1,96$$

4.5.6.3. Grado de desintegración de Viking pale ale malt

$$n_v = \frac{0,00878 \text{ m}}{0,00535 \text{ m}}$$

$$n_v = 1,64$$

4.5.6.4. Grado de desintegración promedio de las maltas

$$n_p = n_{mb} + n_c + n_v$$

$$n_p = 1,73 + 1,96 + 1,64$$

$$n_p = 5,334$$

4.5.7. *Potencia del molino*

$$W = W_i * 10 \left[\frac{1}{\sqrt{D_f}} - \frac{1}{\sqrt{D_i}} \right]$$

$$W = 10,89 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{Tm}} \right) * 10 \left[\frac{1}{\sqrt{5080\mu\text{m}}} - \frac{1}{\sqrt{8650\mu\text{m}}} \right]$$

$$W = 0,36 \text{ kw} = 0,48 \text{ HP}$$

$$W = 0,48 * 0,20 = 0,1 + 0,48$$

$$W = 0,58 \text{ HP}$$

La potencia que requiere el molino de rodillos destinado para la molienda de malta de cebada para la producción de cerveza en la empresa Heisenbeer es teóricamente de 1/2 HP, pero por factor de seguridad y funcionamiento se trabaja con el 20% de seguridad y nos da de 0,58 debido a que en el mercado comercial no existen motores de 0,58 HP, se selecciona su valor más cercano que es de ¾ HP.

4.5.8. *Diseño de rodillos*

4.5.8.1. *Numero de rodillos*

En el diseño del sistema de molienda se establecen tres rodillos ubicados uno al lado de otro de forma paralela, debido al flujo masico con el que se alimentara la tolva el cual es de 60 lb, con el objetivo de optimizar tiempo en la molienda de materia prima. Considerando que el diámetro de las partículas alimentadas es de 8,65 mm y el diámetro de salida después de la molienda es de aproximadamente 5,08 mm.

4.5.9. *Esfuerzo de compresión*

Área

$$A = D * \pi$$

$$D = (2 * 4,5) \text{ mm}$$

$$D = 9 \text{ mm}$$

$$A = 9 * 3,14$$

$$A = 28,27 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,2827 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{10,7 \text{ Kgf}}{0,2827 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma = 37,85 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

4.5.10. Angulo de separación

$$\alpha = 2 * \tan^{-1} \mu$$

$$\alpha = 2 * \tan^{-1}(0,4)$$

$$\alpha = 43,60^\circ$$

4.5.11. Flujo volumétrico

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

$$Q = \frac{100 \text{ kg/h}}{1025 \text{ kg/m}^3}$$

$$Q = 0,097 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.5.12. Diámetro y longitud de rodillos

4.5.12.1. Diámetro

$$D_r = \frac{D_i \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - D_f}{1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$D_r = \frac{8,65 \cdot \cos\left(\frac{43,60}{2}\right) - 5,08}{1 - \cos\left(\frac{43,60}{2}\right)}$$

$$D_r = 41,27 \text{ mm}$$

Para el diseño se considera 60 mm de diámetro de los rodillos para facilitar la construcción y también teniendo en cuenta las medidas del molino existente en la empresa.

4.5.12.2. Longitud de contacto

$$l_c = \frac{D_r * A}{4}$$

$$l_c = \frac{60 * 0,31}{4}$$

$$l_c = 4,65 \text{ mm}$$

4.5.12.3. Longitud de los rodillos

$$Q = 60\pi N D_r \cdot D_f \cdot l \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0,419 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$N = 7 \text{ rpm}$$

$$l = \frac{0,097 \text{ m}^3/\text{h}}{60\pi * 7 * 0,06 * 0,00508}$$

$$l = 0,24 \text{ m}$$

$$l = 240 \text{ mm}$$

4.5.13. Distancia entre centros

Para calcular la distancia se debe tener en cuenta el diámetro de las partículas iniciales y el diámetro final de la partícula que tiene un promedio de 0,508 mm. Según Arreaga (2021), el diámetro debe cumplir la relación $D > 18$, y para la distancia entre los rodillos se considera las $\frac{3}{4}$ partes del diámetro final de la partícula.

$$D > 18 (8,65 - 3,81)$$

$$D = 86,22 \text{ mm}$$

Se considera una distancia de 90 mm entre los centros de los rodillos.

4.5.14. Periodo de rotación

$$T = \frac{2\pi}{30 \text{ rpm}}$$

$$T = \frac{2\pi}{30 \text{ rpm}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} * \frac{1 \text{ rev}}{2\pi} = 2 \text{ s}$$

4.5.15. Carga sobre los rodillos

La carga en los rodillos considera la resistencia de ruptura, teniendo en cuenta que el material con el que se va a trabajar es acero inoxidable 304.

$$q_c = 37,85 * 24$$

$$q_c = 908,4 \text{ kg/cm}$$

4.5.16. Diseño de la tolva

La tolva de alimentación es por donde ingresa la materia prima para la molienda, para el diseño de la tolva se debe tener en cuenta la longitud de 24 mm y el diámetro de los rodillos de 60 mm, para definir las dimensiones de longitud, altura y ancho de la tolva

$$1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{100 \text{ kg}}{\text{Vol}}$$

$$\text{Vol} = \frac{100 \text{ kg}}{1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{Vol} = 0,09756 \text{ m}^3$$

El largo de entrada a la tolva, el volumen y el ancho sirven para determinar las dimensiones, donde:

L_e = Largo de entrada

A_e = Ancho de entrada

$$L_e = 1,5 * 240 \text{ mm}$$

$$L_e = 360 \text{ mm}$$

$$A_e = 2,5 * 120 \text{ mm}$$

$$A_e = 300 \text{ mm}$$

$$V_1 = 240 * 120 * h$$

$$V_1 = 28800 \text{ mm}^2 * h$$

$$V_2 = \frac{300 - 120}{2} * 360 * h$$

$$V_2 = 32400 \text{ mm}^2 * h$$

$$V_3 = \frac{360 - 240}{2} * 120 * h$$

$$V_3 = 7200 \text{ mm}^2 * h$$

$$V_T = 28800 \text{ mm}^2 * h + 2 * 32400 \text{ mm}^2 * h + 2 * 7200 \text{ mm}^2 * h$$

$$V_T = 108000 \text{ mm}^2 * h$$

$$0,09756 \text{ m}^3 = h * 0,108 \text{ m}^2$$

$$h = \frac{0,09756 \text{ m}^3}{0,108 \text{ m}^2}$$

$$h = 0,903 \text{ m}$$

$$h = 903 \text{ mm}$$

Se decidió utilizar láminas de acero 304 para su diseño de 2 mm de espesor. Se utiliza esta clase de acero debido a que es ideal para aplicaciones en la industria alimentaria y cervecera.

4.5.17. Ejes de acero

Los ejes de acero inoxidable, es aquella pieza que transforma en fuerza la rotación del motor, se eligió un diámetro de 1”.

4.5.18. Diseño de la chumacera

Para la chumacera se utiliza una de pared 1’, su función es soportar al eje, para el diseño de molienda se escogió una chumacera de brida ovalada de hierro fundido.

Tipo de Alojamiento Material : Hierro Fundido		Cubierta	Tipo de Rodamiento					
			 UC	 UEL REL	 UK	 AS AR	 AEL JEL	 CS
Tipo brida cuadrada		—	UCF	UELF RELF	UKF	ASF ARF	AELF JELF	—
	Acero	S(M)-UCF	—	S(M)-UKF	S(M)-ASF S(M)-ARF	—	—	
	Hierro fundido	C(M)-UCF	—	C(M)-UKF	C(M)-ASF C(M)-ARF	—	—	
Tipo brida cuadrada con borde para montaje		—	UCFS	UELFS	UKFS	—	—	—
	Hierro fundido	C(M)-UCFS	—	C(M)-UKFS	—	—	—	
Tipo brida redonda con borde para montaje		—	UCFC	UELFC RELFC	UKFC	ASFC ARFC	AELFC JELFC	—
	Acero	S(M)-UCFC	—	S(M)-UKFC	S(M)-ASFC S(M)-ARFC	—	—	
	Hierro fundido	C(M)-UCFC	—	C(M)-UKFC	C(M)-ASFC C(M)-ARFC	—	—	
Tipo brida ovalada		—	UCFL	UELFL RELFL	UKFL	ASFL ARFL	AELFL JELFL	—
	Acero	S(M)-UCFL	—	S(M)-UKFL	S(M)-ASFL S(M)-ARFL	—	—	
	Hierro fundido	C(M)-UCFL	—	C(M)-UKFL	C(M)-ASFL C(M)-ARFL	—	—	
Tipo brida cuadrada		—	UCFU	UELFU RELFU	UKFU	ASFU ARFU	AELFU JELFU	—
Tipo brida ovalada		—	UCFLU	UELFLU RELFLU	UKFLU	ASFLU ARFLU	AELFLU JELFLU	—
Tipo brida ovalada modificada		—	UCFA	UELFA RELFA	UKFA	ASFA ARFA	AELFA JELFA	—
	Acero	S(M)-UCFA	—	S(M)-UKFA	S(M)-ASFA S(M)-ARFA	—	—	
Tipo brida ovalada liviana		—	—	—	—	ASFB ARFB	AELFB JELFB	CSFB
		—	—	—	—	ASFD ARFD	AELFD JELFD	—
Tipo brida ovalada modificada		—	UCFH	UELFH RELFH	UKFH	ASFH ARFH	AELFH JELFH	—

Ilustración 2-4. Tipos de chumaceras.

Fuente: (NTN Corporation 2009)

4.5.19. Diseño del piñón

El piñón encaja con el eje, por ende, tendrá un diámetro interno de 1". Para calcular su diámetro externo se considera el diámetro interno.

$$D_{ext} = 2.5D_{ip}$$

Donde:

D_{ext} = Diámetro externo del Piñón

D_{ip} = Diámetro interno del piñón

$$D_{ext} = 2.5 * 25,4$$

$$D_{ext} = 63,5 \text{ mm}$$

Paso del piñón

$$p = \frac{D_{ext}}{\# \text{ dientes}}$$

$$p = \frac{63,5}{10}$$

$$p = 6,35 \approx 6,4$$

PIÑONES SPROCKETS		5/8"x3/8" 10B-1-2-3		Z	d _e	d _p	Simple				Doble				Triple			
For roller chains		s/ DIN 8187 ISO/R 606					d _m	D ₁	A	Kg.	d _m	D ₁	A	Kg.	d _m	D ₁	A	Kg.
8	47	41,48	25	10	25	0,12	25	12	40	0,19	25	12	55	0,27	30	12	55	0,38
9	52,4	44,42	30	10	25	0,16	30	12	40	0,27	30	12	55	0,38	35	12	55	0,47
10	57,5	51,37	35	10	25	0,22	35	12	40	0,36	35	12	55	0,47	40	12	55	0,56
11	63	56,34	37	12	30	0,29	39	16	40	0,43	39	16	55	0,61	44	16	55	0,78
12	68	61,34	42	12	30	0,37	44	16	40	0,55	44	16	55	0,78	49	16	55	0,96
13	73	66,32	47	12	30	0,46	49	16	40	0,68	49	16	55	0,96	54	16	55	1,15
14	78	71,34	52	12	30	0,56	54	16	40	0,82	54	16	55	1,15	59	16	55	1,37
15	83	76,36	57	12	30	0,67	59	16	40	0,97	59	16	55	1,37	64	16	55	1,72
16	88	81,37	60	12	30	0,76	64	16	45	1,26	64	16	60	1,72	69	16	60	1,99
17	93	86,39	60	12	30	0,88	69	16	45	1,46	69	16	60	1,99	74	16	60	2,27
18	98,3	81,42	70	14	30	1,01	74	16	45	1,67	74	16	60	2,27	79	16	60	2,58
19	103,3	96,45	70	14	30	1,15	79	16	45	1,9	79	16	60	2,58	84	16	60	2,91
20	108,4	101,49	75	14	30	1,21	84	16	45	2,14	84	16	60	2,91	89	16	60	3,12
21	113,4	106,52	75	16	30	1,35	85	16	45	2,27	85	20	60	3,12	90	20	60	3,48
22	118	111,55	80	16	30	1,41	90	16	45	2,54	90	20	60	3,48	95	20	60	3,86
23	123,4	116,58	80	16	30	1,47	95	16	45	2,82	95	20	60	3,86	100	20	60	4,25
24	128,3	121,62	80	16	30	1,54	100	16	45	3,11	100	20	60	4,25	105	20	60	4,67
25	134	126,66	80	16	30	1,6	105	16	45	3,15	105	20	60	4,67	110	20	60	5,1
26	139	131,70	85	20	35	1,96	110	20	45	3,74	110	20	60	5,1	115	20	60	5,43
27	144	136,75	85	20	35	2,04	110	20	45	3,94	110	20	60	5,43	120	20	60	5,9
28	148,7	141,78	90	20	35	2,25	115	20	45	4,28	115	20	60	5,9	125	20	60	6,25
29	153,8	146,83	90	20	35	2,33	115	20	45	4,5	115	20	60	6,25	130	20	60	6,65
30	158,8	151,87	90	20	35	2,41	120	20	45	4,87	120	20	60	6,65	135	20	60	7,18
31	163,9	156,92	95	20	35	2,64	120	20	45	5,1	120	20	60	7,18	140	20	60	7,56
32	168,9	161,95	95	20	35	2,73	120	20	45	5,34	120	20	60	7,56				

PIÑÓN	SPROCKET	mm
Radio diente	Tooth radius	r3 16
Ancho curva	curve width	C 1,6
Ancho diente	Tooth width	B1 9,1
Ancho diente	Tooth width	b1 9
Ancho diente	Tooth width	B2 25,5
Ancho diente	Tooth width	B3 42,1

Ilustración 3-4. Especificación de piñones

Fuente: (Causar [sin fecha])

4.5.20. Diseño de la cadena

El diseño de la cadena de transmisión se lo hace considerando los piñones, para este proyecto se ha decidido usar la cadena de serie ASA. NORMA ANSI B 29.1 DIN 8188.

$$L_c = 2(200\text{mm}) + \pi D_{\text{ext}}$$

$$L_c = 2(200\text{mm}) + \pi(63,5\text{mm})$$

$$L_c = 599,5 \text{ mm}$$

Se considera una longitud de la cadena de 800 mm debido al diámetro y longitud de los rodillos.

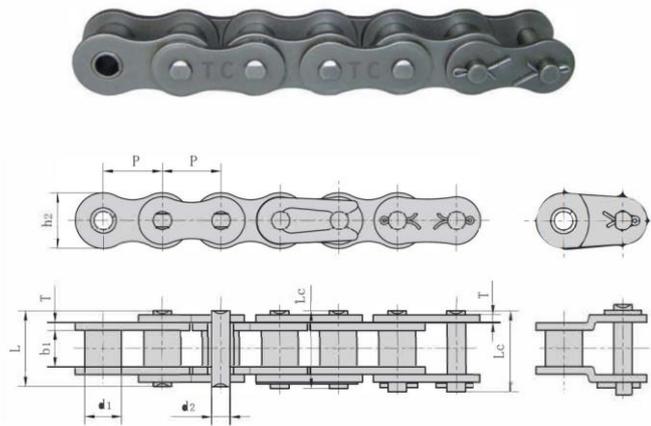


Ilustración 4-4. Cadena ANSI B 29.1 DIN 8188

Fuente: (Norma Europea BS 228 DIN 8187 2022)

Ref.	PASO (mm.)	PASO (pulg.)	Ancho Interior	Ø Rod.	Ø Eje	Gruoso Mallas		Ancho Entre Filas e	Ancho max. S/ejes F1	Ancho total cadena F	Superf. Articul. cm2.	Carga de Rotura Kp.	Peso por metro Kg/mtr.
						S1	S2						
ASA	P	P	b1	d2	d1								
04C	6,35	1/4	3,18	3,30	2,30	0,73	0,73	--	8,00	12,50	0,11	450	0,140
06C	9,525	3/8	4,77	5,08	3,59	1,25	1,25	--	11,90	17,50	0,27	1050	0,330
08A-1	12,70	1/2	7,95	7,92	3,96	1,50	1,50	--	16,30	21,50	0,45	1850	0,640
10A-1	15,875	5/8	9,53	10,16	5,08	2,00	2,00	--	20,10	26,50	0,71	2900	1,060
12A-1	19,05	3/4	12,70	11,91	5,94	2,40	2,40	--	28,00	32,00	0,97	3900	1,580
16A-1	25,4	1	15,88	15,88	7,92	3,20	3,20	--	35,30	44,50	1,76	6700	2,610
20A-1	31,75	1 1/4	19,05	19,05	9,53	4,20	4,20	--	43,40	55,50	2,58	11000	3,800
24A-1	38,10	1 1/2	25,40	22,23	11,10	4,80	4,80	--	53,40	67,00	3,90	15500	5,550
28A-1	44,45	1 3/4	25,40	25,40	12,70	5,60	5,60	--	56,40	74,00	4,67	21000	7,700
32A-1	50,80	2	31,75	28,58	14,27	6,30	6,30	--	68,50	85,50	6,40	26500	10,000
40A-1	63,50	2 1/2	38,10	39,67	19,84	8,00	8,00	--	76,50	111,00	10,85	43000	16,690
06C-2	9,525	3/8	4,77	5,08	3,59	1,25	1,25	10,13	22,00	28,50	0,54	2100	0,650
08A-2	12,70	1/2	7,95	7,92	3,96	1,50	1,50	14,38	30,70	37,50	0,90	3700	1,280
10A-2	15,875	5/8	9,53	10,16	5,08	2,00	2,00	18,11	38,20	46,50	1,42	5800	2,100
12A-2	19,05	3/4	12,70	11,91	5,94	2,40	2,40	22,78	51,20	57,00	1,94	7800	3,150
16A-2	25,4	1	15,88	15,88	7,92	3,20	3,20	29,29	61,40	77,00	3,60	13400	5,190
20A-2	31,75	1 1/4	19,05	19,05	9,53	4,20	4,20	35,76	79,20	95,00	5,16	22000	7,700
24A-2	38,10	1 1/2	25,40	22,23	11,10	4,80	4,80	45,44	98,90	117,00	7,80	31000	11,100
28A-2	44,45	1 3/4	25,40	25,40	12,70	5,60	5,60	48,87	105,40	128,00	9,34	42000	15,400
32A-2	50,80	2	31,75	28,58	14,27	6,30	6,30	58,55	127,10	150,00	12,80	53000	20,000
40A-2	63,50	2 1/2	38,10	39,67	19,84	8,00	8,00	71,55	148,00	190,00	21,70	86000	33,000
06C-3	9,525	3/8	4,77	5,08	3,59	1,25	1,25	10,13	32,20	39,50	0,81	3150	0,950
08A-3	12,70	1/2	7,95	7,92	3,96	1,50	1,50	14,38	45,10	53,50	1,35	5550	1,900
10A-3	15,875	5/8	9,53	10,16	5,08	2,00	2,00	18,11	56,30	66,50	2,13	8700	3,140
12A-3	19,05	3/4	12,70	11,91	5,94	2,40	2,40	22,78	70,70	82,00	2,91	11700	4,710
16A-3	25,4	1	15,88	15,88	7,92	3,20	3,20	29,29	90,60	110,00	5,28	20100	7,760
20A-3	31,75	1 1/4	19,05	19,05	9,53	4,20	4,20	35,76	115,00	134,00	7,74	33000	11,500
24A-3	38,10	1 1/2	25,40	22,23	11,10	4,80	4,80	45,44	144,40	167,00	11,70	46500	16,600
28A-3	44,45	1 3/4	25,40	25,40	12,70	5,60	5,60	48,87	154,30	181,50	18,00	63000	23,000
32A-3	50,80	2	31,75	28,58	14,27	6,30	6,30	58,55	185,60	214,50	19,20	79500	30,000
40A-3	63,50	2 1/2	38,10	39,67	19,84	8,00	8,00	71,55	219,50	268,00	32,55	129000	49,310

Ilustración 5-4. Especificación de la cadena ANSI B 29.1 DIN 8188

Fuente: (Norma Europea BS 228 DIN 8187 2022)

4.5.21. Diseño de templador

El templador es un elemento importante dentro del diseño de sistema de molienda, este tiene diferentes materiales.

4.5.21.1. Esparrago

El esparrago ayuda a evitar fugas debido a que deforma el empaque de la unión de brida, por tal motivo se ha decidido utilizar la norma ASTM A 193, esparrago B8M clase 2, AISI 316.

Tabla 7-4. Composición química de esparrago AISI 316.

Elemento	B7 (AISI 4140) %	B8 (AISI 304) %	B8M (AISI 316) %	B16 (AISI 4140) %
Carbón	0,37 – 0,49	0,08 max	0,08 max	0,36 – 0,47
Manganeso	0,65 – 1,10	2 max	2 max	0,45 – 0,70
Fosforo	0,035	0,045	0,045	0,035
Azufre	0,040	0,030	0,030	0,04
Silicio	0,15 – 0,35	1 max	1 max	0,15 – 0,35
Cromo	0,75 – 1,20	18 - 20	16 – 18	0,80 – 1,15
Niquel	--	8 – 11	10 - 14	--
Molibdeno	0,15 – 0,25		2 – 3	0,50 – 0,65
Vanadio	--	--	--	0,25 – 0,35
Aluminio	--	--	--	0,05

Fuente: (Flexilatina 2023)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

4.5.21.2. Tuercas

Tabla 8-4. Tuerca y arandela recomendada según el grado de tornillo

Grado de tornillo	Tuerca	Arandela
B7	A194 Grado 2H	F436
B8 Clase 1	A194 Grado 8	SS304 o SS316
B8M Clase 1	A194 Grado 8M	SS316
B8 Clase 2	A194 Gr. 8 o Gr. 8 CL. 2	SS304 o 22316
B8M Clase 2	A194 Gr. 8M o Gr. 8M CL. 2	SS316

Fuente: (Flexilatina 2023)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

La tuerca que se va a utilizar en el presente proyecto es A194 Grado 8, una tuerca de 3/4”.

4.5.21.3. *Sujetador de templador*

El material del sujetador sera acero inoxidable 304. Ver ilustración 2-3.

4.5.22. *Diseño de polea y banda*

4.5.22.1. *Polea*

La polea sé que utilizara para el motor del diseño del sistema de molienda tiene que ser dos veces más que el diámetro, entonces este será 3”, mientras que para el reductor será una polea de 6”.

4.5.22.2. *Banda*

La banda depende del diámetro de la polea menor, se escogerá una banda en V ranurada de transmisión de potencia. Considerando que las condiciones de trabajo serán normal, es decir, sobrecarga máxima, momentánea o carga en el arranque inicial con 6 a 16 horas diarias, el factor de corrección para este tipo de trabajo es de 1,2.

4.5.22.3. *El trabajo de potencia y velocidad de la banda*

$$P_w = 1,2 * P$$

Donde:

P_w = Potencia de trabajo

P = Potencia del motor (hp)

$$P_w = 1,2 * \frac{3}{4} HP$$

$$P_w = 0,9 HP$$

$$V_b = \frac{\pi w D_p}{12}$$

Donde:

V_b = Velocidad de la banda (m/s)

w = Velocidad angular (rpm)

D_p = Diámetro de la polea (in)

$$V_b = \frac{\pi * 30 rpm * 3}{12}$$

$$V_b = 23,56 in/min$$

$$V_b = 0,010 \text{ m/s}$$

4.5.22.4. Fuerza ejercida

$$F_p = \frac{T}{V_b}$$

Donde:

F_p = Fuerza ejercida por la polea (N)

V_b = Velocidad de la banda (m/s)

T = Fuerza (Nm)

$$F_p = \frac{10 \text{ Nm}}{0,010 \text{ m/s}}$$

$$F_p = 1000 \text{ N}$$

4.5.23. Diseño del motor

El motor con el cual se trabajará en el molino será un motor 3/4 HP de la marca WEG.

Tabla 9-4. Especificaciones del motor

Marca	WEG
Modelo	Abierto
Potencia HP	3/4
Potencia KW	2,535421327
Tensión	110/220
Tipo Carcasa	D56
Medida Eje	15,87
RPM	1800
Polos	4
Tolerancia %	15
Temperatura	130

Fuente: (WEG 2023)

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

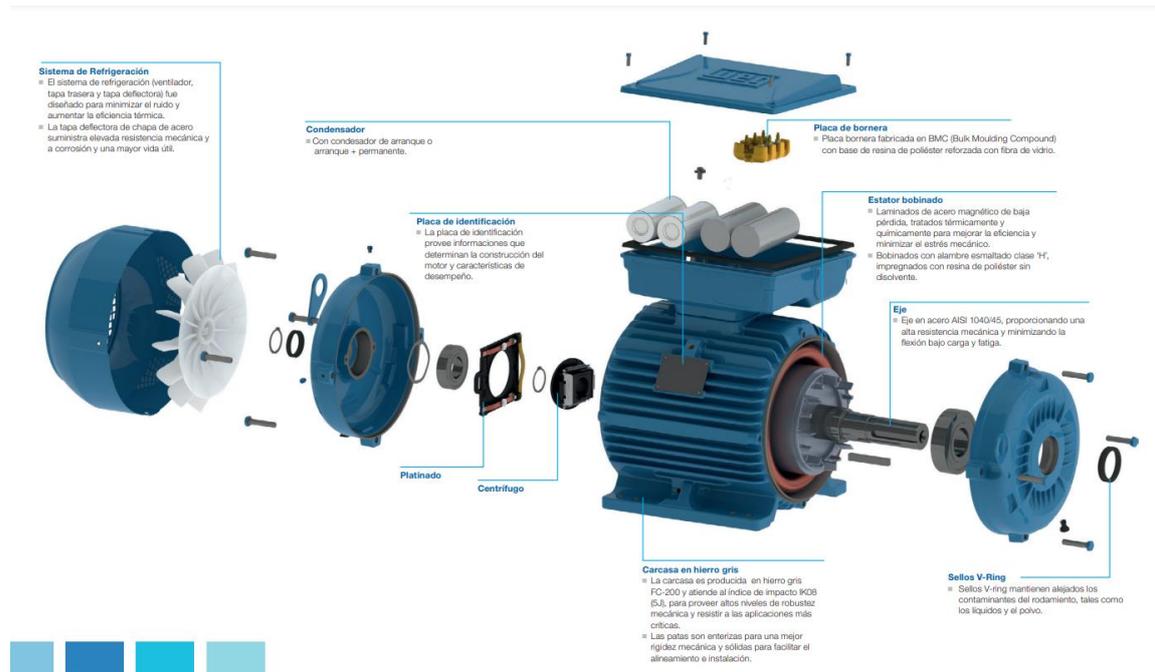


Ilustración 6-4. Diseño de los componentes del motor

Fuente: (WEG 2023)

4.5.24. Diseño del reductor

El reductor seleccionado debe tener capacidad térmica a 3/4Hp, el motor reductor corona sin fin es el más utilizado debido a su precio, es más económico y tiene más demanda en comparación a otros reductores.

Potencia Entrada	Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento l	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos		
KW	HP	(RPM)	(i)	(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página		
0,55 kW	0,75 HP	5,3	265,00	2422	0,75	1,15	645	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
		6,1	232,50	2422	0,75	1,25	600	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
		7,3	195,00	2422	0,75	1,50	507	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
		8,6	165,33	2422	0,75	1,70	443	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
		9,4	150,00	2422	0,75	1,85	405	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
		6,4	222,00	24FR	0,75	1,20	506	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
		7,3	193,54	24FR	0,75	1,30	457	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
		8,0	176,46	24FR	0,75	1,40	435	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
		9,4	150,85	24FR	0,75	1,50	401	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
		10,3	137,56	24FR	0,75	1,75	346	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
		12,7	111,00	24FR	0,75	1,60	316	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
		14,9	94,84	24FR	0,75	2,30	260	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
16,4	86,53	24FR	0,75	2,05	250	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51		
18,1	78,30	24FR	0,75	2,75	218	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51		
20,3	69,79	24FR	0,75	2,55	205	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51		
24,6	57,61	24FR	0,75	3,05	171	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51		
26,4	53,68	24FR	0,75	2,55	163	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51		
31,9	44,32	24FR	0,75	3,05	137	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51		
37,1	38,18	24FR	0,75	2,55	120	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51		
44,9	31,52	24FR	0,75	3,05	100	1415	755	430	50	pag 41	pag 50-51		
53,5	26,45	24FR	0,75	3,65	85	1415	755	430	50	pag 41	pag 50-51		
12,7	111,00	23FR	0,75	1,00	304	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51		
13,6	104,28	23FR	0,75	1,05	281	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51		
16,4	86,53	23FR	0,75	1,25	240	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51		
19,3	73,22	23FR	0,75	1,40	211	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51		
24,0	59,05	23FR	0,75	1,75	172	1415	600	385	35	pag 41	pag 50-51		
29,9	47,33	23FR	0,75	2,05	147	1415	600	385	35	pag 41	pag 50-51		
37,1	38,18	23FR	0,75	2,50	120	1415	600	385	35	pag 41	pag 50-51		

Ilustración 7-4. Especificaciones del reductor

Fuente: (Lentax 2017)

4.5.25. Diseño de la estructura de soporte

La estructura de soporte viene a ser un elemento fundamental dentro del diseño del molino debido a la facilidad que da esta al momento de utilizarlo, el molino existente en la empresa no cuenta con esta estructura, por tal motivo se complica la molienda hasta encontrar una estructura para continuar con esta operación.

4.6. Validación del diseño a través de análisis económico

4.6.1. Tasa interna de retorno (TIR)

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Tabla 10-4. TIR y VAN para la validación.

Período	Flujo ingreso	Flujo egreso	Flujo efectivo neto
1	13142,49	4380,83	8761,66
2	13548,96	4516,32	9032,64
3	13968	4656	9312
4	14400	4800	9600
5	14400	4800	9600
Total	69459,45	23153,15	

Fuente: Empresa de estudio, Heisenbeer.

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

$$I_o = 6000$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$F_t = \text{Flujo de caja}$$

$$VR_n = \text{Valor residual}$$

$$i = 10 \%$$

$$TIR = 147\%$$

4.6.2. Valor actual neto (VAN)

$$VAN_0 = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} + \frac{VR_n}{(1+i)^n}$$

$$VAN_0 = 2727,27$$

4.6.3. Análisis económico del diseño

Tabla 11-4. Costo de materiales

Equipo o accesorio	Descripción	Especificación	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)	Iva 12%	Subtotal
Tolva	Plancha de acero inoxidable	Acero inoxidable 304-2B 2mm	2	86,80	173,6	20,832	194,432
Rodillos	Acero inoxidable redondo 304	Acero inoxidable 304-2B, 2 mm	1	6,61	6,61	0,7932	7,4032
Soporte	Angulo 80	Angulo 40 x 40 x 2	3	50,65	151,95	18,234	170,184
	Plancha hierro negro	Plancha 1.22 m x 2.44 m, 2 mm	1	57,26	57,26	6,8712	64,1312
Transmisión de potencia	Chumacera	Chumacera de piso completa de 2 huecos KDF 1”	4	9,52	38,08	4,5696	42,6496
	Polea	Polea P/Motor 1 vía 3 CTN	1	2,49	2,49	0,298	2,789
	Polea	Polea P/Motor 1 vía 6 CTN	1	3	3	0,36	3,36
	Motor monofásico 3/4 HP	Motor eléctrico monofásico 3/4 HP, WEG	1	180,64	180,64	21,677	202,317
	Reductor lineal	Reductor lineal P/HEL 0222 P36.P80 B3	1	603,51	603,51	72,4212	603,51
	Banda en V	Correa Lina x alta prestación dentada	1	15	15	1,8	16,80
	Cadena	Cadena de transmisión	1	18,35	18,35	2,20	20,55
	Piñón 10 dientes	piñón de metal	4	14,99	14,99	1,79	16,78
TOTAL							1344,906

Realizado por: Cruz, Daniela, 2022.

La validación del sistema de molienda se realizó de acuerdo con la información entregada por la empresa Heisenbeer el diseño de este equipo mejora el proceso de molienda en la línea de producción en la cervecería, al estar diseñado con base a los requerimientos de materia prima y reduciendo los costos energéticos del proceso de molienda, con la necesidad de un operario

constante en todo momento, y dimensionando un equipo de gran capacidad al inicio de la línea de producción promete reducir el tiempo de los procesos subsecuentes. Con base a la investigación el valor actual neto de la empresa Heisenbeer de \$2727,27 nos indica que esta económicamente estable para poder recuperar la inversión del molino, con una tasa interna de retorno del 147%, superior a la tasa de descuento del 10% nos indica que el proyecto es viable, es decir, los egresos son menores a los ingresos, la empresa presenta ganancias desde el primer año, es decir, este proyecto es factible para la empresa debido a que se recupera su inversión inicial en tres años y mejora su producción y productividad reduciendo tiempo de molienda y operarios en el proceso.

CONCLUSIONES

Se caracterizó la materia prima mediante la norma NTE INEN 1559, obteniendo resultados que se encuentran dentro de estándares establecidos siendo así una materia prima óptima para el proceso de molienda.

Se realizó el diseño del sistema de molienda mediante la definición de las variables del proceso que son la potencia del motor de $\frac{3}{4}$ HP, debido a que se añadió un factor de seguridad del 20%, el flujo volumétrico que engloba las variables de flujo masico de 100 kg/h y la densidad de la materia prima definida en 1025 Kg/m³

Se diseñó el proceso de molienda a través del molino de rodillos con las siguientes características o parámetros de diseño como el diámetro de rodillos definido en 60 mm y el valor longitudinal en 240 mm, separados dichos rodillos por una distancia calculada de 3,81 mm esto para obtener un diámetro final de 5,08 mm, con una capacidad de almacenamiento definida en 60 lb/min en tolva, sus dimensiones van de 903 mm de altura contando así con un ancho de entrada de 300mm y con un largo de entrada de 360mm.

Se seleccionó al acero inoxidable AISI 304 para el diseño del sistema de molienda, el cual tiene buena resistencia a la corrosión, debido a que se va a trabajar con alimentos es importante mantener a la materia prima libre de elementos externos que puedan dañarla.

Con la realización de la factibilidad económica se validó el diseño obteniéndose el valor neto actual de \$2727,27, con una tasa interna de retorno de 147%, comprobando que la adquisición de un molino de estas características económicamente es factible para la empresa y no perjudica a su margen de utilidad anual.

Se realizó los planos del sistema de molienda en AutoCAD, el plano consta de los rodillos, soporte del molino, tolva, motor, cadena de transmisión, polea y piñón.

RECOMENDACIONES

Es importante realizar estudios característicos físicos y químicos en cuanto a la materia prima a moler, ya que la cebada es un producto diferente a cualquier grano ya que se busca solo su fractura no llegar a moler hasta pulverizar por completo por lo que lo convierte en una materia prima que requiere un diseño en específico.

Realizar una investigación exhaustiva de los tipos de molino y cual se adapta al proceso de molienda en la producción de cerveza tomando en cuenta no solo su procesamiento si no también que potencia y revitalice el ciclo, aprovechando recursos y maximizando la producción además de cuidar el producto final de la molienda.

Se requiere cuidar y seguir el dimensionamiento establecido en el diseño ya que cuida y mantiene los parámetros necesarios de sobredimensionamiento establecidos por los factores de seguridad, para garantizar su vida útil y que cumpla con la función sin exceder o dañar la materia prima.

Los elementos para su fabricación fueron cuidadosamente seleccionados con el fin de cuidar la contaminación y proteger al equipo de los principales puntos de avería como son la corrosión y desunión del equipo ya sea de su estructura o sus partes.

Se recomienda mantener la calidad de los elementos seleccionados para el equipo de molienda ya que son solo establecidos para los requerimientos de la empresa Heisenbeer y solo a sus necesidades y destinados para un determinado tipo de grano, manteniendo así seguro y funcional el equipo alargando su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

AKAR, T., AVCI, M. y DUSUNCELI, F., 2004. *BARLEY Post-harvest Operations*. Ankara.

ARREAGA, J., 2021. *Diseño de un molino industrial para la molienda y descascarado del cacao*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

BACA, G., 2001. *Evaluación de proyectos*. 4. México: McGraw-Hill. ISBN 970-10-0746-8.

BASAROVÁ GABRIELA, SAVEL JAN, BASAR PETR, BASAROVÁ PAULINA y LEJSEK TOMÁS, 2017. *The Comprehensive Guide to Brewing: From Raw Material to Packaging*. Germany: s.n. ISBN 978-3-418-00924-7.

BERMEO, C., 2014. *Diseño y construcción de un molino de martillos triturador de granos para granjas avícolas*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas.

BESTMALZ, 2022. Base malts - BESTMALZ | German brewing malt – For the best beer. [en línea]. [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en: <https://bestmalz.de/en/our-malts/base-malts/>.

BOLAÑOS, V., 2006. *DISEÑO DE UN MOLINO DE BOLAS DE BAJA ENERGIA*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.

CARBOSYSTEM, 2022. Molienda de Bolas. [en línea]. [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en: <https://carbosystem.com/como-funciona-un-molino-de-bolas/>.

CAUSER, [sin fecha]. Ficha técnica piñón. Bizkaia:

EMPRESAS CARBONE, 2022. Stainless Steel 304. [en línea]. [consulta: 27 enero 2023]. Disponible en: <https://www.empresascarbone.com/en/home/>.

FLEXILATINA, 2023. *Ficha Técnica de Espárragos y tuercas Soluciones de Fijación*. 2023. Bogota: s.n.

GITMAN, L.J., ZUTTER, C.J., BRITO, A.E., PALENCIA, A.M., LEANDRO, A.A., COBOS VILLALABOS, V. y DELGADO MORALES, A., 2012. *Administración financiera Decimosegunda edición* [en línea]. 12. México: Pearson Education. ISBN 978-607-32-0983-0.

Disponible en: https://economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion_general/book/pcipios-adm-finan-12edi-gitman.pdf.

GOOGLE EARTH, 2022. Ricardo Descalzi & Jose Maria Egas. [en línea]. [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/search/Jose+Maria+Egas+%26+Ricardo+Descalzi,+Riobamba/@-1.65781826,-78.6672912,3556.48168081a,14.36855001d,35y,36.09022988h,44.99337942t,0r/data=CpcBGm0SZwolMHg5MWQzMDdmYTBmMWJkZWlXOjB4Y2Y2ZjZkOGRiOGYzNjE1Mxk64cpgnD6vyE1gBL6dKpTwCosSm9zZSBNYXJpYSBFZ2FzICYgUmljYXJkbyBEZXNjYWx6aSwgUmlvYmFtYmEYASABliYKJAKSyob73KhDQBESyob73KhDwBlrd1yA1IY9QCEcdXLRdH5VwA>.

LENTAX, 2017. Motoreductores a Sinfin y Corona. S.l.:

MARTÍNEZ, E. y JIMÉNEZ, V., 2016. *Cereales (Técnicas de análisis)* [en línea]. 1. Cuautitlán: Universidad Nacional Autónoma de México. [consulta: 9 noviembre 2022]. vol. 1. ISBN 978-607-02-7600-2. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=xRp_EAAAQBAJ&pg=PT164&dq=dureza+de+cebada&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjL55rq3qT6AhW9fTABHSZVAiYQ6wF6BAgJEAE#v=onepage&q=dureza%20de%20cebada&f=false.

MCCABE, W., SMITH, J. y HARRIOTT, P., 1993. *Unit operations of Chemical Engineering 5th ed McCabe and Smith*. 5. S.l.: McGraw-Hill. vol. 5. ISBN 0071127380.

MCCBE, W., SMITH, J. y HARRIOTT, P., 2007. *Operaciones Unitarias en Ingeniería química*. 7. S.l.: McGraw-Hill. ISBN 978-970-10-6174-9.

MEINTS, B., VALLEJOS, C. y HAYES, P., 2021. Multi-use naked barley: A new frontier. *Journal of Cereal Science*, ISSN 0733-5210. DOI 10.1016/J.JCS.2021.103370.

NAIR, S., KNOBLAUCH, M., ULLRICH, S. y BAIK, B.K., 2011. Microstructure of hard and soft kernels of barley. *Journal of Cereal Science*, vol. 54, no. 3, ISSN 0733-5210. DOI 10.1016/J.JCS.2011.06.014.

NORMA EUROPEA BS 228 DIN 8187, 2022. CADENAS DE TRANSMISIÓN Serie ISO / R606.

NTE INEN 1 559, 2004. *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. 2004. Ecuador: s.n. 1559.

NTN CORPORATION, 2009. *Chumaceras*. Japan:

PUNIA, S., 2020. *Barley: Properties, Functionality and Applications*. S.l.: Boca Raton. ISBN 9780367819934.

SALAS, C., 2012. *Diseño de un molino de rodillos para molienda de granos, destinado al área de alimentos del CESTTA-ESPOCH*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

SALINAS, F. *Evaluación operacional de un sistema de molienda molino de bolas hardinge para mantener la eficiencia y la clasificación del mineral en la empresa minalta s.a. del cantón zaruma, provincia de el oro en el año 2014*. Riobamba. 2015.

TRASS, O., 2011. Characterization and preparation of biomass, oil shale and coal-based feedstocks. *Advances in Clean Hydrocarbon Fuel Processing: Science and Technology*, DOI 10.1533/9780857093783.1.3.

URIARTE-ACEVES, P.M., RANGEL-PERAZA, J.G. y SOPADE, P.A., 2020. Kinetics of water absorption and relation with physical, chemical, and wet-milling properties of commercial yellow maize (*Zea mays L.*) hybrids. *Journal of Food Processing and Preservation* [en línea], vol. 44, no. 7, [consulta: 16 diciembre 2022]. ISSN 1745-4549. DOI 10.1111/JFPP.14509. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpp.14509>.

USDA, 2003. Barley Standards. *U.S DEPARTMENT OF AGRICULTURE* [en línea]. Disponible en: <https://www.ars.usda.gov/news-events/news/research-news/2003/study-investigates-health-benefits-of-barley/>.

VARGAS, J., 2010. *Evaluación de un circuito de molienda y clasificación*. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral.

VIKING MALT, 2022. Viking Pale Ale Malt - Viking Malt. [en línea]. [consulta: 19 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.vikingmalt.com/product/viking-pale-ale-malt/>.

WEG, 2023. Motor Eléctrico Monofásico. . S.l.

WILLIAM'S BREWING, 2020. Maltmuncher Three Roller Mill. [en línea]. [consulta: 9 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.williamsbrewing.com/Home-Brewing-Equipment/Wort-Making-Equipment/Grain-Mills/Maltmuncher-Three-Roller-Mill>.

ZHANG, B., GONG, J., YUAN, W., FU, J. y HUANG, Y., 2016. Intelligent Prediction of Sieving Efficiency in Vibrating Screens. *Shock and Vibration*, vol. 2016, ISSN 10709622. DOI 10.1155/2016/9175417.



ANEXOS

ANEXO A: FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300		
		Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno	
DESIGNACIÓN	TIPO AISI	304	316	
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD) (g/cm ³)	7.9	7.95 - 7.98	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193,000	193,000	
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C (W/m K)	15 / 16	15 / 16	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C (x 10 ⁶ C ⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5	
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)	13981454	13711398	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	130150 / 180330	130185 / -	
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	7088 / 1035	7085 / -	
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (N/mm ²)	210 / 230	205410 / -	
	ELONGACIÓN (A ₅) MIN (%)	≥ 45		
	RESILIENCIA KCUL / KVL (J/cm ²)	160 / 180	160 / 180	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	125 / 97 / 93	140 / 125 / 105
		RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	147 / 127 / 107	166 / 147 / 127
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C σ _l /10 ⁵ /t (N/mm ²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5	
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	
	TEMPLADO	NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE	
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE	925 / 840	925 / 840	
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA	
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%	
	EMBUTICIÓN	MUY BUENA	BUENA	

* Son aceptables tolerancias de un 1%

ANEXO B: ESPECIFICACIONES DE EJES DE ACERO INOXIDABLE AISI 304.

**EJES
ACERO INOXIDABLE**

Especificaciones Generales:

Norma: AISI 304

Descripción: Acero Inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo.

Aplicaciones: Industrias alimenticias, cervecera, azucarera, utensillos domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc...

Largo: 6 mts



COMPOSICIÓN QUÍMICA

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10.5	18 - 20

PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm ²)	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm ²)	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

DIMENSIONES

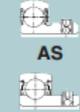
DIÁMETRO

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

EJES

ANEXO C: FICHA TÉCNICA CHUMACERAS.

Tabla 4.3 (2) Chumaceras tipo soporte de brida de hierro fundido

Tipo de Alojamiento Material : Hierro Fundido		Cubierta	Tipo de Rodamiento					
			 UC	 UEL REL	 UK	 AS AR	 AEL JEL	 CS
Tipo brida cuadrada		—	UCF	UELF RELF	UKF	ASF ARF	AELF JELF	—
	Acero	S(M)-UCF	—	S(M)-UKF	S(M)-ASF S(M)-ARF	—	—	
	Hierro fundido	C(M)-UCF	—	C(M)-UKF	C(M)-ASF C(M)-ARF	—	—	
Tipo brida cuadrada con borde para montaje		—	UCFS	UELFS	UKFS	—	—	—
	Hierro fundido	C(M)-UCFS	—	C(M)-UKFS	—	—	—	
Tipo brida redonda con borde para montaje		—	UCFC	UELFC RELFC	UKFC	ASFC ARFC	AELFC JELFC	—
	Acero	S(M)-UCFC	—	S(M)-UKFC	S(M)-ASFC S(M)-ARFC	—	—	
	Hierro fundido	C(M)-UCFC	—	C(M)-UKFC	C(M)-ASFC C(M)-ARFC	—	—	
Tipo brida ovalada		—	UCFL	UELFL RELFL	UKFL	ASFL ARFL	AELFL JELFL	—
	Acero	S(M)-UCFL	—	S(M)-UKFL	S(M)-ASFL S(M)-ARFL	—	—	
	Hierro fundido	C(M)-UCFL	—	C(M)-UKFL	C(M)-ASFL C(M)-ARFL	—	—	
Tipo brida cuadrada		—	UCFU	UELFU RELFU	UKFU	ASFU ARFU	AELFU JELFU	—
Tipo brida ovalada		—	UCFLU	UELFLU RELFLU	UKFLU	ASFLU ARFLU	AELFLU JELFLU	—
Tipo brida ovalada modificada		—	UCFA	UELFA RELFA	UKFA	ASFA ARFA	AELFA JELFA	—
	Acero	S(M)-UCFA	—	S(M)-UKFA	S(M)-ASFA S(M)-ARFA	—	—	
Tipo brida ovalada liviana		—	—	—	—	ASFB ARFB	AELFB JELFB	CSFB
		—	—	—	—	ASFD ARFD	AELFD JELFD	—
Tipo brida ovalada modificada		—	UCFH	UELFH RELFH	UKFH	ASFH ARFH	AELFH JELFH	—

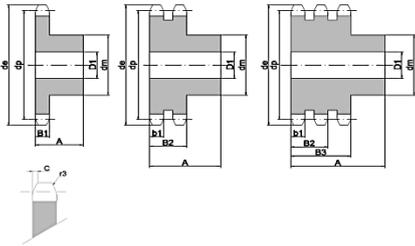
Observación 1: Los códigos "S-" y "C-" en la cabecera de los tipos de código indican la chumaceras cubiertas de chapa de acero y las chumaceras cubiertas de hierro fundido, respectivamente.

2: También hay disponibles chumaceras cubiertas por un lado fabricadas en acero y hierro fundido.

Estas chumaceras vienen identificadas con los códigos "SM-"(chapa de acero) y "CM-"(hierro fundido) al principio de los tipos de código, respectivamente.

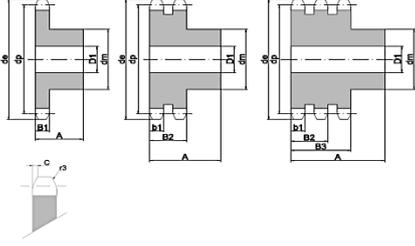
3: También hay disponibles rodamientos de acero inoxidable tipo "UC". Para obtener más información, consulte NTN (Chumaceras Serie de Acero Inoxidable).

ANEXO D: FICHA TÉCNICA PIÑÓN.

PIÑONES SPROCKETS		1/2"x5/16" 08B-1-2-3	Z	d _e	d _p	Doble				Triple							
						d _m	D ₁	A	Kg.	d _m	D ₁	A	Kg.	d _m	D ₁	A	Kg.
rodillos 8,51 rollers 8,51 Para cadena de rodillos For roller chains 	s/ DIN 8187 ISO/R 606-ANSI B 29.1		8	37,20	33,18	20	10	25	0,06	20	10	32	0,09	20	10	46	0,13
			9	41,00	37,13	24	10	25	0,09	24	10	32	0,13	24	12	46	0,18
			10	45,20	41,10	26	10	25	0,12	28	10	32	0,18	28	12	46	0,24
			11	48,70	45,07	29	10	25	0,15	32	12	35	0,24	32	16	50	0,31
			12	53,00	49,07	33	10	28	0,15	35	12	35	0,3	35	16	50	0,39
			13	57,40	53,06	37	10	28	0,21	38	12	35	0,36	38	16	50	0,49
			14	61,80	57,07	41	10	28	0,26	42	12	35	0,44	42	16	50	0,6
			15	65,50	61,09	45	10	28	0,32	46	12	35	0,52	46	16	50	0,72
			16	69,50	65,10	50	12	28	0,38	50	16	35	0,63	50	16	50	0,85
			17	73,60	69,11	52	12	28	0,46	54	16	35	0,73	54	16	50	0,99
			18	77,80	73,14	56	12	28	0,51	58	16	35	0,85	58	16	50	1,14
			19	81,70	77,16	60	12	28	0,59	62	16	35	0,97	62	16	50	1,3
			20	85,80	81,19	64	12	28	0,67	66	16	35	1,1	66	16	50	1,47
			21	89,70	85,22	68	14	28	0,76	70	16	40	1,29	70	16	55	1,79
			22	93,80	89,24	70	14	28	0,85	70	16	40	1,37	70	16	55	1,93
			23	98,20	93,27	70	14	28	0,91	70	16	40	1,46	70	16	55	2,08
			24	101,80	97,29	70	14	28	0,95	75	16	40	1,64	75	16	55	2,32
			25	105,80	101,33	70	14	28	0,98	80	16	40	1,82	80	16	55	2,57
			26	110,00	105,36	70	16	30	1,01	85	16	40	2,02	85	20	55	2,79
			27	114,00	109,40	70	16	30	1,09	85	16	40	2,12	85	20	55	2,96
			28	118,00	113,42	70	16	30	1,13	90	16	40	2,34	90	20	55	3,25
			29	122,00	117,46	80	16	30	1,17	95	16	40	2,56	95	20	55	3,55
			30	126,10	121,50	80	16	30	1,42	100	16	40	2,79	100	20	55	3,86
			31	130,20	125,54	90	16	30	1,46	100	20	40	2,87	110	20	55	4,32
			32	134,30	129,56	90	16	30	1,74	100	20	40	3	110	20	55	4,53
		33	138,40	133,60	90	16	30	1,78	100	20	40	3,13	110	20	55	4,74	
		34	142,60	137,64	90	16	30	1,83	100	20	40	3,26	110	20	55	4,97	
		35	146,70	141,68	90	16	30	1,88	100	20	40	3,4	110	20	55	5,2	
		36	151,00	145,72	90	16	35	1,93	110	20	40	3,54	120	25	55	5,64	
		37	154,60	149,76	90	16	35	2,22	110	20	40	3,69	120	25	55	5,88	
		38	158,60	153,80	90	16	35	2,27	110	20	40	3,84	120	25	55	6,14	
		39	162,70	157,83	90	16	35	2,32	110	20	40	4	120	25	55	6,4	
		40	166,80	161,87	90	20	35	2,38	110	20	40	4,15	120	25	55	6,66	

PIÑÓN	SPROCKET	mm
Radio diente	Tooth radius	r3 13
Ancho curva	curve width	C 1,3
Ancho diente	Tooth width	B1 7,2
Ancho diente	Tooth width	b1 7
Ancho diente	Tooth width	B2 21
Ancho diente	Tooth width	B3 34,9

CADENA	CHAIN	mm
Paso	Pitch	12,7
Ancho interior	Inner width	7,75
Diámetro rodillo	Roller diámetro	8,51

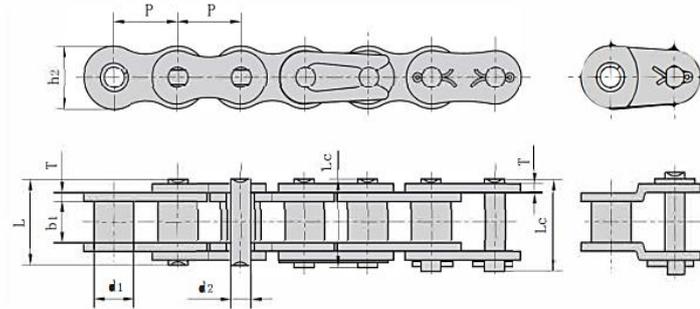
PIÑONES SPROCKETS		5/8"x3/8" 10B-1-2-3	Z	d _e	d _p	Simple				Doble				Triple			
						d _m	D ₁	A	Kg.	d _m	D ₁	A	Kg.	d _m	D ₁	A	Kg.
Para cadena de rodillos For roller chains 	s/ DIN 8187 ISO/R 606		8	47	41,48	25	10	25	0,12	25	12	40	0,19	25	12	55	0,27
			9	52,6	46,42	30	10	25	0,16	30	12	40	0,27	30	12	55	0,38
			10	57,5	51,37	35	10	25	0,22	35	12	40	0,36	35	16	55	0,47
			11	63	56,34	37	12	30	0,29	39	16	40	0,43	39	16	55	0,61
			12	68	61,34	42	12	30	0,37	44	16	40	0,55	44	16	55	0,78
			13	73	66,32	47	12	30	0,46	49	16	40	0,68	49	16	55	0,96
			14	78	71,34	52	12	30	0,56	54	16	40	0,82	54	16	55	1,15
			15	83	76,36	57	12	30	0,67	59	16	40	0,97	59	16	55	1,37
			16	88	81,37	60	12	30	0,76	64	16	45	1,26	64	16	60	1,72
			17	93	86,39	60	12	30	0,88	69	16	45	1,46	69	16	60	1,99
			18	98,3	81,42	70	14	30	1,01	74	16	45	1,67	74	16	60	2,27
			19	103,3	96,45	70	14	30	1,15	79	16	45	1,9	79	16	60	2,58
			20	108,4	101,49	75	14	30	1,21	84	16	45	2,14	84	16	60	2,91
			21	113,4	106,52	75	16	30	1,35	85	16	45	2,27	85	20	60	3,12
			22	118	111,55	80	16	30	1,41	90	16	45	2,54	90	20	60	3,48
			23	123,4	116,58	80	16	30	1,47	95	16	45	2,82	95	20	60	3,86
			24	128,3	121,62	80	16	30	1,54	100	16	45	3,11	100	20	60	4,25
			25	134	126,66	80	16	30	1,6	105	16	45	3,15	105	20	60	4,67
			26	139	131,70	85	20	35	1,96	110	20	45	3,74	110	20	60	5,1
			27	144	136,75	85	20	35	2,04	110	20	45	3,94	110	20	60	5,43
			28	148,7	141,78	90	20	35	2,25	115	20	45	4,28	115	20	60	5,9
			29	153,8	146,83	90	20	35	2,33	115	20	45	4,5	115	20	60	6,25
			30	158,8	151,87	90	20	35	2,41	120	20	45	4,87	120	20	60	6,65
			31	163,9	156,92	95	20	35	2,64	120	20	45	5,1	120	20	60	7,18
			32	168,9	161,95	95	20	35	2,73	120	20	45	5,34	120	20	60	7,56
		33	174,5	167,00	95	20	35	2,82	120	20	45	5,59	120	20	60	7,97	
		34	179	172,05	95	20	35	2,92	120	20	45	5,84	120	20	60	8,36	
		35	184,1	177,10	95	20	35	3,01	120	20	45	6,11	120	20	60	8,74	
		36	189,1	182,15	100	20	35	3,27	120	20	45	6,38	120	25	60	9,15	
		37	194,2	187,20	100	20	35	3,37	120	20	45	6,66	120	25	60	9,61	
		38	199,2	192,24	100	20	35	3,47	120	20	45	6,95	120	25	60	10,08	
		39	204,2	197,29	100	20	35	3,58	120	20	45	7,25	120	25	60	10,57	
		40	209,3	202,34	100	20	35	3,69	120	20	45	7,55	120	25	60	11,07	

PIÑÓN	SPROCKET	mm
Radio diente	Tooth radius	r3 16
Ancho curva	curve width	C 1,6
Ancho diente	Tooth width	B1 9,1
Ancho diente	Tooth width	b1 9
Ancho diente	Tooth width	B2 25,5
Ancho diente	Tooth width	B3 42,1

CADENA	CHAIN	mm
Paso	Pitch	15,875
Ancho interior	Inner width	9,65
Diámetro rodillo	Roller diámetro	10,16

ANEXO E: FICHA TÉCNICA DE LA CADENA DE RODILLOS.

Cadenas de rodillos simple DIN 8188 Serie americana Simple roller chains DIN 8188 American series Chaînes à rouleaux simple DIN 8188 Série américaine



Código Code	Referencia Reference Référence	Paso Pitch Pas	Ø Rodillo Roller Rouleau	Ancho interior Width inner Largeur intérieur	Ø Eje Pin Rouleau	Longitud eje Pin length Longueur axe	Ancho de malla Inner plate depth Largeur plaques	Espesor de malla Plate thickness Épaisseur plaques	Carga de rotura Breaking load Charge rupture	Peso por metro Weight per meter Poids par mètre		
	DIN/ISO ASA	P mm	d 1 max mm	b 1 min mm	d 2 max mm	L max mm	Lc max mm	h 2 max mm	T max mm	Q min kN/lbf	q kg/m	
	03C	15	4,7625	2.48	2.38	1.62	6.10	6.90	4.30	0.60	1.80/409	0.08
00025001	*04C-1	25	6,3500	3.30	3.18	2.31	7.90	8.40	6.00	0.80	3.50/795	0.15
00035001	*06C-1	35	9,5250	5.08	4.77	3.58	12.40	13.17	9.00	1.30	7.90/1795	0.33
00041000	085-1	41	12,7000	7.77	6.25	3.58	13.75	15.00	9.91	1.30	6.67/1516	0.41
00040001	08A-1	40	12,7000	7.95	7.85	3.96	16.60	17.80	12.00	1.50	14.10/3205	0.62
00050001	10A-1	50	15,8750	10.16	9.40	5.08	20.70	22.20	15.09	2.03	22.20/5045	1.02
00060001	12A-1	60	19,0500	11.91	12.57	5.94	25.90	27.70	18.00	2.42	31.80/7227	1.50
00080001	16A-1	80	25,4000	15.88	15.75	7.92	32.70	35.00	24.00	3.25	56.70/12886	2.60
00100001	20A-1	100	31,7500	19.05	18.90	9.53	40.40	44.70	30.00	4.00	88.50/20114	3.91
00120000	24A-1	120	38,1000	22.23	25.22	11.10	50.30	54.30	35.70	4.80	127.00/28864	5.62
00140001	28A-1	140	44,4500	25.40	25.22	12.70	54.40	59.00	41.00	5.60	172.40/39182	7.50
00160000	32A-1	160	50,8000	28.58	31.55	14.27	64.80	69.60	47.80	6.40	226.80/51545	10.10
00180000	36A-1	180	57,1500	35.71	35.48	17.46	72.80	78.60	53.60	7.20	280.20/63682	13.45
00200000	40A-1	200	63,5000	39.68	37.85	19.85	80.30	87.20	60.00	8.00	353.80/80409	16.15
	48A-1	240	76,2000	47.63	47.35	23.81	95.50	103.00	72.39	9.50	510.30/115977	23.20

* Cadena de casquillo fijo / Bush chains / Chaîne à douilles

ANEXO F: FICHA TÉCNICA ESPÁRRAGOS Y TUERCAS.

ESPÁRRAGOS Y TUERCAS

La función principal de un espárrago es deformar el empaque puesto en la unión bridada evitando fugas del fluido al exterior tanto en instalación como en operación, debe ser lo suficientemente fuerte para resistir las cargas adicionales ocasionadas en servicio por las diversas variables: Presión, temperatura y número de ciclos.

ASTM A 193

Especificación estándar para espárragos de aceros aleados y aceros inoxidable para altas temperaturas o altas presiones de servicio y aplicaciones especiales.

La norma ASTM incluye sujetadores destinados a ser utilizados en recipientes a presión, válvulas, bridas y accesorios. Aunque este material está a menudo disponible en pasos de rosca nacionales (UNC), si se usan en aplicaciones tradicionales, las roscas se especifican 8 hilos por pulgada (8UN) para diámetros superiores a una pulgada.

B7	Acero aleado, AISI 4140/4142, templado y revenido
B8 Clase 1	Acero inox, clase 1, AISI 304, recocido por disolución de carburo
B8M Clase 1	Acero inox, clase 1, AISI 316, recocido por disolución de carburo
B8 Clase 2	Acero inox, clase 2, AISI 304, recocido por disolución de carburo, endurecido por extrusión en frío
B8M Clase 2	Acero inox, clase 2, AISI 316, recocido por disolución de carburo, endurecido por extrusión en frío
B16	Acero con tratamiento térmico, cromo-molibdeno-vanadio, para alta presión y alta temperatura

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MATERIAL

Elemento	B7 (AISI 4140)	B8 (AISI 304)	B8M (AISI 316)	B16 (AISI 4140)
Carbón	0.37 - 0.49%	0.08% max	0.08% max	0.36-0.47%
Manganeso	0.65 - 1.10%	2.00% max	2.00% max	0.45-0.70%
Fosforo, max	0.035%	0.045%	0.045%	0.035%
Azufre, max	0.040%	0.030%	0.030%	0.04%
Silicio	0.15 - 0.35%	1.00% max	1.00% max	0.15-0.35%
Cromo	0.75 - 1.20%	18.0 - 20.0%	16.0 - 18.0%	0.80-1.15%
Níquel		8.0 - 11.0%	10.0 - 14.0%	
Molibdeno	0.15 - 0.25%		2.00 - 3.00%	0.50-0.65%
Vanadio				0.25-0.35%
Aluminio				0.05%

ASTM A 194

Especificación estándar de tuercas en acero carbono, aceros aleados y aceros inoxidable para altas temperaturas o altas presiones de servicio y aplicaciones especiales.

La especificación de ASTM A194 cubre las tuercas de acero carbono, de acero aleado y de acero inoxidable previstas para el uso en servicio de alta presión y/o alta temperatura. A menos que se especifique lo contrario, se utilizará la serie pesada estándar dimensionada bajo los parámetros de ASME/ANSI B 18.2.2 y ASME/ANSI B 1.1. Las tuercas hasta D.N 1" serán de la Serie UNC Serie 2B. Las tuercas mayores a D.N 1" serán de tipo 8UN serie 2B.

RECOMENDACIÓN ESPÁRRAGO, TUERCA Y ARANDELA

Grado de tornillo	Tuerca	Arandela
B7	A194 Grado 2H	F436
B8 Clase 1	A194 Grado 8	SS304 o SS316
B8M Clase 1	A194 Grado 8M	SS316
B8 Clase 2	A194 Gr. 8 o Gr. 8 CL. 2	SS304 o SS316
B8M Clase 2	A194 Gr. 8M o Gr. 8M CL. 2	SS316

Tenemos distribución exclusiva para Colombia de espárragos en ASTM A193 grados B7, B7M, B8, B8M, B16 y tuercas en ASTM A 194 grados 2H, 2HM, 8, 8M, entre los más utilizados. La compañía cuenta con un amplio stock de materiales y maquinaria especialmente diseñada para corte y estampe en los espárragos.

ANEXO G: ESPECIFICACIONES DE POLEAS.



POLEAS DE 2" A 4.5" PULGADAS, 1 RANURA

POLEA SOLIDA FABRICADA A BASE DE ALUMINIO ALSi₁₂Cu (Fe). DIAMETRO EXTERIOR DE 2 A 4.5 PULGADAS, 1 RANURA PARA TIPO A O B. EL DIAMETRO INTERIOR DE LA FLECHA SON: BARRENO PILOTO, 1/2, 5/8. LA POLEA PUEDE LLEVAR CUÑERO 3/16 AL IGUAL QUE OPRESOR 5/16 AMBOS SON OPCIONALES.

POLEAS DE 5" A 6" PULGADAS, 1 RANURA

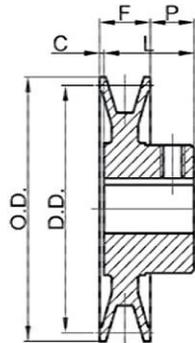
POLEA CON RAYOS FABRICADA A BASE DE ALUMINIO ALSi₁₂Cu (Fe). DIAMETRO EXTERIOR DE 5 Y 6 PULGADAS, 1 RANURA PARA TIPO A O B. EL DIAMETRO INTERIOR DE LA FLECHA SON: BARRENO PILOTO, 1/2, 5/8. LA POLEA PUEDE LLEVAR CUÑERO 3/16 AL IGUAL QUE OPRESOR 5/16 AMBOS SON OPCIONALES.

POLEAS DE 6" A 9" PULGADAS, 1 RANURA

POLEA CON RAYOS FABRICADA A BASE DE ALUMINIO ALSi₁₂Cu (Fe). DIAMETRO EXTERIOR DE 6 A 9 PULGADAS, 1 RANURA PARA TIPO A O B. EL DIAMETRO INTERIOR DE LA FLECHA SON: BARRENO PILOTO, 1/2, 5/8. LA POLEA PUEDE LLEVAR CUÑERO 3/16 AL IGUAL QUE OPRESOR 5/16 AMBOS SON OPCIONALES.

POLEAS DE 9" A 22" PULGADAS PARA 1 RANURA

POLEA CON RAYOS FABRICADA A BASE DE ALUMINIO ALSi₁₂Cu (Fe). DIAMETRO EXTERIOR DE 9 A 22 PULGADAS, 1 RANURA PARA TIPO A O B. EL DIAMETRO INTERIOR DE LA FLECHA SON: BARRENO PILOTO, 1/2, 5/8. LA POLEA PUEDE LLEVAR CUÑERO 3/16 AL IGUAL QUE OPRESOR 5/16 AMBOS SON OPCIONALES.

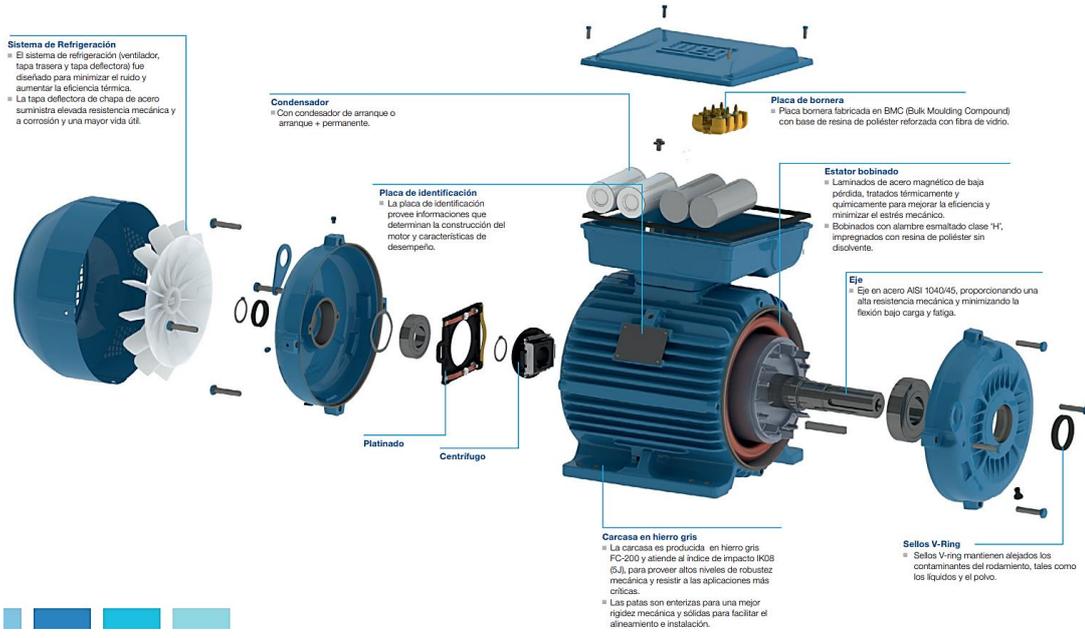


PART NO.	DIAMETERS			DIMENSIONS				Bore
	Outside	Datum "A"	Pitch "3L"	F	L	P	C	
BK30	3.15"	2.40"	2.80"	13/16"	1-1/16"	13/32"	5/32"	5/8"

ANEXO H: FICHA TÉCNICA DE BANDA EN V

BLUEBIRD						Presión tensora: UIC#35.8160A/B25	150UMm
CONVENTIONAL	9	2001	2001	CT8K695	Cummins Isb Diesel; Alt. B.a.; OEM#35.81608694	8 Costillas 1 1/8"-28Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
CONVENTIONAL	9	2001	2003	CT8K725	DI466 Diesel; Serp.; OEM#35.81600726	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm"; Long 73 1/4"; 1860Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
CONVENTIONAL	9	1999	1999	CT8K730	International DI466 Diesel; Serp.;	8 Costillas 1 1/8"-28Mm"; Long 73 5/8"; 1870Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
CONVENTIONAL	9	2005	2005	CT8K740	DI466 Diesel; Serp.;	8 Costillas 1 1/8"-28Mm"; Long 74 5/8"; 1895Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
FE	9	2004	2006	CT8K580	Caterpillar C7 Diesel; Banda Alt.	8 Costillas 1 1/8"-28Mm ; In 58 5/8"; 1490Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
MICRO BIRT	7.3	2002	2002	CT8K1223	Cid; V8; Diesel; Banda Serpentin.	8 Costillas 1 1/8"-28Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
MINI BIRD	5.7	1998	1998	CT6K870	V8; Banda Serp.	6 Costillas 27/32";-21Mm ; In 87 5/8"; 2225Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
MINI BIRD	5.7	1998	1998	CT6K875	V8; Banda Serpentin	6 Costillas 27/32";-21Mm ; In 88 1/4"; 2240Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
MINI BIRD	5.7	1998	1998	CT6K960	V8; Banda Serp.	6 Costillas 27/32";-21Mm ; In 96 5/8"; 2455Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	1998	1998	CT8K610	Cummins Isc Diesel; Alt. B.a.; OEM#35.81608610	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm"; Long 61 5/8"; 1565Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	1999	2000	CT8K610	Cummins Isc Diesel; Vent Alt.; OEM#35.81608610	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm"; Long 61 5/8"; 1565Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	1998	1998	CT8K630	Cummins Isc Diesel; Alt. B.a.; OEM#35.81608630	8 Costillas 1 1/8"-28Mm"; Long 63 5/8"; 1615Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	1999	2000	CT8K630	Cummins Isc Diesel; Vent Alt.; OEM#35.81608630	8 Costillas 1 1/8"-28Mm"; Long 63 5/8"; 1615Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	1999	1999	CT8K632	Cummins Isb Diesel; Vent Alt.; OEM#35.85528717	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm"; Long 64 1/8"; 1630Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	1998	2000	CT8K632	Cummins Isc Diesel; Vent Alt.; OEM#35.85528717	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm"; Long 64 1/8"; 1630Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	2003	2003	CT8K690	Cummins Isc Diesel; Serp.;	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm"; Long 69 5/8"; 1770Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
RE	9	2002	2004	CT8K695	Cummins Isc Diesel; Serp.;	8 Costillas 1 1/8"-28Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
TC1000	9	1998	1998	CT8K575	Cummins Isb Diesel; Serp.;	8 Costillas 1 1/8"; 28Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
TC2000	9	1998	2003	CT8K580	Cummins Isb Diesel; Banda Vent Alt.	8 Costillas 1 1/8"-28Mm ; In 58 5/8"; 1490Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
TC2000	9	1998	2000	CT8K485	Cummins Isb Diesel; Alt; B.a.;	8 Costillas 1 1/8"-28Mm"; Long 49 1/4"; 1250Mm	Banda Micro-V (Serpentin)
TC2000	9	2001	2003	CT8K485	Cummins Isb Diesel; Vent Alt.;	8 Costillas 1 1/8"-28Mm"; Long 49 1/4"; 1250Mm	Banda Micro-V (Serpentin)

ANEXO I: FICHA TÉCNICA DEL MOTOR.



W22 Monofásico - Con condensador de arranque o arranque y permanente - 50 Hz

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _{st} /In	Par con rotor trabado T _{st} /T _n	Par Máximo T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
kW	HP											Rendimiento			Factor de potencia			220 V	440 V
												50	75	100	50	75	100	220 V	440 V
II Poles																			
0,12	0,16	63	0,041	3,3	0,7	2,1	0,0002	20	9,0	47	2820	33,0	43,0	51,0	0,80	0,86	0,92	1,16	0,580
0,18	0,25	63	0,061	6,5	2,6	2,5	0,0002	5	10,3	47	2890	37,2	47,8	54,5	0,82	0,88	0,90	1,67	0,835
0,25	0,33	63	0,085	5,8	2	2,1	0,0002	5	10,5	47	2870	43,1	53,6	59,5	0,76	0,85	0,95	2,02	1,01
0,37	0,5	71	0,123	8,5	2,4	2,9	0,0005	6	13,0	57	2930	51,0	62,0	69,5	0,72	0,82	0,86	2,82	1,41
0,56	0,75	71	0,183	7,5	2,2	2,2	0,0006	5	13,5	57	2920	52,8	63,5	71,5	0,87	0,94	0,97	3,61	1,80
0,75	1	80	0,251	7,6	2,1	2,4	0,0010	9	18,0	62	2915	60,5	71,7	75,0	0,62	0,84	0,89	5,11	2,56
1,1	1,5	80	0,374	6,3	2,3	2,0	0,0011	11	19,0	62	2865	69,0	77,9	78,6	0,70	0,91	0,94	6,77	3,39
1,5	2	90S	0,504	7,3	2	2,2	0,0022	7	24,0	66	2900	73,9	79,2	80,0	0,85	0,90	0,94	9,07	4,54
2,2	3	90L	0,740	6,8	2,3	2,1	0,0028	6	27,0	66	2895	75,5	80,0	80,0	0,90	0,93	0,96	13,1	6,53
3	4	100L	1,01	6,1	1,95	2,1	0,0070	6	40,0	69	2895	75,0	80,5	81,0	0,89	0,95	0,96	17,5	8,77
3,7	5	112M	1,24	8,0	2,4	2,5	0,0095	6	48,5	69	2910	82,0	85,2	85,0	0,93	0,95	0,97	20,4	10,2
5,5	7,5	132M	1,85	7,7	2,4	2,6	0,0234	6	71,0	69	2900	80,7	84,7	85,0	1,00	1,00	0,99	29,8	14,90
7,5	10	132M	2,50	9,0	1,8	3,1	0,0288	6	80,0	69	2920	82,7	85,8	86,0	0,94	0,96	0,97	41,0	20,50
9,2	12,5	132M/L	3,07	8,5	1,7	2,9	0,0342	6	88,5	69	2920	86,1	88,3	88,0	0,99	0,99	0,99	48,0	24,0
IV Poles																			
0,18	0,25	71	0,121	5,8	3,8	2,6	0,0008	12	13,2	53	1450	38,8	49,0	55,5	0,56	0,64	0,73	2,02	1,01
0,25	0,33	71	0,169	6,4	4	2,3	0,0009	9	13,7	53	1440	42,7	53,0	59,0	0,65	0,73	0,78	2,47	1,23
0,37	0,5	71	0,254	5,9	2,8	1,8	0,0009	16	14,1	53	1420	53,0	62,5	67,0	0,73	0,80	0,77	2,89	1,45
0,55	0,75	80	0,368	6,6	2,1	2,3	0,0030	7	18,3	53	1455	52,2	61,7	66,5	0,56	0,69	0,78	4,82	2,41
0,75	1	80	0,509	6,5	2,1	1,9	0,0032	6	18,7	53	1435	61,0	68,3	70,0	0,75	0,86	0,92	5,20	2,60
1,1	1,5	90S	0,744	6,6	2	1,9	0,0055	9	25,5	56	1440	63,1	70,8	73,5	0,90	0,94	0,95	7,16	3,58
1,5	2	90L*	1,01	7,5	2,4	1,9	0,0066	6	28,0	56	1450	65,8	73,3	75,5	0,94	0,96	0,97	9,32	4,66
2,2	3	100L	1,48	6,7	2	2,2	0,0097	10	38,5	56	1450	73,9	79,5	77,5	0,84	0,90	0,93	13,9	6,94
3	4	112M	2,04	6,7	2,4	2,4	0,0164	9	49,0	58	1430	72,4	78,0	78,5	0,81	0,91	0,93	18,7	9,36
3,7	5	132M	2,49	6,5	2,5	2,4	0,0357	6	67,0	61	1450	70,0	76,7	79,0	0,89	0,94	0,95	22,4	11,2
5,5	7,5	132M	3,69	7,0	2,9	2,5	0,0543	6	82,2	61	1450	73,7	79,5	81,5	0,89	0,93	0,95	32,2	16,1
7,5	10	132M*	5,07	6,0	2,7	2,5	0,0543	6	86,5	61	1440	77,0	81,9	83,0	0,85	0,91	0,93	44,2	22,1
Carcasas opcionales																			
0,37	0,5	80	0,245	6,0	2,0	2,8	0,0024	6	16,0	53	1470	40,0	50,0	57,0	0,54	0,65	0,75	3,94	1,97
3,7	5	112M*	2,52	6,0	2,3	2,2	0,0184	7	51,0	58	1430	72,5	78,2	78,5	0,81	0,88	0,91	23,6	11,8

ANEXO J: FICHA TÉCNICA PERFILES ESTRUCTURALES

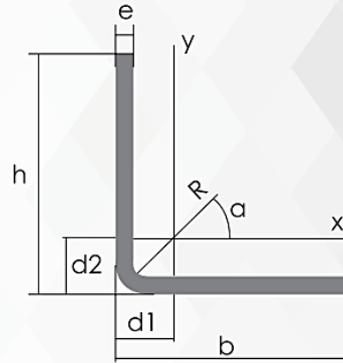
PERFILES

PERFILES ESTRUCTURALES

ÁNGULOS "L" DOBLADO

Especificaciones Generales:

Norma:	NTE INEN 1623
Calidad:	ASTM A36
Largo Normal:	6.00m y medidas especiales
Espesores:	Desde 2.00mm - 12mm
Acabado:	Acero Negro



Descripción	Ángulos de alas iguales																			
	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Ángulo a	Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
									Ix	Wx	rx	Iy	Wy	ry	Iu	Wu	ru	Iv	Wv	rv
mm	mm	mm	Kg/m	cm ²	cm	cm	(°)	cm ⁴	cm ³	cm										
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,65	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75
L 40x 4	40	40	4	2,28	2,90	1,20	1,20	45,00	4,44	1,59	1,24	4,44	1,59	1,24	7,23	2,59	1,59	1,55	1,10	0,73
L 40x 5	40	40	5	2,77	3,54	1,25	1,25	45,00	5,29	1,92	1,22	5,29	1,92	1,22	8,80	3,11	1,58	1,77	1,25	0,71
L 50x 2	50	50	2	1,51	1,93	1,35	1,35	45,00	4,85	1,33	1,59	4,85	1,33	1,59	7,85	2,22	2,02	1,85	1,05	0,98
L 50x 3	50	50	3	2,22	2,83	1,40	1,40	45,00	7,01	1,95	1,57	7,01	1,95	1,57	11,42	3,23	2,01	2,61	1,47	0,96
L 50x 4	50	50	4	2,90	3,70	1,45	1,45	45,00	9,01	2,54	1,56	9,01	2,54	1,56	14,76	4,18	2,00	3,25	1,84	0,94
L 50x 5	50	50	5	3,56	4,54	1,50	1,50	45,00	10,84	3,10	1,55	10,84	3,10	1,55	17,89	5,06	1,99	3,79	2,14	0,91
L 60x 3	60	60	3	2,69	3,43	1,65	1,65	45,00	12,34	2,84	1,90	12,34	2,84	1,90	20,03	4,72	2,42	4,65	2,19	1,16
L 60x 4	60	60	4	3,53	4,50	1,70	1,70	45,00	15,96	3,71	1,70	15,96	3,71	1,70	26,04	6,14	2,40	5,88	2,77	1,14
L 60x 5	60	60	5	4,34	5,54	1,75	1,75	45,00	19,33	4,55	1,87	19,33	4,55	1,87	31,72	7,48	2,39	6,95	3,27	1,12
L 75x 3	75	75	3	3,40	4,33	2,02	2,02	45,00	24,55	4,48	2,38	24,55	4,48	2,38	39,72	7,49	3,03	9,38	3,53	1,47
L 75x 4	75	75	4	4,47	5,70	2,07	2,07	45,00	31,94	5,88	2,37	31,94	5,88	2,37	51,90	9,79	3,02	11,99	4,51	1,45
L 75x 5	75	75	5	5,52	7,04	2,12	2,12	45,00	38,96	7,24	2,35	38,96	7,24	2,35	63,56	11,99	3,01	14,35	5,40	1,43
L 75x 6	75	75	6	6,53	8,33	2,17	2,17	45,00	45,60	8,56	2,34	45,60	8,56	2,34	74,73	14,09	2,99	16,46	6,20	1,41
L 80x 4	80	80	4	4,79	6,10	2,20	2,20	45,00	39,00	6,72	2,53	39,00	6,72	2,53	63,30	11,19	3,22	14,70	5,19	1,55
L 80x 5	80	80	5	5,91	7,54	2,25	2,25	45,00	47,65	8,28	2,51	47,65	8,28	2,51	77,64	13,72	3,21	17,65	6,23	1,53
L 80x 6	80	80	6	7,00	8,93	2,30	2,30	45,00	55,86	9,79	2,50	55,86	9,79	2,50	91,39	16,16	3,20	20,32	7,17	1,51
L 80x 8	80	80	8	9,11	11,61	2,40	2,40	45,00	71,03	12,68	2,47	71,03	12,68	2,47	117,22	20,72	3,18	24,85	8,78	1,46
L 80x 10	80	80	10	11,09	14,14	2,50	2,50	45,00	94,59	15,39	2,45	94,59	15,39	2,45	140,84	24,90	3,16	28,34	10,04	1,42
L100x 5	100	100	5	7,48	9,54	2,75	2,75	45,00	95,23	13,13	3,16	95,23	13,13	3,16	154,55	21,86	4,03	35,90	10,13	1,94

*Otras calidades, largos y acabados: previa consulta

ANEXO K: FICHA TECNICA DE REDUCTOR.

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO		Factor de Seguridad	Momento l	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos		
kW	HP	(RPM)	(i)			(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página		
0,55	kW	0,75	HP	5,3	265,00	2422	0,75	1,15	645	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
				6,1	232,50	2422	0,75	1,25	600	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
				7,3	195,00	2422	0,75	1,50	507	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
				8,6	165,33	2422	0,75	1,70	443	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
				9,4	150,00	2422	0,75	1,85	405	1415	1050	670	64	pag 43	pag 50-51
				6,4	222,00	24FR	0,75	1,20	506	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				7,3	193,54	24FR	0,75	1,30	457	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				8,0	176,46	24FR	0,75	1,40	435	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				9,4	150,85	24FR	0,75	1,50	401	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				10,3	137,56	24FR	0,75	1,75	346	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				12,7	111,00	24FR	0,75	1,60	316	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				14,9	94,84	24FR	0,75	2,30	260	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				16,4	86,53	24FR	0,75	2,05	250	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				18,1	78,30	24FR	0,75	2,75	218	1415	1050	670	50	pag 41	pag 50-51
				20,3	69,79	24FR	0,75	2,55	205	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51
24,6	57,61	24FR	0,75	3,05	171	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51				
26,4	53,68	24FR	0,75	2,55	163	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51				
31,9	44,32	24FR	0,75	3,05	137	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51				
37,1	38,18	24FR	0,75	2,55	120	1415	975	625	50	pag 41	pag 50-51				
44,9	31,52	24FR	0,75	3,05	100	1415	755	430	50	pag 41	pag 50-51				
53,5	26,45	24FR	0,75	3,65	85	1415	755	430	50	pag 41	pag 50-51				
0,75	kW	0,75	HP	12,7	111,00	23FR	0,75	1,00	304	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51
				13,6	104,28	23FR	0,75	1,05	281	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51
				16,4	86,53	23FR	0,75	1,25	240	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51
				19,3	73,22	23FR	0,75	1,40	211	1415	650	400	35	pag 41	pag 50-51
				24,0	59,05	23FR	0,75	1,75	172	1415	600	385	35	pag 41	pag 50-51
				29,9	47,33	23FR	0,75	2,05	147	1415	600	385	35	pag 41	pag 50-51
				37,1	38,18	23FR	0,75	2,50	120	1415	600	385	35	pag 41	pag 50-51

ANEXO L: ANÁLISIS DE AFLATOXINA

	INFORME FINAL AL CLIENTE		
	CODIGO: AGRO-LAB-FOR-075	REV:01	Fecha: 14-02-2022

INFORME DE ENSAYOS

FECHA DE INFORME:	13 DE FEBRERO DEL 2023	No. De Registro :	2023 - 0063
CLIENTE:	ESPOCH	PRODUCTO:	GRANO BASE
DIRECCIÓN:	PROVINCIA DE CHIMBORAZO	IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:	NO INFORMA
TELÉFONO:	(+593) 99 858 0374	PROCEDENCIA DE MUESTRA:	MATRIZ ALIMENTARIA
CIUDAD:	CHIMBORAZO - ECUADOR	FECHA HORA DE MUESTREO:	09 DE FEBRERO DEL 2023 14H00
CONTACTO:	DR. GINA ALVAREZ	PRESENTACION:	500 G
EMAIL:	galvarez@epoch.edu.ec	NUMERO DE MUESTRAS:	1

DATOS DE RECEPCION DE MUESTRA

FECHA DE RECEPCION:	09 DE FEBRERO DEL 2023	TEMPERATURA DE RECEPCION:	25 °C
FECHA DE INICIO DE ANALISIS:	10 DE FEBRERO DEL 2023	ORDEN DE TRABAJO:	O063
FECHA DE TERMINO DE ANALISIS:	10 DE FEBRERO DEL 2023		

RESULTADOS

Analisis*	Acred	Result.	Unid.	Mínimo	Máximo**
AFLATOXINA	No	2,55	PPB	0.0 ug/kg	30 ug/kg

*MÉTODO DE ENSAYO:

Metodología de flujo lateral para detección y cuantificación en equipo de lectura rápida para toxinas alimentarias - Meizheng.

**REQUISITOS

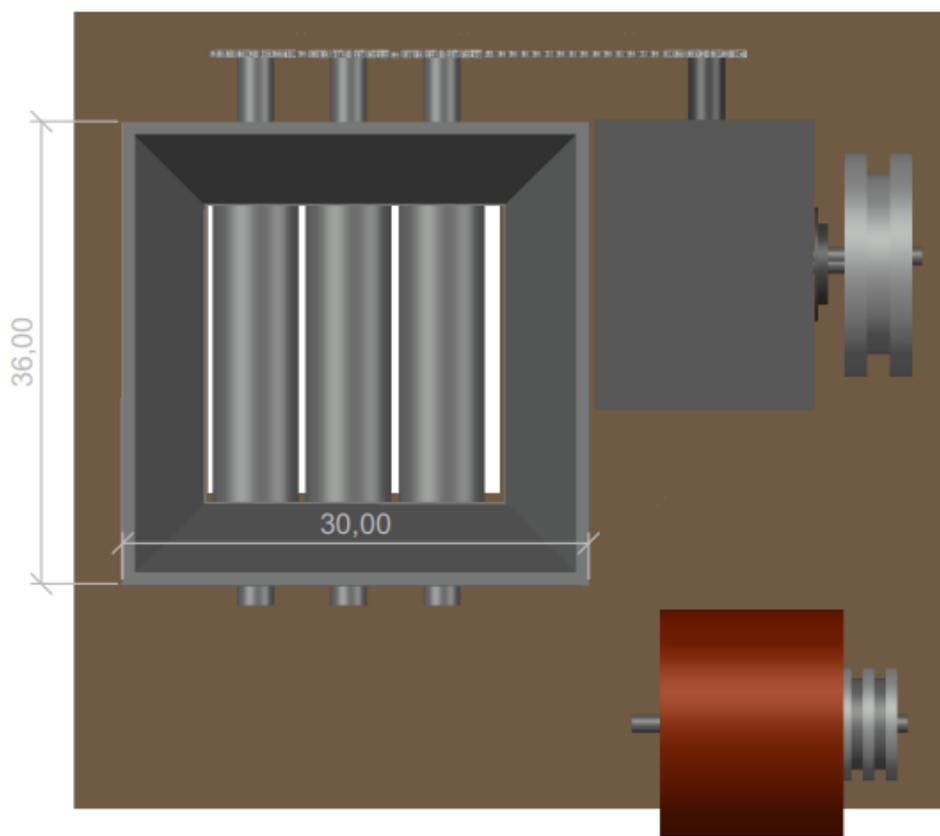
NTEcuador - AGROCALIDAD - Alimentos-y-suplementos-alimenticios
Normativa Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1829 - Año 2014 - Primera revisión - Balanceado para animal

OBSERVACIÓN

- 1) El muestreo fue realizado por parte del cliente, el cual llegó a las instalaciones de Agroavilab S.A. siguiendo los protocolos de inocuidad
- 2) Los resultados reportados corresponden únicamente a la (s) muestra (s) analizadas, Tal como se recibió
- 3) Agroavilab S.A., no se responsabiliza por la información proporcionada
- 4) La identificación de la muestra es responsabilidad del cliente
- 5) Este documento no debe ser reproducido parcialmente o totalmente, sin autorización del laboratorio
- 6) Agroavilab S.A. garantiza absolutamente la confidencialidad, comprometiéndose a guardar absoluta reserva de los datos e información. En caso de que se necesite revelar información se comunicara a las partes involucradas con la finalidad de solicitar autorización


 Ing. Valery Martinez S.
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO M: DISEÑO DE MOLINO



vista en planta

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS

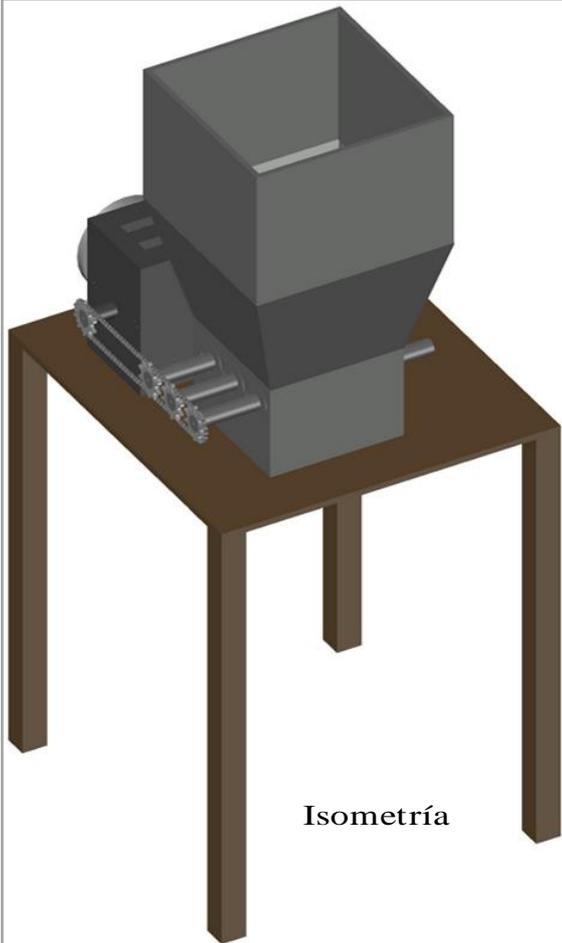
INGENIERÍA QUÍMICA

TEMA:

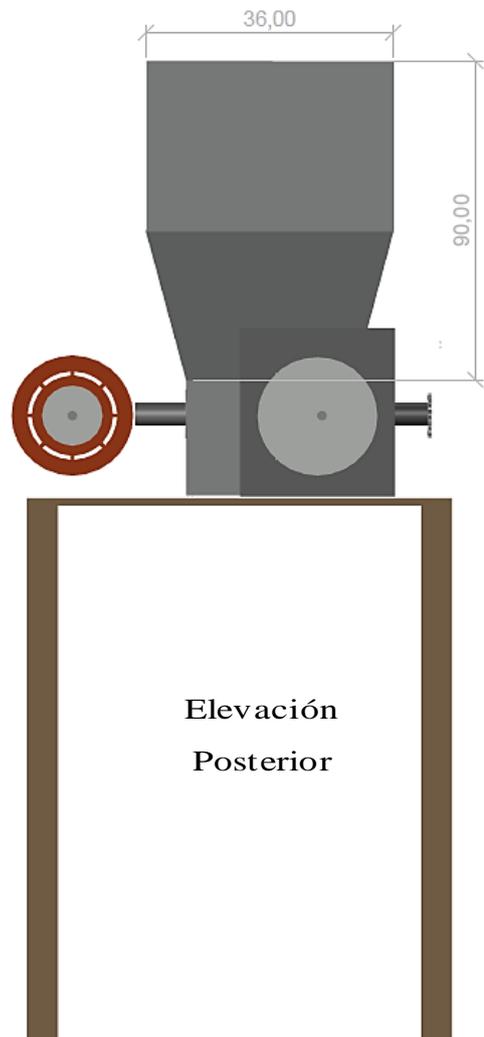
Diseño de un sistema de molienda para la empresa HEISENBEER

NOMBRE:

Daniela Estefanía Cruz Torres



Isometría



Elevación
Posterior

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS

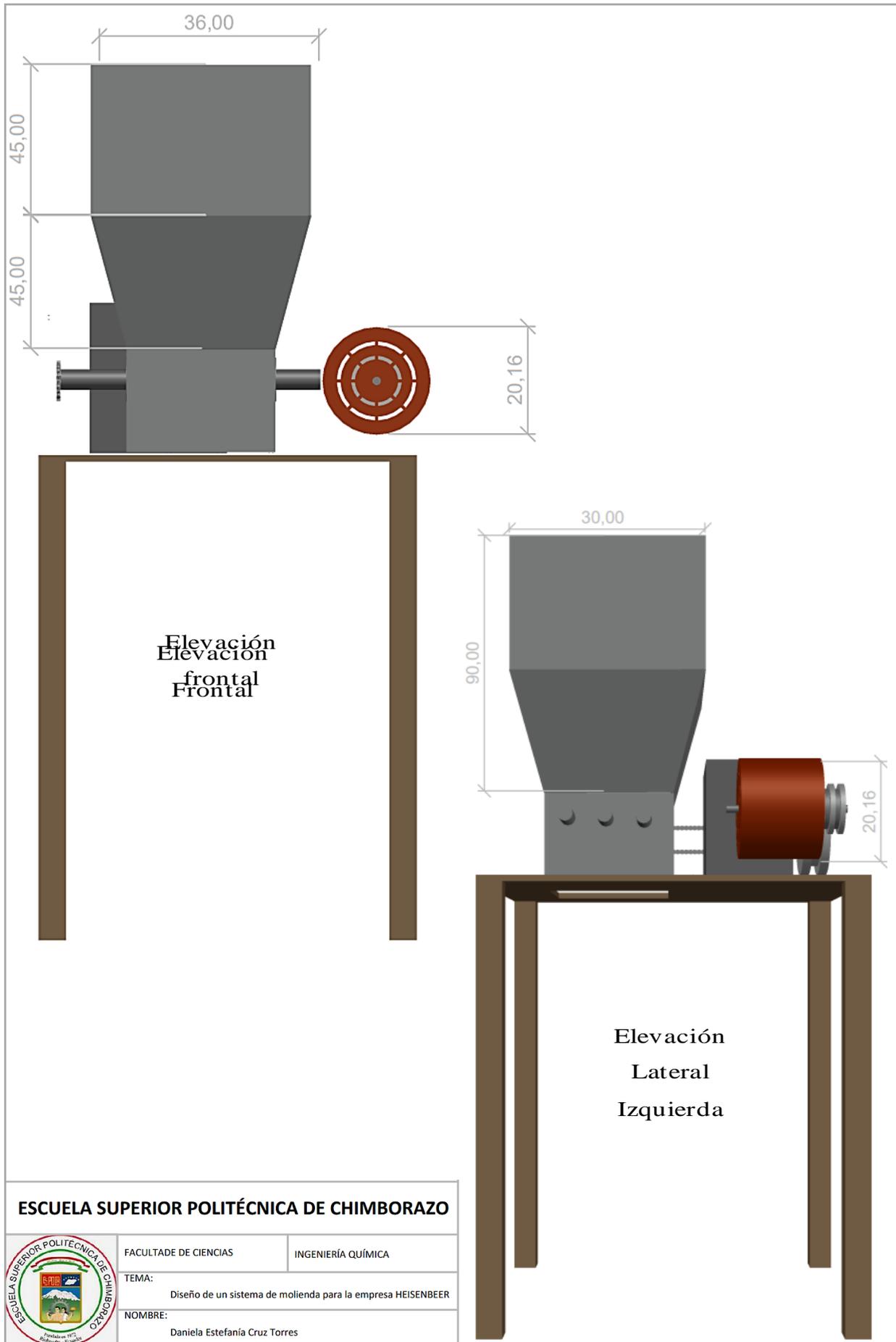
INGENIERÍA QUÍMICA

TEMA:

Diseño de un sistema de molienda para la empresa HEISENBEER

NOMBRE:

Daniela Estefanía Cruz Torres



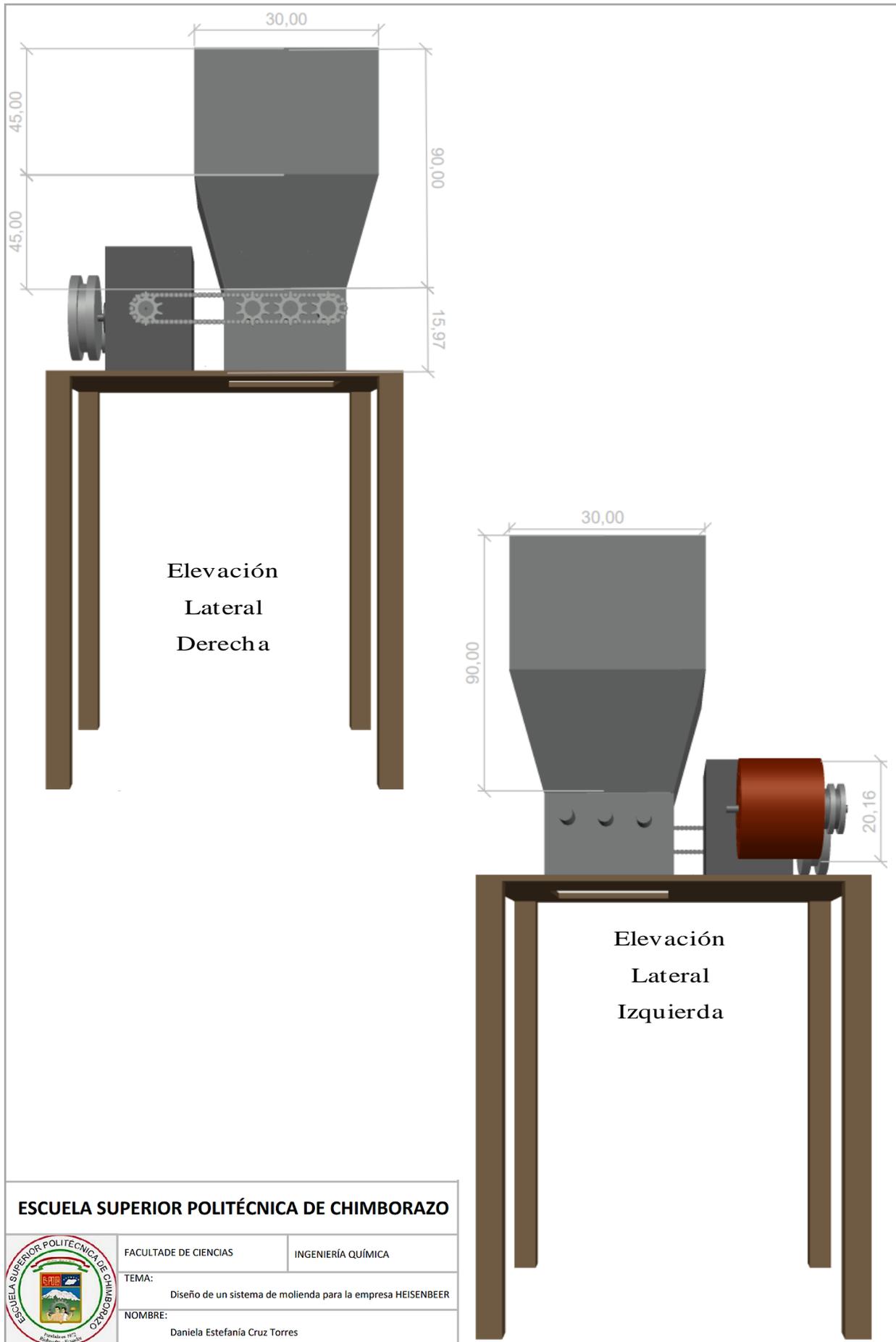
Elevación
frontal

Elevación
Lateral
Izquierda

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS	INGENIERÍA QUÍMICA
TEMA: Diseño de un sistema de molienda para la empresa HEISENBEER	
NOMBRE: Daniela Estefanía Cruz Torres	



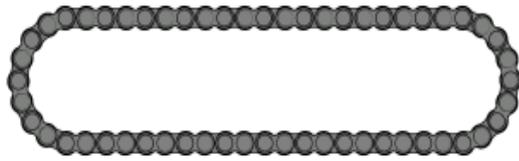
Elevación
Lateral
Derecha

Elevación
Lateral
Izquierda

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS	INGENIERÍA QUÍMICA
TEMA: Diseño de un sistema de molienda para la empresa HEISENBEER	
NOMBRE: Daniela Estefanía Cruz Torres	



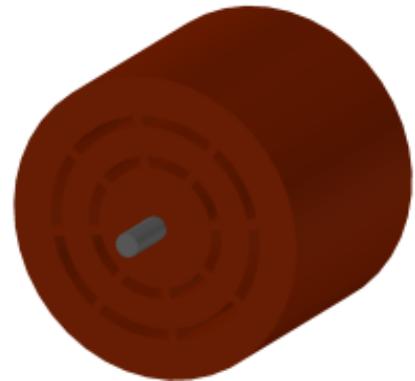
Cadena



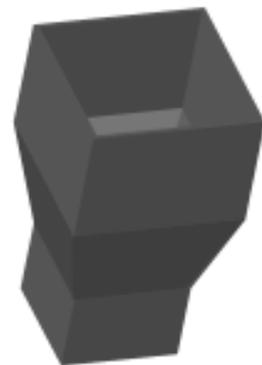
Engranaje



Motor



Tolva



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTADE DE CIENCIAS

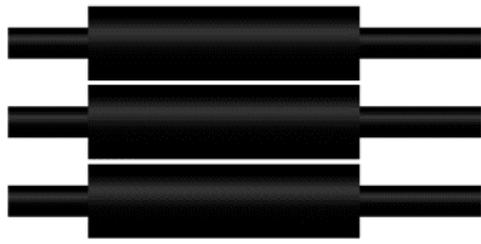
INGENIERÍA QUÍMICA

TEMA:

Diseño de un sistema de molienda para la empresa HEISENBEER

NOMBRE:

Daniela Estefanía Cruz Torres



Rodillos



Banda



Polea



Polea



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS

INGENIERÍA QUÍMICA

TEMA:

Diseño de un sistema de molienda para la empresa HEISENBEER

NOMBRE:

Daniela Estefanía Cruz Torres



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 13 / 04 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Daniela Estefania Cruz Torres
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Química
Título a optar: Ingeniera Química
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0741-DBRA-UTP-2023

