



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Determinación de los parámetros de operación para el diseño de una
cortadora de maracuyá de 5 tm/hora”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Diaz Tesen, Luis Gilberto (ORCID: 0000-0002-7991-108X)

ASESOR:

Mg. Dávila Hurtado, Fredy (ORCID: 0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánico

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios y mi familia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo

A ustedes entre los que incluye este. Me formaron con reglas.

Pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Gracias Padre, Mamá, hermano.

Agradecimiento

A Dios sobre todas las cosas, por su amor incondicional, por ayudarme a sobrepasar todas las pruebas y metas realizadas en este largo camino, sobre todo por permitirme terminar mi carrera.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional

Por los buenos principios y valores durante todo este tiempo.

A los docentes y asesores por sus sabios consejos, conocimientos y brindarme su tiempo, y asesoramiento necesario para culminar de esta investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN	89
VI. CONCLUSIONES	92
VII. RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	98

Índice de tablas

Tabla 01. Ficha técnica de cortadora industrial Pasen Modelo CHD 100.....	5
Tabla 02. Propiedades mecánicas de AISI 316.....	6
Tabla 03. Propiedades mecánicas de AISI 410.....	6
Tabla 04. Desarrollo de Matriz QFD para una máquina despulpadora.....	8
Tabla 05. Comparativa entre la soldadura en aceros inoxidable austeníticos vs aceros al carbono.....	9
Tabla 06. Peso, volumen y densidad de las frutas.....	11
Tabla 07. Tabla de Factores de seguridad. Valores mínimos recomendados.....	16
Tabla 08. Tabla resumen de corte por semana.....	24
Tabla 09. Descripción del proceso de corte de maracuyá.....	27
Tabla 10. Parámetros de diseño de la cortadora de maracuyá.....	28
Tabla 11. Tipos y características del acero al cromo níquel.....	29
Tabla 12. Tipos y características del acero al cromo níquel – molibdeno.....	29
Tabla 13. Ficha de preceptos de diseño emitida por la empresa.....	30
Tabla 14. Tipos de corte por la empresa Quicornac SAC.....	33
Tabla 15. Parámetros que caracterizan a los silos.....	38
Tabla 16. Resultados de la fuerza requerida en peso para algunos frutos.....	48
Tabla 17. Cuchillas tipo F, Acero Inoxidable 316.....	50
Tabla 18. Resumen de Cálculos de Momentos, esfuerzos.....	53
Tabla 19. Factor de servicio de un motor trifásico.....	55
Tabla 20. Evaluación gráfica por criterios ponderados.....	60
Tabla 21. Factor de servicio, para motores trifásicos.....	65
Tabla 22. Diámetros aceptables según las revoluciones y potencias.....	68
Tabla 23. Diámetros mínimos de la polea.....	68
Tabla 24. Clase de trabajo, según tipos de máquina.....	70
Tabla 25. Factor de corrección de ángulo de contacto.....	71
Tabla 26. Factor de corrección por longitud.....	72
Tabla 27. Diámetros aceptables según las revoluciones y potencias.....	74
Tabla 28. Rodamientos tipo rodillo SKF.....	76
Tabla 29. Propiedades mecánicas de la tolva AISI 316.....	79
Tabla 30. Propiedades de la barra de acero AISI 316.....	82
Tabla 31. Sistema de corte.....	85

Índice de figuras

Figura 01. Cortadora industrial Pasen Modelo CHD 100.	4
Figura 02. Bosquejo de tolva.....	13
Figura 03. Fuerzas aplicadas en la pared y fondo de la tolva.	14
Figura 04. Representación de una muestra.	20
Figura 05. Diagrama general de proceso de producción Quicornac SAC.....	26
Figura 06. Ingreso de la tolva proveniente de la faja transportadora.....	34
Figura 07. Área en la salida de la tolva	34
Figura 08. Tolvas de flujo másico.....	35
Figura 09. Dimensionamiento y abastecimiento de la faja transportadora	35
Figura 10. Recipiente de 5 Lt. con 15 Und. de maracuyá	36
Figura 11. Ángulo de pared o descarga.	39
Figura 12. Volumen respecto al ángulo de efectivo de la tolva	40
Figura 13. Fuerzas aplicadas en la pared y fondo de la tolva.	42
Figura 14. Área y perímetro del lado mayor de la tolva.....	44
Figura 15. Tipos de sección, para determinar radio hidráulico.....	45
Figura 16. Aplicador de cargas en frutos.....	47
Figura 17. Determinación del ángulo de corte y la geometría de diseño.....	48
Figura 18. Diagrama de cuerpo libre y sección transversal de la cuchilla.	50
Figura 19. Longitud de arco y radio.....	51
Figura 20. Distribución y cantidad de cuchillas.....	53
Figura 21. Canal chavetero	57
Figura 22. Solución de diseño 1	58
Figura 23. Solución de diseño 2.....	59
Figura 24. Solución de diseño 3.....	59
Figura 25. Triángulo inscrito en una circunferencia de 43 cm de diámetro	61
Figura 26. Determinación del cateto opuesto.....	61
Figura 27. Matriz circular a separación 120°	62
Figura 28. 3 aspas con gancho para dar firmeza al corte	62
Figura 29. Geometría definida de las aspas.....	63
Figura 30. Isométrico del empujador.	63
Figura 31. Fuerzas aplicadas sobre las aspas.	63

Figura 32. Distribución de empujadores a lo largo de un eje	63
Figura 33. Valores del empujador.	64
Figura 34. Diámetro requerido - Tresca	66
Figura 35. Canal chavetero	67
Figura 36. Dimensionamiento de fajas tipo V, sección B	73
Figura 37. Diseño de los resultados del apartado 3IA (TOLVA).....	79
Figura 38. Tolva AISI 316.....	79
Figura 39. Tolva-Análisis estático final - tensiones – tensiones 1	80
Figura 40. Tolva - análisis estático final – desplazamientos – desplazamientos 1.	81
Figura 41. Tolva análisis estático final - factor de seguridad - factor de seguridad 1	81
Figura 42. Disco empujador	82
Figura 43. Boceto - análisis estático del empujador – tensiones – tensiones 1 ...	83
Figura 44. Boceto - análisis estático del empujador - desplazamientos – desplazamientos 1	83
Figura 45. Boceto - análisis estático del empujador - deformaciones unitarias - deformaciones unitarias 1	84
Figura 46. Boceto - análisis estático del empujador - factor de seguridad - factor de seguridad 1.....	84
Figura 47. Cuchillas.....	85
Figura 48. Tensión de Von Mises – Y-X.....	86
Figura 49. Tensión de Von Mises – X-Y	86
Figura 50. Desplazamiento Y - X.....	87
Figura 51. Desplazamiento X - Y.....	87
Figura 52. Coeficiente de seguridad Y -X.....	88

Resumen

En el presente proyecto de investigación, se determinó los parámetros principales de operación, que requiere el diseño de una máquina cortadora de maracuyá de 5 tm/hora. Cuyo requerimiento es cubrir las necesidades que presenta la empresa demandante Quicornac S.A.C, siendo la principal promotora del presente proyecto.

Se diseñó, bajo las condiciones de análisis de flujos, cargas, esfuerzos, deformaciones y los factores de seguridad que se emplearon en cada uno de los componentes. Realizando comparativos por medio de un software de análisis de elementos finitos (SolidWorks® 2017 e Inventor® 2017), aportando la fiabilidad de los resultados obtenidos, trabajando así por arriba del promedio de los factores de seguridad, siendo el caso mínimo de 2. Además, se realizó una matriz de selección para determinar la geometría adecuada, optando el tipo inclinada hacia la derecha a 22°.

Otro de los criterios, que determinaron la operación de la máquina cortadora, se presentó en una ficha de preceptos (ver tabla 13), donde la altura ergonómica de recepción es 80 cm., construcción y montaje, vida útil y mantenimiento accesible. Por tanto, el presente proyecto se rige a las normas ASME VIII y AISI 316, debido a las condiciones uso e inercia química.

Finalmente, es así, como se llevó a cabo la determinación de los parámetros principales de operación, que requiere una máquina cortadora para la empresa Quicornac S.A.C.

Palabras claves: Cortadora de Maracuyá, proceso de corte, parámetros de operación de corte, Quicornac, Maracuyá.

Abstract

In the present research project, the main operating parameters were determined, which requires the design of a passion fruit cutting machine of 5 tm / hour. Whose requirement is to cover the needs presented by the applicant company Quicornac S.A.C, being the main promoter of this project.

It was designed, under the conditions of analysis of flows, loads, stresses, deformations and the safety factors that were used in each of the components. Carrying out comparisons using finite element analysis software (SolidWorks® 2017 and Inventor® 2017), providing the reliability of the results obtained, thus working above the average of the safety factors, being the minimum case of 2. In addition , a selection matrix was carried out to determine the appropriate geometry, opting for the type inclined to the right at 22 °.

Another of the criteria, which determined the operation of the cutting machine, was presented in a precept sheet (see table 13), where the ergonomic reception height is 80 cm., Construction and assembly, useful life and accessible maintenance. Therefore, this project is governed by ASME VIII and AISI 316 standards, due to the conditions of use and chemical inertness.

Finally, this is how the determination of the main operating parameters was carried out, which requires a cutting machine for the company Quicornac S.A.C.

Keywords: Passion fruit slicer, cutting process, cutting operation parameters, Quicornac, Passion fruit.

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe de investigación tiene como fin la determinación bajo los parámetros establecidos para el diseño de una cortadora de maracuyá, es por ello la necesidad de detallar la importancia de mencionada fruta tropical en el sector agroindustrial.

Durante el paso de los años, a finales del siglo XX hasta la actualidad, es el continente latinoamericano el que aporta el 90% de la producción mundial de maracuyá, siendo Brasil el principal productor. En este país se han cosechado entre 25,000 – 33,000 hectáreas durante los últimos años, generando el 50% de la producción mundial (Gómez, 2005, "Mercado mundial del maracuyá" párr. 3).

Por otro lado, Andina (2019) sostiene que “actualmente el Perú es considerado como uno de los países con mayor exportación mundial de maracuyá, siendo Barranca, Chimbote y Olmos las principales zonas de producción de este fruto” (párr. 1).

Cabe mencionar que según la Asociación de Exportadores ADEX (2018) informó que “el 70% de la producción de maracuyá en el Perú se destina a la industria, y el 90% es exportado en presentaciones de jugos, concentrados, pulpa y néctar” (párr. 3).

A lo largo de esta investigación se viene detallando cómo el maracuyá cumple un rol muy importante en el sector agroindustrial alimenticio ya que la producción de este fruto viene presentando un incremento en su demanda exportadora como materia prima, es así que la empresa Quicornac SAC, ubicada en el distrito de Olmos carretera panamericana km 2.5 provincia y región de Lambayeque, es el escenario correcto para el análisis de esta investigación.

Quicornac SAC – Planta Olmos Perú, es una agroindustria que tiene origen en tierras suizas y ecuatorianas, la cual es considerada como una de las principales zonas de producción de maracuyá, se dedica al proceso y comercialización a nivel nacional e internacional de bebidas, jugos, purés y concentrados de frutas tropicales como el maracuyá y el mango.

Según, Quicornac SAC (2020), “la planta agroindustrial actualmente cuenta con una productividad de exportación de 8,236.8 toneladas anuales para el proceso de maracuyá de pulpa no pasteurizada (Ariños), pero la alta demanda en el mercado agroindustrial le exige contar con una productividad de exportación de 34,320 toneladas anuales”, en ese sentido, se presenta la oportunidad de mejora para poder proponer mediante la siguiente investigación la determinación de los parámetros de operación para el diseño de una cortadora de maracuyá con una capacidad de producción de 5 TM/Hora, para poder lograr las exigencias del mercado actual.

El principal problema de la Agroindustria Quicornac SAC, es el déficit de la productividad, este problema se debe al proceso de corte en dos mitades que se elabora manualmente con la fruta de maracuyá, logrando un proceso no mayor a 1.2TM/hora con 06 personas en dos turnos de 11 horas cada turno, la empresa tiene en sus planes incrementar la producción de maracuyá, por lo que un proceso de corte en forma manual no es muy viable, generando la necesidad de realizar un proceso con una máquina de producción constante, dando la oportunidad de reubicar al personal en otras labores.

Para el desarrollo de un nuevo producto o proceso, este debe diseñarse de tal modo que los parámetros de operación y eficiencia deben ser identificados al fin de conocer el comportamiento de las variables de modo que permita encontrar los valores apropiados para conseguir una operación de bajo costo.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta: ¿De qué manera la determinación de los parámetros de operación contribuye al diseño de una cortadora de maracuyá de 5 TN/Hora?, para lo cual se planteó el siguiente objetivo principal de la investigación: Determinar los parámetros de operación para el diseño de una cortadora de maracuyá de 5 TM/ hora; así mismo se formuló los siguientes objetivos específicos:

- Describir el proceso de corte de maracuyá en forma manual en la empresa Quicornac SAC.
- Establecer los parámetros de operación que permitan el diseño de una cortadora de maracuyá en la empresa Quicornac SAC.

- Dimensionar los sistemas fundamentales y seleccionar los componentes de una cortadora de maracuyá de 5 TM/hora.
- Modelar los elementos de la máquina cortadora mediante un software de diseño.

Es así que en la presente investigación se planteó como hipótesis: La determinación de los parámetros de operación permitirá el diseño de una cortadora de maracuyá de 5 TM/hora.

Este trabajo de investigación se justifica por qué permitió contar con los parámetros necesarios para un adecuado diseño de una máquina cortadora de maracuyá a medida para la empresa Quicornac SAC., debido a su requerida capacidad de producción de 5TN/Hora. Por otro lado, se ha tomado en cuenta el proceso manual actual, la versatilidad del corte, el contacto mínimo con las manos y las condiciones actuales de trabajo, lo cual permitió bajo los parámetros que se establecieron, justificar las condiciones de salubridad para las exigencias de la producción a exportar.

II. MARCO TEÓRICO

Para lograr el diseño de una cortadora implica realizar una revisión documentaria, para lo cual se vio conveniente la búsqueda y síntesis de los siguientes trabajos de investigación:

Según Chung, Muro, Ontaneda, Palas, Rodríguez (2018), en su tesis titulada “Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina a base de la cáscara de maracuyá en Quicornac SAC”, indica que “las cortadoras de fruta están fabricadas a base de acero inoxidable, ya que este material permitirá que el equipo sea antiséptico, limpio y durable” (p.57). Por otro lado, Chung et al. (2018) en su investigación describe un cortador industrial con una capacidad de 800 – 1000 kg/h. según su ficha técnica:

Equipo cortador industrial utilizado para cortar: maracuyá, zanahoria, manzana y otros tipos de verdura de tallo, modelo CHD 100, marca Pasen, hecho a base de magaluma y acero inoxidable, con funcionamiento automático, potencia de motor 0.75 kW., peso 100 kg, tamaño 710 x 660 x 1085 mm, tensión de 110V 220V 380V (p.58)



Figura 01. Cortadora industrial Pasen Modelo CHD 100.

Tabla 01. *Ficha técnica de cortadora industrial Pasen Modelo CHD 100.*

Ficha técnica	
Tipo	Máquina cortadora de frutas
Voltaje	380V – 220V
Energía	0,75 Kw
Peso	100 kg
Dimensiones	710 x 660 x 1085 mm
Capacidad	800 – 1000 kg/h
Max tamaño	15 mm
Tensión	110V – 220V – 380V

Fuente: Alibaba, 2020.

Del mismo modo, López y Vintimilla (2019), en su trabajo de investigación titulado “Diseño y construcción de una máquina cortadora de manzanas, plátanos y papaya con dimensiones de 40x40x150cm.”, concluyó que:

El diseño de una máquina cortadora industrial ayudará a las empresas a mejorar el proceso y la optimización de los tiempos de los trabajos existentes, incrementando la productividad de toda empresa que cuenta con una máquina cortadora, y [...] su construcción debe adecuarse a los requerimientos específicos como son costos, esfuerzos a los que estará sometida la máquina, mantenimiento, material que se requiere para procesos alimenticios, facilidad de construcción, etcétera (p.3).

Por otro lado, López y Vintimilla (2019), en su investigación sostiene que “el molibdeno presente en el acero inoxidable AISI.316 brinda excelente comportamiento en ambientes cálidos y húmedos, mejor que el AISI.304, y [...] este acero se puede doblar y expandir pudiéndose emplear en plantas químicas, calderas e industrias alimentarias” (p.19).

Tabla 02. *Propiedades mecánicas de AISI 316.*

Propiedades mecánicas	
Resistencia a la tensión (S_u)	80 ksi – 552 Mpa
Resistencia a la fluencia (S_y)	30 ksi – 207 Mpa
Porcentaje de elongación	60% en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	190 – 210 Gpa --- 27600 – 30500 ksi
Dureza Max. Brinell (HB)	160 – 190
Propiedades físicas	
Densidad	8.03 g/cm ³ (0.28 lb/plg ³)

Fuente: López y Vintimilla., 2019, p.20.

Tabla 03. *Propiedades mecánicas de AISI 410.*

Propiedades mecánicas	
Resistencia a la tensión (S_u)	80 ksi – 552 Mpa
Resistencia a la fluencia (S_y)	30 ksi – 207 Mpa
Porcentaje de elongación	60% en 50.8 mm
Módulo de elasticidad	190 – 210 Gpa --- 27600 – 30500 ksi
Dureza Rockwell	HBR 96
Propiedades físicas	
Densidad	8.03 g/cm ³ (0.28 lb/plg ³)

Fuente: López y Vintimilla., 2019, p.20.

Así mismo, López y Vintimilla (2019), en su trabajo de investigación recomienda que “la cortadora de fruta debe estar diseñada de acuerdo al tamaño del lugar de trabajo, que sea ligera y que se pueda movilizar siempre y cuando se lo requiera” (p.13).

Según Tirira y Castro (2014), en su tesis de grado titulada “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas” sostiene que “el diseño de una máquina industrial debe estar basada en las especificaciones y requerimientos, para poder satisfacer necesidades del usuario [...]; La matriz QFD permite determinar las especificaciones técnicas, cuyo objetivo es considerar las necesidades y requerimientos del auspiciante” (p.20).

Por otro lado, Tiria y Castro (2014) (como se citó en Riva, 2002, p.177), en su trabajo de investigación manifiesta que:

Para la elaboración de la matriz QFD se requiere conocer la voz del cliente, en el cual se da a conocer las características y requerimientos del producto, estos criterios son traducidos por el ingeniero e interpretados técnicamente. Y finalmente se evalúan los criterios técnicos para así determinar los que tienen mayor influencia en el diseño (p.20).

Tabla 04. Desarrollo de Matriz QFD para una máquina despulpadora.

VOZ DEL USUARIO	COMPROMISOS										Evaluación Usuario		Objetivos	Índice de mejora	Factor de venta	Importancia	Ponderación	Ponderación en %	
	Fuerzas de desgaste	Ergonomía	Tiempo de puesta en marcha	Suministro de energía	Diversidad de producción	Nivel de ruido	Kilogramos/minuto	Dimensión	Confabilidad	Periodos de mantenimiento	Materiales	Competencia 1							Competencia 2
Despulpado adecuado	●				○		○					○				●	4	14	22
Fácil operación	○	●	△													●	2	7,2	11
Alimentación manual	○	○	△		△											●	4	8	12
Que funcione con energía eléctrica	○	○	△													●	4	12	18
Despulpado de diferentes frutas	○	△		●	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	4	3	18
Funcionamiento silencioso	○	△			○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	2	2	27
Rapidez de despulpado	○	○	○													●	4	4	9,1
Altura de trabajo	○	○	○													●	4	24	37
De fácil mantenimiento	○	○														●	2	4	6,1
Desmontable	○	○														●	2	9,6	15
Que cumpla normas de higiene	○	○			○											●	4	3	14
																●	4	24	37
																		66	100

ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA	
Propia empresa	1
Competencia 1	3
Competencia 2	4
Incidencia	321,6
Incidencia en %	12,217
	145,8
	5,5387
	163,2
	6,1997
	108
	4,1027
	285,2
	10,834
	4,1027
	474,6
	18,029
	120,6
	4,5814
	405,6
	15,408
	157,8
	5,9945
	157,8
	5,9945
	342
	12,992
	2632,4
	100

VOZ DEL INGENIERO	
Velocidad de rot. Ras. (rpm)	1
Componentes de control	1
1 minuto	1
110 V	1
4 Diferentes frutas	1
60 dB	1
200 kilogramos/hora	1
Altura max. 1,4 metros	1
90% de Confabilidad	1
2/día	1
Acero inoxidable	1

VALORES DE REFERENCIA	
Fuerte =9	●
Medio=3	○
Bajo=1	△

Factor de Venta	
Fuerte=1,5	●
Posible=1,2	●
Ningún=1	○

Factor de Incidencia	
Muy Positiva	○
Positiva	○
Negativa	○
Muy negativa	○

Factor de Incidencia	
BÁSICO	○
UNIDIMENSIONAL	○
ESTIMULANTE	○

Fuente: Tiria y Castro, 2014, p.22.

Saquina (2019), en su trabajo: “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas con una capacidad de 500 kg/h. para la empresa productos Suiza DAJED CIA. LTDA. De la ciudad de Ambato”, sostiene que “la soldadura en aceros inoxidable varía respecto a la soldadura que pueda practicarse en aceros ordinarios. Por eso se debe realizar un estudio detallado de las características que le son propias a fin de poder obtener resultados óptimos de soldeo” (p.16).

Tabla 05. *Comparativa entre la soldadura en aceros inoxidable austeníticos vs aceros al carbono.*

Indicador	Aceros inoxidable austenítico	Aceros al carbono	Observaciones
Punto de Fusión	1400 – 1450 °C (Acero Inoxidable AISI 316)	1540 °C	El acero inoxidable tipo 316 requiere menos calor para producir la fusión, lo cual significa una soldadura más rápida para el mismo calor aportado por la fuente de soldeo, o bien, requiere emplear menos calor para la misma velocidad de soldeo.
Velocidad de conductividad térmica			El acero inoxidable 316 conduce el calor mucho más lentamente que los aceros al carbono, lo cual va a producir gradientes de temperatura más pronunciados. Esto va a originar como resultado que se genere una mayor deformación en la pieza soldada. Asimismo, que los aceros inoxidable tienen una menor velocidad de la conductividad térmica significa una difusión más lenta del calor a través del metal de base. Esto va a provocar que la zona soldada permanecerá caliente por más tiempo, originándose así un mayor riesgo de producirse fenómenos como la precipitación de carburos de cromo, que como se verá más adelante, va a reducir la resistencia a la corrosión del acero.
a 100 °C	28%	100%	
a 650 °C	66%	100%	
Resistencia Eléctrica (microhm.com, aprox)	72,0 126,0	12,5 125	Esto tiene especial relevancia en los métodos de soldeo por resistencia eléctrica. En efecto, una mayor resistencia eléctrica de los aceros inoxidable 316 implica que se genera mayor calor para el paso de la misma corriente eléctrica. Esta propiedad, junto con la menor velocidad de conductividad térmica de los aceros inoxidable, va a condicionar que los métodos de soldeo por resistencia eléctrica sean más efectivos en los aceros inoxidable que en los aceros al carbono
a 20 °C			
a 885 °C			
Expansión térmica pulg./pulg./°C x 10-6	17,6 (20–500 °C)	11,7 (20–628 °C)	El acero inoxidable 316 se expande y contrae a una velocidad más alta que los aceros al carbono, lo cual significa que son más propensos a sufrir grandes deformaciones durante la soldadura. Por lo tanto, en el caso de los aceros inoxidable habrá que cuidar el proceso de embridado de las piezas con el fin de permitir la expansión y contracción de manera que se pueda controlar la deformación y el desarrollo de tensiones térmicas después del enfriamiento. Por ejemplo, para los aceros inoxidable deberán usarse más puntos de soldadura (más puntadas) para la sujeción y posicionado de las piezas que para el caso del acero al carbono.

Fuente: Saquina, 2019, pp.16-17

Del mismo modo, según Saquinga (2019), recomienda que “para dimensionar la altura de la bancada de una máquina industrial es recomendable una altura desde la mano hacia el piso de 1000 mm a 1050 mm para el sector de operación de maquinaria industrial” (p.42)

Por otro lado, Saquinga (2019), en su trabajo de investigación manifiesta que:

La fuerza de corte de cada fruta es muy importante para el diseño de corte, es por ello que el autor recomienda que el dato se puede obtener de manera experimental con la ayuda de una licuadora doméstica y un multímetro midiendo la intensidad de corriente y el voltaje (p.40).

Así mismo, Martínez y García (2017), en su proyecto de grado titulado “Prototipo de máquina de productos hortofrutícolas”, manifiesta que:

Para un puesto de trabajo en las empresas se requiere de una evaluación ergonómica [...], La ergonomía es una ciencia que estudia cómo los elementos del entorno con los cuales interactúa el hombre, deben disponerse para su respectivo uso confortable.

Esta ciencia juega un papel importante en las empresas debido a que el desarrollo de las actividades laborales la componen habilidades de trabajo muscular que si no se realizan en un entorno adaptado a las necesidades del operario que realiza la actividad puede conllevar a trastornos de la salud de los órganos requeridos para ejecutar dicha labor, esto desencadena una disminución de la productividad de manera progresiva hasta que finalmente se genera la enfermedad laboral, por esta razón adaptar el entorno de trabajo el operario y brindarle confort mientras realiza sus tareas es beneficioso ya que mantiene altos niveles de productividad sin afectar la salud del operario (pp. 31-32).

En el presente proyecto de investigación se han relacionado los siguientes enfoques conceptuales sobre parámetros y diseños de una cortadora industrial que ayudaron al desarrollo de esta investigación.

Densidad.

Para Saquinga (2019), “la densidad de un cuerpo es la relación entre la masa y el volumen que ocupa” (p.38).

La fórmula de la densidad por definición corresponde a:

$$pf = \frac{mf}{Vf}$$

Dónde:

pf = Densidad de la fruta.

mf = Masa de fruta.

Vf = Volumen de fruta

Saquinga (2019), en su proyecto de investigación titulado: “Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas con una capacidad de 500 kg/h. para la empresa productos Suiza DAJED CIA. LTDA. De la ciudad de Ambato”, realizó de manera experimental cálculos de densidad mediante la ecuación antes mencionada. Los resultados de peso, volumen y densidad de cada tipo de fruta se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla 06. *Peso, volumen y densidad de las frutas.*

Tipo de Fruta	mf Masa (g)	Vf Volumen (cm ³)	pf Densidad (kg/m ³)
Fresa	1000	975	1025.64
Guanábana	1000	998	1002.00
Guayaba	1000	925	1081.08
Mango	1000	920	1086.96
Maracuyá	1000	943	1060.45
Mora	1000	970	1030.93
Naranja	1000	973	1027.75
Papaya	1000	935	1069.52
Piña	1000	948	1054.85
Tamarindo	1000	973	1027.75
Taxo	1000	958	1043.84
Tomate	1000	940	1063.83

Fuente: Saquinga, 2019, p.39.

Tolva.

Martínez y García (2017), “realiza funciones de almacenamiento y es dónde el operario deposita un determinado producto. [...] se utilizan en numerosas industrias como las de procesamiento de minerales, cemento, alimentos, etcétera” (p.97).

Por otro lado, Paredes (2017, párr. 3), concluye que:

El diseño de una tolva consta básicamente de cuatro aspectos:

- Determinación de la resistencia y de las propiedades de flujo de los materiales a manipular bajo las peores condiciones encontradas en la práctica.
- Determinación de la geometría de la tolva para proporcionar la capacidad deseada y proveer un modelo de flujo con características aceptables y asegurar una adecuada descarga.
- Estimación de las cargas ejercidas sobre las paredes de la tolva y el alimentador bajo condiciones de operación.
- Diseño y detalle de la estructura del depósito.

Para calcular el volumen de la fruta se empleó la siguiente ecuación:

$$V_f = \frac{m_f}{p_f}$$

Dónde:

p_f = Densidad de fruta

m_f = Masa de fruta

V_f = Volumen de fruta

Para calcular el volumen de la tolva se empleó la siguiente ecuación:

$$V_f = V_t \times k\%$$

Despejando V_t :

$$V_t = \frac{V_f}{k\%}$$

Dónde:

V_t = Volumen de tolva

V_f = Volumen de la fruta

$k\%$ = Porcentaje máximo de ocupación de fruta

Para determinar las dimensiones de una tolva, se empleó las siguientes ecuaciones:

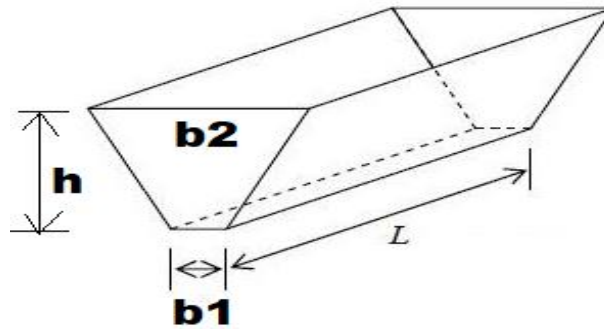


Figura 02. Bosquejo de tolva.

$$V_t = \frac{1}{2} [(b_1 + b_2)h]L$$

$$b_2 = 2 \times (\tan \theta^\circ \times h) + b_1$$

Dónde:

V_t = Volumen de tolva

b_1 = Boca de salida de tolva

b_2 = Boca de entrada de tolva

h = Altura de tolva

L = Largo de tolva

Saquina (2019), en su proyecto de investigación sostiene que “la tolva está sometida a dos cargas: el peso que debe sostener el vértice de la tolva al momento de colocar la fruta y la presión de la fruta al ingresar al interior de la tolva” (p.45).

Para calcular la fuerza sometida en las partes externas y vértices de la tolva se empleó la siguiente ecuación:

$$F_{vértices} = m \times a$$

Dónde:

$F_{vértices}$ = Fuerza de vértices

m = Masa (kg.)

a = Aceleración (m/s^2)

Para determinar el cálculo de la presión en el fondo la tolva se empleó el método de Janssen mediante la siguiente ecuación:

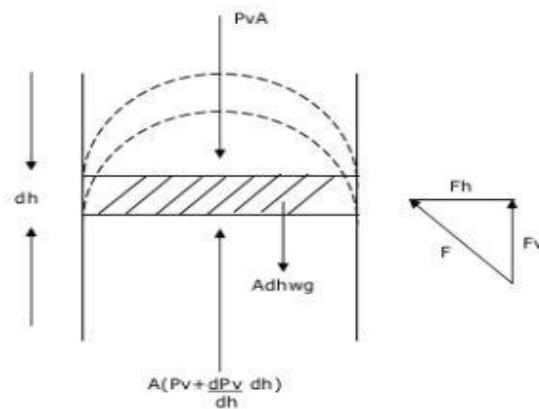


Figura 03. Fuerzas aplicadas en la pared y fondo de la tolva.

$$P_V = \frac{\rho g D}{4\mu k * g_c} \left(1 - e^{\left(\frac{-4\mu k Z}{D} \right)} \right)$$

Dónde:

P_V = Presión en el fondo de la tolva (Pa)

ρ = Densidad del material (kg/m^3)

Z = Altura de tolva (m)

D = Diámetro mayor de la tolva (m)

μ = Coeficiente de fricción

$\mu = \text{Tan } \varphi_w^\circ$; φ_w° es el ángulo de fricción con la pared de tolva.

$g_c = 1 \text{ kg.m/Ns}^2$

g = Gravedad local (m/s^2)

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

k = Constante de Janssen

$$k = \frac{1 - \operatorname{sen} \varphi_e^\circ}{1 + \operatorname{sen} \varphi_e^\circ} \quad ; \quad \varphi_e^\circ \text{ es el ángulo de fricción interna} \quad ; \quad k \geq 0.04$$

Para determinar el cálculo de la presión en la pared de la tolva se empleó las siguientes ecuaciones:

$$P_w = k * P_v$$

Dónde:

P_w = Presión en la pared de la tolva (Pa)

k = Constante de Janssen

P_v = Presión en el fondo de la tolva (Pa)

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

Dónde:

P = Presión (Pa)

F = Fuerza (N)

A = Área (m²)

Para los esfuerzos en el fondo de la tolva se empleó la siguiente ecuación:

$$\sigma_{flexión} = \frac{3FL}{2wh^2}$$

Dónde:

$\sigma_{flexión}$ = Esfuerzo de flexión (MPa)

F = Fuerza aplicada en el fondo de la tolva(N)

L = Longitud de la base (m)

w = Ancho de la base (m)

h = Espesor de la plancha (m)

Factor de seguridad.

Gonzales (2009), “el factor de seguridad nace de la necesidad tanto de proveer seguridad a las obras y elementos diseñados y construidos, como de optimizar los mismos” (p.1).

Tabla 07. *Tabla de Factores de seguridad. Valores mínimos recomendados.*

Tipo o clase de carga	Acero, metales dúctiles		Hierro fundido, metales frágiles	Madera de construcción
	Basado en la resistencia máxima	Basado en la resistencia de fluencia	Basado en la resistencia máxima	
Carga muerta o carga variable bajo análisis por fatiga	3 – 4	1.5 – 2	5 – 6	7

Fuente: Faires, 2019, Diseño de elementos de máquinas.

Para determinar el cálculo del factor de seguridad del acero inoxidable se empleó la siguiente ecuación:

$$\eta_s = \frac{S_y}{\sigma_{flexión}}$$

Dónde:

η_s = Factor de seguridad

S_y = Esfuerzo de fluencia del acero Inoxidable

$\sigma_{flexión}$ = Esfuerzo de flexión (MPa)

Corte.

Larburu (2010), manifiesta:

“La operación de corte consiste en hacer que se deslizen dos porciones de un cuerpo, que son separadas por la acción de las cuchillas provocan el alargamiento de las fibras de la chapa hasta que se produce la rotura, iniciada por una incisión seguida de la cortadura o arrancado de las fibras” (p.443).

Para determinar la resistencia a la fluencia en cortante se empleó la siguiente ecuación:

$$S_{sy} \geq 0.5 (S_y) = 0.5 (0.7 (S_{ut})) [MPa]$$

$$S_{sy} = 0.5 (S_y)$$

Dónde:

S_{sy} = Resistencia a la fluencia en cortante

S_y = Resistencia al punto de fluencia

S_{ut} = Resistencia última a la ruptura

Para determinar el esfuerzo máximo cortante se emplea la siguiente ecuación:

$$\tau_{max} = \frac{S'_n}{F_s}$$

Dónde:

τ_{max} = Esfuerzo máximo cortante

S_{sy} o S'_n = Resistencia a la fluencia en cortante

F_s = Factor de seguridad

Para determinar el espesor de cuchillas se empleará la siguiente ecuación:

$$e = \frac{F}{A\tau_{max} \times h} [mm]$$

Dónde:

e = Espesor de cuchilla [mm]

F = Fuerza necesaria [N]

h = Altura de la cuchilla [mm]

τ_{max} = Esfuerzo máximo cortante [MPa]

Radio hidráulico.

Según Course (2007), “el radio hidráulico es el cociente entre el área de la sección mojada y el perímetro mojado. [...] El perímetro mojado es el contorno de la sección que está en contacto con el agua” (p.5).

$$R = \frac{A}{Per}$$

Dónde:

R = Radio hidráulico

A = Área mojada

Per = Perímetro mojado

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Aplicada tecnológica.

En el presente informe de investigación se optó por un tipo de investigación aplicada tecnológica, debido a que tiene por finalidad, satisfacer una problemática concreta empleando conocimientos especializados en la innovación tecnológica, consolidando el enriquecimiento en el sector social, productivo y tecnológico.

Diseño de investigación

Cuasiexperimental.

Se determinó un tipo de diseño Cuasi – experimental, debido a que el presente informe de investigación está basado en hechos concretos y tipos de investigaciones ya establecidas, dónde nos respaldamos en el uso de los conocimientos, desarrollo de Resistencia de materiales y elemento de máquinas. Cuya finalidad, es encontrar factores, aplicando determinados parámetros (muestras) para encontrar una respuesta.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente.

Determinación de los parámetros de operación.

Variable dependiente.

Diseño de la máquina cortadora de maracuyá.

Operacionalización de las variables.

El presente ítem se detalla en el anexo 03.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población.

La población analizada es el proceso de corte de maracuyá en los diferentes centros de producción a nivel industrial en la región Lambayeque. “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones y características en común” (Hernández Sampieri, 2014).

Muestra.

La muestra no probabilística será aplicada en el proceso de corte de Maracuyá de la Empresa Quicornac SAC. “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (Hernández Sampieri, 2014).

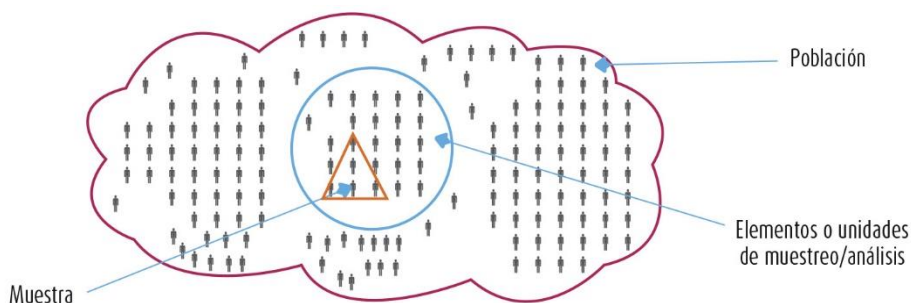


Figura 04. Representación de una muestra.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Observación.

“La observación directa es aquella donde el mismo investigador procede a la recopilación de información; sin dirigirse a los sujetos involucrados; recurre directamente a su sentido de observación” (Baena Paz, 2017).

Usando la técnica de observación se caracterizan los parámetros de operación del proceso de corte manual del maracuyá, evaluándose

diferentes condiciones de trabajo, la técnica empleada por los operarios, además se usará esta técnica para evaluar el diseño de la cortadora de maracuyá.

Revisión documentaria.

“Mediante una revisión documental, elabora fichas de trabajo tomando como eje principal el concepto, las características y las generalidades de las hipótesis” (Gomez Bastar, 2012).

Esta técnica nos permite la búsqueda de diversos documentos para el diseño de la máquina cortadora de maracuyá, como la búsqueda de los materiales adecuados para las diversas partes de la máquina

Instrumentos de recolección de datos.

En la presente investigación se empleó una encuesta como de recolección de datos y su vez se generó una ficha de registro de avance de corte de maracuyá. Y a su vez esta ficha nos permitió determinar las características principales en el proceso de corte de maracuyá, se registró las diversas condiciones de trabajo, tipo de producto, dimensiones del producto, procedencia, etc.

Este instrumento tiene como esquema los datos generales de la persona y registro de los parámetros de operación, así como también la fecha y hora de registro.

Validez.

“La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (Hernández, 2010).

La presente investigación fue validada por profesionales especialistas y por un responsable designado por la empresa dónde se realizó la investigación, teniendo en cuenta que se validaron los instrumentos de recolección de datos como el aspecto metodológico de la presente investigación para determinar los parámetros de operación en el corte de maracuyá.

Confiabilidad.

“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados consistentes y coherentes” (Hernández, 2010).

La confiabilidad, fue dada por los profesionales que brindaron los instrumentos adecuados y si se requiere la modificación de acuerdo a sus requerimientos se da prioridad a sus opiniones. Este tipo de investigación tiene la firmeza y seguridad de la veracidad de los resultados obtenidos.

3.5. Procedimientos

Después de haber detallado las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se procedió a la aplicación de dichas técnicas de forma contextual del caso a investigar, los procedimientos para la obtención de datos estuvieron basados en la observación en los trabajos de campos realizados a la empresa Quicornac SAC., gracias a esta técnica se pudo evidenciar:

- El proceso de producción actual de la empresa.
- Las condiciones de salubridad actuales en la producción.
- La versatilidad del tipo de corte del producto.
- La ergonomía del trabajador en la empresa.

Por otro lado, se realizó una amplia revisión documentaria en la cual se pudieron considerar varios aportes, para este trabajo de investigación se consideró los siguientes aportes para una máquina cortadora:

- El tipo de material de fabricación (antiséptico, limpio y durable).
- La optimización de los tiempos de trabajos e incremento de productividad.
- La importancia de la matriz QFD, para las necesidades y requerimientos de la empresa auspiciante.
- Pre-dimensionamiento de los elementos de una máquina cortadora (fórmulas, especificaciones técnicas, etcétera).

Para este trabajo de investigación, la necesidad por conseguir información de primera mano llevó a este estudio en dirección de la persona encargada de la Jefatura de Producción, el cual se le realizó una encuesta focalizada, las interrogantes a tratar estuvieron enfocadas a:

- La capacidad de producción por hora en el proceso actual.
- La cantidad de personas encargadas en el proceso de corte.
- Las horas de trabajo del personal encargado en la producción.
- El tipo de energía utilizada para el funcionamiento de sus equipos.
- La capacidad que se requiere en el proceso de producción.
- La necesidad actual de aumentar la capacidad del corte del proceso.
- La importancia de contar con una máquina cortadora para el proceso.

3.6. Método de análisis de datos.

Los métodos de análisis de datos que se emplearon en el presente trabajo de investigación, están regidos al análisis de tabulaciones de datos, estadística respecto a la producción y software de diseño. Donde se determinó el análisis de elementos finitos CAD/CAM. Que sirvieron para determinar los parámetros de operación de la investigación denominada “DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA CORTADORA DE MARACUYÁ DE 5 TM/HORA”.

3.7. Aspectos éticos

Como investigador me comprometo a respetar la propiedad intelectual, la confiabilidad de los datos recolectados y la veracidad de los resultados en la investigación que presento. Por otro lado, el diseño de la máquina cortadora de maracuyá planteada no tiene un efecto negativo en la sociedad si no por el contrario un beneficio para esta.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del proceso de corte de maracuyá en forma manual en la empresa Quicornac SAC.

En la presente descripción del proceso de corte de maracuyá se empleó un instrumento de recolección de datos, llamado "Ficha de rendimiento". (Ver anexo 05). Que a continuación se detalla:

Tabla 08. *Tabla resumen de corte por semana.*

Cantidad	Tabla de resultados por semana (L, M, J, V, S y D)		Meta que debe cumplir cada operador 200 kg
	Promedio kg/h	Rendimiento por operador	
Operador 1	195.6	97.79%	
Operador 2	194.7	97.36%	
Operador 3	188.4	94.21%	
Operador 4	195.6	97.79%	
Operador 5	188.6	94.29%	
Operador 6	188.9	94.43%	
Promedio total	192.0 kg/h	96.0%	El proceso se realiza en el lapso de 1 hora

Fuente: Trabajo de Campo, 2020, Quicornac SAC.

En la Tabla 08 se realizó un resumen de la evaluación de corte, de acuerdo al rendimiento por operador teniendo como resultado un promedio total de 192 Kg/h que equivale a un 96.0% de la meta a cumplir siendo esta de 200 Kg/h. Para más detalles de la ficha, revisar (anexo 05).

En la empresa Quicornac S.A.C. se llevó a cabo una serie de procesos para realizar un correcto corte de manera manual. La cual se desarrolló de la siguiente manera: La pulpa de maracuyá no pasteurizada (arilos)

1. Se recepcionó la fruta en sacos para los diferentes procesos en planta de frutas procesadas, se realizó una selección de materia prima que fue destinada al proceso de ARILOS, la misma que debe ser libre de grietas o aberturas, libre de moho, suciedad tierra adherida a la cáscara del fruto, se tiene un margen de deshidratación máximo tolerable en el fruto, el cual es el 30% del volumen de materia prima a procesar, siendo el 70% restante de materia prima con superficie lisa.
2. Posteriormente se realizó el lavado y desinfección del fruto, donde las concentraciones de ácido peracético a 85 ppm, el contacto del fruto con el químico es de 2 minutos, luego se realizó un enjuague el fruto con agua de red con concentración de cloro libre 0.5 – 5 ppm en lavadora rotativa.
3. Una vez el fruto este enjuagado se recibió la fruta en jabas limpias y desinfectadas y se trasladó hacia la cámara de llenado para la siguiente etapa.
4. La siguiente etapa del proceso se basó en el cortado manual del fruto con ayuda de cuchillos, se procede al corte de la fruta en dos partes y se coloca sobre la rejilla acondicionada sobre la mesa de corte, evitando en lo posible contacto de las manos con el interior del fruto.
5. Procede a la extracción de los arilos, con ayuda de cucharas evitando el menor contacto con los dedos con los arilos.
6. Realizamos un filtrado que se realiza simultáneo durante la extracción del arilo. Dónde el producto es vertido sobre el cernidor que se encuentra sobre baldes blancos con la finalidad que se filtre el jugo.
7. Realizamos un despulpado, una vez extraído el arilo se vierte en una máquina despulpadora para el retiro de pulpa en exceso.
8. El producto se recupera hacia un cernidor. Realizamos un maquillaje del producto el cual consiste en retirar los defectos en exceso del arilo como semillas blancas, semillas negras libres, restos de mesocarpio, restos de pedúnculo o cualquier material extraño, etc.

9. En este punto de acuerdo al destino, se verificó que el peso neto de los baldes será 18 kg o 18.15 kg (tachos) o cajas de 18.15 kg.
10. Por último, se colocó las etiquetas previamente liberadas por el área de calidad y se almacena el producto terminado de manera inmediata en cámara de congelado, evitando retenciones de producto que puedan dar a una contaminación microbiológica.

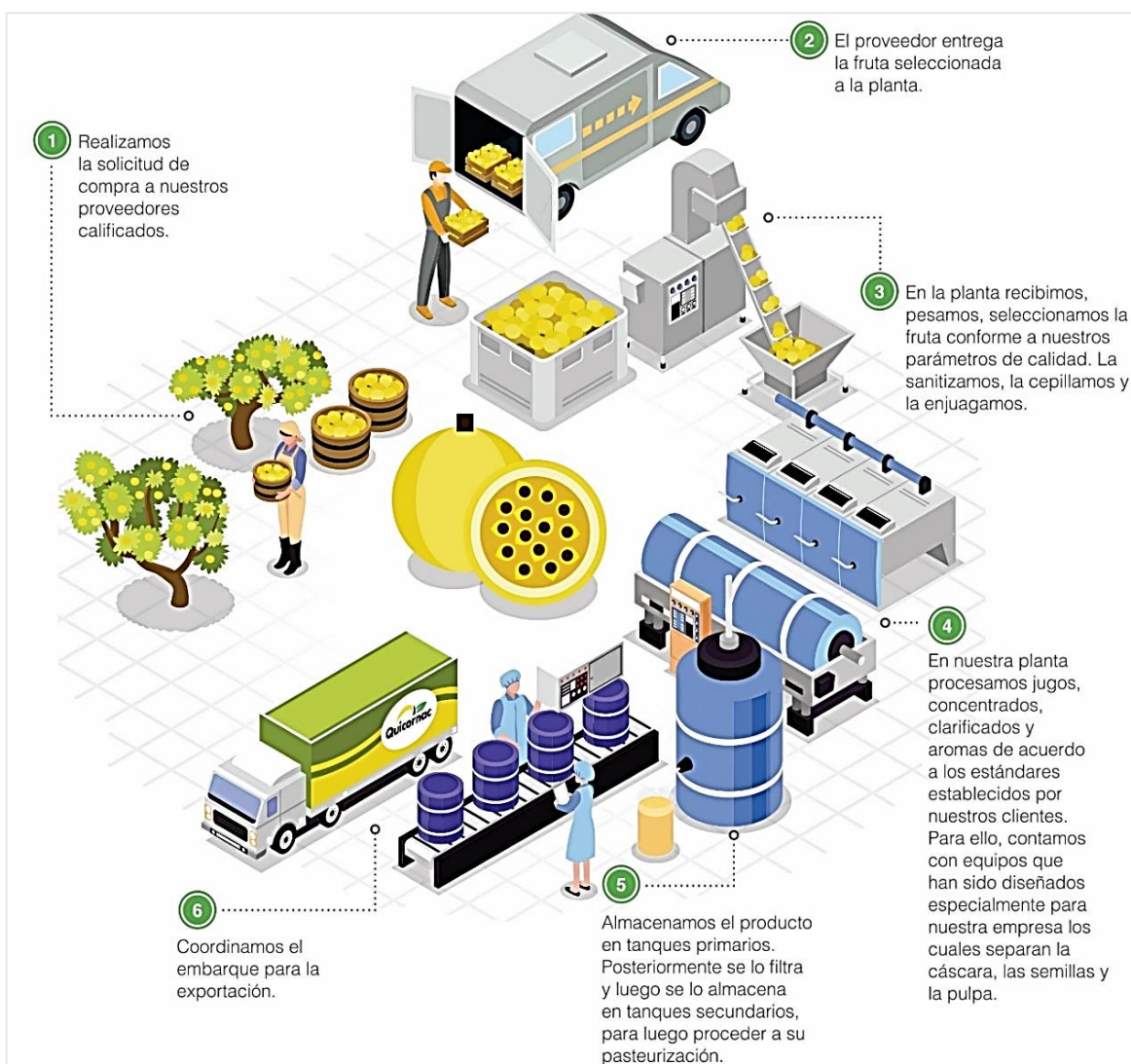


Figura 05. Diagrama general de proceso de producción Quicornac SAC.

Tabla 09. Descripción del proceso de corte de maracuyá.

Proceso de arilos	Descripción del proceso de corte de maracuyá en forma manual en la empresa Quicornac SAC			
Proceso	Corte	Extracción	Filtrado de producto	Retiro de pulpa
				
Resultado Obtenido	Corte del fruto en dos mitades.	La extracción de pulpa con una cuchara.	Filtrado que es simultáneo durante la extracción del arilo.	Despulpado, una vez extraído el arilo se vierte en una maquina despulpadora para el retiro de pulpa en exceso.
Proceso				
Resultado Obtenido	Maquillaje, el cual consiste en retirar los defectos en exceso del arilo como semillas blancas, semillas negras libres, restos de mesocarpio.	De acuerdo al destino el peso neto de los baldes será 18 kg o 18.15 kg (tachos) o cajas de 18.15 kg.	Etiquetado, previamente liberado por el área de calidad y verificado por el área de producción.	Almacenamiento, el producto terminando es almacenado de manera inmediata en cámara de congelado, evitando retenciones de producto.

Fuente: Trabajo de campo, 2020, Quicornac SAC.

4.2. Establecimiento de los parámetros de operación que permiten realizar el diseño de una cortadora de maracuyá en la empresa Quicornac SAC.

En el presente proyecto de investigación se estableció una tabla de parámetros para el diseño de una cortadora de maracuyá, en las dos primeras columnas está designado por la empresa y las otras dos columnas están dirigidas para los parámetros de la máquina cortadora de maracuyá que a continuación se detalla:

Tabla 10. *Parámetros de diseño de la cortadora de maracuyá.*

Parámetros de diseño de la cortadora de maracuyá			
Parámetros de la empresa	Requerimiento de la empresa Quicornac SAC	Parámetros de la máquina	Requerimiento
Área de trabajo	3.00m x 2.50m	Materiales	Acero Inoxidable 316
Cantidad de producción	5 TN/H	Corte	Cuchillas / martillo empujador
Materiales	Acero inoxidable 316	Velocidad	Transmisión por poleas / fajas
Voltaje de máquina	440 V	Fuerza	Motor
		Voltaje de máquina	440 V
		Idoneidad de los equipos	Idoneidad de los equipos, limpieza y manteniendo de los equipos

Fuente: Parámetros de diseño de cortadora de maracuyá Quicornac SAC.

En la presente tabla de parámetros de diseño, la empresa Quicornac SAC dispone de un área de trabajo de 3.00 m x 2.50 m, el cual alberga en su interior una (01) cortadora de maracuyá cumpliendo con las medidas estándares de área de uso o carga (ubicación de cortadora) y área de circulación (flujo de operario) para el funcionamiento del proceso de corte, dicho diseño tiene por necesidad producir 5 TM/h dado así que la empresa exigió diseñarlo bajo los estándares de los materiales de acero inoxidable, los cuales se tiene los siguientes tipos:

Tabla 11. *Tipos y características del acero al cromo níquel.*

Acero al cromo níquel	Características		
	Soldabilidad	Embustion	Estructura
301	Muy buena	Buena	Austenítico
302	Muy buena	Buena	Austenítico
303	Aconsejable	Regular	Austenítico
304	Muy buena	Muy buena	Austenítico
304	Muy buena	Muy buena	Austenítico
321	Buena	Buena	Austenítico

Fuente: Irestal Group, 2012.

Tabla 12. *Tipos y características del acero al cromo níquel – molibdeno.*

Acero al cromo - níquel - molibdeno	Características		
	Soldabilidad	Embustion	Estructura
316	Muy buena	Buena	Austenítico
316 s	Muy buena	Buena	Austenítico
316 l	Muy buena	Buena	Austenítico
316 ti	Buena	Buena	Austenítico

Fuente: Irestal Group, 2012.

Son la gama de materiales que son resistentes a la corrosión causada por ácidos, facilita el trabajo en soldadura y se usa para las plantas industriales en el sector alimentario.

En la empresa actualmente se trabaja con el material 316 (acero al Cromo-Níquel - Molibdeno) el cual nos recomienda usar ese material porque actualmente sus pedidos lo hacen en base a ello ya que la planta está diseñada con el material 316 para área alimentaria, Siendo así, que la empresa Quicornac SAC dispone de cierta cantidad de preceptos al momento de su diseño, cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la empresa y son:

Tabla 13. *Ficha de preceptos de diseño emitida por la empresa Quicornac SAC.*

Empresa: Quicornac SAC		Producto: Maquina Cortadora de Maracuyá de 5 TM/h		Fecha inicial: 2020 - 04 -19 Última versión:
Diseñador: Diaz Tesen Luis		Página 1.		
Ficha De Preceptos Para Una Cortadora de Maracuyá				
Concepto	Fecha	Propone	R/D	Descripción
Función		D	R	La velocidad de rotación será obtenida bajo los procesos de cálculos
Materiales		C	R	Acero inoxidable 316
		D	R	5000 KG /Hora
Construcción y montaje		C	R	Producción para maracuyá
		D	d	Tiempo de puesta en marcha 5 min.
Vida útil y mantenimiento		D	d	la máquina debe tener una confiabilidad de 99%
		D	R	Fácil mantenimiento, intervalo de servicio 1/día
Energía		C	R	Energía eléctrica de 440 v
Dimensiones		C	R	

			Altura máxima de Tolva de alimentación debe ser 1.5 metros
Seguridad y ergonomía	C	R	Ubicación de los componentes de control
	D	R	

Propone: C = Cliente, D = Diseño, P = Producción, F = Fabricación.
R/D: R = Requerimiento; d = deseo, MR = Modificación de Requerimiento

Fuente: Preceptos, Quicornac SAC.

Por otro lado, para la determinación de los parámetros de la máquina industrial se basó en los distintos artículos de investigación, normas, revistas entre otros. De las cuales se tuvieron en cuenta los siguientes requerimientos y especificaciones:

- Para la idoneidad, limpieza y mantenimiento de la cortadora de maracuyá; se consideró emplear la Norma Técnica Peruana ISO/TS 22002-1:2009. Debido a que dicha norma técnica cumple los estándares fundamentales de trabajo en la limpieza, desplazamiento, prácticas de manufactura, desinfección y mantenimiento (superficies lisas, accesibles y desmontables), es decir tiene la capacidad de satisfacer la higiene adecuada para el trabajo con alimentos. (Peruana, 2009)
- La empresa Quicornac S.A.C., se rige bajo los requisitos dados por la FDA (Administración de alimentos y medicamentos) de USA y la CFSAN (Centro de seguridad de alimentos y nutrición aplicada), debido a que son requisitos indispensables de protección y promoción de la salud pública en las industrias alimentarias y la exportación de alimentos con las empresas que viene laborando.

- Para el presente diseño se consideró aplicar en su totalidad un material de acero inoxidable, debido a que las características de este material se adaptan a los requerimientos de trabajo con alimentos y además por el historial de trabajos empleados por las diversas industrias, que lo emplean en los procesos industriales de producción, transporte, preparación y conservación de alimentos y bebidas. La construcción en acero inoxidable AISI de Grado 316 es resistente a la corrosión causada por ácidos, facilita el trabajo en soldadura, se adapta fácilmente en los trabajos de corte y presenta una amplia demanda en el mercado de producción. (IMINOX, 2011).
- Se determinó, por medio de una encuesta (anexo 4) empleada al representante de la empresa Quicornac S.A.C. que el presente diseño tendrá una producción neta máxima de 5 TM/h, además se fijó que la caja de control debe operar con accionamiento manual y tiene por requerimiento un corriente tipo trifasico 440V con la que trabaja la planta, la cual conlleva a que el presente diseño se rija bajo esas condiciones.
- Según la FDA indica que todo producto alimentario debe ser inocuo (apto para el consumo humano) es por ello que se realizaron dos tipos de corte: horizontal y vertical para un análisis microbiológico.
- Para este proceso se realizaron varias muestras de ambos tipos de corte de forma manual con un personal de línea capacitado para el corte (anexo 06), ambos tipos de cortes se realizaron con un cuchillo de acero inoxidable para luego depositar el producto en un cernidor, todas las pruebas son enviadas al laboratorio para el respectivo análisis microbiológico, adicional a todo lo antes mencionado se verifica la versatilidad de ambos cortes y el mínimo contacto con las manos de personal encargado de los cortes.

Tabla 14. *Tipos de corte por la empresa Quicornac SAC.*

Indicadores	Tipos de corte	
	Corte vertical	Corte horizontal
Corte manual	✓	✓
Personal capacitado	✓	✓
Cumple con análisis microbiológico	✓	x
Corte versátil	✓	x
Contacto mínimo con manos	✓	x

Fuente: Trabajo de campo, 2020, Quicornac SAC.

Como se puede verificar en la Tabla 14, el corte vertical es más viable y factible para el diseño de una máquina cortadora de maracuyá, dónde se basó en la microbiología (anexo 07) del producto para el consumidor ya que también es un factor muy importante para realizar dicho proceso.

- En el cual también hemos definido que el material de la cuchilla sea el Tipo 420 Templado en acero inoxidable por lo que es resistente a la corrosión, resistente al calor y al desgaste, estas propiedades se especifican para el producto en la norma ASTM A276.

4.3. Dimensionamiento de los sistemas fundamentales y seleccionamiento de los componentes de una cortadora de maracuyá de 5 TM/h.

La base principal, para el dimensionamiento de los sistemas y seleccionamiento de los componentes de la cortadora de maracuyá se localizó en el parámetro de producción siendo de 5 TM/h. Dónde cabe resaltar que el peso promedio por unidad del maracuyá, oscila entre los 160 gr. Para unas dimensiones superiores a 80 mm y menor a 100 mm. según fuente fiables que aplicó la gerencia regional de agricultura. (Agricultura, 2009).

Dado esto, se procedió a determinar la cantidad de maracuyá a procesar en unidad por segundo.

$$flujo_{maracuyá} = 5000 \frac{Kg}{hora} * \frac{1 hora}{60 min} * \frac{1 min}{60 segundos} * \frac{1000 gramos}{1 Kg} * \frac{1 maracuyá}{160 gramos}$$

$$flujo_{maracuyá} = 8.68 \frac{maracuyás}{segundo}$$

Se aplicó un porcentaje de pérdidas del 5% al 6% (Agricultura, 2009), debido a la pequeña variedad de peso por unidad del maracuyá. Teniendo un $flujo_{maracuyá}$ total de $9 \frac{maracuyás}{segundo}$. Cuya finalidad fue determinar el $flujo_{del maracuyá}$ volumétrico existente y así determinar las dimensiones al ingreso (A1:(D*L): área en el ingreso de la tolva) y a la salida (A2:(B*I): área en la salida de la tolva) de la tolva, es decir el ancho y largo en el interior de la cuchilla y los empujadores, para cumplir con la demanda de producción, quedando de la siguiente manera.

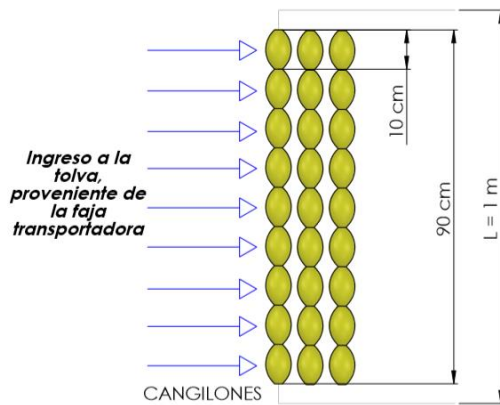


Figura 06. Ingreso de la tolva proveniente de la faja transportadora

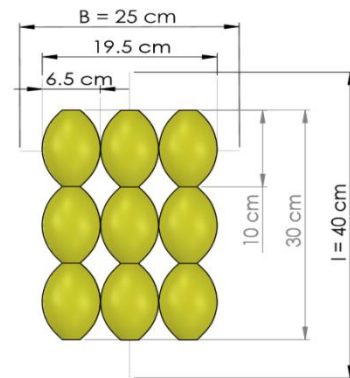


Figura 07. Área en la salida de la tolva

Luego, se procedió a diseñar el dimensionamiento y selección los sistemas fundamentales, para la cortadora de maracuyá, siendo:

Sistema de chasis

Tolva

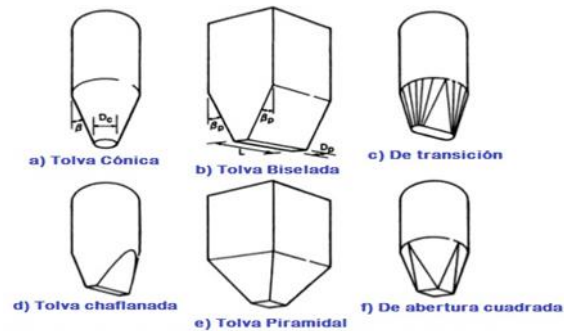


Figura 08. Tolvas de flujo másico

De la figura 08, se seleccionó el tipo Tolva Piramidal, debido a que se adapta a la recepción del maracuyá proveniente de la faja transportadora. Dicha faja mide 0.9 m. y a su vez se procedió a cuantificar las unidades de maracuyá transportada por cada cangilón existente en la faja.



Figura 09. Dimensionamiento y abastecimiento de la faja transportadora

Para ampliar el conocimiento acerca del transporte y abastecimiento por parte de la faja transportadora, se estableció que por medio de la técnica de la observación resultó un promedio de 25 – 30 unidades de maracuyá por segundo.

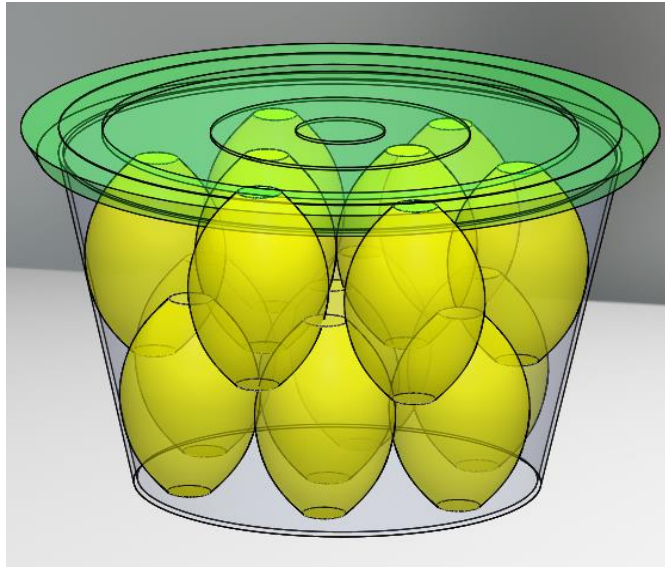


Figura 10. Recipiente de 5 Lt. con 15 Und. de maracuyá

Dónde se comprobó por medio de un software de diseño, que en un recipiente de 5 Litros ingresan 15 maracuyás de 10 cm de alto y 6.5 cm de ancho. Esto quiere decir que 2 recipientes de 5 litros equivalen a 1 cangilón de la faja transportadora. Así mismo, se determinó que la faja transportadora cumple con el abastecimiento de maracuyá, siendo 3 veces mayor a lo requerido, por lo tanto, se optó que la tolva almacenará un producto 60 veces mayor, haciendo un producto de 540 maracuyás, equivalente al abastecimiento libre de 1 minuto.

Esto se debe a que, si llega a existir una falla en la faja transportadora, brinda un tiempo necesario al personal técnico para abastecer la tolva de forma manual en recipientes de 5 o 10 litros según disponga la empresa.

Debido a estos presentes detalles mencionados es el motivo por el que se empleó este tipo de tolva, además de la geometría de la cortadora de maracuyá y porque nos permite tener un mayor control del fruto a cortar.

a) **Cálculos del volumen de la maracuyá y volumen de la tolva**

$$V_p = \frac{T}{\rho_p}$$

Dónde:

$\rho_{maracuyá}$: Densidad del maracuyá (1060.45 kg/m³), ver tabla 06.

T: Cantidad de maracuyá para almacenar en peso

V_p : Volumen del maracuyá.

$$T = 540 \text{ Und} * \frac{160 \text{ gramos}}{1 \text{ Und}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ gramos}} = 86.4 \text{ Kg}$$

$$V_p = \frac{86.4 \text{ kg}}{1060.45 \text{ kg/m}^3} = 0.08147 \text{ m}^3$$

Se diseñó la tolva para que abastezca una cantidad de 540 unidades de maracuyá, con unas medidas promedios de 10 cm de alto y 6.5 cm de ancho, por lo tanto, se sabe que van a ver espacios vacíos dado que la geometría del maracuyá es irregular e indeterminada. Por lo tanto, se aplicó que el maracuyá ocupará un tamaño máximo del 90% del volumen total de la tolva, esto quiere decir que es directamente proporcional y es expresado de la siguiente manera:

$$V_p = V_T \times 90\%$$

Dónde:

V_T : Volumen de la tolva

V_p : Volumen del maracuyá

$$V_{tolva} = \frac{V_p}{0.9} = \frac{0.08147 \text{ m}^3}{0.9} = 0.0905 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, se supo que el volumen de la tolva a diseñar, es de 0.0905 m³, ahora toca definir los ángulos de fricción, para así definir el ángulo de inclinación de la tolva.

b) Ángulo de fricción interna y ángulo de fricción con la pared de la tolva

Ángulo de fricción interna máximo:

Según tabla 12:

$$\varphi_e^\circ = 30^\circ$$

Ángulo de fricción con la pared de la tolva

Según tabla 12:

$$\varphi_w^\circ = 14.03^\circ$$

α° : ángulo de reposo

φ_e° : ángulo de fricción interna

φ_w° : ángulo de fricción con la pared de la tolva

Tabla 15. Parámetros que caracterizan a los silos

Parámetros del material	Rango de valores analizados	Valores obtenidos en laboratorio
Módulo de elasticidad del grano almacenados E , [kPa]	5000	5000
Peso específico del grano ρ , [kNm ⁻³]	7-9	9
Coefficiente de Poisson del grano ν	0.2-0.4	0.3
Ángulo de fricción interna ϕ , [°]	22-30	22
Ángulo de fricción entre el grano y la pared μ , [°]	14.03	14.03
Ángulo de dilatación δ , [°]	0-19	2.5

Fuente: Ercoli, Ciancio, Massey, (2007), Evaluación de la interacción pared en el comportamiento estructural de los silos.

c) **Ángulo vertical (Ángulo de pared o descarga)**

Rango de ángulos de descargas mínimo y máximo.

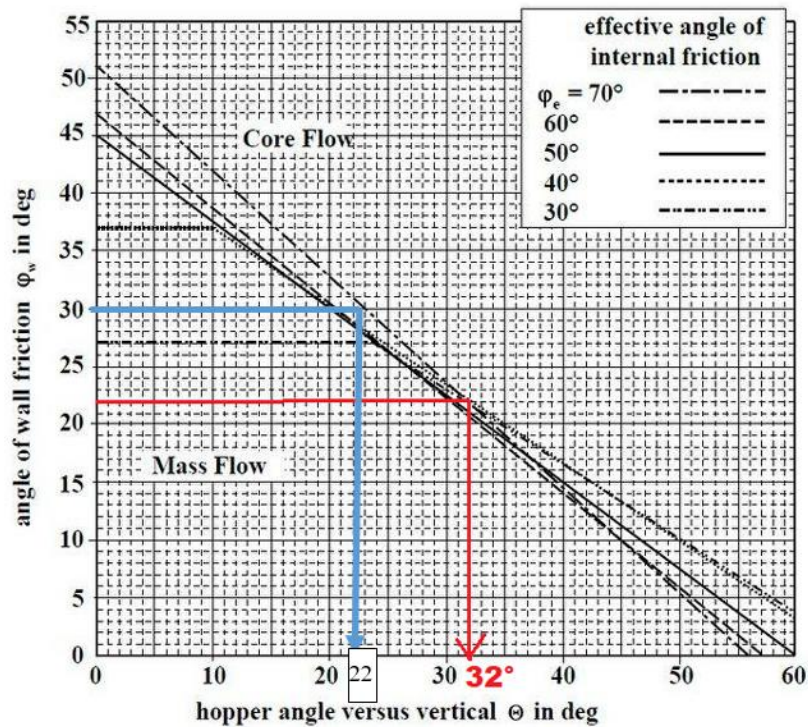


Figura 11. Ángulo de pared o descarga.

$$\Theta^\circ \text{ mínima} = 22^\circ$$

$$\Theta^\circ \text{ máxima} = 32^\circ$$

Dado esto, obtenemos que los ángulos de: fricción interna es 30° y el ángulo de efectivo para el diseño de la tolva $\theta = 32^\circ$. Siendo así, se procedió a determinar las variables restantes, siendo: Altura (h) y Ancho mayor (D).

d) Dimensiones de la tolva

Como ya se sabe, el volumen de la tolva es de 0.0905 m^3 . Por lo tanto, determinaremos las variables restantes, respecto al ángulo de fricción.

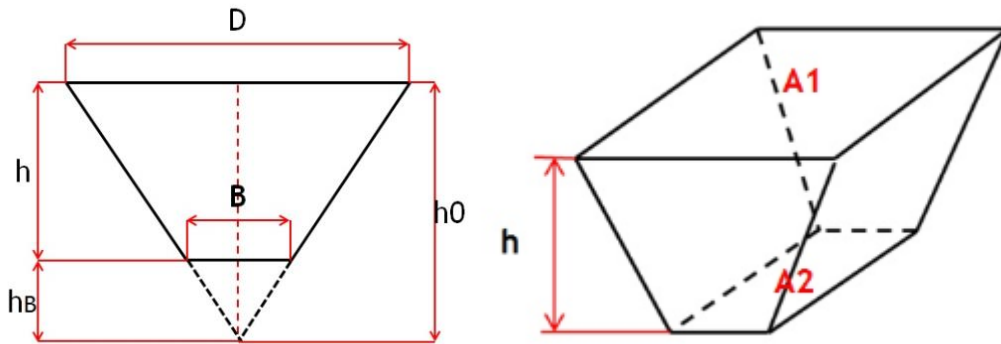


Figura 12. Volumen respecto al ángulo de efectivo de la tolva

$$h = h_0 - h_B$$
$$V = \frac{h}{3} [(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})]$$
$$h_0 = \frac{D}{2 \tan \theta}, \quad h_B = \frac{B}{2 \tan \theta}$$

- Dónde:
- h: Altura efectiva de la tolva
 - hB: Altura respecto a la punta
 - h0: Altura total
 - B: Ancho
 - D: Ancho mayor
 - θ : Ángulo efectivo de la tolva
 - A1: Área mayor
 - A2: Área menor
 - V: Volumen de la tolva

Como se sabe, tenemos dos incógnitas y dos ecuaciones. Por lo tanto, determinaremos (altura efectiva de la tolva), para luego reemplazar en la ecuación del volumen de la tolva.

Altura efectiva de la tolva:

$$h = h_0 - h_B$$

$$h = \frac{\frac{D}{2}}{\tan \theta} - \frac{\frac{B}{2}}{\tan \theta}$$

$$h = \frac{\frac{D}{2}}{\tan 32} - \frac{\frac{0.25}{2}}{\tan 32}$$

Volumen de la tolva:

$$V = \frac{h}{3} [(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})]$$

$$V = \frac{\frac{D}{2 * \tan(32)} - \frac{0.25}{2 * \tan(32)}}{3} [(D * L) + (B * l) + \sqrt{(D * L)(B * l)}]$$

$$V = \frac{\frac{D - 0.25}{2 * \tan(32)}}{3} [(D * L) + (B * l) + \sqrt{(D * L)(B * l)}]$$

$$0.0905 = \frac{\frac{D - 0.25}{2 * \tan(32)}}{3} [(D * 1) + (0.25 * 0.4) + \sqrt{(D * 1)(0.25 * 0.4)}]$$

$$0.0905 = \frac{\frac{D - 0.25}{2 * \tan(32)}}{3} [(D + 0.1) + \sqrt{(D) * 0.1}]$$

$$D = 0.606 \text{ m}$$

Reemplazando D (ancho mayor) en h (altura efectiva):

$$h = \frac{\frac{D}{2}}{\tan \theta} - \frac{\frac{0.25}{2}}{\tan \theta} = \frac{D - 0.25}{2 * \tan(32)} = \frac{0.606 - 0.25}{2 * \tan(32)} = 0.284 \text{ m}$$

Ahora que ya tenemos las dimensiones de la tolva, se procedió a determinar los esfuerzos, cargas aplicadas, presiones, espesor y factor de seguridad indicado.

e) **Cálculo de presión en el fondo y las paredes de la tolva**

Usaremos el método de Janssen para el cálculo de las presiones que ejerce la masa del maracuyá en las planchas de la tolva.

Para este cálculo usaremos la masa total que soportará la tolva que es 86.4 Kg. Determinamos usar acero inoxidable AISI 316 (ver anexo 07).

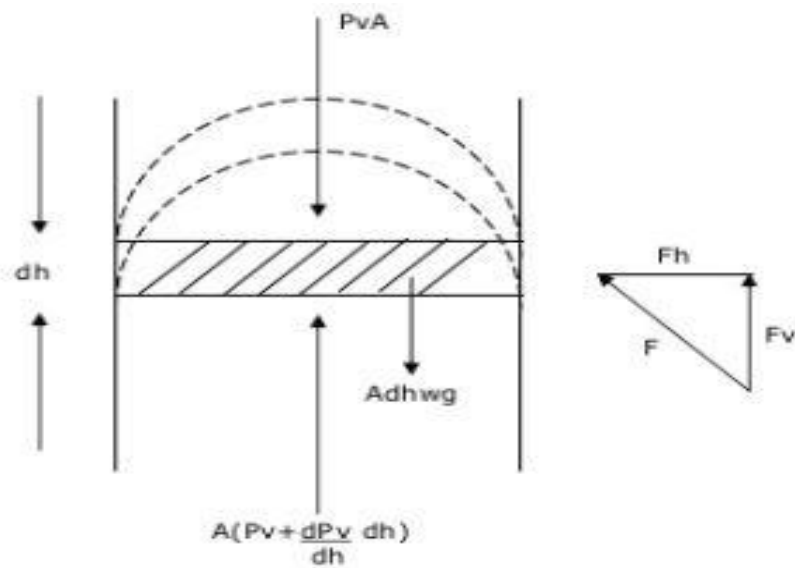


Figura 13. Fuerzas aplicadas en la pared y fondo de la tolva.

Presión en el fondo de la tolva:

$$P_V = \frac{\rho g D}{4\mu k * g_c} \left(1 - e^{\left(\frac{-4\mu K z}{D} \right)} \right)$$

Dónde:

- ρ : Densidad del material (kg/m³) (ver anexo 08)
- z : Altura de tolva = 0.284 (m)
- D : Diámetro mayor de la tolva = 0.606 (m)
- μ : Coeficiente de fricción (tangente de θ) = 0.624
- g_c : 1 kg.m/Ns²
- g : Gravedad local (m/s²)
- K : constante de Janssen, es igual a:

$$K = \frac{1 - \operatorname{sen} \varphi_e}{1 + \operatorname{sen} \varphi_e};$$

φ_e es el ángulo de fricción interna = 30°

Entonces:

$$K = \frac{1 - \operatorname{sen} 30^\circ}{1 + \operatorname{sen} 30^\circ} = 0.333$$

K Constante de Janssen para este caso se toma 0.4 máx., debido a que es mayor a la constante anteriormente calculada.

$$P_V = \frac{8000 * 9.81 * 0.606}{4 * 0.624 * 0.4 * 1} \left(1 - e^{\frac{-4 * 0.624 * 0.4 * 0.284}{0.606}} \right)$$

$$P_V = 17\,800.37 \text{ Pa}$$

Presión en la pared de la tolva:

$$P_w = K * P_v$$

$$P_w = 0.4 * 17\,800.37 \text{ Pa} = 71\,201.48 \text{ Pa}$$

La presión en el fondo de la tolva será de 71 201.48 Pa, sabiendo que las dimensiones de un lado de la plancha son de 0.8m x 2.32m

$$P_w = \frac{F_w}{A}$$

Dónde:

P: presión ejercida en la pared de la tolva (Pa)

F: fuerza ejercida en la pared de la tolva(N)

A: área dónde se aplica la fuerza (m²)

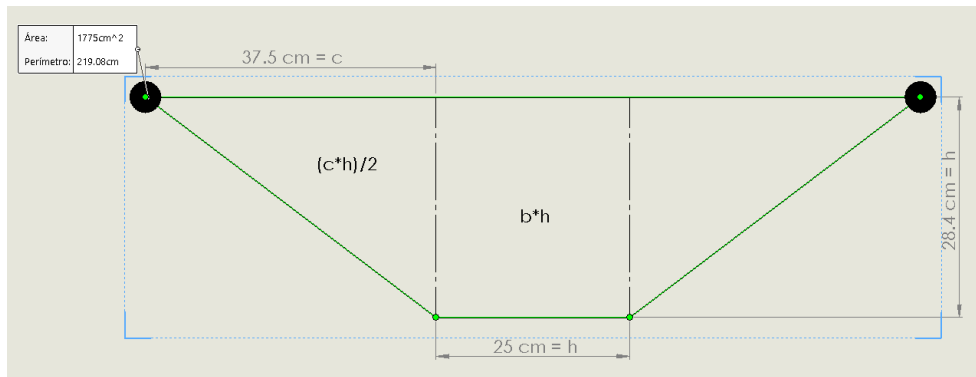


Figura 14. Área y perímetro del lado mayor de la tolva

$$\text{Área} = 2 \frac{c * h}{2} + (b * h) = 1775 \text{ cm}^2 = 0.1775 \text{ m}^2$$

$$F = P \times A = 71\,201.48 \times (0.1775) = 315.062 \text{ N}$$

f) Determinación del espesor:

Espesor mínimo requerido para tolvas según la carga aplicada:

$$t_{e \text{ mínimo}} = \frac{P_w * \Gamma_{\text{hidráulico en una sección trapezoidal}}}{\sigma_{\text{admisible}}}$$

Dónde:

$t_{e \text{ mínimo requerido}}$: espesor mínimo según la carga aplicada (mm)

P_w : presión ejercida en la pared de la tolva(N)

$$\sigma_{\text{admisible}} = \frac{\sigma_{\text{fluencia}}}{C.S. \text{ respecto al límite de la fluencia}}$$

$\sigma_{\text{fluencia}} = 205 \text{ MPa}$ (ver anexo 8)

$C.S. \text{ respecto al límite de la fluencia} = 2$ (ver tabla 07)

$$\sigma_{\text{admisible}} = \frac{205.410}{2} = 102.705 \text{ MPa}$$

$\Gamma_{\text{hidráulico en una sección trapezoidal}}$

$$R = \frac{A}{Per}$$

A: área m².

Per: perímetro mojado (m).

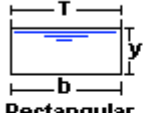

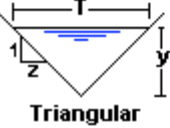
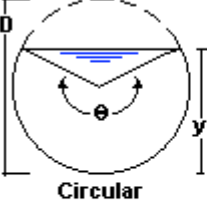
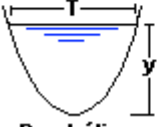
Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$2/3 Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura 15. Tipos de sección, para determinar radio hidráulico.

Desarrollaremos el producto por el método de la igualación para determinar “z”

$z \cong 1$ unidad de desplazamiento en el eje x

$$\frac{T}{2} = Y$$

Dónde:

- $\frac{T}{2} = \frac{\text{base mayor}}{2} = \frac{b}{2} = \frac{0.25m}{2} = 0.125m$
- $Y = \text{altura} = 0.284m$

Desarrollando tenemos:

$$z = 1$$

$$0.125 = 0.284$$

$$z = 0.440$$

Calculamos área:

$$(b1 + (z * y)) * y$$

$$(0.25 + (0.440 * 0.284)) * 0.284 = 0.106 \text{ m}^2$$

Calculamos perímetro mojado:

$$b1 + 2 * y\sqrt{1 + (z^2)}$$

$$0.25 + 2 * 0.284\sqrt{1 + (0.440^2)} = 0.870 \text{ m}$$

Ahora calcularemos el radio hidráulico:

$$R = \frac{A}{Per} = \frac{0.106}{0.870} = 0.12183 \text{ m} = 121.83 \text{ mm}$$

A: Área

Per: Perímetro mojado

Luego de haber determinado todas las incógnitas se procedió a determinar el espesor mínimo requerido para tolvas según la carga aplicada:

$$t_{e \text{ mínimo}} = \frac{Pw * r_{\text{hidráulico en una sección trapezoidal}}}{\sigma_{\text{admisible}}}$$

$$t_{e \text{ mínimo}} = \frac{0.07120848 \text{ MPa} * 121.83 \text{ mm}}{102.705 \text{ MPa}} = 0.084 \text{ mm}$$

Para finalizar se evaluó los espesores disponibles que elabora el fabricante FERMET (ver anexo 9), dónde se seleccionó un espesor mínimo de 1/8" quiere decir 3.175 mm. Cuya evaluación fue sometida por medio de un software de diseño que visualiza líneas abajo (4. modelamiento de los elementos de la máquina cortadora).

Sistema de corte y empuje.

Para este apartado, se consideró agrupar ambos sistemas debido a que se realiza 3 condiciones de diseño, que es evaluada bajo una matriz gráfica paramétrica.

A. Cuchillas

a) Geometría y parámetros de corte.

Luego de haber determinado el flujo volumétrico de producción, ahora determinaremos la fuerza de corte a aplicar sobre el maracuyá, teniendo en cuenta que uno de los parámetros a considerar, son: que el corte se realice de manera vertical, en un solo tramo y que la cascara resulte en dos partes, con la finalidad de poder darle otro fin. Por lo tanto, teniendo en cuenta estos parámetros se desarrolló una evaluación exhaustiva, en equipos que determinen el corte para diversos frutos, entre ellos el principal “El maracuyá”. Luego de esto se determinó que los investigadores (Castro M. y Tirira S., 2014), desarrollaron un aplicador de cargas para la determinación de la fuerza de corte requerida, para algunos frutos entre ellos el maracuyá. Además, también se determinó en ángulo de corte y la geometría de diseño. Que fueron descritos a continuación:



Figura 16. Aplicador de cargas en frutos.

Este aplicador de cargas, nos permite determinar la fuerza requerida para ejecutar un corte limpio, de manera vertical y en dos partes. Lo cual cumple con todos los requerimientos planteados líneas arriba. Obteniendo una fuerza requerida en peso de: 15 Kg.

Tabla 16. Resultados de la fuerza requerida en peso para algunos frutos

FRUTA	FUERZA DE CORTE(Kg)
Naranja	10
Tomate de árbol	13
Guayaba	7.5
Granadilla	15
Quiqui	13
Maracuyá	15.5
Mango	14.5
Frutilla	7

Fuente: Castro M y Tirira (2014), Diseño de un aplicador de cargas.

Dada la presente tabla, podemos apreciar la evaluación de corte y diversos frutos, resaltando el fruto de interés, siendo para este caso “El maracuyá”.

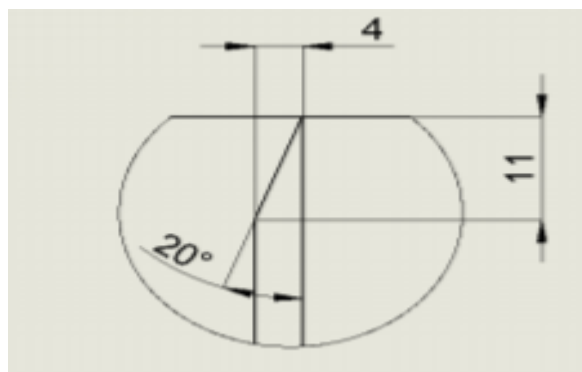


Figura 17. Determinación del ángulo de corte y la geometría de diseño.

En la figura 17, presentamos el ángulo adecuado, cuya finalidad fue obtener un corte limpio, de manera vertical, el espesor requerido y la longitud de corte. Todos estos parámetros fueron obtenidos bajo un análisis de pruebas que llevaron a cabo los investigadores (Castro M. y Tirira S., 2014).

b) Fuerza de corte.

Luego de los datos recolectados procedemos a determinar la fuerza de corte necesaria para el fruto de maracuyá en Newtons.

$$F_{corte} = m * g = 15.5 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s} = 152.05 \text{ N} = F_c$$

La fuerza total que soporta la cuchilla, es igual a la sumatoria de fuerzas: de la fuerza de corte y la fuerza total producida por el peso de la fruta que llega de los cangilones. Que es expresada en la siguiente ecuación:

$$F_{tc} = F_c + F_{ec}$$

F_{tc} : $F_{total\ cuchilla}$

La cual procederemos a determinar la $F_{emitida\ por\ cangilones}$: F_{ec}

$$F_{ec} = m_{mec} * g$$

F_{ec} : Fuerza emitida por la masa que lleva cada cangilón.

m_{mec} : $m_{maracuyá\ emitida\ por\ el\ cangilón}$ Masa emitida por el cangilón.

g = Gravedad (9.81 m/s²)

$$m_{mec} = 30 \text{ und} * \frac{160 \text{ gramos}}{1 \text{ und}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ gramos}}$$

$$m_{mec} = 4.8 \text{ Kg}$$

Por lo tanto:

$$F_{ec} = 4.8 \text{ Kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} = 47.088 \text{ N}$$

Entonces, determinaremos la fuerza total de la cuchilla:

$$F_{tc} = 152.055 \text{ N} + 47.088 \text{ N} = 199.143 \text{ N} = 20.3 \text{ Kgf}$$

c) **Determinación del diámetro requerido.**

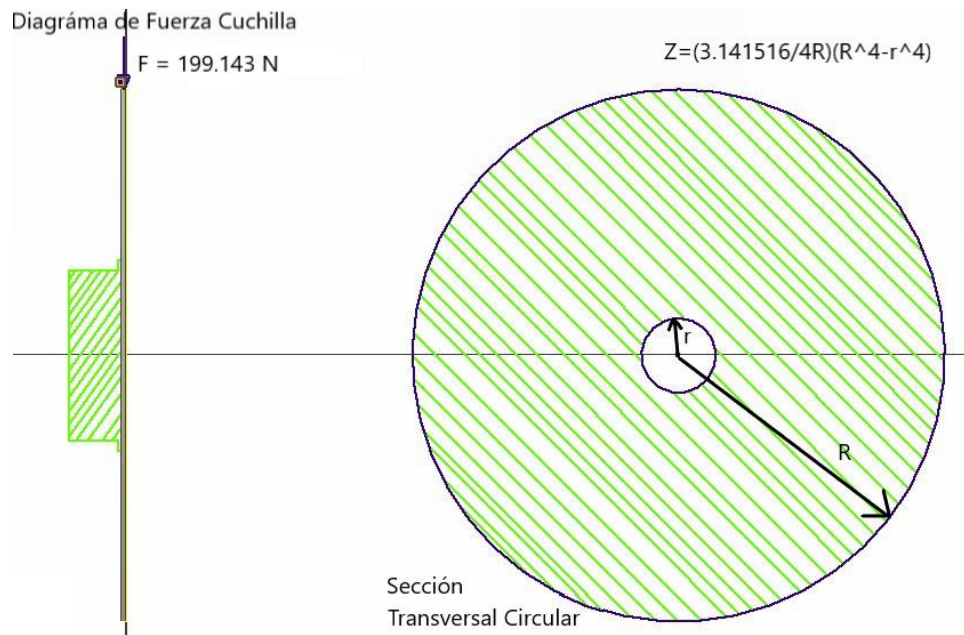


Figura 18. Diagrama de cuerpo libre y sección transversal de la cuchilla.

Para la determinación del radio requerido, nos basamos en el área total a cortar por segundo esto quiere decir 19.5 cm largo por un ancho de 30 cm. (ver figura 07). Luego, de determinar el área requerida a cortar, evaluaremos la longitud de arco y radio necesario para cumplir con el área requerida. Para esto, se tomaron datos del proveedor de cuchillas industriales de acero inoxidable 316 "Perfil F". Las cuales detallan la selección del perfil, (Ver anexo 10).

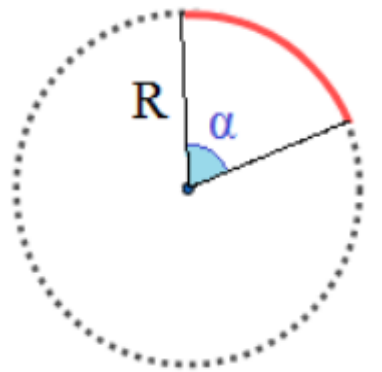
Tabla 17. Cuchillas tipo F, Acero Inoxidable 316

Código	Descripción	Ø agujero / eje (mm)	Ø ext. (mm)
10LM220F32	Cuchilla – Perfil "F"	32	220
10LM250F32	Cuchilla – Perfil "F"	32	250
10LM300F32	Cuchilla – Perfil "F"	32	300
10LM300F70	Cuchilla – Perfil "F"	70	300
10LM360F70	Cuchilla – Perfil "F"	70	360
10LM400F70	Cuchilla – Perfil "F"	70	400

10LM450F70	Cuchilla – Perfil “F”	70	450
10LM470F70	Cuchilla – Perfil “F”	70	470
10LM500F70	Cuchilla – Perfil “F”	70	500
10LM600F70	Cuchilla – Perfil “F”	70	600
10LM700F70	Cuchilla – Perfil “F”	70	700
10LM730F70	Cuchilla – Perfil “F”	70	730

Fuente: Cevenini, (2020). Proveedores de herramientas industriales.

Longitud de arco y radio requerido:



$$L_{\alpha^{\circ}} = \frac{2 * \pi * R * \alpha^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$\alpha^{\circ} = 90^{\circ}$$

debido a la longitud de contacto

Figura 19. Longitud de arco y radio

$$R_{cortar} = 19.5 \text{ cm.} < R_{requerido}$$

$$R_{requerido} = \frac{\phi_{ext} - \phi_{agujero}}{2} = \frac{470 \text{ mm} - 70 \text{ mm}}{2} = 200 \text{ mm}$$

Por lo tanto, si cumple y evaluaremos la longitud de contacto con un R = 470 mm Reemplazando, obtenemos:

$$L_{\alpha^{\circ}} = \frac{2 * \pi * 470 \text{ mm} * 90^{\circ}}{360^{\circ}} = 738.27 \text{ mm.}$$

d) Cálculo del momento flector, esfuerzo máximo y factor de seguridad en la cuchilla circular.

Luego de haber obtenido los diámetros requeridos por medio de la empresa proveedora, se procedió a evaluar los esfuerzos a los que está sometida la cuchilla, según los espesores estandarizados por normas ya establecidas, cuyos espesores de trabajo son: 4mm, 5mm, y 6mm:

Dónde, momento máximo:

$$\sum M_o = 0 = -F_{tc} * d_{ec} + M_m$$
$$M_m = F_{tc} * d_{ec}$$

$$F_{tc} = 199.143 \text{ N.}$$

d_{ec} : *d*espesor de la cuchilla.

Dónde, esfuerzo máximo:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{I/c} = \frac{M_m}{Z}$$
$$Z_{stc} = \frac{\pi}{4R} * (R^4 - r^4)$$

Z_{stc} : *Z*sección transversal circular.

$$R = 0.470 \text{ mm.}$$

$$r = 0.70 \text{ mm.}$$

$$Z_{stc} = \frac{\pi}{4 * 0.470} * (0.470^4 - 0.70^4) = 0.08150 \text{ m}^3.$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_m}{Z} = \frac{M_m}{0.08150}$$

Dónde, factor de seguridad bajo trabajo en la cuchilla:

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{max}} = \frac{205.41 \text{ MPa}}{\sigma_{max} \text{ MPa}}$$

Por lo tanto, obtenemos:

Tabla 18. Resumen de Cálculos de Momentos, esfuerzos y factor de seguridad.

	Espesores		
	0.004 m	0.005 m	0.006 m
Momento Máximo (M_m)	0.7965 N*m	0.9957 N*m	1.1948 N*m
Esfuerzo Máximo (σ_{max})	9.77 MPa	12.2 MPa	14.66 MPa
Factor de seguridad (n)	21	16.8	14.01

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al analizar la tabla se optó por una cuchilla de 4 mm de espesor, 470 mm de diámetro exterior, 70 mm de diámetro interior y acero inoxidable 316. Dando paso a determinar la cantidad de cuchillas a emplear por el área efectiva, teniendo en cuenta que el bocín tiene una longitud de 1 1/32". Y la separación entre cuchilla y cuchilla será de 4 cm. Entonces procederemos a determinar las cantidades, según el área efectiva.

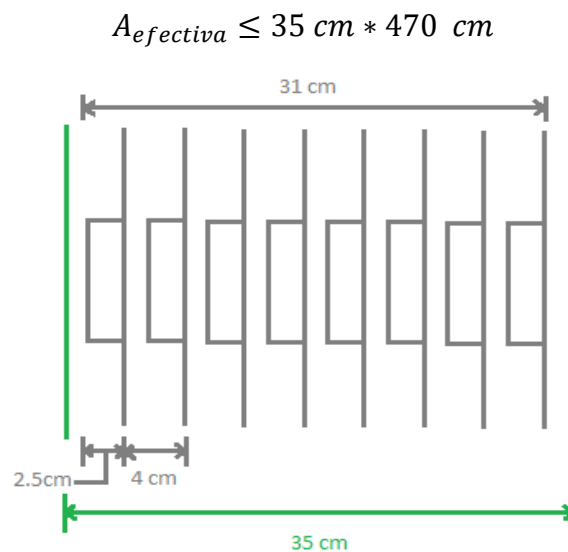


Figura 20. Distribución y cantidad de cuchillas

Por lo tanto, obtenemos 8 cuchillas distribuidas a una separación de 4 cm. Dónde en el apartado 4 se realizó el análisis de elementos finitos de esfuerzos, deformación y coeficiente de seguridad.

e) Potencia del motor.

Para la potencia del motor, se consideran las cargas que actúan sobre la cuchilla, las cuchillas y el eje. Dónde será presentado en la siguiente fórmula:

$$P_m = P_c + P_{cu} + P_{eje}$$

$$P_c = F_{mm} * r_c * \omega_{angular}$$

$$P_{cu} = F_{rmc} * r_c * \omega_{angular}$$

$$P_{eje} = F_{rme} * r_{eje} * \omega_{angular}$$

P_m : P_{motor} .

P_c : P_{carga} .

P_{cu} : $P_{cuchillas}$.

F_{mm} : $F_{maracuyá a moler}$.

r_c : $r_{cuchilla}$.

F_{rmc} : $F_{requiere mover cuchilla}$.

F_{rme} : $F_{requiere mover eje}$.

Dónde, la $\omega_{angular} = 1750 \text{ rpm} = 183.25 \text{ rad/s}$:

$$P_c = 4.8 \text{ kg} * 9.81 * \frac{0.470}{2} * 183.25 = 2027.78 \text{ Watts.}$$

$$P_{cu} = 152.055 * \frac{0.470}{2} * 183.25 = 6548.05 \text{ Watts.}$$

$$P_{eje} = \left(\left(\pi * \left(\frac{0.07}{2} \right)^2 * 0.7 \right) * 8000 \right) * 9.81 * \frac{0.070}{2} * 183.25 = 1355.98 \text{ Watts.}$$

Entonces:

$$P_m = P_c + P_{cu} + P_{eje}$$

$$P_m = 2.027 \text{ Kwatts} + 6.548 \text{ Kwatts} + 1.355 \text{ Kwatts} = 9.93 \text{ Kwatts}$$

f) Potencia requerida.

Para determinar la potencia requerida se debe multiplicar por un factor de servicio 1.15, bajo la normativa MG-1 Por lo tanto, obtenemos:

Tabla 19. Factor de servicio de un motor trifásico

Hp	Service factor					
	Synchronous speed, rpm					
	3600	1800	1200	900	720	600
1/20	1.4	1.4	1.4	1.4	----	----
1/12	1.4	1.4	1.4	1.4	----	----
1/8	1.4	1.4	1.4	1.4	----	----
1/6	1.35	1.35	1.35	1.35	----	----
1/4	1.35	1.35	1.35	1.35	----	----
1/3	1.35	1.35	1.35	1.35	----	----
1/2	1.25	1.25	1.25	1.15*	----	----
3/4	1.25	1.25	1.15*	1.15*	----	----
1	1.25	1.15*	1.15*	1.15*	----	----
1-1/2- 125	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
150	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
200	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	----
250	1.10	1.15*	1.15*	1.15*	----	----

Fuente: Motortico, (2015). Factor de servicio.

$$P_{requerida} = P_{motor} * f_{servicio} = K \text{ watts}$$

$$P_{requerida} = 9.93 * 1.15 = 11.41 \text{ K watts}$$

Con los datos calculados determinamos la potencia requerida en Hp siendo un total de 15.3 Hp, trifásico 220 / 440.

g) Diámetro del eje para el motor

Por lo tanto, calcularemos el torque generado en la cuchilla y se toman los siguientes valores:

$$P_r: P_{requerida} = 11.41 \text{ K watts.}$$

$$\omega_{amc}: \omega_{angular \text{ en el motor para la cuchilla}} = 1750 \text{ rpm en la cuchilla.}$$

$$S_y = 205.41 \text{ Mpa.}$$

$$ns = 3.$$

$$T_{motor \text{ cuchilla}} = \frac{9550 * P_r}{\omega_{amc}} = \frac{9550 * 11.41}{1750} = 62.26 \text{ N - m}$$

$$d = \left(\frac{32 * ns}{\pi * S_y * 10^6} * \left(\frac{3 * T^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} * 1000$$

$$d = \left(\frac{32 * 3}{\pi * 205.41 * 10^6} * \left(\frac{3 * 62.26^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} * 1000 = 20.01 \text{ mm}$$

Ahora determinaremos el diámetro requerido para el motor de la cuchilla, utilizando el criterio de Tresca, aplicado en materiales de acero Inoxidable, donde se considera un 30% adicional por chaveta. Obteniendo un diámetro requerido de 26.01 mm. siendo un valor en pulgadas de 1 1/32".

h) **Cálculo del canal chavetero para el motor y el bocín de la cuchilla.**

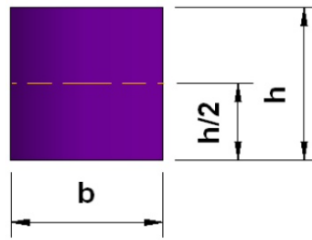


Figura 21. Canal chavetero

- Canal chavetero para el motor.

$$h = b = \frac{1}{4} * \varnothing = \frac{1}{4} * 26.01 \text{ mm} = 6.5 \text{ mm}$$

Ahora, determinando la longitud:

$$l \geq \frac{4 * T * 10^3 * ns}{D * b * S_y}$$

$$l \geq \frac{4 * 62.26 * 10^3 * 3}{26.01 * 6.5 * 205.41} = 21.51 \text{ mm}$$

- Canal chavetero para el bocin.

$$h = b = \frac{1}{4} * \varnothing = \frac{1}{4} * 70 \text{ mm} = 17.5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{aplastamiento}} = \frac{F}{A_{\text{aplast}}} = \frac{2T * 10^3}{D * l * h/2} = \frac{2 * 62.26 * 10^3}{70 * (17.5) * 8.75} = 11.61 \text{ N - m}$$

Ahora, determinando la longitud:

$$l \geq \frac{2 * T * 10^3 * ns}{D * h * \sigma_{\text{aplastamiento}}}$$

$$l \geq \frac{2 * 62.26 * 10^3 * 3}{70 * 17.5 * 11.61} = 26.26 \text{ mm}$$

B. Disco empujador

- a) Ubicación, geometría, sentido de giro y cámara de alimentación.

En el diseño del disco empujador se determinó evaluar una matriz gráfica paramétrica, con la finalidad de evaluar las variables: ubicación, geometría, sentido de giro y la cámara de alimentación. Lo expresaremos en 3 condiciones gráficas de diseño de solución, realizadas en Dibujo técnico – SolidWorks 2017:

Las medidas presentadas en la figura 21, 22 y 23. Son el resultado de la medida calculada en la cuchilla y en el flujo de producción. Además, el ángulo de inclinación fue determinado, como el ángulo de fricción interna mínima 22° . Ver, (tabla 15). Y son evaluadas en la matriz gráfica. Ver, (tabla 20).

Condición 1:

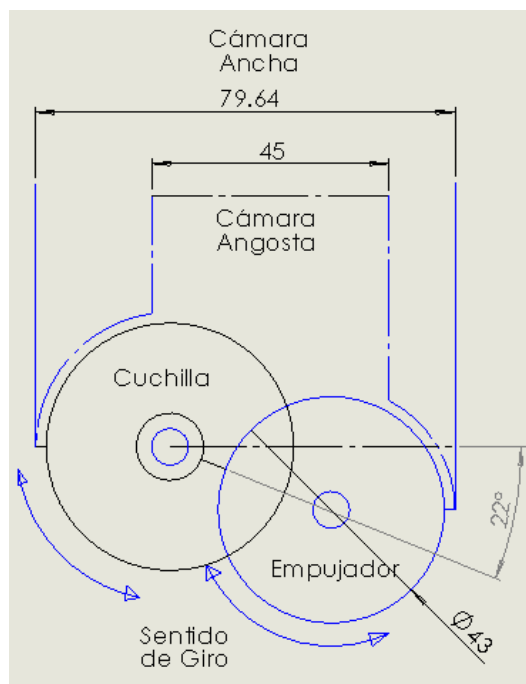


Figura 22. Solución de diseño 1

Condición 2:

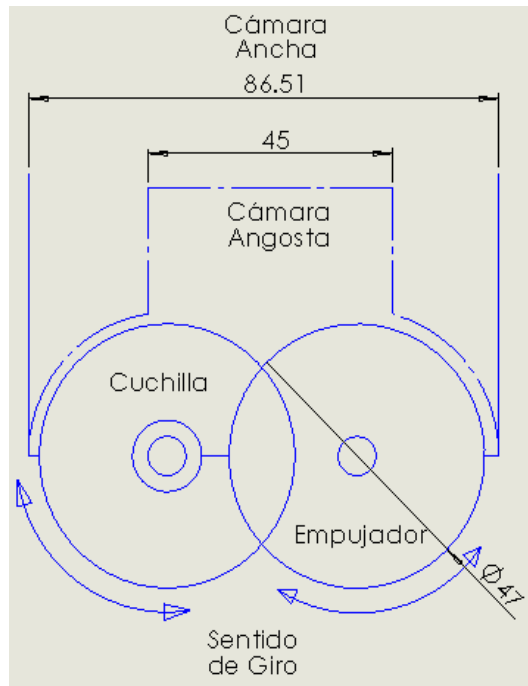


Figura 23. Solución de diseño 2

Condición 3:

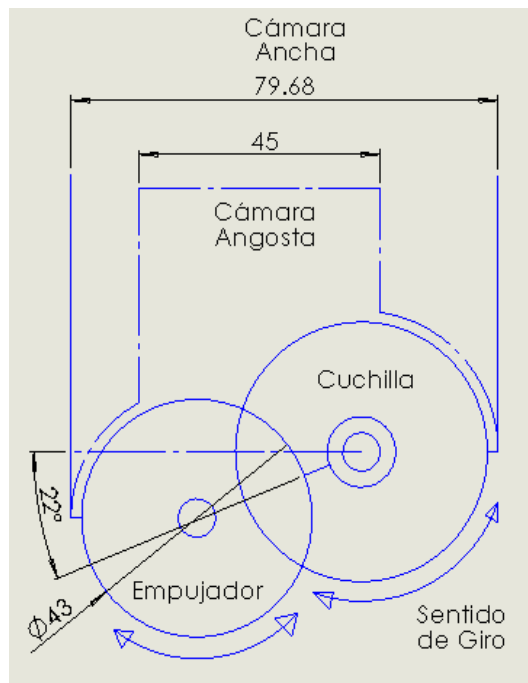
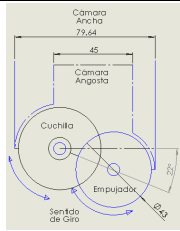
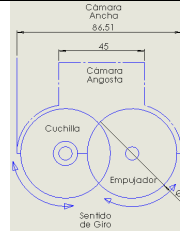
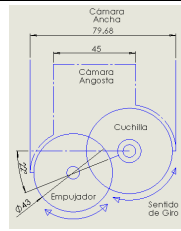


Figura 24. Solución de diseño 3

Tabla 20. Evaluación gráfica por criterios ponderados.

Evaluación de gráfica de diseño			
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
			
Criterios	Ponderación	Ponderación	Ponderación
Cámara de alimentación Ancha / Angosta	Angosta 4	Angosta 3	Angosta 2
Distinto sentido de giro hacia el Interior / Exterior	Interior 5	Interior 4	Interior 3
Geometría / inclinada a la derecha / izquierda / recta	Inclinada Derecha 5	Recta 3	Inclinada Izquierda 2
Corte vertical / horizontal / 1, 2 o 3 aspas	Vertical / 3 aspas 5	Ambas / 3 aspas 3	Vertical / 3 aspas 4
Seguridad	5	4	3
Total	24	17	14

Nota: Ponderación de 1, representando la ponderación más baja. En tanto la ponderación 5, siendo la más alta.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente a la evaluación gráfica, realizada por criterios ponderados. Obtenemos datos técnicos, la geometría adecuada y la ubicación para el disco empujador. Teniendo como dato principal el diámetro que ocupa el disco. Siendo de 43 cm. Dando paso a su evaluación y diseño, con tres aspas. Por lo tanto, determinamos los lados y el área de un triángulo equilátero inscrito en una circunferencia de diámetro 43 cm, tenemos:

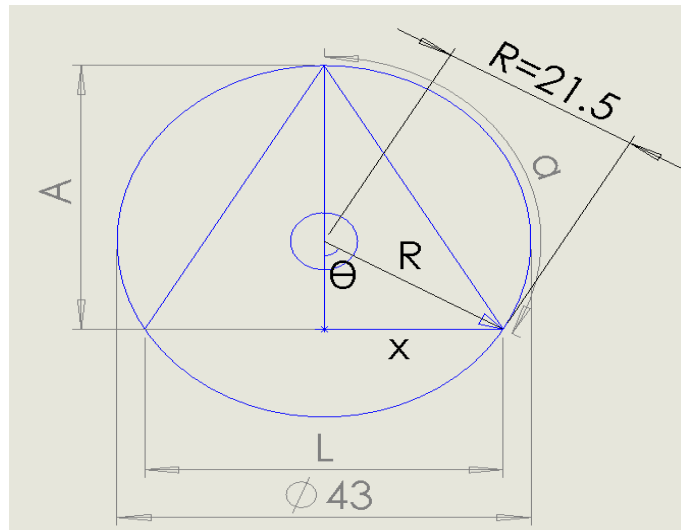


Figura 25. Triángulo inscrito en una circunferencia de 43 cm de diámetro

$$\theta = \frac{\left(\frac{360}{n \text{ lados}}\right)}{2}, \quad \alpha = \left(\frac{360}{n \text{ lados}}\right)$$

$$L_{\text{longitud de lado}} = 2x = L$$

$$\text{Área}_{\Delta \text{ equilátero}} = \frac{\sqrt{3}}{4} * A$$

$$A = \frac{\sqrt{3} * L}{2}$$

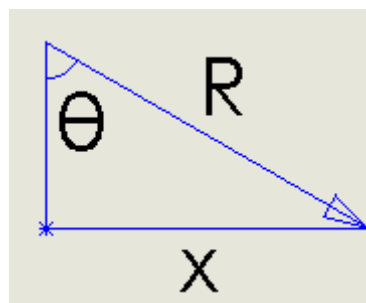


Figura 26. Determinación del cateto opuesto

$$\text{sen } \theta = x/R$$

Entonces, reemplazando datos tenemos:

$$\theta = \frac{\left(\frac{360}{3}\right)}{2} = 60^\circ \quad , \quad \alpha = \left(\frac{360}{3}\right) = 120^\circ$$

$$\text{sen } 60 = x/21.5$$

$$x = 21.5 * \text{sen } 60 = 18.61 \text{ cm}$$

$$L_{\text{longitud de lado}} = L = 2x = 2 * (18.619) = 37.24 \text{ cm.}$$

$$A = \frac{\sqrt{3} * L}{2} = \frac{\sqrt{3} * 37.24}{2} = 37.25$$

$$\text{Área}_{\Delta \text{ equilátero}} = \frac{\sqrt{3}}{4} * A = \frac{\sqrt{3}}{4} * 37.25 = 16.12 \text{ m}^3$$

Ahora, habiendo determinado los lados en $L_{\text{longitud de lado}}$ y el $\text{Área}_{\Delta \text{ equilátero}}$. Sabemos, las medidas máximas que pueden aplicarse para cada aspa y el área de trabajo, para el empujador. Dando paso a determinar su geometría final con una separación de 120° según cálculo y un espesor de $1 \frac{1}{2}$ ", equivalente a 3.81cm. Por lo tanto, determinamos que es aplicable, debido a que se encuentra dentro del rango de medida de separación, siendo esta de 4 cm.

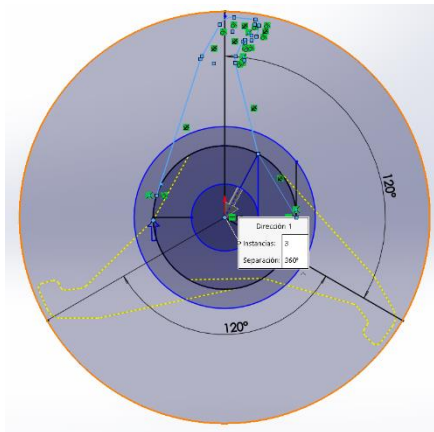


Figura 27. Matriz circular a separación 120°

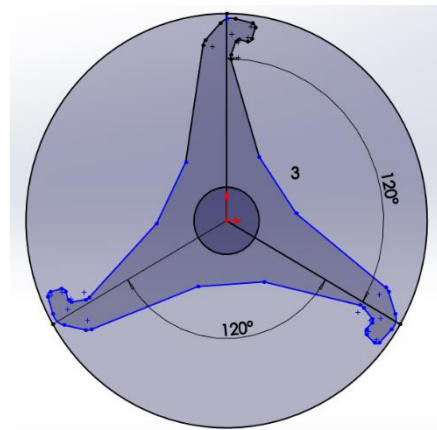


Figura 28. 3 espas con gancho para dar firmeza al corte

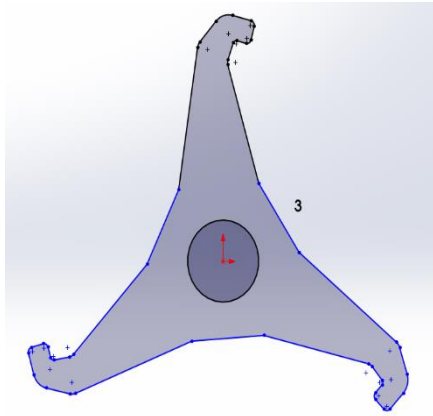


Figura 29. Geometría definida de las aspas

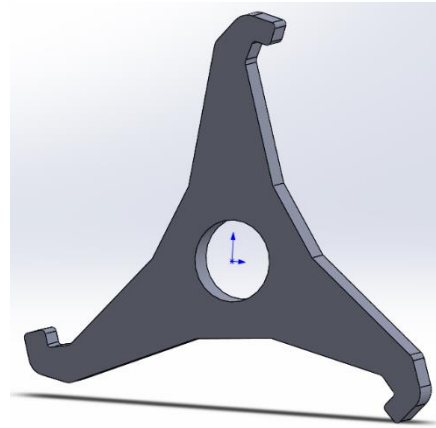


Figura 30. Isométrico del empujador.

Luego de haber determinado la geometría del empujador y haber aplicado las cargas correspondientes, que son presentadas a detalle en el capítulo 4. Modelamiento de cargas por análisis de elementos finitos. Pasaremos a determinar las cantidades de empujadores y la potencia del motor requerida.

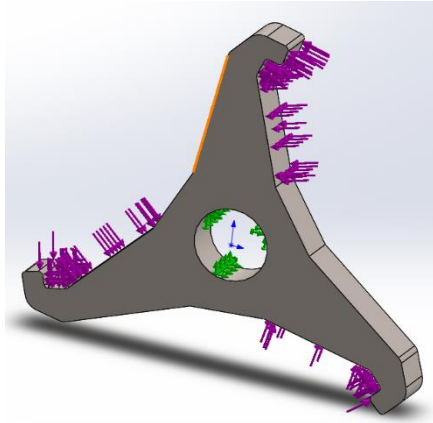


Figura 31. Fuerzas aplicadas sobre las aspas.

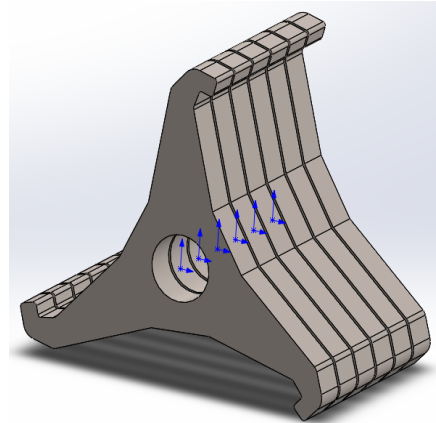


Figura 32. Distribución de empujadores a lo largo de un eje

En la figura 31. Se muestra la cantidad de empujadores con una separación de 6 mm, dando el espacio requerido para el libre accionamiento de las cuchillas. Hallando así, un total de 7 empujadores. Por lo tanto, ahora determinaremos el torque y la potencia requerida.

b) Potencia del motor.

Para la potencia del motor, se consideran las cargas que actúan sobre el empujador. Dónde será presentado en la siguiente fórmula:

$$P_{motor} = P_{em} + P_{ca}$$

La velocidad angular requerida para el empujador, es de 1 vuelta por segundo, equivalente a 60 rpm = 6.28 rad/s. Por lo tanto, emplearemos un motor de 1200 rpm, siendo este el más comercial.

$$P_{ca} = F_{ma} * r_{em} * \omega_{angular}$$

$$P_{em} = F_{re} * r_{em} * \omega_{angular}$$

P_{ca} : P_{carga} .

F_{ma} : $F_{maracuyá}$.

r_{em} : $r_{empujador}$.

P_{em} : $P_{empujador}$.

F_{re} : $F_{requiere mover empujador}$.

Dónde, la $\omega_{angular} = 1200 \text{ rpm} = 125.66 \text{ rad/s}$:

$$P_{ca} = 199.143 * \frac{0.430}{2} * 125.66 = 5380.22 \text{ Watts.}$$

$$P_{em} = \left((0.00124503942 * 8000 * 9.81) * \frac{0.430}{2} * 125.66 \right) = 2629.15 \text{ Watts.}$$

Datos, del empujador obtenidos por medio del software.

```
Propiedades de masa de boceto
Configuración: Predeterminado
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --

Densidad = 0.01 gramos por milímetro cúbico
Masa = 9960.32 gramos
Volumen = 1245039.42 milímetros cúbicos
Área de superficie = 122126.23 milímetros cuadrados

Centro de masa: ( milímetros )
X = 0.00
Y = 0.00
Z = -19.05

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ( gramos * milímet.
Medido desde el centro de masa.
Ix = ( 1.00, 0.00, 0.00) Px = 65473545.26
Iy = ( 0.00, 1.00, 0.00) Py = 65473545.26
Iz = ( 0.00, 0.00, 1.00) Pz = 128537341.58
```

Figura 33. Valores del empujador.

Entonces:

$$P_{motor} = P_{ca} + P_{em}$$

$$P_{motor} = 5.380 \text{ Kwatts} + 2.629 \text{ Kwatts} = 8.009 \text{ K watts}$$

c) Potencia requerida.

Para determinar la potencia requerida se debe multiplicar por un factor de servicio 1.15, bajo la normativa Nema MG-1 Por lo tanto, obtenemos:

Tabla 21. Factor de servicio, para motores trifásicos.

Hp	Service factor					
	Synchronous speed, rpm					
	3600	1800	1200	900	720	600
1/20	1.4	1.4	1.4	1.4	----	----
1/12	1.4	1.4	1.4	1.4	----	----
1/8	1.4	1.4	1.4	1.4	----	----
1/6	1.35	1.35	1.35	1.35	----	----
1/4	1.35	1.35	1.35	1.35	----	----
1/3	1.35	1.35	1.35	1.35	----	----
1/2	1.25	1.25	1.25	1.15*	----	----
3/4	1.25	1.25	1.15*	1.15*	----	----
1	1.25	1.15*	1.15*	1.15*	----	----
1-1/2-	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
125						
150	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
200	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	----
250	1.10	1.15*	1.15*	1.15*	----	----

Fuente: Motortico, (2015). Factor de servicio.

$$P_{requerida} = P_{motor} * f_{servicio} = K \text{ watts}$$

$$P_{requerida} = 8.009 * 1.15 = 9.21 \text{ K watts}$$

Con los datos calculados determinamos una potencia requerida de 12.35 Hp, con una relación de 1:8 siendo una velocidad angular de salida de 150 rpm, trifásico 220 / 440.

d) Cálculo del eje en el empujador.

Para ello se toman los siguientes valores:

$$P_{requerida} = 9.21 \text{ K watts.}$$

$$\omega_{angular} = 60 \text{ rpm en el empujador.}$$

$$S_y = 205.41 \text{ Mpa.}$$

$$ns = 3.$$

Por lo tanto, calcularemos el torque generado en el empujador.

$$T_{empujador} = \frac{9550 * P_{requerida}}{\omega_{angular \text{ en el empujador}}} = \frac{9550 * 9.21}{60} = 1465.925 \text{ N - m}$$

Ahora determinaremos el diámetro requerido para el empujador, utilizando el criterio de Tresca, aplicado en materiales de acero Inoxidable con un 30% adicional por chaveta.

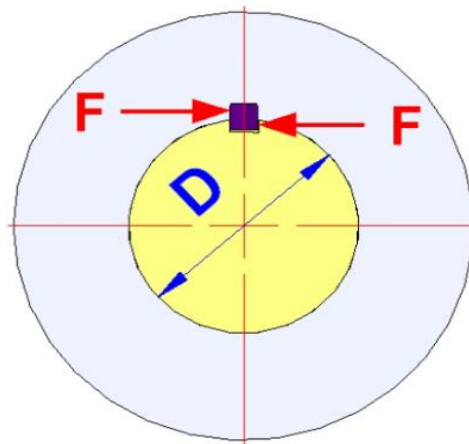


Figura 34. Diámetro requerido - Tresca

$$d = \left(\frac{32 * ns}{\pi * S_y * 10^6} * \left(\frac{3 * T^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} * 1000$$

$$d = \left(\frac{32 * 3}{\pi * 205.41 * 10^6} * \left(\frac{3 * 1465.925^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} * 1000 = 57.37mm$$

Aplicando el criterio de Tresca, obtenemos un diámetro requerido de 74.5 mm. siendo un valor en pulgadas de 2 15/16”.

e) cálculo del canal chavetero.

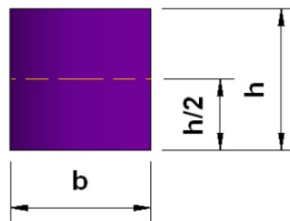


Figura 35. Canal chavetero

$$a = b = \frac{1}{4} * \varnothing = \frac{1}{4} * 74.6125mm = 18.65mm$$

Ahora, determinando la longitud:

$$l \geq \frac{4 * T * 10^3 * ns}{D * b * S_y}$$

$$l \geq \frac{4 * 1465.925 * 10^3 * 3}{74.6125 * 18.65 * 205.41} = 61.54 mm$$

I. Sistema de transmisión

A. Diámetro de Polea y N° de Fajas.

Cuchilla

Se optó por un tipo de poleas en “v” debido a las condiciones de potencia, de cargas y velocidades. Por tanto, para su determinación del diámetro requerido y tipo de poleas en la cuchilla, se rige en los datos de la tabla mostrada:

Tabla 22. Diámetros aceptables según las revoluciones y potencias.

Sección B																			
N° R.P.M de la polea menor	Prestación base (en HP)																		
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)																		
	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	168	173	178	183	188	193	198	203	
870	1.74	1.93	2.12	2.31	2.49	2.68	2.87	3.05	3.24	3.42	3.60	3.79	3.97	4.15	4.33	4.50	4.68	4.86	
1160	2.12	2.36	2.61	2.85	3.09	2.32	3.56	3.80	4.03	4.26	4.49	4.72	4.94	5.17	5.39	5.61	5.83	6.05	
1750	2.12	3.06	3.39	3.72	4.05	4.37	4.69	5.01	5.32	5.62	5.92	5.92	6.22	6.51	6.80	7.08	7.36	7.90	

Fuente: Diseño de elementos de máquinas, (2012).

$N_{canales} = \text{Criterio del diseñador para la cantidad de bandas.}$

$D_{ppr}: D_{polea}$ según la Potencia requerida.

$$D_{ppr} = \frac{P_{total\ cuchilla}}{N_{canales}} = \frac{15.3}{3} = 5.1HP\ por\ canal$$

Por lo tanto, tenemos un diámetro primitivo requerido de 157 mm. y comprobando los resultados obtenidos aplicaremos una medida de correctiva según la norma BS 3790, dónde nos recomienda emplear el siguiente diámetro.

Tabla 23. Diámetros mínimos de la polea

Diámetro polea (mm)	Z	A	B	C	D	E
60	V					
63	R					
67	V					
71	R	V				
75	V	V				
80	R	V				
90	V	R				
95		V				

100	R	R	
106		V	
112	V	R	V
118		V	V
125	R	R	V
132		V	V
140	V	R	R
150	V	V	V
160	R	R	R
170			V

Fuente: Norma BS 3790, (2013).

Entonces, habiendo obtenido un diámetro de 160 mm, equivalente a 6 19/64”
 Para la determinación del número de fajas se determinó, por medio de la potencia de arranque y la potencia permitida. Y es expresada en la siguiente fórmula:

$$N_c = \frac{H_d}{H_{d'}}$$

H_d = potencia de diseño.

$$H_d = H_i * K_s$$

Dónde:

$$H_i = \text{Potencia indicada} = 15.3 \text{ HP}$$

$$K_s = \text{Factor de seguridad} = 1.4 \text{ (Según tabla 22)}$$

$$H_d = 15.3 * 1.4 = 21.42 \text{ HP}$$

Tabla 24. Clase de trabajo, según tipos de máquina

Tipos de máquinas o equipos	Servicio intermitente	Servicio normal	Servicio continuo
Agitadores para líquidos			
Sopladores y aspiradores	1.1	1.2	1.3
Transportadores de trabajo ligero			
Ventiladores de hasta 10 caballos de fuerza			
Transportadores de banda para arena, grano, ect.			
Bombas rotativas de desplazamiento positivo			
Máquinas herramientas			
Maquinaria de lavandería			
Mezcladoras de masa			
Ejes de línea	1.2	1.3	1.4
Generadores			
Maquinaria de imprenta			
Taladros – prensas – cortadoras			
Cribas giratorias y vibratorias			
Ventiladoras de más de 10 caballos de fuerza			
Maquinaria para aserríos y trabajos en madera			
Transportadores de (arrastre o tornillo)			
Compresores de presión			
Molinos de martillo			
Pulverizadores			
Excitadores	1.4	1.5	1.6
Maquinaria textil			
Bombas de pistón			
Elevadores cangilones			
Maquinaria para ladrillos			
Sopladores de desplazamiento positivo			
Trituradoras (giratorias-mandíbula-rodillo)			
Extrusoras-molinos de caucho	1.5	1.6	1.8
Malacates			

Fuente: Internet, (2018). Clase de trabajo según tipo de máquina motrices.

$H_{a'}$ = potencia permitida o corregida.

$$H_{a'} = k_1 * k_2 * H_a$$

Dónde:

$H_{a'}$ = Potencia permitida, por la banda.

H_a = Potencia de arranque = 15.3 HP

k_1 = Factor de corrección de ángulo de cobertura.

$$C_{recomendado} \geq 1.5(D + d)$$

$$C_{recomendado} \geq 1.5(160 + 160)$$

$$C_{recomendado} \geq 480mm$$

Por lo tanto, aplicamos un $C = 480$ mm. Para determinar el ángulo de contacto y el factor de corrección de ángulo de contacto.

$$\frac{D - d}{C_{recomendado}} = \frac{0}{480} = 0$$

$$\theta = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left(\frac{D - d}{2C_{recomendado}} \right) = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left(\frac{160 - 160}{2(480)} \right) = 180^\circ$$

Tabla 25. Factor de corrección de ángulo de contacto

$\frac{D - d}{c}$	θ , grados	k_1 vv	Plana en V
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79

Fuente: Diseño de elementos de máquinas, (2012).

Por lo tanto, obtenemos un factor de ángulo de contacto $k_1 = 0.75$. Dando paso a determinar el factor de corrección de longitud de contacto.

k_2 = Factor de corrección de longitud de la banda.

$$L' = 2C_{recomendado} + 1.57(D + d) + \left(\frac{(D + d)^2}{4C_{recomendado}} \right)$$

$$L' = 2(480) + 1.57(160 + 160) + \left(\frac{(160 + 160)^2}{4 * 480} \right) = 1\ 515.73 = 59\ 43/64''$$

Tabla 26. Factor de corrección por longitud

Longitud correa	Sección de la correa					
	Z	A	B	C	D	E
16	0.80					
24	0.83					
26	0.84	0.81				
31	0.89	0.84				
35	0.92	0.87	0.81			
38	0.93	0.88	0.83			
42	0.95	0.90	0.85			
46	0.97	0.92	0.87			
51	0.99	0.94	0.89	0.80		
55	1.00	0.96	0.90	0.81		
60		0.98	0.92	0.82		
68		1.00	0.95	0.85		
75		1.02	0.97	0.87		

Fuente: Diseño de elementos de máquinas, (2012).

Para determinar estos valores se optó, por los más aproximados, convertir la longitud de la correa en pulgadas siendo 56.6". teniendo un factor de corrección de longitud de 0.92

Entonces determinaremos la $H_{a'} = potencia permitida o corregida$

$$H_{a'} = k1 * k2 * H_a$$

$$H_{a'} = 0.75 * 0.92 * 15.3 = 10.55 HP$$

Ahora, determinaremos el número de correas.

$$N_c = \frac{H_d}{H_{a'}}$$

$$N_c = \frac{21.4}{10.5} = 2.1 correas$$

Por lo tanto, se requieren 3 correas, tipo V, sección B.



Figura 36. Dimensionamiento de fajas tipo V, sección B

$$D < C < 3(D + d)$$

$$160 < C < 960 ; C = 900 mm$$

$$L = 2C + 1.57(D + d) + \left(\frac{(D + d)^2}{4C} \right)$$

$$L = 2 * 900 + 1.57(160 + 160) + \left(\frac{(160 + 160)^2}{4 * 900} \right) = 2 330.8 mm$$

Finalmente se optó por dos poleas con un diámetro de 160 mm, con 3 correas tipo V. y son descritos en el anexo 11.

- Empujador.

Se optó por un tipo de poleas en “v” debido a las condiciones de potencia, de cargas y velocidades. Por tanto, para su determinación del diámetro requerido y tipo de poleas en la cuchilla, se rige en los datos de la tabla mostrada:

Tabla 27. Diámetros aceptables según las revoluciones y potencias.

Sección B																			
N° R.P.M de la polea menor	Prestación base (en HP)																		
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)																		
	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	168	173	178	183	188	193	198	203	
870	1.74	1.93	2.12	2.31	2.49	2.68	2.87	3.05	3.24	3.42	3.60	3.79	3.97	4.15	4.33	4.50	4.68	4.86	
1160	2.12	2.36	2.61	2.85	3.09	3.32	3.56	3.80	4.03	4.26	4.49	4.72	4.94	5.17	5.39	5.61	5.83	6.05	
1750	2.12	3.06	3.39	3.72	4.05	4.37	4.69	5.01	5.32	5.62	5.92	5.92	6.22	6.51	6.80	7.08	7.36	7.90	
200	0.57	0.62	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.36	1.41	
400	0.97	1.07	0.16	1.26	1.35	1.45	1.54	1.64	1.73	1.82	2.91	2.01	2.10	2.19	2.28	2.37	2.47	2.56	
600	1.32	1.46	1.60	1.73	1.87	2.01	2.14	2.28	2.41	2.54	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20	3.33	3.46	3.59	
800	1.63	1.81	1.99	2.16	2.34	2.51	2.69	2.86	3.03	3.20	3.37	3.54	3.71	3.88	4.05	4.21	4.38	4.54	
1000	1.91	2.13	2.34	2.56	2.77	2.98	3.19	3.40	3.61	3.81	4.02	4.22	4.42	4.62	4.82	5.02	5.22	5.41	
1200	2.17	2.42	2.67	2.92	3.16	3.41	3.65	3.89	4.13	4.37	4.60	4.84	5.07	5.30	5.52	5.75	5.98	6.20	
1400	2.39	2.68	2.96	3.24	3.52	3.79	4.07	4.34	4.61	4.87	5.13	5.39	5.65	5.91	6.16	6.41	6.66	6.90	
1600	2.59	2.91	3.22	3.53	3.84	4.14	4.44	4.74	5.03	5.32	5.61	5.89	6.17	6.44	6.72	6.98	7.25	7.51	

Fuente: Diseño de elementos de máquinas, (2012).

$N_{canales} = \text{Criterio del diseñador para la cantidad de bandas.}$

$D_{ppr2}: D_{polea \text{ según la Potencia requerida.}}$

$$D_{ppr2} = \frac{P_{total \text{ empujador}}}{N_{canales}} = \frac{12.35}{3} = 4.1HP \text{ por canal}$$

Por lo tanto, tenemos un diámetro primitivo requerido de 157 mm. y comprobando los resultados obtenidos aplicaremos una medida de correctiva según la norma BS 3790, dónde nos recomienda emplear un diámetro de 160 mm. (Ver tabla 23).

Entonces, aplicaremos la relación de transmisión para determinar el diámetro de la polea mayor, teniendo en cuenta que la velocidad angular del motor – reductor es 150 rpm.

$$\frac{RPM \text{ del motor}}{RPM \text{ del equipo}} = \frac{150}{60} = \text{Relación: } 2.5$$

Dónde:

$$\begin{aligned} D_{\text{mayor polea}} &= D \text{ menor} * \text{Relación de transmisión} = 160\text{mm} * 2.5 \\ &= 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ahora determinaremos la longitud primitiva, para las fajas y poleas.

$$L_p = 2C + 1.57(D + d) + \left(\frac{(D + d)^2}{4C} \right)$$

$$d < C < 3(d + D)$$

$$160 \text{ mm} < C < 3(160 + 400)$$

$$160 \text{ mm} < C < 1680\text{mm}; C = 1000\text{mm}$$

$$L_p = 2(1000) + 1.57(400 + 160) + \left(\frac{(400 + 160)^2}{4 * 1000} \right)$$

$$L_p = 2957.6 \text{ mm}$$

Número de correas:

$$N_c = \frac{H_d}{H_{a'}}$$

H_d = potencia de diseño.

$$H_d = H_i * K_s$$

Dónde:

$$H_i = \text{Potencia indicada} = 12.35 \text{ HP}$$

$$K_s = \text{Factor de seguridad} = 1.4 \text{ (Según tabla 22)}$$

$$H_d = 12.35 * 1.4 = 17.29 \text{ HP}$$

Entonces determinaremos la $H_{a'}$ = potencia permitida o corregida

$$H_{a'} = k_1 * k_2 * H_a$$

$$H_{a'} = 0.75 * 0.92 * 12.35 = 8.5 \text{ HP}$$

Ahora, determinaremos el número de correas.

$$N_c = \frac{H_d}{H_{d'}}$$

$$N_c = \frac{17.29}{8.5} = 2.1 \text{ correas}$$

Por lo tanto, se requieren 3 correas, tipo V, sección B. y dos poleas de 160 mm y 400 mm.

B. Rodamientos.

- Cuchilla y empujador.

Para la selección del tipo de rodamientos, se optó por los tipos de rodamientos cónicos de doble hilera, debido a su gran resistencia a las cargas radiales y axiales que se presentan, en el presente proyecto. Por lo tanto, como datos empleamos los diámetros interiores calculados, siendo de 42.9 mm y 54 mm. Ahora, utilizaremos la tabla de los rodamientos SKF: tipo rodillo, de doble hilera y sus componentes por designación. Para detalles (Ver anexo 12).

Tabla 28. Rodamientos tipo rodillo SKF

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades nominales		Masa kg	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia r.p.m	Velocidad limite		
50	80	40	142	196	23.6	4 000	5 000	0.76	NNCF 5010 CV
55	90	46	190	280	34.5	3 400	4 300	1.15	NNCF 5010 CV
60	85	25	78.1	137	14.3	3 600	4 500	0.48	NNCF 4912 CV
	85	25	78.1	137	14.3	3 600	4 500	0.49	NNC 4912 CV

85	25	78.1	137	14.3	3 600	4 500	0.47	NNCL 4912 CV
95	46	198	300	36.5	3 400	4 000	1.25	NNCF 5012 CV

Fuente: Rodamientos SKF, (2020).

Ahora, determinaremos la vida nominal para ambos rodamientos. Expresados en la Fórmula (Budynas, 2008).

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Dónde:

P : Carga dinámica equivalente sobre el cojinete 50mm = 2.45 KN y 60 mm = 3.79 KN. Según cálculos aplicados empleando la tabla 6; cargas radiales y axiales. Para más detalles, ver anexo 12.

C : Capacidad de carga dinámica

p : Exponente obtenido, para rodamientos tipo rodillos cónicos = 10/3.

Reemplazando, tenemos:

- Rodamiento de 50mm

$$L = \left(\frac{142}{2.45}\right)^{\frac{10}{3}} = 7.53 * 10^5 \text{ millones de revoluciones}$$

- Rodamiento de 60mm

$$L = \left(\frac{198}{3.79}\right)^{\frac{10}{3}} = 5.33 * 10^5 \text{ millones de revoluciones}$$

Ahora, expresando en términos de hora de funcionamiento. Tenemos:

$$L_{nmh} = \left(\frac{10^6}{60 * n}\right) * L = \text{Horas de funcionamiento}$$

Dónde:

L_{nmh} : Vida nominal SKF (Con una confiabilidad del 100 – n¹%) *(millones de revoluciones)

n : Velocidad de giro.

L : Vida nominal básica (Con una confiabilidad del 90%) *(millones de revoluciones)

Reemplazando, tenemos:

- Rodamiento de 50mm

$$L_{nmh} = \left(\frac{10^6}{60 * 1750} \right) * \left(\frac{142}{2.45} \right)^{\frac{10}{3}} = 7.17 * 10^6 \text{ Horas de funcionamiento}$$

- Rodamiento de 60mm

$$L_{nmh} = \left(\frac{10^6}{60 * 60} \right) * \left(\frac{198}{3.79} \right)^{\frac{10}{3}} = 148.06 * 10^6 \text{ Horas de funcionamiento}$$

$$L_{nmh} = \left(\frac{10^6}{60 * 1200} \right) * \left(\frac{198}{3.79} \right)^{\frac{10}{3}} = 7.40 * 10^6 \text{ Horas de funcionamiento}$$

Modelamiento de los elementos de la máquina cortadora mediante un software de diseño.

- I. Sistema de chasis
Tolva

Luego de todos los puntos evaluados, se procedió a diseñar y aplicar un análisis de elementos finitos en esfuerzos, deformaciones, factor de seguridad, para verificar los datos calculados. Dónde se obtuvieron los siguientes resultados:

Diseño

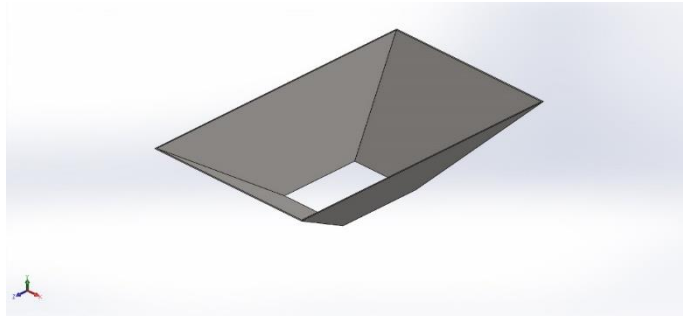


Figura 37. Diseño de los resultados del apartado 3IA (TOLVA)

Para el diseño se obtuvo en cuenta los resultados del apartado 3IA (TOLVA), donde se pudo determinar la geometría del diseño con un espesor de 1/8". Luego de haber determinado su geometría, se procedió a un análisis de cargas (tensión de Von mises, deformación, esfuerzos y factor de seguridad).

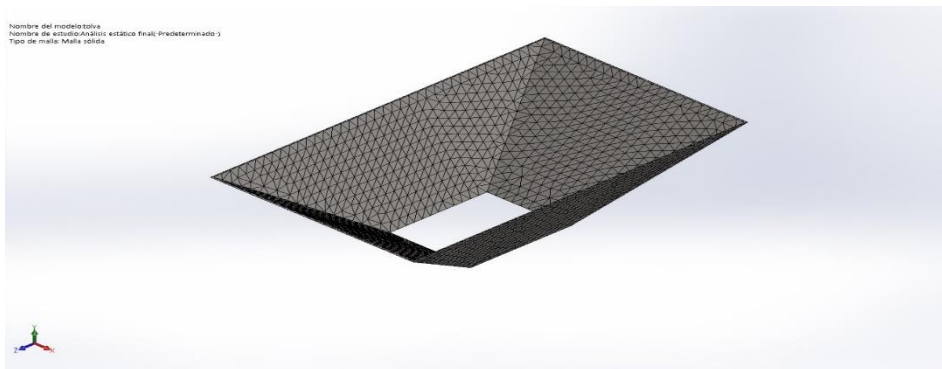


Figura 38. Tolva AISI 316

Tabla 29. Propiedades mecánicas de la tolva AISI 316

Propiedades mecánicas de la tolva	
Nombre:	AISI 316 Chapa de acero inoxidable (SS)
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.
Límite elástico:	1.72369e+08 N/m ²
Límite de tracción:	5.8e+08 N/m ²

Módulo elástico:	1.93e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0.27
Densidad:	8000 kg/m ³
Coefficiente de dilatación térmica:	1.6e-05 /Kelvin

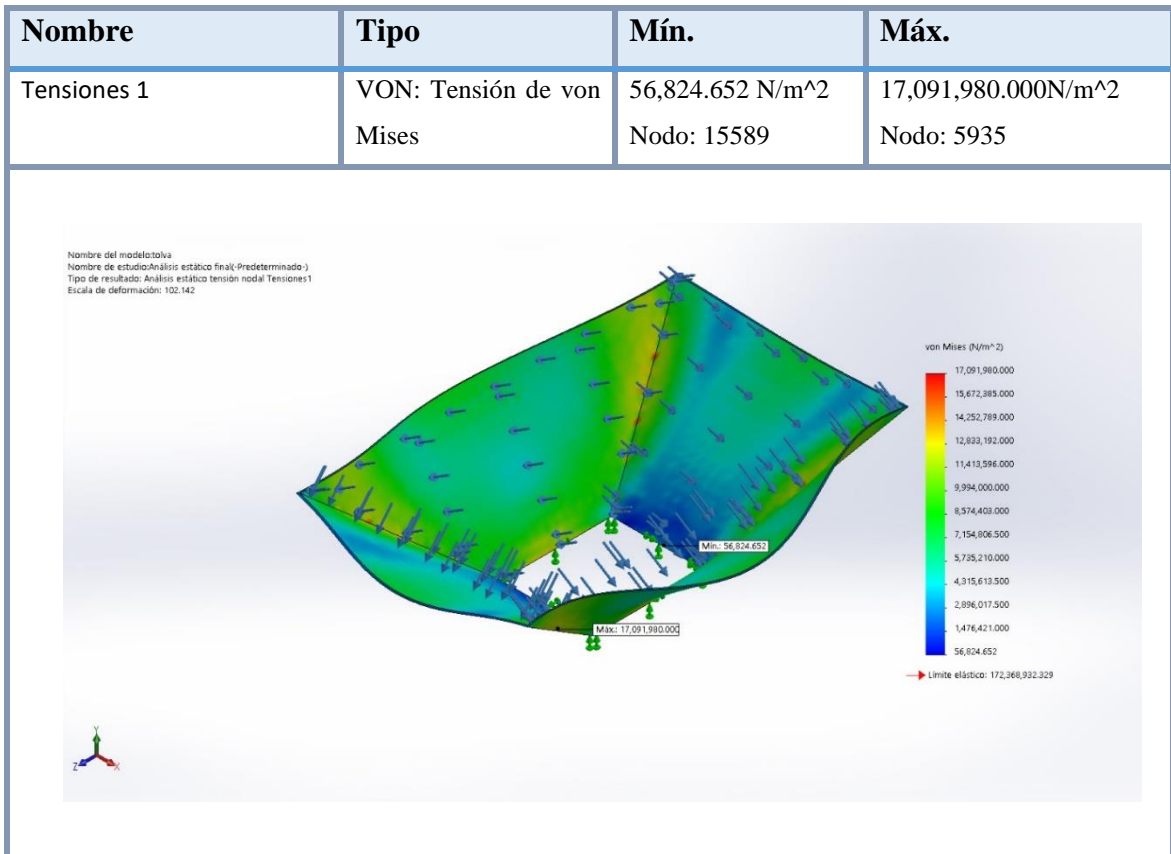


Figura 39. Tolv-Análisis estático final - tensiones – tensiones 1

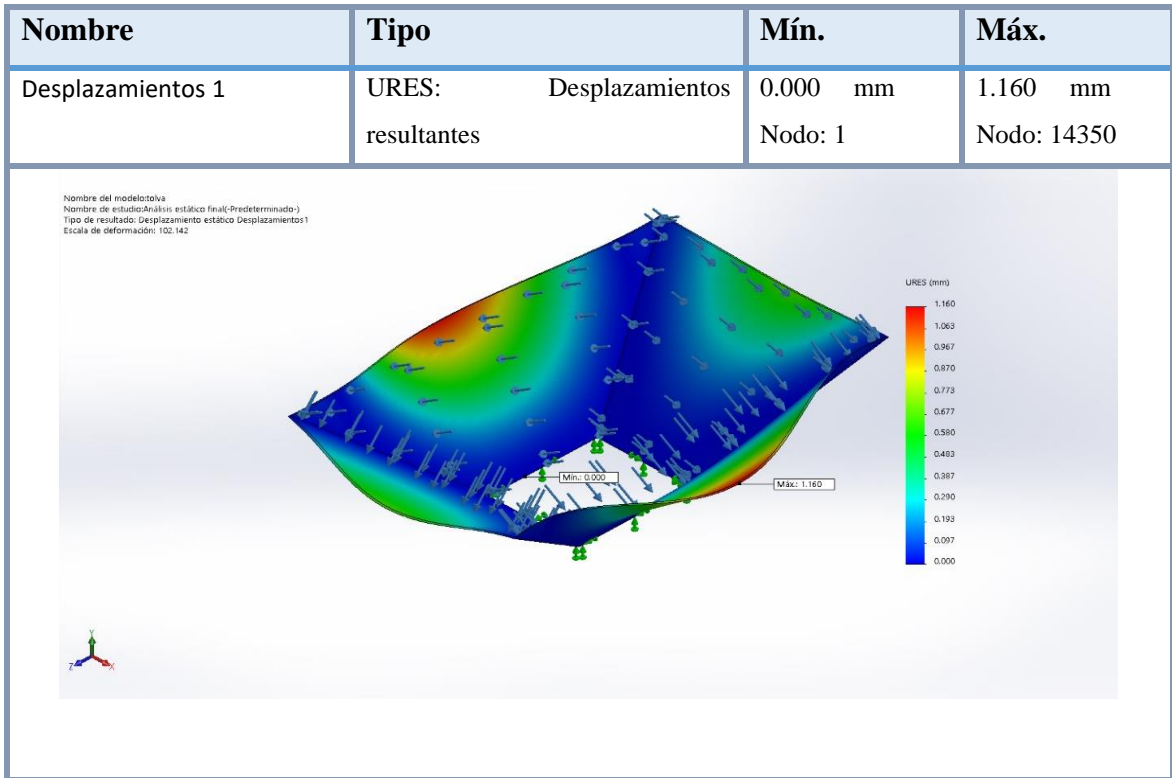


Figura 40. Tolva - análisis estático final – desplazamientos – desplazamientos 1

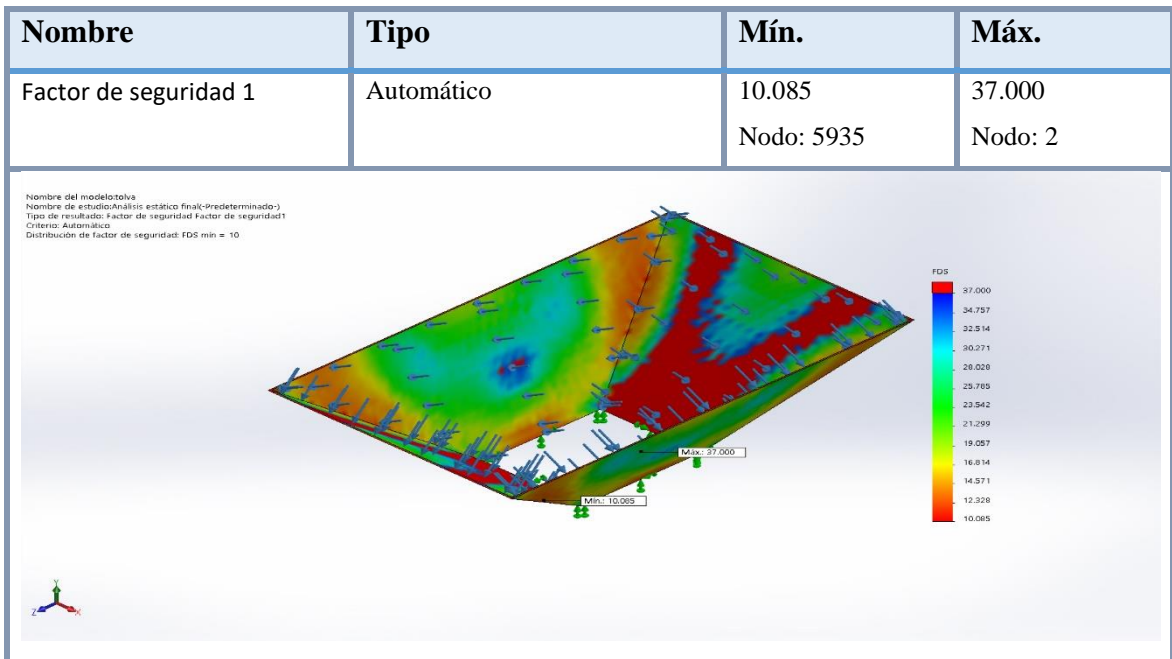


Figura 41. Tolva análisis estático final - factor de seguridad - factor de seguridad 1

II. Sistema de empuje.



Figura 42. Disco empujador

Tabla 30. Propiedades de la barra de acero AISI 316

Propiedades	
Nombre:	AISI 316 Barra de acero inoxidable recocido (SS)
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Desconocido
Límite elástico:	1.37895e+008 N/m²
Límite de tracción:	5.5e+008 N/m²
Módulo elástico:	1.93e+011 N/m²
Coefficiente de Poisson:	0.3
Densidad:	8000 kg/m³
Coefficiente de dilatación térmica:	1.6e-005 /Kelvin

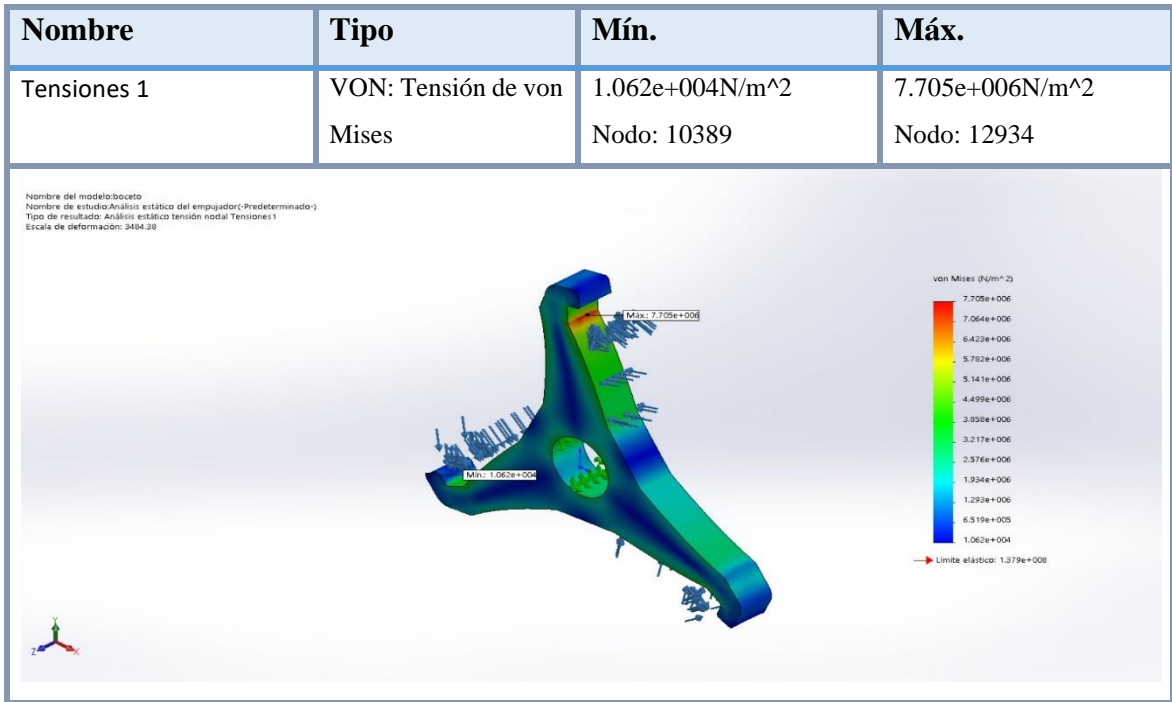


Figura 43. Boceto - análisis estático del empujador – tensiones – tensiones 1

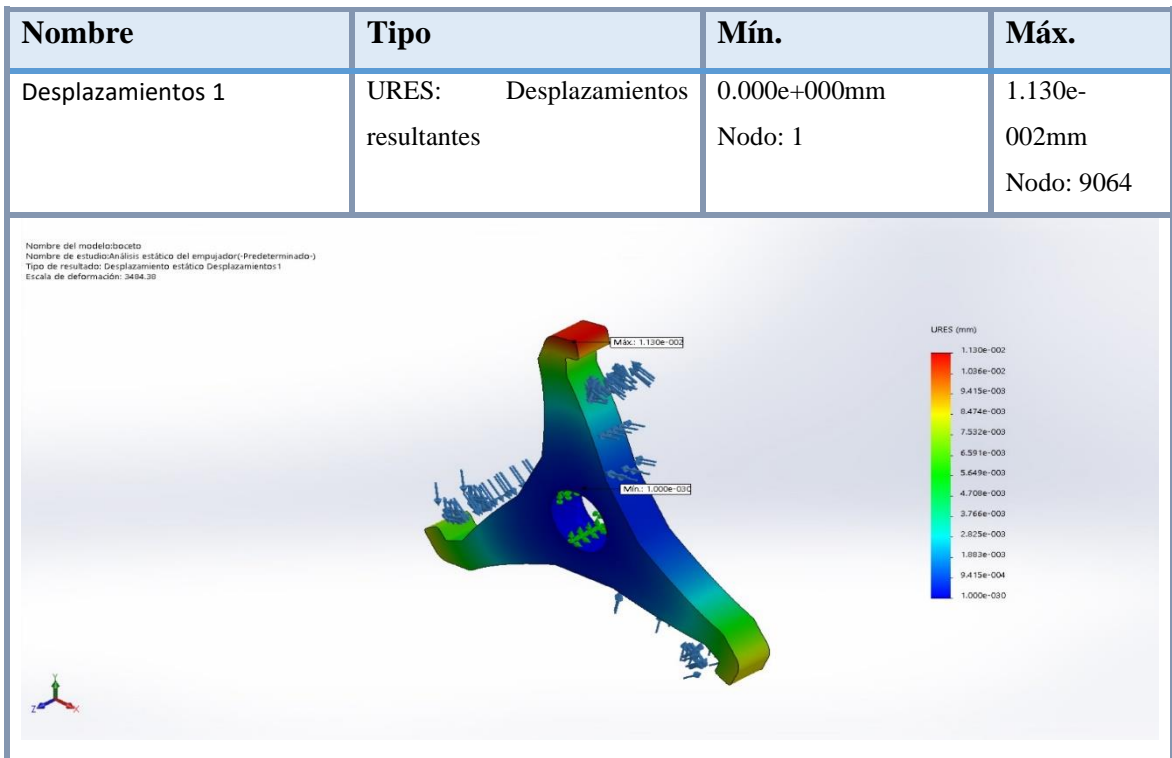


Figura 44. Boceto - análisis estático del empujador - desplazamientos – desplazamientos 1

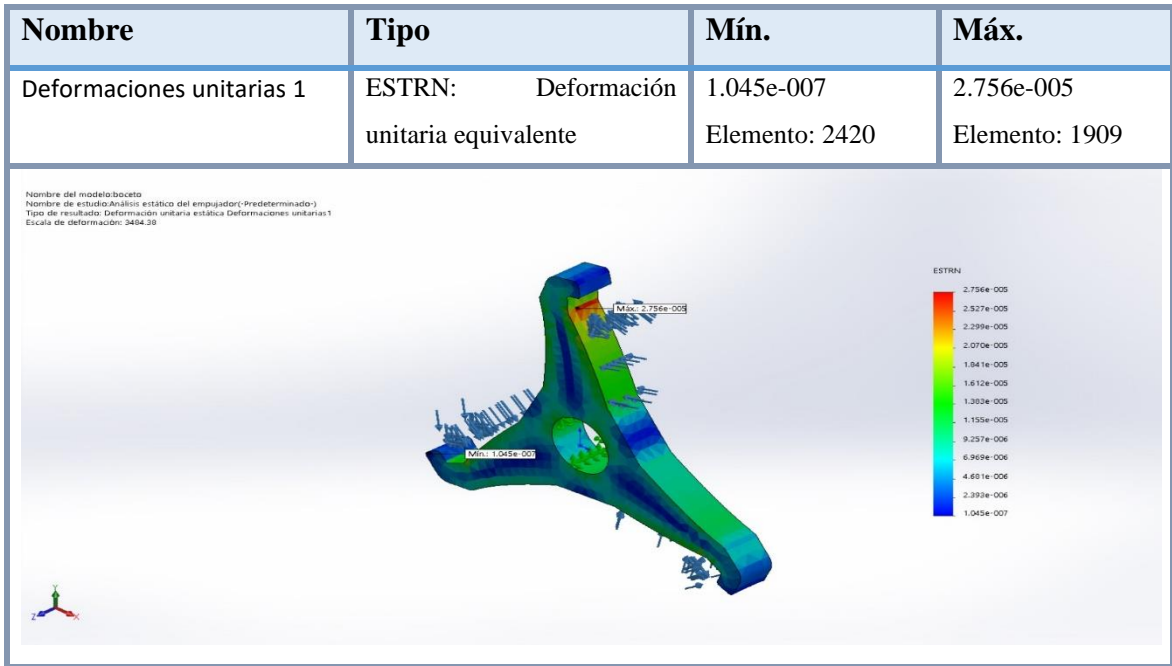


Figura 45. Boceto - análisis estático del empujador - deformaciones unitarias - deformaciones unitarias 1

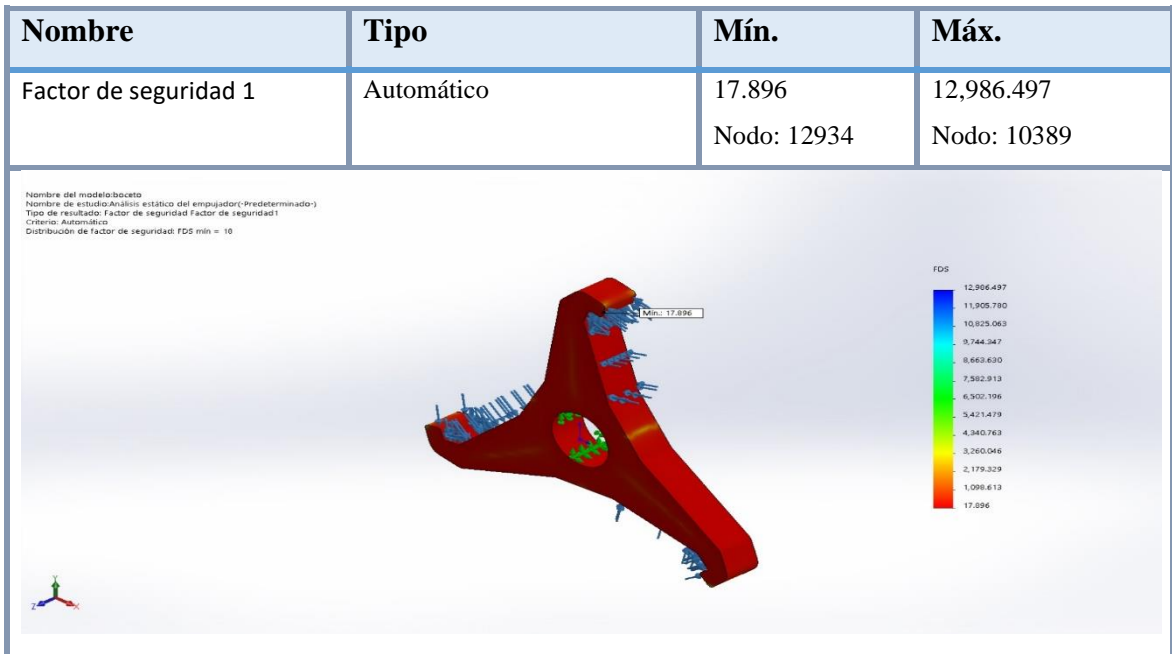


Figura 46. Boceto - análisis estático del empujador - factor de seguridad - factor de seguridad 1

III. Sistema de corte.

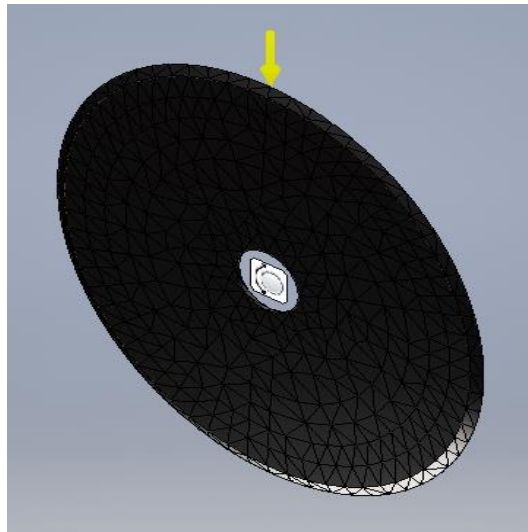


Figura 47. Cuchillas

Tabla 31. Sistema de corte

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	646607 mm ³	
Masa	5.17285 kg	
Tensión de Von Mises	0.00891823 MPa	0.766087 MPa
Primera tensión principal	-0.236429 MPa	0.747557 MPa
Tercera tensión principal	-0.746164 MPa	0.234608 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.00938167 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su
Tensión XX	-0.25294 MPa	0.25085 MPa
Tensión XY	-0.105047 MPa	0.12423 MPa
Tensión XZ	-0.0948225 MPa	0.0639125 MPa
Tensión YY	-0.693247 MPa	0.694201 MPa
Tensión YZ	-0.276267 MPa	0.274715 MPa
Tensión ZZ	-0.452445 MPa	0.451596 MPa
Desplazamiento X	-0.00937066 mm	0.00937791 mm
Desplazamiento Y	-0.0000305623 mm	0.000312502 mm
Desplazamiento Z	-0.0000855171 mm	0.0000861129 mm
Deformación equivalente	0.000000411879 su	0.00000343096 su
Primera deformación principal	0.000000179093 su	0.00000345005 su
Tercera deformación principal	-0.00000346274 su	-0.000000272798 su
Deformación XX	-0.00000237732 su	0.00000237395 su
Deformación XY	-0.000000698702 su	0.000000826291 su
Deformación XZ	-0.000000630693 su	0.000000425101 su
Deformación YY	-0.00000340164 su	0.00000338923 su
Deformación YZ	-0.00000183754 su	0.00000182721 su
Deformación ZZ	-0.00000201764 su	0.00000201935 su

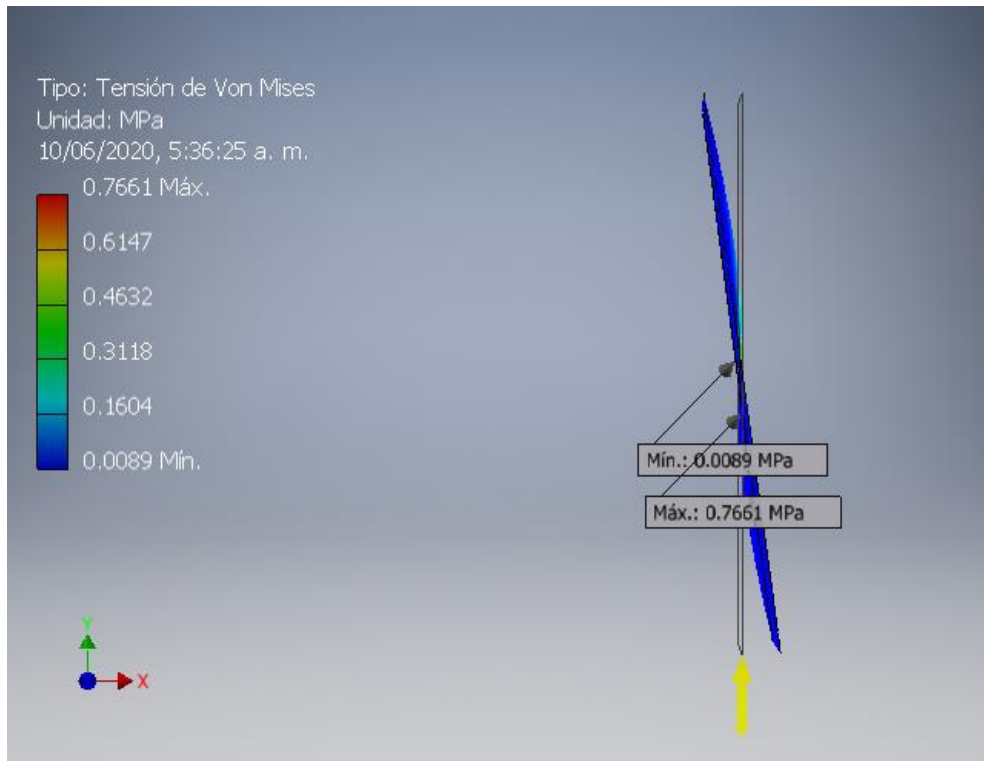


Figura 48. Tensión de Von Mises – Y-X

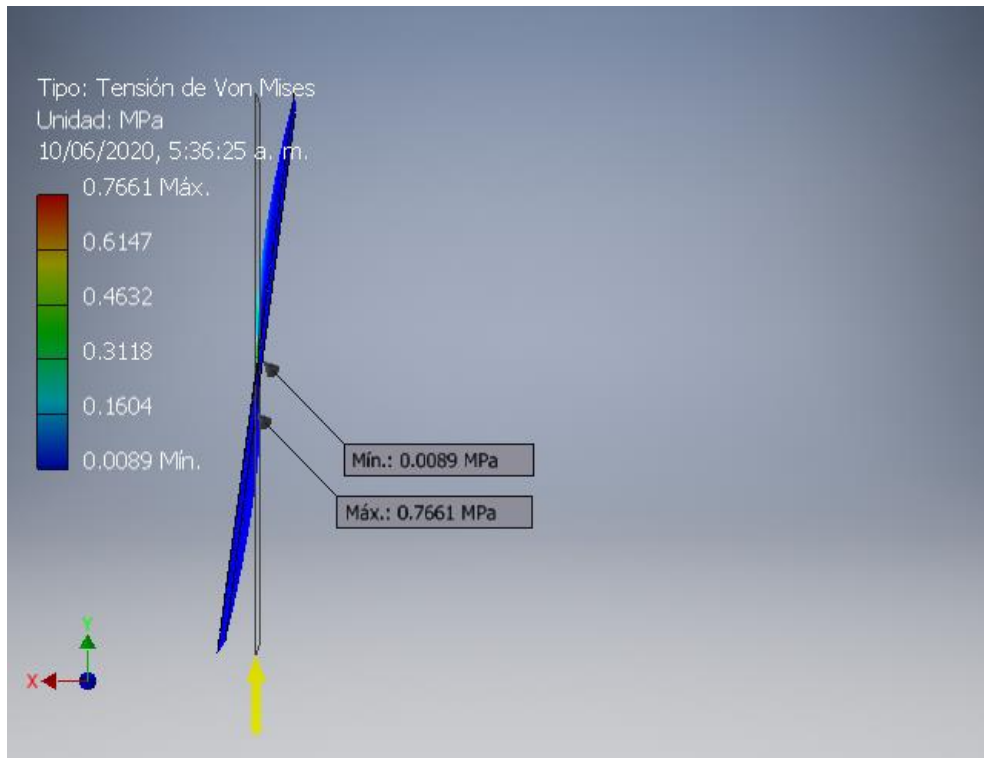


Figura 49. Tensión de Von Mises – X-Y

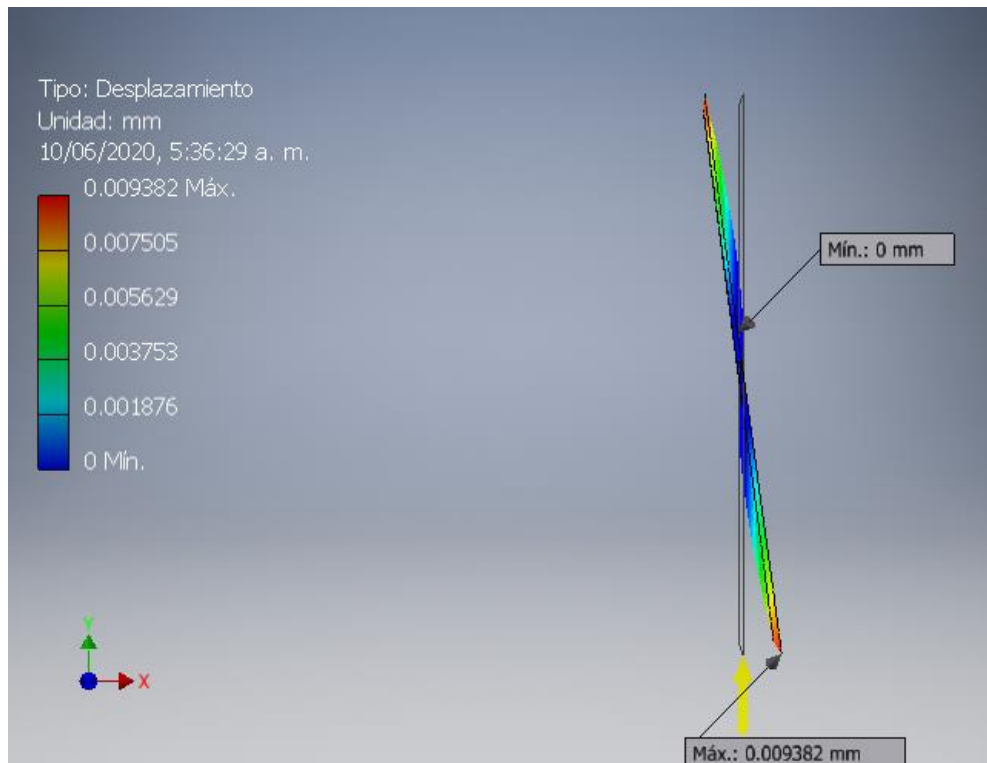


Figura 50. Desplazamiento Y - X

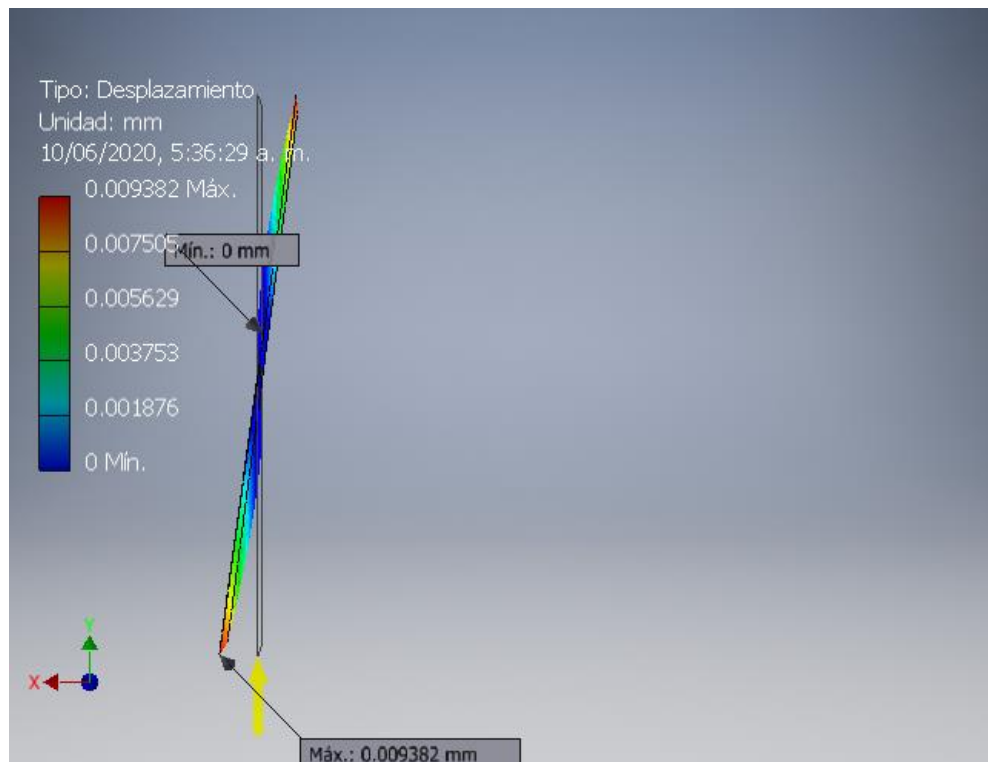


Figura 51. Desplazamiento X - Y

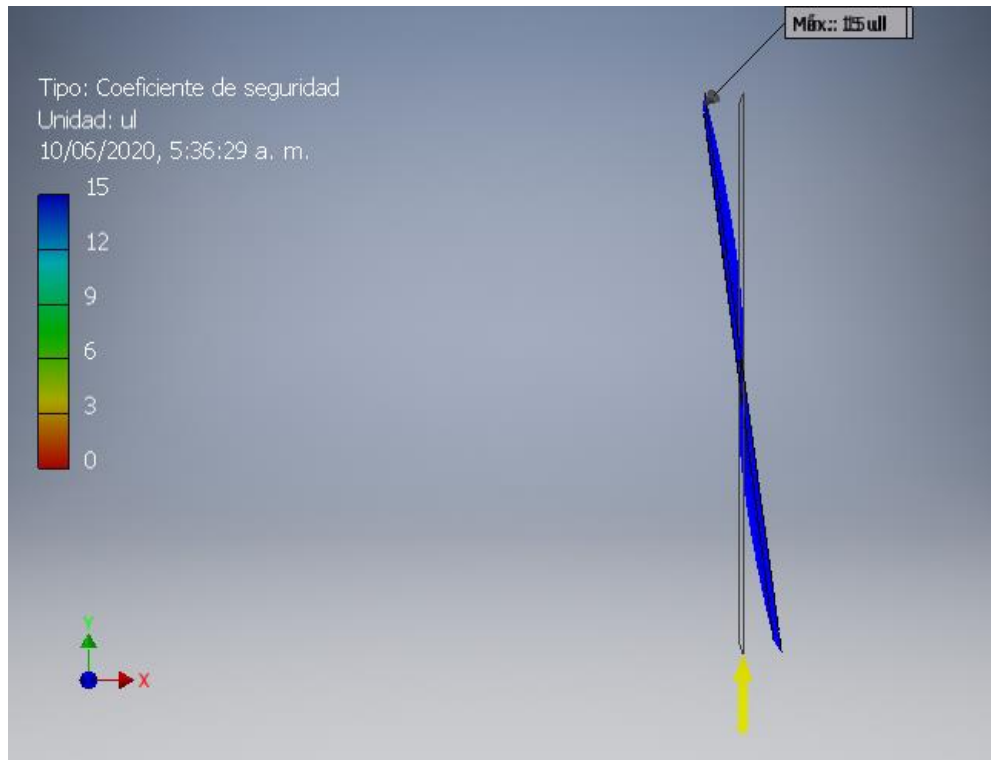


Figura 52. Coeficiente de seguridad Y -X

V. DISCUSIÓN

Habiendo determinado la descripción del proceso de corte de maracuyá en forma manual. Por medio de un análisis de observación llamada ficha de rendimiento. Dónde se obtuvieron los procesos adecuados que conlleva a la producción de pulpa de maracuyá no pasteurizada. Así como, es el caso del autor Gómez Bastar (2012), quien planteó los métodos de análisis de observación para su proyecto de investigación obteniendo los resultados más favorables y aplicables bajo normas y estándares de producción.

El establecimiento de los parámetros de operación permitió fijar las condiciones del diseño para la cortadora de maracuyá aplicada en la empresa Quicornac SAC. Todos los datos, fueron obtenidos mediante una encuesta aplicada al personal del sub - jefe de producción (ver tabla 08). Tras evaluar la encuesta aplicada, se encontró las necesidades de la empresa Quicornac: la demanda en producción (5 TM), tipo de corriente de trabajo (220V – 440V), área de trabajo (llenado de pulpa de maracuyá no pasteurizada “3 m. largo * 2.5 m ancho * 2.8 m alto”), material (acero Inoxidable 316), tipo de corte (vertical) y las condiciones del empleador. Así como por medio de la observación se determinó el flujo de transporte (30 maracuyás*segundo), entre otras condiciones de menor grado. El cuál, es el caso del autor Saquina (2019), que realizó una encuesta para determinar los datos técnicos, parámetros y condiciones de trabajo, siendo evaluada por un especialista en el tema de máquinas industriales, que ayudó a recabar información con la mayor seguridad y orientación al diseño.

Se diseñó una tolva piramidal, bajo las condiciones de producción que requiere y teniendo en cuenta los datos de flujo de abastecimiento por parte de la faja transportadora existente en la empresa Quicornac. Dónde, se realizaron los cálculos correspondientes en el capítulo IV, siendo comprobados mediante un software de simulación de elementos finitos, brindando datos de esfuerzos, deformación, factor de seguridad máximos y mínimos. Siendo, el caso de la especialista (Ocaña Patarón, 2015), que diseñó una tolva bajo las condiciones de producción y flujo de abastecimiento. Dónde logró determinar el tipo de tolva y la superficie de salida para abastecer de fruto en la cámara de corte.

La determinación en la geometría de la cuchilla, se llevó a cabo bajo un sistema de aplicación de cargas, para determinar la fuerza necesaria que requiere la cuchilla para efectuar un corte vertical y limpio. Dónde, se determinó que mientras más delgado sea el disco de corte, manteniendo sus propiedades de rigidez y ductilidad del material, la eficiencia de corte incrementa. Tal y como lo desarrollaron los investigadores (Castro M. y Tirira S., 2014), que realizó un diseño de aplicación de cargas, dónde determinó la fuerza necesaria que requiere un maracuyá para ser cortada de manera vertical y en un solo corte.

El emplear una matriz gráfica de criterios ponderados, determinó la geometría adecuada: en la cámara de alimentación, sentido de giro, inclinación y la seguridad adecuada para los empujadores. Además, el emplear una matriz generó un mayor énfasis en los posibles resultados de la máquina cortadora de maracuyá. Así como, el investigador (Castro Macas, 2014), que empleó una matriz de criterios ponderados, para la determinación de la geometría y producción de la máquina. Dónde obtuvo los mejores resultados para el desarrollo de su proyecto de investigación.

Para el diseño en la geometría del empujador, se consideró, el flujo de abastecimiento por parte de la faja transportadora existente, en la empresa Quicornac. Así, como diseñar un área plana, cuya finalidad es proporcionar un área para que el fruto de maracuyá repose sobre la línea horizontal. Además, en los extremos del empujador se diseñó un gancho para brindar mayor firmeza al corte y asegurar que el maracuyá no se deslice sobre su propio eje en la horizontal. Todas esas condiciones fueron evaluadas para lograr que el maracuyá se distribuya en el plano horizontal y efectuar un corte vertical y limpio. Tal fue, el caso de la investigadora (Ocaña Patarón, 2015), que desarrolló un grupo de aspas para dar firmeza y sujeción al corte de manera vertical, brindando la seguridad que se requiera en la producción. Es así, como se llevó a cabo el diseño de los discos empujadores.

Habiendo terminado los cálculos correspondientes, sobre los diámetros requeridos en los ejes principales, se seleccionó los rodamientos tipo rodillos de doble hilera, cuya finalidad es soportar cargas mixtas, debido a la inclinación que mantiene el

presente proyecto. Además, se generó una comparación gracias al aplicativo que mantiene la empresa SKF. Teniendo los resultados más favorables al aplicar el tipo de rodamientos de rodillos, en tanto la empresa presenta una serie de recomendaciones para el montaje y la selección de los componentes más adecuados en los rodamientos tipo rodillo.

Habiendo seleccionado los tipos de rodamientos, se optó por el uso de chumaceras tipo bipartida, esto se debe a que es empleado en una empresa agro – exportadora, siendo así un factor favorable debido al uso y mantenimiento que ejecuta la empresa Quicornac S.A.C.

Tras la culminación de los diversos cálculos ejecutados en el presente proyecto, se empleó un análisis de elementos finitos, para determinar el comportamiento, que conlleva, al aplicar las cargas influyentes sobre las distintas partes de la máquina cortadora de maracuyá. Tal fue, en los casos de los distintos investigadores que desarrollaron un proceso de corte, molienda, entre otros. Que son citados en el transcurso del presente proyecto. Obteniendo datos muy favorables, bajo una confiabilidad y seguridad que el software de diseño representa.

VI. CONCLUSIONES

- 1.** Al término, de la técnica de recolección de datos, llamado “ficha de rendimiento y observación”. Se determinó las condiciones de trabajo y la producción que genera cada personal técnico. Siendo un término favorable para la presente investigación, debido a que aporta datos 100% confiables y seguros. Aportando datos importantes para la parametrización de la máquina cortadora de maracuyá.

El instrumento de recolección de datos aplicado resultó ser muy eficiente, ante la obtención de datos técnicos, condiciones y parámetros de trabajo. Brindando una información precisa para el dimensionamiento de la máquina y lograr cubrir una demanda de producción de corte de 5 TM.
- 2.** Las parametrizaciones que se emplearon en la máquina cortadora de maracuyá, fueron basadas en los requerimientos de la empresa y las normas técnicas intervinientes. Dónde, se obtuvo datos favorables por medio de las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Dando paso al desarrollo fiable de los cálculos intervinientes.
- 3.** El diseño y selección de componentes, presentaron resultados favorables en el análisis de los cálculos aplicados, debido a la fiabilidad que presentan los autores de libros y/o artículos de investigación citados. Además, se emplearon 3 propuestas de solución ante la geometría de diseño, dónde por medio de una matriz de selección se optó por la geometría tipo inclinada. Presentando mejoras en el proceso de corte vertical, de una manera limpia y brindando la seguridad que amerita el presente proyecto de investigación.
- 4.** La presentación gráfica de las piezas y componentes que conforman la cortadora de maracuyá, permitieron al diseñador evaluar el comportamiento que desarrolla cada pieza y/o elemento, al aplicar las cargas correspondientes, evaluando los factores primordiales como son: esfuerzos, deformaciones y seguridad. Esto se logró al emplear un software de análisis de elementos finitos SolidWorks 2017 e Inventor Autodesk 2017.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda realizar dos líneas de producción a salida: una línea para la pulpa del maracuyá y otra línea para la cáscara del maracuyá, para separar los procesos de producción y proporcionarle un fin adecuado.
- 2.** Se recomienda por seguridad industrial desconectar la máquina inmediatamente para cualquier mantenimiento y manipulación de componentes internos.
- 3.** El uso de protección industrial (mascarillas, guantes, cofia, tapones de oídos) es indispensable para el manejo de máquina cortadora.
- 4.** Realizar un estudio para optimizar el proceso de corte mediante un sistema de control automatizado.
- 5.** Se debe elaborar un plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de mantener la máquina en óptimas condiciones de funcionamiento.

REFERENCIAS

AGRICULTURA, maracuyá [Mensaje en un blog]. Perú: Gerencia R., (abril – mayo 2009). [fecha de consulta 25 de octubre de 2019]. Recuperado de: <https://docplayer.es/24730101-Reporte-de-inteligencia-de-mercados-maracuya-peruana-producto-bandera-de-peru.html>

METODOLOGÍA, proceso [Mensaje en un blog]. México: Baena, G., (julio–diciembre 2014). [fecha de consulta 25 de octubre de 2019]. Recuperado de: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

BARDALES GUADARRAMA, RAYMUNDO. Circuitos Eléctricos - Teoría y Práctica [en línea]. México D.F.: Grupo Editorial Patria S.A., 2014. [fecha de consulta 10 de enero de 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=vzfABgAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

DISEÑO, ingeniería [Mensaje en un blog]. México: Budynas, R., (marzo 2008). [fecha de consulta 25 de octubre de 2019]. Recuperado de: <https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2015/03/disec3b1o-en-ingenierc3ada-mecc3a1nica-de-shigley-8-edicic3b3n-budynas.pdf>

CASTRO MACAS, DIEGO Y TIRIRA SUÁREZ, LENIN. Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas. Tesis (Ingeniero mecánico). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de ingeniería mecánica, 2014. disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3715/1/15T00586.pdf>

CHUNG ORTIZ, JOSÉ, MURO REBOLLEDO, NANCY, ONTANEDA HURTADO, MIRIAM DEL PILAR, PALAS OLAYA, SANDRA, RODRIGUEZ SALCEDO, SANDRA. Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina a base de la cáscara de maracuyá en Quicornac S.A.C. Tesis (Ingeniero industrial) Piura - Perú: Universidad de Piura, facultad de ingeniería industrial, 2019. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3829/PYT_Informe_Final_Proyecto_HARINAMARACUYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GERE JAMES, MARTIN. Resistencia de materiales. [en línea]. 6° ed. Madrid: 2018 [fecha de consulta: 02 de febrero de 2020] disponible en: <https://www.casadellibro.com/libro-timoshenko-resistencia-de-materiales/9788497320658/828684>

METODOLOGIA de la investigación [Mensaje en un blog]. México: Gómez Bastar, Sergio., (abril – junio de 2012). [fecha de consulta: 10 de septiembre de 2019]. Recuperado de: http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf

MERCADO mundial del maracuyá [Mensaje de un blog]. México: Gómez Cruz Manuel, (junio – octubre 2005). [fecha de consulta: 10 enero de 2020] Recuperado de: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Maracuya2.pdf>

GUAMANQUISPE TOSA, JORGE, Y SAQUINGA BAUTISTA, ALEX. Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas con una capacidad de 500 kg/h para la empresa Productos Suiza Dajed CIA. LTDA. de la ciudad de Ambato. Tesis (Ingeniero mecánico). Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2019. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20540%20-%20Saquina%20Bautista%20Alex%20Bladimir%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20540%20-%20Saquina%20Bautista%20Alex%20Bladimir%20(2).pdf)

CHRISTIAN ALEJANDRO SANTANDER BERNAL. Diseño de ingeniería básica para una planta deshidratadora de frutas tropicales en la parroquia Lumbaqui (Sucumbíos). Tesis (Ingeniero mecánico) Quito: Universidad de las Américas, 2018. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10217/1/UDLA-EC-TIAG-2018-33.pdf>

GUERRERO PINO, GERMÁN Y DUQUE MARTÍNEZ, LUZ. Filosofía de la Ciencia. [en línea] 1° ed. Santiago de Cali: 2015 [fecha de consulta: 10 de noviembre 2019] disponible en: <http://programaeditorialunivalle.com/libro-filosofia-de-la-ciencia-problemas-contemporaneos-filosofia.html>

GUERRERO SEDEÑO, JAVIER. Análisis de Circuitos eléctricos estado estable. [en línea] 1° ed. Barranquilla: 2011 [fecha de consulta: 20 de febrero 2020] disponible en: https://www.uninorte.edu.co/web/publicaciones-uninorte/productos/-/asset_publisher/EoY8/content/analisis-de-circuitos-electricos-estado-estable-214?inheritRedirect=false

DISEÑO en ingeniería [Mensaje en blog]. México: Hagen, Kirk D., (mayo – junio 2009). [fecha de consulta: 20 de febrero 2020] disponible en: https://www.academia.edu/39213299/Introducci%C3%B3n_a_la_ingenier%C3%A1Da_enfoque_de_resoluci%C3%B3n_de_problemas_Kirk_D_Hagen_3ED

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. Metodología de la Investigación Científica. [en línea]. 6° ed. México: Interamericana editores S.A. de C.V., 2014 [fecha de consulta 10 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

LÓPEZ JIBAJA, LONNY. Y VINTIMILLA ESPINOSA, BERNABÉ. Diseño y construcción de una máquina cortadora de manzanas, plátanos, piña y papaya con dimensiones de 40 cm. x 40 cm. x 150 cm. para la empresa el salinerito. Tesis (Ingeniero mecánico) Quito: Universidad politécnica, facultad de ingeniería mecánica, 2019. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17104/1/UPS-ST004054.pdf>

MARTÍNEZ GARZÓN, ANDREI. Y GARCÍA STERLING, DAVID. Prototipo de máquina empacadora de productos hortofrutícolas. s.l. Tesis (Ingeniero electrónico) Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, facultad de ingeniería, 2017. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9954/1/T07621.pdf>

MOTT, ROBERT. Diseño de elementos de máquinas. [en línea]. 4° ed. México 2006. [fecha de consulta 15 de marzo del 2020] disponible en: https://www.academia.edu/38450613/Dise%C3%B1o_de_elementos_de_m%C3%A1quinas_pdf

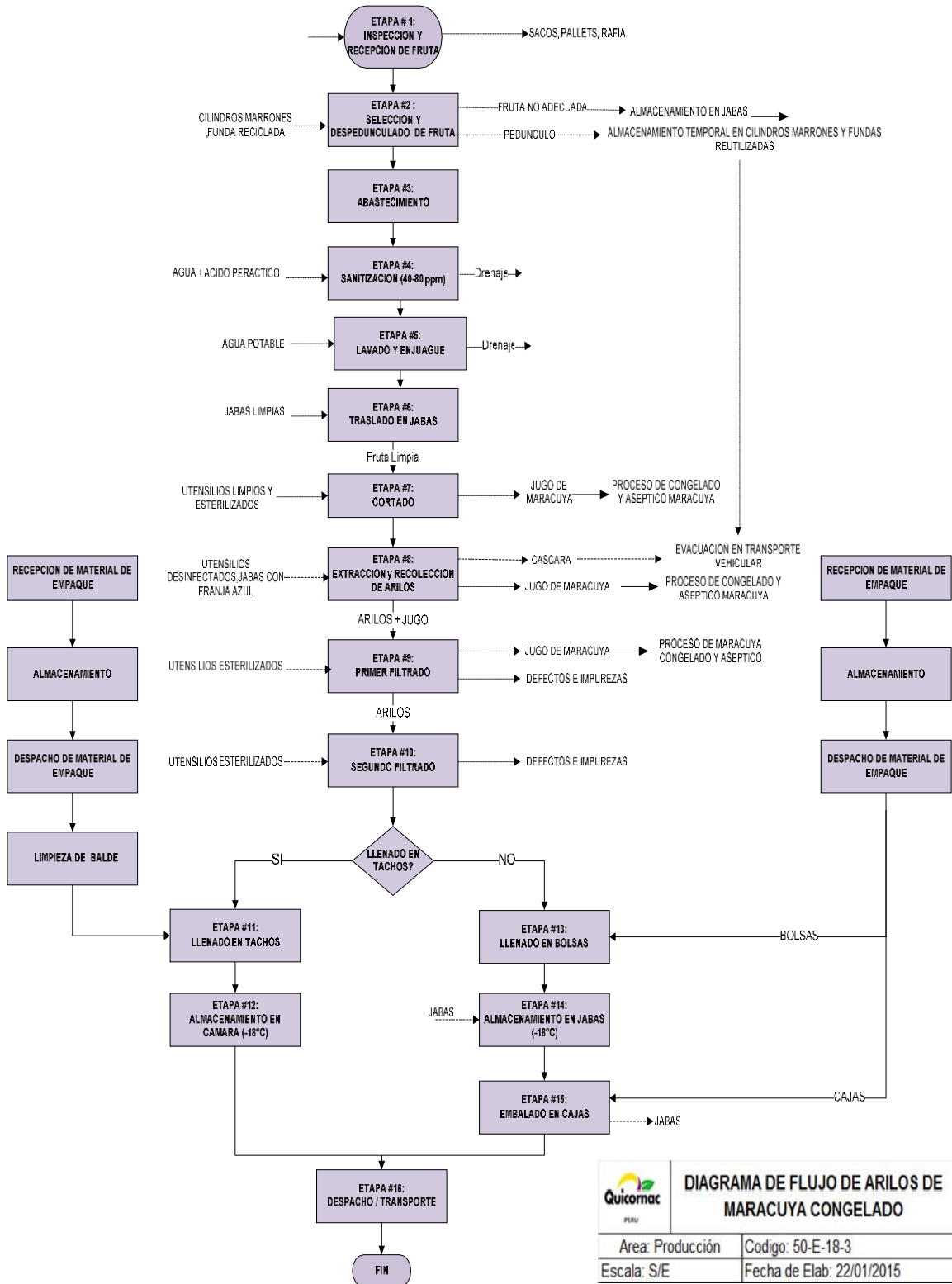
NORTON, ROBERT. Diseño de Maquinaria. [en línea]. 1° ed. México 2009. [fecha de consulta 28 de mayo del 2020] disponible en: <https://eltrasteroloco.files.wordpress.com/2017/03/disemaquinarrobertnorton.pdf>

PASTOR GUTIERREZ, ANOTONIO. Circuitos Eléctricos. [en línea]. 2° ed. Madrid 2014. [fecha de consulta 11 de noviembre del 2019] disponible en: https://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,23377993&_dad=portal&_schema=PORTAL&_piref93_23376063_93_23377993_23377993.next_page=/htdocs/ficha.jsp?IdArticulo=0152212UD11A01

SAQUINGA BAUTISTA ALEX, Diseño y construcción de una máquina despulpadora de frutas con una capacidad de 500 kg/h para la empresa productos Suiza Dajed Cia. Tesis (Ingeniero mecánico) Ambato: Universidad técnica de Ambato, facultad de ingeniería civil y mecánica, 2019 disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20540%20-%20Saquina%20Bautista%20Alex%20Bladimir%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20I.%20M.%20540%20-%20Saquina%20Bautista%20Alex%20Bladimir%20(3).pdf)

ANEXOS

Anexo 01. Diagrama de flujo de arillos de maracuyá congelado.



Anexo 02. Cronograma de ejecución del de investigación de investigación

Nº	Actividades	Se m1	Se m2	Se m3	Se m4	Se m5	Se m6	Se m7	Se m8	Se m9	Se m10	Se m11	Se m12	Se m13	Se m14	Se m15	Se m16
1	Reunión de coordinación	■							■					■			
2	Presentación del esquema del proyecto de investigación	■															
3	Asignación de los temas de investigación	■	■														
4	Pautas para la búsqueda de información	■	■														
5	Planteamiento del problema y fundamentación teórica		■														
6	Justificación, hipótesis y objetivos de la investigación			■													
7	Diseño, tipo y nivel de investigación				■												
8	Variables, operacionalización					■											
9	Presenta el diseño metodológico						■										
10	Jornada de investigación Nº 1 Presentación del primer avance							■									
11	Población y muestra								■	■							
12	Técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos. Designación del jurado: un metodólogo y dos especialistas										■	■					
13	Presenta el Proyecto de investigación para su revisión y aprobación												■				
14	Presenta el proyecto de investigación con observaciones levantadas													■			
15	Jornada de investigación Nº 2 Sustentación del Proyecto de investigación														■	■	■

Fuente: elaboración propia

Anexo 03. Cuadro de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de medición	Instrumento de medición
Variable Independiente: Determinación de los parámetros de operación	Los parámetros de operación son una variable o factor que se debe considerar a la hora de analizar, críticas y hacer juicios de una situación.	El parámetro de operación que se va a estudiar en la presente investigación es la capacidad de corte de maracuyá.	Tamaño Del maracuyá	mm	Calibrador, micrómetro
			cociente total de materia seca, disuelta en un líquido, madurez de fruto.	Brix (bx)	Refractómetro
			Resistencia al corte de maracuyá	TM/hora	Cronometro
Variable Dependiente: Diseño de máquina cortadora de Maracuyá	El diseño de máquinas es el proceso mediante el cual se define las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento.	Se ha contemplado y diseñado una máquina para que el proceso de corte de maracuyá sea en forma eficiente.	Dimensiones	mm	Calibrador
			Potencia	KW	Voltímetro
			Esfuerzo del Corte	Tipo	Simuladores de SolidWorks

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04. Encuesta.

“ENCUESTA SOBRE “DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA CORTADORA DE MARACUYÁ DE 5TM/HORA.”

Objetivo: Determinar los parámetros de operación para el diseño de una cortadora de maracuyá de 5 TM/HORA.

INSTRUCCIONES

Lea la pregunta y marque con un aspa la respuesta que corresponda y que crea conveniente, con el propósito de que los datos sean utilizados con fines académicos. Cabe indicar que la encuesta es estrictamente anónima.

DATOS GENERALES:

1. Sexo

- 1) Masculino 2) Femenino

2. Edad

- 1) De 18 a 20 años 2) De 21 a 39 años 3) De 40 a 49 años 4) De 50 a más

3. ¿Cuántos años viene laborando en la empresa?

- 1) 0 – 1 años 2) 1 – 2 años 3) 2 – 3 años 4) 3 – a más

4. ¿A qué Sector pertenece la empresa Quicornac SAC?

- 1) Agroindustrial 2) Ganadería 3) Minería 4) Industrial

5. ¿Cuál es la capacidad de producción por hora en el proceso de pulpa de maracuyá no pasteurizada?

- 1) 500 – 1000 kg 2) 1000 – 1500 kg 3) 1500 – 2000 kg 4) 2000 – 2500 kg

6. ¿Cuántas personas realizan el corte de en el proceso?

- 1) 2 2) 4 3) 6 4) 8 5) 10

7. ¿Necesita aumentar la capacidad de corte del proceso?

- 1) Si 2) No

8. ¿Cumplen con los requerimientos de los pedidos a tiempo?

- 1) Si 2) No

9. ¿Sabía que una cortadora industrial puede mejorar la capacidad de corte del proceso?

- 1) Si 2) No

10. ¿Cuál es la capacidad de corte que necesita obtener en el proceso?

- 1) 2500 – 3000 kg 2) 3000 – 3500 kg 3) 3500 – 4000 kg 4) más de 4000kg

11. ¿Qué tipo de energía utiliza para el funcionamiento de sus equipos?

- 1) Energía eléctrica 2) Energía solar 3) Energía eólica

12. ¿Cuántas horas trabaja el personal en el área de proceso?

- 1) 8 horas 2) 9 horas 3) 10 horas 4) 11 horas 5) 12 horas

13. ¿Sería de importancia una cortadora para el proceso pulpa de maracuyá no pasteurizada?

- 1) Si 2) No

“ENCUESTA SOBRE “DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA CORTADORA DE MARACUYA DE 5TM/HORA.”

Objetivo: Determinar los parámetros de operación para el diseño de una cortadora de maracuyá de 5TM/HORA.

INSTRUCCIONES

Lea la pregunta y marque con un aspa la respuesta que corresponda y que crea conveniente, con el propósito de que los datos serán utilizados con fines académicos. Cabe indicar que la encuesta es estrictamente anónima.

DATOS GENERALES:

1. Sexo

- Masculino 2) Femenino

2. Edad

- 1) De 18 a 20 años De 21 a 39 años 3) De 40 a 49 años 4) De 50 a más

3. ¿Cuántos años viene laborando en la empresa?

- 1) 0 – 1 años 2) 1 – 2 años 3) 2 – 3 años 3 – a más

4. ¿A qué Sector pertenece la empresa Quicornac Sac?

- Agroindustrial 2) Ganadería 3) Minería 4) Industrial

5. ¿Cuál es la capacidad de producción por hora en el proceso de pulpa de maracuyá no pasteurizada?

- 1) 500 – 1000 kg 1000 – 1500 kg 3) 1500 – 2000 kg 4) 2000 – 2500 kg

6. ¿Cuántas personas realizan el corte de en el proceso?

- 1) 2 2) 4 6 4) 8 5) 10

7. ¿Necesita aumentar la capacidad de corte del proceso?

- Si 2) No

8. ¿Cumplen con los requerimientos de los pedidos a tiempo?

1) Si ~~2) No~~

9. ¿Sabía que una cortadora industrial puede mejorar la capacidad de corte del proceso?

1) Si ~~2) No~~

10. ¿Cuál es la capacidad de corte que necesita obtener en el proceso?

1) 2500 – 3000 kg 2) 3000 – 3500 kg 3) 3500 – 4000 kg 4) más de 4000kg

11. ¿Qué tipo de energía utiliza para el funcionamiento de sus equipos?

1) Energía eléctrica 2) Energía solar 3) Energía eólica

12. ¿cuántas horas trabaja el personal en el área de proceso?

1) 8 horas 2) 9 horas 3) 10 horas 4) 11 horas 5) 12 horas


13. ¿Sería de importancia una cortadora para el proceso pulpa de maracuyá no pasteurizada?

1) Si 2) No

Anexo 05. Tabla de resultados de corte por semana y rendimiento.

N° de operadore s	N° de utensilios	Tabla de resultados por semana							Promedi o kg	Rendimient o por operador	Meta que debe cumplir cada operado r en kg
		Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Dia 05	Dia 06	Dia 07			
1	cuchilla 01	201	198	202	185	178	206	199	195.6	97.79%	
	rendimient o %	100.5 %	99.0 %	101.0 %	92.5 %	89.0% %	103.0 %	99.5%			
2	cuchilla 02	195	198	200	175	192	198	205	194.7	97.36%	
	rendimient o %	97.5% %	99.0 %	100.0 %	87.5 %	96.0% %	99.0% %	102.5 %			
3	cuchilla 03	183	175	185	192	196	199	189	188.4	94.21%	
	rendimient o %	91.5% %	87.5 %	92.5% %	96.0 %	98.0% %	99.5% %	94.5%			
4	cuchilla 04	205	196	190	178	201	192	207	195.6	97.79%	
	rendimient o %	102.5 %	98.0 %	95.0% %	89.0 %	100.5 %	96.0% %	103.5 %			
5	cuchilla 05	175	186	192	196	189	190	192	188.6	94.29%	
	rendimient o %	87.5% %	93.0 %	96.0% %	98.0 %	94.5% %	95.0% %	96.0%			
6	cuchilla 06	193	197	175	185	192	183	197	188.9	94.43%	
	rendimient o %	96.5% %	98.5 %	87.5% %	92.5 %	96.0% %	91.5% %	98.5%			
Promedio total en kg de fruta - promedio total de rendimiento de personal									192.0	96.0%	
Tiempo empleado						60 minutos			200		

Anexo 06. Registro de asistencia a capacitaciones y/o entrenamiento grupal.

		REGISTRO DE ASISTENCIA A CAPACITACIONES Y/O ENTRENAMIENTO GRUPAL					
		TALENTO HUMANO					
TIPO	Charla de 5 minutos	AREA/ DEPARTAMENTO	Administración	AREA/ DEPARTAMENTO	Mantenimiento y Proyectos		
	Capacitación		Aseguramiento de Calidad		Operaciones		
	Inducción		Auditoría		Producción		
	Simulacros		Agrícola		Seguridad Física		
			Almacén de Materiales		SSOMA		
			Compras		Talento Humano		
			Comercio Exterior		TIC		
			Contabilidad		Personal Externo		
			Control de Calidad				
Tema					Fecha	/ /	
Expositor				H. Inicio		H. Fin	
COMPROMISO DE LOS ASISTENTES: Declaro que he comprendido en todo su alcance el programa expuesto en el curso y me comprometo a practicar los contenidos aprendidos y a cumplir con las responsabilidades asignadas. En constancia firmo:							
Item	Apellidos y Nombres	Cargo	Firma	Evaluación			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
OBSERVACIONES:							
			FIRMA DEL EXPOSITOR				

Anexo 07. Tabla de resultados microbiológicos de pulpa de maracuyá no pasteurizada.

Cuadro resumen de resultados microbiológico de pulpa de Maracuyá no pasteurizada												
N° de tacho	Fecha de análisis	Fecha de producción	Batches	Aerobios ≤1000 ufc	Levaduras ≤1000 ufc	Mohos	Coliformes	<i>E.coli</i> 0157:07	Listeria	Salmonella	Corte vertical	Corte horizontal
21	05-Mar	03-Mar	QP31MARL001	500	750	<10	<10	AUS	AUS	AUS	✓	
42	18-Mar	18-Mar	QP31MARL002	1550	1800	<10	<10	AUS	AUS	AUS		✓
30	19-Mar	18-Mar	QP31MARL003	750	830	<10	<10	AUS	AUS	AUS	✓	
37	21-Mar	19-Mar	QP31MARL004	3000	5900	<10	<10	AUS	AUS	AUS		✓
75	26-Mar	25-Mar	QP31MARL005	450	900	<10	<10	AUS	AUS	AUS	✓	
66	28-Mar	26-Mar	QP31MARL006	1260	1700	<10	<10	AUS	AUS	AUS		✓
65	28-Mar	27-Mar	QP31MARL007	90	145	<10	<10	AUS	AUS	AUS	✓	
52	01-Abr	01-Abr	QP31MARL008	2600	6000	<10	<10	AUS	AUS	AUS		✓
165	02-Abr	02-Abr	QP31MARL009	980	856	20	<10	AUS	AUS	AUS	✓	
49	04-Abr	02-Abr	QP31MARL010	1800	7000	<10	<10	AUS	AUS	AUS		✓

Anexo 8. Ficha técnica del acero inoxidable 316.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300		
		Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno	
DESIGNACIÓN	TIPO AISI	304	316	
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD) (g/cm ³)	7.9	7.95 - 7.98	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm ²)	193,000	193,000	
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C (W/m K)	15 / 16	15 / 16	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C (x 10 ⁶ C ⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5	
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)	1398/1454	1371/1398	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1.008	AMAGNÉTICO 1.008	
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)	0.72 - 0.73	0.73 - 0.74	
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	130150 / 180330	130185 / -	
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	7088 / 1035	7085 / -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm (N/mm ²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -	
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (N/mm ²)	210 / 230	205410 / -	
	ELONGACIÓN (A ₅) MIN (%)	≥ 45		
	RESILIENCIA KCUL / KVL (J/cm ²)	160 / 180	160 / 180	
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	125 / 97 / 93	140 / 125 / 105
		RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	147 / 127 / 107	166 / 147 / 127
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C σ _{1/10⁶t} (N/mm ²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5	
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC)	ENFR. RÁPIDO 1008/1120	ENFR. RÁPIDO 1008/1120	
	TEMPLADO	NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE	
	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL (C)	1200 / 925	1200 / 925	
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE	925 / 840	925 / 840	
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA	
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%	
	EMBUTICIÓN	MUY BUENA	BUENA	

* Son aceptables tolerancias de un 1%

Ver **Anexo 09**. Espesores de planchas del acero 316 y fabricante.



**PLANCHAS Y BOBINAS DE ACERO
INOXIDABLE AISI 304 - 316**

Descripción: Productos planos que se obtienen por laminación de planchones de aceros aleados al Cromo, Níquel con buena resistencia a la corrosión por agua, ácidos y soluciones alcalinas.

Los Aceros Inoxidables se clasifican bajo la Norma AISI que considera la composición química.

Usos: Los aceros inoxidables de mayor uso son los Auténticos

AISI 304	Tubos, Calderería, Menaje, Industria Alimentaria
AISI 316	Industria Textil, Alimentaria, Química y Petroquímica.

Propiedades Mecánicas

NORMA TÉCNICA	Límite de Fluencia (F) Kg/mm2	Resistencia a la Tracción (R) Kg/mm2	Elongación (A) %
AISI 304	21 mínimo	52 mínimo	40 mínimo
AISI 304L	17 mínimo	49 mínimo	40 mínimo
AISI 316	21 mínimo	52 mínimo	40 mínimo
AISI 316L	17 mínimo	49 mínimo	40 mínimo

Composición Química

AISI	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
AISI 304	0.08	2.00	1.00	0.045	0.03	18.0/20.0	8.0/10.5	---
AISI 304L	0.03	2.00	1.00	0.045	0.03	18.0/20.0	8.0/12.0	---
AISI 316	0.08	2.00	1.00	0.045	0.03	16.0/18.0	10.0/14.0	2.0/3.0
AISI 316L	0.03	2.00	1.00	0.045	0.03	16.0/18.0	10.0/14.0	2.0/3.0

Planchas laminada en frío

SISTEMA INGLÉS Espesor Equiv.(pulg)	SISTEMA METRICO (mm)	TOLERANCIA ESPESOR +/- en mms	PESO TEORICO kg/pl
1/8"	3.0 x 1220 x 2440	0.23	70.70
1/8"	3.0 x 1524 x 3048	0.23	110.51
3/16"	4.5 x 1220 x 2440	0.34	106.05
3/16"	4.5 x 1524 x 3048	0.34	165.76
1/4"	6.0 x 1220 x 2440	0.38	141.40
1/4"	6.0 x 1524 x 3048	0.38	221.02
3/8"	9.0 x 1524 x 3048	0.50	331.52

Planchas laminada en caliente

SISTEMA INGLÉS Espesor Equiv.(pulg)	SISTEMA METRICO (mm)	TOLERANCIA ESPESOR +/- en mms	PESO TEORICO kg/pl
1/64"	0.4 x 1220 x 2440	0.04	9.43
1/54"	0.5 x 1220 x 2440	0.04	11.78
1/40"	0.6 x 1220 x 2440	0.04	14.14
1/32"	0.8 x 1220 x 2440	0.05	18.85
1/27"	0.9 x 1220 x 2440	0.05	21.21
1/20"	1.2 x 1220 x 2440	0.08	28.28
1/16"	1.5 x 1220 x 2440	0.08	35.35
5/64"	2.0 x 1220 x 2440	0.08	47.13
3/32"	2.5 x 1220 x 2440	0.13	58.91
1/8"	3.0 x 1220 x 2440	0.13	70.70

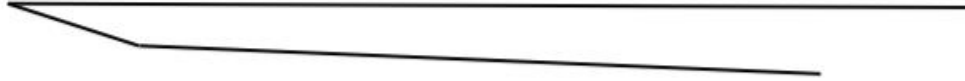
Nota: Tolerancia según ASTM A-480

Anexo 10. Proveedor de cuchillas circulares industriales



Cuchillas Circulares

BISEL TIPO " F "



Las cuchillas con perfil **F** son apropiadas especialmente para cortar bobinas de materiales espumados ("foam") y otros materiales blandos como, por ejemplo, tejidos. A veces, éstas se usan también para cortar bobinas de materiales técnicos y de embalaje con un diámetro exterior bastante pequeño y sólo para realizar cortes de 2 mm a 9 mm, como máximo.

Código	Descripción	Ø agujero/ eje (mm)	Ø ext.(mm)
10LM220F32	Cuchilla Perfil "F"	32	220
10LM250F32	Cuchilla Perfil "F"	32	250
10LM300F32	Cuchilla Perfil "F"	32	300
10LM300F70	Cuchilla Perfil "F"	70	300
10LM360F70	Cuchilla Perfil "F"	70	360
10LM400F70	Cuchilla Perfil "F"	70	400
10LM450F70	Cuchilla Perfil "F"	70	450
10LM470F70	Cuchilla Perfil "F"	70	470
10LM500F70	Cuchilla Perfil "F"	70	500
10LM600F70	Cuchilla Perfil "F"	70	600
10LM700F70	Cuchilla Perfil "F"	70	700
10LM730F70	Cuchilla Perfil "F"	70	730



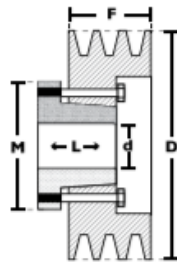
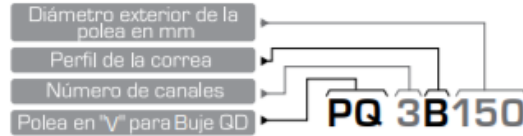
Anexo 11. Poleas y fajas

POLEAS TIPO

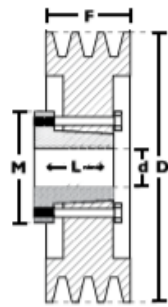
B

DIMENSIONES DE POLEAS PARA BUJES QD

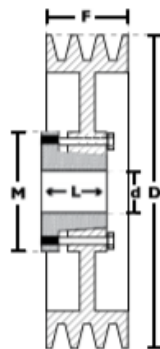
Nomenclatura para poleas con Buje QD



Modelo T1



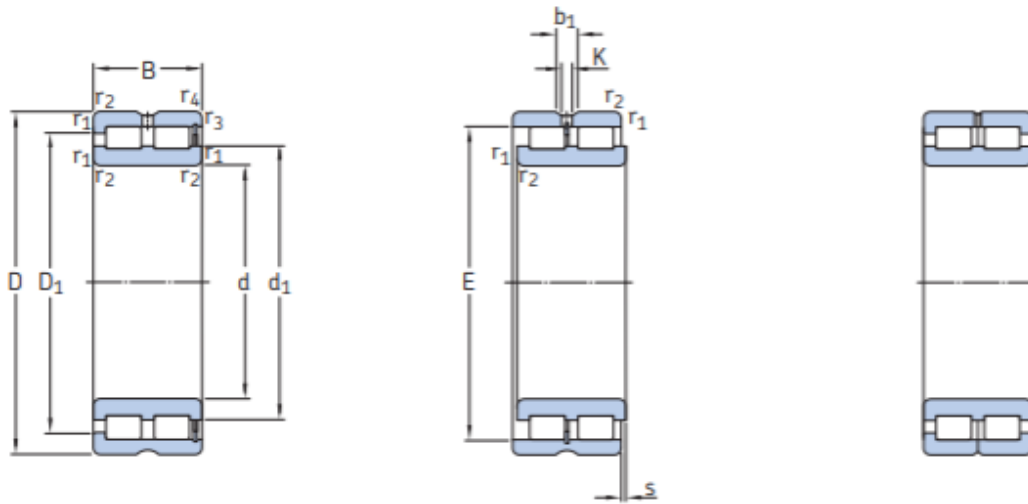
Modelo T2



Modelo T3

3 CANALES									
Ancho (F) = 63.5 mm									
Diámetro Exterior (D)		Referencia Polea	Ref. Buje	Huevo máximo con cuñero estándar (d)		Longitud del Buje en mm (L)	Diámetro del buje en mm (M)	Modelo	Peso sin Buje en Lb
pulg	mm			mm	pulg				
3,0	75	PQ 3875	JA	25,4	1	27	50	T1	1,7
3,1	80	PQ 3880	JA	25,4	1	27	50	T1	2,8
3,3	85	PQ 3885	JA	25,4	1	27	50	T1	3,0
3,5	90	PQ 3890	JA	25,4	1	27	50	T1	3,2
3,7	95	PQ 3895	SH	34,9	1-3/8	33	70	T1	3,4
3,9	100	PQ 38100	SH	34,9	1-3/8	33	70	T1	3,8
4,1	105	PQ 38105	SH	34,9	1-3/8	33	70	T1	4,0
4,3	110	PQ 38110	SH	34,9	1-3/8	33	70	T1	4,5
4,5	115	PQ 38115	SH	34,9	1-3/8	33	70	T1	5,0
4,7	120	PQ 38120	SH	34,9	1-3/8	33	70	T1	5,5
4,9	125	PQ 38125	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	6,0
5,1	130	PQ 38130	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	6,5
5,3	135	PQ 38135	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	7,0
5,5	140	PQ 38140	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	8,0
5,7	145	PQ 38145	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	8,5
5,9	150	PQ 38150	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	9,0
6,1	155	PQ 38155	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	10,0
6,3	160	PQ 38160	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	11,0
6,5	165	PQ 38165	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	12,0
6,7	170	PQ 38170	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	12,3
6,9	175	PQ 38175	SD	42,9	1-11/16	46	80	T2	12,6
7,1	180	PQ 38180	SD	54,0	2-1/8	50	100	T2	13,0
7,3	185	PQ 38185	SK	54,0	2-1/8	50	100	T2	14,0
7,5	190	PQ 38190	SK	54,0	2-1/8	50	100	T2	14,6
7,7	195	PQ 38195	SK	54,0	2-1/8	50	100	T2	15,0
7,9	200	PQ 38200	SK	54,0	2-1/8	50	100	T2	15,2
8,3	210	PQ 38210	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	16,0
8,7	220	PQ 38220	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	16,6
8,9	225	PQ 38225	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	17,0
9,1	230	PQ 38230	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	17,4
9,4	240	PQ 38240	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	17,4
9,7	245	PQ 38245	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	18,0
9,8	250	PQ 38250	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	18,2
10,2	260	PQ 38260	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	18,9
10,6	270	PQ 38270	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	19,6
11,0	280	PQ 38280	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	20,2
11,3	290	PQ 38290	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	20,8
11,8	300	PQ 38300	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	21,7
12,6	320	PQ 38320	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	23,0
13,8	350	PQ 38350	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	24,1
15,0	380	PQ 38380	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	26,7
15,7	400	PQ 38400	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	28,0
16,5	420	PQ 38420	SK	54,0	1-1/8	50	100	T3	29,0
17,7	450	PQ 38450	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	34,6
18,9	480	PQ 38480	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	37,0
19,7	500	PQ 38500	SK	54,0	2-1/8	50	100	T3	37,8
20,3	515	PQ 38515	SF	57,1	2-1/4	52	120	T3	39,0
21,7	550	PQ 38550	SF	57,1	2-1/4	52	120	T3	67,0
23,6	600	PQ 38600	SF	57,1	2-1/4	52	120	T3	74,0
25,6	650	PQ 38650	SF	57,1	2-1/4	52	120	T3	122,0
27,6	700	PQ 38700	SF	57,1	2-1/4	52	120	T3	131,5
30,3	770	PQ 38770	SF	57,1	2-1/4	52	120	T3	144,4
38,3	975	PQ 38975	F	73,0	2-7/8	67	150	T3	182,5

Anexo 12.



NNCF

NNCL

NNC

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-
20	42	30	52,3	57	6,2	8 500	10 000	0,2	NNCF 5004 CV
25	47	30	59,4	71	7,65	7 000	9 000	0,23	NNCF 5005 CV
30	55	34	73,7	88	10	6 000	7 500	0,35	NNCF 5006 CV
35	62	36	89,7	112	12,9	5 300	6 700	0,46	NNCF 5007 CV
40	68	38	106	140	16,3	4 800	6 000	0,56	NNCF 5008 CV
45	75	40	112	156	18,3	4 300	5 300	0,71	NNCF 5009 CV
50	80	40	142	196	23,6	4 000	5 000	0,76	NNCF 5010 CV
55	90	46	190	280	34,5	3 400	4 300	1,15	NNCF 5011 CV
60	85	25	78,1	137	14,3	3 600	4 500	0,48	NNCF 4912 CV
	85	25	78,1	137	14,3	3 600	4 500	0,49	NNC 4912 CV
	85	25	78,1	137	14,3	3 600	4 500	0,47	NNCL 4912 CV
	95	46	198	300	36,5	3 400	4 000	1,25	NNCF 5012 CV
65	100	46	209	325	40	3 000	3 800	1,3	NNCF 5013 CV
70	100	30	114	193	22,4	3 000	3 800	0,77	NNCF 4914 CV
	100	30	114	193	22,4	3 000	3 800	0,78	NNC 4914 CV
	100	30	114	193	22,4	3 000	3 800	0,75	NNCL 4914 CV
	110	54	238	345	45	2 800	3 600	1,85	NNCF 5014 CV

Tabla 6

Factores de conversión para el factor de carga mínima k_f de los rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos

Rodamiento con jaula estándar	jaula estándar alternativa	
	P, PH, J, M, MR	PA, PHA, MA, ML
P, PH, J, M, MR	1	1,5
PA, PHA, MA, ML	0,67	1

Tabla 7

Factores de cálculo para los rodamientos de rodillos cilíndricos

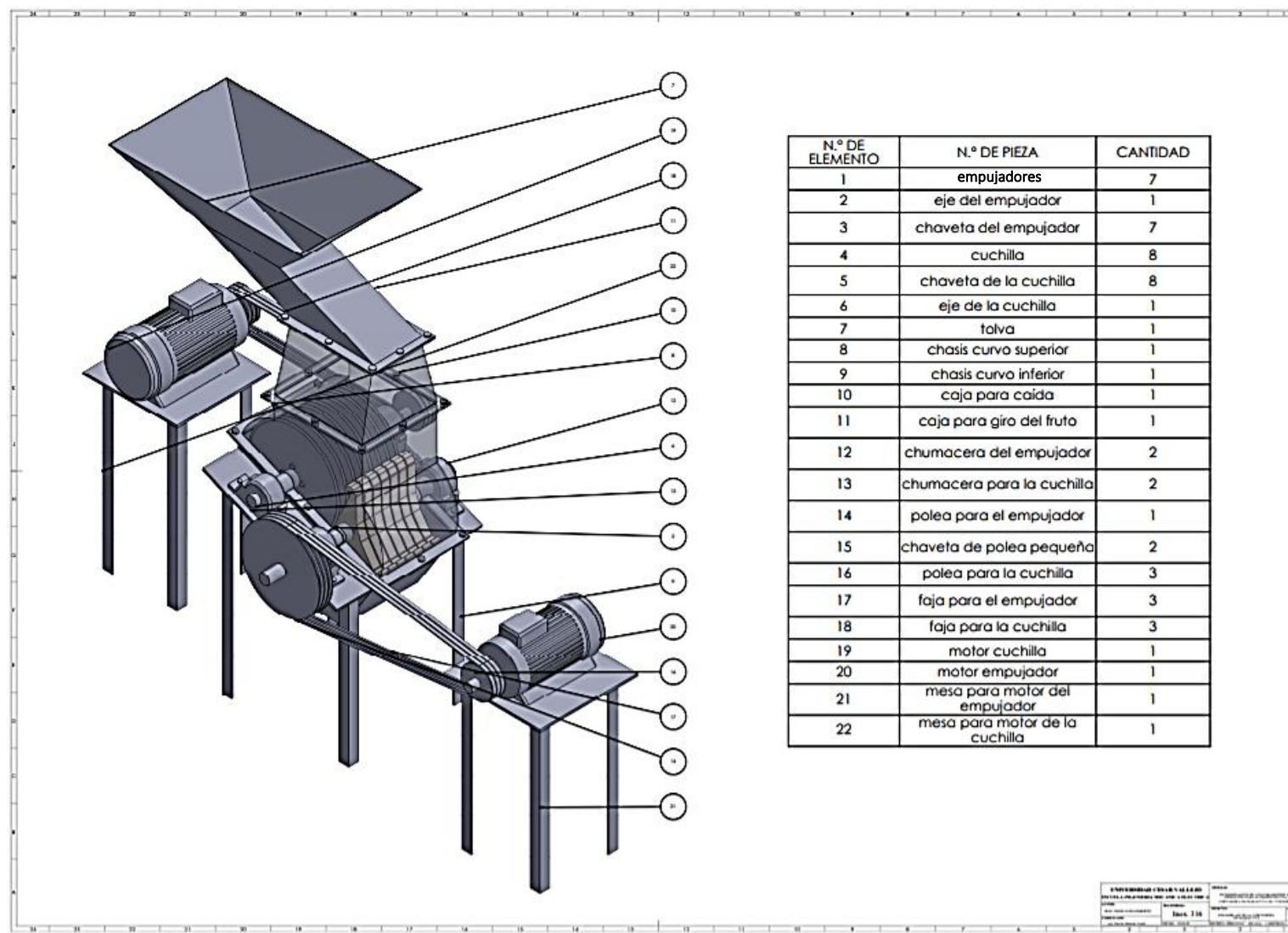
Series de dimensiones de los rodamientos	Valor límite e	Factor de carga axial Y
10, 18, 2, 3, 4	0,2	0,6
22, 23, 28, 29, 30	0,3	0,4

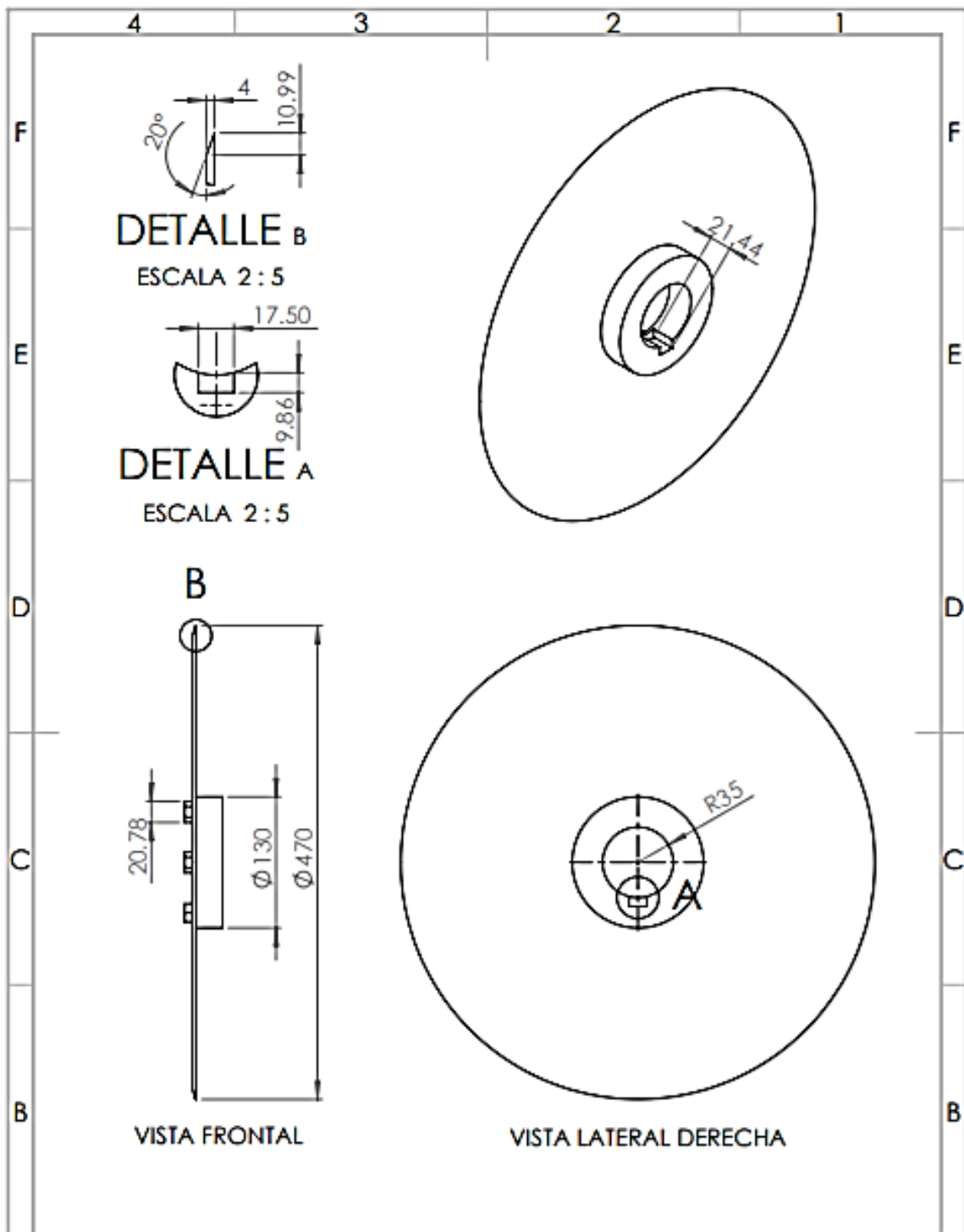
Tabla 8

Factores de lubricación para los rodamientos de rodillos cilíndricos

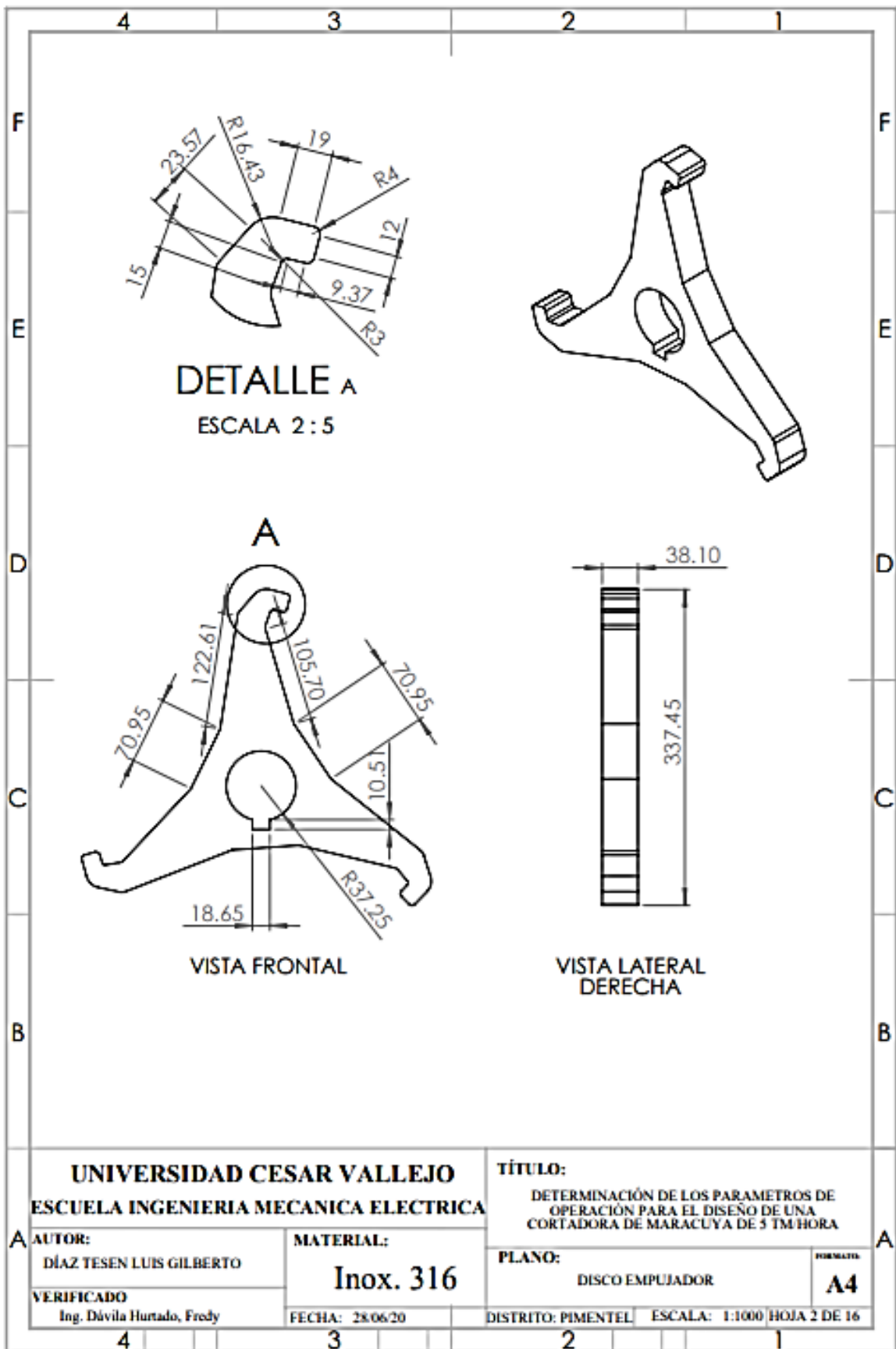
Tipos de rodamiento	Factores de lubricación			
	Lubricación con aceite		Lubricación con grasa	
	k_1	k_2	k_1	k_2
Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos y rodamientos de rodillos cilíndricos de alta capacidad	1,5	0,15	1	0,1
Rodamientos de una hilera de rodillos cilíndricos completamente llenos de rodillos	1	0,3	0,5	0,15
Rodamientos de dos hileras de rodillos cilíndricos completamente llenos de rodillos	0,35	0,1	0,2	0,06

ANEXO 13. PLANOS





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		TÍTULO:	
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA		DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA CORTADORA DE MARACUYA DE 5 TM/HORA	
A AUTOR: DÍAZ TESEN LUIS GILBERTO	MATERIAL: Inox. 316	PLANO: CUCHILLA	FORMATO: A4
VERIFICADO Ing. Dávila Hurtado, Fredy	FECHA: 28/06/20	DISTRITO: PIMENTEL	ESCALA: 1:1000 HOJA 1 DE 16



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:
DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS DE
OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA
CORTADORA DE MARACUYA DE 5 TM/HORA

AUTOR:
DÍAZ TESEN LUIS GILBERTO

MATERIAL:
Inox. 316

PLANO:
DISCO EMPUJADOR

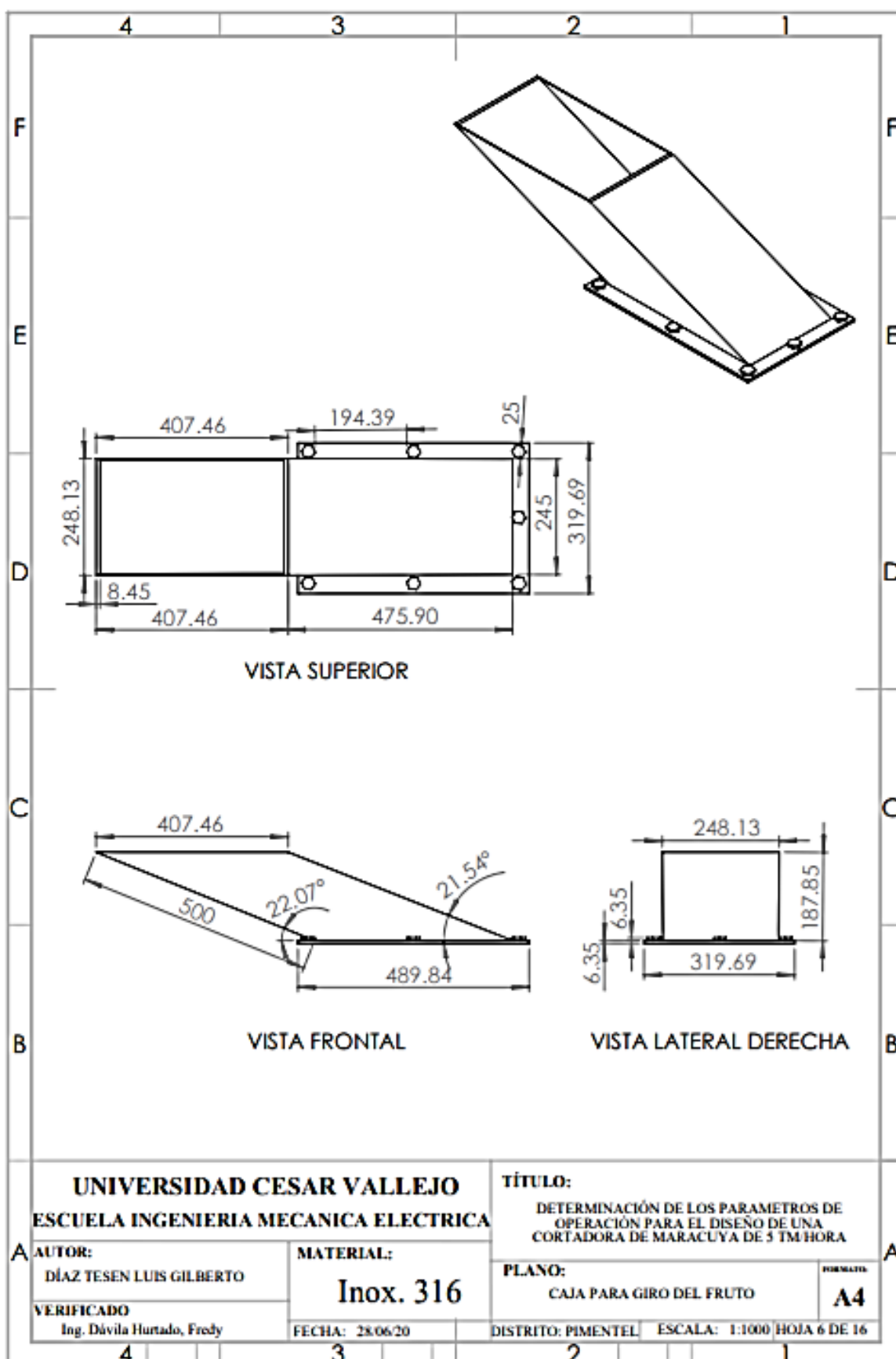
FORMATO:
A4

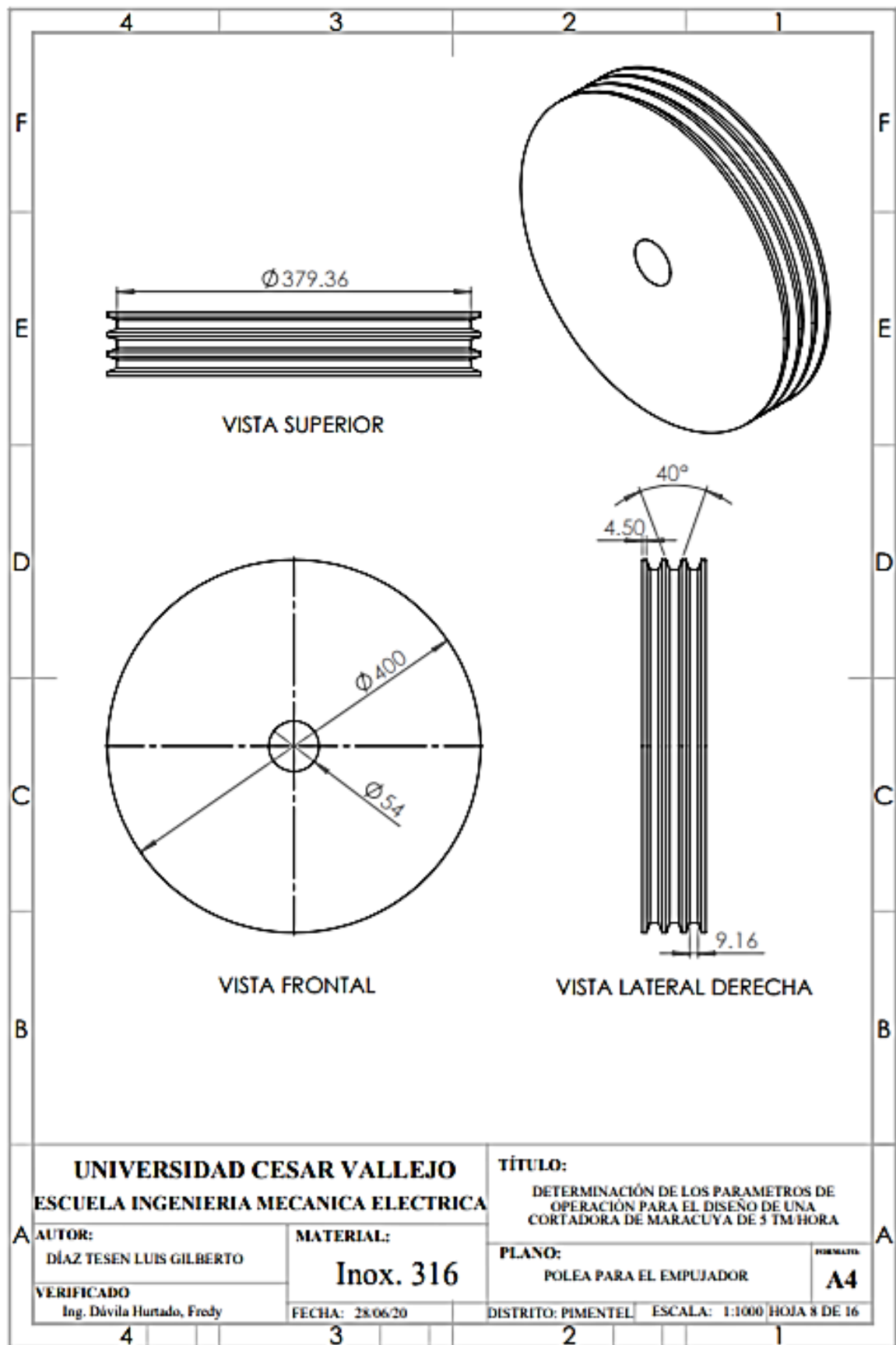
VERIFICADO:
Ing. Dávila Hurtado, Fredy

FECHA: 28.06/20

DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1000 | **HOJA** 2 DE 16





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:
 DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS DE OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA CORTADORA DE MARACUYA DE 3 TM/HORA

AUTOR:
 DÍAZ TESEN LUIS GILBERTO

MATERIAL:
Inox. 316

PLANO:
 POLEA PARA EL EMPUJADOR

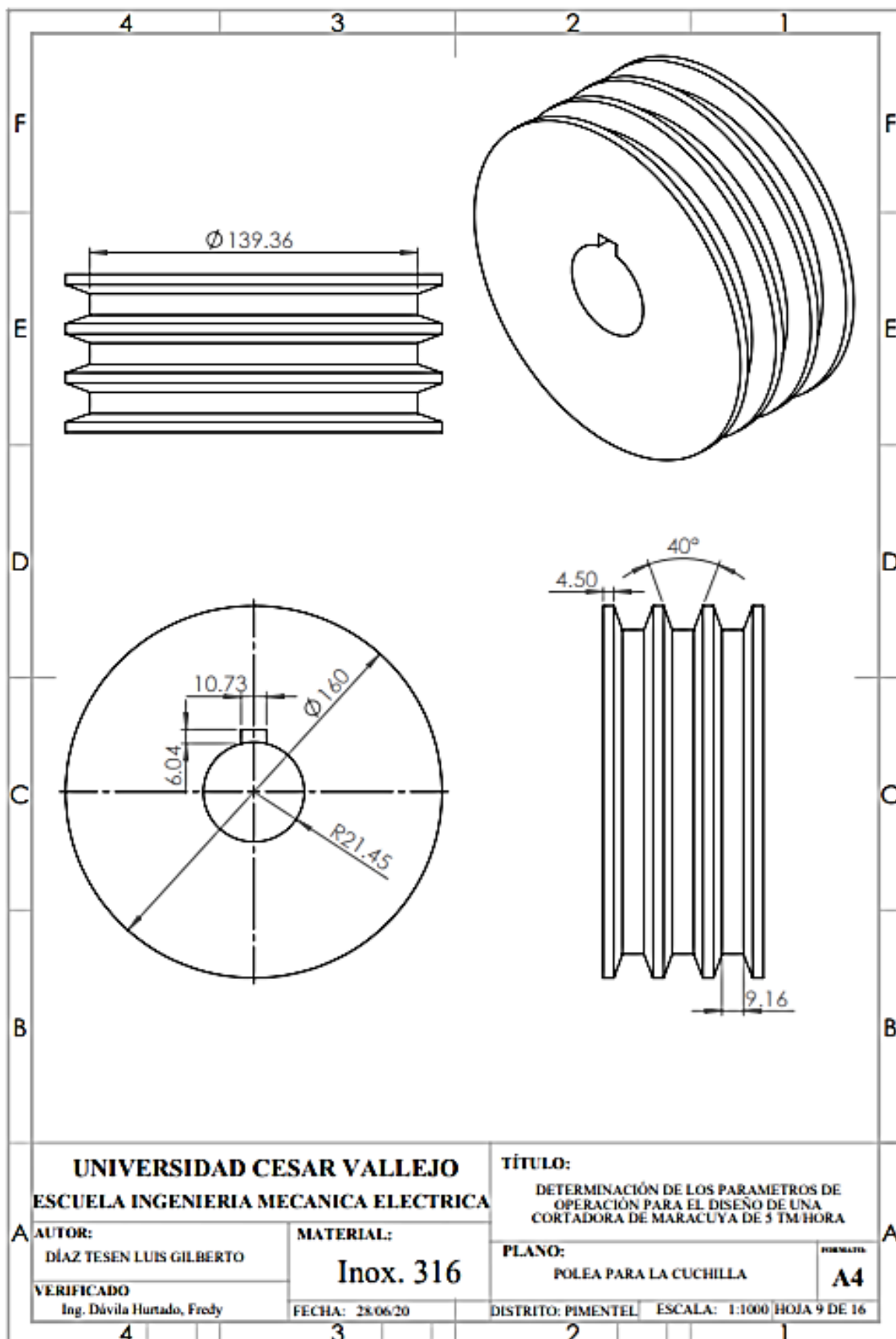
FORMATO:
A4

VERIFICADO
 Ing. Dávila Hurtado, Fredy

FECHA: 28.06/20

DISTRITO: PIMENTEL

ESCALA: 1:1000 **HOJA** 8 DE 16



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

TÍTULO:
 DETERMINACIÓN DE LOS PARAMETROS DE
 OPERACIÓN PARA EL DISEÑO DE UNA
 CORTADORA DE MARACUYA DE 5 TMHORA

AUTOR:
 DÍAZ TESEN LUIS GILBERTO

MATERIAL:
Inox. 316

PLANO:
 POLEA PARA LA CUCHILLA

FORMATO:
A4

VERIFICADO
 Ing. Dávila Hurtado, Fredy

FECHA: 28.06/20

DISTRITO: PIMENTEL **ESCALA:** 1:1000 **HOJA:** 9 DE 16

4 3 2 1