

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



**Diseño de un molino para el mejoramiento de la producción de queso en
el distrito de Santa Cruz - Cajamarca**

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

AUTOR

Paulo Cesar Villalobos Sanchez

ASESOR

Luis Alberto Gonzales Bazan
<https://orcid.org/0000-0003-3941-9581>

Chiclayo, 2023

Diseño de un molino para el mejoramiento de la producción de queso en el distrito de Santa Cruz - Cajamarca

PRESENTADA POR

Paulo Cesar Villalobos Sanchez

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

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Hugo Walter Mundaca Guerra
PRESIDENTE

Lucio Antonio Llontop Mendoza
SECRETARIO

Luis Alberto Gonzales Bazan
VOCAL

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada con mucho afecto a mis padres César y Perpetua y a mis hermanos Julio y Dayana, por ser parte de una buena crianza, apoyándome siempre en mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, por la vida, la salud física y mental brindada.

A mis padres César y Perpetua, por su constante apoyo en esta etapa de mi vida

A la universidad por el aprendizaje y por ser partícipe de una excelente formación profesional y personal.

A mis compañeros y profesores, por compartir siempre el conocimiento y culminar con éxito este trabajo de investigación

PAULO TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	edoc.pub Fuente de Internet	4%
2	nanopdf.com Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	ferrosos.files.wordpress.com Fuente de Internet	2%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	creativecommons.org Fuente de Internet	1%
7	cepes.org.pe Fuente de Internet	1%
8	cris.utec.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%

Índice

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
II.	MARCO TEORICO	14
2.1.	Estado del Arte	14
2.1.1.	Productos Similares	14
2.1.2.	Planteamiento del Problema.	16
2.1.3.	Requerimientos del diseño.	16
2.2.	BASES TEÓRICO CIENTIFICAS.	16
2.2.1.	Aparición de las queserías rurales en Cajamarca	16
2.2.2.	El Queso	17
2.2.3.	Industria láctea en el Perú.....	18
2.2.4.	Principales cuencas lecheras y producción de queso en el Perú.	18
2.2.5.	Proceso del queso en las zonas rurales de Cajamarca:	20
2.2.7.	Población en la provincia de Santa Cruz y distritos.	22
2.2.8.	Molienda en la antigüedad.....	24
2.2.9.	Molino.	26
2.2.10.	Tipos de molino:.....	26
2.2.11.	Aplicaciones frecuentes de molinos	29
2.2.12.	Selección del molino más óptimo.....	29
2.2.13.	Alternativa ideal del molino	30
2.2.14.	Estructura funcional y estructura modular.....	32
2.2.15.	Estudio de bloques funcionales	32
2.2.16.	Descripción de módulos	34
2.2.17.	Solución para cada módulo	35
2.2.18.	Tecnología actual para la molienda de granos.....	43
2.2.19.	Acero inoxidable	45
2.2.20.	Evaluación económica.....	57
III.	DISEÑO	58
3.1.	Metodología.....	58
3.2.	Instrumentos	59
3.2.1.	Solidoworks	59
IV.	RESULTADOS	61
4.1.	Características del queso artesanal y estudio de mercado.	61
4.2.	Matriz morfológica.....	63
4.3.	Diseño del molino:	68
4.3.1.	Capacidad de la máquina.....	68

4.3.3.	Motor	70
4.3.4.	Limitaciones	71
4.3.5.	Coeficiente de rozamiento	71
4.3.6.	Elementos de la molienda.....	71
4.4.	Evaluación Económica	81
4.4.1.	Costos directos.....	81
4.4.2.	Costos indirectos	83
4.4.3.	Inversión de la máquina.....	83
4.4.4.	Análisis de la inversión del molino de disco de queso artesanal.....	84
4.4.5.	Flujo de caja	84
4.4.6.	Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)	85
4.4.7.	Mantenimiento.....	85
4.4.8.	Ganancia	86
4.4.9.	VAN TIR	86
V.	CONCLUSIONES.....	88
VI.	RECOMENDACIONES	89
	REFERENCIA	90
	ANEXOS.....	92

Lista de figuras

Figura 1:	Elaboración del queso	18
Figura 2:	Participación de los departamentos en la producción de queso	22
Figura 3:	Métodos para el funcionamiento de un molino.....	26
Figura 4:	Molino tipo disco doble dentado.....	31
Figura 5:	Estudio de bloques funcionales para un molino de quesillo "nivel 0"	33
Figura 6:	Estudio de bloques funcionales para un molino de quesillo "nivel 1"	33
Figura 7:	Estudio de bloques funcionales para un molino de quesillo "nivel 2"	33
Figura 8:	Estructura de módulos para el estudio de bloques funcionales.....	34
Figura 9:	Tornillo sinfin de un molino manual de granos	36
Figura 10:	Discos rectos	36
Figura 11:	Discos rectos	37
Figura 12:	Cadena de doble torón.....	39
Figura 13:	Transmisión por banda plana	40
Figura 14:	Apriete exterior con tornillo de un molino manual de maíz	42
Figura 15:	<i>Protector para la salida del quesillo molido</i>	<i>43</i>

Figura 16: Recipiente para quesillo	43
Figura 17: El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo	46
Figura 18: Acero inoxidable	47
<i>Figura 19: Ejemplo de diseño en Solidworks.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 20: Trayectoria de una partícula de queso molido</i>	<i>71</i>
<i>Figura 21: Descomposición de velocidades.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 22: Máximo ángulo de lanzamiento</i>	<i>73</i>
Figura 23: Disco cónico.....	75
Figura 24: Esquema del disco cónico	75
Figura 25: Cargas en el eje principal del molino.....	78
Figura 26: Descomposición de velocidades	79
Figura 27: Determinación geometría del eje	80
Figura 28: Molino de queso.....	87
Figura 29: Diagrama de circuito de fuerza y de mando del molino	102

Lista de gráficas

Gráfica N° 1 Fuente: Technoserve – Business Solutions to Rural Poverty	19
<i>Gráfica N° 2 Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>23</i>
Gráfica N° 3 Fuente: Elaboración propia	58

Lista de tablas

Tabla N° 1: Departamentos con mayor producción de leche fresca.....	19
Tabla N° 2: Participación de los departamentos en la producción de queso	20
Tabla N° 3: Población de la provincia de Santa cruz.....	23
Tabla N° 4: Frecuencia de aplicación de algunos molinos.....	29
Tabla N° 5: Puntaje máximo de los molinos en trabajo	30
Tabla N° 6: Evaluación de criterios (costo, distancia, mantenimiento).	41
Tabla N° 7: Evaluación de criterios (costo, distancia, mantenimiento)	41

Tabla N° 9: Propiedades Mecánicas para los Aceros Inoxidables Martensíticos	52
Tabla N° 10: Composición del queso artesanal.....	61
Tabla N° 11: Costos de producción por las productoras en el distrito de Sta. Cruz	62
Tabla N° 12: Ventas por temporadas de queso en la provincia de Santa Cruz	62
Tabla N° 13: Matriz morfológica para selección de molino (Continuación)	64
<i>Tabla N° 14: Ventas anuales de queso (queso/años)</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 15: Ventas anuales de queso (kg/año)</i>	<i>68</i>
<i>Tabla N° 16: Ventas anuales de queso (queso/años y kg/año)</i>	<i>69</i>
Tabla N° 17: Elementos Mecánicos	81
Tabla N° 18: Elementos Eléctricos.....	82
Tabla N° 19: Costos directos de maquinado	82
Tabla N° 20: Costo directo de montaje de molino	83
Tabla N° 21: Costos Indirectos.....	83
Tabla N° 22: Inversión de la máquina	83
Tabla 23: Criterio para aceptación de VAN y TIR.....	84
Tabla N° 24: Flujo de caja.....	85
Tabla N° 25: Mantenimiento costo.....	85
tabla N° 26: VAN Y TIR.....	86
Tabla 27: Proyección de utilidad en las ventas diarias de queso.....	93
Tabla 28: Proyección de ventas mensual por temporadas	93
Tabla 29: Proyección de rentabilidad Enero – Junio según temporadas	94
Tabla 30: Proyección de rentabilidad Julio – Diciembre según temporadas.....	94

Resumen

Teniendo presente que la actividad pecuaria y ganadera es una de las actividades primarias de supervivencia de un gran número de la población de las zonas de menor desarrollo de nuestra patria, y dentro de estas actividades, cabe destacar, donde la cadena láctea como principal actividad de las familias de la sierra y selva, en el año 2016 se tiene que casi el 65% de las unidades agropecuarias se forjan en la sierra, 19% en la selva y 17% en la costa, en actividades de cultivos de pastos, forrajes, producción de leche, crianza de animales y posteriormente transformación en quesos y derivados lácteos, considerada la última como la principal actividad económica rentable de la población rural.

En ese orden de ideas, la presente investigación tiene el objetivo principal de diseñar un molino con ciertas características para la molienda del quesillo, (producto de haber cortado la leche con cuajo, ya sea casero o producto industrializado que se usa como cortante), antes de ser prensado y convertirse en queso e incrementar volúmenes de producción en el distrito y provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, y por ende mejorar el abastecimiento del mercado local y la economía de las productoras, siguiendo el procedimiento del diseño mecánico, permitiendo su desarrollo y crecimiento industrial. Este molino consta de ciertas partes como: el disco como pieza fundamental para moler, eje principal, poleas, fajas de transmisión y rodamientos por lo que se determinaron algunas cargas a las que se encuentran sometido.

Una vez conocida el funcionamiento del molino tipo disco, para determinar la velocidad se utilizó la fórmula del movimiento parabólico para determinar el alcance máximo de una partícula de quesillo molido, así mismo se calculó el torque y dar paso a la potencia para la selección de un motor adecuado. Para su diseño y su futura construcción se necesitó de un software CAD/ CAE, para este caso Solidworks 2016. Finalmente se realizó una evaluación económica calculando el TIR y VAN para conocer la viabilidad del proyecto, teniendo una inversión de 2 987, 52 soles para su construcción.

Palabras claves: actividades económicas, diseño mecánico, molino tipo disco, software CAD/ CAE, inversión.

Abstract

The main activities in the mountain and jungle from Peru in 2016, 64% of the agricultural was developed in the mountains, 20% in the jungle and 16% on the coast, about pasture and forage cultivation, husbandry, milk production and then being cheeses and dairy products, it was the best economic activity of the rural population.

Therefore, this research has the objective of designing a quesillo's shredder with some requirements, before being pressed and become cheese to increase production volumes in the Santa Cruz province, department of Cajamarca, then we need to improve the supply of the local market and the producer's economy, we have followed the mechanical design procedure allowing its development and growth industry. Also the parts of the shredder are: the disc as a fundamental piece for milling, the mechanical shaft, pulleys, transmission belts and bearings, it was important to calculate some loads, power, angular velocity and choose the shredder structure correctly to make the cheese's machine.

We knew disk-type shredder how it works, so we used some formulas like a parabolic movement, it was used to calculate the speed and the maximum range of a cheese's particle, also we calculated the torque and the power to select an electric motor. Finally, we needed a CAD / CAE software, for our case Solidworks 2016, then we made an economic evaluation (IRR and NPV) to know the project viability, having an investment of 2987,52 soles for its construction.

Keywords: economy activities, mechanical design, shredder machine, software CAD/CAE, investment.

I. INTRODUCCIÓN

Los tres tipos de quesos que más se producen en el Perú, y que se hacen tanto de forma artesanal como industrial son: el queso fresco, el queso mantecoso y el queso maduro (suizo). Para el IV trimestre del 2017 según el SIEA, se cuenta con una producción de 1,8 en miles de toneladas de queso fresco y que incrementó a 0,3 miles de toneladas sus ventas respecto al 2016, para el queso mantecoso conserva una producción y venta de 0,1 miles de toneladas y para el queso maduro disminuyó su producción en 0,5 miles de toneladas, cuya incidencia tuvo un impacto también con sus ventas.

El Programa Sierra Exportadora, capacitó a los productores de queso en el norte peruano, con el fin de incrementar la obtención de leche fresca, y así aplicar nuevas técnicas en la elaboración de sus quesos, para que el exceso generado sea destinado a la elaboración de quesos. En el 2015 se efectuó ocho planes de negocios de quesos madurados en la región de Cajamarca, generando una venta total neta de 4 millones 497,408 soles siendo beneficiados más de 2000 personas, de las cuales más de 400 de ellos fueron beneficiarios directos. [1]

Las productoras artesanales de queso del distrito de Santa cruz, vienen realizando por varios años esta actividad, transmitiéndolo de generación en generación, dónde notamos que los conocimientos impartidos son de baja calidad para mejorar el producto, además, existen muchas amenazas que pueden ocasionarse si no se emplea un adecuado control. [2]

Al optimizar un proceso en la producción de queso artesanal en el distrito de Santa Cruz, para este caso, para la actividad de la molienda, nos ayudará a manejar mayores volúmenes de producción, y así aumentar la oferta del producto a otros lugares aledaños, donde la acogida del producto lácteo en el mercado sea mayor a la actual, con esto se está optimizando e inculcando a las productoras a mejorar e incrementar su producto utilizando nuevas tecnologías, así como también a seguir el desarrollo sostenible de esta actividad netamente económica.

1.1. Formulación del problema:

¿Será factible diseñar un molino que permita mejorar la producción de queso en el distrito de Santa cruz - Cajamarca?

1.2. Formulación de la hipótesis:

A través del diseño de un molino, con una selección correcta de éste de acuerdo a las características de producción existentes en la actualidad en el distrito de Santa cruz, se puedan mejorar el proceso de “amasar” para que las productoras del distrito puedan alcanzar un mayor nivel de producción de queso.

1.3. Justificación:

1.3.1. Social

Promover el uso de nuevas tecnologías adecuadas para mejorar el nivel de conocimiento de las productoras de queso del distrito de Santa cruz, así como mejorar el proceso de “amasar” para procurar aumentar el nivel de producción de queso y ser competitivas en el mercado, local, regional y nacional a través de mecanismos de producción, traslado y venta, mejorando sus ingresos económicos y como consecuencia un mejor nivel de vida de los hogares que se dedican a la elaboración de queso en sus diferentes tipos.

1.3.2. Económico

En el aspecto económico se quiere lograr aumentar el volumen de producción y venta de quesos así mismo mejorar el nivel de vida de las productoras de queso, que radican en el distrito de Santa Cruz, llegando a competir con otros mercados, a nivel regional y nacional. Aunado a ello la instalación, funcionamiento y mantenimiento del molino no será muy oneroso, con respecto al volumen de producción, generando bienestar e ingresos económicos en las productoras artesanales de queso.

1.3.3. Tecnológico

Se quiere introducir una tecnología que permita mejorar volúmenes de producción mayores a la forma artesanal en la que vienen produciendo, lograr la calidad del producto e innovar el proceso de “amasar”, facilitando esta labor con la incursión de este molino y cuyo diseño

permitirá lograr un mayor nivel de producción, al que actualmente se viene produciendo.

1.3.4. Ambiental

El diseño del presente molino no causará ningún impacto negativo sobre el ambiente, ya que su diseño, análisis y simulación se realizarán utilizando herramientas computacionales. No obstante, utilizará energía eléctrica para su funcionamiento y un uso limitado de lubricantes, para su funcionamiento y mantenimiento y desde luego no va generar algún impacto ambiental negativo en su área de influencia, al ser mínimo el deshecho de residuos sólidos.

1.4. Objetivos:

1.4.1. Objetivo General:

Diseñar un molino para el mejoramiento de la producción de queso artesanal en el distrito de Santa cruz - Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Determinar las características de producción para desarrollar un diseño óptimo.
- Seleccionar el tipo de molino adecuado para el desarrollo del mismo utilizando una matriz morfológica.
- Diseñar las partes del molino seleccionado para el proceso de molienda utilizando software CAD/CAE.
- Elaborar un análisis económico para viabilidad del proyecto.

II. MARCO TEORICO

2.1. Estado del Arte

2.1.1. Productos Similares

- a.) **Título:** Diseño y construcción de prototipo de máquina semiautomática para desmenuzar queso.

Autor (es): Luis Fernando Loaiza Santos

Editorial: Universidad Internacional de Ecuador, Ecuador

Año: 2015

Desarrolló una máquina que tiene alimentación automática y lleva una pantalla para controlar e indica la cantidad en volumen de queso a desmenuzar. También dispone de un sistema para contabilizar mejor la cantidad de queso desmenuzado.

Correlación: Ambas investigaciones vinculan la importancia del diseño de una máquina para la utilización en la producción de queso donde se manejan volúmenes del producto.

- b.) **Título:** Diseño y construcción de un molino de martillo triturador de granos para granjas avícolas.

Autor (es): Diana C. Bermeo Martínez

Editorial: Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE, Ecuador

Año: 2014

Desarrolló el diseño y construcción de un molino de martillos donde se definieron las fuerzas y esfuerzos a las que se encuentran sometidos y teniendo en cuenta el principio de funcionamiento de molinos de martillo que la principal fuerza en la estructura es la fuerza centrífuga. También realiza el uso de elementos finitos. [3]

Correlación: Ambas investigaciones vinculan al diseño basándose en la necesidades de producción.

c.) Título: Diseño y construcción de una máquina para la trituration de chocolate.

Autor: Diego S. Rueda Barreno y G. Alfonso Sánchez Paredes

Editorial: Escuela Politécnica Nacional, Quito

Año: 2015

Correlación: Se realiza un estudio para las características del chocolate artesanal y seleccionan un molino tipo disco, donde dan a conocer los distintos elementos que conforman el equipo como discos, motor, sistema de transmisión y eje motriz utilizando un software especializado para el diseño. [4]

d.) Título: Diseño y construcción de un prototipo de máquina moledora de choclo con capacidad de 25 Kg/h.

Autor: Joel Nicolás Guizado Díaz

Editorial: Escuela Politécnica Nacional, Quito

Año: 2018

Correlación: Se propone una máquina moledora aplicando la metodología del diseño, teniendo en cuenta las necesidades de los productores de choclo en Matahuasi, luego se desarrolla el cálculo de las piezas mecánicas del molino y así mismo la selección de elementos mecánicos con catálogos nacionales peruanos. [5]

2.1.2. Planteamiento del Problema.

Las productoras de queso en el distrito de Santa cruz utilizan para moler el quesillo en molinos de piedra (batanes), previamente a la elaboración del queso, donde se muelen otros productos como: ají, culantro, paico, ajo, etc. por lo que puede hacer variar el sabor del queso, también hay otra manera, utilizar los tradicionales molinos manuales de maíz que como consecuencia trae una producción limitada. Sin embargo, esta técnica de elaboración se viene dando de épocas remotas al ser pasadas de generación en generación lo que se ha visto poca innovación y ciertas limitaciones para mejorar la producción. [2]

2.1.3. Requerimientos del diseño.

Como requerimientos primordiales, se tienen:

- ✓ Volúmenes a moler
- ✓ Características del material a moler
- ✓ Disponibilidad de energía a utilizar en la zona
- ✓ Requerimientos sanitarios del proceso de molienda.
- ✓ Mantenimiento y limpieza del molino.
- ✓ Tipo de persona a utilizar el equipo. (Mujeres < 40 años)

2.2. BASES TEÓRICO CIENTIFICAS.

2.2.1. Aparición de las queserías rurales en Cajamarca

Las sociedades pioneras de productos derivados de leche en Cajamarca surgieron por los años 60s, donde Incalac se inició en la región. Estas fueron fundadas por un alemán, elaboraban manjarblanco para trasladarlo a la ciudad de Lima. Al tiempo aparecieron nuevas unidades dónde solo existe dos de ellas.

Por 1960, ganaderos empezaron a producir queso mantecoso que se comercializaba a tiendas informales en Cajamarca, de la mano de otros productos: en esos bodegones los quesos podrían ser vendidos junto a semillas e inclusive zapatos.

Desde el 75, la actividad quesera avanza a nivel comercial, desde las zonas de Bambamarca (queso tipo suizo), Agua Blanca - Asunción (queso mantecoso), tres lugares

rurales del departamento Cajamarquino. En cada poblado, se inicia la fabricación de un queso exclusivamente para la venta (familiar), dónde no hay un enlace entre estas familias.

En los 80s, el acrecentamiento de la venta de productos lácteos en la costa del Perú robustece la inclinación hacia el desarrollo de queserías en el departamento. Para ese entonces el país pasa por una época muy difícil, existían los movimientos terroristas de Sendero Luminoso y del MRTA. El terrorismo ocasiona una huida rural masiva, pero la región de Cajamarca no se ve tan afectada por estos sucesos ya que para ese entonces su sistema de autodefensa lo conformaban las Rondas Campesinas, que estaba mejor organizado en la nación, la cual impide estas represalias. Es así que la actividad quesera siguió adelante y pudo abastecer a la ascendente demanda urbana.

En los 90, comienza una etapa significativa para el desarrollo de la actividad quesera. Para este periodo inicia el plan de emergencia de ajuste económico promulgado en el mes de agosto de 1990 por el presidente electo Alberto Fujimori Fujimori, para neutralizar la crisis sucedida de la administración del ex presidente, Alan García Pérez. Las consecuencias son devastadores, en especial para los empleos y salarios, por lo que la creación de una industria artesanal de productos lácteos se torna una opción atractiva para los habitantes de la región Cajamarca.

Por otra lado, el asentamiento de la mina de oro “Yanacocha” en el sector tuvo un sólido impacto en la producción de derivados lácteos. En conclusión, la venta de productos aumentó durante estos últimos años, impulsando al desarrollo del sector. [1]

2.2.2. El Queso

Es un producto (alimento) sólido o semisólido que se obtiene cuando la leche de vaca u de otros mamíferos rumiantes es cuajada y despojada del suero. La leche es llevada a cuajarse usando un cuajo, que se obtiene de bacterias gástricas localizadas en el cuarto estómago de la res, estas enzimas se encargan de acidular la leche, a cual son un papel muy importante en la determinación de la textura y en el sabor de este manjar. [1]

Elaboración del queso



Figura N° 1 Fuente: Andina (Agencia peruana de noticias).

2.2.3. Industria láctea en el Perú.

La industria láctea en el Perú simboliza un importante rubro de la producción pecuaria, por el año 2001 casi el 40% de la producción del sector en toneladas métricas (TM) de producto conseguido, de ahí su relevancia en comparación con otros productos del rubro. Sin embargo, la leche fresca sirve como componente principal para la fabricación de otros productos desde la cadena de derivados lácteos en la sección de los productos agroindustriales. [1]

En Sudamérica, los más importantes productores de leche para el 2006 según las estadísticas de la FAO son Brasil (26 millones/TM), Argentina (8 millones/TM) y Colombia (6,78 millones/TM). El Perú se encuentra en la última posición para el año 2006 con 1,4 millones/TM. [1]

2.2.4. Principales cuencas lecheras y producción de queso en el Perú.

Las cuencas que más resaltan donde simultáneamente se notan la totalidad de los productos elaborados son: La cuenca del centro (Lima, Ica y Junín) y la cuenca del norte (Cajamarca, La libertad y Lambayeque) y la cuenca del sur (Arequipa, Tacna y Moquegua),. De esta manera los departamentos que predominan en la producción son

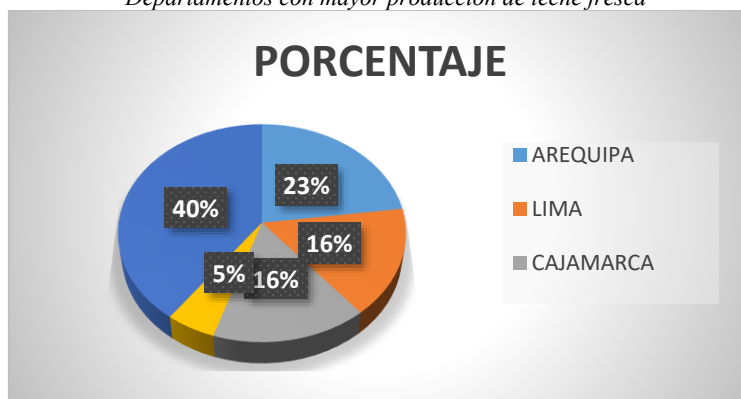
Arequipa (255 292 TM), Lima (179 743 TM), luego Cajamarca (178 558 TM), representando casi el 61 % de la producción nacional de leche fresca. [1]

Tabla N° 1: Departamentos con mayor producción de leche fresca

DEPARTAMENTO	PORCENTAJE
AREQUIPA	22,9%
LIMA	16,1%
CAJAMARCA	16,0%
LA LIBERTAD	5,1%
OTROS DEPARTAMENTOS	39,9%

Fuente: Elaboración Propia

Departamentos con mayor producción de leche fresca



Gráfica N° 1 Fuente: Technoserve – Business Solutions to Rural Poverty

Respecto a la elaboración de quesos, el 14,5 % representa la participación de productos derivados de leche en el Perú y la magnitud para el año 2002 es de 6 1001 TM. La tendencia de la producción se observa en aumento y reforzada, no obstante cabe debe señalar que no cumple con una elevada cooperación en la producción de quesos en el país. [1]

Para el 2002 se puede notar que las regiones con una alta concentración de producción nacional son: Lima (48 %), Cajamarca (25 %) y Arequipa (24 %). Los tipos de queso más predominantes son: el queso fresco, el queso mantecoso y el queso maduro (suizo).

Tabla N° 2: Participación de los departamentos en la producción de queso

Producción de quesos (Toneladas)				
	Queso Suizo	Queso Fresco	Queso Matencoso	
Departamento	2002	2002	2002	Total
Ancash	0	38,9	0	38,9
Arequipa	1413,8	30,7	0	1444,5
Cajamarca	1312,6	5,5	203,9	1522
Cusco	10,8	3,4	0	14,2
Junín	0	18,2	0	18,2
La libertad	0	0	0	0
Lima	577,4	2361,9	0	2939,3
Moquegua	7	0	0	7
Pasco	15,2	28,6	0,4	44,2
Tacna	69,7	2,9	0	72,6
Total	3406,5	2490,1	204,3	6100,9

Fuente: MINAG – Direcciones regionales y subregionales de Agricultura – Elaborado Technoserve INC –Perú

2.2.5. Proceso del queso en las zonas rurales de Cajamarca:

Las queserías rurales cajamarquinas la mayoría están ubicadas en las provincias de Chota, Bambamarca, Hualgayoc, Santa cruz y otras provincias cercanas, estas son artesanales y no cuentan con una tecnología apropiada. Este proceso no es higiénico en sus etapas, el acopio del producto llega en sacos plastificados, luego se realiza en baldes de pintura usadas o tinas plásticas puestas en el piso con una desinfección deficiente, otros casos con residuos de producciones pasadas después el lavado es con agua proveniente de la zona urbana, en algunos casos no potable, y en los caseríos se utiliza recurso acuífero natural de puquíos. El producto es pesado en unas balanzas donde los platillos o plataforma carecen de una buena limpieza previamente, luego la molienda lo elaboran en molinos de hierro galvanizados (manuales) y se disponen de bateas de madera para revolver el producto con sal y finalmente pasar a colocarlos en moldes de madera o de plástico. En muchos casos se ensamblan con papel de envases descartables de azúcar, la cual no existe tratamiento alguno de limpieza y otra manera es usando bolsas de plástico. Seguidamente el queso es empaquetado en cajas de madera envueltas de plástico, una vez terminado estos quedan listos para ser transportados al mercado de la costa u otras provincias colindantes; entre otras observaciones el manipuleo del producto lo ejecutan

personas que no utilizan equipos de protección (EPP's) como guantes, mandiles u otra instrumentación, por lo que se concluye que el control de calidad es pobre. [6]

Ambiente donde se ensambla el queso para su traslado



Figura N° 2 Fuente: Víctor Santa Cruz Fernández, Marita Sánchez Dejos y Sonia Pezo, Codelac – Cajamarca

También se puede apreciar un esquema del proceso productivo de queso fresco y queso suizo en el departamento de Cajamarca, desde el acopio de leche cruda hasta el producto final (queso).

Producción del queso en zonas rurales de Cajamarca

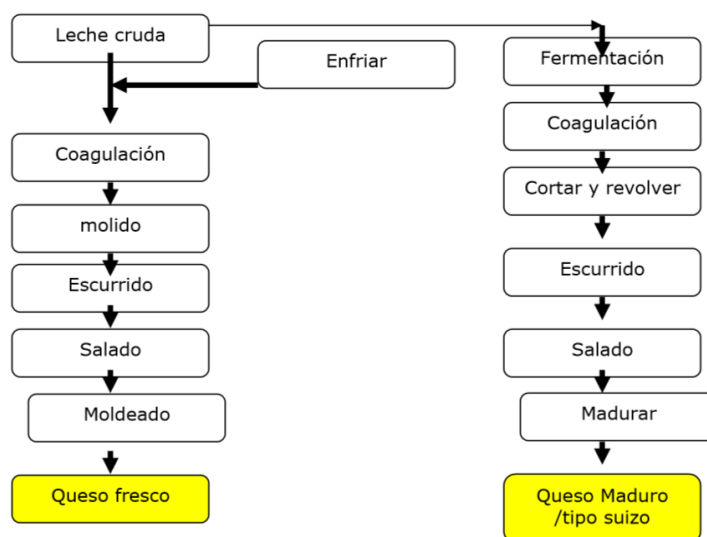


Figura N° 3 Fuente: Víctor Santa Cruz Fernández, Marita Sánchez Dejos y Sonia Pezo, Codelac – Cajamarca

2.2.6. Flujo de queso en el departamento de Cajamarca:

A diferencia de la leche, el flujo de queso es más complicado y diverso. Un ejemplo de ello son los quesos procedente de la provincia de Bambamarca con un 72 % cuyo principal objetivo es el mercado de Zarumilla ubicado en la ciudad de Lima, 17,5 % el

mercado de Chicago, Trujillo y un 8,79% en el mercado Moshoque de la ciudad Chiclayo . Para Cajamarca se divide en un 73,8% que va para la ciudad de Lima, Trujillo 19,63 % y un valioso 4,88 % que se reparte en el mismo Cajamarca.

Santa Cruz elabora queso artesanal aproximadamente 1 372, 56 Tn de queso artesanal/año, donde el 50 % de su producción se distribuye a la ciudad de Chiclayo, mientras el otro 50 % llega a sus distritos y a la provincia de San Pablo. [1]

Participación de los departamentos en la producción de queso

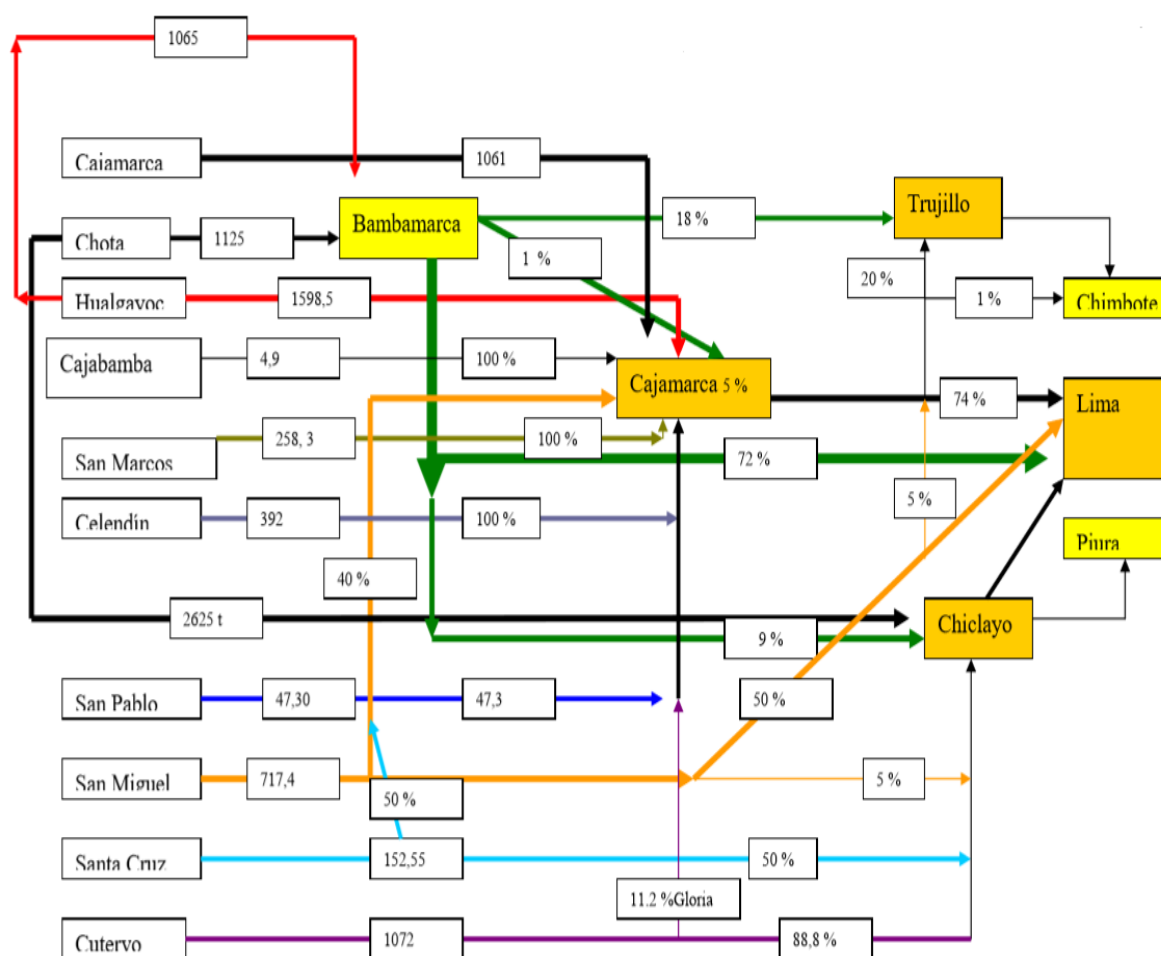


Figura N° 3: Fuente: MINAG – Direcciones regionales y subregionales de Agricultura – Elaborado Technoserve INC –Peru

2.2.7. Población en la provincia de Santa Cruz y distritos.

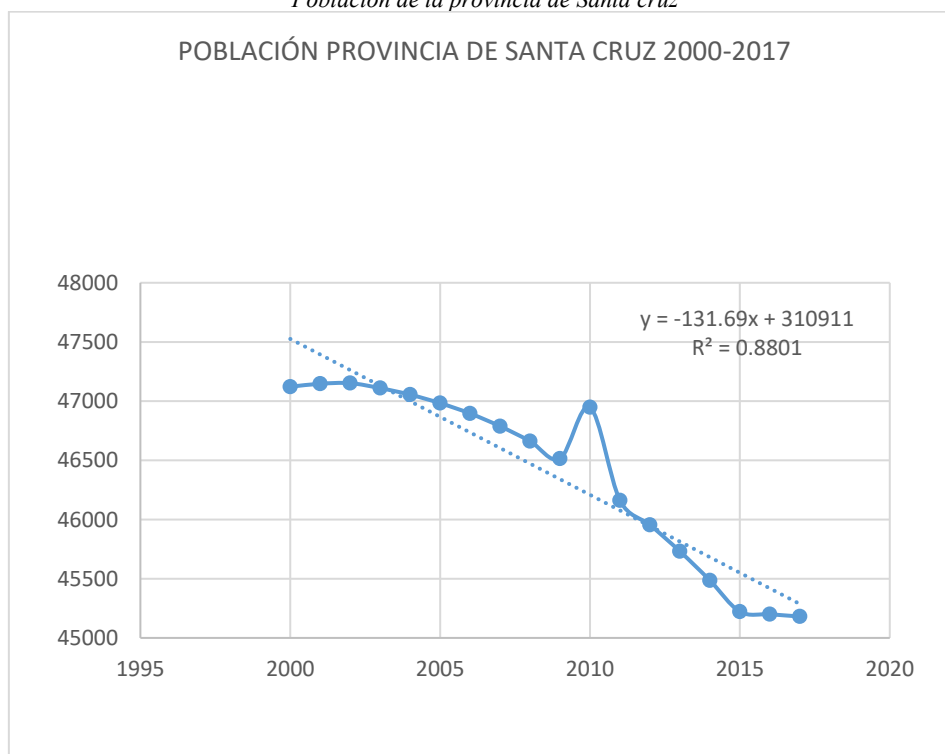
Según el INEI, cuenta con una data histórica del año 2000 – 2017, donde se puede apreciar que la población a disminuido en 1 941 (pobladores).

Tabla 3: Población de la provincia de Santa cruz

PROVINCIA SANTA CRUZ	
AÑO	POBLACIÓN
2000	47122
2001	47147
2002	47152
2003	47110
2004	47055
2005	46983
2006	46896
2007	46788
2008	46662
2009	46515
2010	46948
2011	46161
2012	45955
2013	45731
2014	45486
2015	45222
2016	45200
2017	45181

Fuente: Elaboración Propia

Población de la provincia de Santa cruz



Gráfica N° 2 Fuente: Elaboración Propia

2.2.8. Molienda en la antigüedad.

La molienda se entiende como la reducción y división del tamaño de algunos materiales sólidos como los granos, en la antigüedad se prefería utilizar para esta actividad simples rocas para triturar semillas.

En la época neolítica se realizaban los trabajos con “muelas”, estas eran piedras lisas y curvadas en el centro, usaban un movimiento consante de vaivén sobre otra roca de dimensiones grandes, que se empotraba en el suelo. [7]

Una muela de piedra en la edad neolítica

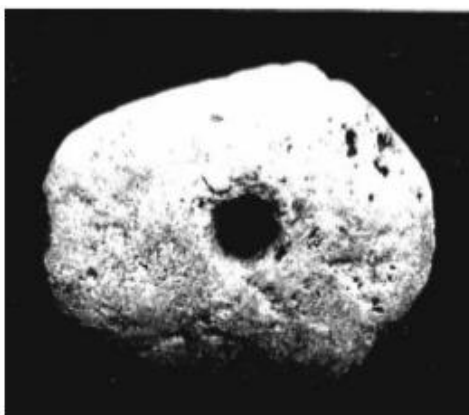


Figura N° 4: Fuente: V.P d. Villarreal

También en la Africa antigua usaron herramienteas artesanales en las lozas o piedras, la roca móvil era de tamaño doble que un puño, según Livingstone. En la mayoría de estas actividades la tecnología primitiva contaminaban la materia prima con películas de roca producto del rozamiento. [7]

Molino manual descrita por Livingstone

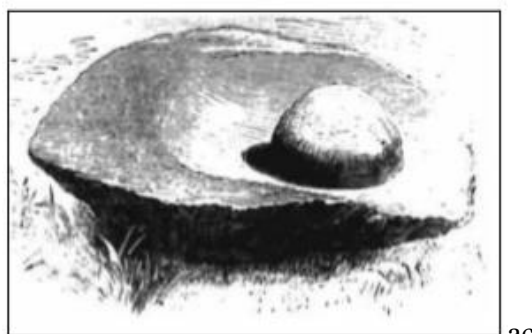


Figura 5 Fuente: V.P d. Villarreal

En su experiencia de trabajo descubrieron u optimizaron al molino de piedra giratoria, la cual era mejor hacer rotar la piedra superior sobre otra estable para trabajar con un movimiento de vaivén. [7]

Molino giratorio usado antiguamente

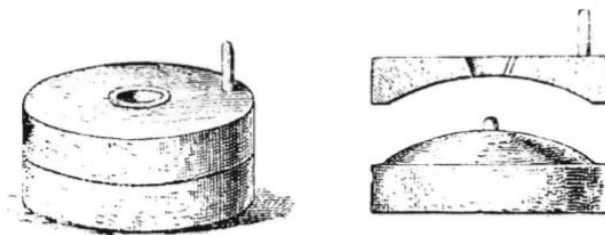


Figura N° 6 Fuente: V.P d. Villarreal

Los habitantes israelitas utilizaban unas piedras desiguales parecidos a una olla, la parte inferior estaba sujeta al suelo con un relieve cónico donde acoplaba la piedra de encima, por lo que el grano se depositaba en el hoyo en el centro de la piedra móvil, como se aprecia en la fig. 7 luego se usaba una palanca para dar movimiento sujeto a la mitad de su radio. [7]

Molienda manual en la antigüedad



Figura N° 7 Fuente: V.P d. Villarreal

Los “dientes” eran usados como herramienta primordial en el molino giratorio artesanal. Los antepasados llamaban a estas piedras “soltera” y “volantera”, la naturaleza de estas piedras de la finalidad del molino. En su mayoría las formas de las rocas eran cilíndricas quedando en forma de disco al rebajarlas, llamada “soltera” de base llana y la “volantera” cóncava con su cara inferior. [7]

Molino de piedra de Beguillet

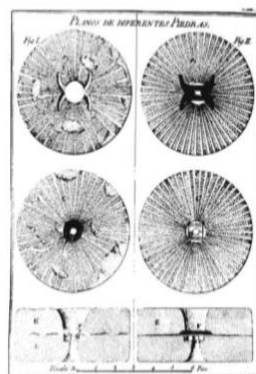


Figura N° 8: Fuente: V.P d. Villarreal

2.2.9. Molino.

Los molinos son un conjunto de elementos mecánicos eléctricos diseñados con el fin de reducir sólidos que requieren de un específico tamaño, área superficial, geometría, uniformidad y proporción, pueden ser: alimentos o materiales, que al reducirse el tamaño facilita su manejo y almacenamiento. Los molinos se utilizan en diferentes rubros como en las industrias, agricultura, etc. [3]

Métodos para el funcionamiento de un molino

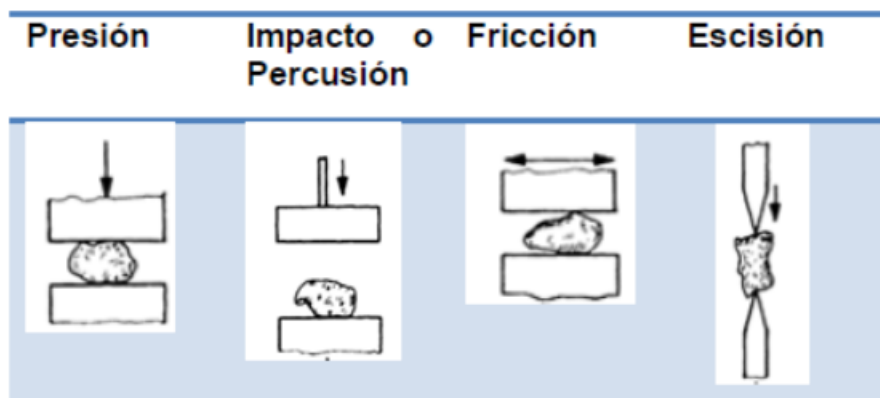


Figura N° 9: Fuente: Diana Bermeo Martínez

El método de trituración es utilizado según las características y cantidades del material o alimento que se va a procesar, tenemos:

- Material duro. Presión, colisión
- Material frágil. Ruptura.
- Material tenaz. Corte.

2.2.10. Tipos de molino:

- Molinos de piedra:** Estos fueron los pioneros en el mundo, utilizados en la agricultura desde tiempos antiguos, hoy en día no se usan en la mayoría de países. Sus tipos según su eje son: De eje horizontal o de eje vertical siendo estos últimos con mejor eficiencia. Su finalidad es hacer una presión tan fuerte entre las dos superficies de las piedras, con el fin de que los envoltorios de granos revienten su estructura interior. De las dos muelas, una está fija y por ende la otra es móvil. Estos granos ingresan de manera axial por el llamado ojo del molino y el producto final sale por la fuerza centrífuga con un sentido radial. El diámetro de las rocas se encuentran entre 19 y 62 cm, y la velocidad de giro entre 290 y 1200 rpm. [3]

- b) Molinos de disco mecánico o fricción:** Probablemente muy similares a los de piedras, contienen un eje horizontal o eje vertical. Luego están formados por unos discos estriados o también provistos de dientes. Su diámetro varía de 21 a 26 cm, y su velocidad de giro de 500 a 850 rpm, para el caso de los molinos de piedras se observa que, uno de los discos está empotrado y el otro gira, dónde se puede regular la longitud entre ellos. Su capacidad ronda entre 14 y 255 kg/h. [3]

Las principales ventajas del molino de discos son:

- ✓ Su costo de inicio relativamente bajo.
- ✓ Homogeneidad del material triturado.
- ✓ Básicamente de potencias bajas.

Desventajas:

- ✓ Disminución de la vida útil de sus discos.
- ✓ Probabilidad de que el equipo falle debido a la inserción accidental de partículas extrañas.
- ✓ En molienda fina potencia necesariamente alta.
- ✓ Deterioro de sus platos cuando opera en vacíos.

- c) Molinos de rodillo:** Están formados por dos cilindros rugosos, la cual el diámetro de los cilindros varía entre 15 a 26 cm y el ancho de 19 a 38 cm, esto debido al rendimiento de molienda. Donde los granos son frenados por las acanaladuras que posee el cilindro que rota lentamente, por lo tanto estas acanaladuras del cilindro que tiene mayor rapidez se encargan de trozarlo. Estos equipos se utilizan especialmente para la molienda de granos húmedos. [3]

- d) Molinos de rodillo liso:** Están formados por dos cilindros lisos, dentro de sus usos son para aplastar avena. Este funcionamiento tiene como fin que uno de los rodillos es accionado y el otro gira libremente haciendo que

ambos cilindros tengan la misma velocidad entonces la avena aplastada evita la fricción de los cilindros. Su diámetro de los cilindros es de 15 a 52 cm. Estos molinos cada vez son menos utilizados porque se limita a procesar el producto y por ende su rendimiento es bajo, del orden de 290 a 600 kg/h. [3]

- e) **Molino de bolas o tambor:** Carcasa cilíndrica que gira sobre su propio eje, dentro de esta envoltura existe hasta la mitad de bolas de acero, estas bolas son necesarias para la trituración de materia prima. El equipo es utilizado en los siguientes campos: Cemento, materiales a prueba de fuego, vidrio, silicato, fertilizantes, maíz, metal negro y de color. [3]
- f) **Molinos de martillo:** Estos son los más polifuncionales, el material o producto se tritura por golpe, entonces la ruptura del grano se logra al chocar con los martillos contra los granos que producen, primeramente la deformación plástica del material continuada por la ruptura por explosión, la molienda sigue hasta que las partículas atraviesan los huecos de su rejilla. [3]

Ventajas del molino de martillos son:

- ✓ Molino con simple construcción.
- ✓ Accesorios (repuestos) con costos relativamente bajos.
- ✓ Tiene una amplia gama de tamaños.
- ✓ Larga duración de vida útil de los martillos.
- ✓ Su eficiencia es buena mientras se encuentra operando
- ✓ Bajo riesgo de producir daños debido a la inserción de partículas extrañas.
- ✓ De fácil mantenimiento (desmontaje)
- ✓ Opera con un sistema cerrado disminuyendo el riesgo de estallido y contaminación cruzada.

Desventajas

- ✓ Su molienda no es uniforme.
- ✓ Producción de altas temperaturas en la molienda.

2.2.11. Aplicaciones frecuentes de molinos

En la tabla 3 se comparan los molinos mencionados anteriormente con la finalidad de establecer una comparación entre ellos:

Tabla N° 4: Frecuencia de aplicación de algunos molinos

	Molino de rodillos	Molino de martillo	Molinos de disco o fricción	Molinos de bolas o de tambor
Tamaños de molienda				
Gruesos	X			
Intermedios	X	X	X	X
Finos/ Ultra finos		X	X	X
Aplicaciones				
Queso	X		X	
Cacao			X	X
Maíz (húmedo)				
Granos	X		X	
Sal		X		X
Especies		X		
Azúcar		X		X

Fuente: D. Sebastián Rueda Barreno y G. Alfonso Sánchez Paredes

2.2.12. Selección del molino más óptimo

En el momento de moler el queso, para este caso se toman algunos parámetros que nos dará a conocer la selección de un molino correcto, los cuales son los siguientes.

2.2.12.1. Granulometría de partículas

Por ser un producto artesanal se debe conservar la granulometría de manera que no altere su sabor. Debe ser de granos uniformes.

2.2.12.2. Contaminación del queso

En general todos los productos deben tener o contar con normas de calidad y salubridad de tal manera se logre una salud integral en las personas. Por lo

que todos los componentes que estén en contacto con el producto no tienen que contaminarlo.

2.2.12.3. Tamaño

Se tienen que considerar la zona o espacio donde se va a trabajar, así como también conocer la actual producción y la futura.

2.2.12.4. Costo

Conocer el costo es muy importante, ya que se necesita conocer para precisar la fabricación y el mantenimiento (preventivo, correctivo)

2.2.12.5. Fácil construcción y ensamble

La construcción y el ensamble son parámetros de mucha relevancia ya que perjudica directamente al costo de producirlo y su mantenimiento preventivo, también se debe considerar piezas críticas.

2.2.12.6. Limpieza

Se sabe con exactitud que el molino no estará operando un día completo por lo que cuando se realice la limpieza del equipo después de culminar la molienda esta se tiene que quitar cuidadosamente las partículas (residuos) por lo que se desea un contacto de fácil espacio con el producto.

2.2.13. Alternativa ideal del molino

Con los parámetros anteriormente descritos se realiza una tabla (Tabla 4) con una calificación (0 – 10), dónde indica el mínimo y máximo puntaje, para realizar estos puntajes se tomó en cuenta las características de los molinos.

[4]

Tabla N° 5: Puntaje máximo de los molinos en trabajo

	Puntaje Máximo	Molino de rodillos	Molino de martillo	Molinos de disco o fricción	Molinos de bolas o de tambor
Granulometría de partículas	10	8	8	9	10
Contaminación del queso	10	10	8	10	7
Tamaño	10	6	5	7	4
Fácil construcción y montaje	10	5	4	8	3
Costo	10	8	7	9	6
Limpieza	10	9	7	9	8
Ruido y vibración	10	8	6	8	7
TOTAL	70	54	45	60	45
MOLINO ÓPTIMO				ÓPTIMO	

Fuente: D. Sebastián Rueda Barreno y G. Alfonso Sánchez Paredes

El molino más óptimo para la molienda de queso es el molino de disco o de fricción, tiene una gran similitud al molino manual de maíz utilizados por las productoras de queso del distrito de Santa Cruz. Este molino mayormente es de doble disco dentado (uno fijo y el otro móvil) y respecto al material se tratará de conservar el acero, respetando siempre las buenas condiciones de salubridad. Con esta información se intentarán diseñar los distintos elementos en base a la función de trabajo de estos molinos. [4]

Molino tipo disco doble dentado

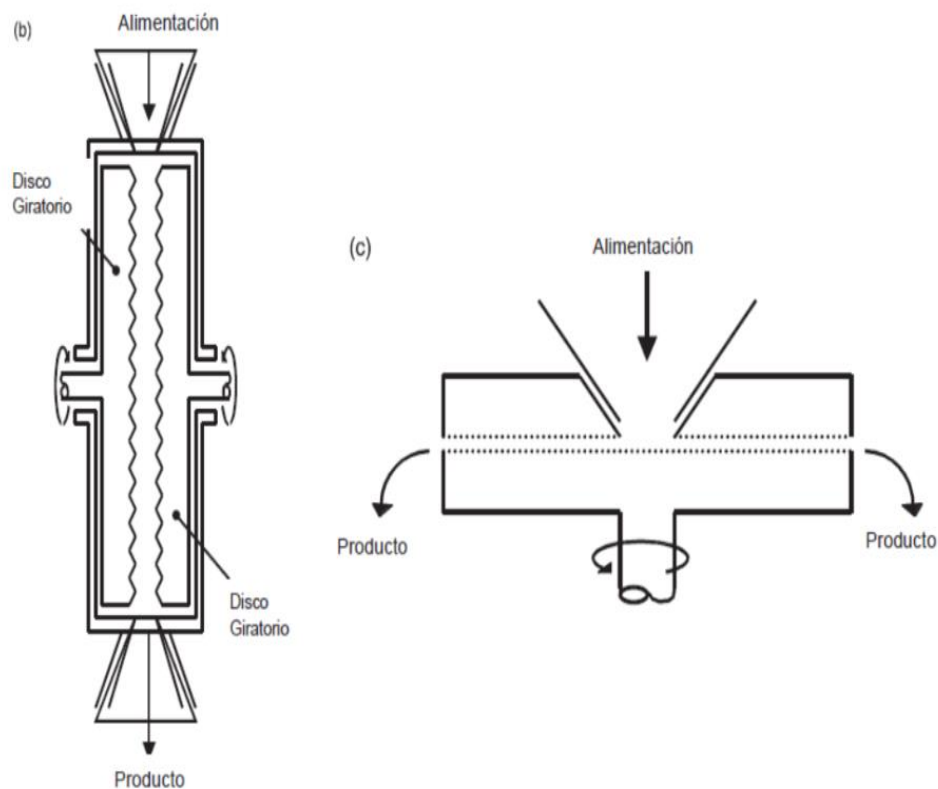


Figura N° 10 Fuente: D. Sebastián Rueda Barreno y G. Alfonso Sánchez Paredes

2.2.14. Estructura funcional y estructura modular

A lo largo de su historia los conocimientos necesarios para diseñar un equipo era la Mecánica, después empezaron a conocerse componentes eléctricos y electrónicos que con el tiempo iban aumentando la dificultad del diseño.

Por otro lado, ya no es de mucha importancia iniciar el diseño a partir de una idea creativa y dedicarse a modificarla para llegar a diseño final, ahora es fundamental formular muchas ideas, cuantas más ideas se obtengan es mucho más probable que resulte exitosa, por lo que al partir de una tiene una probabilidad alta de no serlo.

El real propósito de describir y solucionar los inconvenientes de diseño, se requiere emplear el concepto de función que es cualquier cambio (realización de una tarea) entre unos flujos de entrada y de salida si se tratara de funciones estáticas (variables) así también las funciones dinámicas (varían con el tiempo). En conclusión, se da a notar por una función o una formulación abstracta de una tarea a realizar.

La función representan la tarea en general que debe elevar el equipo que se va a diseñar y construir se establezca como una caja negra que asocia los flujos de entrada y de salida. De otra manera, esta presentación es muy pobre esquemáticamente y para lograr una representación con mayor precisión se tiene que dividir la función global en otras subfunciones al mismo tiempo crear las asociaciones de flujos entre estas subtareas. La esquematización del conjunto de subfunciones con las entradas y salidas: material, energía y control, así como las uniones de flujos entre ellas es llamada estructura funcional.

Finalmente, para realizar exitosamente ésta llamada estructura funcional como objetivo principal es dejar claramente las funciones primarias y secundarias del equipo a desarrollar, estas desuniralls con el fin de llegar a una estructura modular, es decir, ordenar las diferentes funciones y manejar fácilmente las operaciones de composición del diseño. [4]

2.2.15. Estudio de bloques funcionales

Para el primer nivel, en este caso nivel 0, se precisa la acción de moler queso como función primaria. Notamos que para que el molino (máquina) cumpla su funcionamiento solicita la materia prima en este caso queso sólido húmedo, así como también requiere señales de control y energía. [4]

Para el segundo nivel, en este caso nivel 1 se puede observar de forma más detallada la función para moler queso sólido húmedo especificando los debidos procesos hasta obtener una granulometría determinada.

Para el tercer y último nivel, en este caso nivel 2 se explica varias acciones que implica la molienda de queso sólido húmedo y que son requeridas para un óptimo desempeño de la máquina

Estudio de bloques funcionales para un molino de queso "nivel 0"

NIVEL 0

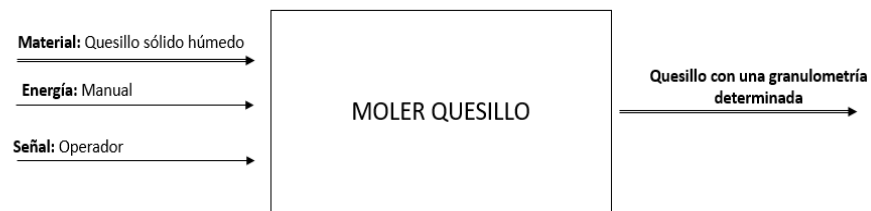
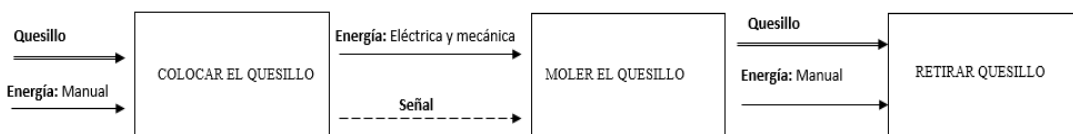


Figura N° 11 Fuente: Elaboración Propia.

Estudio de bloques funcionales para un molino de queso "nivel 1"

NIVEL 1



Fuente N°12 Fuente: Elaboración Propia

Estudio de bloques funcionales para un molino de queso "nivel 2"

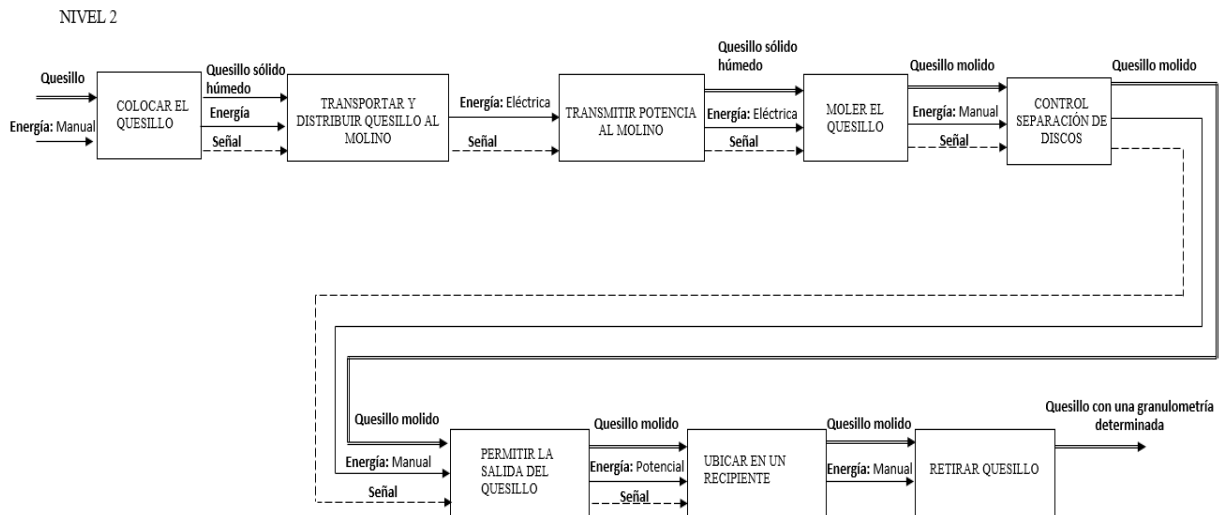


Figura N° 12: Fuente: Elaboración Propia

2.2.16. Descripción de módulos

Para conocer la información más precisa de los componentes del molino es necesario ordenar el estudio de bloques de forma modular ya que esto nos ayudará en varios aspectos como la facilidad de mantenimiento, mitigar costos, ampliar posibles soluciones y sobre todo la facilidad de la elaboración ya que se necesita una máquina de fácil uso para las productoras de queso en el distrito mencionado. [4]

En la fig.8 se ordenan en los siguientes módulos utilizando el nivel 2 elaborado anteriormente.

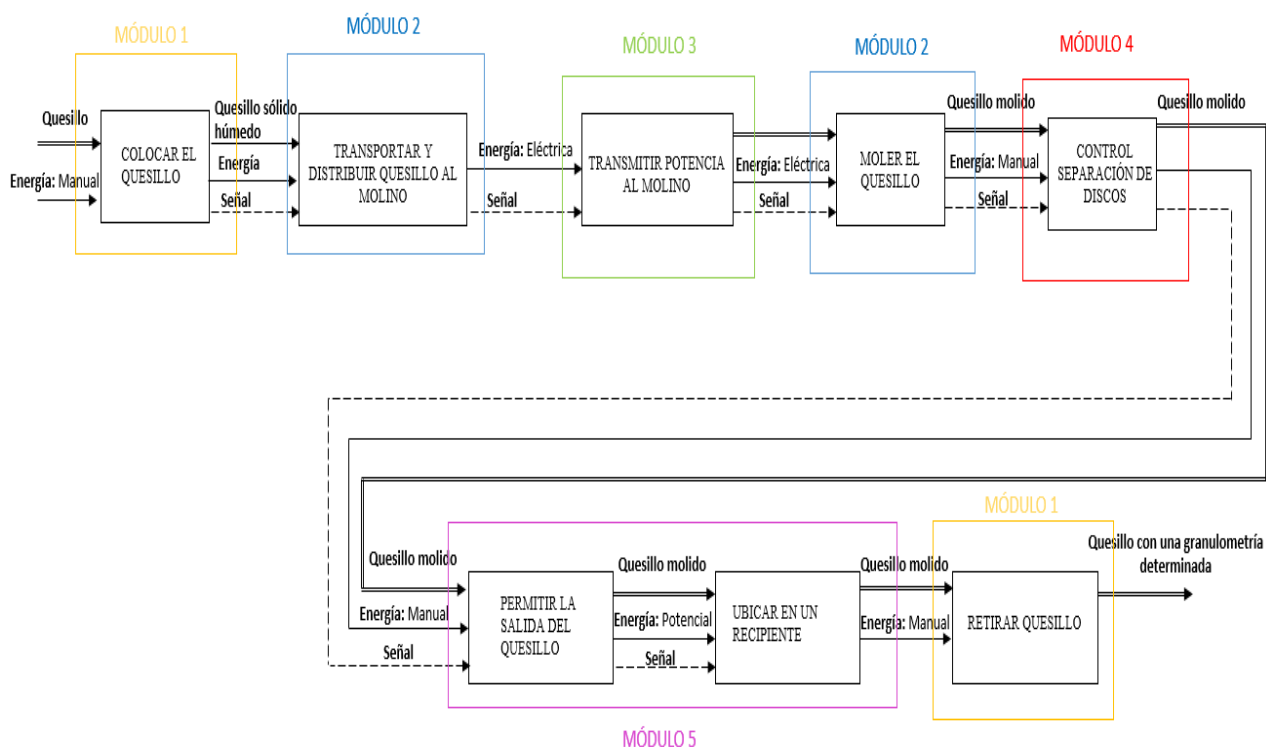


Figura N° 13 Fuente: Elaboración Propia.

2.2.17. Solución para cada módulo

2.2.17.1. Módulo 1

Para el módulo 1 se puede observar en la fig. 5 que cumple con lo siguiente:

- ✓ Colocar el quesillo.
- ✓ Retirar el quesillo.

Con el fin de mitigar costos, este proceso será realizado por las productoras queso artesanal de forma manual, teniendo en cuenta la seguridad de ellas.

2.2.17.2. Módulo 2

Para el módulo 2 se cumple según la fig. 5 la siguiente función:

- ✓ Transportar y distribuir el quesillo.
- ✓ Moler el quesillo.

2.2.17.2.1. Transporte del quesillo

En el transporte del quesillo a los discos para facilitar la molienda, la opción más factible es utilizar un tornillo sinfín.

Tornillo sinfín de un molino manual de granos



Figura N° 14: Fuente: Elaboración Propia

Ventajas:

- ✓ Empuja al quesillo a ingresar a los discos de manera obligada.
- ✓ Por su forma puede llevar al quesillo de manera rápida y completa.
- ✓ Los soportes y apoyos de instalación son simples

Desventajas:

- ✓ Utiliza más elementos adheridos a él debido para su funcionalidad, también de un giro propio.
- ✓ Requiere de una limpieza constante, al quedar quesillo molido con anterioridad puede existir riesgo de contaminación.
- ✓ Volúmenes de material relativamente bajos.

2.2.17.2.2. Moler el quesillo:

Para moler el quesillo se plante utilizar discos rectos, que son dos discos paralelos consiguiendo una molienda estable en el tiempo y de permanencia constante a diferencia de los discos cóncavos y convexos.

Discos rectos



Figura N° 15: Fuente: D. Sebastián Rueda Barreno y G. Alfonso Sánchez Paredes

Ventajas:

- ✓ Tiempo de continuidad del quesillo entre los discos rectos es mayor, con una molienda homogénea en menos tiempo.
- ✓ Molienda con espacios relativamente pequeños de los discos.
- ✓ Flexible, ya que se adecua de manera vertical u horizontal dependiendo de cualquier requerimiento.

Desventajas:

- ✓ De manera obligatoria necesita de un elemento que ayude al ingreso del quesillo a los discos en la parte céntrica.

2.2.17.3. Módulo 3

Para el módulo 3 tiene la siguiente función:

- ✓ Transmitir potencia al molino

Ante esta situación se proponen las siguientes soluciones.

- ***Solución 01: Transmisión por engranes***

En este tipo de transmisión se utilizaría los engranes tipo recto, ya que por su sencillez y funcionalidad. Estos están compuestos por dientes de manera paralela al eje de rotación que aplica para transferir movimiento a otro eje paralelo al anterior, por último, se tiene en cuenta desarrollar las relaciones básicas entre los dientes. [8]

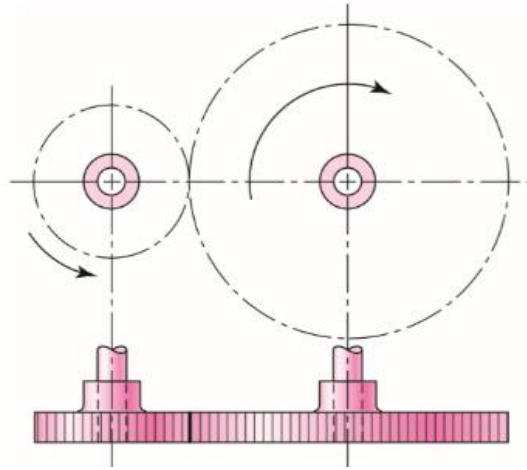


Figura N° 16: Fuente: *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. [8]

Ventajas:

- ✓ Transmisiones de potencia relativamente entre ejes a distancias cortas.
- ✓ Permite altas velocidades debido a que su relación de rotación es constante.

Desventajas:

- ✓ No se utilizan estos elementos en distancias relativamente grandes.
- ✓ Dependiendo de la necesidad de utilización, la elaboración de los engranes tiene un costo elevado.
- ✓ Al utilizar engranes rectos a velocidades altas crea mucho ruido.

• ***Solución 02: Transmisión por cadenas***

Para este tipo de transmisión incluye relaciones constantes entre torones, ya que no interfiere con el deslizamiento, vida larga y capacidad para utilizar una sola fuente de potencia para impulsar ejes [8]. Básicamente en el molino se necesitaría para llevar potencia desde el motor hasta el eje de los discos dentados.

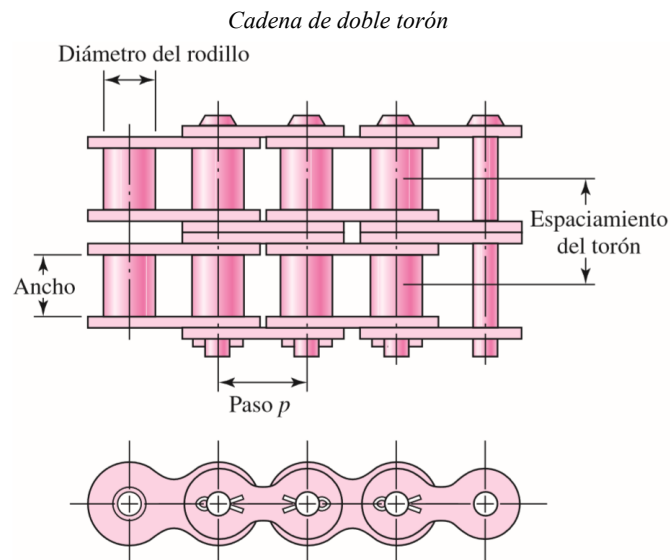


Figura N° 17 Fuente: *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. [8]

Ventajas:

- ✓ Trabajan perfectamente a altas temperaturas.
- ✓ Relación de transmisión constante entre velocidades respecto a los ángulos de giro de los ejes (entrada y salida).
- ✓ Alta maleabilidad y capacidad para disminuir impactos (robustos)

Desventajas:

- ✓ Transmisión que depende de lubricación y del tipo de trabajo que realiza.
- ✓ Por ser robustos requieren de grandes fuerzas entre los elementos (apoyos y eje).
- ✓ Tienen un costo alto y necesitan de tensores en la instalación.

• **Solución 03: Transmisión por bandas**

Transmisión que utiliza elementos mecánicos flexibles (bandas) que une dos poleas ya sean acanaladas o abombadas con el fin de traspasar velocidad angular. [8]

Transmisión por banda plana



Figura N° 18 Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/habasit-flat-belt-113318484.html>

Ventajas:

- ✓ Empleadas para trabajar a largas distancias entre centros.
- ✓ Altamente silenciosas, absorben vibraciones y no necesitan ser lubricadas.
- ✓ Necesitan poco mantenimiento.

Desventajas:

- ✓ Relaciones de transmisión relativamente pequeñas.
- ✓ En muchos casos requieren de algunos tensores para un óptimo funcionamiento.
- ✓ Tienden a deformarse en el tiempo
- ✓ Existe deslizamiento y fluencia, es decir, la velocidad angular entre los ejes (impulsado e impulsador) no es constante ni la relación entre los diámetros de las poleas. [8]

2.2.17.3.1. Evaluación de criterio de las soluciones Módulo 3

Los criterios a tomar en cuenta para la selección correcta son las siguientes: costo, distancia y mantenimiento, estas van a depender del desempeño de trabajo.

Se desarrollaron tablas para resolver la evaluación de criterio correspondiente.

Tabla N° 6: Evaluación de criterios (costo, distancia, mantenimiento).

CRITERIO DE DESEMPEÑO	PESO	SOLUCIONES		
		Solución 01	Solución 02	Solución 03
Costo	0,4	0,4	0,5	0,6
Distancia	0,3	0,3	0,6	0,9
Mantenimiento	0,3	0,4	0,4	0,7

Fuente: Elaboración Propia

Con los pesos establecidos, se ha considerado de acuerdo al desempeño de trabajo que tienen estos parámetros en los distintos sistemas de transmisión anteriormente establecidos, por lo que se tiene que a mayor porcentaje de desempeño sería el ideal para el molino. [4]

Tabla N° 7: Evaluación de criterios (costo, distancia, mantenimiento)

SOLUCION 01	SOLUCION 02	SOLUCION 03
0.16	0.2	0.3
0.09	0.18	0.54
0.12	0.16	0.28
0.37	0.54	1.12
18%	27%	55%

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, se puede observar que la Solución 03 tiene un mejor porcentaje de desempeño, por lo que sería la seleccionada.

2.2.17.4. Módulo 4

Para el módulo 4 tiene la siguiente función, donde se propone un apriete exterior de los discos similar al de los molinos manuales de maíz, que utilizan dos tornillos. [4]

- ✓ Manejo de separación de discos.

2.2.17.4.1. Apriete exterior con tornillo

Lo ideal para este molino de quesillo sería utilizar un apriete exterior similar al de los molinos manuales que son utilizados por las productoras de queso artesanal en el distrito.

Apriete exterior con tornillo de un molino manual de maíz



Figura N° 19 Fuente: https://es.aliexpress.com/promotion/promotion_special-nut-promotion.html

Ventajas:

- ✓ Mejor control y apriete.
- ✓ Rapidez para cambiar el apriete entre los discos.

Desventajas:

- ✓ Necesidad de algunas holguras con el fin de reducir rozamiento y por consecuencia desgaste prematuro.

2.2.17.5. Módulo 5

Para el módulo 5 tiene la siguiente función.

- ✓ Permitir la salida del quesillo.
- ✓ Ubicarla en un recipiente.

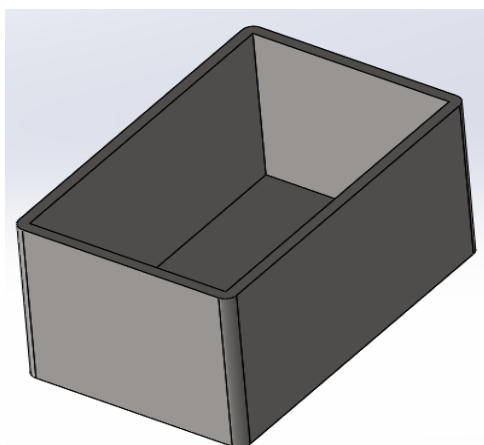
2.2.17.5.1. Permite la salida del quesillo

En la molienda muchas veces a la salida de los discos, algunas partículas desprenden con mucha fuerza, por lo que se pierde material (quesillo), lo que se propone es un protector para los discos de tal manera que las partículas que desprenden a la salida queden en el recipiente, así se tendría una molienda eficiente.

Protector para la salida del quesillo molido*Figura N° 20: Fuente: Elaboración Propia*

2.2.17.5.2. Recipiente para el quesillo

Para este caso se propone un recipiente que contenga el quesillo molido, que por característica sale de molienda húmedo, esto conlleva a que las superficies contengan una especie de malla para que el suero del quesillo vaya escurriendo, así evita menos tiempo de secado.

Recipiente para quesillo*Figura N° 21 Fuente: Elaboración Propia*

2.2.18. Tecnología actual para la molienda de granos.

El desarrollo de los molinos de granos en Sudamérica no contaban con avances para implementar un molino marca corona, para el año 1956 La compañía Landers comenzó con la fabricación de molinos para la producción de granos (cebada, maíz, queso) llamados “molino corona”, la cual en la actualidad son muy popular en toda latinoamerica. Estos molinos eran elaborados con hierro gris. [5]

En Perú, el molino corona obtuvo buenas ventas en el sector agrario y doméstico, con el fin de obtener una molienda más precisa, este mecanismo está constituido por una tolva baja alimentadora, que permite la recepción de los granos que son dirigidos a través del

tornillo sin fin y finalmente terminan en los discos de molienda que están unidos por ajuste a un disco estable que regula la distancia entre el espacio de los discos, este mecanismo trabaja con una manivela manual. [5]

Molino manual marca CORONA



Figura N°23 Fuente: <https://www.easy.com.cop/molino-tradicional114200-granos/>.

En China se fabrican máquinas para la molienda de cereal, estas están hechas por una tolva pequeña de alimentación, con disco en forma de cuchillas y una rejilla con cortes transversales. Este equipo fue comercializada en sudamerica, sobre todo en los países de Chile y Venezuela llevada por la empresa Imarca CA [5]

Molino de la empresa Imarca CA



Figura N° 22 Fuente: Imarca CA - <http://www.imarca.com.ve/Molinos-decarnes.php>.

En México se fabrican y comercializan equipos de molienda de la empresa Arisa, principalmente para el área agrícola, elaboración de tamales y procesamiento de especias. Están constituidos por una tolva de materia prima, contiene un tornillo sin fin y unos discos ensamblados en el eje motriz. [5]

Molino motorizado de la marca Arisa



Figura N°25 Fuente: ARISA - <http://www.arisa.com.mx/molinos.html>.

En Alemania la marca Retsch es una empresa que lidera el mercado mundial con sus máquinas metalográficas, cuentan con un molino de discos modelo DM200, la cual se caracteriza por contar con un alto grado de trituración, también lleva un ajuste preciso en la salida. Hoy en día esta máquina brinda una molienda preliminar y fina. [5]

Máquina moledora elaborada por Retsch



Figura N°26 Fuente: RetschS “Retsch milling sieving assisting” – <http://www.retsch.s/s/>.

2.2.19. Acero inoxidable

Son aleaciones compuestas por hierro, pero que contienen pequeñas cantidades de cromo, carbono y elementos como titanio, molibdeno, níquel, etc. estos elementos le dan la propiedad de resistencia a la oxidación, la cual se forma una capa superficial de óxido de cromo, que permite una protección del acero inoxidable. Esto es importante porque obtiene propiedades mecánicas que al recibir de estas características es utilizado en aplicaciones industriales. [9]

Para lograr incrementar su resistencia a la corrosión se le añade otros elementos como: molibdeno y níquel. Sin embargo, depende del ambiente, es decir, la temperatura y la adherencia de diversos agentes corrosivos que van a influir que el acero inoxidable reduzca su permeabilidad. [10]

El acero inoxidable forma una capa de óxido de cromo



Figura N°27 Fuente: Manual de Aceros Inoxidables – INDURA

2.2.19.1. Ventajas del acero inoxidable:

- a) **Resistencia a la Corrosión.** El acero de alta aleación puede soportar elevadas temperaturas, sin embargo están expuestos a ambientes ácidos, que los que tienen un nivel bajo de aleación, hacen frente a la oxidación en condiciones ambientales.
- b) **Resistencia a la Alta y Baja Temperatura.** Su característica es la capacidad de soportar a los grandes cambios bruscos de temperatura: bajo cero (criogénicas) hasta niveles muy altos.
- c) **Facilidad de Fabricación.** En su elaboración son soldados, forjados y cortados sin dificultad y ductilidad.
- d) **Resistencia Mecánica.** – Esta ventaja permite disminuir sus costos al reducir su espesor, así como se puede indicar, que otros tipos de aceros inoxidables cuando son tratados térmicamente añaden a su capacidad una mejor resistencia.
- e) **Estética.** Permite darle distintas formas y acabados, con lo que se consigue un producto metálico de muy buena calidad.
- f) **Propiedades Higiénicas.** Su uso masivo en hospitales, instalaciones de producción, cocinas, acopio de alimentos y al entorno medicinal, debido a que los diferentes utensilios y aparatos se pueden limpiar y asear con facilidad.
- g) **Ciclo de Trabajo.** Al tener muchas ventajas este tipo de acero, hace que su ciclo de vida sea extenso, en consecuencia ayuda a minorar y obtener costos baratos.

2.2.19.2. Taxonomía de los aceros inoxidable:

Estos aceros inoxidable, por sus propiedades, indicadas anteriormente, son aleaciones complejas, porque están conformadas por distintos elementos químicos, como: carbono, níquel, cromo y hierro al cambiar su porcentaje, esto permite obtener una variedad de tipos de aceros. [9]

Se pueden clasificar en cinco familias, donde las cuatro primeras son asociadas por sus atributos de la estructura cristalográfica (microestructura), estos son: ferríticos, austeníticos, martensíticos y dúplex; la última familia están más vinculados con el TT, estos aceros obtienen su dureza por precipitación. [11]

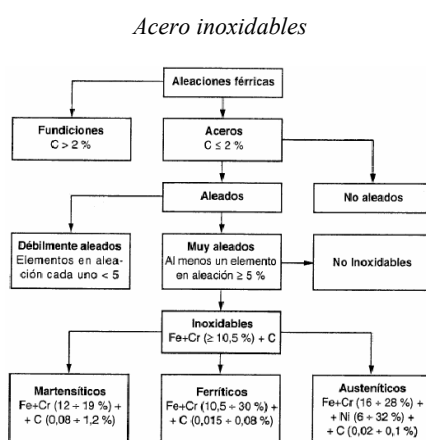


Figura N°28 Fuente: Aceros inoxidable. Gabriel Di Caprio

a) Aceros inox. austeníticos:

Su principal elemento de esta familia es el Níquel (Ni), componente que permite que se logre suprimir la transformación Austenita, manteniéndose estable a temperaturas ambiente e inclusive a temperaturas más bajas. [10]

Estas aleaciones cuentan con una estructura cúbica, centradas en las caras y no se consideran magnéticas, poseen una excelente durabilidad, tenacidad y formabilidad. Estos A. inox. se dividen en dos categorías: [11]

Algunas amalgamas de Cromo /Níquel, presentan un porcentaje de Cromo al 17,9% y se le añade un porcentaje de Níquel (como mínimo del 7,9%), entonces esta mezcla se convierte en un acero austenítico sin cambiar sus características inoxidable, por lo tanto se les llama como tal y son parte de la serie 300. [12]

Se observan las relaciones entre desarrollo y el grado de los aceros inox. Austeníticos. (Anexos)

De las clasificaciones más difundidas y usadas se encuentra la American Iron and Steel Institute (ASI) y Societ Of Automotive Engineers (SAE), divididas como se muestra en la tabla a continuación. [13]

Tabla N°8: Clasificación de los Aceros Inoxidables según la AISI

CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS INOXIDABLES SEGÚN LA AISI	
DESIGNACIÓN DE LA SERIE	GRUPOS
2XX	Cr – Ni – Mn; no endurecibles, austeníticos, no magnéticos.
3XX	Cr – Ni; no endurecibles, austeníticos, no magnéticos.
4XX	Cr; endurecibles, martensíticos, magnéticos.
5XX	Cr; no endurecibles, ferríticos, magnéticos.
6XX	Cr; bajo cromo, resistentes al calor.

Fuente: Aceros Inoxidables y Estudio De Estudio de su Resistencia Mecánica y Conformabilidad.

Para INDURA [10], estas características básicas del Acero Inox. Austenítico son:

Características:

- Perfecta soldabilidad.
- Alta resistencia a la corrosión, por lo que, son muy sensibles al agrietamiento debido a tensiones en ambientes de cloruro.
- Excelente ductilidad y maleabilidad.
- Altamente resistente al cambio brusco de temperatura.
- No se logran templar, pero tienden a ser endurecidos por trabajos en frío.
- Tienen un coeficiente de expansión térmica casi al 45 %, adicionalmente poseen una menor conductividad térmica y punto de fusión pero mayor resistencia térmica.

Aplicaciones

Para Indura [10] se puede emplear y aplicar mayormente como se muestra en la siguiente figura:

Aplicaciones de los aceros inox austeníticos

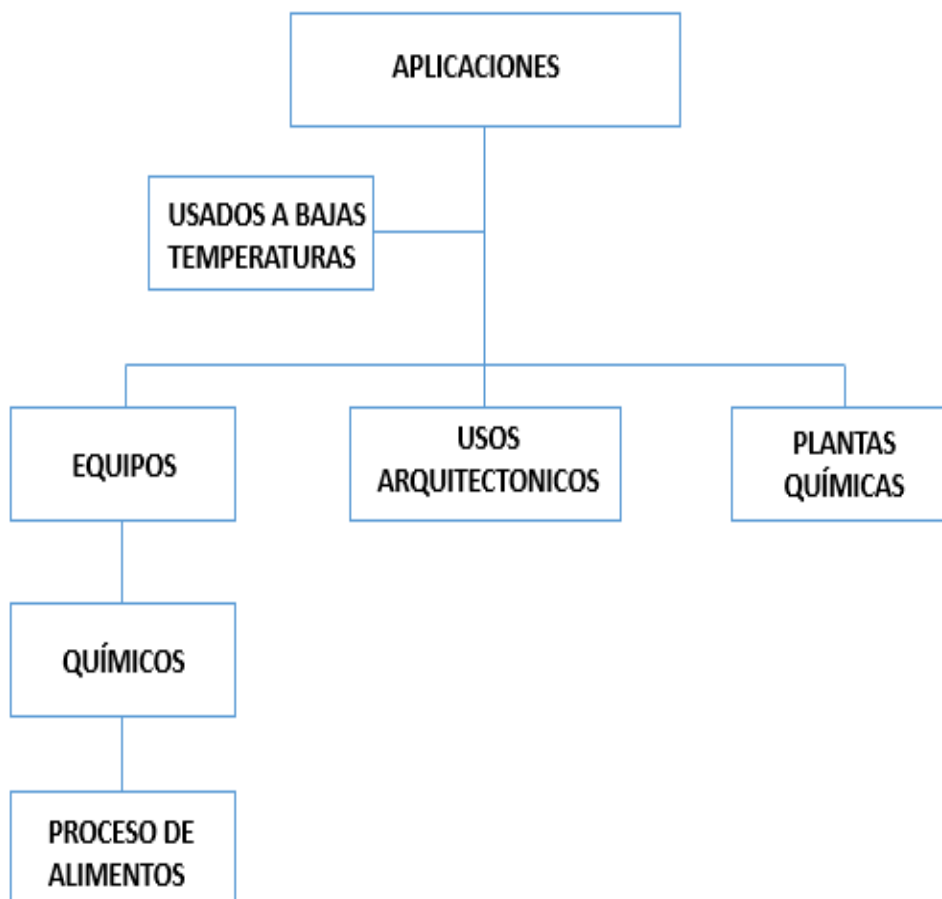


Figura N° 23 Fuente: Elaboración propia

b) Aceros Inox. Ferríticos

Estos aceros están compuestos principalmente por cromo/hierro con estructura cúbica centrada en el cuerpo poseen un porcentaje de Cromo mayor al 11% para asegurar la creación de una capa de Cromita (pueden llegar a tener hasta un 29,5%) en su mayoría están amalgados con Titanio, Molibdeno, Silicio o Niobio, así obtienen características específicas, estos compuestos tienen la capacidad de ser formados con facilidad y de aceptable ductilidad la cual estos aceros cuentan con una mayor resistencia a

temperaturas altas, por cuanto no son susceptibles al TT y no pueden ser endurecidos porque su ductilidad reduce a bajas temperaturas. [14]

Dentro de sus principales características, resalta a que esta clase de aceros contienen una baja cantidad de aleación que les permite una mejor resistencia al “Crevice Corrosion” y al “Pitting” impulsada por cloruros notando ser una buena solución frente a la corrosión bajo presión en cloruros y corrosión inducidos por ácidos orgánicos. [13]

Se observan las relaciones entre grados de los Aceros Inox. Ferríticos. (Anexos)

Conforme a INDURA [10], las características del Acero Inox. Ferrítico son:

- Alto grado de soldabilidad respecto a los Aceros martensíticos pero en menor a los Aceros austeníticos.
- Su grado de resistencia a la corrosión es mucho mayor respecto a los aceros Martensíticos pero con menor nivel a los aceros Austeníticos esto se debe al aumento del cromo. Sin embargo, al no contener níquel menora la resistencia a la corrosión. [14]
- Obtiene un grado de fragilidad y por ende crece el tamaño en altas temperaturas (400 °C – 600 °C).
- Para ambientes sulfurosos y en altas temperaturas precisas una buena resistencia a la corrosión, con porcentajes (25% a 30%).
- Sometidos a baja tensión presenta excelente resistencia a la corrosión cuando se trata de cloruros a temperaturas altas respecto a los aceros Austeníticos.
- Menor tenacidad frente a los aceros Austeníticos.
- Cuando son recalentados obtienen su max. ductilidad y resistencia a la corrosión.
- Disminuye su resistencia al choque de temperaturas y su dureza debido a la presencia de la ferrita.
- Cuando son expuestos a la desviación de arco, es decir, son altamente magnéticos. Generalmente son preferidos por su bajo costo, resistencia mecánica y también tienen buena resistencia a la corrosión.

Aplicaciones

Para Indura [10] dentro de sus aplicaciones se observa en la siguiente figura.

Aplicaciones de los aceros inox. ferríticos

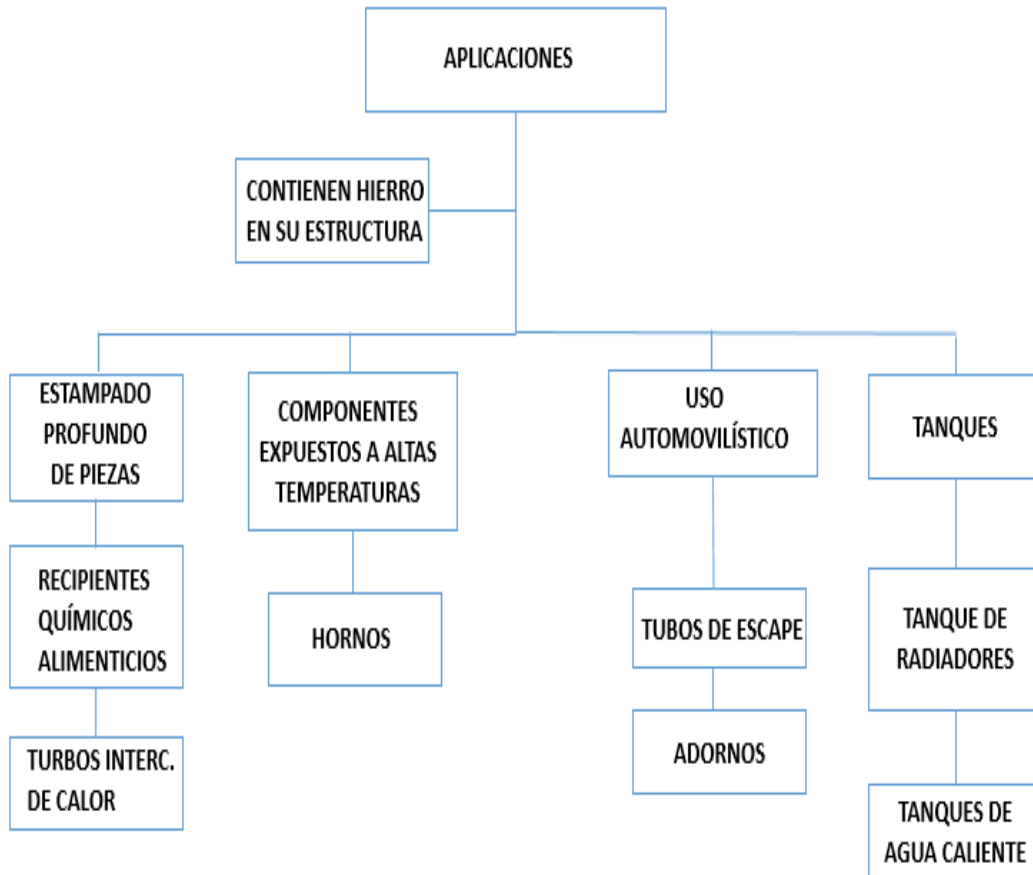


Figura N° 24 Fuente: Elaboración propia

c) Aceros inox. martensíticos

Son amalgamas de Cromo/Hierro (11 – 19%) y Carbono (puede ser mayor al 0,9%), poseen una composición molecular tetragonal centrada en el cuerpo, no poseen buena resistencia a la corrosión y es común agregarles Niobio, Tungsteno, Vanadio y Silicio entonces se mejora la respuesta al revenido así como también se le puede añadir níquel para que incremente su resistencia a la corrosión. [14]

Estos aceros tienen algo similar con los aceros al carbono que pasan por un proceso para ser austenizados, luego endurecidos por temple y finalmente revenidos, logrando

acrecentar su ductilidad y tenacidad. Tienen una resistencia a la fluencia de 276 MPa y mayormente en ese estado pueden ser conformadas, maquinadas y trabajadas en frío.

Se observa en la siguiente tabla las propiedades de estos aceros. [11]

Tabla N° 8: Propiedades Mecánicas Min. de los Aceros Inoxidables Martensíticos

Propiedades Mecánicas Mínimas de los Aceros Inoxidables Martensíticos						
UNS number	Designación común	Resistencia a la Tracción MPa	Resistencia a la Fluencia MPa	Alargamiento a la Rotura %	Reducción en área %	Dureza
S40300	403	485	205	25(b)		HRB 88 max
S41000	410	450	205	22(b)		HRB 95 max
S41008	410S	415	205	22		HRB 95 max
S41040	410Cb	485	275	12	35	
S41400	414	795	620	15	45	
S41800	418(c)	1450 (d)	1210 (d)	18 (d)	52 (d)	
S42000	420(e)	1720	1480 (d)	8 (d)	25 (d)	HRC 52 (d)
S42200	422(f)	965	760	13	30	
S43100	431(c)	1370 (d)	1030 (d)	16 (d)	55 (d)	
S44002	440A	725 (d)	415 (d)	20 (d)		HRB 95 (d)
S44003	440B	740 (d)	425 (d)	18 (d)		HRB 96 (d)
S44004	440C	760 (d)	450 (d)	14 (d)		HRB 97 (d)
S50100	501	485 (d)	205 (d)	28 (d)	65 (d)	
S50200	502	485 (d)	205 (d)	30 (d)	70 (d)	
	414L	795 (d)	550 (d)	20 (d)	60 (d)	
	416 plus X	515	275	30	60	

Fuente: Aceros Inoxidables.

Dónde: Revenido a 260,5°C; Valores Típicos; Revenido a 206°C; Doble revenido

Se pueden verificar las relaciones entre grados y el desarrollo de los aceros inoxidables Martensíticos. (Ver anexos)

Para INDURA [10], las características del Acero Inoxidable Martensíticos son:

- Limitada resistencia a la corrosión en la interperie, por lo que es inferior a la resistencia que ofrecen los A. Ferríticos y Austeníticos .
- De soldabilidad baja, debido a que el carbono dificulta este proceso, es decir, mientras mayor sea el contenido de carbono será necesario un precalentamiento sumado el acero la cual requerirá hacer TT para que la soldadura este libre de fallas.
- Excelente resistencia mecánica.
- Para que obtengan niveles altos de dureza y resistencia se realizan TT.

- Vulnerables al desvío del arco de soldadura y comparten similar propiedad de ser magnéticos, de igual forma los aceros inox. ferríticos.
- Capaces de resistir a temperaturas altas debido a que tienen una gran resistencia al creep y a la tensión que se encuentra en ese parámetro
- Para tener una buena resistencia a la corrosión y obtener resistencia, estos aceros cuentan con precisas propiedades de fatiga y una gran resistencia a la oxidación en diferentes ambientes por lo que se recomienda un TT adecuado.
- Su principal ventaja es que tiene un bajo costo para su elaboración, así como también sus excelentes propiedades mec.

Aplicaciones

Indura [10] se puede usar en aplicaciones como se nota en la siguiente figura.

Figura: 25 Aplicaciones típicas par los aceros inoxidable martensísticos

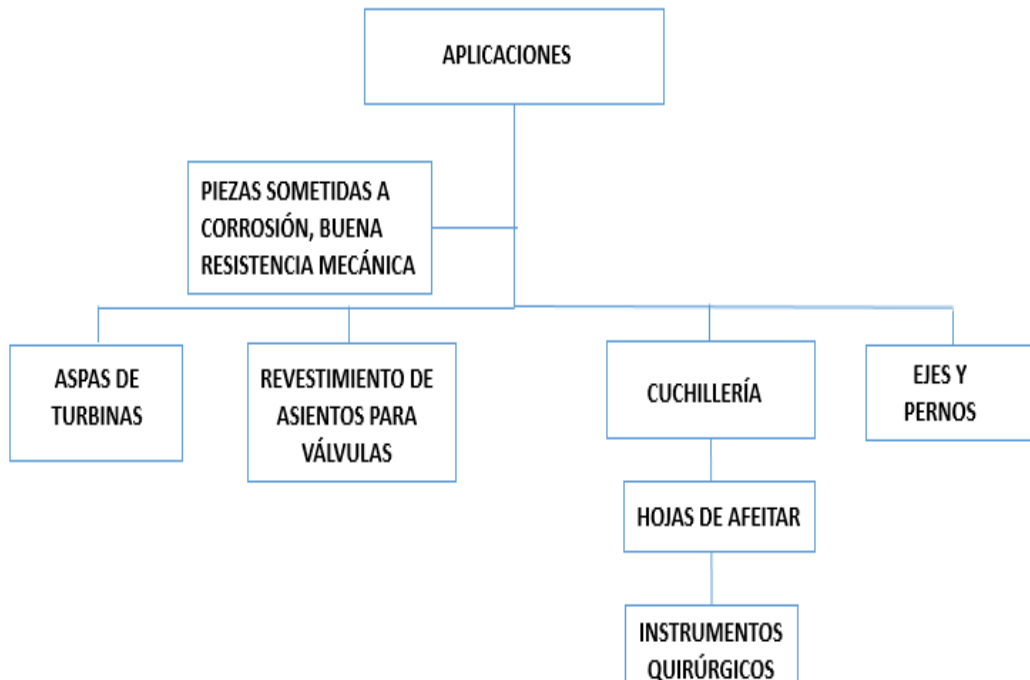


Figura N° 26 Fuente: Elaboración propia

d) Aceros inoxidable endurecibles por precipitación

Estas amalgamas cuentan como principales elementos al Cromo del 13% al 19% y Níquel del 5% al 10%, además de eso contiene elementos que, causan endurecimiento como son Niobio, Molibdeno, Nitrógeno, Titanio, Cobre, Aluminio, Tántalo, Niobio, Vanadio y Boro . [10]

Este material son endurecidos a travez un método de “envejecimiento” y se clasifican por su microestructura derivada del tratamiento de solución: Austeníticos (AISI A286 UNS-S66286), Semiausteníticos (AISI PH 17 -7, UNS S17700) y finalmente en Martensíticos (AISI PH 17 -4, UNS S17400). [11]

Este proceso de endurecimiento por precipitación está hecho por la formación de fases intermetálicas muy finas de carburos y sulfuros, de esta manera impide los dislocamientos y planos de deslizamiento durante su formación, eso da como producto que tenga una elevada resistencia del material. [15]

Pueden conseguir gran resistencia a la fluencia (hasta 1 650 MPa) pueden llegar a tener buena ductilidad y tenacidad. También puede adquirir resistencia mecánica y a la corrosión siempre y cuando se combine con aleaciones de características de aceros inoxidable Martensíticas; sin embargo, a la vez esto origina que tenga baja resistencia al desgaste. [11]

Según INDURA [10], las características básicas del Acero Inoxidable Endurecido por Precipitación son:

- Resistencia media/alta a la corrosión.
- Gran resistencia a grandes presiones aprox. hasta 1 800 MPa mucho más elevada a los aceros inox. Martensíticos
- Soldabilidad excelente
- Magnéticos.

Aplicaciones

Aplicaciones de los aceros inox. endurecidos por precipitación

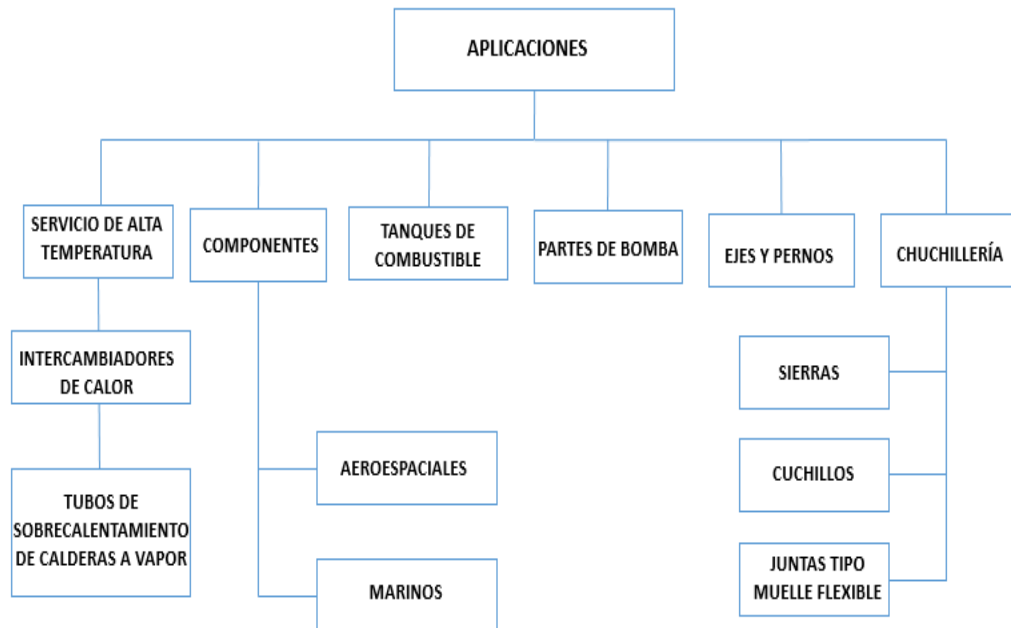


Figura N° 27 Fuente: Elaboración propia

e) Aceros inoxidable dúplex

Este Acero dúplex se usan en industrias como la petroquímica, petrolera, en la producción de papel y aquellas que se dedican a llevar un control de la contaminación. También, son utilizados en áreas húmedas que poseen concentraciones de iones de cloro, otros usos como reemplazo de los aceros inox.austeníticos la cual no se ven atacados por la corrosión que son originados cuando son expuestos a la interperie. Asimismo, los Aceros Inox. conocidos como Súper Dúplex tienen alto grado de aleación en el agua marina y en el agua clorada. [12]

Según, INDURA, [10] las características del Acero Inox. Dúplex son:

- Mayor resistencia a la (SCC) y resistencia mec. que los Aceros Inox. Austeníticos cuando estos encuentran expuesto en soluciones de Cloruro.
- Acerca de su punto de fluencia y resistencia a la tracción más alto que los aceros austeníticos y ferríticos.
- Excelente maleabilidad y soldabilidad.
- Cuentan con una resistencia media alta a la corrosión por fatiga provocada por ambientes con cloruros.

- En áreas corrosivas el acero Inox.dúplex tiene una resistencia a la corrosión general e igual o mayor a los A. de Tipo 316L.
- Acero Inox. Dúplex tiene una baja concentración de carbono, por lo tanto tiene resistencia a la corrosión inter-granular.
- Resistencia a la abrasión y erosión
- Las tensiones en soldaduras en este tipo de acero son menores, esto se debe porque tiene coeficiente de expansión térmica cercano del acero del carbono.
- Utilizado generalmente entre los $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los $280\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Aplicaciones

Para Indura, se puede usar en mayormente como se puede observar en la siguiente figura:

Aplicaciones de los aceros inoxidable dúplex

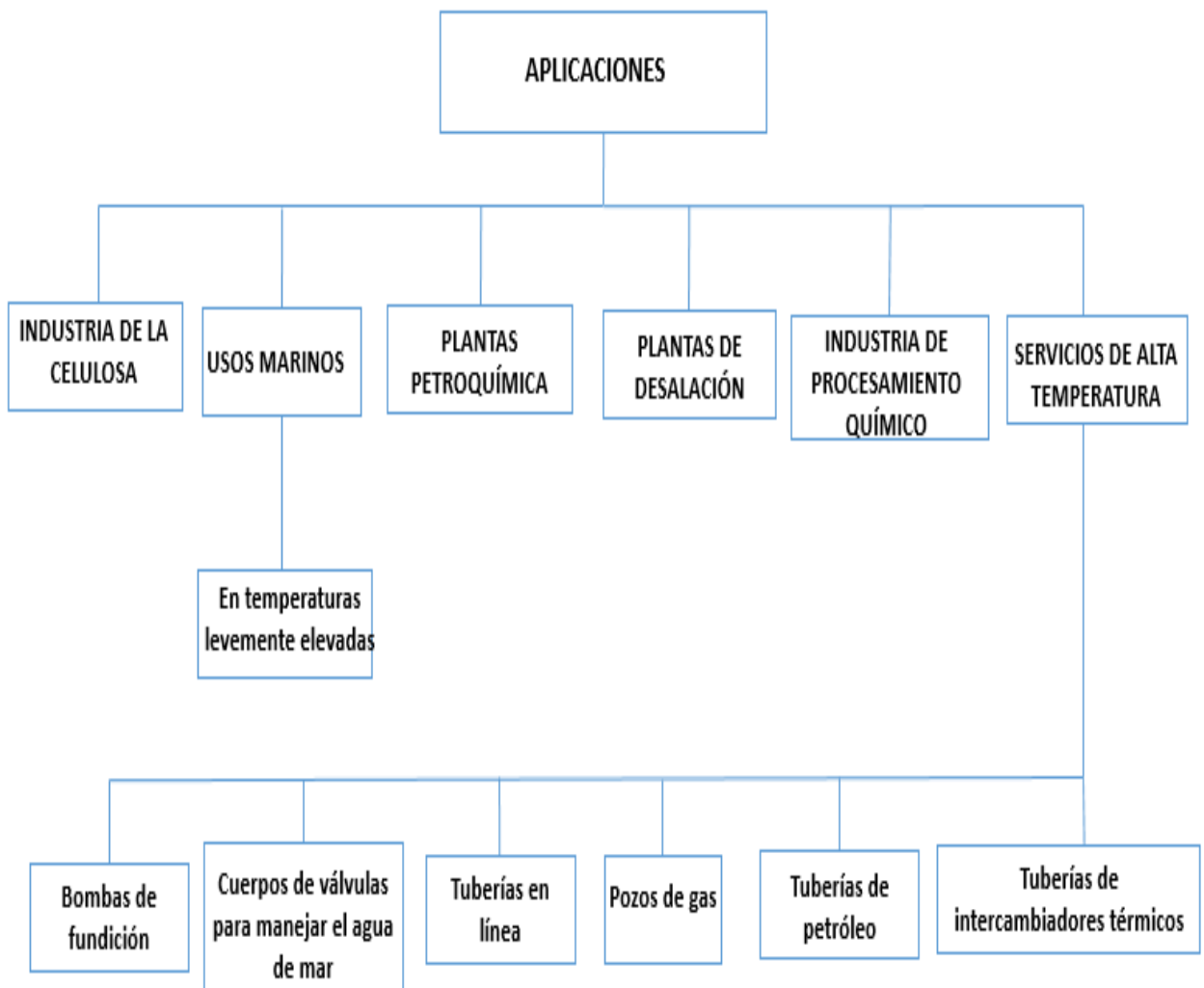


Figura N° 28 Fuente: Elaboración propia

2.2.20. Evaluación económica

Esta forma la última parte de toda un proceso de análisis de factibilidad de todos los proyectos de inversión, por ende, una vez investigada toda la información obtenida en los capítulos arriba se pueden aplicar métodos de evaluación económica que presentan el valor cuantitativo monetario a través de un tiempo determinado, con el fin de calcular la eficiencia de la inversión involucrada total y su rendimiento hasta su vida útil. [3]

2.2.20.1. Valor actual neto (VAN)

Es un instrumento financiero que no ayuda a dar una estimación de una determinada inversión en función con el flujo de caja .

$$VAN = -l_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1 + TMAR)^i}$$

2.2.20.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Valor de tasa de descuento necesario para que el VAN sea igual a cero, este valor se muestra como el porcentaje máximo necesario para obtener una ganancia si es que se realiza el proyecto en las mejores circunstancias. [3]

$$0 = -l_0 + \sum_{i=1}^n \frac{Fc_i}{(1 + TIR)^i}$$

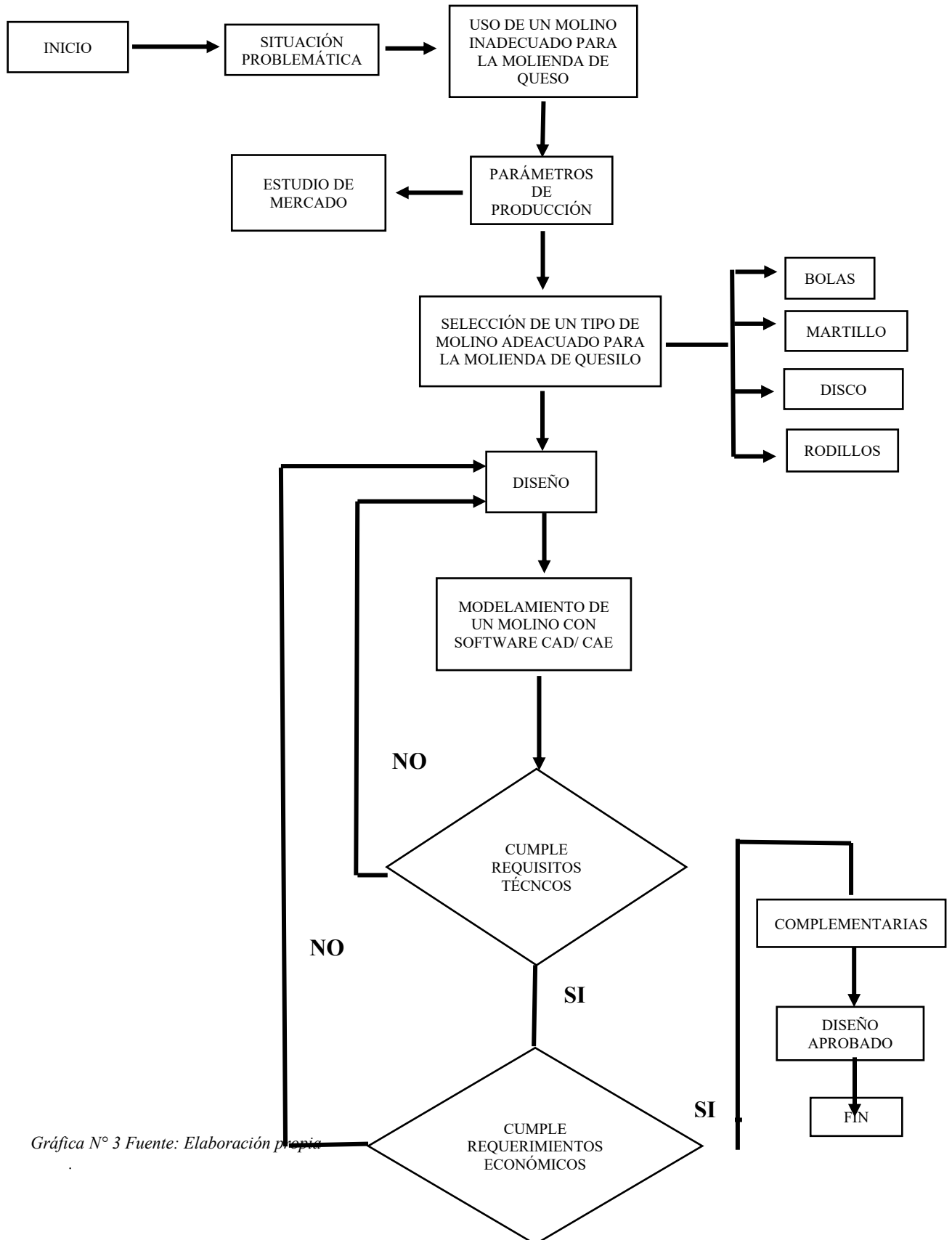
Para lograr su respectivo cálculo de la TIR se utiliza el total de la inversión (valor) y los flujos netos de dinero. [3]

III. DISEÑO

3.1. Metodología

La presente tecnología utilizará para su desarrollo la siguiente metodología.

Metodología



Gráfica N° 3 Fuente: Elaboración propia

3.2. Instrumentos

3.2.1. Solidworks

Es una herramienta computacional para modelado 2D y 3D, elaborado en la actualidad por la compañía Solidworks Corporation, su primera versión fue puesta al mercado laboral en el 95 con el objeto de realizar tecnología CAD. El programa permite modelar conjuntos, piezas y extraer del software como planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Este programa computacional funciona a base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El método consiste en pasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "diseñando y ensamblando virtualmente" la pieza o ensamble. Luego todas las extracciones (ficheros de intercambio y planos) se elaboran de forma automatizada.

Ejemplo de diseño en Solidworks

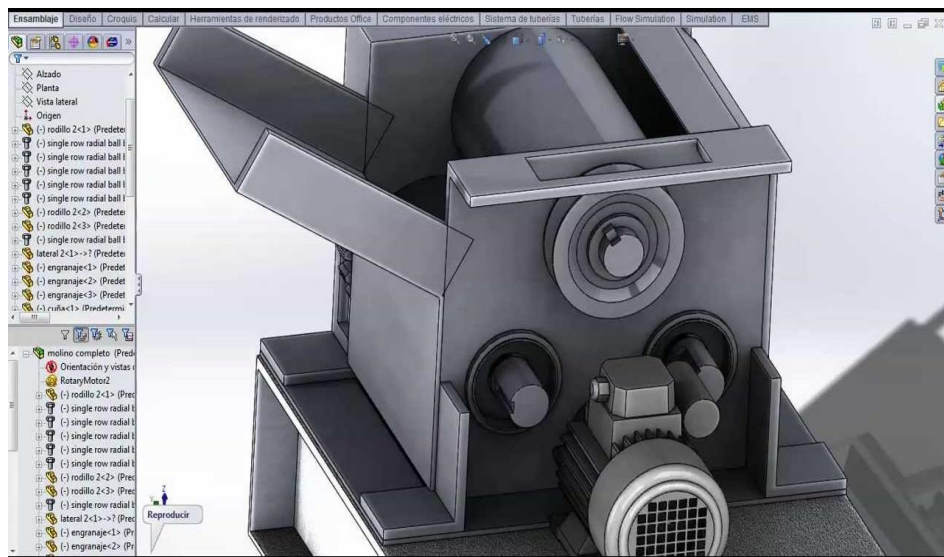


Figura N°29 Fuente: Argenis de oleo

3.2.2. Data

La data nos permite tener información numérica de un proceso llevado a cabo en un tiempo determinado, con esto se puede conocer la actualidad de una empresa y también conocer su comportamiento a futuro. Para el desarrollo de esta tesis, se obtuvo data a partir de otros estudios (tesis, catálogos, libros y páginas web).

3.3.Métodos y técnicas

Se especifican los métodos y técnicas a utilizar por cada objetivo, tenemos lo siguiente:

Objetivo Específico 1: Determinar las características de producción para desarrollar un diseño óptimo.

Método: Visita a productoras para conocer y detallar.

Técnicas:

Conocimiento y recopilación de información del proceso de producción que realizan las productoras artesanales de queso.

Objetivo Específico 2: Seleccionar el molino adecuando utilizando una matriz morfológica.

Método: Desarrollo de una matriz morfológica.

Técnicas:

Recopilación de información de las características de todos los molinos que puedan desarrollar el proceso de molienda.

Objetivo Específico 3: Diseñar y simular las partes del molino seleccionado para el proceso de molienda utilizando software CAD/CAE.

Método: Cálculo de parámetros del molino

Técnicas:

Utilizar software CAD/ CAE (Solidworks)

Objetivo Específico 4: Elaborar un análisis económico para viabilidad del proyecto

Método: Calcular y determinar costos del proyecto, TIR y VAN

Técnicas:

Cotizar gastos de materiales y mano de obras.

IV. RESULTADOS

4.1. Características del queso artesanal y estudio de mercado.

En su elaboración se utiliza leche cruda o pasteurizada que se filtra, calienta y añaden los fermentos para luego añadir el cuajo. Durante “la cuajada” se corta con una lira, después se coloca en moldes, se escurre el suero y se prensa (proceso que se repite varias veces) para dejarlo madurar aprox. 3 días.

En la etapa de recepción, pre-tratamiento y filtrado de la leche se debe tener en cuenta tres parámetros para determinar su calidad entre ellas: Punto de grasa, densidad y conteo de microorganismos.

Para el TT o calentamiento de la leche se debe calentar entre 70°C a 80°C grados de temperatura de 15 a 40 segundos esto es lo que se denomina pasteurización. Para obtener queso artesanal se debe calentar a 37° C.

El cuajo es un insumo que se utiliza para solidificar la leche, debe reposar 45 minutos hasta formar la “cuajada”, para esta etapa se obtiene un primer corte que tiene por objetivo establecer el tipo de queso que se va a producir a continuación, después se realiza un segundo corte en partes pequeñas con la finalidad de extraer el suero de los masas de cuajada previamente seccionados la cual se realiza un amasado del cuajo, esto se hace durante un tiempo determinado el tipo de queso que se desee. Finalmente las cuajadas que se originan en esta etapa se precipitarán al fondo del recipiente y luego finalizado el batido se escurre el suero sobrante.

En otra etapa también se le agrega agua y sal con el objetivo los gránulos de de cuajada esten limpios y eliminando los restos del suero, el ácido láctico y la lactosa. Finalmente se lleva a prensar y moldear el producto, este proceso puede ser repetitivo de acuerdo al criterio de los productores, donde también se le agrega sal para formar la corteza del queso y se lleva a una última etapa que es la maduración y el almacenamiento. [1]

Tabla N° 9: Composición del queso artesanal

Composición del queso artesanal	
Proteínas (g)	8.2
Grasa (g)	3.8
Carbohidratos (g)	3.1
Energía (kJ)	121
Calcio (mg)	77.9

Fuente: Elaboración Propia

A cerca de los costos de producción para las temporadas establecida por las productoras de queso artesanal del distrito de Santa cruz (Anexo I), costo de la materia prima (leche) para un queso de 800 gramos va a depender según las temporadas. Se necesita aproximadamente 6 litros para un queso artesanal.

Tabla N° 10: Costos de producción productoras de queso en el distrito de Sta. Cruz

COSTOS DE PRODUCCIÓN	TEMPORADAS		
	Alta	Media	Baja
Leche por litro	S/ 1.50	S/ 1.20	S/ 11.00
Litros de leche para un queso de 800 gramos	6	6	6
Costo total para la elaboración de un queso	9 S/	7.20 S/	6.60 S/

Fuente: Enmanuel Caderón y Giancarlo Barboza

Por otro lado también se ha accedido a la data de ventas que realizan las productoras artesanales de queso en el distrito de Santa cruz, según la temporada en donde no solo cambia la producción del producto, también varía el precio. Teniendo como referencia a las nueve productoras se ha determinado el promedio que elabora cada quesera diariamente.

Tabla N° 11: Ventas temporadas de queso en la provincia de Sta. Cruz

VENTAS	TEMPORADA		
	Alta	Media	Baja
N° de Ventas Promedio por Quesera	50	25	15
Precio de venta	S/ 12.00	S/ 9.00	S/ 8.00
N° de productoras	9	9	9
N° de quesos promedio por día	450	225	135

Fuente: Enmanuel Caderón y Giancarlo Barboza

El consumo en la prov. de Santa Cruz, según la Fig. 3 el 50 % se deriva entre sus distritos y una parte a la provincia de San Pablo, donde se tiene:

$$\text{Consumo de queso artesanal en Santa Cruz} = \frac{\text{Producción total} \left(\frac{Tn}{\text{año}} \right)}{2}$$

$$\text{Consumo de queso artesanal en Santa Cruz} = \frac{152,56}{2} = 76,275 \text{ Tn/año}$$

4.2. Matriz morfológica

Para el diseño del molino se decidió realizar una matriz morfológica para seleccionar el molino adecuado para el amasado del queso artesanal, así como el material a usar . En cada matriz se pueden observar las ventajas y desventajas de cada opción a seleccionar y de este modo llegar a la mejor opción para nuestro diseño final.

Aspecto	MOLINO				
Alternativa	Disco mecánico	Rodillo	Martillo	Cuchillas	Bolas
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo costo inicial - Uniformidad del material molido. - Requiere potencias bajas 	<ul style="list-style-type: none"> - Adecuado para proceso de trituración y molienda. - Eficiente funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción simple. - Bajo costo de los repuestos. - Larga duración de martillos. - Fácil mantenimiento. - Su eficiencia no se reduce en funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Molienda rápida y homogénea. - Homogeniza sustancias con un alto contenido de agua, aceite o grasa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usado para triturar de forma seca y húmeda de minas y otros materiales. - Función estable y buena calidad a prueba de fricción. - Productos con granularidad uniforme. - Fácil operación.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Vida corta de los discos. - Para molienda fina, potencia alta. - Daño de platos en vacío. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita de dos a más etapas lo que incrementa su costo inicial. 	<ul style="list-style-type: none"> - No produce molienda uniforme. - Elevadas temperaturas en la cámara de molienda. 	<ul style="list-style-type: none"> - No apto para materiales duros. - No adecuado para materiales abrasivos. - No es adecuado para molienda fina. - Considerable gasto energético. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento en el consumo de energía. - Diseño para no molienda, separación y secado. - Velocidad baja de funcionamiento

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 12: Matriz morfológica para selección de molino (Continuación)

Aspecto	MOLINO				
Alternativa	Dentado	Hibrido	Rodillos lisos	Cono	Triturador de mandíbulas
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Debido a los "dientes" muele partículas muy gruesas. - El material molido tiene un mediano tamaño. - Se le puede hacer ajuste hidráulico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muele muy bien plásticos duros. - Muele muy bien materiales semiduros gruesos. - Molienda rápida que no necesita más etapas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de tamaño fino. - Producen poco polvo durante la operación. - Regula fácilmente la presión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción fiable. - Alta productividad. - Ajuste fácil. - Costo de operación bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta relación de reducción. - Alta producción. - Granulosidad homogénea. - Estructura sencilla y fiable. - Mantenimiento económico.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - No pueden tratar sólidos muy duros. - Consume energía sin ajuste hidráulico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo de mantenimiento elevado. - No es recomendable utilizar materiales demasiado duros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioro de la calidad del material. - Marcha brusca. - Requiere escarificar entre capas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción heterogénea. - Mantenimiento constante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se limita a trituración media y gruesa. - No se recomienda para materiales a la compresión mayor a 300 Mpa.

Fuente: Elaboración Propia.

Para la selección correcta de un molino para la molienda de queso artesanal hay que tomar en cuenta algunos criterios:

- Aplicación del molino.
- El proceso que va a realizar molienda o trituración.
- Grosor de las partículas que se desea alcanzar.
- Homogeneidad de las partículas.

A continuación se investigó acerca de las patentes externas que son basadas en proyectos antiguos de molinos para distintos tipos de granos y que influyen en este diseño para molino de queso, con la finalidad de determinar una matriz morfológica una vez encontradas las distintas características y el proceso que conlleva a la fabricación del queso artesanal se dispone de varias combinaciones de los conceptos mencionados

anteriormente y que fueron evaluados por seis criterios para la selección óptima de nuestro molino a diseñar.

Patente 1 "Grain Mill"

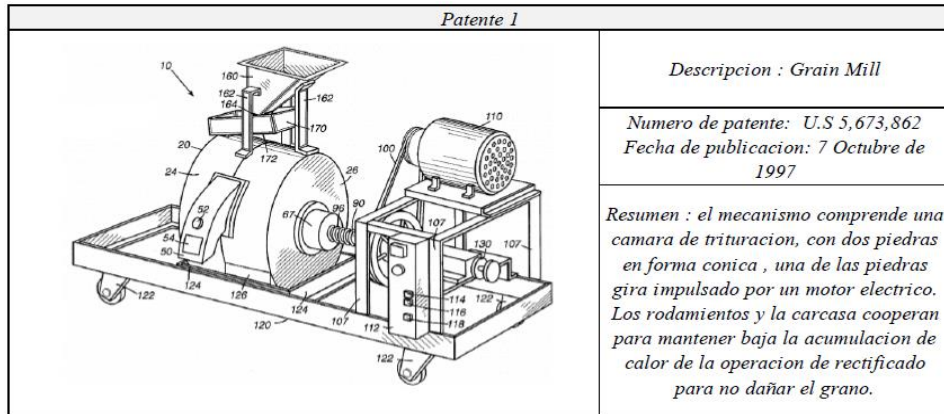


Figura N° 30 Fuente: Jhon N. Guizado Díaz.

Patente 2 "Corn Milling"

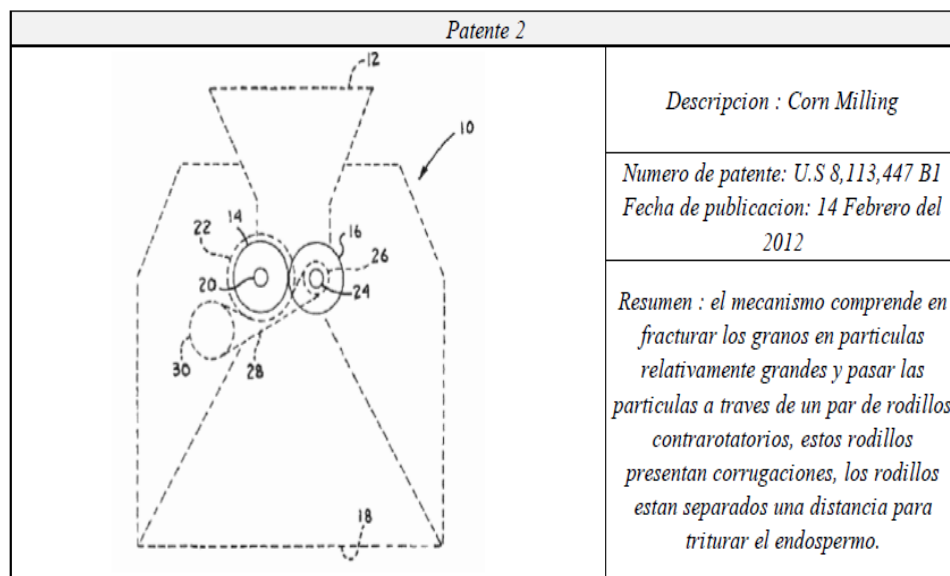


Figura N° 31 Jhon N. Guizado Díaz

Patente 3 "Grain Milling Degermination Process"

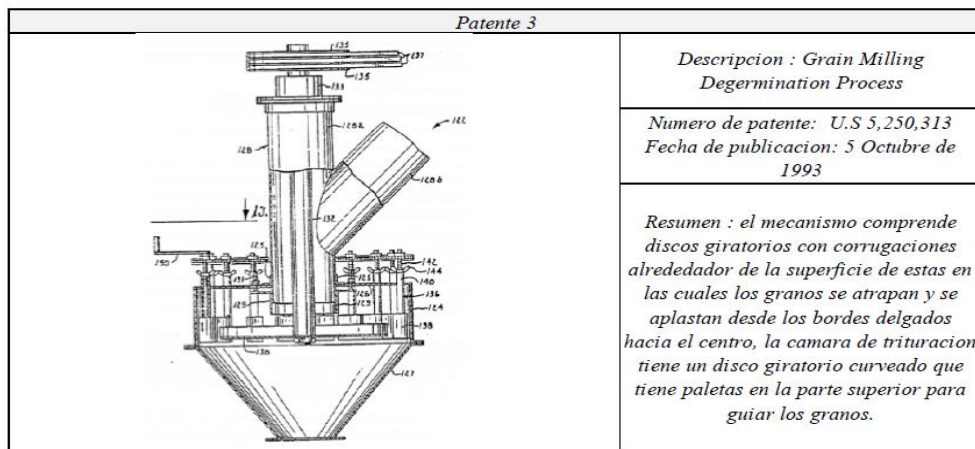


Figura N° 32 Fuente: Jhon N. Guizado Díaz.

Figura N° 33 Matriz morfológica

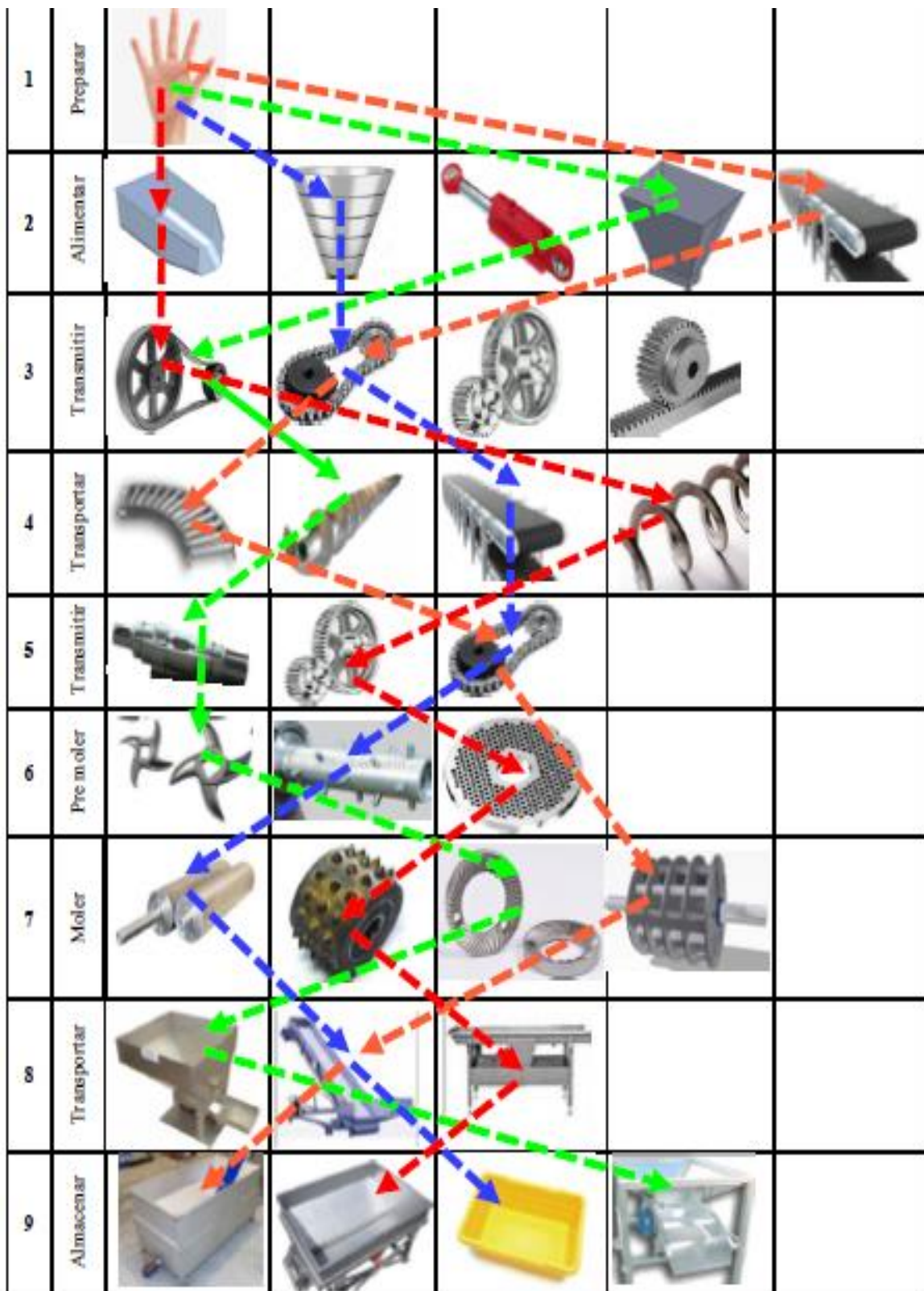


Figura N° 34 Fuente: Elaboración propia

4.3. Diseño del molino:

Al seleccionar el tipo de molino (molino tipo disco) anteriormente en el cuadro morfológico de características, cuyo funcionamiento es la molienda de quesillo para la elaboración de queso artesanal y también conocidos algunos de sus elementos se dará inicio a los cálculos respectivos para su diseño.

4.3.1. Capacidad de la máquina

Lo que se necesita para el diseño de un molino tipo disco o fricción, se necesita definir su capacidad (kg/h), lo que conlleva a considerar lo siguiente.

- **Ventas anuales de queso artesanal**

Según el Anexo III [2], se tienen las ventas de las productoras de queso artesanal en el distrito de Sta. Cruz por temporadas (alta, media y baja). Se realizaron dos tablas dónde describen las ventas anuales tanto en queso/ años y kg/año.

Tabla N° 13: Ventas anuales de queso (queso/años)

VENTAS ANUALES	
TEMPORADA	Quesos/año
ALTA	13950
MEDIA	6975
BAJA	4185

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14: Ventas anuales de queso (kg/año)

VENTAS ANUALES	
TEMPORADA	kg/año
ALTA	11160
MEDIA	5580
BAJA	3348

Fuente: Elaboración Propia

Se tomará en cuenta para la determinación de la capacidad la temporada alta, ya que eso sería el límite del diseño. Entonces se tomará 11160 kg/año (ventas anuales).

- **Disponibilidad de tiempo de las productoras de queso artesanal**

Cuando se ha establecido las ventas anuales de queso artesanal en el distrito de Sta. Cruz , es importante tener en cuenta el tiempo que las productoras de queso artesanal invierten en la molienda, según [2] se realiza entre 4 a 5 horas diarias, por lo que para el cálculo de la capacidad se tomará 5 horas, así com también se ha definido los días de trabajo al mes aproximadamente 20 días. Se divisa en la tabla 9.

Tabla N° 15: Ventas anuales de queso (queso/años y kg/año)

CAPACIDAD (kg/h)	#Horas de trabajo	Días de trabajo al mes	Quesos (kg)/ año
40	5	20	48000
50	5	20	60000
60	5	20	72000
70	5	20	84000
80	5	20	96000
90	5	20	108000
100	5	20	120000
200	5	20	240000

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos que las ventas anuales son de 11160 kg/año, por lo que se tomará en cuenta un molino tipo disco de 100 kg/h, se puede observar en la tabla 10.

4.3.2. Parámetros de diseño

La capacidad del molino tipo disco o fricción es de 100 kilogramos por hora (125 ques/hora) el molino estará en funcionamiento alrededor de 5 horas al día de manera constante.

- **Factor de seguridad [8]**

El factor de seguridad para realizar estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, análisis de esfuerzos, propiedades del material o el ambiente es 2.3 a 4, en el diseño se trabajará con un FS mínimo de 3.

- **Velocidad de rotación del molino**

Como se revisó en la descripción de los tipos de molino, la velocidad adecuada para molinos de disco o fricción es de 480- 800 rpm por lo que se requiere con una velocidad angular del molino de 800 rpm. [3]

- **Materiales de los elementos**

Se utilizará para algunos componentes la composición química del material con el que se El $C = 1,0 - 1,4 \%$, $Si = 0,4 - 1,0 \%$, $Mn = 1,2 - 1,40 \%$, $P = 0,06 \%$ material mayormente utilizado para la construcción de la herramienta de es el acero AISI01 – ASSABDF2, que es un acero grado herramienta de alto carbono con adecuada resistencia al desgaste, y su composición química se encuentra dentro del rango establecido.

Propiedades Mecánicas [8] :

$$S_y = 437 \text{ MPA}$$

$$S_u = 764 \text{ MPA}$$

Los ejes principal estará construido con acero de transmisión AISI-1018 estirado al frío, dentro de sus propiedades y aplicaciones que se indican.

Propiedades Mecánicas [8] :

$$S_y = 371 \text{ MPA}$$

$$S_u = 441 \text{ MPA}$$

Elementos como , tolvas de carga,descarga y discos se utilizará acero ASTM- A36 que es un acero que se encuentra con facilidad en el mercado y sus propiedades.

Propiedades Mecánicas [8]:

$$S_y = 250 \text{ MPA}$$

$$S_u = 400 \text{ MPA}$$

4.3.3. Motor

El motor que se utilizará para el funcionamiento adecuado del molino son: motor eléctrico, velocidad angular de 166 RPM y de 220V monofásica, debido a que el lugar de trabajo de las productoras de queso artesanal del distrito está localizada en una zona alejada de la ciudad (rural), allí las redes eléctricas comunes son monofásica 220 V. [3]

4.3.4. Limitaciones

- Como se definió en el módulo 1 el llenado de quesillo a la tolva será manual y estará conectada de manera directa con la cámara, con la carcasa del tornillo sinfin.
- El molino de disco diseñado no debería sobrepasar la altura promedio de las productoras, para que ellas tengan la facilidad de alcanzar la tolva de alimentación.
- El molino será únicamente para moler quesillo artesanal, la cual está diseñado de acuerdo a sus características
- El uso del molino tipo disco o fricción será de fácil manejo, ya que las productoras de queso artesanal desconocen ciertas tecnologías actuales en el rubro.

4.3.5. Coeficiente de rozamiento

Según [4], es importante conocer el valor de este parámetro ya que nos condiciona en la elaboración de los elementos del molino, para esto se realizó un ensayo dónde se determinó que para un ángulo de 15° el coeficiente de rozamiento es de 0,26.

4.3.6. Elementos de la molienda

4.3.6.1. Velocidad angular del disco

Para iniciar el cálculo se debe conocer la velocidad max. para que una partícula de quesillo molido sale disparado del disco haciendo un parábola como se observa en la fig20.

Trayectoria de una partícula de quesillo molido

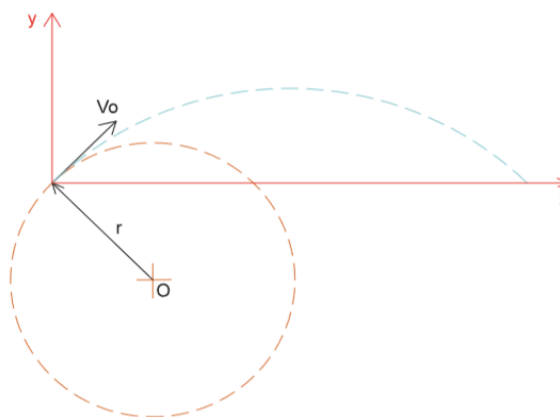


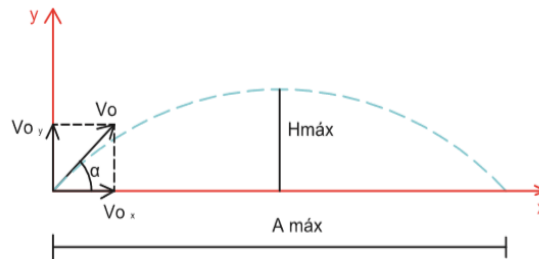
Figura N° 35 Fuente: Elaboración propia

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha \dots (1)$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha \dots (2)$$

Donde V_{0x} y V_{0y} (**ec. 1** y **ec. 2**) se definen como velocidades iniciales de una partícula de queso molido, en los dos ejes a trazar “x” y “y”.

Figura 36: Descomposición de velocidades



Fuente: Elaboración propia

$$\vec{V}_0 = V_{0x}\vec{i} + V_{0y}\vec{j} \dots \dots \dots (3)$$

$$\vec{V}_0 = \cos \alpha \vec{i} + \sin \alpha \vec{j} \dots \dots (4)$$

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + gt \dots \dots \dots (5)$$

Cuando sumamos las velocidades de “x” y “y” se puede formar el vector \vec{V}_0 y al reemplazarlo en la ec. 1 y ec. 2 se puede calcular la velocidad inicial del movimiento (**ec. 3**). Ahora para obtener la fórmula del movimiento reemplazamos la **ec. 4** en la **ec. 5**, por lo que también se obtiene la ecuación de la posición.

$$\vec{V} = V_0 \cos \alpha \vec{i} + (V_0 \sin \alpha + gt) \vec{j} \dots \dots (6)$$

$$\vec{r} = V_0 \cos \alpha \vec{i} + (V_0 \sin \alpha + gt^2) \vec{j} \dots (7)$$

También se quiere conocer la altura máxima que la partícula de queso alcanzará, para ello se utiliza la **ec. 8**, donde “t” es el tiempo.

$$H_{max} = V_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} gt^2 \dots \dots \dots (8)$$

Ahora se debe tener en cuenta que el tiempo de bajada y subida son los mismos, de la ec. 5 se obtiene el t_s .

$$t_s = \frac{V_0 \text{sen} \alpha}{g} \dots \dots \dots (9)$$

Cuando $H_{max} = 0$ y $V_{0y} = 0$, donde:

$$h_{max} = \frac{V_0^2 \text{sen}^2 \alpha}{2g} \dots \dots \dots (10)$$

Para obtener el alcance máximo de una partícula de queso molido en su desplazamiento, es decir la distancia necesaria para que la partícula no se desperdicie. Para esto se utiliza un ángulo de 45° (máximo alcance). Fig.6

$$A = r_x = \frac{V_0^2 \text{sen} 2\alpha}{g} \dots \dots (11)$$

Figura 37: Máximo ángulo de lanzamiento

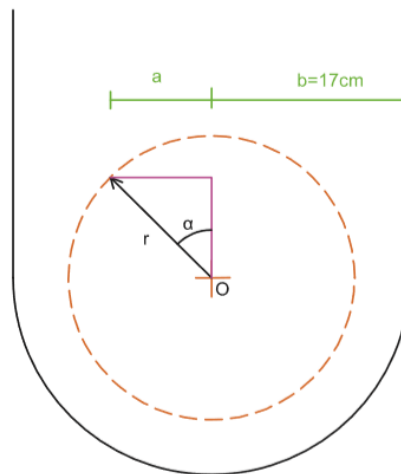


Figura N° 38 Fuente: Elaboración propia

$$A = a + b \dots \dots (12)$$

$$a = r \times \text{sen} 45^\circ \dots \dots (13)$$

Donde, teniendo en cuenta que $r=7,5$ cm

$$A = 24,5 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

Reemplazando valores en la **ec. 11** podemos calcular la velocidad inicial de la partícula de queso molido, siendo:

$$V_0 = 1,30 \text{ m/s}$$

Por lo tanto la altura máxima, reemplazando en la **ec.10**:

$$h_{max} = \frac{V_0^2 \text{sen}\alpha^2}{2g} = 0,043 \text{ m} = 4,32 \text{ cm}$$

A su vez para intentar aproximar el cálculo de la potencia es necesario calcular el valor de la velocidad angular del disco utilizando la **ec. 14**

$$\omega = \frac{V_0}{r} \dots (14)$$

Se obtiene, reemplazando en la **ec.14**.

$$\omega = \frac{V_0}{r} = \frac{1,3036}{0,075} = 17,38 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 165,91 \text{ RPM}$$

$$\omega = 166 \text{ RPM}$$

4.3.6.2. Torque óptimo para el movimiento del disco

Se necesita calcular el torque óptimo porque va permitir obtener la potencia del motor a utilizar en el diseño, donde la capa de queso entre los discos tiene que vencer el esfuerzo cortante. Debido al espacio tan pequeño (1mm), el cálculo se aproxima a un disco completamente cónico fig. 7, considerando la capa de queso constante. [4]

Disco cónico

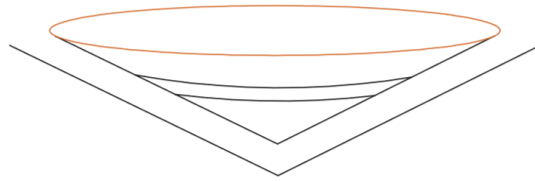


Figura N° 39 Fuente: Elaboración propia

Se detallan los datos en la fig. 8 y se calculan en la ec.15, que para su demostración se observa en el ANEXO VIII.

Esquema del disco cónico

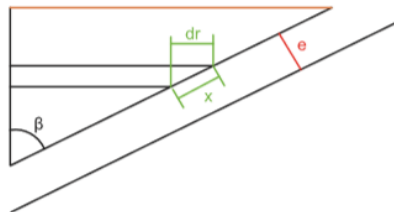


Figura N° 40 Fuente: Elaboración propia

$$T = \frac{\mu \pi r^2 n R^4}{60 e \operatorname{sen} \beta} \dots \dots (15)$$

Donde:

μ = viscosidad del queso = 1,875 kg/ms

n = velocidad (RPM) = 165,9RPM

R = radio del disco = 0,075 m

e = espacio entre discos = 0,001 m = 1×10^{-3} mm

β = Angulo de conicidad = 88°

Colocando los valores en la ecuación15, se obtiene:

$$T = \frac{\mu \pi^2 n R^4}{60 e \operatorname{sen} \beta} = 1,62 \text{ Kg. m}$$

$$T = 9,81 \text{ N. m}$$

4.3.6.3. Potencia del motor (Cálculo)

Una vez obtenido el torque en el movimiento del disco y calculado la velocidad angular, se calcula la potencia.

$$P_{req} = T \times \omega \dots \dots (16)$$

Reemplazando en la **ec.16**, se obtiene:

$$P_{req} = 268,92 \text{ W}$$

Tomando en cuenta la eficiencia de motor eléctrico 80% se calcula la potencia real requerida en el diseño.

$$P = \frac{P_{req}}{n} \dots \dots (17)$$

$$P = \frac{P_{req}}{n} = 215,13 \text{ W} \approx 0,3 \text{ HP}$$

Se obtiene una potencia de 0,3 HP, para el molino tipo disco se utilizará de una potencia de 0,5 HP, en los catálogos existentes existen motores con velocidades relativamente muy altas por lo que se opta por un motorreductor de una potencia de 0,55 HP y 168 RPM

4.3.6.4. Poleas

En cuanto a estos elementos, el equipo va a utilizar un motorreductor, y no es preciso realizar una reducción de velocidades desde el motorreductor hasta el eje: las bandas y poleas para transmitir principalmente la potencia con relación de 1 a 1 a lo que a velocidad se refiere. Estos mecanismos es usada por dos condiciones:

Par mitigar algunos esfuerzos generados por el arranque del motor, entonces la banda que conecta las poleas tanto del motorreductor del eje motriz, se evita que el eje tenga mayores desgastes. Por condiciones de elaborar una máquina simple se requiere ocupar menos espacio, por lo que el motorreductor y el

sistema de poleas irían en la parte baja del equipo para tener una mejor ergonomía. [4]

Debido a que la relación de transmisión es de 1 a 1 la polea que se selecciona para el eje es la misma que se utilizará a la entrada del motor.

4.3.6.5. Diámetro mínimo de poleas

Para el cálculo del diámetro de polea se tiene que conocer la potencia de diseño, para la cual utilizará un factor de servicio (ANEXO IX).

$$P_{servicio} = 1,2(1,6) = 1,92 \text{ HP} \dots (18)$$

En el gráfico que se muestra en el ANEXO X con la potencia calculada anteriormente y de velocidad del motor de 166 RPM, se observa que da en la zona del tipo-AP.

Para saber con exactitud del diámetro mínimo de la polea conductora, se regula a una velocidad de 166 RPM, debido a que el catálogo Gates (ANEXO XI) la velocidad mínima que se encuentra es de 576 RPM, sin trabajos con esa velocidad se va a tener un sobredimensionamiento.

El diámetro mínimo es de 3,79 pulgadas, y la distancia entre centros óptima es de 29.89 pulgadas, por lo que en el ANEXO XII se obtiene.

- ✓ La faja en V sería la AP-70.
- ✓ El diámetro de polea es de 3,749 pulgadas.

Para comprobar esta selección se realiza un cálculo donde la velocidad lineal no debe superar los 30 m/s.

$$V_{lienat} = \frac{\pi D n}{12} \dots \dots (19)$$

Dónde:

$D = \text{diámetro de la polea} = 3,75 \text{ pulgadas}$

$n = \text{velocidad (RPM)} = 166 \text{ RPM}$

$$V_{lineal} = \frac{\pi D n}{12} = 162,97 \frac{in}{min}$$

$$V_{lineal} = 0,69 \frac{m}{s} < 30 \frac{m}{s}$$

Al cumplir con este parámetro se recurre al ANEXO XIII, es adecuada para el ambiente en el que va a trabajar. También se calcula la fuerza ejercida por la polea, donde:

$$T = F_p \times r \dots \dots (20)$$

$$F_p = \frac{T}{r} = 272,97 N$$

4.3.6.6. Diseño del eje principal.

Iniciando el diseño del eje motriz se establece los principales parámetros de movimiento del disco

$$P_{disco} = mg = 70,56 N$$

Donde:

m = masa del disco

g = gravedad

Teniendo en cuenta que la velocidad que se asigna al disco es de 166 RPM y considerar que el motorreductor seleccionado nos da un torque de 13 N.m
Para el DCL del eje se tiene que utilizar el torque en el disco y el torque del motorreductor.

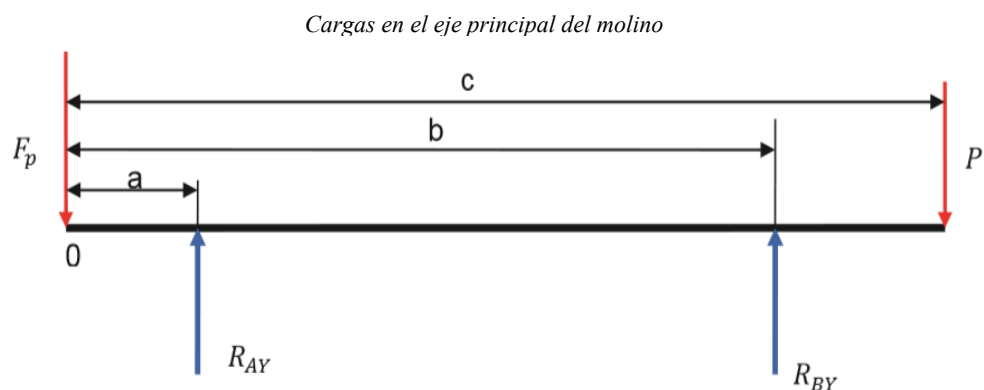


Figura N° 41 Fuente: Elaboración propia

Donde:

$$a = 0,049 \text{ m}$$

$$b = 0,209.9 \text{ m}$$

$$c = 0,259.98 \text{ m}$$

Realizando una sumatoria de fuerzas y de momentos se obtiene:

$$R_{AY} = 55,11 \text{ N}$$

$$R_{BY} = 74,25 \text{ N}$$

4.3.6.7. Diagramas de fuerza cortante (V) y momento flector (M):

Para el efecto de cálculo se utilizará el programa MD-Solids, con la finalidad de obtener los diagramas de esfuerzos y momentos en el eje.

Como se puede apreciar se obtiene un valor de momento máximo de:

$$M = 3528 \text{ Nmm} = 3,53 \text{ Nm}$$

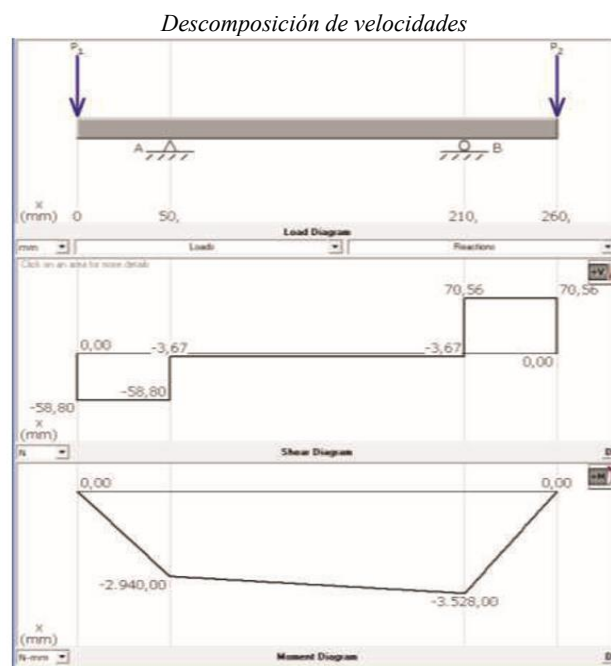


Figura N° 42 Fuente: Elaboración propia

4.3.6.8. Cálculo del diámetro mínimo:

Para calcular el diámetro mínimo del eje se tiene que usar la fórmula de la teoría de la distorsión. [8]

$$d = \left\{ \frac{32FS}{\pi s_y} \left[M^2 + \frac{3T^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (21)$$

Donde:

d = diámetro mínimo del eje

FS = Fact. de seguridad = 3

s_y = Esf. de la fluencia del material AISI – 1081 = 370 MPa

M = Momento max.

T = Torsión

Se obtiene por cálculo en la **ec.21**

$$d = \left\{ \frac{32FS}{\pi s_y} \left[M^2 + \frac{3T^2}{4} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{3}} = 0,20 \text{ cm}$$

$$d = 0,20 \text{ cm}$$

4.3.6.9. Desarrollo de la geometría del eje:

La determinación de la geometría es muy importante para lograr ubicar los cojinetes o rodamientos, para el caso del molino tipo disco cuenta con dos tipos de apoyo A y B, por lo que en la fig.12

Determinación geométrica del eje

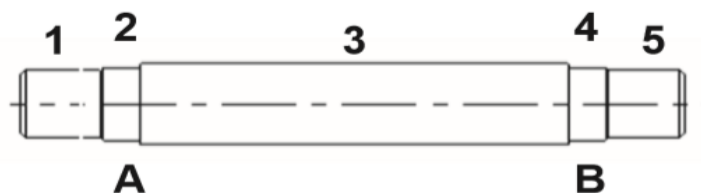


Figura N° 43: Fuente: Sebastián Barreno y Alfonso

4.3.6.10. Selección de los rodamientos:

Los rodamientos se asientan en las secciones 2 y 4 del eje, fig.X, calculadas anteriormente, dichas secciones poseen el mismo diámetro de 20 mm, por lo que se escoge rodamientos del catálogo SKF indicado en el ANEXO XII

Se escoge una que resista una fuerza estática calculada en los puntos anteriores y que pueda contener las cargas radiales que actúan en el eje principal, por lo que se necesita también un soporte SNL-505 ANEXO XIII.

Debido a que los rodamientos de la marca SKF son de costo elevado, se escogerá un rodamiento de la misma capacidad de carga y similares características.

4.4. Evaluación Económica

Los costos relacionados con el valor de la inversión inicial de la máquina. Para esto se necesita conocer los dos costos que intervienen en el diseño del molino.

4.4.1. Costos directos

Estos son los costos relacionados con los materiales a utilizar para la construcción del molino, también implica mano de obra y mecanizado de algunos elementos.

- **Costos de materiales**

Los costos de los materiales se detallan en la tabla 2 y 4, estos están asociados con aquellos elementos que forman parte de la máquina tanto en el sist. mecánico como el sist. eléctrico, para este último cuenta con un diagrama de fuerza y de mando con un arranque directo (ANEXO XVIII)

Tabla N° 16: Elementos Mecánicos

Cantidad	Elemento	Descripción	Material	Costo (p/u)	Costo total (S/.)
2	Planchas de Acero (mm)	1 220 x 2 440 x 4	ASTM A - 36	280	280
		1 220 x 2 440 x 2	ASTM A - 36	140	140
1	Ángulo Estructura (mm)	L2 x x 1/4	ASTM A - 36	50	50
1	Platina	3/16 x 1 1/2 in	ASTM A - 36	25	25
1	Platina	3/16 x 1 1/2 in	ASSAB - DF 2	550	550
1	Tubo	1/2 in	ASTM A - 36	20	20
2	Eje	Ø 5/8 in x 47 cm	AISI 1 018	50	50
		Ø 1 1/2 in x 1 m	AISI 1 018	10	10
2	Bandas de Transmisión	A - 45	-	8	16
2	Polea (in)	1 canal Tipo A Ø 3 1/2	Aluminio	4	12
1	Motor	0,5 Hp - 220 V - 170 RPM	-	430	430
2	Chumaceras		Hierro Fundido	40	80
				Total	1663

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17: Elementos Eléctricos

Cantidad	Elemento	Descripción	Costo (p/u)	Costo total (S/.)
1	Relé Térmico	LG GTK 24-36 A	80	80
1	Contactador	LG GMC 32-220v	105	105
2	Fusible	Cilíndrico Camsco 40 A	1	2
2	Base Fusible	Camsco 40 A	1,5	3
1	Interruptor Termomagnético	Schneider k32 2P 32A	24	24
2	Pulsador	Camsco monoblock (Rojo, Verde)	2	4
1	Pulsador	Emergente con retención	2	2
2	Luz Piloto	Camsco 220 V	2	4
12	Conductor (m)	Flexible AWG 10	2,5	30
10	Conductor (m)	Flexible AWG 14	1	2,52
15	Conductor (m) verde amarillo	Flexible AWG 14	1,2	18
1	Contacto Auxiliar	1 NO-1NC	14	14
1	Tablero eléctrico		100	100
1	Varilla de cobre 5/8"		379	379
1	conector para cobre 5/8"		9,5	9,5
			Total	777,02

Fuente: Elaboración Propia

• Costos de maquinado

Comentar sobre costos de maquinado están asociando con el costo que implica el mecanizado de elementos que lo requieren (alquiler de máquinas y mano de obra), en las distintas máquinas utilizadas.

Tabla N° 18: Costos directos de maquinado

N°	Máquina	Costo de Maquinado/h	Número de Horas	Costo Total (S/.)
1	Torno	20	15	300
2	Taladro Pedestal	5	3	15
3	Corte por plasma	20	8	160
4	Soldadora SMAW	10	20	200
5	Dobladora de láminas	10	2	20
6	Amoladora	5	4	20
7	Cortador	5	1	5
			Total	720

Fuente: Elaboración Propia

• Costos de montaje y puesta a tierra

Incluye costo de mano de obra para el ensamble del molino de disco, como el sist. mecánico como el sist. eléctrico (puesta a tierra)

Para la construcción se necesita 5 personas por 6 días y para el sist. eléctrico 1 persona en 1 día como se detalla en la tabla 5. Se definen precios de 50 S/. diarios para cada colaborador, 100 soles para puesta tierra.

Tabla N° 19: Costo directo de montaje de molino

Ensamble del Sistema	# Personas	Costo de mano de obra/día	Número de días	Costo Total (S/.)
Mecánico	1	50	2	100
Eléctrico	1	50	2	100
Puesta a tierra	1	100	2	200
			Total	400

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Costos indirectos

- **Costos de materiales**

Los costos detallados en la sgte. tabla y en la tabla 5, están relacionados con los materiales que se utilizarán en la máquina y no intervienen en su funcionamiento.

Tabla N° 20: Costos Indirectos

N°	Elemento	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo Total (S/.)
2	Extras	-	-	20
3	Canaleta	4	1	4
			Total	24

Fuente: Elaboración Propia

- **Gastos imprevistos**

Estos gastos están relacionados con la movilización para la adquisición de los diferentes elementos así como el transporte. La construcción de la máquina se realizará en un tiempo de 3 días, con lo que se establece 30 soles de gastos imprevistos.

4.4.3. Inversión de la máquina

Una vez realizado el análisis de costos directos e indirectos en la tabla 9 se obtiene el costo de la inversión inicial del molino tipo disco para queso.

Tabla N° 21: Inv. de la máquina

Costos	Componente del Costo	Costo (S/.)
Directos	Materiales	2.440,02
	Maquinado	720
	Montaje/Puesa a tierra	400
Indirectos	Materiales	24
	Gastos Imprevistos	40
	Inversión Total	3.624,02

Fuente: Elaboración Propia

4.4.4. Análisis de la inversión del molino de disco de queso artesanal.

El análisis financiero es muy importante porque se puede establecer si la inversión en la construcción de un molino tipo disco para queso, y se necesitará conocer los valores financieros (TIR y VAN).

Tabla 22: Criterio para aceptación de VAN y TIR

Criterio	Aceptación	Rechazo
VAN	> 0	< 0
TIR	> TMAR	< TMAR

Fuente: Elaboración Propia

4.4.5. Flujo de caja

Con los ingresos y egresos de la producción, se pueden establecer en base al ahorro para la molienda de queso artesanal.

En las ventas anuales se estableció un total de 11160 kg/ años para la temporada alta, por lo que es necesario calcular el costo de la energía eléctrica de consumo del molino para cumplir con la demanda. Se trabaja con un motor de 220 V a una corriente nominal de 1,7 A

$$P = V_n + I_n \dots (22)$$

$$P = 220 V \times 1,7 A = 371,8W$$

La capacidad del molino es de 100 kg/hora para cumplir con la demanda de 11160 kg al año en temporada alta, en 100 horas de trabajo al mes.

$$P = 3718W \times 100 h = 37,18 KW.h$$

La energía activa que se tiene establecido en el hogar de una de las productoras es de 0,60 s/. / KW.h. Pago de consumo eléctrico sujeto a una variación del 5

$$\text{Pago consumo eléctrico} = 37,18 KW.h \times \frac{0,60 S/.}{KW.h} = 22,308 S/.$$

Tabla N° 23: Flujo de caja

CONCEPTO	NÚMERO DE PERÍODO EN AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS											
Ahorros		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
EGRESOS											
Consumo de Energía Eléctrica		22,31	23,15	22,50	23,00	21,70	22,30	23,40	21,90	22,21	23,30
Mantenimiento		100	60	70	60	100	60	100	60	100	60
Depreciación		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inversión Inicial	3.624,02										
TOTAL	-3.624,02	1077,69	1116,85	1107,50	1117,00	1078,30	1117,70	1076,60	1118,10	1077,79	1116,70
	-3.624,02	-2.546,33	-1.429,48	-321,98	795,02	1.873,32	2.991,02	4.067,62	5.185,72	6.263,51	7.380,21

Fuente: Elaboración Propia

4.4.6. Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)

Se utiliza para obtener el rendimiento del proyecto tomando en cuenta factores como la tasa de interés, la tasa de inflación anual y el porcentaje de riesgo de país. Para microempresas la tasa promedio es de 18,05 % ANEXO XIV

$$TMAR = rp\% + ti\% + tip\%$$

$$TMAR = 1,01\% + 2,15\% + 18,05\% = 21,21\%$$

4.4.7. Mantenimiento

Para el mantenimiento del molino tipo disco se va a necesitar de una limpieza general de la máquina así como el uso de lubricantes para los cojinetes y algunos extras que se definen a continuación.

Tabla N° 24: Mantenimiento costo

N°	Elemento	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo Total (S/.)
1	Extras	-	-	30
2	Lubricante	4	4	16
			Total	46

Fuente: Elaboración propia

Por lo general la limpieza del molino se hará cada vez que se utilice la máquina, mientras que se realizará un mantenimiento preventivo cada 4 meses, por lo que se procederá por dos veces al año, se describe que las productoras trabajan 8 meses.

$$\text{Costo mantenimiento total} = 2 * 46 \text{ soles} = 92 \text{ soles anuales}$$

4.4.8. Ganancia

En el mercado de quesos, uno de 800 gramos de calidad está costando un promedio de 18 soles, por lo que al utilizar este molino en la producción el queso costará un 40% de su venta actual 12 soles temporada alta, también se considerará los ahorros de producción donde se ahorra 0,50 centavo de soles por cada queso.

$$Ganancia = 15 \text{ quesos} * 17 \text{ soles} * 8 \text{ meses} = 2040 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

$$Ahorros = 0.2 * \frac{100\text{kg}}{\text{queso}} * 8 \text{ meses} = 160 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

$$Ganancia \text{ total} = 2040 + 160 = 2200 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

4.4.9. VAN TIR

Para el calculo de estos parámetros financieros se necesitó de una hoja de cálculo dónde se determinó un VAN de 803,31 soles y un TIR 28 % recuperando nuestra inversión entre el quinto y sexto año.

tabla N° 25: VAN Y TIR

TIR	28%
VAN	S/ 803,31

Fuente: Elaboración Propia

Molino de queso final

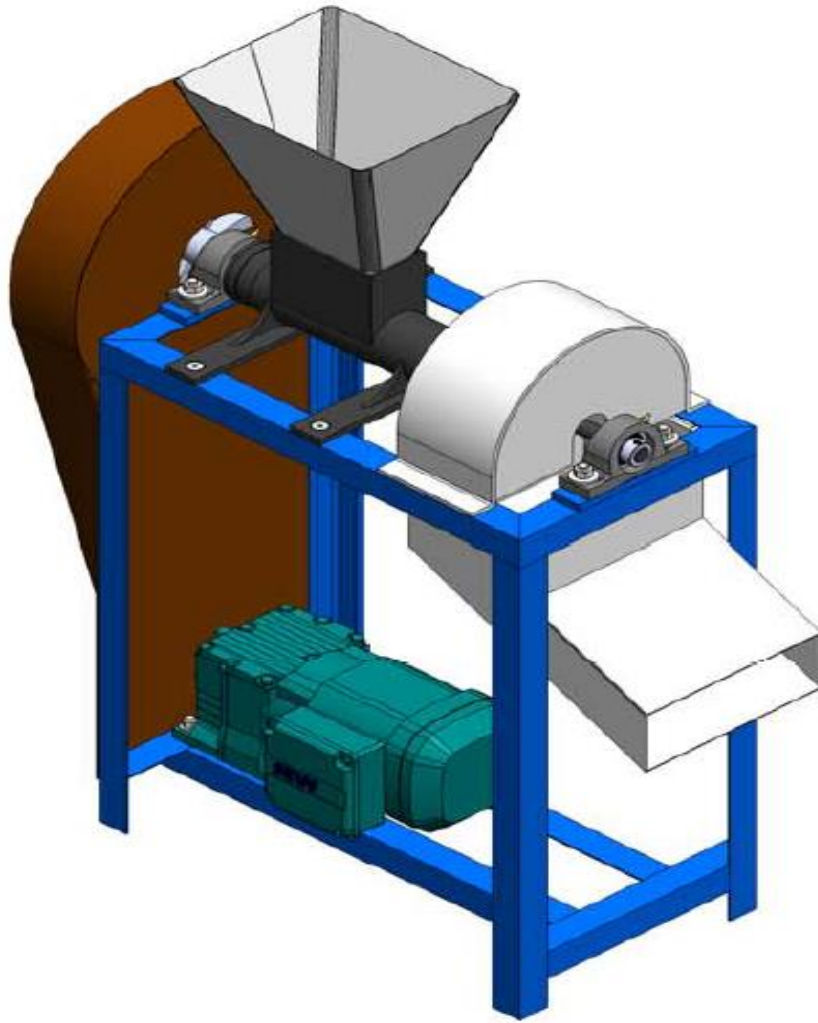


Figura N° 44 Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

- Dentro de las características que se han determinado del queso elaborado artesanalmente por las productoras del distrito Santa Cruz, se dice que para elaboración se necesita un tiempo de 2 a 3 días de maduración una vez retirada del cuajo y que en la etapa de molienda se le agrega un poco de agua y sal para remover algunos gránulos de la cuajada. Dentro de la composición del queso artesanal elaborado se tiene 8,2 gramos de proteína, en grasas un 3,8 gramo, carbohidratos 3,1 gramos, energía 121 kJ, Calcio 77,9 miligramos y una viscosidad de 1,785 kg/ms. Se determinó también el consumo de queso artesanal en la provincia de Santa Cruz con un 76, 275 Tn/año.
- El molino más óptimo seleccionado es el de tipo disco, esto debido al costo inicial que tiene para su construcción y en su consumo de energía. Según Indurama, el acero inoxidable autenístico es el más adecuado para la industria alimentaria y según ANSI y la SAE pertenece a la serie 300, conteniendo Cromo 18% y Níquel 8%.
- El molino tipo disco, tendrá una velocidad de rotación de 168 RPM utilizando un motorreductor de 0,5 HP con un torque de 13 N.m. La capacidad del molino será de 100 kg/h determinados a partir del consumo anual de quesos 11 169 kg/año.
- El costo para la elaboración del molino tipo disco para queso será de 3187,52 soles, con un VAN de 803,33 soles y un TIR de 28 %.

VI. RECOMENDACIONES

- Para evitar que las partes móviles del equipo tengan problemas por acumulación de partículas de quesillo molido, es recomendable que las productoras de queso sean capacitadas con el fin de limpiar la máquina usando agua y detergente para facilitar el desprendimiento de residuos.
- En la molienda de quesillo, muchas veces la acumulación de partículas hace que el eje pueda atascarse, por lo que los operarios (productoras) deberían usar equipos de protección y siempre seguir algunos protocolos de seguridad.
- Para el diseño de los elementos del molino tipo disco se utilizó un factor de seguridad de 3, pero para una producción a gran escala se necesita disminuir ese factor de seguridad ya que esto ayudaría a minimizar costos de producción.

REFERENCIA

- [1] Technoserve, Estudio Subsectorial quesos y manjarblanco, Cajamarca: Technoserve Inc., 2004.
- [2] G. B. Enmanuel Calderon, Formalización de las productoras de queso artesanal del distrito de Santa cruz, departamento Cajamarca y la determinación de un proceso de costeo para influir en la mejora de la competitividad del producto, año 2013, Chiclayo: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2013.
- [3] D. C. B. M., Diseño y construcción de un molino de martillos triturador de granos para granjas avícolas, Latacunga, Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas - ESPE, 2014.
- [4] G. A. P. D. Sebastián Barreno, Diseño y construcción de una máquina para el acondicionamiento de chocolate, Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2015.
- [5] J. N. G. Díaz, Diseño y construcción de un prototipo de máquina moledora de choclo con capacidad de 25 Kg/h, Lima, Perú: Universidad de ingeniería y tecnología UTEC, 2018.
- [6] M. S. D. y. S. P. Victor Santa cruz Fernández, «Análisis de la cadena productiva de lácteos Cajamarca,» CODELAC, Cajamarca, Perú, 2006.
- [7] V. Villarreal, *Molinos y molinería*, España, 1888.
- [8] J. K. N. Richard G. Budynas, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, México: Mc Graw Hill, 2008.
- [9] J. M. PRADO POZUELO y J. M. CABRERA MARRERO, «CARACTERIZACIÓN TERMOMÉCANICA DE ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS AISI - 304,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA, CATALUNYA, 2002.
- [10] INDURA, MANUAL ACEROS INOXIDABLES, LOS CERRILLOS: 2M IMPRESORES LTDA., 2010.
- [11] M. GONZÁLEZ, «ACEROS INOXIDABLES,» CURSO DE METALURGÍA, MONTEVIDEO, 2004.
- [12] R. COLÁS, «ACEROS INOXIDABLES, RESISTENTES A LA CORROSIÓN, AL CALOR Y SÚPER ALEACIONES,» 1994.
- [13] S. G. LAUFGANG, «ACEROS INOXIDABLES,» TERMO SOLDEX S.A., BUENOS AIRES, 2003.
- [14] S. A. LEAL ALANIS, «CARACTERIZACIÓN DE ACEROS INOXIDABLES Y ESTUDIO DE SU RESISTENCIA MECÁNICA Y CONFORMABILIDAD,» UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, 2011.
- [15] J. P. Vasquez Hernandez, «ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN DE CARBUROS EN EL ACEROINOXIDABLE AISI 304 EN ENFRIAMIENTO CONTINUO,» SAN NICOLAS DE DE LOS GARZA, 1996.
- [16] L. República, «Producción de queso es alta en Puno, pero informal,» La República, 13 Junio 2017. [En línea]. Available: <https://larepublica.pe/sociedad/1060883-produccion-de-queso-es-alta-en-puno-pero-es-informal>.

- [17] J. L. M. Hernández, Diseño de un molino de cuchillas de 300 kg/h para la molienda de plásticos sólidos HDPE. Grupo Dimarsa S.A.C., Callao, Peru: Universidad Nacional del Callao, 2014.
- [18] Andina, «Andina, agencia peruana de noticias,» Andia, 23 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-promueven-elaboracion-quesos-madurados-las-regiones-del-norte-604551.aspx>.

ANEXOS

ANEXO I: COSTO DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO A TEMPORADAS ESTABLECIDAS POR LAS PRODUCTORAS EN SANTA CRUZ – CAJAMARCA.

Tabla 4: Costos de producción según temporadas por las productoras en el distrito de Santa Cruz

COSTOS DE PRODUCCIÓN	TEMPORADAS		
	Alta	Media	Baja
Leche por litro	S/ 1.50	S/ 1.20	S/ 11.00
Litros de leche para un queso de 800 gramos	6	6	6
Costo total para la elaboración de un queso	9	9	9

Fuente: Emmanuel Calderón y Giancarlo Barboza

ANEXO II: DETERMINACIÓN DE COSTOS DE ACUERDO A LITROS POR QUESO EN LA PRODUCCIÓN DE QUESO ARTESANAL EN SANTA CRUZ – CAJAMARCA.

Tabla 5: Determinación de costos (Litros/queso)

DETERMINACIÓN DE COSTOS	Litros por queso
150 litros para 25 quesos	6

Fuente: Emmanuel Calderón y Giancarlo Barboza.

ANEXO III: VENTAS SEGÚN TEMPORADAS DEL QUESO EN SANTA CRUZ – CAJAMARCA.

Tabla 6: Ventas según temporadas de queso en la provincia de Santa Cruz

VENTAS	TEMPORADA		
	Alta	Media	Baja
Nº de Ventas Promedio por Quesera	50	25	15
Precio de venta	S/ 12.00	S/ 9.00	S/ 8.00
Nº de productoras	9	9	9
Nº de quesos promedio por día	450	225	135

Fuente: Emmanuel Calderón y Giancarlo Barboza.

ANEXO IV: PROYECCIÓN DE UTILIDAD PROMEDIO POR QUESERA EN LAS VENTAS A DIARIO DE QUESO SEGÚN TEMPORADAS DEL QUESO ARTESANAL, EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ – CAJAMARCA.

Tabla 26: Proyección de utilidad promedio por quesera en las ventas diarias de queso

FLUJO PROYECTADO	TEMPORADAS		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Ingresos			
Ventas promedio (S/.)	5,400.00	2,025.00	1,080.00
(-) Costos de producción (S/.)	-	-	-
Costo promedio (S/.)	4,050.00	1,620.00	891
Total utilidad operativa promedio (S/.)	1,350.00	405.00	189.00
N° de queseras	9	9	9
Total utilidad promedio por quesera (S/.)	150.00	45	21

Fuente: Enmanuel Calderón y Giancarlo Barboza

ANEXO V: PROYECCIÓN DE VENTAS MENSUAL EN BASE A 30 DÍAS SEGÚN LAS TEMPORADAS DE QUESO ARTESANAL EN LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ –CAJAMARCA.

Tabla 27: Proyección de ventas mensual en base a 30 días según temporadas

FLUJO PROYECTADO	TEMPORADAS		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Ingresos			
Ventas promedio (S/.)	162,000.00	60,750.00	32,400.00
(-) Costos de producción (S/.)	-	-	-
Costo promedio (S/.)	121,500.00	48,600.00	27,630.00
Total utilidad operativa promedio (S/.)	1,350.00	12,150.00	5,670.00
N° de queseras	9	9	9
Total utilidad promedio por quesera (S/.)	150.00	1,350.00	630.00

Fuente: Enmanuel Calderón y Giancarlo Barboza

ANEXO VI: PROYECCIÓN DE RENTABILIDAD ENERO - JUNIO SEGÚN TEMPORADAS ESTABLECIDAS POR LAS PRODUCTORAS DE QUESO ARTESANAL DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ – CAJAMARCA.

Tabla 28: Proyección de rentabilidad Enero – Junio según temporadas

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
TEMPORADAS	Media	Media	Baja	Media	Baja	Baja
Ingresos						
Ventas promedio diario (S/.)	60,750.00	60,750.00	32,400.00	60,750.00	32,400.00	32,400.00
(-) Costos de producción (S/.)						
Costo promedio diario (S/.)	48,600.00	48,600.00	26,730.00	48,600.00	26,730.00	26,730.00
Total Utilidad operativa promedio (S/.)	12,150.00	12,150.00	5,670.00	12,150.00	5,670.00	5,670.00
N° de queseras	9	9	9	9	9	9
Total Utilidad operativa promedio por quesera (S/.)	1,350.00	1,350.00	630.00	1,350.00	630.00	630.00

Fuente: Enmanuel Calderón y Giancarlo Barboza

ANEXO VII: PROYECCIÓN DE RENTABILIDAD JULIO – DICIEMBRE SEGÚN TEMPORADAS ESTABLECIDAS POR LAS PRODUCTORAS DE QUESO ARTESANAL DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ – CAJAMARCA.

Tabla 29: Proyección de rentabilidad Julio – Diciembre según temporadas

MESES	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
TEMPORADAS	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja	Alta	ANUAL
Ingresos							
Ventas promedio diario (S/.)	162,000.00	32,400.00	162,000.00	32,400.00	32,400.00	162,000.00	862,650.00
(-) Costos de producción (S/.)							
Costo promedio diario (S/.)	48,600.00	48,600.00	26,730.00	48,600.00	26,730.00	26,730.00	670,680.00
Total Utilidad operativa promedio (S/.)	12,150.00	12,150.00	5,670.00	12,150.00	5,670.00	5,670.00	191,970.00
N° de queseras	9	9	9	9	9	9	9
Total Utilidad operativa promedio por quesera (S/.)	1,350.00	1,350.00	630.00	1,350.00	630.00	630.00	21330

Fuente: Enmanuel Calderón y Giancarlo Barboza

ANEXO VIII: MOTORREDUCTORES DE 0,5 KW hasta 200 KW

Motorreductores de hasta 200 kW

Datos para selección y pedidos (continuación)

Potencia P_{motor} kW	Velocidad de salida		Par de salida T_2 Nm	Factor de servicio f_5	Índice de reducción $\dot{\lambda}_{tot}$	Referencia	Código (n.º polos)	Peso ^{*)} kg
	n_2 (50 Hz) min ⁻¹	n_2 (60 Hz) min ⁻¹						
0,55 (50 Hz)	Z.18-LA71ZMP4							
0,66 (60 Hz)	69	83	76	1,2	19,85	2KJ1100 - ■CG13 - ■■N1		9
	81	97	65	1,4	16,92 ★	2KJ1100 - ■CG13 - ■■M1		9
	95	114	55	1,6	14,38 ★	2KJ1100 - ■CG13 - ■■L1		9
	110	132	48	1,9	12,50	2KJ1100 - ■CG13 - ■■K1		9
	126	151	42	2,1	10,86 ★	2KJ1100 - ■CG13 - ■■J1		9
	140	168	38	2,2	9,81	2KJ1100 - ■CG13 - ■■H1		9
	158	190	33	2,4	8,66	2KJ1100 - ■CG13 - ■■G1		9
	185	222	28	1,9	7,42 ★	2KJ1100 - ■CG13 - ■■F1		9
	212	254	25	2,1	6,45	2KJ1100 - ■CG13 - ■■E1		9
	244	293	22	2,4	5,61 ★	2KJ1100 - ■CG13 - ■■D1		9
	271	325	19	2,5	5,06	2KJ1100 - ■CG13 - ■■C1		9
	306	367	17	2,9	4,47	2KJ1100 - ■CG13 - ■■B1		9
	383	460	14	3,4	3,58 ★	2KJ1100 - ■CG13 - ■■A1		9
	E.68-LA71ZMP4							
	110	132	48	1,7	12,40 ★	2KJ1003 - ■CG13 - ■■W1		26
	123	148	43	2,1	11,18	2KJ1003 - ■CG13 - ■■V1		26
	136	163	39	2,5	10,08 ★	2KJ1003 - ■CG13 - ■■U1		26
	E.48-LA71ZMP4							
	121	145	43	1,3	11,30	2KJ1002 - ■CG13 - ■■U1		16
	137	164	38	2,1	10,00 ★	2KJ1002 - ■CG13 - ■■T1		16
	151	181	35	1,8	9,09	2KJ1002 - ■CG13 - ■■S1		16
	168	202	31	2,7	8,17 ★	2KJ1002 - ■CG13 - ■■R1		16
	196	235	27	3,6	7,00	2KJ1002 - ■CG13 - ■■Q1		16
	E.38-LA71ZMP4							
	147	176	36	0,89	9,33 ★	2KJ1001 - ■CG13 - ■■S1		13
	165	198	32	1,0	8,30	2KJ1001 - ■CG13 - ■■R1		13
	190	228	28	1,4	7,20 ★	2KJ1001 - ■CG13 - ■■Q1		13
	204	245	26	1,9	6,73	2KJ1001 - ■CG13 - ■■P1		13
	231	277	23	2,3	5,92 ★	2KJ1001 - ■CG13 - ■■N1		13
	264	317	20	3,5	5,18	2KJ1001 - ■CG13 - ■■M1		13
	299	359	18	4,4	4,58 ★	2KJ1001 - ■CG13 - ■■L1		13
	330	396	16	3,9	4,15	2KJ1001 - ■CG13 - ■■K1		13
	373	448	14	5,0	3,67 ★	2KJ1001 - ■CG13 - ■■J1		13
	414	497	13	5,1	3,31	2KJ1001 - ■CG13 - ■■H1		13
0,75 (50 Hz)	D.188-Z48-LA80M4							
0,9 (60 Hz)	0,27	0,32	23 410	0,85	5 107	2KJ1235 - ■DC13 - ■■Q1		607
	0,30	0,36	21 375	0,94	4 663 ★	2KJ1235 - ■DC13 - ■■P1		607
	0,33	0,40	19 615	1,0	4 279	2KJ1235 - ■DC13 - ■■N1		607
	0,35	0,42	18 070	1,1	3 942 ★	2KJ1235 - ■DC13 - ■■M1		607
	0,39	0,47	16 411	1,2	3 580	2KJ1235 - ■DC13 - ■■L1		607
	0,43	0,52	14 948	1,3	3 261 ★	2KJ1235 - ■DC13 - ■■K1		607
	0,47	0,56	13 697	1,5	2 988	2KJ1235 - ■DC13 - ■■J1		607

★ Reducción preferente

Para versiones de eje, ver la página 2/117

1, 2 ó 9

Para frecuencias y tensiones, ver la página 8/18

1 a 9

Para formas de carcasa, ver la página 2/116

A, F, H ó R

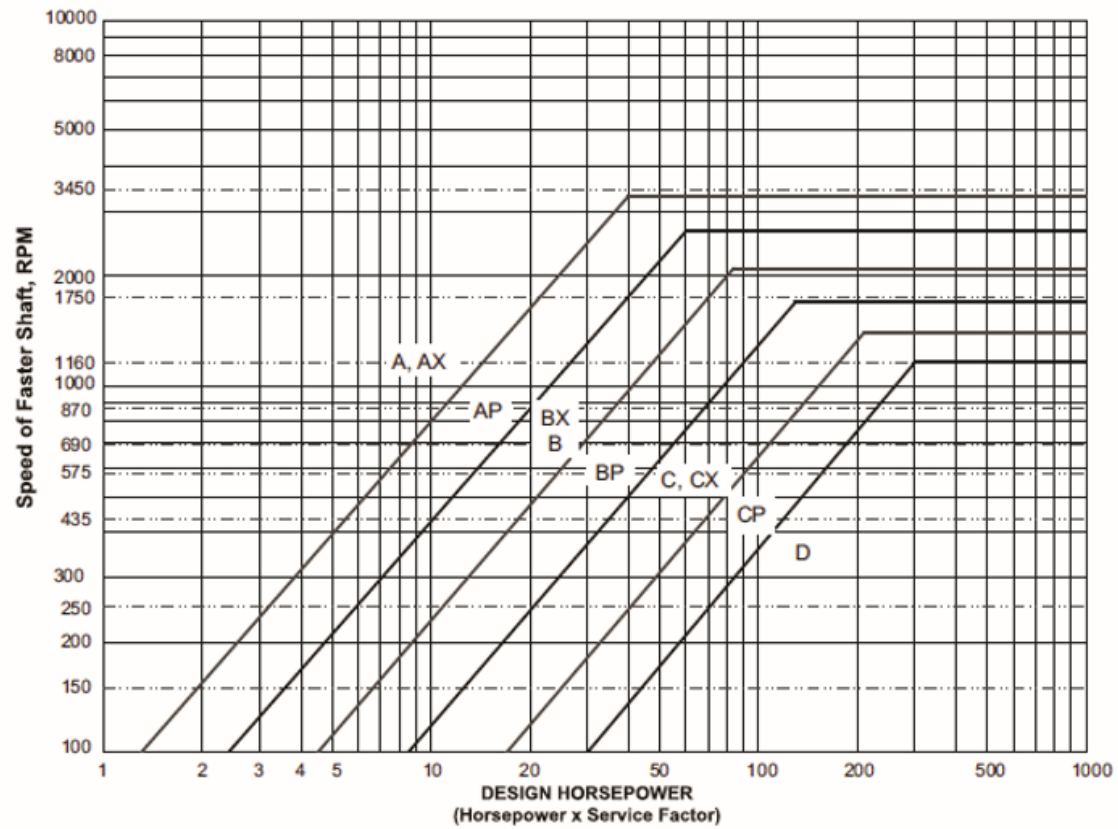
ANEXO IX: FACTOR DE SERVICIO

DriveN Machine	DriveR					
	AC Motors: Normal Torque, Squirrel Cage, Synchronous, Split Phase. DC Motors: Shunt Wound. Engines: Multiple Cylinder Internal Combustion.*			AC Motors: High Torque, High Slip, Repulsion-Induction, Single Phase, Series Wound, Slip Ring. DC Motors: Series Wound, Compound Wound. Engines: Single Cylinder Internal Combustion.*		
	Intermittent Service	Normal Service	Continuous Service	Intermittent Service	Normal Service	Continuous Service
3-5 Hours Daily or Seasonal	8-18 Hours Daily	16-24 Hours Daily	3-5 Hours Daily or Seasonal	8-10 Hours Daily	16-24 Hours Daily	
Dispensing, Display Equipment Instrumentation Measuring Equipment Medical Equipment Office, Projection Equipment	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Agitators: Liquid Appliances, Sewing Machines, Sweepers Conveyors: Belt, Light Package Fans: Up to 10 HP Hand Tools (Power) Machine Tools: (Light) Drill Presses, Lathes, Saws Screens: Drum, Oven Woodworking Equipment: Band Saws, Drills, Lathes	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Agitators: Semi-liquid Compressors: Centrifugal Centrifuges Conveyors: Belt, Coal, Ore, Sand Dough Mixers Fans: Over 10 HP Generators Laundry Equipment Line Shafts Machine Tools: (Heavy) Boring, Grinders, Milling, Shapers Paper Machinery (except Pulpers) Presses, Punches, Shears Printing Machinery Pumps: Centrifugal, Gear Screens: Revolving, Vibratory	1.1	1.2	1.4	1.2	1.3	1.5
Blowers: Positive Displacement, Mine Fans Brick Machinery Compressors: Piston Conveyors: Drag, Elevator, Pan, Screw Elevators: Bucket Exciters Extractors Mills: Hammer Paper Pulpers Pulverizers Pumps: Piston Rubber Calendars, Extruders, Mills Textile Machinery	1.2	1.3	1.5	1.4	1.5	1.6
Crushers (Gyratory-Jaw-Roll) Hoists Mills: Ball-Flod-Tube Sawmill Machinery	1.3	1.4	1.6	1.5	1.6	1.8

*Apply indicated Service Factor to continuous engine rating. Deduct 0.2 (with a minimum Service Factor of 1.0) when applying to maximum intermittent rating. The use of a Service Factor of 2.0 is recommended for equipment subject to choking. For Grain Milling and Elevator Equipment, see MIL Mutual Bulletin No. VB-601-62. For Oil Field Machinery, see API specification for Oil Field V-Beltting, API Standard 18.

Fuente: Catálogo GATES

ANEXO X: DIAGRAMA VELOCIDAD VS POTENCIA



ANEXO XI: DIÁMETRO MÍNIMO PARA POLEAS DE ACUERDO A LA POTENCIA Y VELOCIDAD

Motor Horse-power	Motor RPM (60 cycle and 50 cycle Electric Motors)						Motor Horse-power
	575 485*	690 575*	870 725*	1160 950*	1750 1425*	3450 2850*	
1/2	2.5	2.5	2.2	—	—	—	1/2
3/4	3.0	2.5	2.4	2.2	—	—	3/4
1	3.0	3.0	2.4	2.4	2.2	—	1
1 1/2	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.2	1 1/2
2	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2
3	4.5	3.8	3.0	3.0	2.4	2.4	3
5	4.5	4.5	3.8	3.0	3.0	2.6	5
7 1/2	5.2	4.5	4.4	3.8	3.0	3.0	7 1/2
10	6.0	5.2	4.6	4.4	3.8	3.0	10
15	6.8	6.0	5.4	4.6	4.4	3.8	15
20	8.2	6.8	6.0	5.4	4.6	4.4	20
25	9.0	8.2	6.8	6.0	5.0	4.4	25
30	10.0	9.0	6.8	6.8	5.4	—	30
40	10.0	10.0	8.2	6.8	6.0	—	40
50	11.0	10.0	9.0	8.2	6.8	—	50
60	12.0	11.0	10.0	9.0	7.4	—	60
75	14.0	13.0	10.5	10.0	9.0	—	75
100	18.0	15.0	12.5	11.0	10.0	—	100
125	20.0	18.0	15.0	12.5	11.5†	—	125
150	22.0	20.0	18.0	13.0	—	—	150
200	22.0	22.0	22.0	—	—	—	200
250	22.0	22.0	—	—	—	—	250
300	27.0	27.0	—	—	—	—	300

Fuente: Catálogo GATES

ANEXO XII: TIPO DE BANDA

er® II V-Belt, Tri-Power® Molded Not
V-Belt and Hi-Power® II PowerBand®

V-Belt No. and Center Distance		A		AP		AP	
AP	88	71	72	73	74	75	76
A	89	72	73	74	75	76	77
AP	90	73	74	75	76	77	78
A	91	74	75	76	77	78	79
AP	92	75	76	77	78	79	80
A	93	76	77	78	79	80	81
AP	94	77	78	79	80	81	82
A	95	78	79	80	81	82	83
AP	96	79	80	81	82	83	84
A	97	80	81	82	83	84	85
AP	98	81	82	83	84	85	86
A	99	82	83	84	85	86	87
AP	100	83	84	85	86	87	88
A	101	84	85	86	87	88	89
AP	102	85	86	87	88	89	90
A	103	86	87	88	89	90	91
AP	104	87	88	89	90	91	92
A	105	88	89	90	91	92	93
AP	106	89	90	91	92	93	94
A	107	90	91	92	93	94	95
AP	108	91	92	93	94	95	96
A	109	92	93	94	95	96	97
AP	110	93	94	95	96	97	98
A	111	94	95	96	97	98	99
AP	112	95	96	97	98	99	100
A	113	96	97	98	99	100	101
AP	114	97	98	99	100	101	102
A	115	98	99	100	101	102	103
AP	116	99	100	101	102	103	104
A	117	100	101	102	103	104	105
AP	118	101	102	103	104	105	106
A	119	102	103	104	105	106	107
AP	120	103	104	105	106	107	108
A	121	104	105	106	107	108	109
AP	122	105	106	107	108	109	110
A	123	106	107	108	109	110	111
AP	124	107	108	109	110	111	112
A	125	108	109	110	111	112	113
AP	126	109	110	111	112	113	114
A	127	110	111	112	113	114	115
AP	128	111	112	113	114	115	116
A	129	112	113	114	115	116	117
AP	130	113	114	115	116	117	118
A	131	114	115	116	117	118	119
AP	132	115	116	117	118	119	120
A	133	116	117	118	119	120	121
AP	134	117	118	119	120	121	122
A	135	118	119	120	121	122	123
AP	136	119	120	121	122	123	124
A	137	120	121	122	123	124	125
AP	138	121	122	123	124	125	126
A	139	122	123	124	125	126	127
AP	140	123	124	125	126	127	128
A	141	124	125	126	127	128	129
AP	142	125	126	127	128	129	130
A	143	126	127	128	129	130	131
AP	144	127	128	129	130	131	132
A	145	128	129	130	131	132	133
AP	146	129	130	131	132	133	134
A	147	130	131	132	133	134	135
AP	148	131	132	133	134	135	136
A	149	132	133	134	135	136	137
AP	150	133	134	135	136	137	138
A	151	134	135	136	137	138	139
AP	152	135	136	137	138	139	140
A	153	136	137	138	139	140	141
AP	154	137	138	139	140	141	142
A	155	138	139	140	141	142	143
AP	156	139	140	141	142	143	144
A	157	140	141	142	143	144	145
AP	158	141	142	143	144	145	146
A	159	142	143	144	145	146	147
AP	160	143	144	145	146	147	148
A	161	144	145	146	147	148	149
AP	162	145	146	147	148	149	150
A	163	146	147	148	149	150	151
AP	164	147	148	149	150	151	152
A	165	148	149	150	151	152	153
AP	166	149	150	151	152	153	154
A	167	150	151	152	153	154	155
AP	168	151	152	153	154	155	156
A	169	152	153	154	155	156	157
AP	170	153	154	155	156	157	158
A	171	154	155	156	157	158	159
AP	172	155	156	157	158	159	160
A	173	156	157	158	159	160	161
AP	174	157	158	159	160	161	162
A	175	158	159	160	161	162	163
AP	176	159	160	161	162	163	164
A	177	160	161	162	163	164	165
AP	178	161	162	163	164	165	166
A	179	162	163	164	165	166	167
AP	180	163	164	165	166	167	168
A	181	164	165	166	167	168	169
AP	182	165	166	167	168	169	170
A	183	166	167	168	169	170	171
AP	184	167	168	169	170	171	172
A	185	168	169	170	171	172	173
AP	186	169	170	171	172	173	174
A	187	170	171	172	173	174	175
AP	188	171	172	173	174	175	176
A	189	172	173	174	175	176	177
AP	190	173	174	175	176	177	178
A	191	174	175	176	177	178	179
AP	192	175	176	177	178	179	180
A	193	176	177	178	179	180	181
AP	194	177	178	179	180	181	182
A	195	178	179	180	181	182	183
AP	196	179	180	181	182	183	184
A	197	180	181	182	183	184	185
AP	198	181	182	183	184	185	186
A	199	182	183	184	185	186	187
AP	200	183	184	185	186	187	188
A	201	184	185	186	187	188	189
AP	202	185	186	187	188	189	190
A	203	186	187	188	189	190	191
AP	204	187	188	189	190	191	192
A	205	188	189	190	191	192	193
AP	206	189	190	191	192	193	194
A	207	190	191	192	193	194	195
AP	208	191	192	193	194	195	196
A	209	192	193	194	195	196	197
AP	210	193	194	195	196	197	198
A	211	194	195	196	197	198	199
AP	212	195	196	197	198	199	200
A	213	196	197	198	199	200	201
AP	214	197	198	199	200	201	202
A	215	198	199	200	201	202	203
AP	216	199	200	201	202	203	204
A	217	200	201	202	203	204	205
AP	218	201	202	203	204	205	206
A	219	202	203	204	205	206	207
AP	220	203	204	205	206	207	208
A	221	204	205	206	207	208	209
AP	222	205	206	207	208	209	210
A	223	206	207	208	209	210	211
AP	224	207	208	209	210	211	212
A	225	208	209	210	211	212	213
AP	226	209	210	211	212	213	214
A	227	210	211	212	213	214	215
AP	228	211	212	213	214	215	216
A	229	212	213	214	215	216	217
AP	230	213	214	215	216	217	218
A	231	214	215	216	217	218	219
AP	232	215	216	217	218	219	220
A	233	216	217	218	219	220	221
AP	234	217	218	219	220	221	222
A	235	218	219	220	221	222	223
AP	236	219	220	221	222	223	224
A	237	220	221	222	223	224	225
AP	238	221	222	223	224	225	226
A	239	222	223	224	225	226	227
AP	240	223	224	225	226	227	228
A	241	224	225	226	227	228	229
AP	242	225	226	227	228	229	230
A	243	226	227	228	229	230	231
AP	244	227	228	229	230	231	232
A	245	228	229	230	231	232	233
AP	24						

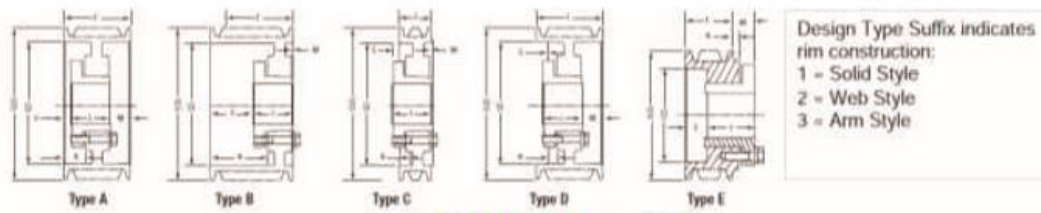


Table No. C2

Hi-Power® II QD® Sheaves

Part Number	A Datum Dia. (in)	B Datum Dia. (in)	Outside Dia. (in)	Design Type	Dimensions (in)					Bushing Size	Max. Bushing Bore (in)	Approx. Weight (lb)
					F	E	K	L	M			
A or B - 1 Groove												
QD1A3.0/B3.4	3.0	3.4	3.75	D1	0.88	0.50	0.06	1.25	0.13	SH	1.688	345.8
QD1A3.2/B3.6	3.2	3.6	3.95	D1	0.88	0.50	0.06	1.25	0.13	SH	1.688	346.6
QD1A3.4/B3.8	3.4	3.8	4.15	D1	0.88	0.50	0.06	1.25	0.13	SH	1.688	347.4
QD1A3.6/B4.0	3.6	4.0	4.35	C1	0.88	0.25	0.31	1.25	0.13	SH	1.688	324.0
QD1A3.8/B4.2	3.8	4.2	4.55	C1	0.88	0.25	0.31	1.25	0.13	SH	1.688	324.8
QD1A4.0/B4.4	4.0	4.4	4.75	C1	0.88	0.25	0.31	1.25	0.13	SH	1.688	325.6
QD1A4.2/B4.6	4.2	4.6	4.95	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	326.4
QD1A4.4/B4.8	4.4	4.8	5.15	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	327.2
QD1A4.6/B5.0	4.6	5.0	5.35	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	327.9
QD1A4.8/B5.2	4.8	5.2	5.55	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	328.7
QD1A5.0/B5.4	5.0	5.4	5.75	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	329.5
QD1A5.2/B5.6	5.2	5.6	5.95	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	330.3
QD1A5.4/B5.8	5.4	5.8	6.15	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	331.0
QD1A5.6/B6.0	5.6	6.0	6.35	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	331.8
QD1A5.8/B6.2	5.8	6.2	6.55	C1	0.88	0.31	0.31	1.31	0.13	SDS	2.000	332.6

Fuente: SKF

ANEXO XIV: RODAMIENTOS SKF

Dimensiones principales			Capacidades de carga básica		Velocidades nominales		Designación
d_1	D	B	C	C_0	Velocidad de referencia	Límite de velocidad	Rodamiento + manguito de fijación
mm			kN		rpm		-
20	52	15	14,3	4	28000	18000	1205 EKTN9 + H 205
20	52	18	16,8	4,4	26000	18000	2205 EKTN9 + H 305
20	52	18	14,3	4	-	9000	2205 E-2RS1 KTN9 + H 305 C
20	62	17	19	5,4	22000	15000	1305 EKTN9 + H 305

Fuente: SKF

ANEXO XV: SOPORTE DE RODAMIENTOS SFK.

Eje Rodamientos adecuados
(referencia básica)

Rodamientos de bolas a rótula Rodamientos de rodillos a rótula Rodamiento CARB **Designación**
Soporte

d_a

mm -

20 1205 K 2205 K - 22205 K - **SNL 505**

Designaciones del pedido
Soporte solamente SNL 505

Obturaciones

TSN 505 A 2 x TSN 505 S 2 x TSN 505 ND **Tapa lateral**
ASHH 505

Rodamientos y accesorios SKF adecuados

Rodamiento	Manguito de fijación	Anillos de fijación
1205 EKTN9	H 205	2 x FRB 5/52
2205 EKTN9	H 305	2 x FRB 3,5/52
22205 EK	H 305	2 x FRB 3,5/52

Tornillos de la tapa

Tamaño [mm] M 10x40

Par de apriete recomendado [Nm] 50

Cargas máx. permisibles [kN]

F_{120°	50
F_{150°	30
F_{180°	25

Tornillos de fijación adecuados

Tamaño [mm] 12

Par de apriete recomendado [Nm] 80

Dimensiones de las fijas

Diámetro [máx.]	5
Distancia central J_6	152
Distancia central J_y	16

Cargas de rotura, alojamiento [kN]

P_{10°	100
P_{65°	155
P_{90°	95
P_{120°	70
P_{150°	60
P_{180°	80
P_s	52

El límite para P_{10° sólo debe tenerse cuando el soporte no está apoyado totalmente sobre su base

Cantidad de grasa [kg]

Llenado inicial	0,025
Re lubricación	0,005

Fuente: SKF

ANEXO XVI: FACTOR DE SUPERFICIE

Surface Finish	Factor a		Exponent b
	S_{utr} kpsi	S_{utr} MPa	
Ground	1.34	1.58	-0.085
Machined or cold-drawn	2.70	4.51	-0.265
Hot-rolled	14.4	57.7	-0.718
As-forged	39.9	272.	-0.995

From C.J. Noll and C. Lipson, "Allowable Working Stresses," *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3, no. 2, 1946 p. 29. Reproduced by O.J. Harger (ed.) *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, New York. Copyright   1953 by The McGraw-Hill Companies, Inc. Reprinted by permission.

Fuente: Shigley Edward

ANEXO XVII: DEMOSTRACIÓN PARA LA FÓRMULA DEL TORQUE DE GIRO.

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{v}{e}$$

$$dF = \mu \frac{v}{e} dA$$

$$dA = \frac{2\pi r dr}{\text{sen}\beta}$$

$$v = \frac{2\pi r n}{60}$$

De donde,

$$dF = \mu \left(\frac{2\pi r n}{60} \right) \left(\frac{1}{e} \right) \left(\frac{2\pi r dr}{\text{sen}\beta} \right)$$

El torque es igual a,

$$dT = dF * r$$

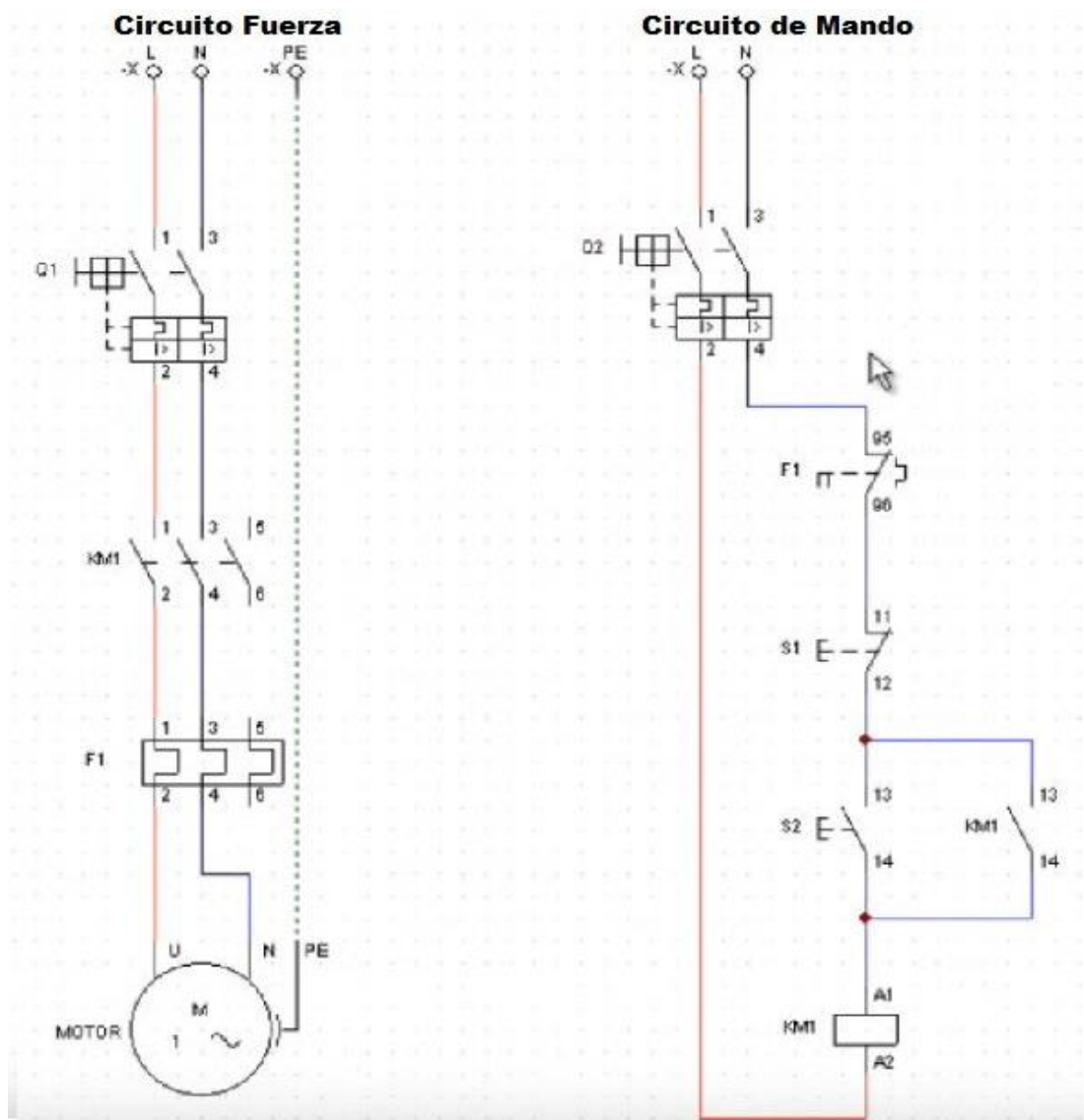
$$dT = \mu \left(\frac{2\pi r n}{60} \right) \left(\frac{1}{e} \right) \left(\frac{2\pi r dr}{\text{sen}\beta} \right) r$$

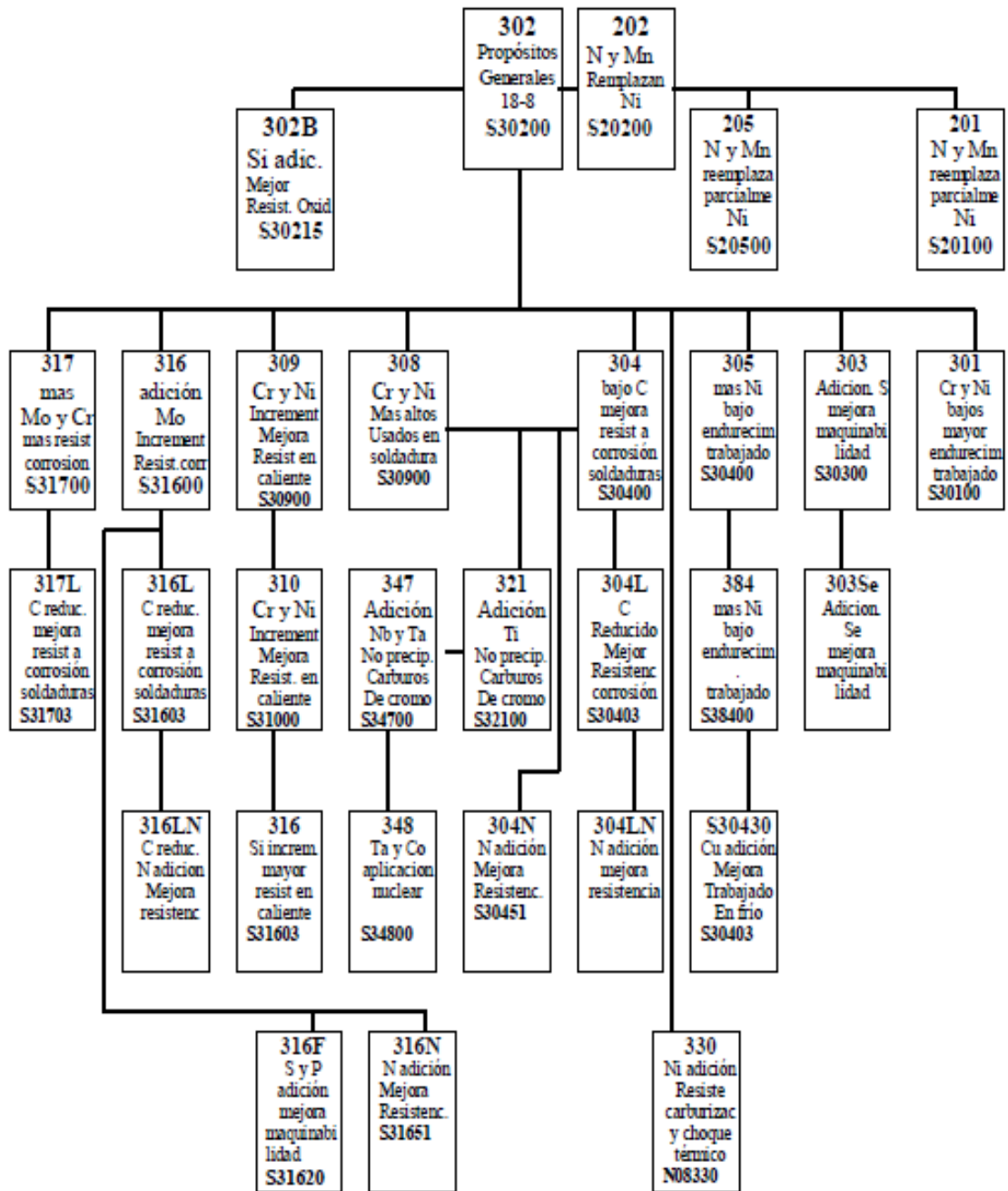
$$T = \mu \frac{4\pi^2 n}{60 e \text{sen}\beta} \int_0^R r^3 dr$$

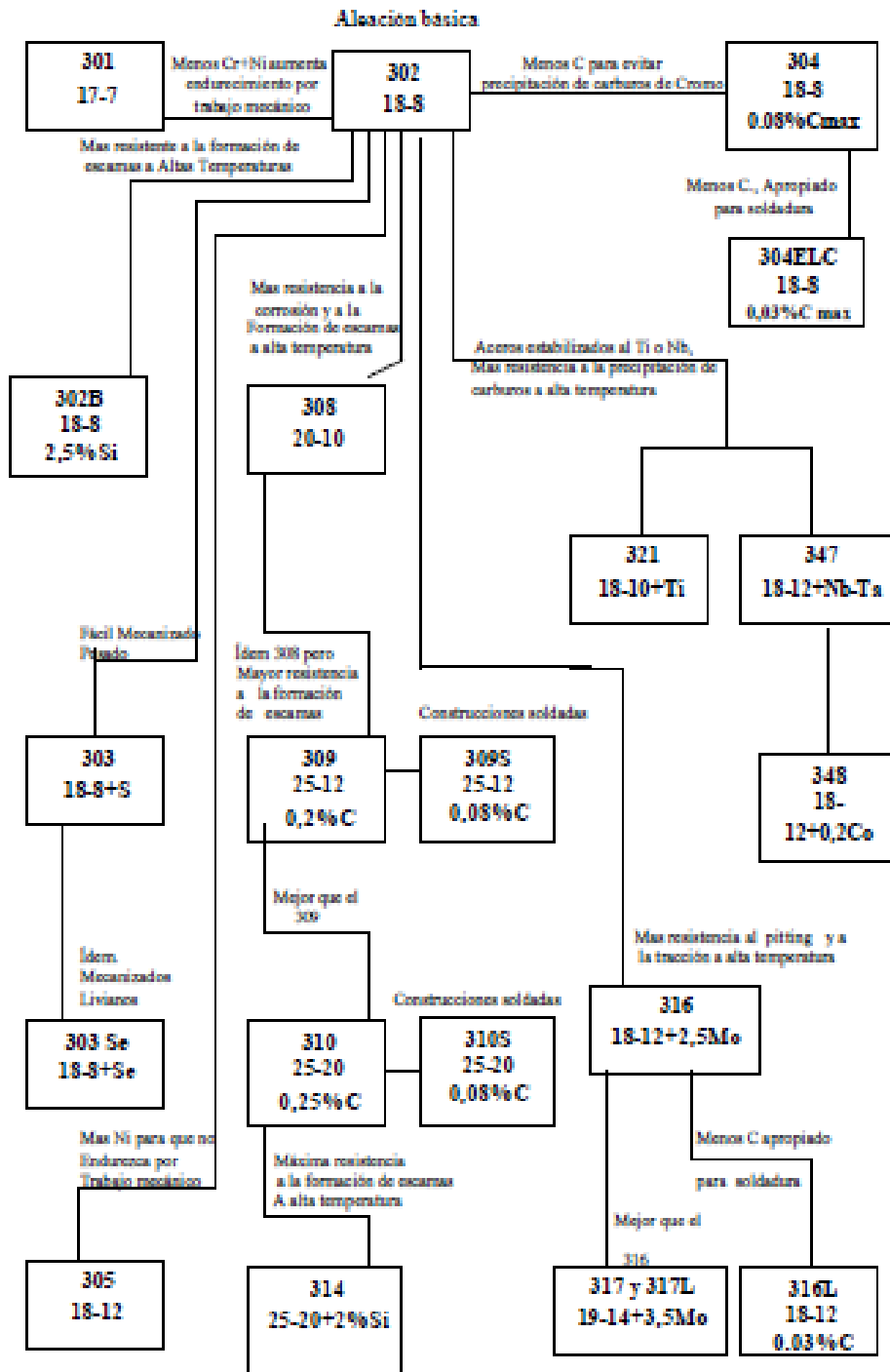
$$T = \frac{\mu \pi^2 n R^4}{60 e \text{sen}\beta}$$

ANEXO XVIII: DIAGRAMA DE UN MOTOR MONOFÁSICO (DIAGRAMA DE MANDO Y CONTROL)

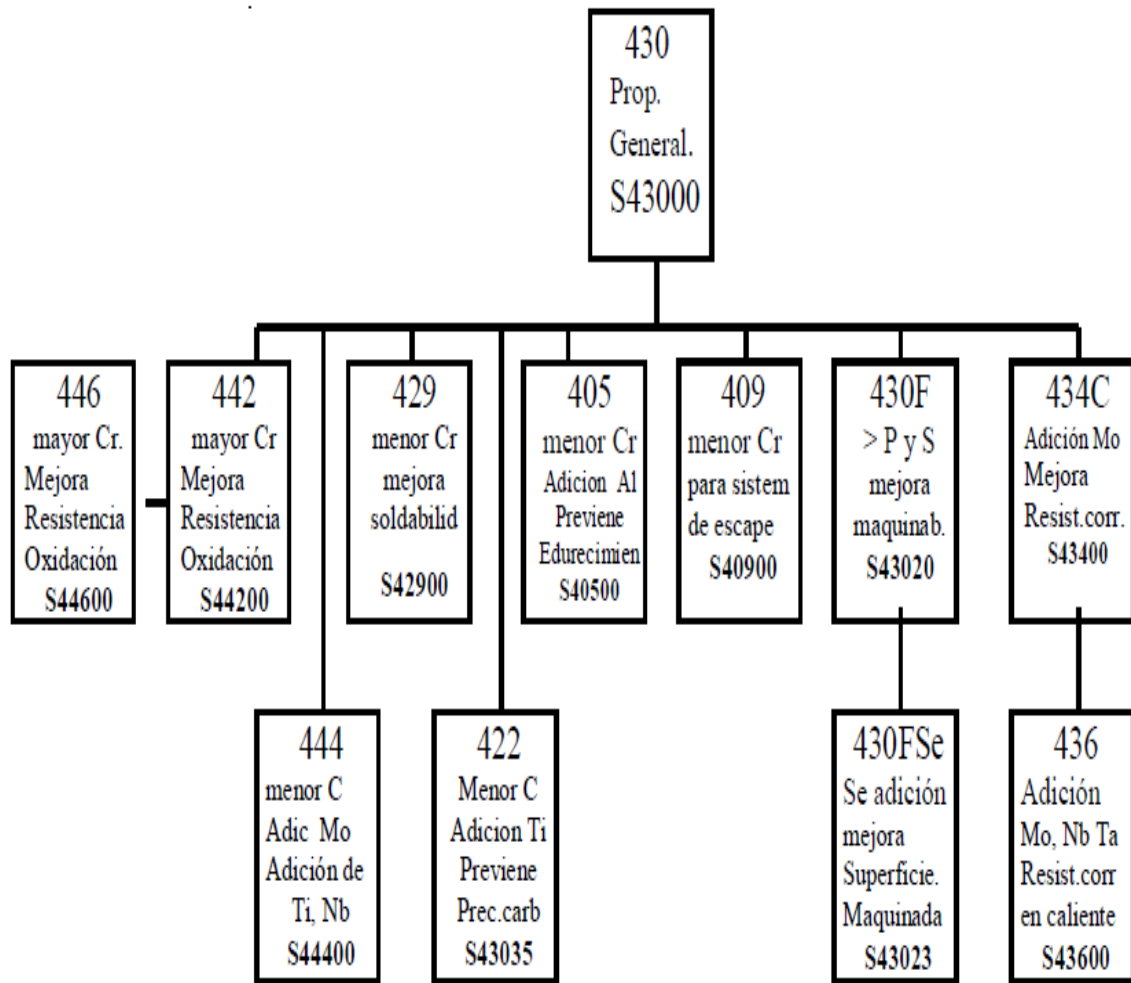
Figura 45: Diagrama de circuito de fuerza y de mando del molino

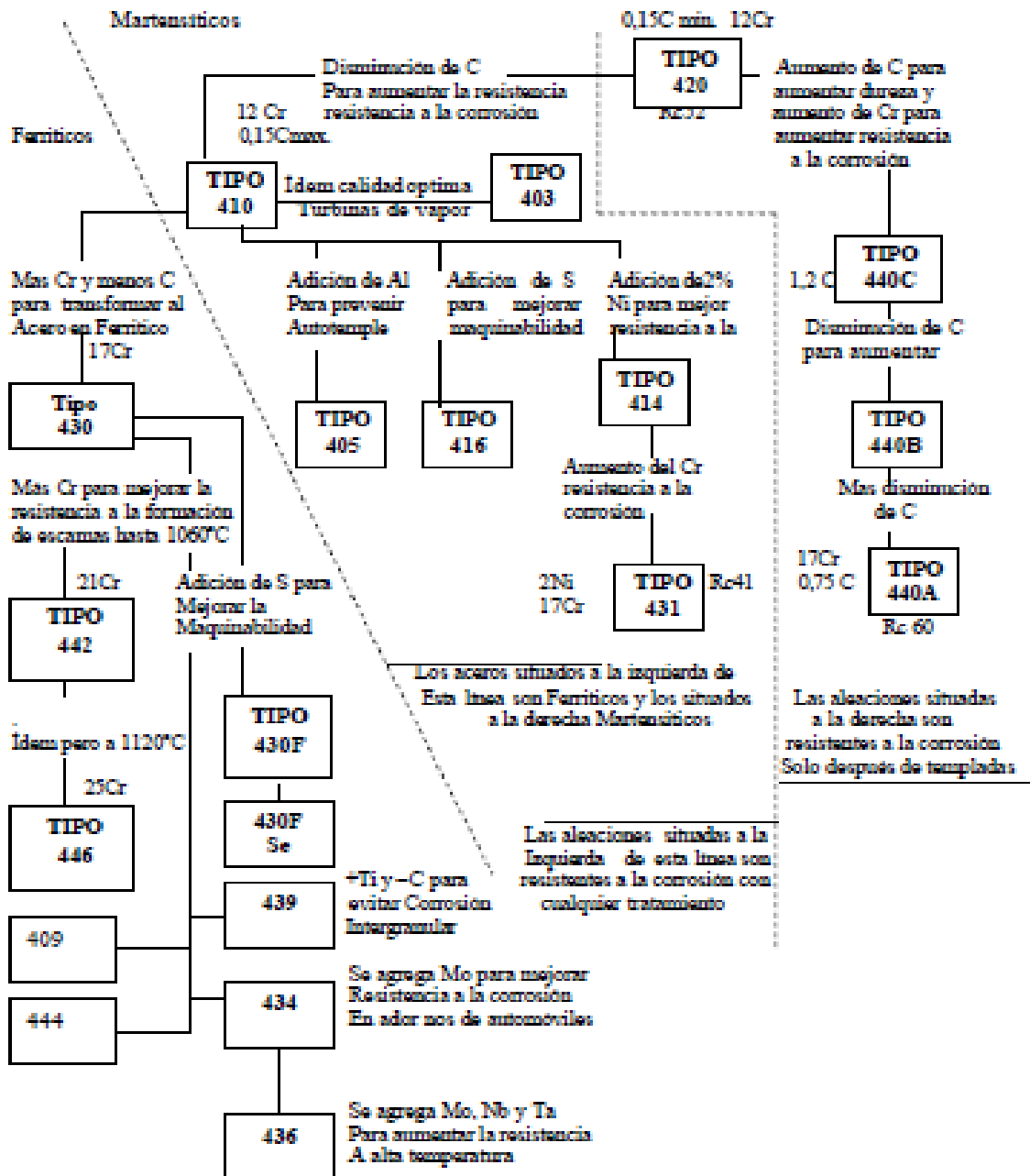




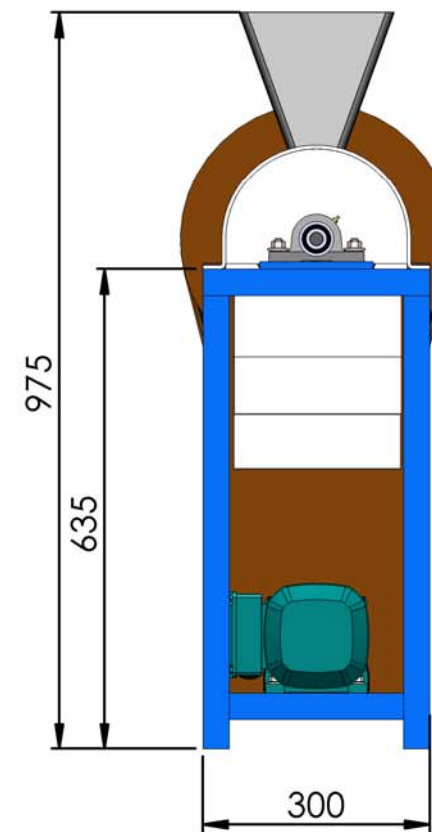
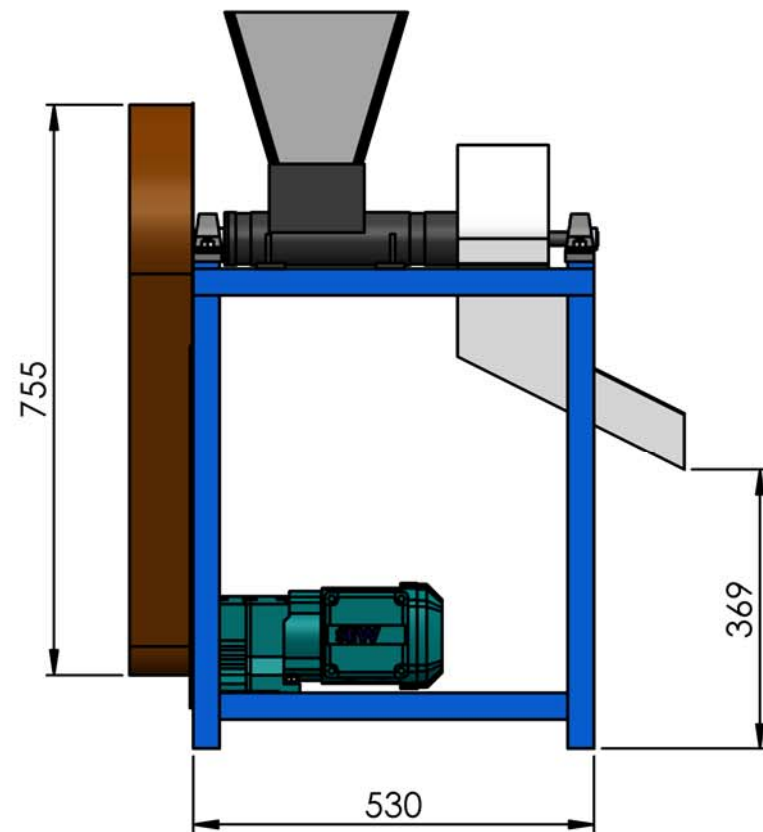
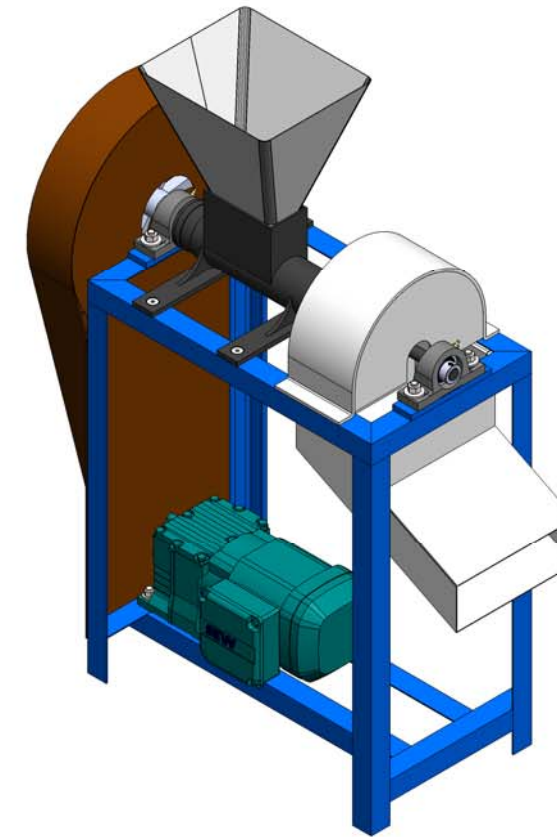
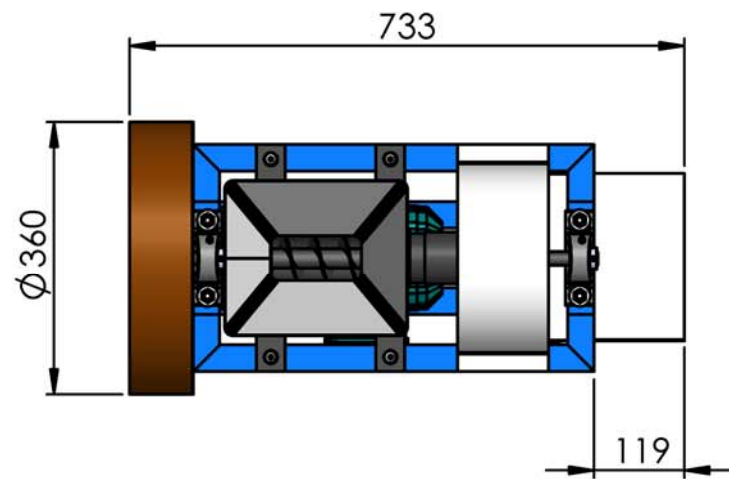


Tipo	Descripción
302	Aleación básica con 18% de Cr y 8% Ni.
302 B	Se agrega Silicio para mejorar la resistencia a la formación de escamas a alta temperatura.
303	Agregados de S (0,15 min) al grado 302 para mejorar maquinabilidad
304	Menos % C (0,008%) que el 302 para mejorar la resistencia a la corrosión intergranular.
304 L	Menos 0,03% C (para reducir riesgos de corrosión intergranular).
304 N	Agregado de N para aumentar la resistencia mecánica.
305 LN	Agregado de N al 304 L para aumentar la resistencia mecánica.
308	Agregado de Cr y Ni (20 - 10) para mejorar resistencia a la corrosión y a la formación de escamas a alta temperatura.
309 / 309 S	Más Cr y Ni para aumentar resistencia a la formación de escamas a alta temperatura.
310 / 310 S	Más Cr y Ni para aumentar aún más la resistencia a la formación de escamas a alta temperatura.
316	Agregado de 2 - 3% Mo mejora resistencia al Pitting y a la tracción a alta temperatura.
316 N	Agregado de 0,15% N para aumentar resistencia mecánica.
316 F	Agregado de S y P para mejorar Maquinabilidad.
316 L	Disminución del % C para mejor resistencia a Corrosión Intergranular en soldadura.
316 LN	Agregado de 0,15% N para aumentar resistencia mecánica.
317	Más Cr y Ni (19 - 14 + 3,5% Mo) mejora resistencia a la corrosión.
317 L	Menos C para mejorar resistencia a la Corrosión intergranular especialmente en soldadura.
347	Acero Estabilizado con Nb y Ta para formar carburos de Nb y Ta en vez de Cr.
348	Acero Estabilizado con Ta y Co limitados para aplicación nuclear.
321	Acero Estabilizado con Ti para formar carburos de Ti en vez de carburos de Cr.
303	Agregado de S (0,15 min.) al grado 302 para mejorar maquinabilidad.
202	Se reemplaza parcialmente el Níquel por N y Mn. 8% Mn y 0,25 N.
205	Se reemplaza parcialmente el Níquel por N y Mn 15% de Mn y 0,35 N.
201	Se reemplaza parcialmente el Níquel por N y Mn. 6% Mn y 0,25 N.
314	Se incrementa el Si para aumentar la resistencia a la formación de escamas a alta temperatura.
303	Se agrega S para aumentar maquinabilidad.
303 Se 330	Se agrega Se para aumentar maquinabilidad y mejorar terminación superficial 330 Más Ni (18 - 35) para aumentar resistencia al shock térmico y carburización.

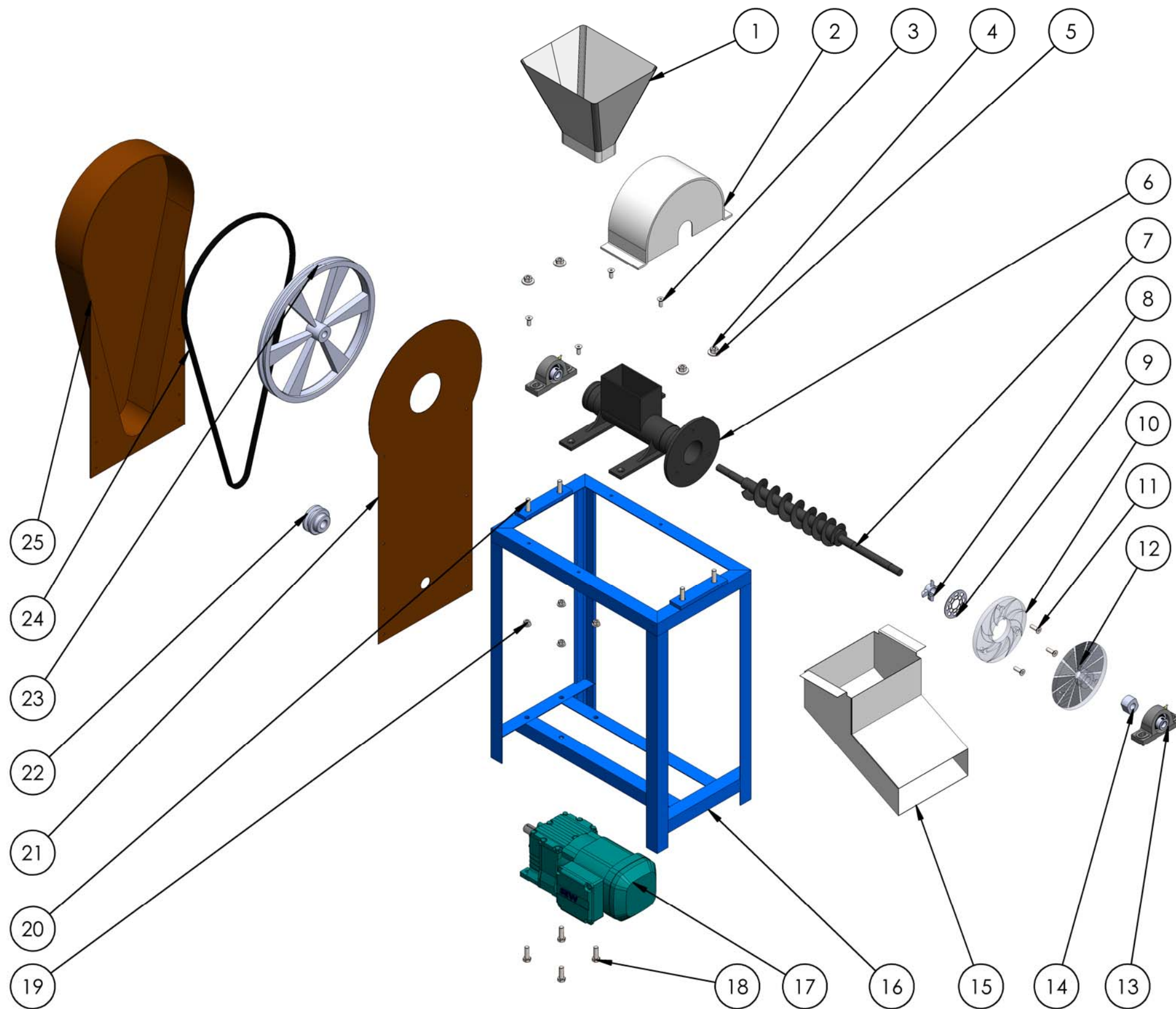




PLANOS

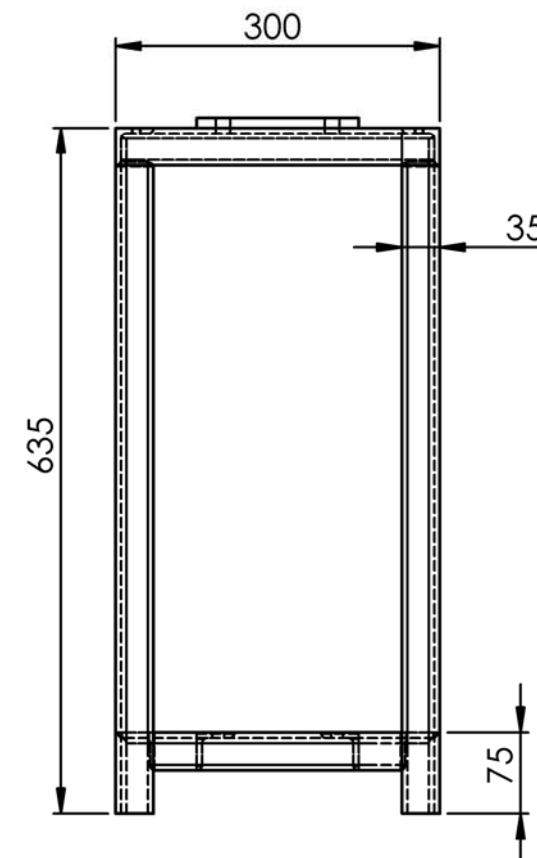
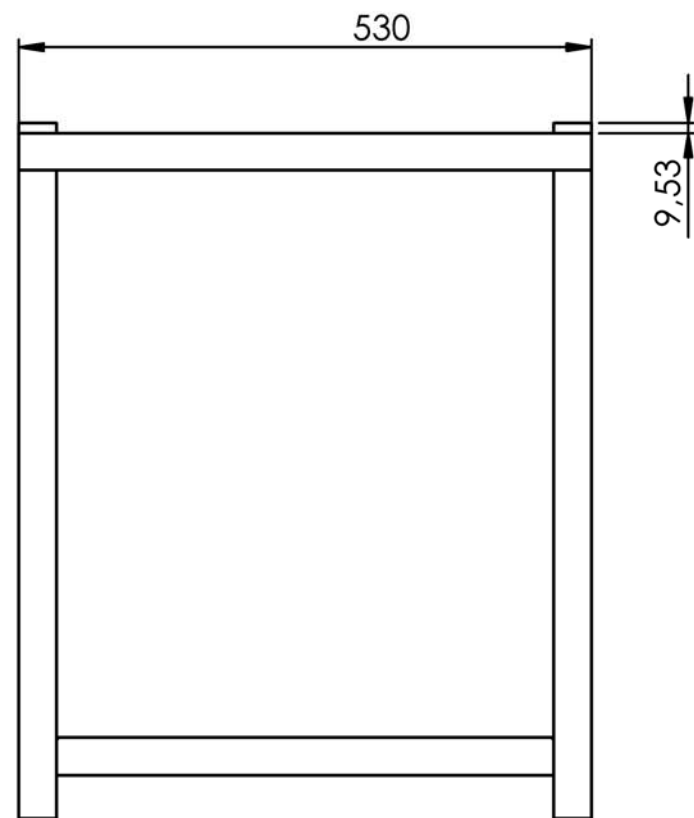
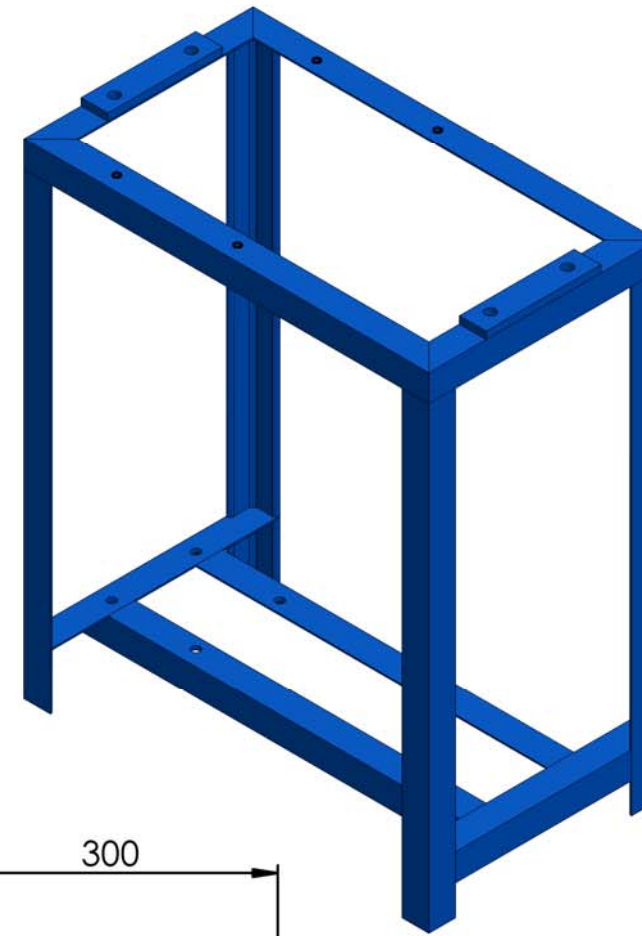
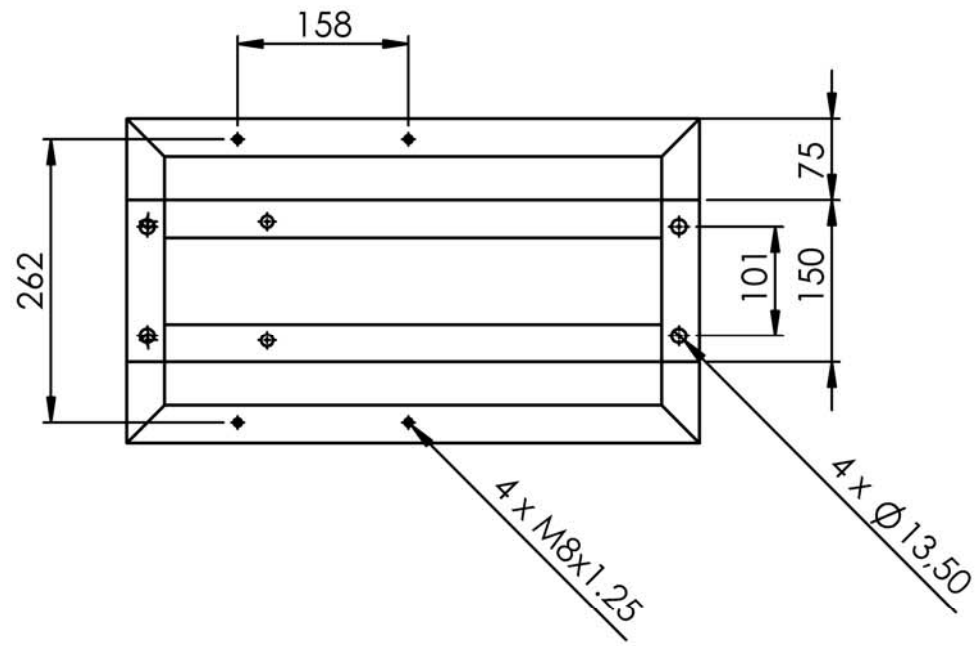


Nombre del dibujo: VISTA PRINCIPAL		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-01
ESCALA 1:10		Un. dim. mm	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Hoja n°: 01
			USAT EIME	Fecha: 13/10/2020
			Material: VARIOS	Masa:

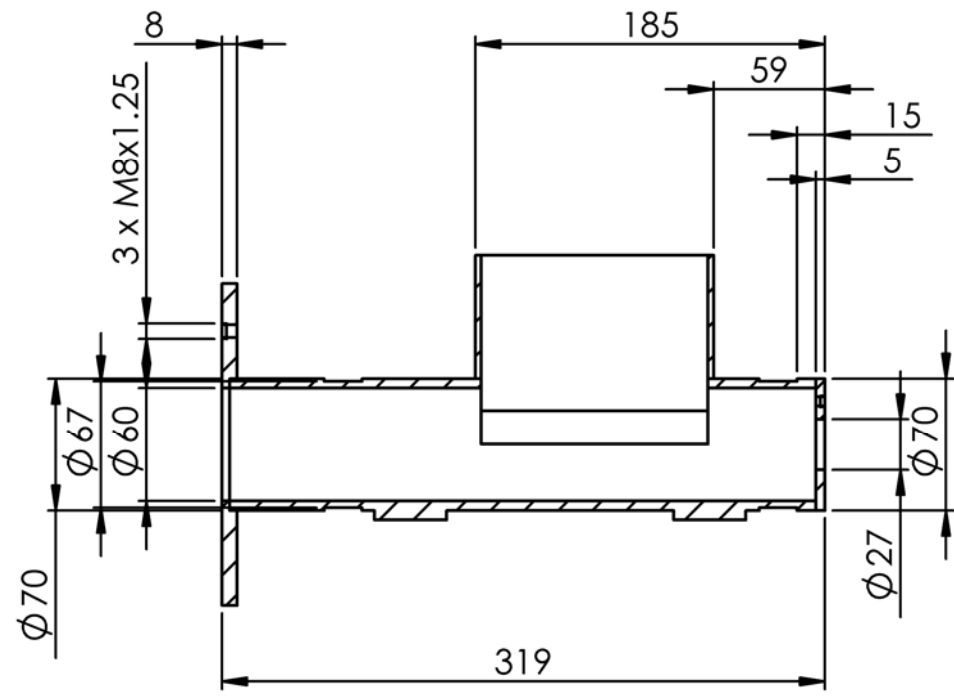


N.º DE ELEM.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	TOLVA DE CARGA
2	1	GUARDA DE DISCOS
3	4	TORNILLO CAB. AVELLANADA DIN 7991 - M8 x 20 --- 11.8C
4	4	TUERCA HEXAGONAL ISO 4033 - M10 - W - N
5	4	ARANDELA PLANA 10 mm, regular
6	1	CAMARA DE ENTRADA
7	1	EJE HELICOIDAL
8	1	CUCHILLA
9	1	DISCO PARA CUCHILLAS
10	1	DISCO MOVIL
11	3	TORNILLO CAB. AVELLANADA DIN 7991 - M8 x 25 --- 16.8C
12	1	DISCO FIJO
13	2	SOPORTE NTN INOX._SESP203_0
14	1	CONTRATUERCA
15	1	TOLVA DE DESCARGA
16	1	ESTRUCTURA BASE
17	1	MOTOREDUCTOR 1/2 HP R17_DRS71S4
18	4	PERNO CAB. HEXAGONAL DIN EN 24017 - M10 x 30-C
19	4	TUERCA HEXAGONAL ISO 4033 - M8 - W - N
20	4	PERNO CAB. HEXAGONAL M10 x 45 x 26-C
21	1	SOPORTE DE GUARDA
22	1	POLEA MOTRIZ
23	1	POLEA CONDUcida
24	1	FAJA EN V TIPO A
25	1	GUARDA DE POLEAS

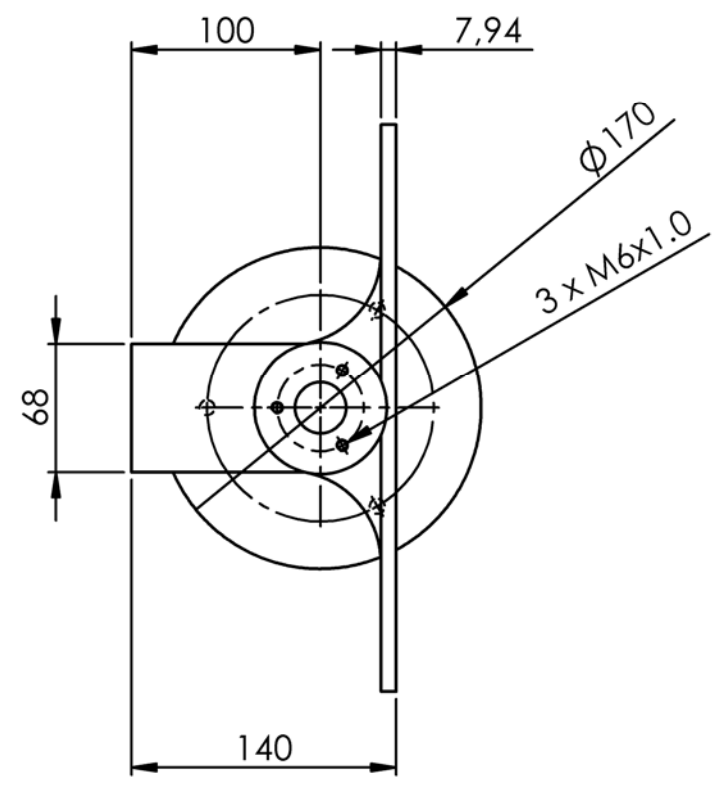
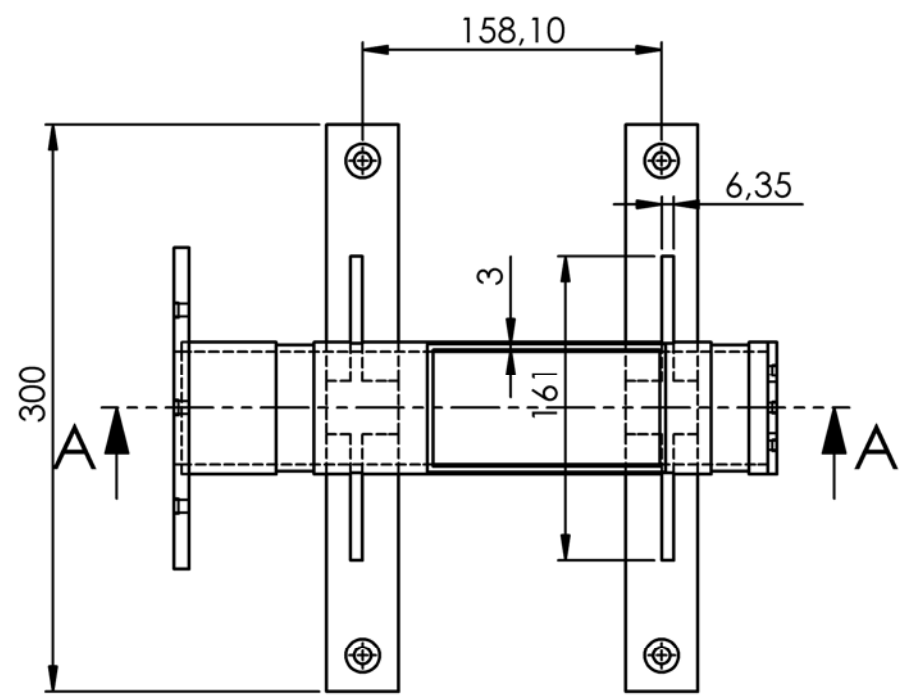
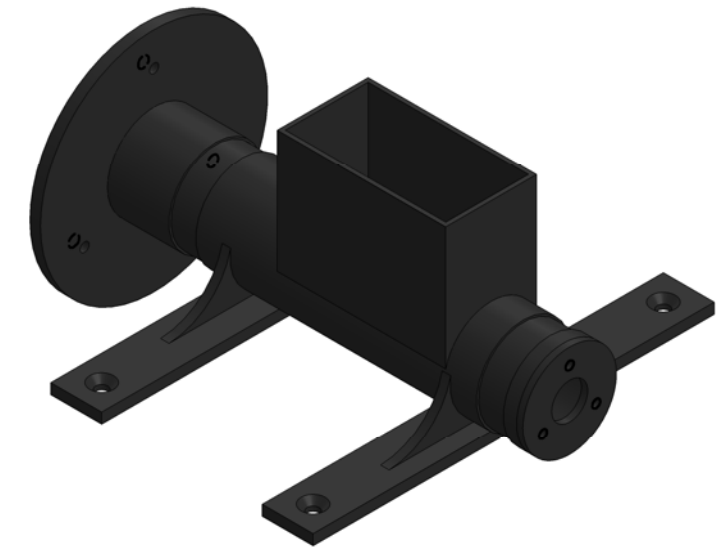
Nombre del dibujo: VISTA EXPLOSIONADA		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-02
ESCALA 1:10		Un. dim. mm 	USAT EIME	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez
		Material: VARIOS		Hoja n°: 02
				Fecha: 13/10/2020
				Masa:



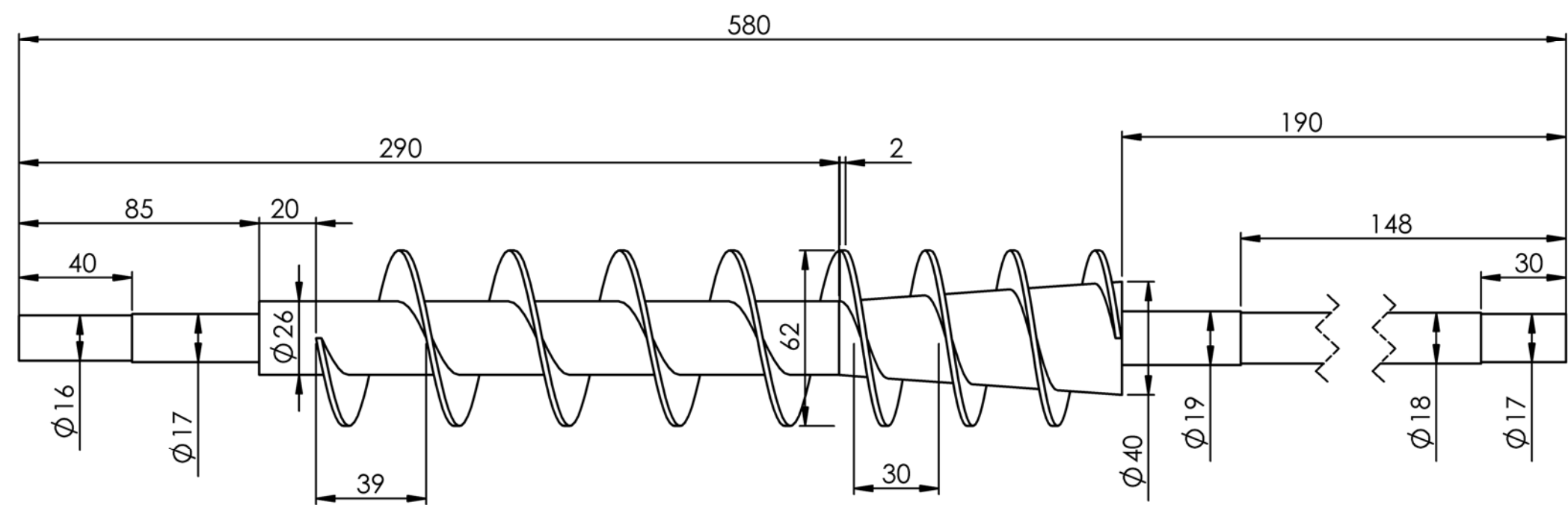
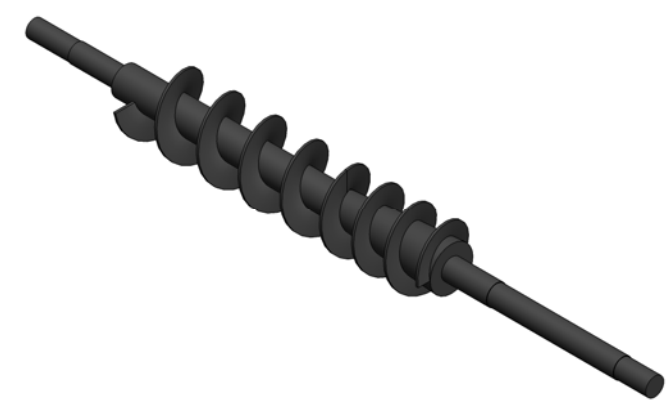
Nombre del dibujo: ESTRUCTURA BASE		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-03
ESCALA 1:7		Un. dim. mm	USAT EIME	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez
			Material: ASTM A36	Fecha: 13/10/2020
				Masa:



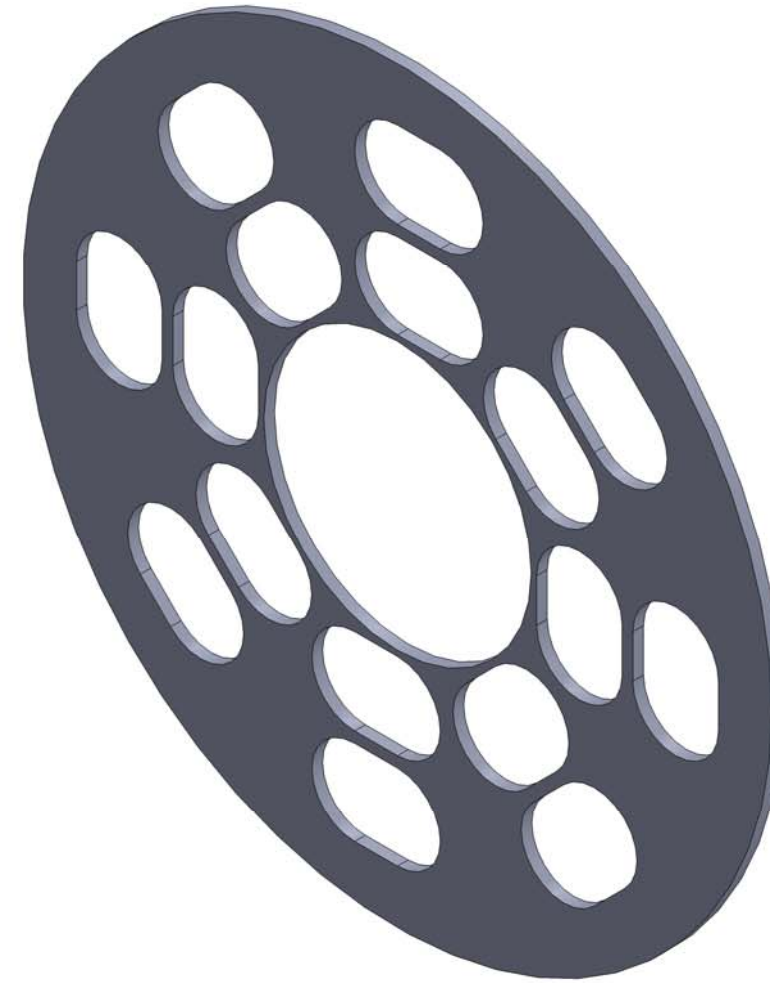
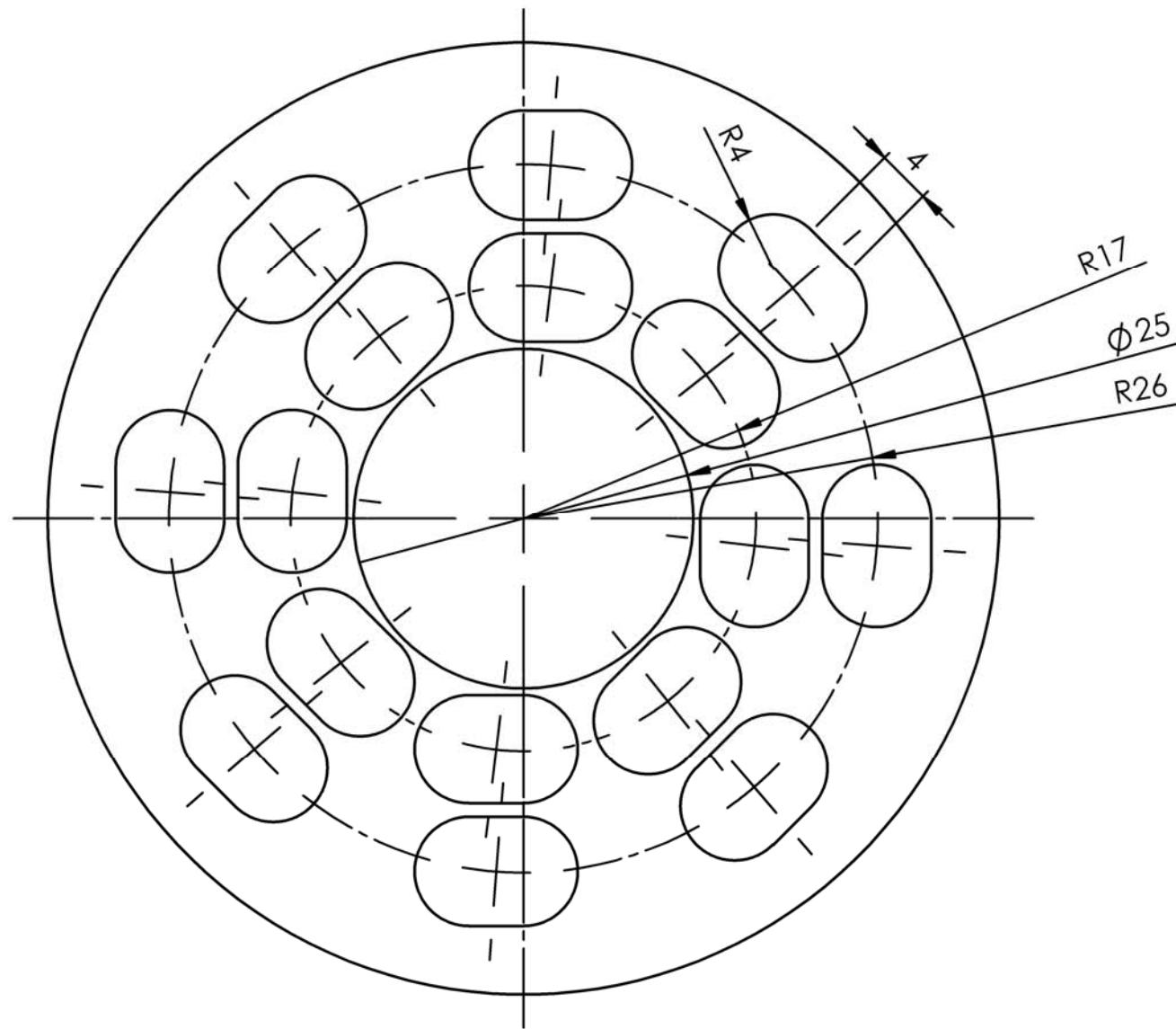
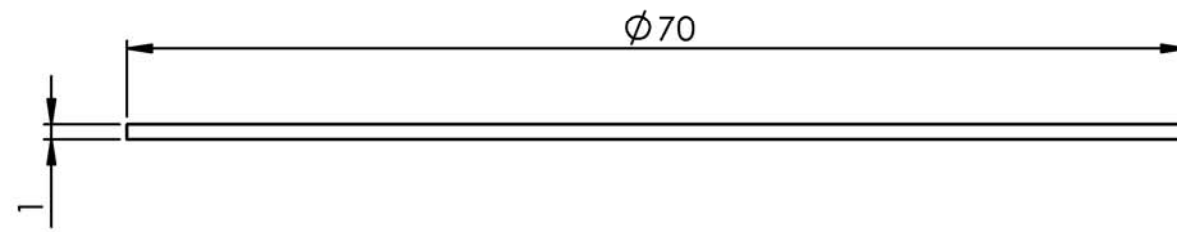
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 4



Nombre del dibujo: CÁMARA DE TRITURACIÓN		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano nº: P-04
ESCALA 1:4		Un. dim. mm	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Hoja nº: 04
		USAT EIME	Material: AISI 304L INOX.	Fecha: 13/10/2020
				Masa:

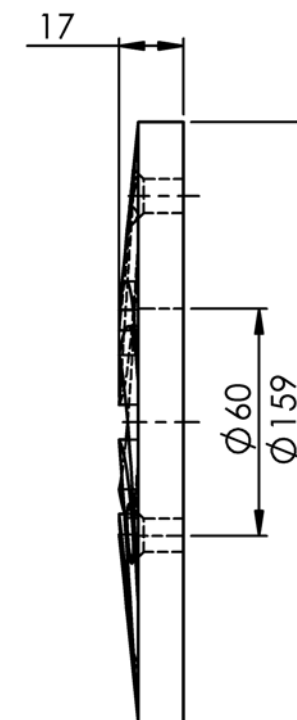
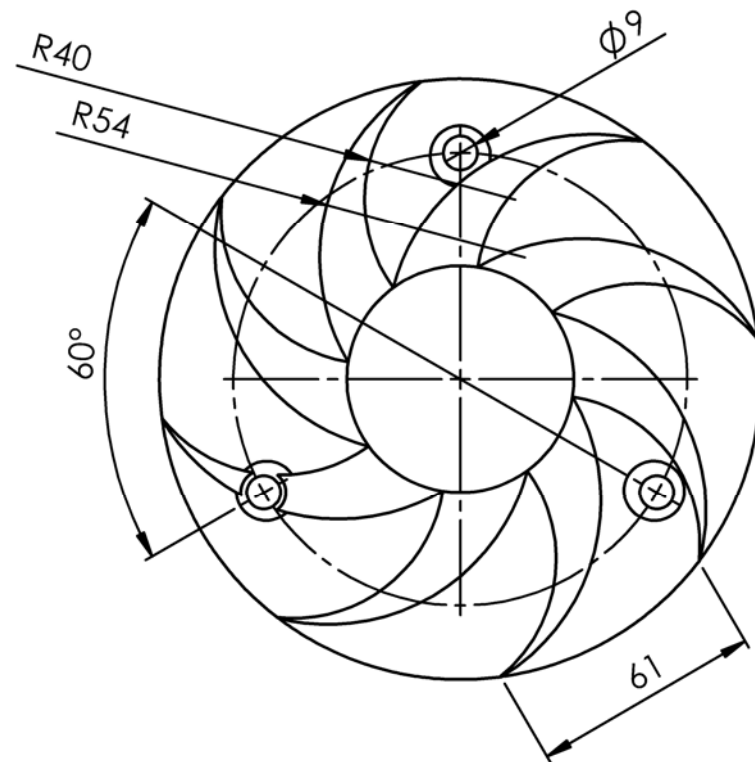
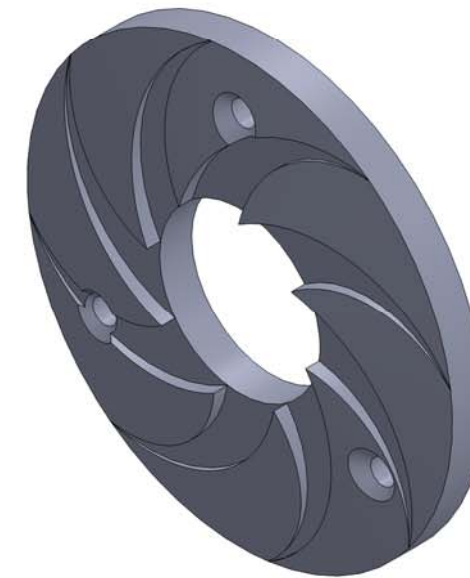


Nombre del dibujo: EJE EXTRUSOR		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano nº: P-05
ESCALA 1:2		Un. dim. mm 	USAT EIME	Hoja nº: 05
				Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez
			Material: INOX 304L	Masa:

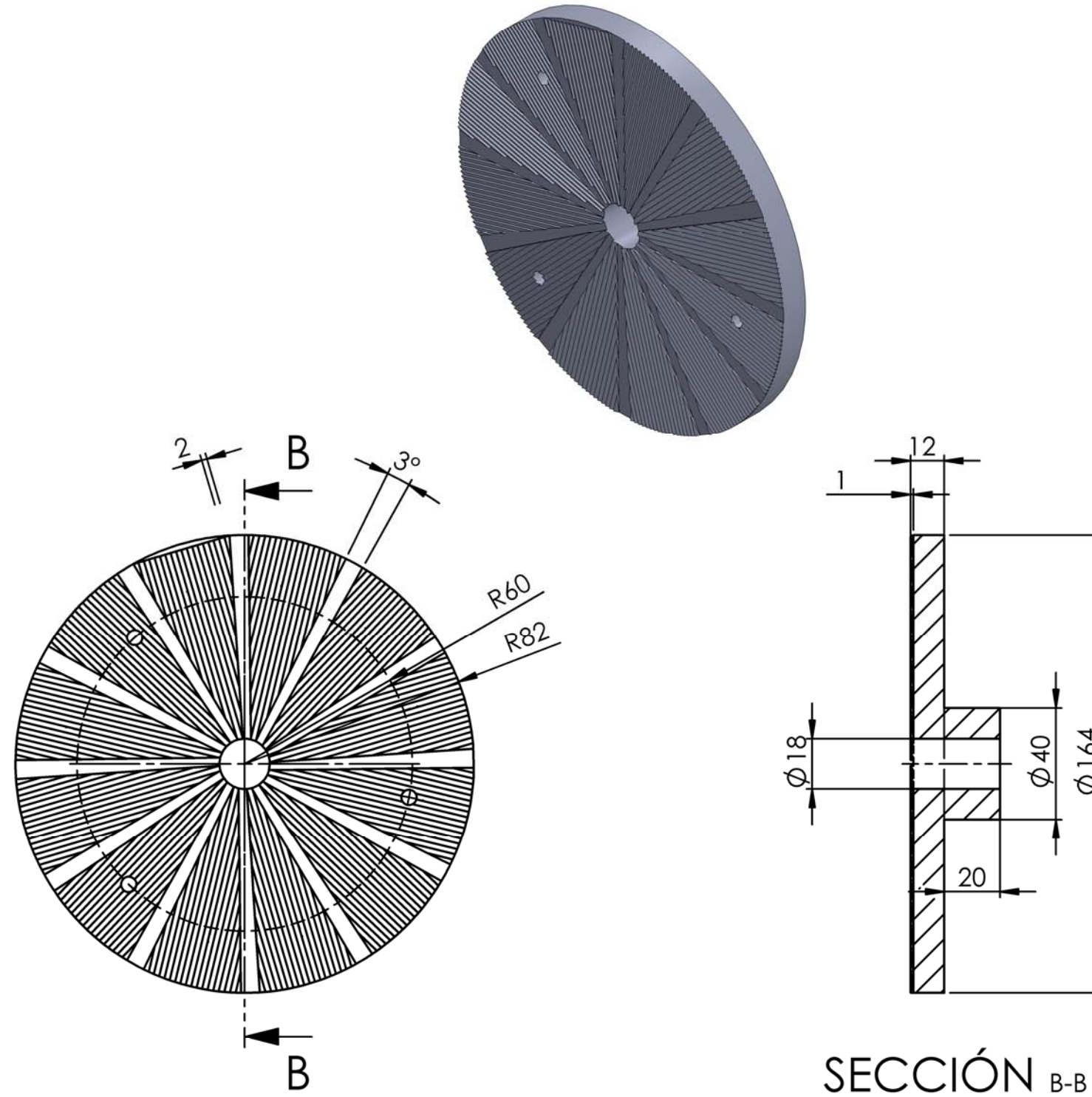


Nombre del dibujo: SOPORTE DE DISCOS DE CORTE		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-06
ESCALA 2:1		Un. dim. mm	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Hoja n°: 06
		USAT EIME	Material: INOX 304L	Fecha: 13/10/2020
				Masa:

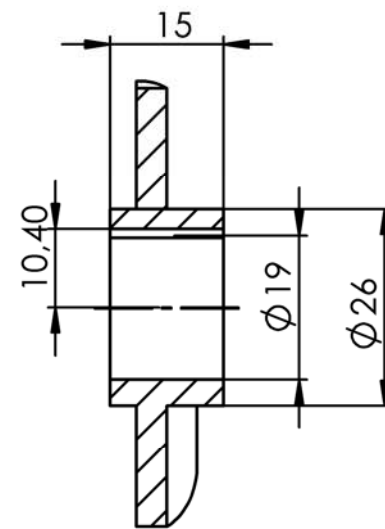
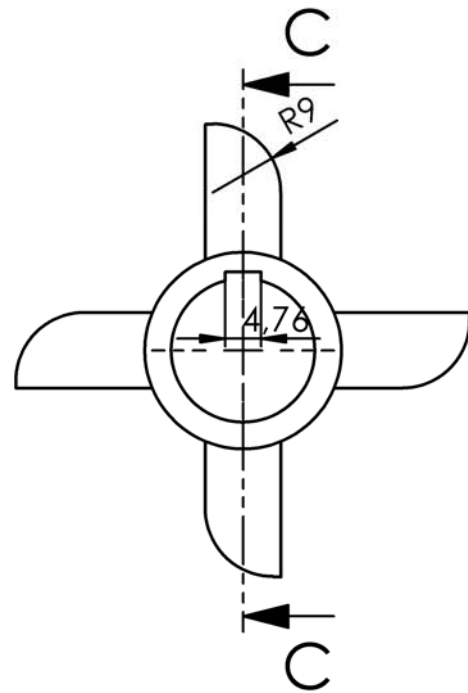
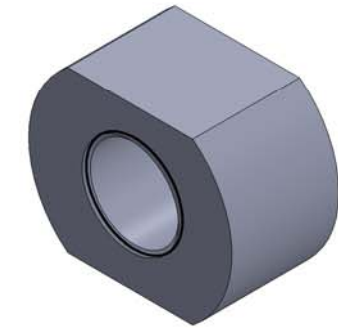
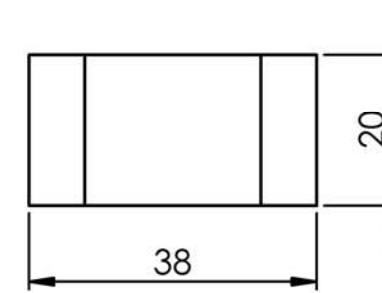
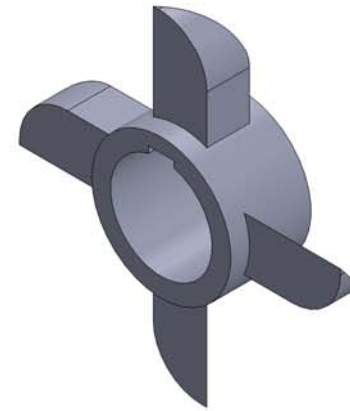
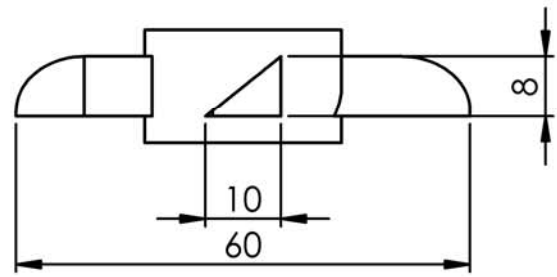
3 AGUJERO AVELLANADOS
A 90° PARA ASIENTO DE PERNOS



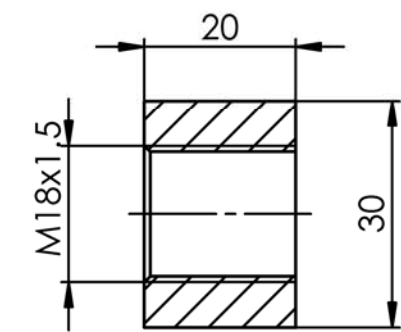
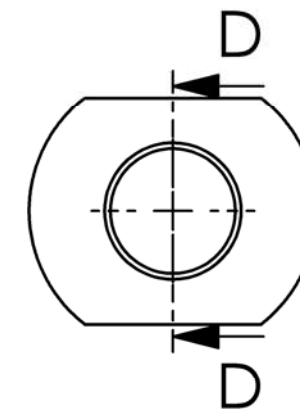
Nombre del dibujo: DISCO MOVIL		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-07
ESCALA 1:2		Un. dim. mm	USAT EIME	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez
				Material: INOX 304L
				Fecha: 13/10/2020
				Masa:



Nombre del dibujo: DISCO FIJO		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-08
ESCALA 1:2		Un. dim. mm	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Hoja n°: 08
		USAT EIME	Material: INOX 304L	Fecha: 13/10/2020
				Masa:

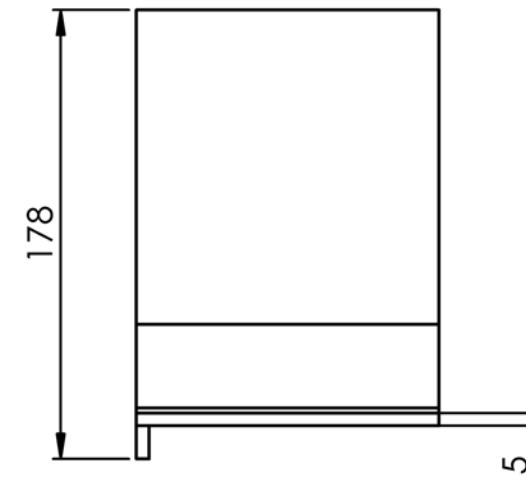
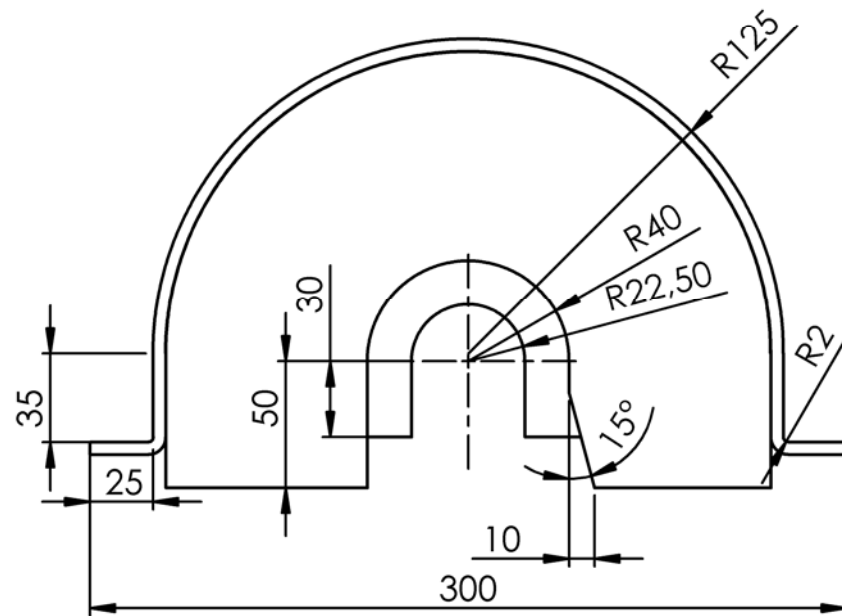
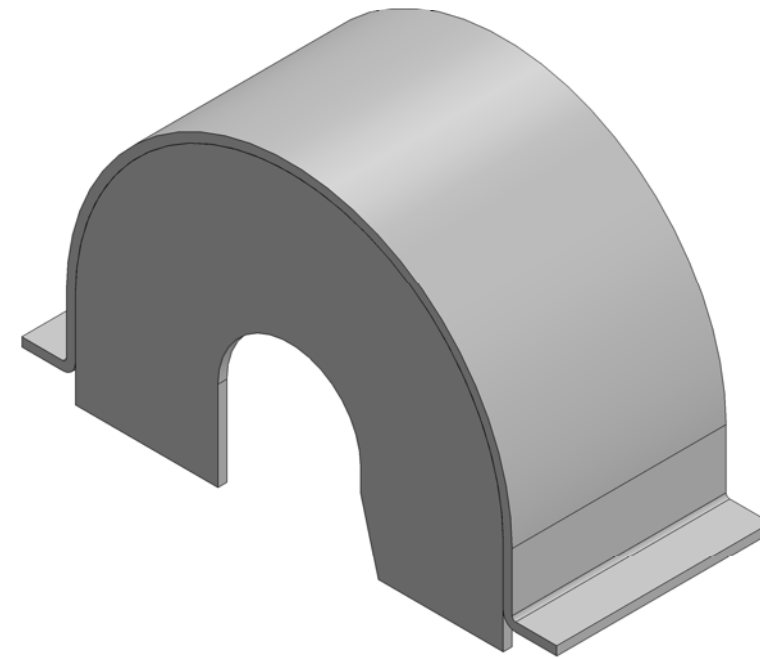
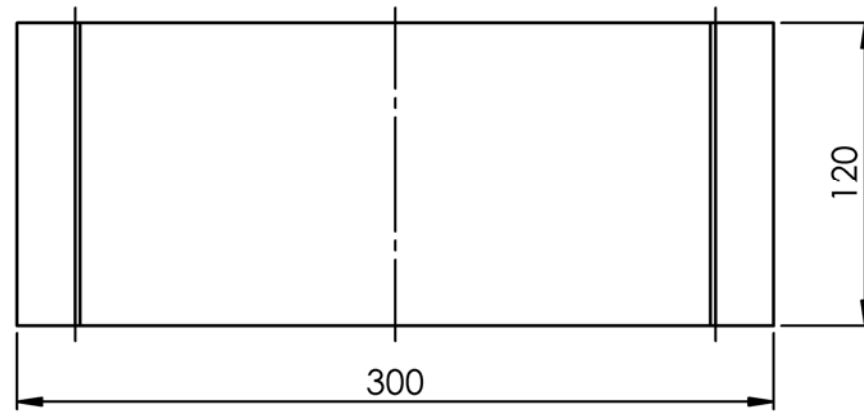


SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 1

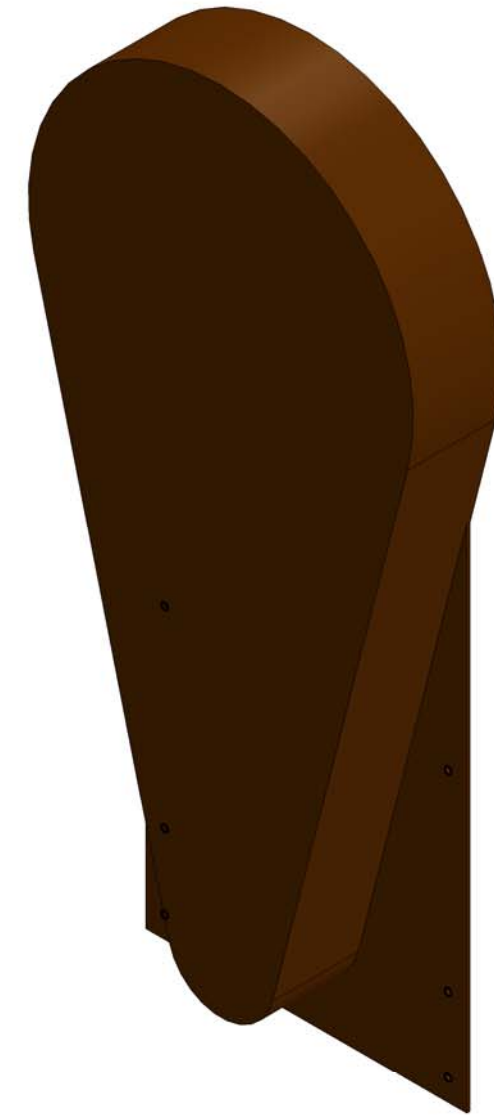
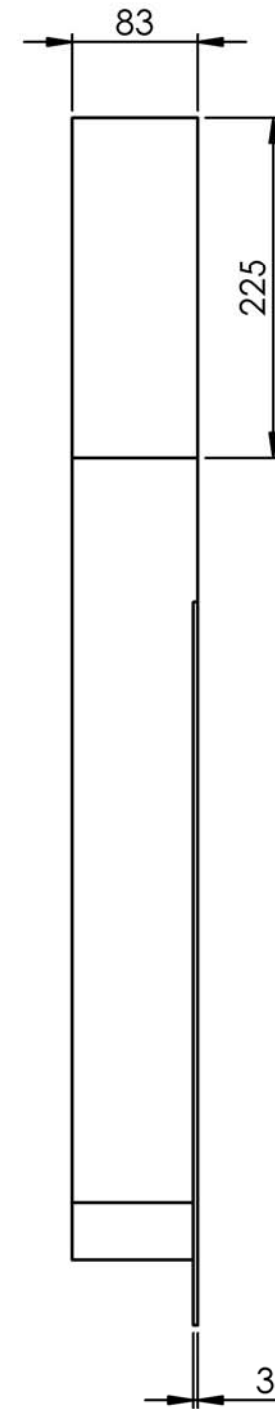
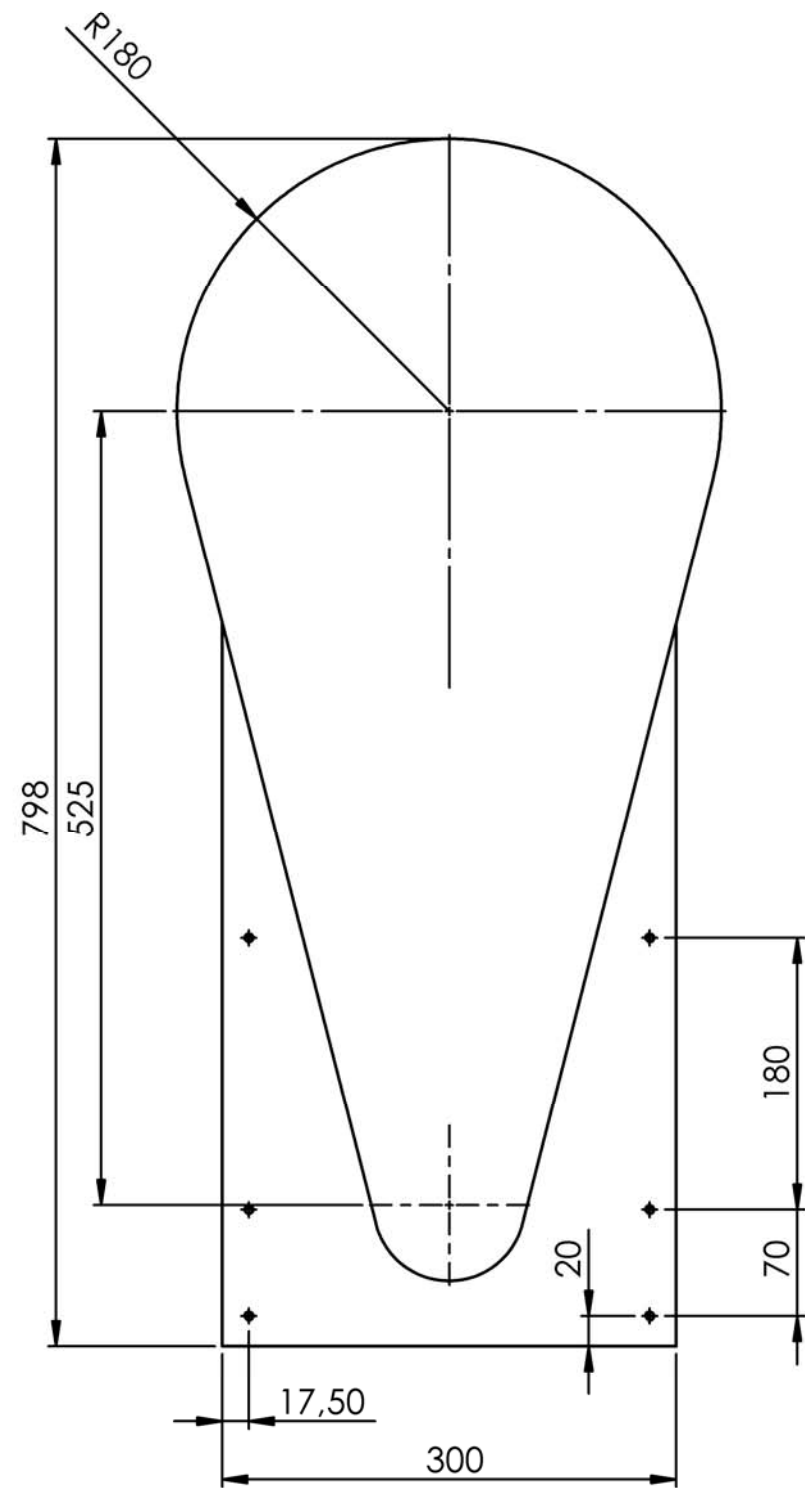


SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 1

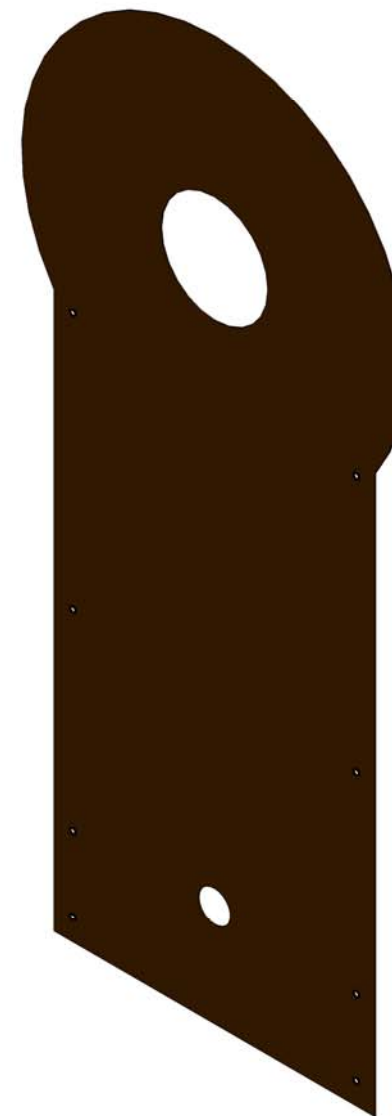
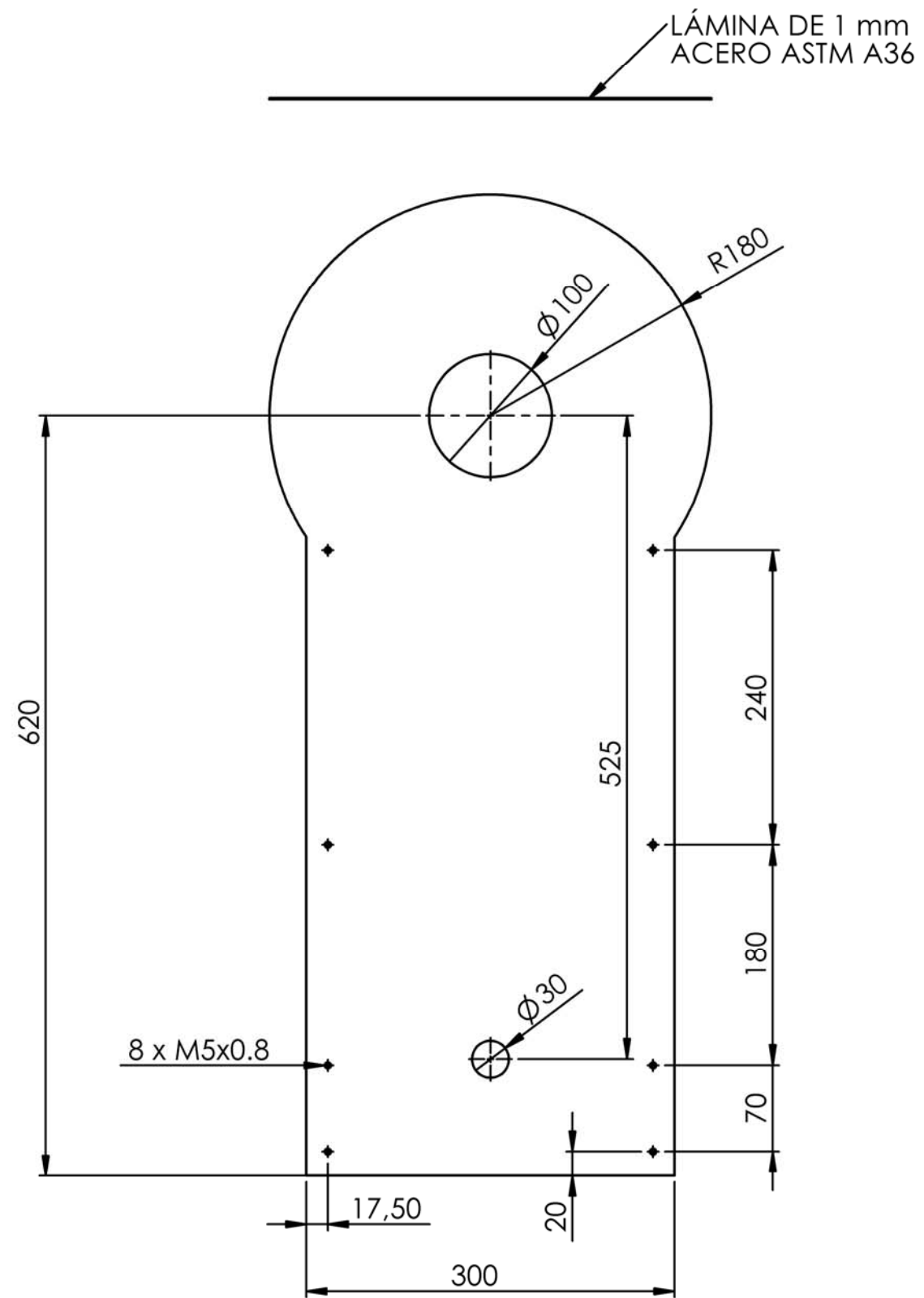
Nombre del dibujo: CUCHILLA DE CORTE Y TUERCA DE AJUSTE		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-09
ESCALA 1:1		USAT EIME		Hoja n°: 09
Un. dim. mm		Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez		Fecha: 13/10/2020
		Material: INOX 304L		Masa:



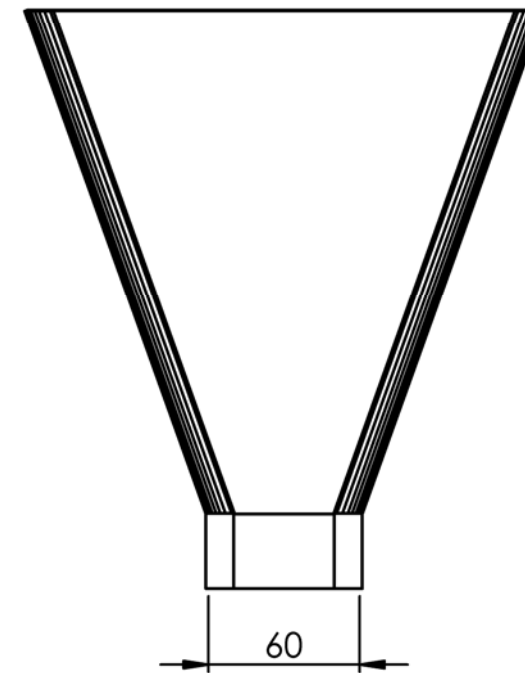
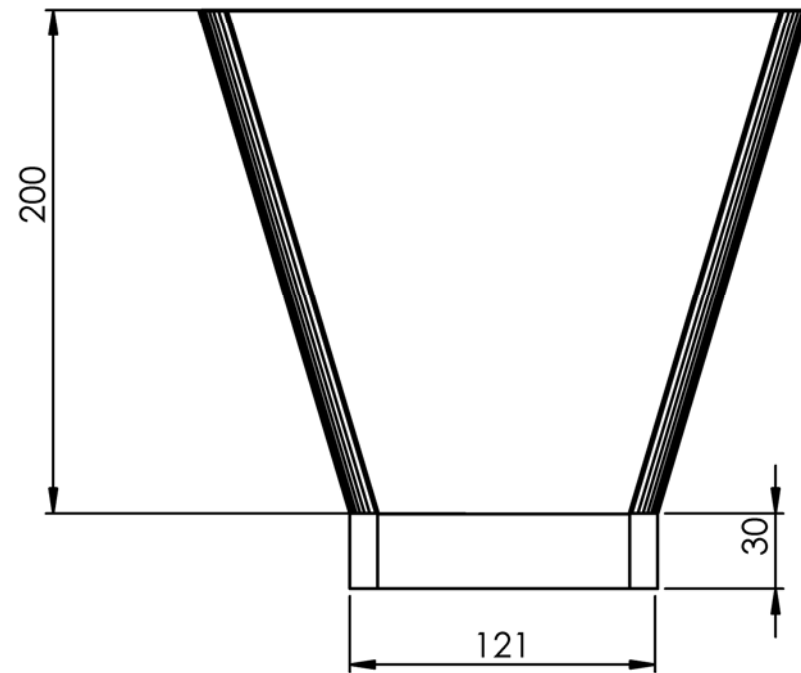
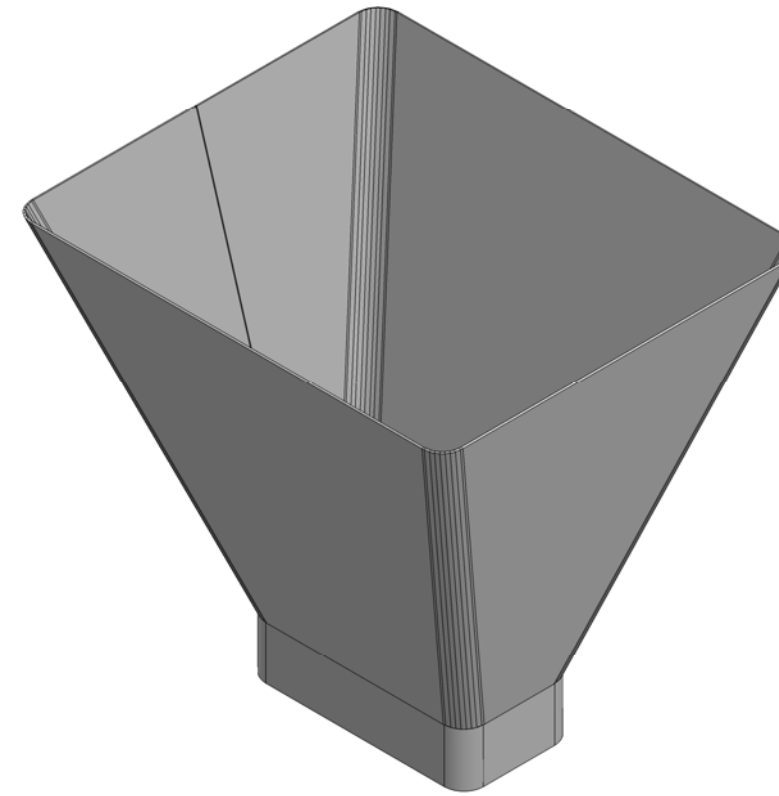
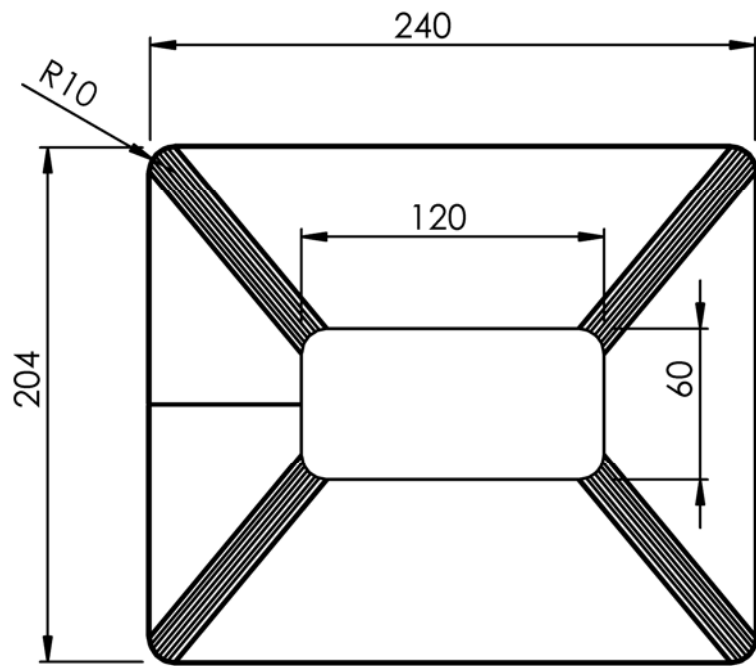
Nombre del dibujo: GUARDA DE DISCOS		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-10
ESCALA 1:3		Un. dim. mm	USAT EIME	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez
				Material: INOX 304L
				Fecha: 13/10/2020
				Masa:

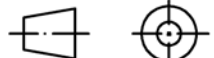


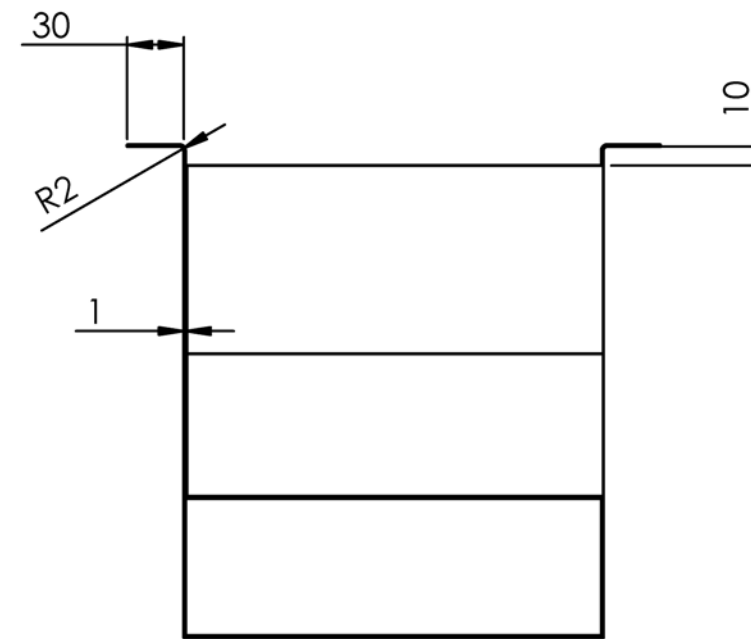
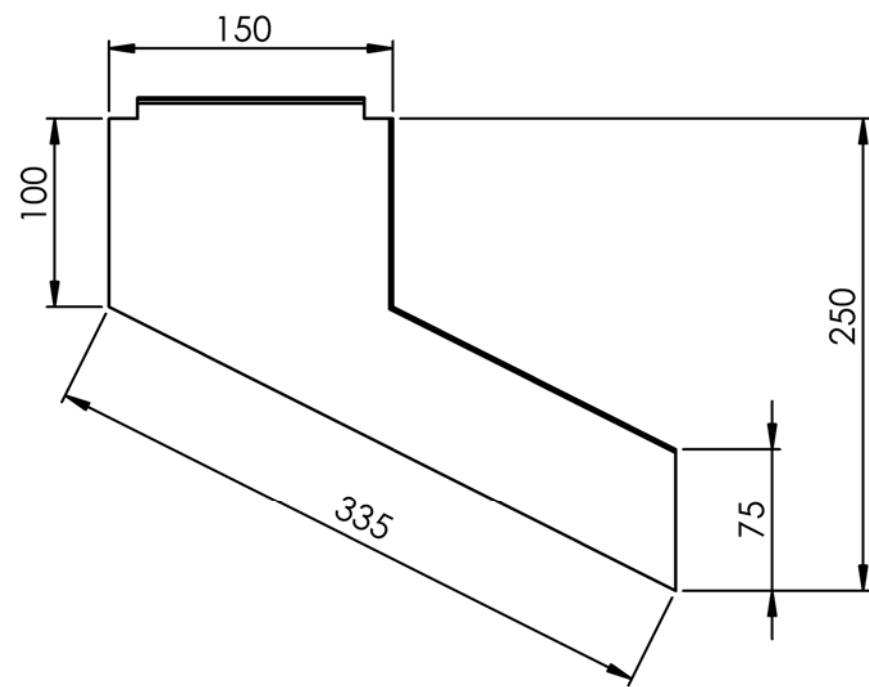
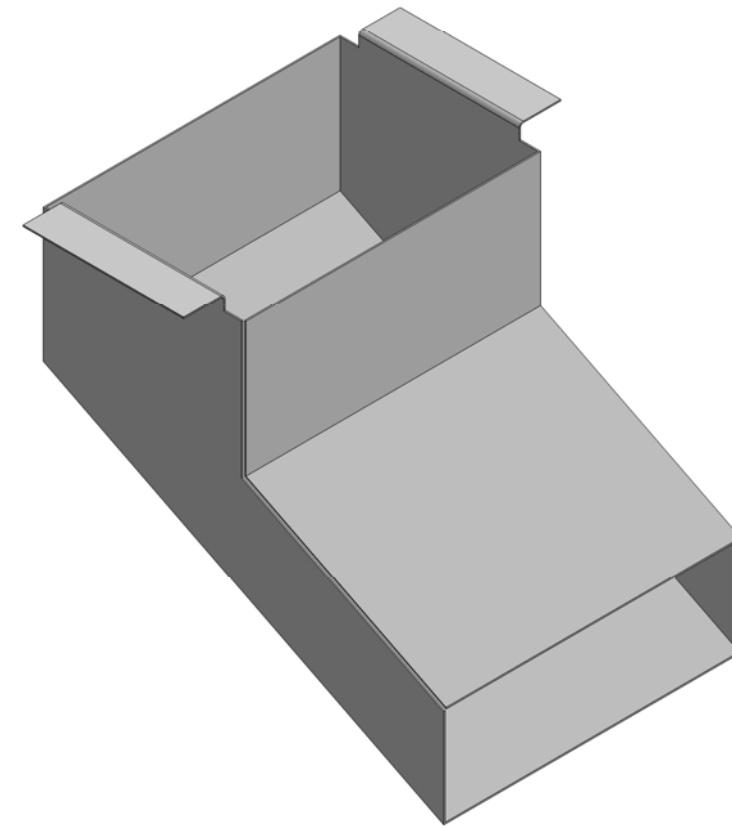
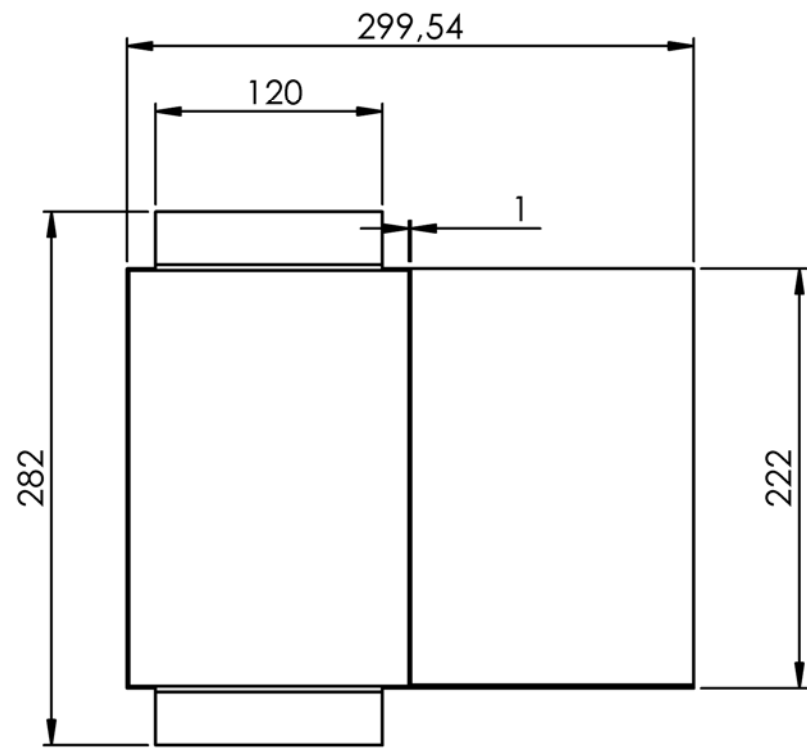
Nombre del dibujo: GUARDA DE POLEAS		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-11
ESCALA 1:5		Un. dim. mm	USAT EIME	Hoja n°: 11
			Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Fecha: 13/10/2020
			Material: ASTM A36	Masa:



Nombre del dibujo: SOPORTE DE GUARDA		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano nº: P-12
ESCALA 1:5		Un. dim. mm	USAT EIME	Hoja nº: 12
			Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Fecha: 13/10/2020
			Material: ASTM A36	Masa:



Nombre del dibujo: TOLVA DE CARGA		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano n°: P-13
ESCALA 1:3		Un. dim. mm	Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Hoja n°: 13
		USAT EIME	Material: INOX 304L	Fecha: 13/10/2020
				Masa:



Nombre del dibujo: TOLVA DE DESCARGA		Título: MOLINO PARA LA MOLIENDA DE QUESO ARTEZANAL		Plano nº: P-14
ESCALA 1: 4		Un. dim. mm	USAT EIME	Hoja nº: 14
			Dibujado por: Paulo César Villalobos Sánchez	Fecha: 13/10/2020
			Material: INO 304L	Masa: