



**DISEÑO DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL MECÁNICO
PARA EXTRAER EL CRISTAL DEL ALOE VERA, PARA LA
EMPRESA KOLOMBIA S.A, EN EL DEPARTAMENTO DEL
HUILA.**

FÉLIX MAURICIO TORRES RADA

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomecánica
Ibagué - Colombia
2020

Diseño de un prototipo funcional mecánico para extraer el cristal del aloe vera, para la empresa KOLOMBIA S.A, en el departamento del Huila.

FÉLIX MAURICIO TORRES RADA

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar
al título
Ingeniero Mecánico

MSc. JUAN CARLOS RICO
Asesor y consultor del proyecto

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomecánica
Ibagué - Colombia
2020

A Dios y mi familia

Por permitirme culminar tan anhelado logro,
a mí familia por el apoyo y esfuerzo incondicional,
que me brindaron en esta travesía académica;
la cual se forjo con mucho sacrificio.

“Puesto siempre los ojos en Jesús, el autor y consumidor de la fe”

Félix Mauricio Torres Rada

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por disponer en mi trayectoria profesional personas que me brindaron de una u otra manera su colaboración, así mismo a familia por ese apoyo moral e incondicional dado durante todo este ciclo competitivo, a mis amigos por ese constante soporte manifestado en mi etapa académica.

A los Ingenieros y docentes de la Universidad Antonio Nariño Sede Ibagué, por el conocimiento impartido en cada una de las asignaturas dadas en mi ciclo profesional para lograr el título Ingeniero Mecánico e inculcarme siempre el sentido de *responsabilidad social*. De igual manera extiendo mis agradecimientos al Señor **Willian Eduardo Góngora Higuera** Coordinador Académico de la sede-Ibagué, por su apoyo en momentos de crisis; brindándome así luz de esperanzas para seguir luchando por un logro más.

Al Ingeniero **Juan Carlos Rico**, director del proyecto quien fue pieza fundamental en el desarrollo de este trabajo, por su compromiso y su deseo diseñar este prototipo funcional. Del mismo modo agradezco al Ingeniero **Jairo Humberto Mosquera** por ser el pionero motivacional en el desarrollo de proyecto.

Por último, quiero agradecer **EMPRESA KOLOMBIA S.A**; por creer en este proyecto desde su inicio hasta su final.

Félix Mauricio Torres Rada

RESUMEN

En el presente proyecto se pretende el Diseño de un prototipo funcional electromecánico para extraer el cristal del aloe vera, para la empresa KOLOMBIA S.A, en el departamento del Huila. Con este prototipo se proyecta primero preparar el material para poder extraer el cristal del Aloe Vera. El modelo virtual se desarrolla a partir del programa Solidworks académico para ser fabricada en la empresa de Kolombia S.A. Para lo cual se llevó a cabo una investigación teórica y técnica, donde los objetivos propuestos se ven cumplidos en el transcurso del trabajo propuesto, dando como resultado; en primer lugar, el estudio de varios investigadores con trabajos preliminares que permitieron especificar la manera y los pasos necesarios para la extracción del cristal de sábila.

Seguidamente se hizo un estudio de los prototipos de máquinas que por su conformación cumplían con las especificaciones que se necesitaban para este proyecto. Esto permitió realizar el diseño y planos de la misma para lo cual sirvió de apoyo el programa software CAD.

Finalmente se desarrolla el manual de funcionamiento y mantenimiento de la máquina, buscando que este sea de utilizada en el momento de ser elaborada e implementada la máquina para este fin.

PALABRAS CLAVE: Diseño, prototipo, Aloe Vera, Sábila, mondar.

Abstract

This project aims to design a functional electromechanical prototype to extract the crystal from aloe vera, for the company KOLOMBIA S.A, in the department of Huila. With this prototype it is planned to first prepare the material to be able to extract the Aloe Vera crystal. The virtual model is developed from the academic Solidworks program to be manufactured in the company of Kolombia S.A. For which a theoretical and technical investigation was carried out, where the proposed objectives are met in the course of this investigation, resulting in; in the first place, the study of several researchers with preliminary works that allowed specifying the manner and steps necessary for the extraction of the aloe crystal.

Next, a study was made of the prototypes of machines that, due to their conformation, met the specifications needed for this project. This allowed for the design and plans of the same, which was supported by the software CAD program.

Finally, the operation and maintenance manual of the machine is developed, seeking that it be used at the time the machine is developed and implemented for this purpose.

KEY WORDS: Design, prototype, Aloe Vera, Sábila, peel.

Contenido

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	5
A. Objetivo general	5
B. Específicos	5
III. MARCO CONCEPTUAL	6
A. Antecedentes.	6
IV. MARCO TEORICO	10
A. Materiales de construcción del prototipo.	10
B. Transmisiones.....	12
C. Tipos de transmisiones.	12
D. Estructuras.	12
E. Aceros inoxidable.....	13
F. Introducción del Aloe Vera	13
G. Estructura de la planta aloe vera.	13
H. Componentes químicos y sus características del aloe vera.....	15
I. Propiedades generales del aloe vera.	15
V. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ALOE VERA.....	15
A. Extracción por compresión.....	15
VI. ESPECIFICACIONES Y ALTERNATIVAS DE DISEÑO	17
A. Ingeniería del proyecto, estrategias metodológicas.....	17
1) Metodología de desarrollo.....	17
2) Investigación Exploratoria Aplicada	17
3) Herramientas de desarrollo.....	17
4) Propuestas de solución.....	18
B. Opciones de diseño	20
1) Opción de diseño: Manual	20
2) Opción de diseño: Mecánica.....	21
3) Opción de diseño: Electromecánica	21
VII. MATRIZ PUGH PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.....	23
VIII. CÁLCULOS DE DISEÑO	24
A. Diseño de rodillos.....	24
B. Ángulo de separación	25
C. Cantidad de rodillos	26
D. Cálculo del diámetro del rodillo	26
E. Longitud de los rodillos	27
F. Contacto de la penca de Sábila y la superficie de los rodillos.....	27
G. Caracterización del producto Penca de Sábila	28
H. Cálculo de la Velocidad Angular de los rodillos	29
I. Motorreductor	30
J. Cálculo de cadena rodillo.....	35
k. Diseño de la cuchilla y ubicación en la máquina.....	39
X. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO EXTRACTORA DEL CRISTAL DE ALOE VERA.....	44
A. Pasos para la operar la máquina y corte del material	44
1. Observar que no exista ningún elemento extraño alrededor e interior de la máquina. Esto evitara incidentes y mal funcionamiento de la misma	44
2. Conectar el cable de corriente a la toma corriente regulada. Puesto que mediante esta conexión se da el paso de corriente al motorreductor.	44

5.	Oprima el botón de encendido, para dar inicio al funcionamiento y arranque del motorreductor. Este paso da inicio al movimiento de transmisión por cadena y a su vez moverá los rodillos que permiten impulsar la penca hacia el corte superior e inferior de la misma quitando de esta manera la cascara.	44
6.	Ingrese la punta de la penca al compartimiento de corte y deje que los rodillos desplacen el material a procesar.	44
XI.	CONCLUSIONES	48
XII.	RECOMENDACIONES	49
XIII.	BIBLIOGRAFÍA	50
XIV.	ANEXOS	53
A.	Anexos 1. Cotización de MOTORREDUCORES.....	53
B.	Anexo 2. DIMENSIONES DE PIÑONES SENCILLOS	57
C.	Anexo 3. TABLA DE LUBRICACIÓN DE LA CADENA	1
D.	Anexo 4. TABLA RESISTENCIA A LA ATENCIÓN DE ALGUNOS MATERIALES	2

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Máquina Procesadora de Sábila.....	1
Figura 2. Aloe Vera peeling machine.....	2
Figura 3. Cultivo de Sábila.....	2
Figura 4. Diagrama de flujo, Selección de materia prima.....	3
Figura 5. Diagrama de flujo de proceso.....	4
Figura 6. Maquina AMTM100 en proceso de construcción.....	7
Figura 7. Máquina Procesadora de Sábila.....	10
Figura 8. Motor HIGHTEX.....	10
Figura 10. La corteza de la sábila.....	13
Figura 11. Imagen del aloe vera en el microscopio.....	14
Figura 13. Opción Manual.....	20
Figura 14. Opción MECÁNICA.....	21
Figura 15. Opción Electromecánica.....	21
Figura 16. Opción Electromecánica, Vista lateral.....	22
Figura 17. Opción Electromecánica, Vista posterior.....	22
Figura 18. Sistema de Troquel de Rodillos.....	25
Figura 19. Rodillos de compresión.....	26
Figura 20. Espesor de la penca (Medida de entrada de la hoja).....	26
Figura 21. Longitud de los rodillos.....	27
Figura 22. Extracción manual de la penca de Sábila, Montes de Calambeo.....	28
Figura 23. Pencas de Sábila, Montes de Calambeo.....	28
Figura 24. Sistema del rodillo en equilibrio.....	32
Figura 25. Eje en plano Z.....	33
Figura 26. Diseño de cuchilla de corte vertical (Espinas).....	39
Figura 27. Ubicación de las cuchillas de forma vertical.....	40
Figura 28. Ubicación de las cuchillas de forma Horizontal.....	40
Figura 29. UCP205 - Soportes de apoyo.....	40

LISTA DE TABLAS

Pág.	
Tabla 1. Alternativa de diseño	6
Tabla 2. Alternativas de diseños	8
Tabla 3 Especificaciones técnicas Motorreductor NORDBLOC.1	11
Tabla 6. La construcción de una matriz.	17
Tabla 7. Análisis de viabilidad.....	18
Tabla 8. Conceptos (Alternativas de diseño)	23
Tabla 9. Conceptos (Alternativa de diseño respecto a la materia prima)	24
Tabla 10. Tabla de Ponderación	24
Tabla 11. Caracterización Aloe Vera, Ibagué-Montes de Calambeo	28
Tabla 12. Descripción, Motor Motorreductor NORDBLOC.1 TRIFÁSICO	32
Tabla 13. Fuerzas y torques resultantes en el eje.	33
Tabla 14. Diagramas de fuerzas y momentos MD.solid 4.0	33
Tabla 15. Propiedades mecánicas para un acero 304 laminado en caliente	35
Tabla 16. Parámetros del Motor	35
Tabla 17. Relación de engranaje	35
Tabla 18. Catarina impulsora	35
Tabla 19. Catarina impulsada	35
Tabla 20. Factor de diseño	36
Tabla 21. Distancia entre centros	36
Tabla 22. Valor Factor de Servicio.....	36
Tabla 23. Datos del Factor de Servicio	36
Tabla 24. Factor de # Hileras o # Torones	36
Tabla 25. Factor de # Hileras, # Torones, Potencia Tabulada	37
Tabla 26. Factor de # Hileras, # Torones, Potencia Tabulada, # Cadena, Potencia Nominal	37
Tabla 27. Factor de # Hileras, # Torones, Potencia Tabulada, # Cadena, Potencia Nominal, Factor de diseño, Tipo lubricación	37
Tabla 28. Selección de datos para el diseño de cadena rodillo	38
Tabla 29. Longitud de la cadena en pasos	38
Tabla 30. Paso de la cadena	39
Tabla 31. Características del piñón que va conectado al motor	39
Tabla 32. Características del Piñón a utilizar en los rodillos	39
Tabla 33. Simbología Implementada	45
Tabla 34. Mantenimiento.....	46
Tabla 35. Riesgos específicos	46
Tabla 36. INVERSIÓN EN EL PROTOTIPO.....	47

GLOSARIO

Ácido butírico o ácido butanóico: es un ácido monocarboxílico, saturado, de cadena abierta con cuatro átomos de carbono.

Ácido propanoico: es un ácido carboxílico monoprótico que puede encontrarse naturalmente, de fórmula molecular $C_3H_6O_2$ y fórmula semidesarrollada CH_3-CH_2-COOH .

Ácidos acéticos: puede encontrarse en forma de ion acetato. Se encuentra en el vinagre, y es el principal responsable de su sabor y olor agrios. Su fórmula es CH_3-COOH .

Aloína: Es un compuesto amargo y amarillento aislado de la planta de aloe

Bacteriología: la rama y especialidad de la biología que estudia la morfología, ecología, genética y bioquímica de las bacterias, así como muchos otros aspectos relacionados con ellas.

Barbadosis Miller: Denominada Aloe vera, llamado sábila, acíbar o áloe de Barbados, entre otros, es una planta suculenta de Aloe perfoliata var. barbadensis (Mill.) and carcinogenesis studies of nondecolorized whole leaf extract of Aloe.

Colerético: Sustancia activa, Dícese de la sustancia que activa la producción de la bilis como función hepática

Compuestos bioactivos: Cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud.

Datalogger: Es cualquier dispositivo que se pueda usar para almacenar datos.

El epicarpio: Es la parte del pericarpio que suele proteger al resto del fruto del exterior.

El peróxido de hidrógeno: también conocido como agua oxigenada, dioxigen, óxido de agua o dioxidano, es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua, pero que en general se presenta como un líquido ligeramente más viscoso.

El tocoferol: Es el nombre de varios compuestos orgánicos conformados por varios fenoles metilados, que forman una clase de compuestos químicos llamados tocoferoles de los cuales varios actúan como Vitamina E.

Epicarpio: Es la parte del pericarpio que suele proteger al resto del fruto del exterior.

Esteroles: Son esteroides con 27 a 29 átomos de carbono.

Extracto Ectanólicos: Con olor característico, obtenido a partir de materia prima desecada de origen vegetal, por maceración o percolación en contacto con etanol.

Hepatoprotectora: La hepatoprotección o antihepatotoxicidad es la capacidad de una sustancia química para prevenir el daño al hígado.

Heterósidos antracénicos: Se trata de una bebida laxante a base de fibra que contiene estos heterósidos

Hidráulica: Es la rama de la física que estudia el comportamiento de los líquidos en función de sus propiedades específicas.

Inhibición: Suspender transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de un estímulo adecuado.

Inmunoestimuladores: Son sustancias (fármacos y nutrientes) que estimulan el sistema inmunitario induciendo activación o aumentando la actividad de cualquiera de sus componentes.

La antraquinona o 9,10-dioxoantraceno: Es un compuesto orgánico aromático, derivado del antraceno.

Mesófilo: o más correctamente, aunque menos usado, mesófilo es un término botánico que designa el tejido que se encuentra entre las epidermis del haz.

Organismos aeróbicos: o aeróbicos a los organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno diatómico.

Parénquima: principal tejido que realiza fotosíntesis y, por lo tanto, proporciona alimento a la planta.

Permeación: es el proceso por el cual una sustancia química atraviesa un polímero mediante la difusión molecular.

Rodete: es un tipo de rotor situado dentro de una tubería o un conducto y encargado de impulsar un fluido.

Saponinas: (del latín sapo, "jabón") son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón

Sodiamétrico: Forma regular, con todos los diámetros de igual longitud.

Swiss albino: reconocidos como los famosos ratón de laboratorio es un roedor, usualmente de la especie *Mus musculus*, que se utiliza para la investigación científica.

Taninos: Son compuestos fenólicos que poseen propiedades astringentes y antiinflamatorias, por lo tanto, son muy útiles ante diarrea o gastroenteritis

Tejidos parenquimáticos: Son aquellos tejidos encargados de la nutrición del vegetal.

Triacilglicéridos: Son el tipo de grasas más abundantes; en la naturaleza existen solamente pequeñas cantidades de monoacilglicéridos y de diacilglicéridos.

Trolox: Es un análogo de la vitamina E soluble en agua.

I. INTRODUCCIÓN

Es pertinente afirmar que en Colombia se da una modesta y elemental industrialización en proyectos artesanales causado por la falta de interés y de conocimiento en la extracción del Cristal del Aloe Vera; surgiendo así muchas necesidades tanto en el cultivo como en la producción misma. La problemática a solucionar en el presente proyecto es el mondar y cortar por fracción del Cristal de Sábila, en la etapa final de la línea de producción “industria”.

Es notorio que en Colombia no hay un diseño de máquina que logre satisfacer la necesidad de descascarar y trocear el Cristal en su periodo final de producción; este es el caso que se presenta en la empresa KOLOMBIEN S.A., quien basados en esta insuficiencia contactó el servicio de la construcción de un prototipo digital que satisfaga dicho requerimiento y así generar innovación para el departamento del Huila.

Por su parte, el gel tiene grandes posibilidades a usarse como aditivo en productos agrícolas y veterinarios entre otros productos(Andres, 2012). Sobre la base de ideas expuestas y ante los beneficios de esta planta, se da un esfuerzo por la extracción de este prestigioso material, pero la problemática es que algunos procesos son inadecuados los cuales generan modificaciones y hacen que se pierdan propiedades importantes, por ello se hace necesario que se lleven a cabo un estudio de un prototipo para la obtención del gel.

Actualmente no hay un registro de máquinas fabricadas en Colombia, que monden la penca de sábila y cortar en fracciones el cristal de Aloe Vera; lo más cercano que se ha realizado fue un artículo de investigación científica llamado: “Diseño de un sistema semiautomático para la extracción de gel de aloe vera; análisis integral del costo del ciclo de vida del equipo”(Díaz et al., 2013). Por tal razón se indago en países como México y otras naciones industrializadas donde existe la producción de estas.

Estas máquinas cumplen parcialmente las funciones, siendo necesario un prototipo más eficiente; el cual permita la operación adecuada y completa para estos dos procesos (ver Figura 1 y 2).

Figura 1. Máquina Procesadora de Sábila



Fuente: DAVILA TRIVIÑO, José. Máquina Procesadora de Sábila (Aloe Vera) (Citado junio 20, *forum/topics/m-quina-procesadora-de-s-bila-aloe-vera* 2017 a las 6:05pm) Disponible en: <http://www.agro20.com/>

Figura 2. Aloe Vera peeling machine



Fuente: Global Trade Stars Here. (Citado agosto 10, de 2017) Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/easy-use-aloe-vera-products-machine-with-lowest-price-60676138406.html?spm=a2700.8699010.29.97.158c872f2n5UeS>

De acuerdo al estado del estado del arte, se plantea diseñar un prototipo, en una segunda fase a futuro se planea su fabricación, su puesta en el punto, la calibración de la máquina, donde sea capaz de montar la penca de Sábila y cortar en fracciones el cristal de Aloe Vera.

Como se ha mencionado anteriormente, sería representativo afirmar que en la región del Tolima se podría asegurar la rentabilidad de los productos con un origen que se ajuste a las necesidades exigentes del consumidor actual (Andres, 2012), por ello es garantizada que la calidad de vida de muchos agricultores y semejantes del departamento se verán beneficiados y como resultado crecerán a nivel nacional e internacional al mismo tiempo creando empleo y futuro para nuestra población, por ello es importante conocer el proceso más adecuado del procesamiento del Aloe vera o un derivado de este para así obtener la gran idea y las varias reflexiones posibles de una gran maquina industrial creada a partir de datos, materiales y cálculos, con el fin de poder lograr el mejor aprovechamiento de este recurso natural y a la vez, el ofrecimiento de un producto final de calidad.

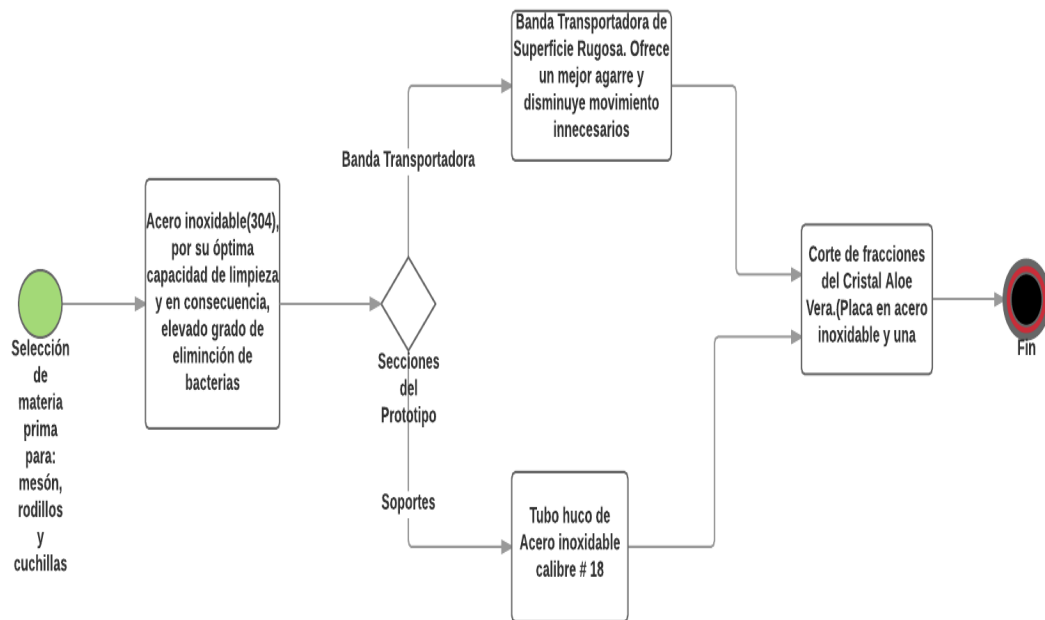
Figura 3. Cultivo de Sábila



Fuente. Foto tomada de los campos del Tolima (Lérida). Evaluación municipal.

Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario el diseño de un prototipo de extracción del Aloe Vera tipo industrial que tenga como fin la innovación tecnológica para el desarrollo del cultivo de sábila; para lograr este objetivo se deberá tener prioridad por un proceso más adecuado para la industrialización del Aloe Vera, este dará lugar al boceto de manera digital del prototipo, dentro de este aspecto y al tener en cuenta el proceso ya seleccionado. Proceso a seguir para construir el diseño del prototipo y como funcionara:

Figura 4. Diagrama de flujo, Selección de materia prima



Fuente. El autor.

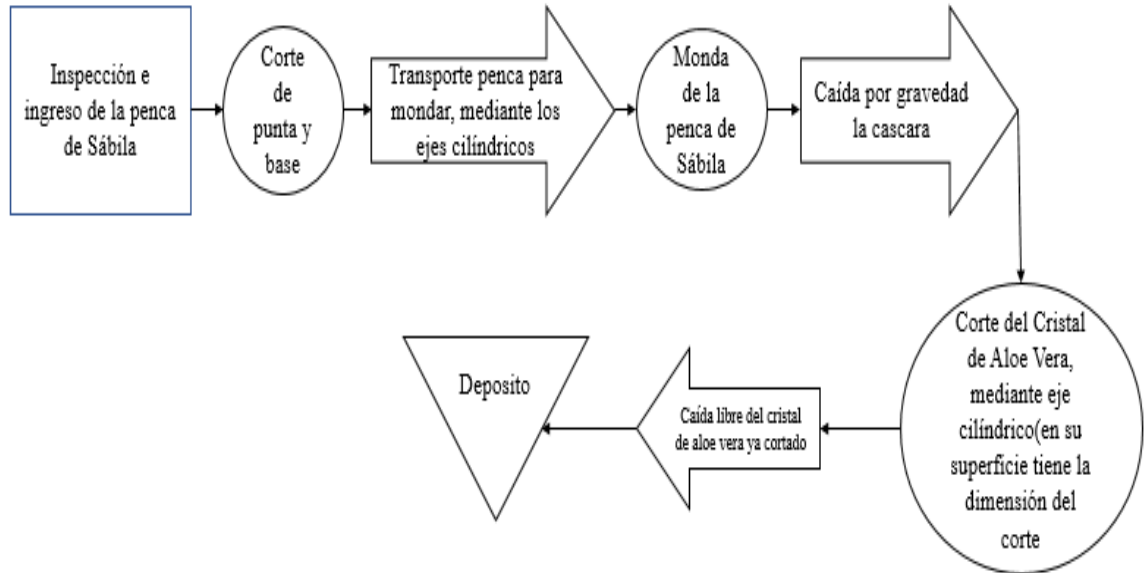
A continuación, la descripción del funcionamiento de dicho prototipo:

Se emplea un motor eléctrico el cual va accionar un sistema motriz, el cual moverá dos ejes cilíndricos rugosos en su superficie, van a dirigir la penca de la sábila a un compartimento donde va a converger con cuatro cuchillas dos de ellas están en modo horizontal; las cuales descarrara la parte superior e inferior de la penca de sábila, las otras dos en modo vertical, cortaran las espinas, además de ser autoajustables adaptándose al tamaño de la penca.

La importancia de mantener en unas condiciones de funcionamiento óptimas la máquina, es que se diseñará con un material preferiblemente en acero inoxidable, al igual que las hojas cortadoras.

Finalmente, una vez realizado el análisis detallado del funcionamiento del prototipo digital sobre la extracción del aloe vera, la empresa **KOLOMBIEN S.A** aprueba la construcción de dicha máquina, teniendo en cuenta el ciclo de vida del aparato, y los costos de fabricación que se presentan.

Figura 5. Diagrama de flujo de proceso



Fuente. El autor

II. OBJETIVOS

A. *Objetivo general*

Diseñar un prototipo de manera digital para mondar, el cristal del aloe vera.

B. *Específicos*

- Consultar variables y procesos de industrialización del Cristal de Aloe Vera.
- Obtener referencias bibliográficas sobre el diseño de máquinas similares
- Desarrollar por medio de prototipos digitales, utilizando software CAD, para identificar la mejor opción de desempeño.
- Elaborar manuales de funcionamiento y mantenimiento

III. MARCO CONCEPTUAL

A. Antecedentes.

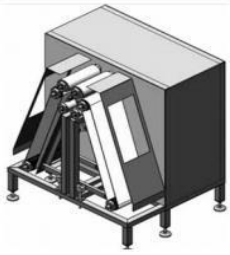
En el documento denominado “El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria” realizado por (Domínguez-Fernández, 2012) se realizó un estudio donde los espécimen en experimento fueron los ratones *Swiss albino*, quienes presentaban un daño hepático, al observar la actividad hepatoprotectora en estos seres y suministrarles gel de sábila con éter de petróleo, cloroformo, metanol y agua destilada; se demostró que la sustancia acuosa posee un nivel alto de hepatoprotector en el tejido del hígado, viéndose que el Aloe vera posee actividad bacteriogénica in vitro y que altera la producción de los ácidos acético, propiónico y butírico de los microorganismos(Domínguez-Fernández, 2012). lo que pude concluirse que la sábila altera la producción de ácidos grasos de cadena corta por la microflora intestinal humana (Belle L. Chou (Union City, CA), Sisitha Sudarshana (Athurugiriya), 2018).

Menciona BEPPU y COL, que al experimentar con cerebros de rata con un extracto etanólico como la sábila esta desencadena en un compuesto antioxidante igual al α - tocoferol (Beppu et al., 2006).

Otra investigación importante es la realizada por ZHENG y WANG con el nombre “Actividad antioxidante y compuestos fenólicos en hierbas seleccionadas” donde se presentan resultados importantes ante la eliminación de radicales libres durante los extractos de Aloe vera al presentarse unas condiciones críticas y disolventes orgánicos al igual que antioxidantes, logrando obtener un resultado de de inhibición de los extractos y los antioxidantes de referencia mostro el siguiente orden de bioactividad: Trolox (76,8%) > extracto de etanol del exocarpio de sábila (39,7%) > BHT (35,9%) > extracto de CO2 supercrítico (33,5%) > α -tocoferol (25,6%) > extractos etanolitos del gel de sábila (14,2%)(Zheng & Y. Wang, 2001).

En el proceso de extracción del aloe vera se ha ido innovando gracias a la demanda producida por este producto y a medida que pasa el tiempo se irán desarrollando nuevas propuestas de prototipos que satisfagan cada uno de los requisitos del sistema (ver Tabla 1).

Tabla 1. Alternativa de diseño

IMAGEN	LUGAR	PROPIEDADES	REFERENCIA
	Empresa de sabitel la región del caribe patrocinadora del proyecto	- Número de hojas procesadas 720 Pencas/h. - Cantidad de gel extraíble: 245 Kg/seg - Eficiencia: 43%.	W. Velilla, L. Amórtegui, D
Máquina extractora de sábila			

Fuente: DIAZ, Wilmer Velilla; DIAZ, Argemiro Palencia. Metodología de diseño para la selección de la mejor alternativa en reducción de tiempos en el mantenimiento de maquinaria industrial. INGE CUC, 2015, vol. 11, no 2, p. 18-26.

Estas alternativas dadas por los ingenieros de la universidad autónoma del caribe como una base científica al proceso de extracción los cuales muestran ventajas de las alternativas dadas dimensionamiento, referencias y datos de producción lo cual se necesitaría para identificar la alternativa conveniente para el proceso de extracción que cuenta con los datos tabla de selección de la alternativa más conveniente para este proceso.

En este proceso de selección se necesita garantizar la factibilidad del prototipo el cual tendrá un ciclo de vida y de cotos/beneficio donde se verá la recuperación de los cotos monetarios invertidos a cuantos años y la duración del prototipo con esto claro la universidad autónoma del caribe eligió la mejor alternativa de producción de la materia prima para una infinidad de productos.

Dice GARCIA y BERMEJO, que uno de los problemas de este producto es que después de ser extraído hay un periodo corto de dos a tres horas en la cual este pierde su efectividad por este es necesario el proceso de estabilización, de acuerdo con estos se han empleado varias técnicas tales como oxidación en peróxido de hidrogeno, tratamiento de pasterización que es uno de los más recomendados por los investigadores entre otros(Victor P. GarciaJaime Bermejo, 2006).

Indica URBINA (Amparo Lozano Urbina et al., 2011)en su trabajo “Estabilización del gel de Aloe barbadensis Miller y disminución de su concentración por adsorción en columna con carbón activado” la búsqueda de la estabilización del Aloe vera se convierte en un reto ya que al exponerlo al contacto del aire pierde propiedades importantes, por esta razón desarrolla una técnica donde la estabilización y esterilización se lleve a cabo mediante un tratamiento térmico en frio produciendo mejor calidad en la planta y al procesarlas expulsan menos oxidantes y perjuicios gracias a que el gel consigue una disgregación por el crecimiento de bacterias y a la manifestación del oxígeno elevada en temperatura del agua y azucars se mantienen gran parte de sus propiedades necesarias para la salud.

Lo cual se lleva a cabo mediante la oxidación al momento del enjuague de las hojas justo al cortarlas o realizar su cosecha con el bactericida y el proceso que se realiza seleccionando el parénquima de la cascara, es asi que cuando se extrae el gel se procede a la lividez y separación de la aloína y antraquinonas mediante la aplicación del carbón activado. Es de reconocer que al extraer el líquido este debe filtrarse y esterilizarse para lograr la estabilización total, seguidamente una vez se reduce al mínimo el agua o líquido se logra la transformación y obtención del polvo mediante la incorporación de enzimas como glucosa oxidasa y catalasa que llevan al crecimiento de organismos aeróbicos. (Amparo Lozano Urbina et al., 2011)

Figura 6. Maquina AMTM100 en proceso de construcción

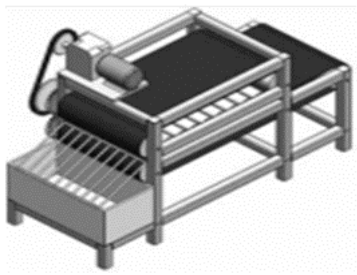
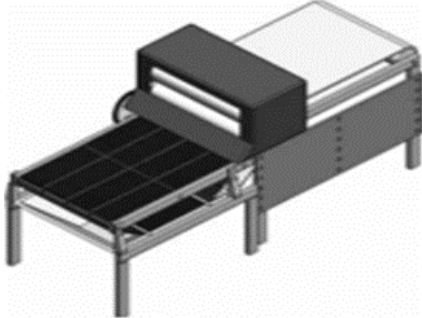


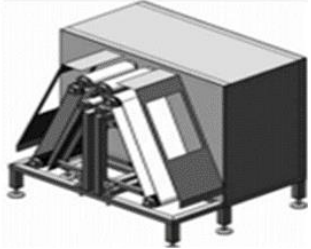
Fuente: URBINA, Luz Amparo Lozano; NOVA, Carlos Muvdi; URIBE, Luz Dary Mejía. **Estabilización del gel de Aloe barbadensis Miller y disminución de su concentración por adsorción en columna con carbón activado.** *REVISTA ION*, 2011, vol. 24, no 1.

Haciendo énfasis en la construcción de la Maquina AMTM100 esta debe ser calibrada y validada adecuadamente pues con exactitud de realizar el proceso de penetrabilidad y resistencia en la captura de cada una de las hojas de Aloe Vera, es de esta manera que por su potencia y fácil manejo la convierte en un útil beneficio para el manejo y la producción rápida y a bajo costo (Charry & Ozaeta, 2011). Es necesario llevar un control que represente resultados de cada uno de los procesos mediante el almacenamiento del *datalogger*, datos con análisis y tabulación expresada en gráficos que permite ver la evolución de la materia prima durante su proceso.

Es importante resaltar los métodos más utilizados para extraer el Aloe Vera, se tiene en primer lugar el que se ejecuta con los protocolos necesarios mediante los manuales de disponibilidad, pero para la industria se hace más útil el manejo mediante elementos compresores por su facilidad al momento de manejarlo. Es así que se hace necesario que estas máquinas puedan mantener parámetros de control y ejecución que al momento de las pruebas permitan de manera adecuada tener continuidad en su proceso dentro de la más opcionada y que cumple con estos objetivos es la máquina AMTM con un sistema semiautomático permite la extracción, análisis a bajo presupuesto y con un amplio ciclo de producción que lo hace importante en el mercado (Amparo Lozano Urbina et al., 2011) (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Alternativas de diseños

<p>ALTERNATIVA 1</p> 	<p>Ventajas: Compacto y modular Operación sencilla Reduccion de la manipulacion de productos en la linea de produccion Operada por una persona Dimensiones: 0.98 m x 2.48 m x 1.55 m (A *L*H) Requerimiento de instalacion Suministro de electricidad 220v + 60hz+ trifasico + tierra Datos de produccion: No. De hojas procesadas por hora 234 pencas Velocidad de operación 0.061 pencas/ seg Cantidad de gel extraida 80k/h</p>
<p>ALTERNATIVA 2</p> 	<p>Ventajas: Compacto y modular Operación sencilla Reduccion de la manipulacion de productos en la linea de produccion Operada por una persona reduccion de residuos solidos al final de la produccion Mayor volumen de hojas procesadas Dimensiones: 1.20 m x 3.32 m x 1.58 m (A *L*H) Requerimiento de instalacion Suministro de electricidad 220v + 60hz+ trifasico + tierra Datos de produccion: No. De hojas procesadas por hora 220 pencas Velocidad de operación 0.061 pencas/ seg</p>

<p>ALTERNATIVA 3</p>  <p>El diagrama muestra una máquina industrial compacta y modular. Tiene una base metálica con patas ajustables. En la parte superior hay una tolva para depositar las pencas. Debajo de la tolva, se ven los rodillos y la cuchilla que realizan el corte y la extracción del gel. El mecanismo está protegido por una carcasa oscura.</p>	<p>Cantidad de gel extraída 75k/h</p> <p>Ventajas: Compacto y modular Operación sencilla Reduccion de la manipulacion de productos en la linea de produccion Operada por una persona Compacta y modular Dimensiones: 0.89 m x 0.715 m x 1.20 m (A *L*H) Requerimiento de instalacion Suministro de electricidad 220v + 60hz+ trifasico + tierra Datos de produccion: No. De hojas procesadas por hora 720 pencas Velocidad de operación 0.2 pencas/ seg Cantidad de gel extraída 245k/h</p>
--	--

Fuente: DIAZ, Wilmer Velilla; DIAZ, Argemiro Palencia. Metodología de diseño para la selección de la mejor alternativa en reducción de tiempos en el mantenimiento de maquinaria industrial. INGE CUC, 2015, vol. 11, no 2, p. 18-26.

Díaz, expone tres alternativas necesarias para reconocer hacer un buen tratamiento y mantenimiento de la máquina para este proceso en especial.

Alternativa 1. La base principal de esta alternativa son las cintas que transportan hasta los rodillos que se encargan de triturar y comprimir hasta extraer el gel del Aloe vera, a través del extremo opuesto del dispositivo que contiene una rejilla que da paso a depositar el gel en un contenedor depurando lo y dejándolo libre de su cascara (Díaz et al., 2013).

Alternativa 2. Una vez las hojas están listas libres de contaminantes (lavadas, despuntadas y cortadas longitudinalmente) son transportadas a través de las cintas que conducen al rodillo triturador donde se extrae el gel y mediante una maya que está ubicada en el extremo opuesto del dispositivo se realiza la separación del gel que cae a un recipiente o contenedor separándolo de la cascara o residuos sólidos (Díaz et al., 2013).

Alternativa 3: la base principal de esta alternativa es la tolva superior de la máquina que mediante la división de la penca en dos mitades que es depositado en un rodillo pero teniendo en cuenta que inicialmente esta división se debió a que la cuchilla que recibe el producto a través del rodillo entrega estas dos mitades para ser llevado sobre cintas transportadora haciendo conexión con el tamiz encajado de extraer el gel que es almacenado en bandejas y separado de los residuos sólidos(Díaz et al., 2013)

Es así que la extracción del gel de Aloe Vera es desarrollado de manera manual no muy eficientes y además costosos otra es la mecánica que se puede realizar a través de comprensión de la penca pero se desperdicia gran parte del producto a demás corre la posibilidad de contaminarlo, estas máquinas requieren de mantenimiento especial y cuidado, además existen otras máquinas denominadas fileteadoras y cortan la cascara de la penca (Ing. José Antonio Dávila Treviño, 2012). En cuanto a estas máquinas existen diferentes tipos de máquinas ya que algunas solo retiran la parte inferior y superior de la penca dejando los lados, tampoco separa el gel de las impurezas convirtiéndose esto en un problema para el producto

En la figura 7 se observa una maquina fileteadora de resistente invencion con la fursion de retirar la cascara superior e inferior y las espinas laterales y cuenta con la facilidad de depositar el gel a parte de los desechos y evitando el contacto con la mano humana (Ing. José Antonio Dávila Treviño, 2012).

Figura 7. Máquina Procesadora de Sábila



Fuente: DAVILA TRIVIÑO, José. Máquina Procesadora de Sábila (Aloe Vera) (Citado junio 20, forum/topics/m-quina-procesadora-de-s-bila-aloe-vera 2017 a las 6:05pm) Disponible en: <http://www.agro20.com>

IV. MARCO TEORICO

A. Materiales de construcción del prototipo.

Para la selección de material y construcción del Prototipo digital para mondar y trocear el Aloe Vera es necesario realizar una pesquisa sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para el consumo humano.

Según la Resolución 000638 de 2012, el cual habla de los requerimientos de las materias primas; estas deben ser de buena calidad y deben evitar la adulteración, contaminación y deterioro del material. Por tal motivo se opta en implementar Acero inoxidable 304 para la elaboración de la máquina, ya que la mayoría de sus piezas o elementos están contacto con el cristal de Sábila(MINISTERIOS DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, 2012).

Se inicia con la investigación del tipo de motor requerido para mover los rodillos superiores e inferiores, al tratarse de un proceso que no requiere mucha potencia se opta por consultar motores o motorreductores ahorradores de poco caballaje encontrando en el mercado los siguientes:

Figura 8. Motor HIGHTEX



Fuente: DISCOVER. The world of spare parts & special attachments for heavy duty industrial sewing machines. Disponible en <http://www.cowboysew.com/sewing-machine-servo-motor.htm>

Para este trabajo se solicitaron varias cotizaciones para lo cual fue seleccionado la cotización que envió la empresa Motorreductores y equipos S.A.S (ver anexo 1) donde se expresa las siguientes especificaciones:

Tabla 3 Especificaciones técnicas Motorreductor NORDBLOC.1

Modelo del Motorreductor:	SK 172.1- IEC 80 W11 IE2 804	
Potencia del Motor:	1 Hp	
Velocidad de Entrada / Salida:	1750 / 476,4 rpm	
Relación de Reducción:	3,46	
Torque Nominal	14,96 Nm	
Factor de Servicio:	3,7	
Fuerza Radial del Reductor:	2,8 KN	
Fuerza Axial del Reductor:	3,9 KN	
Fuerza Radial con opción VL	KN	
Fuerza Axial con opción VL	KN	
Opción Incluida del Equipo:		
Opción Incluida del Equipo:		
Precio de Venta Equipo y Opciones:	\$ 1.700.000	+ IVA Unitario

Fuente cotización de Motorreductores y equipos S.A.S

Estas especificaciones fueron elegidas puesto que este motorreductor permite diseñar un mejor diseño de transmisión que dadas las especificaciones para su desarrollo más adelante vera esta cotización en anexos

En este orden de ideas, es importante destacar alguna de la característica principal del motor, cuyas especificaciones son indispensables a tener en cuenta al momento de construir algún prototipo:

Potente-Real salida de 750W.

Silencioso: el ruido que normalmente se asocia con los motores de coser (motor de embrague) se elimina casi por completo, creando un ambiente de trabajo más agradable.

Control de velocidad preciso: la velocidad es ajustable mediante una configuración simple (de 100 a 4800RPM). Esto hace que coser el trabajo detallado sea mucho más fácil. Alta eficiencia, puede mejorar la eficiencia laboral 20% ~ 30%.

Función de ahorro de energía que ahorra hasta 60% -80% en costos de energía. Utiliza materiales magnéticos permanentes de tierras raras de alto rendimiento de 150 grados Celsius para garantizar la estabilidad y confiabilidad del producto.

La caja de control adicional está disponible como opcional para soportar la elevación neumática del prensatelas, la costura reversa neumática, la guía de costura central neumática, la tensión del hilo conmutable y el enfriador de agujas, etc.

Trabaje junto con el reductor de velocidad para alcanzar la función "Paso punteado" -por costura por pasos para coser detalladamente, permite coser una puntada a la vez por trabajadores del cuero o cualquier persona que necesite un control de puntada por puntada para artículos pequeños y curvas en las esquinas).

Este es un gran avance en la tecnología de servomotores, el diseño de 9 bobinas, el par es tan fuerte que no se puede sostener la polea con la mano (más par incluso un motor de embrague)(DISCOVER, 2011).

B. Transmisiones.

Cuando se hace referencia a realizar trabajos en una máquina, mediante la cual se requiere de un motor que genere energía mecánica de rotación la cual puede ser consumida por medio de una carga se presentan tres eventualidades diferentes:

Que la carga y la velocidad angular de trabajo concuerden al momento de estar en la máxima labor de su motor.

Que sean constantes e iguales las dos velocidades angulares al momento de arranque

Que el tiempo sea diferentes para las velocidades angulares y esto haga que el trabajo no sea el óptimo (Nisbett & G.-J.Keith, 2011).

Esto demuestra que para el primer caso es indispensable un ensamble total entre la máquina y el producto a procesar, mientras que en el segundo la velocidad angular del motor juega un papel muy importante pues esta ayuda a integrar la maquina con el producto a procesar siendo necesario, siendo importante generar mecanismos donde la transmisión, la velocidad y el tiempo se ajusten creando funcionalidad y acople entre el producto y la máquina. (MOTT ROBERT L, 2006) . Es importante resaltar que en el mercado existen variedad de mecanismo sin embargo, las características de estos son inferiores a las de los cambios de marchas tradicionales (Nisbett & G.-J.Keith, 2011).

C. Tipos de transmisiones.

Para poder conceptualizar el tipo de transmisiones mecánicas se evidencian que son:

Sistema Flexible; su principal función es transmitir potencia a la maquina en todos sus componentes a través de mecanismos rotantes los cuales ocupan menos espacio que los mecanismos por traslación (MOTT ROBERT L, 2006). Los cuales son utilizados para la agricultura, la industria por esta razón su mecanismo y conformación logra ser un sustento teórico para la presente investigación.

Sistema mecánico flexible; la base primordial es la implementación de correas o cintas que transmite la energía necesaria y que van tensionadas uniendo esta fuerza o energía a través del rozamiento a las poleas una motriz y otra móvil; por lo tanto entre mayor es el tensado, mayor es el Angulo de contacto (polea y correa) y el coeficiente de rozamiento, mayor será la carga que pueda ser transmitida por el accionamiento del sistema (Ríos, 2012).

D. Estructuras.

En este apartado se conceptualizará las posibles estructuras en las cuales puede tener el contacto con el medio los cristales de aloe vera, los cuales deben de estar determinados por las normas alimentarias para manipulación y procesamiento de alimento, por esta razón, es importante realizar el reconocimiento de todas las posibles estructuras, sus características y de qué modo pueden llegar hacer idóneas para el uso y manejo del aloe vera.

E. Aceros inoxidable.

Los aceros inoxidable son materiales construidos en su gran mayoría por aleaciones de níquel-cromo-manganeso, se emplean en la gran parte de la industria alimenticia evitando el desgaste y las altas temperaturas. Mediante un sistema de tres números se identifica, el primer dígito indica el grupo al cual pertenece, los dos últimos no tiene significado específico.

F. Introducción del Aloe Vera.

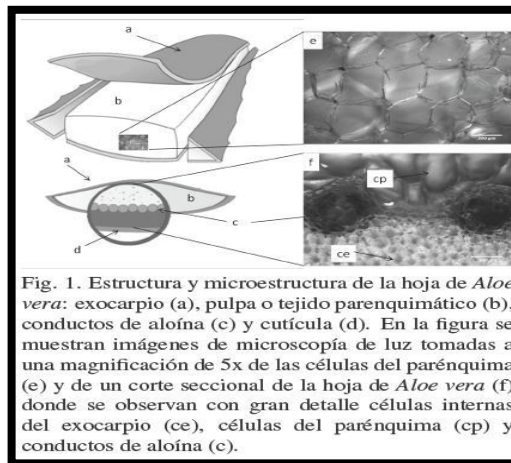
A lo largo de la historia al aloe vera se le ha identificado por sus propiedades en los organismos de los seres humanos, es así, Aloe fue utilizado por Hipócrates y árabes Médicos(Vega G et al., 2005) y fue llevado al hemisferio occidental por el español La planta de Aloe vera y su uso como medicamento se remonta a 6000 C.C. Placas blandiendo al período de Sumer por 2200 años BC, muestran el uso de esta planta como un fármaco. En ese plato, está escrito Sobre el origen de esta planta como África, que tiene 240 especies y es siempre verde. Cleopatra dijo que su belleza se debe al uso de Aloe vera planta. Una receta que pertenece a 1550 BC muestra Aloe vera Planta utilizada para diferentes enfermedades. Era conocido por la gente en Egipto y También Grecia por ejemplo Aristóteles explica las características especiales De Aloe vera. gelatin que se extrae de esta planta es continuamente Se utiliza para tratar quemaduras, cortes y cicatrices inflamadas durante muchos años. Es También se utiliza en cosméticos, el sector médico y las bebidas. Es útil para la piel dañada por los rayos X, como se ha informado en muchos Investiga en revistas de rayos X. Debido a Concentración de agua y aceite en esta planta, ayuda a proteger la piel De la sequedad y por lo que la piel que se quema o corta se cura muy rápidamente(Vega G et al., 2005).

G. Estructura de la planta aloe vera.

Esta planta al igual que la mayoría está compuesta de raíz, tallo va justo lindando el suelo, hojas que crecen alrededor del tallo rodeándolo su entorno y con espinas o pinchos las cuales le permite protegerse su estructura formada por el mesocarpio o corteza, que representa aproximadamente del 20 al 30% del peso de toda la planta de color verde o verde azulado esto depende del lugar, clima o nutrición y flores de forma tubulares y color amarillo o rojo (Amparo Lozano Urbina et al., 2011).

Siendo el elemento más importante para esta investigación que es el gel que esta contenido dentro de las hojas en su totalidad por lo tanto representa el 65 al 80 % del peso total de la planta(Vega G et al., 2005). Otra parte importante son los conductos de aloína que son una serie de canales longitudinales de pocos milímetros de diámetro por donde circula la sábila de la planta, conocida como acíbar este elemento es de uso farmacéutico como laxante (Domínguez-Fernández, 2012). compuesta en gran porcentaje por la aloína (>28% en base húmeda), la cual es una antraquinona derivada del aloe-emodina y la glucosa.

Figura 9. La corteza de la sábila



Fuente. LUNA, Silvia, et al. Características fisicoquímicas de la fibra de sábila (*Aloe barbadensis* Miller). *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 2004, vol. 14, no 1, p. 14-17.

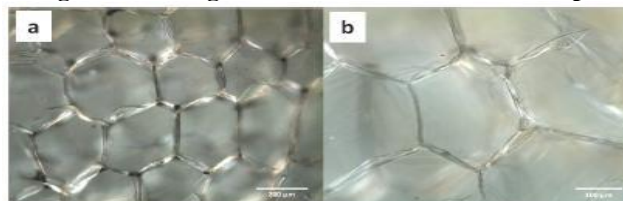
En la figura 10 se observa la estructura y microestructura fisicoquímicas de la hoja de Aloe Vera.

A continuación, se especifica cada compuesto para una mejor comprensión del producto a trabajar:

Reconocida por sus propiedades pues al aplicarla sobre la piel esta estimula la actividad de fibroblastos y la proliferación de colágeno, favoreciendo la cicatrización y la angiogénesis (Luna-Suárez S.; López-Valdez F; Mauleón-Muñoz L. y PérezSánchez A., 2004), siendo de origen vegetal su propiedades son necesarias para el organismo humano ya que su asimilación es inmediata sin ocasionar ningún efecto indeseable para el organismo (Dweck, 1999) estos beneficios son utilizados y aprovechados por la industria farmacéutica y terapéutica también en tratamientos de belleza y capilares a partir de la extracción del *Aloe vera* (Domínguez-Fernández, 2012).

En la figura 11 se puede observar cómo células del mesófilo del gel obtenidas con un microscopio óptico con el modo de luz reflejada (Olyja japon) el cual fue instalado con una resolución de 5 Mpx (Infinity 1, Lumen era, Canadá). Mostrando como se observa sus figuras geometría hexagonal e isodiamétrica, así como los tamaños celulares los cuales fueron determinados mediante análisis de imágenes siguiendo una metodología previamente reportada por (Domínguez-Fernández, 2012), estos correspondieron a un valor promedio de $422 \pm 34 \mu\text{m}$ de diámetro. En la figura b se pueden observar claramente las células turgentes que constituyen el gel.

Figura 10. Imagen del aloe vera en el microscopio



Fuente. MOLERO PAREDES, Tamara, et al. Producción de gel y acíbar en plantaciones de sábila (*Aloe barbadensis* Mill.) en el Occidente de Venezuela. *Bioagro*, 2013, vol. 25, no 1.

En la figura 11 muestra la estructura del tejido del gel y las células hexagonales.

Los estudios realizados para este trabajo con MCBL (Zeiss) extendieron un informe donde la estructura y conformación de la hoja se convierte en un actor importante ya que al realizar un marcaje con rodamina

(cromóforo que tificie carbohidratos presentes en las células vegetales), y se excitó la muestra a 514 nm, esto permitió observar un corte transversal de la hoja, en donde se localizaron las células del exocarpio (ce), los conductos de aloína (ca) y las células del parénquima (cp).

H. Componentes químicos y sus características del aloe vera.

“Efecto del gel de Aloe vera sobre la permeación de la membrana biológica Mejora de la absorción intestinal de fármacos. El efecto del gel de Aloe vera y el extracto de hoja entera sobre la biodisponibilidad oral de las vitaminas C y E se investigó en humanos en un ensayo clínico cruzado”(Antonio Núñez-Colima et al., n.d.), doble ciego y aleatorizado. Tanto el gel como el extracto de hoja entera disminuyeron la tasa de absorción de vitamina C, pero la biodisponibilidad total (área bajo curva) de vitamina C fue 3 veces mayor cuando se administró con el gel de aloe en comparación con el control y el gel mantuvo el nivel De esta vitamina significativamente mayor ($p \leq 0.05$) que la línea de base incluso después de 24 horas. La biodisponibilidad de la vitamina C administrada junto con el extracto de hoja entera fue de sólo un 80% en comparación con el control y el nivel volvió a la línea de base después de 24 horas. Para la vitamina E, la biodisponibilidad fue 3,7 veces mayor cuando se administra con gel de aloe y 2 veces más alto con el extracto de hoja completa de aloe. Se explicó que el mecanismo de acción de los productos de aloe para mejorar la biodisponibilidad de las vitaminas era un posible efecto de protección contra la degradación de las vitaminas en el tracto intestinal.

I. Propiedades generales del aloe vera.

Desde las hojas de la planta de Aloe vera se pueden obtener tres tipos de productos comerciales:

- Un destilado seco, excretado desde las células de aloína presentes en la zona vascular, comúnmente denominado Aloe. Iniciando por las hojas se obtienen tres tipos de productos comerciales como lo expone VEGA:

- Un destilado seco, se obtiene una droga natural bien conocida por su efecto catártico y también utilizado como un agente amargo en bebidas alcohólicas.

- Un líquido concentrado de mucílagos presentes en el centro de las hojas, conocido como gel, se utiliza como producto dermatológico y como un agente beneficioso para la piel, al aportar suavidad y tersura, propiedades que son aprovechadas en la industria cosmetológica y farmacéutica. Además, este gel es utilizado en varias bebidas como suplemento dietético.

- El aceite, extraído mediante solventes orgánicos, es la fracción lipídica de las hojas y es utilizada solo en la industria cosmetológica como un transportador de pigmento y agente sedante(Vega G et al., 2005).

Muchas propiedades han sido atribuidas a esta planta, por ejemplo, su acción desinfectante, antiviral, antibacterial, laxante, protección contra la radiación, antiinflamatorio e inmunoestimulador (Vega G et al., 2005).

V. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DEL ALOE VERA.

A. Extracción por compresión.

La comprensión del producto se lleva a cabo con el corte y separación de secciones críticas de la hoja que son fuente importante de aloína(Charry & Ozaeta, 2011) despojando la hoja de su peciolo, los bordes espinosos y la punta. Para este proceso actúan diferentes dispositivos como: rodillos compresores, bandas compresoras o placas compresoras. De este proceso se identificaron como determinantes del desempeño, las siguientes propiedades mecánicas y dimensionales de la hoja de Aloe vera:

- Resistencia a la penetración
- Resistencia a la compresión
- Grosor máximo de la corteza
- Ancho máximo de la hoja
- Espesor máximo de la hoja” (Charry & Ozaeta, 2011)

Industrialmente la utilización de compresores se realiza mediante maquinas que por su estructura permite controlar y medir los parámetros de la prueba de manera adecuada en cada una de las hojas de aloe vera. Lo más importante en el proceso de diseño es la determinación de las necesidades de los clientes, este es el punto de partida que se vuelve central en las fases posteriores del proceso (Camilo et al., 2010).

La importancia de que este proceso sea iniciado desde la cosecha de la sábila se convierte en un aspecto necesario pues la ejecución de forma manual permite que el producto sufra menos traumatismos, al llevarlas a las hieleras portátiles o camiones con refrigeración integrada. Tiempo que se observa un oscurecimiento en las zonas de los cortes debido a la oxidación enzimática” (Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía & Chirino, 2008).

Una vez ingresado a la planta procesadora estas son desinfectadas y soluciones bactericidas (Luna-Suárez S.; López-Valdez F; Mauleón-Muñoz L. y PérezSánchez A., 2004). Generalmente, el gel puede ser removido mecánicamente de las capas exteriores por medio de una operación conocida como fileteado, pero existen otros métodos para la obtención del gel, tales como:

- Ecurrimiento simple: siendo el primer proceso después de su desinfección se extrae el primer gel de escurrido siendo de excelente calidad, se realizan cortes en la planta y por gravedad se recoge el gel liberado. Pero este método lleva bastante tiempo para la obtención del producto puesto que de forma natural se deja caer el gel.

- Ecurrimiento con adición de calor: proceso que se genera con mayor rapidez en su escurrimiento en frio o simple, puesto que al calentar la viscosidad del gel disminuye y se facilita el escurrimiento, pero existe un mayor daño en los componentes bioactivos y un incremento en las reacciones de oxidación debidas al tratamiento térmico.

- Separación mecánica por prensado: siendo un proceso bastante rápido se observa que al extraer los geles con restos de paredes vegetales de la planta; se contamina con restos que catalizan una coloración roja en el gel.

- Separación mecánica manual y frotación de las hojas: En este método las hojas de Aloe son cortadas por sus orillas y se separa en forma manual una de las caras, así la hoja con el gel se raspa con una malla de acero para extraerlo. Este proceso, aunque es rápido se pierde bastante producto y sale con contaminantes al realizar este raspado por lo tanto es de bajo rendimiento y complicado.

- Separación manual por fileteado: cortes manuales a la hoja se realizan fileteando el gel con un cuchillo a partir de aproximadamente 2.5 cm desde la base de la hoja abarcando su extremo superior y las partes laterales, el gel obtenido se licua con aspas de acero. Siendo este método es más práctico y con mejores resultados ya que provee mejores rendimientos y una mejor calidad del gel, pero se requiere una mayor mano de obra para realizar esta operación (VALENZUELA, 2020).

Hojas de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) Por el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA) *Intihuasi, Coquimbo*, Chile. Hojas homogéneas Dependiendo de su tamaño, madurez, color y frescura. Acíbar Líquido amarillo) se extrajo cortando la base de Las hojas se dejan drenar verticalmente durante 1 hora. La epidermis se separó entonces del gel, que se usó manualmente Cortar en losas de 10 ± 1 mm de espesor. Todas las muestras se mantuvieron Bajo refrigeración en una habitación refrigerada (4 ± 1 ° C) hasta Alta presión hidrostática (HHP).

Gel de Aloe vera sometida a tratamientos HHP a 150, 250, 350, 450 y 550 MPa durante 5 minutos se vio afectada en términos de Calidad durante el procesamiento y almacenamiento. La capacidad antioxidante, Contenido fenólico total, color, firmeza, proporción de rehidratación y Capacidad de retención de agua medida después de 60 días de almacenamiento a 4 ° C Mostraron cambios significativos. El contenido total de fenol mostró Un aumento a medida que aumenta el nivel de presión, lo que Con interrupción celular y liberación de estos compuestos. Se pudo observar la mejor retención de color de las muestras entre Las presiones de trabajo de 150 y 250 MPa. Modificaciones en Estructura de la pared celular debida a HHP también resultó en una La firmeza del gel, así como en su capacidad de rehidratación Pérdida en la capacidad inicial para retener el agua. Estos resultados Que esta tecnología innovadora de HHP tiene un uso potencial en la Preservación de la calidad del gel de aloe vera, que sería altamente Beneficioso para la producción de un ingrediente de alta calidad(Álvarez et al., 2007).

VI. ESPECIFICACIONES Y ALTERNATIVAS DE DISEÑO

A. Ingeniería del proyecto, estrategias metodológicas.

1) Metodología de desarrollo

Se considera a la elaboración de un plan donde se precisan los objetivos y elección de un camino más adecuado, implementando técnicas, procesamientos y recursos necesarios; los cuales permitan alcanzar la meta de la investigación. De esta manera obtener éxito en el prototipo funcional de extracción y troceado del aloe vera, para la empresa KOLOMBIEN S.A, de la Ciudad de Huila.

2) Investigación Exploratoria Aplicada

Los estudios exploratorios nos sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos y de esta manera obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa. Y así establecer prioridades para las investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables(Maria Guadalupe García Ramirez, 2010).

Se efectúa este tipo de investigación porque se está incorporando en un territorio casi desconocido en nuestro país y de igual modo en nuestra región. Por ende, se ha tenido que indagar en varios libros, revistas indexadas, sitios web, que me han nutrido de mucha información relevante que no conocía.

3) Herramientas de desarrollo

A nivel técnico se especifican el tipo de herramientas para todas las fases del producto. Es importante establecer el tipo de herramientas que se utilizarán en cada una de las fases: ANALISIS, DISEÑO Y DESARROLLO, a nivel TECNICO, CONCEPTUAL Y PROCEDIMENTAL.

Incluir las métricas de calidad del producto. (Ver tabla 6.)

Tabla 4. La construcción de una matriz.

Fases Herramientas	Técnico	Conceptual	Metodológico
Análisis	Estado del arte	Conceptos de potencia, esfuerzos y materiales para la construcción.	Matriz de decisión para la seleccionar la mejor
Diseño	Herramientas computacionales.	Factor de seguridad.	Diseños digitales, Flexión pura o cortante dependiendo de la aplicación del cálculo efectuado, planos.
Desarrollo	Equipos para la fabricación.	Experiencias del diseño y construcción los participantes.	Experiencias transmitidas en la fabricación del prototipo.

Fuente. El autor

4) *Propuestas de solución*

Mediante la construcción de una matriz se proponen a lo sumo **tres opciones de desarrollo viables para dar solución al problema.**

Para cada solución se tiene en cuenta los siguientes descriptores: Características del sistema, tecnología, recurso humano, datos, procesos, ventajas, desventajas, impacto, herramientas, entre otros que se plantean para el estudio.

Este análisis permite visualizar opciones de desarrollo y poder tomar una decisión de mayor peso.

Analizadas las tres opciones se tiene un panorama para tomar la decisión por la cual se orientará y sobre esa decisión se realizará el análisis de viabilidad. (Ver Tabla 6.)

Tabla 5. Análisis de viabilidad

Descriptor/Opciones	1° Opción Manual	2° Opción Mecánica	3° Opción Electromecánica
Características	Manipulada por un operario.	Funcionamiento mediante mecanismos mecánicos.	Uso de motor eléctrico, el diseño de la máquina se hará en acero inoxidable 304.
Tecnología	Ninguna	Mecanismos de corte	Implementación de un mando el eléctrico.
Recurso Humano	Operario	Operario	Operario, Asesoría Académica, Soldador, Diseñador.

Datos	Producción VS Eficiencia	Producción VS Eficiencia	Producción VS Eficiencia
Procesos	<p>En una tolva se deposita la penca de sábila por el operario; este a su vez debió despuntar y cortada algo de la punta y base. Luego de realizar los cortes básicos la penca caerá por gravedad, posteriormente pasará en medio de dos cuchillas las cuales se encuentra ubicadas de manera cóncava y la convexa con el objetivo de mondar la cáscara de la penca de sábila. Cuando haya pasado el proceso de corte de cascará el cristal llegará a una banda transportadora la cual se encontrará accionada siempre por un motor eléctrico, la cual la llevará al final de la banda transportadora para llega a un recipiente plástico.</p>	<p>Ingreso de la penca, corte de los extremos (punta y base), espinas laterales, mediante una guillotina, por el operario. Luego se traslada la penca de sábila mediante una banda transportadora (accionada por un motor eléctrico), hasta que haga contacto con un cilindro (accionado por un motor eléctrico), el cual se encargara de quitar la cáscara en un lado. Luego se deslizará mediante otra banda transportadora hasta llegar a un recipiente plástico. Una vez se encuentre el depósito lleno por pencas mondadas en una sola cara. El operario deberá pasar nuevamente la penca por el lado que no se encuentra cortada.</p>	<p>Conexión eléctrica y encendido del motor, por el operario. Seguidamente de esta acción, el operario acciona el mando eléctrico colocando así en proceso de funcionamiento la máquina. En seguida se coloca la penca en el recinto donde va a converger; allí la penca se mondará y se obtendrá el Cristal. Dicho cristal será trasladado a través de una banda transportadora de superficie rugosa hasta dejar el Cristal de Aloe Vera en la banda transportadora Finalmente, el Cristal caerá aun depósito plástico.</p>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> -No consume Energía 	<ul style="list-style-type: none"> -No consume energía. -Un proceso más rápido que el manual. -Un corte más estandarizado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Proceso Electromecánico -Proceso más eficiente y eficaz. -Un corte estandarizado.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> -Costo de operación mano de obra por operario. -Tiempo de Proceso. -Estandarización de corte del Cristal. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tiempo de proceso más lento. -Número considerable de operarios. -Costo de mano de obra por operario. 	<ul style="list-style-type: none"> -Consumo energético. -Costos de materiales.

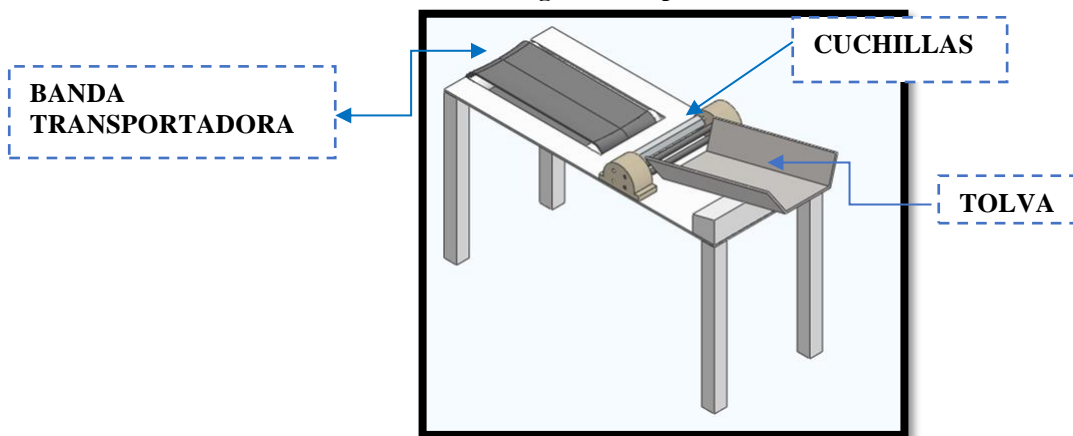
Impacto	*Comercial: negativo, por la estandarización de trozar el cristal. *Social: Generación de Empleos. Ambiental: No produce contaminación.	*Social: Generación de Empleos. *Ambiental: No produce contaminación. *Comercial: Positivo, por la estandarización de corte del cristal.	*Social: Negativo, poca generación de Empleos. *Ambiental: No produce contaminación. *Comercial: Positivo, por la estandarización de corte del cristal.
Herramientas	Cuchillo manual	Guillotinas, Mecanismos de transporte, mecanismos de corte.	Software CAD, cuchillas, banda transportadora,
Control de calidad	Bajo	Medio	Alto

Fuente. El autor

B. Opciones de diseño

1) Opción de diseño: Manual

Figura 11. Opción Manual



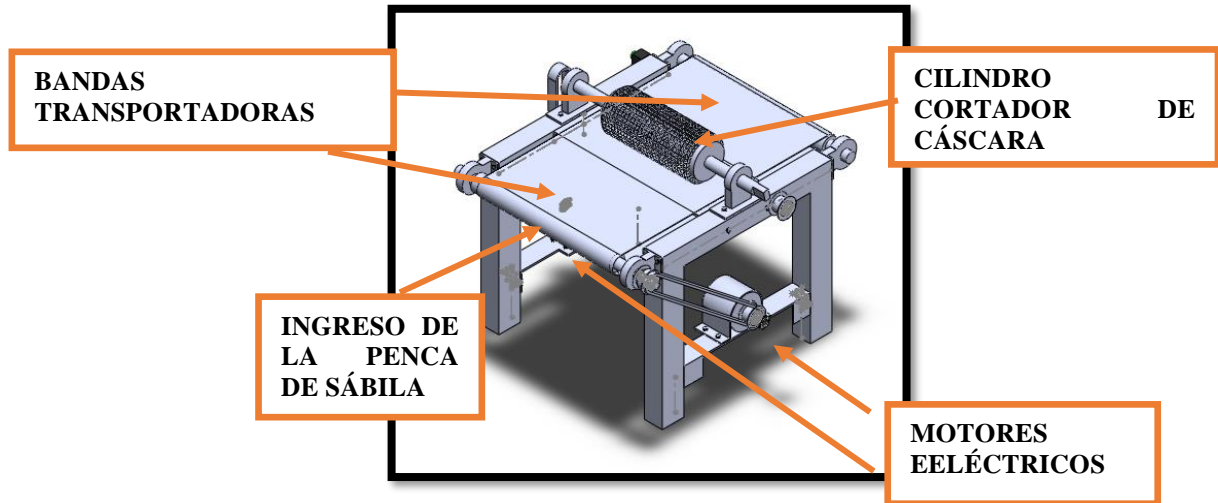
Fuente: El autor

En la figura 13, se observa una tolva en la cual va a ir depositaba la penca de sábila por el operario; este a su vez debió despuntar y cortada algo de la punta y base. Luego de realizar los cortes básicos la penca caerá

por gravedad, posteriormente pasará en medio de dos cuchillas las cuales se encuentra ubicadas de manera cóncava y la convexa con el objetivo de mondar la cáscara de la penca de sábila. Cuando haya pasado el proceso de corte de cascará el cristal llegará a una banda transportadora la cual se encontrará accionada siempre por un motor eléctrico, la cual la llevará al final de la banda transportadora para llega a un recipiente plástico.

2) *Opción de diseño: Mecánica*

Figura 12. Opción MECÁNICA



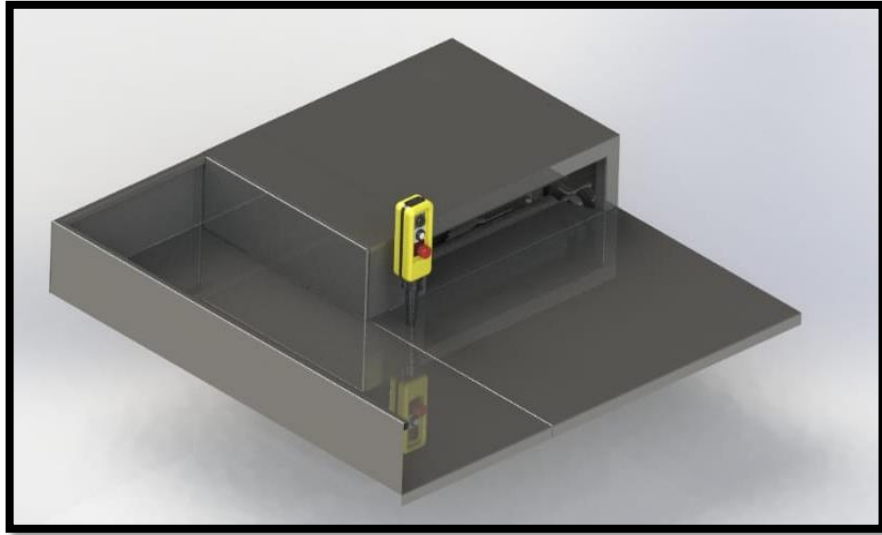
Fuente. El autor

En la figura 14, se evidencia los componentes que llevaría la Opción de diseño tipo mecánica, que son: Motores eléctricos, Cilindro cortador de Cascara, Bandas Transportadoras.

3) *Opción de diseño: Electromecánica*

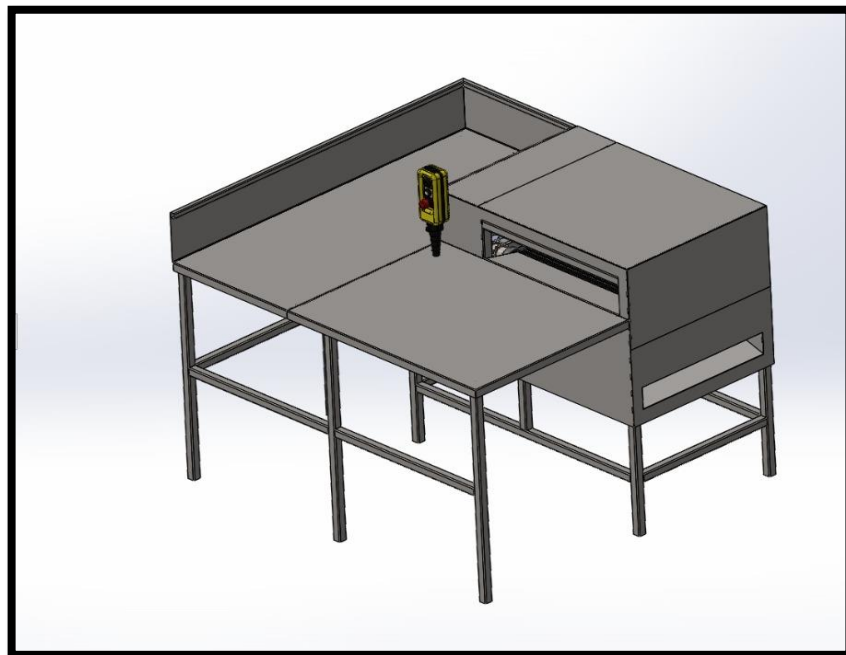
+

Figura 13. Opción Electromecánica



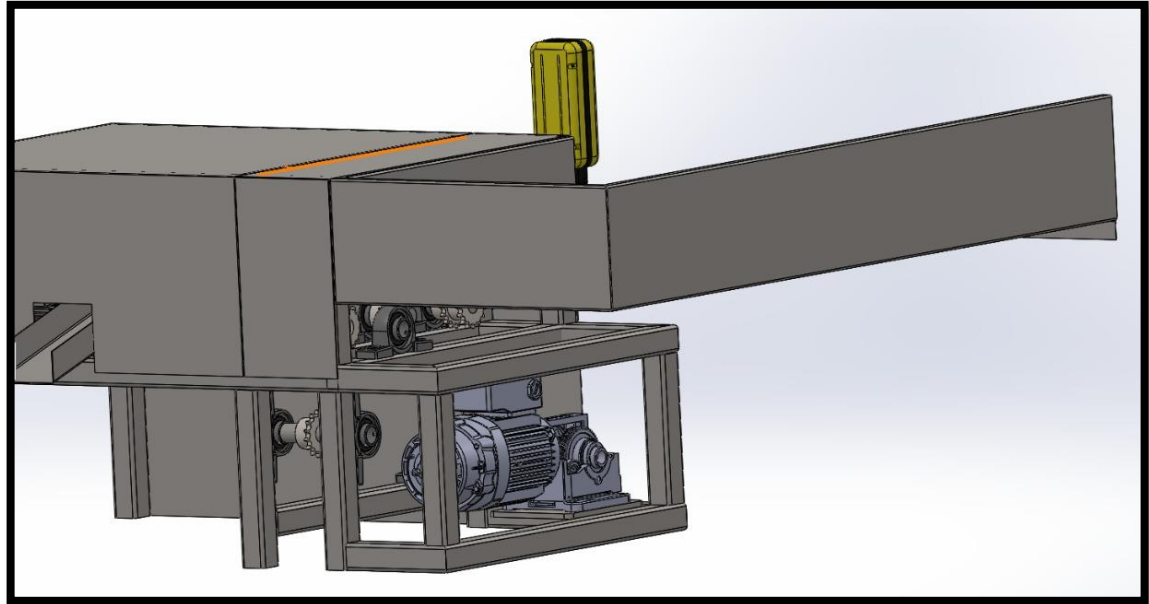
Fuente. El autor

Figura 14. Opción Electromecánica, Vista lateral



Fuente. El autor

Figura 15. Opción Electromecánica, Vista posterior.



Fuente. El autor

Teniendo en cuenta estas tres opciones de diseño mencionadas anteriormente como son, Opción de diseño Manual, Opción de diseño: Mecánica, Opción de diseño: Electromecánica se toma como base la tercera que implementa el Proceso de laminación en frío (Rodillos por donde ingresan la penca, transita la penca y sale el cristal de Sábila).

VII. MATRIZ PUGH PARA SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

La Matriz de *Pugh*, permite cuantificar y comparar mediante un arreglo multidimensional (Matriz de decisiones). Su aplicación más frecuente es en la fase de diseño de un producto, ya sea completamente nuevo o no. En primera instancia se identifica aspectos que serán valorados. Los aspectos son fundamentalmente las necesidades planteadas por el cliente. Estos son ubicados principalmente como filas de la matriz, enseguida se especifican los posibles conceptos de diseño que determinen el desempeño de los aspectos definidos; los mismos aparecerán en la columna de la matriz.

Con este tipo de herramienta se permite recoger información adecuada para la selección ideal para su diseño y quien quita para su posible fabricación a futuro, para el fortalecimiento de la empresa KOLOMBIEN S.A; ubicada en el Departamento del Huila.

Tabla 6. Conceptos (Alternativas de diseño)

		CONCEPTOS (Alternativas de diseño)		
		Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
CRITERIOS	Diseño	-1	1	1
	Maquinabilidad	1	-1	1
	Operabilidad	1	1	1
	Montaje	1	-1	1
	Seguridad	-1	-1	1

Valor	1	1	-1
Suma positivos (+)	4	3	5
Suma negativos (-)	-2	-3	-1
SUMA GENERAL	2	2	4

Fuente. El autor

Tabla 7. Conceptos (Alternativa de diseño respecto a la materia prima)

		CONCEPTOS (Alternativas de diseño)			
		Materia Prima	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
CRITERIOS	Diseño	1	-1	1	1
	Maquinabilidad	2	1	-1	1
	Operabilidad	3	1	1	1
	Montaje	0.5	1	-1	1
	Seguridad	3	-1	-1	1
	Valor	2	1	1	-1
	Suma positivos (+)		4	3	5
Suma negativos (-)		-2	-3	-1	
SUMA GENERAL		2	0	4	

Fuente. El autor

Ejecutando el valor a cada aspecto evaluado obtengo con la alternativa de selección para el diseño de la Máquina cortadora de Sábila.

Tabla 8. Tabla de Ponderación

	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
Diseño	-1	1	1
Maquinabilidad	-2	-2	2
Operabilidad	3	3	3
Montaje	-0.5	-0.5	-0.5
Seguridad	3	3	3
Valor	-2	2	2
Suma ponderada	0.5	6.5	10.5
Ranking	3	2	1

Fuente. El autor

Con base a la ponderación elaborada en las tablas se toma la decisión por seleccionar el diseño 3, para la elaboración en diseño digital de la maquina propuesta.

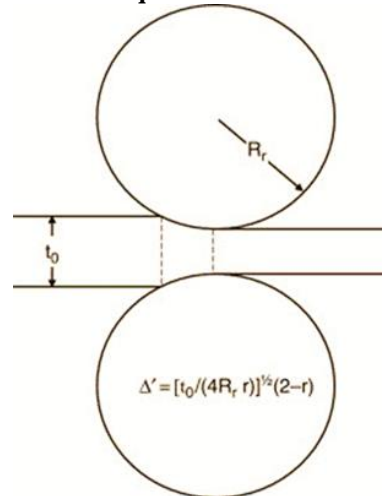
VIII. CÁLCULOS DE DISEÑO

A. Diseño de rodillos

Los rodillos de la cortadora de Sábila estarían diseñados en acero inoxidable, cumpliendo de esta manera con los lineamientos sanitarios de la resolución 683 de 2012. En donde establece una buena calidad y deben evitar la adulteración, contaminación y deterioro del material (MINISTERIOS DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL, 2012).

Dichos cilindros tendrán una rugosidad en parte superior, estos elementos permitirán impulsar, guiar y arrastrar el cristal de Aloe Vera. Teniendo en cuenta que los rodillos giran en dirección opuesta. Este sistema se basó en el proceso de Troquelado, tal y como se evidencia en la Figura 18.

Figura 16. Sistema de Troquel de Rodillos



Fuente. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/roll-radius>

B. Ángulo de separación

Se llaman así por las tangentes a las caras de los rodillos en el punto de contacto entre las partículas de relación de los mismos. Sin embargo, es importante tener en cuenta el tamaño del par de rodillo de compresión para un trabajo específico (INVESTIGACIÓN, 2020).

Ecuación 1. Ángulo de separación

$$\cos \theta = 1 - \frac{D_t - D_f}{2 \times D_r}$$

Entonces:

D_t : Medida de entrada de la hoja

D_f : Medida de salida de la hoja

θ : Ángulo de separación

D_r : Diámetro de los rodillos

Se asume un coeficiente de fricción de 0.22 entre el producto y el rodillo. Tomada del Manual de fórmulas técnicas. Alfaomega(Gieck, 2017).

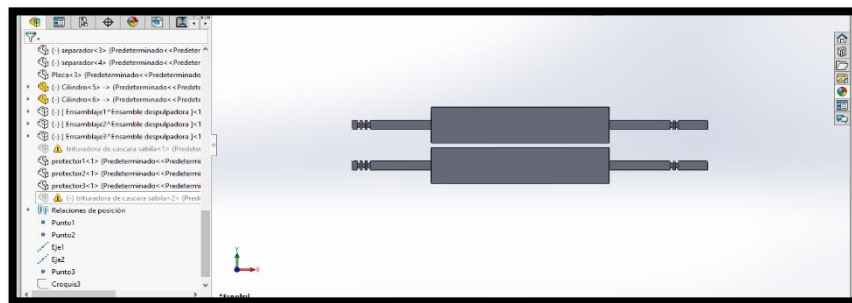
Ecuación 2. Ángulo de separación

$$\tan \theta = \mu$$

C. Cantidad de rodillos

Teniendo en cuenta que al ingresar la penca de sábila tiene contacto inicial y requiere ser impulsada, guiada y arrastrada, esto determina que se debe implementar dos rodillos de manera paralela entre sí; tal y como como evidencia en la Figura 17.

Figura 17. Rodillos de compresión



Fuente. El autor

D. Cálculo del diámetro del rodillo

La máquina consta de 4 rodillos los cuales: los dos primeros comprimen e impulsan la penca y a su vez permiten que se encuentren con las cuchillas que actúan de manera vertical para el corte de las espinas, los dos rodillos impulsan la penca para el corte de la cascara superior e inferior, haciendo de esta manera un barrido total.

Figura 18. Espesor de la penca (Medida de entrada de la hoja)



Fuente. El autor

Valores de:

Medida entrada de la hoja: 66mm (estado de madurez de la penca, espesor de la penca)

Medida salida de la hoja: 58 mm (valor asumido, cuando pasa por el primer par de rodillos)

Coefficiente de fricción: 0,22

Usamos la Ecuación 2 y reemplazamos valores

$$\tan \theta = \mu$$

$$\theta = \tan^{-1} X \mu$$

$$\theta = \tan^{-1} X 0,22$$

$$\theta = 12,41^\circ$$

$$\theta = 0,216 \text{ rad}$$

Se obtiene el valor del ángulo de separación de los rodillos, el cual es: $\theta = 12,41^\circ$. Con este valor hallado lo ingreso en la Ecuación 1 y mediante despeje de la misma, se podrá hallar el D_r : Diámetro de los rodillos.

Ecuación 3. Cálculo del diámetro del rodillo o rodillos

$$D_r = \frac{D_t - D_f}{2 \times (1 - \cos \theta)}$$

$$D_r = \frac{66\text{mm} - 58\text{mm}}{2 \times (1 - \cos 12,41)}$$

$$D_r = \frac{8\text{mm}}{0,047}$$

$$D_r = 170,21 \text{ mm}$$

E. Longitud de los rodillos

Se toma una longitud de 732mm, la cual admite la capacidad requerida y su medida depende del cálculo de las revoluciones, tal y como se evidencia en la Figura 21.

Figura 19. Longitud de los rodillos



Fuente. El autor

F. Contacto de la penca de Sábila y la superficie de los rodillos

Se debe estimar la superficie de contacto debido que en este espacio se efectúan fuerzas de compresión y corte.

Ecuación 3. Contacto de superficie entre la penca y los rodillos

y: Arco de contacto entre la penca de sábila y los rodillos

$$y = \frac{D_r}{2} \times \theta$$

$$y = \frac{170,21mm}{2} \times 0,216 \text{ rad}$$

$$y = 18,38mm \approx 18,4mm$$

G. Caracterización del producto Penca de Sábila

Figura 20. Extracción manual de la penca de Sábila, Montes de Calambeo



Fuente. El autor

Figura 21. Pencas de Sábila, Montes de Calambeo



Fuente. El autor

Tabla 9. Caracterización Aloe Vera, Ibagué-Montes de Calambeo

N.	PESO DEL GEL (Empacado_Bolsa_Plástica)	LONGITUD / TAMAÑO	MEDIDAS DE LA PENCA DE SÁBILA	PESO	PESO TOTAL
1	141,2 gr	545 mm	BASE:7,4 cm CENTRO: 5,7 cm PUNTA: 2,7 cm	230 gr	297,6 gr
2	139,8 gr	540 mm	BASE:8,3 cm CENTRO: 6,5 cm PUNTA: 2,8 cm	249,1 gr	308 gr
3	152,2 gr	565 mm	BASE:7.5 cm CENTRO: 6.4 cm PUNTA: 2.7 cm	266,1 gr	332,4 gr
4	135,5 gr	485 mm	BASE:6.5 cm CENTRO: 5.4 cm PUNTA: 2.4 cm	240,7 gr	274 gr
5	133,9 gr	540 mm	BASE:7.2 cm CENTRO: 6.0 cm PUNTA: 2.3 cm	257,9 gr	298,4 gr
6	152,3 gr	515 mm	BASE:6.8 cm CENTRO: 5.9 cm PUNTA: 2.5 cm	250,2 gr	291,7 gr

Fuente. El autor

H. Cálculo de la Velocidad Angular de los rodillos

Al calcular el perímetro del rodillo en relación con la longitud promedio de la penca de Sábila, el cual fue de: 531.66mm \approx 532mm. Dicho valor se obtuvo de la Tabla 7 Caracterización Aloe Vera, Ibagué-Montes de Calambeo. Esto permitirá lograr el número de pencas (# de pencas) que puedan conseguir en una determinada revolución.

Ecuación 4. Perímetro del rodillo

$$P_r = \pi \times D_r$$

Donde:

P_r : Perímetro

π : Constante

D_r : Diámetro del rodillo

$$P_r = \pi \times 170,21mm$$

$$P_r = 543,73mm \approx 544mm$$

La longitud de una penca de Sábila promediada es de 532mm.

Ecuación 4. # de pencas

$$\# \text{ de pencas} = \frac{\# \text{ de pencas promedio}}{\text{Perímetro}}$$

$$\# \text{ de pencas} = \frac{532\text{mm}}{544\text{mm}}$$

$$\# \text{ de pencas} = 0,97 \approx 1$$

Asumiendo la capacidad del diseño de la máquina es de 30 hojas por minuto, se logrará calcular la velocidad angular (w) con la que giran los rodillos motrices.

$$30 \text{ pencas} \text{-----} 1 \text{ min}$$

$$0,97 \text{ pencas} \text{-----} 1 \text{ Revolución}$$

Ecuación 5. Velocidad angular (w).

$$w = \frac{\text{Capacidad de diseño}}{\# \text{ de pencas}}$$

$$w = \frac{30 \frac{\text{pencas}}{\text{min}}}{0,97 \frac{\text{pencas}}{\text{rev}}}$$

$$w = 30,91 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \approx 31 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

I. Motorreductor

Es una máquina Eléctrica que siendo un reductor de velocidad con un motor directamente conectado. No utiliza un adaptador campana y acople para montar el motor, el motor es de hecho parte del reductor de velocidad. Una primera ventaja del motorreductor comparado con otra combinación motor y reductor, es la longitud. Moto reductores son compactos en tamaño. La figura de abajo muestra un motorreductor. La potencia requerida es de una a aproximación a 1 hp (Energía Controlada de México, 2020).

De acuerdo a Manuel Iván Cardozo de la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería que en su trabajo denominado “Informe Proyecto Final De Investigación: Parámetros de Diseño para Obtener el Cristal de Sábila”. Especifica que la fuerza de corte en general debe ser superior a 15 kgf para poder tener manejo en los diferentes tamaños a utilizar(Torres & Lozano, 2014).

La velocidad teórica a que giran los rodillos es de 31 rpm

$$W_{exp} = 4 * w$$

4 es factor de confiabilidad que equivale al 25%

W_{exp} velocidad angular experimental

W velocidad angular teórica

$$W_{exp} = 4 * 31 \text{ r/min}$$

$$W_{exp} = 124 \text{ r/min}$$

Cálculo del motor

$$Q_t = 15 \text{ kgF}$$

Cortante

$$D_r = (170 * 21 \text{ mm}) / 2 = 85,105 \text{ mm}$$

15 KgF se convierten a KN, multiplicando por 9.81 m/seg² que es la gravedad.

$$15 \text{ KgF} * 9,81 \text{ m/seg}^2 = 147,15 \text{ N} \text{ que es el valor de la fuerza cortante}$$

$$T = F * d$$

$$T = 147,15 \text{ N} * 0,085105 \text{ m}$$

$$T = 12,5232 \text{ N/m}$$

$$H = T * w$$

$$H = 12,5232 \text{ N/m} * 31 \text{ rpm}$$

$$H = 388,2192 \text{ watt} = 0,3882192 \text{ Kw}$$

$$\text{Si } 0,75 \text{ Kw} = 1 \text{ Hp}$$

$$0,3882192 \text{ Kw} = X$$

$$X = 0,5176 \text{ Hp} = 0,52 \text{ Hp} = 1 \text{ Hp}$$

Se asume que sería un Hp por las pérdidas en el proceso.

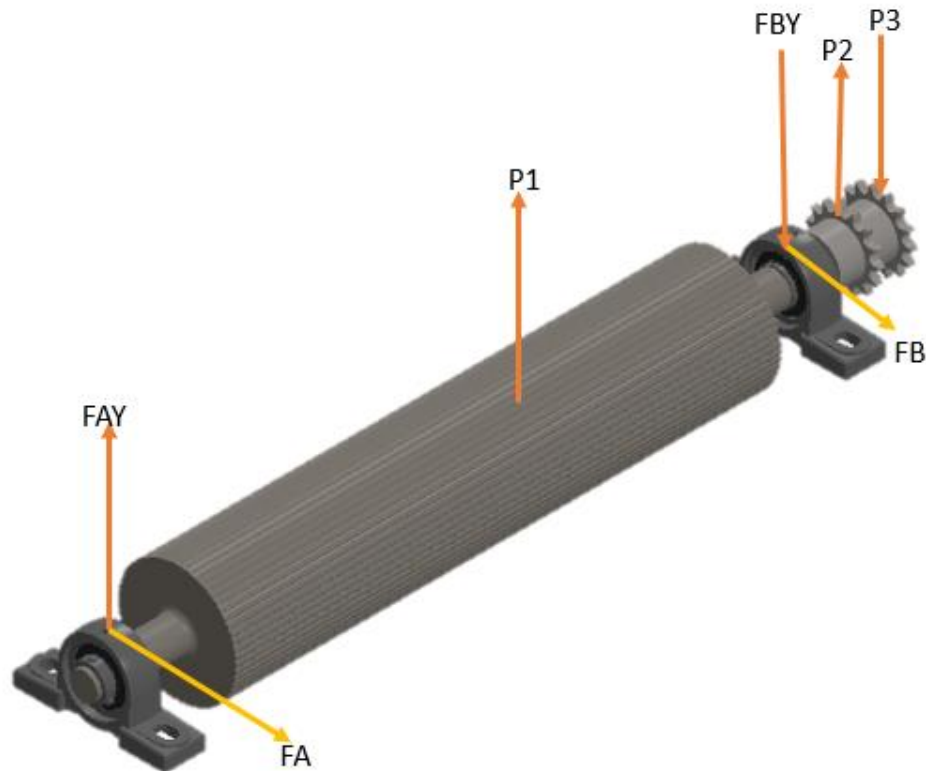
Según los anteriores datos se especifica la descripción del motorreductor en la siguiente tabla

Tabla 10. Descripción, Motor Motorreductor NORDBLOC.1 TRIFÁSICO

Potencia en Hp	Velocidad en RPM	Relación de Reducción	Torque Nominal
1 hp	1750 / 476,4 rpm	3,46	14,96 Nm

Fuente. www.motorreductores.com.co

Figura 22. Sistema del rodillo en equilibrio

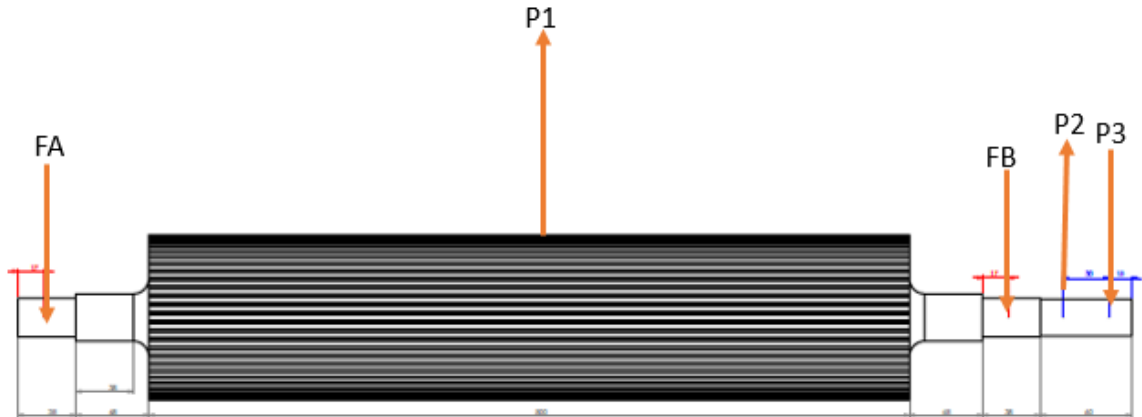


Fuente. El autor

El procedimiento de diseño parte del análisis estático, el cual es necesario para hallar las cargas de reacción que se generan en los cojinetes (FA y FB), estas equilibran el sistema de potencia por lo que es importantes conocerlas. Se dispone el eje en un plano ZX donde las cargas se ven como en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, esto permitirá calcular fácilmente el valor de todas las fuerzas. Posteriormente se

elaboran diagramas de fuerzas y momentos con el fin de conocer la sección crítica del eje, de esta manera se calcula el valor del diámetro mínimo para diseñar el eje.

Figura 23. Eje en plano Z.



Fuente. El autor

Se sabe que FA y FB son las reacciones desconocidas en los cojinetes. Las fuerzas $P1$ es la carga cortante que empuja la penca, $P2$ es hallada despejando de la ecuación de torque $T = P3 * r$. $P3$ es la fuerza que se calcula con el torque que transmite el motor, FB se halla con una sumatoria de momentos en el eje 'Y' del punto A y finalmente la componente Fa se conoce con una sumatoria de fuerzas en el eje 'Z'. El valor correspondiente de cada fuerza se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

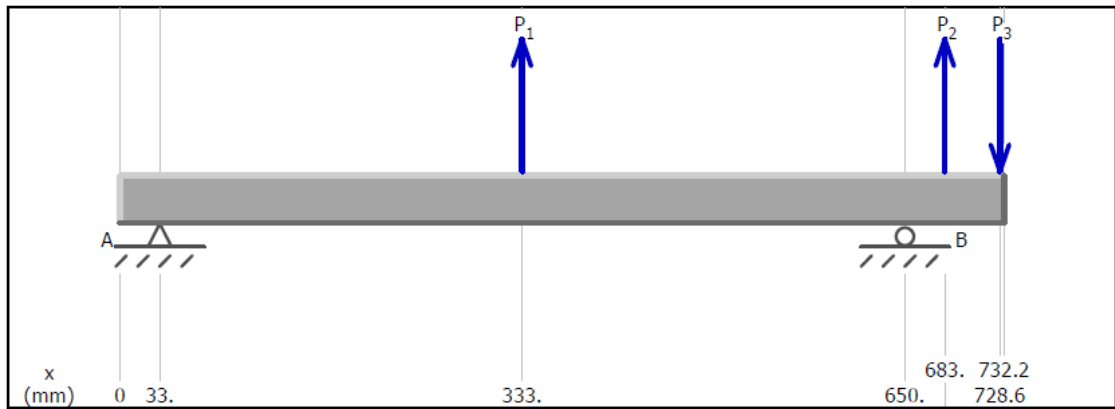
Tabla 11. Fuerzas y torques resultantes en el eje.

Estática				
Componente	Fuerza	Unidad	radio (m)	Torque (Nm)
FA (reacción)	9576.96	N	-	-
FB (reacción)	190393.71	N	-	-
P1 (rodillo)	147.15	N	0.085105	12.5232
P2 (motor-piñón)	225.3	N	0.0644	14.96
P3 (piñón)	180894.9	N	0.0344	6222.786

Fuente. El autor

El siguiente paso es elaborar los diagramas de; fuerza cortante, momento, con el fin de obtener la distribución de estos componentes en el eje y conocer cuál es la sección que soporta mayor esfuerzo durante el proceso, esto permite calcular el diámetro mínimo para el diseño del eje. Dichos diagramas se elaboran con el programa MDSolid 4.0, el cual arroja los resultados visto en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

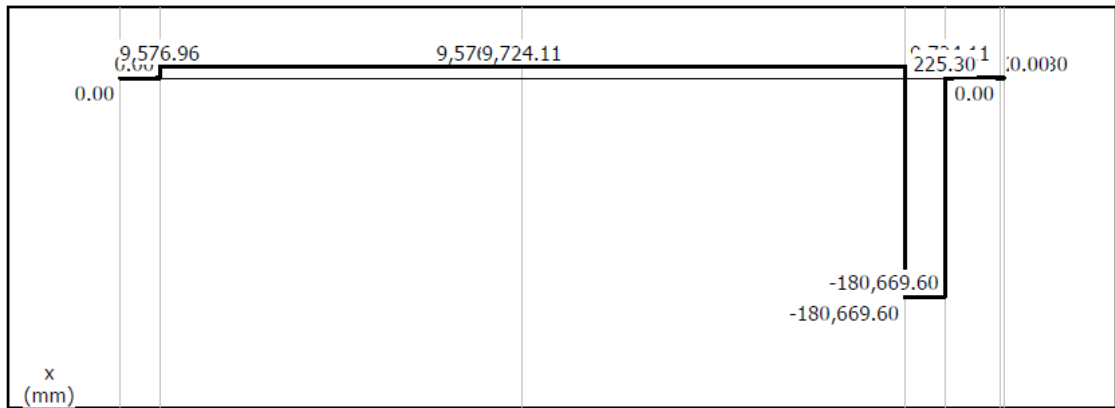
Tabla 12. Diagramas de fuerzas y momentos MD.solid 4.0



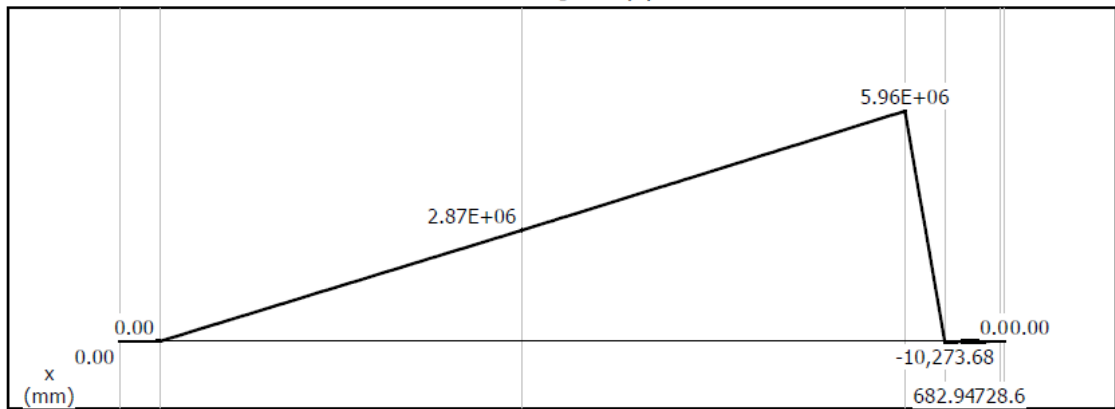
$P_1 = 147.15 \text{ N (up)}$
 $P_2 = 180894.9 \text{ N (up)}$
 $P_3 = 225.3 \text{ N (down)}$

Load Diagram

$A_y = 9,576.96 \text{ N (up)}$
 $B_y = 190,393.71 \text{ N (down)}$



Shear Diagram (N)



Moment Diagram (N-mm)

Fuente. El autor

Una vez se han establecido los diagramas, es posible conocer la sección crítica a lo largo del eje donde la combinación del momento resultante y el par de torsión crean la peor situación de esfuerzo. Para hallar dicha sección, es necesario calcular el límite de fatiga del material (σ_{-1}), el cual se conoce como; la multiplicación de la resistencia a la tensión (Sut) vista en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 13. Propiedades mecánicas para un acero 304 laminado en caliente

<i>Datos Material</i>		
Nombre	304 INOXIDABLE	UNIDAD
Estado	RECOCIDO	
Sy	276000000	Pa
Sut	568000000	Pa

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

J. Cálculo de cadena rodillo

Para el cálculo de selección de elementos de cadena de rodillos, se tendrán los siguientes datos de entrada:

Decisiones a priori

Función: potencia (motor), velocidad, se ingresan los valores en la siguiente tabla. Se desplegará un listado de rpm (Velocidad del motor, ver plantilla en Excel ver anexo 3), con el propósito de automatizar los valores de H_tab (valor de la potencia tabulado) en la tabla 17-20 del libro de *Shigley*. 8ª edición

Tabla 14. Parámetros del Motor

Potencia	1	HP
Velocidad angular del motor	400	rpm

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Calculo de m_G : Ver plantilla de Excel

Tabla 15. Relación de engranaje

MG	3.226
----	--------------

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Datos de Selección: Número de dientes catarina impulsora, Ver plantilla de Excel

Se desplegará un listado de Número de dientes Catarina impulsora.

Tabla 16. Catarina impulsora

Número de dientes Catarina impulsora (N1)	20
---	-----------

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Datos de Selección: Número de dientes catarina impulsada, Ver plantilla de Excel

Número de dientes impulsada N2	64,52
--------------------------------	--------------

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

$n_d =$ Factor de diseño, valor a priori, Ver plantilla de Excel

Tabla 18. Factor de diseño

Factor de diseño	1,1
------------------	-----

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Datos de Selección: Distancia entre centros(C), ver plantilla de Excel

Tabla 19. Distancia entre centros

C	35
---	----

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Dato de Selección $K_s = \text{Factor de Servicio}$

Tabla 20. Valor Factor de Servicio

ks	1,6
----	-----

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Para seleccionar el factor de servicio se realiza una tabla, cuyos valores fueron tomados del libro *mechanical Enginner's*, pág. 18. Se desplegará un listado de manera vertical, debajo de la celda Manejada y del mismo modo para Manejar; el cual dará un valor estimado para Ks (Ver plantilla de Excel).

Tabla 21. Datos del Factor de Servicio

Maquina		
	Manejada	Manejar
Seleccionar	moderado	Leve

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

$K_2 = \text{Factor de \#Hileras o \#Torones}$

Se decidió trabajar con los primeros cuatro valores del factor de hileras (tabla 17-23, pág.893, Shigley), como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 22. Factor de # Hileras o # Torones

Torones	k2
1	1
2	1,7
3	2,5
4	3,3

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Utilizando los cuatro valores de factor de Torones, se logra calcular una potencia tabulada prima (H'tab), Estos valores se pueden ver en la siguiente tabla:

$$H'_{\text{tab}} = \frac{1.5(1.1)(25)}{(1)K_2} = \frac{41.25}{K_2}$$

Tabla 23. Factor de # Hileras, # Torones, Potencia Tabulada

Torones	k2	H'tab
1	1	1,48
2	1,7	1
3	2,5	0,59
4	3,3	0,45

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Se ingresa a la tabla 17-20, pág. 881 del libro de *Shigley* (Dicha tabla se digitaliza en la plantilla de Excel) con el valor de las RPM del motor, se busca una Potencia Tabulada, que sea semejante a la Potencia Nominal; de esta manera se hallara el número de cadena adecuada.

Se ha venido trabajando con 4 valores predeterminados al número de hileras, de esta forma se construye la siguiente tabla:

Tabla 24. Factor de # Hileras, # Torones, Potencia Tabulada, # Cadena, Potencia Nominal

Torones	k2	H'tab	N° Cadena	H_tab
1	1	1,48	35	1,01
3	2,5	0.59	35	1,01
4	3,3	0.45	25	0,3

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Ahora se calcula cuatro veces el factor de diseño mediante la siguiente ecuación:

$$n_{fs} = \frac{K_1 K_2 H_{\text{tab}}}{K_s H_{\text{nom}}}$$

Tabla 25. Factor de # Hileras, # Torones, Potencia Tabulada, # Cadena, Potencia Nominal, Factor de diseño, Tipo lubricación

Torones	k2	H'tab	N° Cadena	H_tab	n_d	Tipo lubricación
1	1	1,48	35	1,01	0,75	A

2	1,7	1	35	1,01	1,28	A
3	2,5	0.59	35	1,01	1,88	A
4	3,3	0.45	25	0,3	0,74	A

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Una vez calculado el factor de diseños, pasamos finalmente a comparar lo con el valor que dimos a priori y el valor que más se los acerca, ese valor es el que se tomara.

Decisiones de diseño

- Número de cadena (35)
- Número de hileras (1 hileras)
- Sistema de lubricación (tipo A)

A continuación, se muestra una tabla con el valor de Decisiones de Diseño; para la selección de elementos de cadena de rodillos.

Tabla 26. Selección de datos para el diseño de cadena rodillo

Torones	k2	H'tab	N° Cadena	H_tab	n_d	Tipo lubricación
1	1	1,48	35	1,01	0,75	A

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

Esta lubricación se realiza a través del método manual o por goteo ver anexo

Para el cálculo de la Longitud de la cadena en pasos (Ecuación 17-34, pág. 893, Shigley), se implementa la siguiente ecuación:

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{P} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C/P}$$

Se ingresa los valores determinados debajo de la celda **L/P**, implementando la ecuación mencionada anteriormente; de allí arrojará los valores que se visualizarán a continuación:

Tabla 27. Longitud de la cadena en pasos

L/P
229,5
229,5
229,5
322,6

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

- Longitud de la cadena en pasos (distancia entre centros como referencia): **229,5 in**

Tabla 28. Paso de la cadena

P
0,375
0,375
0,375
0,25

Fuente. El autor basado en el libro de *Shigley*

k. Diseño de la cuchilla y ubicación en la máquina

Es importante resaltar que los cálculos de los engranajes o piñones se basan teniendo en cuenta el paso de la cadena, en el catálogo de *intermec* pg. 3 mirar (anexos 2)

Tabla 29. Características del piñón que va conectado al motor

Referencia	D	Dm	L	d	Eje máximo * (pulg)
35B20	68,8	49	19	12,70	1-1/4

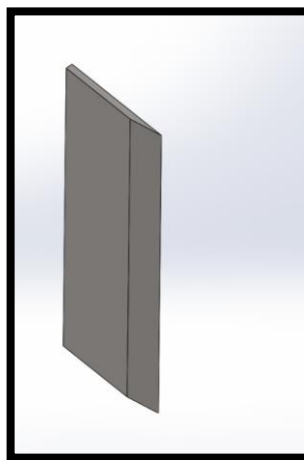
Fuente. www.intermec.com.co

Tabla 30. Características del Piñón a utilizar en los rodillos

Referencia	D	Dm	L	d	Eje máximo * (pulg)
35B64	199,6	57	26	19.5	1-1/2

Fuente. www.intermec.com.co

Figura 24. Diseño de cuchilla de corte vertical (Espinas).

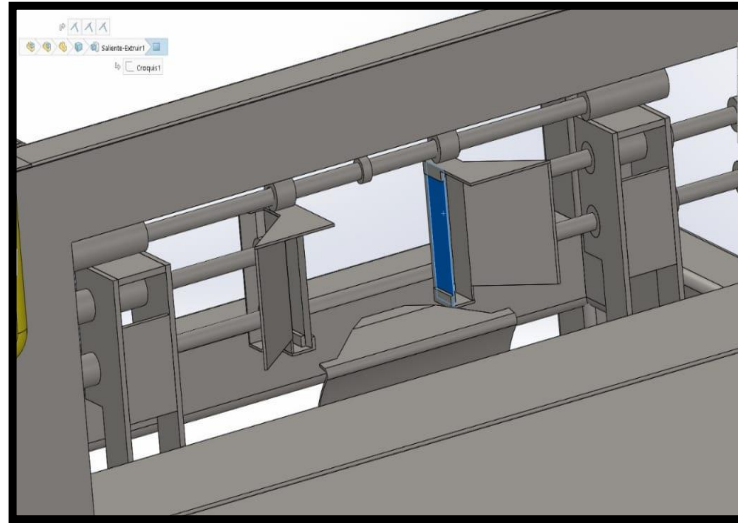


Fuente. Diseño del autor.

La figura 24, muestra la posición que llevaría el elemento que cortará los costados de la penca, ósea las espinas de la Sábila.; dicho artefacto está diseñado con material de acero inoxidable 304 y tiene las siguientes

medidas: Espesor: 1/8 in, Ancho: 1in. Estas medidas fueron tomadas a priori teniendo en cuenta el Catálogo Aceros Cartago S.A(CNET S.A, 2015).

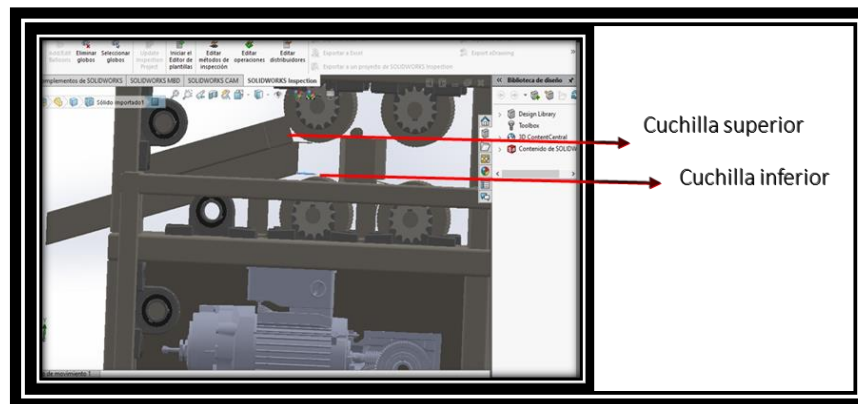
Figura 25. Ubicación de las cuchillas de forma vertical



Fuente. Diseño del autor.

Se observa en la figura 25, el posicionamiento de la cuchilla en el interior de la máquina (color azul). Que se presentan de manera vertical, destinadas para realizar el corte de las espinas ubicadas en la parte lateral de la penca. Es importante destacar que se ajusta la apertura al paso de la penca mediante la acción de los resortes ubicados en la apertura de cada cuchilla.

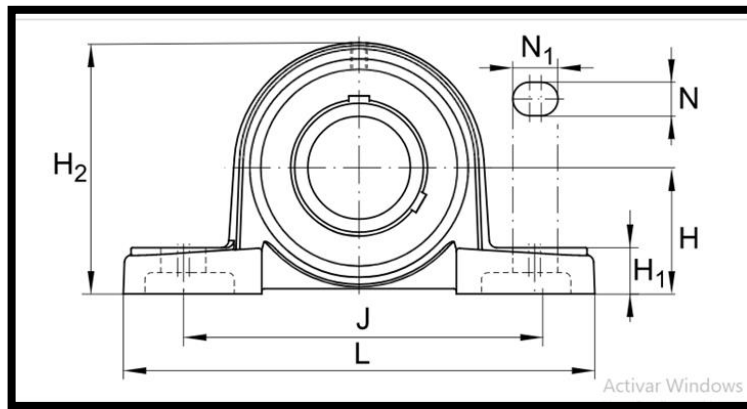
Figura 26. Ubicación de las cuchillas de forma Horizontal



Fuente. Diseño del autor.

Estas cuchillas permiten el corte de la parte superior e inferior de la penca, este corte se genera con facilidad gracias al impulso motriz del segundo para de rodillos de la máquina.

Figura 27. UCP205 - Soportes de apoyo



Fuente https://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.ec.br/UCP*UCP205

En cuanto los rodamientos y/o chumaceras, UCP205 o soportes de apoyo con soporte de fundición gris, con base larga, rodamiento insertable con tornillos prisioneros en el anillo interior, obturación RSR, presenta las siguientes especificaciones

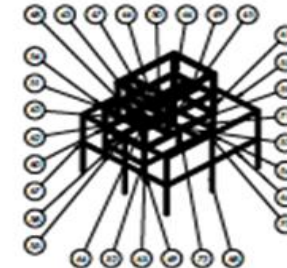
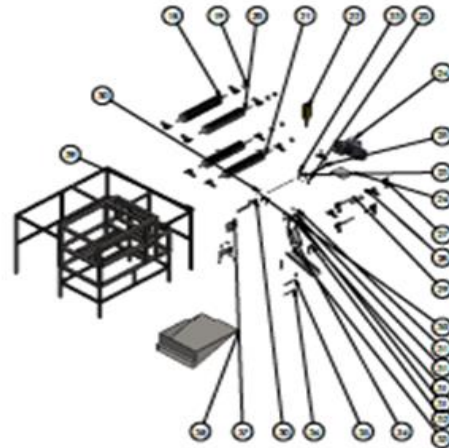
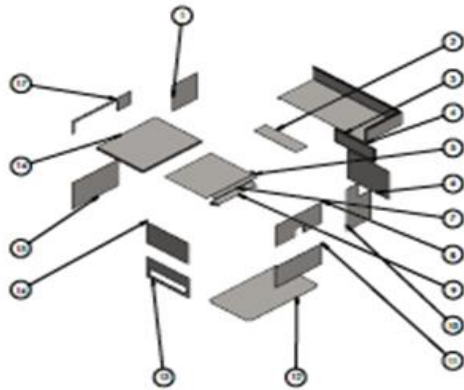
L	140mm
H ₂	71mm
H ₁	15mm
J	105mm
H	36.5mm
N	13mm
N ₁	19mm

IX. DISEÑO DE PLANOS

Nº DE PLANOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
1	1	Tapón protector lateral 1 motor	Acero inoxidable 304	1
2	2	Tapón superior motor	Acero inoxidable 304	1
3	3	Protector lateral motor	Acero inoxidable 304	1
4	4	Tapón protector de fricción	Acero inoxidable 304	1
5	5	Tapón superior aluminio	Acero inoxidable 304	1
6	6	Tapón protector lateral motor	Acero inoxidable 304	1
7	7	Seguimiento	Acero inoxidable 304	1
8	8	Tapón inferior motor	Acero inoxidable 304	1
9	9	Resistencia base aluminio 1 potencia (2A, 12)	Acero inoxidable 304	1
10	10	Tapón protector lateral motor	Acero inoxidable 304	1
11	11	Tapón protector lateral motor	Acero inoxidable 304	1
12	12	Tapón protector lateral motor	Acero inoxidable 304	1
13	13	Tapón inferior aluminio 10w	Acero inoxidable 304	1
14	14	Motor 1	Acero inoxidable 304	1
15	15	Tapón protector lateral 1 base	Acero inoxidable 304	1
16	16	Resistencia base aluminio 2 potencia (2A, 12)	Acero inoxidable 304	1
17	17	Tapón protector inferior producto	Acero inoxidable 304	1

Nº DE PLANOS	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
18	18	Resistencia	Acero inoxidable 304	1
19	19	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
20	20	Resistencia 1	Acero inoxidable 304	1
21	21	Resistencia	Acero inoxidable 304	1
22	22	Resistencia	Acero inoxidable 304	1
23	23	Resistencia aluminio (2A, 12)	Acero inoxidable 304	1
24	24	Motor aluminio 1 hp 90 RPM	Acero inoxidable 304	1
25	25	Resistencia aluminio perfil cuadrado	Acero inoxidable 304	1
26	26	Resistencia	Acero inoxidable 304	1
27	27	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
28	28	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
29	29	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
30	30	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
31	31	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
32	32	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
33	33	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
34	34	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
35	35	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
36	36	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
37	37	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
38	38	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
39	39	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
40	40	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
41	41	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1
42	42	RESISTENCIA 1	Acero inoxidable 304	1

Nº DE PLANOS	Descripción	Dimensiones	CANTIDAD
43	43	43 x 43 x 2,5	100
44	44	43 x 43 x 2,5	100
45	45	43 x 43 x 2,5	100
46	46	43 x 43 x 2,5	100
47	47	43 x 43 x 2,5	100
48	48	43 x 43 x 2,5	100
49	49	43 x 43 x 2,5	100
50	50	43 x 43 x 2,5	100
51	51	43 x 43 x 2,5	100
52	52	43 x 43 x 2,5	100
53	53	43 x 43 x 2,5	100
54	54	43 x 43 x 2,5	100
55	55	43 x 43 x 2,5	100
56	56	43 x 43 x 2,5	100
57	57	43 x 43 x 2,5	100
58	58	43 x 43 x 2,5	100
59	59	43 x 43 x 2,5	100
60	60	43 x 43 x 2,5	100
61	61	43 x 43 x 2,5	100
62	62	43 x 43 x 2,5	100
63	63	43 x 43 x 2,5	100
64	64	43 x 43 x 2,5	100
65	65	43 x 43 x 2,5	100
66	66	43 x 43 x 2,5	100
67	67	43 x 43 x 2,5	100
68	68	43 x 43 x 2,5	100
69	69	43 x 43 x 2,5	100
70	70	43 x 43 x 2,5	100
71	71	43 x 43 x 2,5	100
72	72	43 x 43 x 2,5	100



X. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO EXTRACTORA DEL CRISTAL DE ALOE VERA.

Este presente sobre el manual habla de las condiciones de operación y mantenimiento general que se le debería practicar la máquina extractora del cristal de Aloe Vera.




Este manual permite la operación y mantenimiento de forma clara y precisa, en las cuales se genera unas instrucciones específicas de uso para el correcto funcionamiento dentro del proceso de la misma.

Este manual debe ser leído antes de la instalación, operación o mantenimiento de la máquina extractora del cristal de Aloe Vera.

A. Pasos para la operar la máquina y corte del material

- 1. Observar que no exista ningún elemento extraño alrededor e interior de la máquina. Esto evitara incidentes y mal funcionamiento de la misma*
- 2. Conectar el cable de corriente a la toma corriente regulada. Puesto que mediante esta conexión se da el paso de corriente al motorreductor.*
- 3. Ubiqué el material adecuado a procesar en el espacio derecho que se encuentra en la máquina. Esto facilitara el ingreso y proceso adecuado para que no haya contratiempos en la operación del monde de producto.*
- 4. Ubique dos recipientes en el extremo de la maquina donde será depositada en primer lugar los residuos de la penca y en segundo lugar donde se almacena el cristal extraído de la sábila.*
- 5. Oprima el botón de encendido, para dar inicio al funcionamiento y arranque del motorreductor. Este paso da inicio al movimiento de transmisión por cadena y a su vez moverá los rodillos que permiten impulsar la penca hacia el corte superior e inferior de la misma quitando de esta manera la cascara.*
- 6. Ingrese la punta de la penca al compartimiento de corte y deje que los rodillos desplacen el material a procesar.*

Tabla 31. Simbología Implementada

	<p>PELIGRO DE SACUDIDA ELÉCTRICA Atención, antes de efectuar una operación en el transportador tornillo sin fin, es obligatorio desactivar la alimentación eléctrica del equipo.</p>	<p>Durante los trabajos en los equipos eléctricos existe peligro de muerte por alta tensión. Encargue su instalación y la subsanación de averías únicamente a electricistas.</p>
	<p>PELIGRO DE CUCHILAS Atención, En la manipulación cuando ingrese el material a cortar o mondar</p>	<p>-No de las el depósito donde va ingresar la penca. - Peligro de sufrir cortadura de alguna de sus extremidades superiores (dedos, mano).</p>
	<p>PELIGRO DE DAÑOS AL EQUIPO E INSTALACIÓN.</p>	<p>La máquina debe de manejada con solo personal autorizado y experto en la materia</p>

Fuente. El autor.



Tabla 32. Mantenimiento

AUTO- MANTENIMIENTO								
Operario	Maquina. Cod	Sección: Planta				Equipo: Extractora del cristal de Aloe Vera.		
Subconjunto	Tarea a realizar	Frecuencia a realizar				Tiempo	Responsable	M/P
		Diario	semana	trimestral	anual			
Motor reductor	Revisar su estado y ajuste a la maquina			X		15 min	Operario	P
Cadena	Revisar su estado y ajuste pertinente		X			15 min	Operario	P
Catarinas	Revisar su estado y ajuste a la máquina			X		15 min	Operario	P
Chumaceras	Revisar su estado y ajuste a la máquina.	X				10 min	Operario	P
Lamina cubierta	Revisar su estado y ajuste a la máquina.				X	5 min	Operario	M/P
Base	Revisar su estado, ajuste y alineación	X				15 min	Operario	M/P
Cuchillas	Revise material residual en los elementos de corte.	X				10 min	Operario	M/P

Fuente. El autor.

Mantenimiento: Lubrique constantemente los rodamientos del cilindro, tenga precaución al encender los quemadores, solo lo debe hacer una persona con experiencia en el tema.

Tabla 33. Riesgos específicos

	<ul style="list-style-type: none"> - Durante los trabajos en los equipos eléctricos existe peligro de muerte por alta tensión. - La eliminación de la avería, de acuerdo con las normas electrotécnicas, correrá a cargo Exclusivamente de electricistas especializados.
	La conservación de la instalación debe encomendarse únicamente a personal experto en la materia.

Fuente. El autor.

Tabla 34. INVERSIÓN EN EL PROTOTIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			\$ -
DISEÑO + PLANOS DE FABRICACION + CALCULOS	1	\$ 1,800,000	\$ 1,800,000
BARRA RENDONDA AISI 304 4 1/2" (114,30 mm) x 3 METROS	1	\$ 1,700,000	\$ 1,700,000
MECANIZADO RODILLO AISI 304	4	\$ 410,000	\$ 1,640,000
CHUMACERA UCP 205	15	\$ 23,500	\$ 352,500
TUBO CUADRADO AISI 304 (40 X 40 mm) x 6 METROS	3	\$ 67,000	\$ 201,000
LAMINA CAL 16 AISI 304 (1524 x 3048 mm)	2	\$ 601,000	\$ 1,202,000
CUCHILLA TEMPLADA AISI 304 (68 x 20 mm)	2	\$ 35,000	\$ 70,000
CUCHILLA TEMPLADA AISI 304 (30 x 120 mm)	2	\$ 57,000	\$ 114,000
PLATINA AISI 304 4" ANCHO 1/8" 3 METROS	2	\$ 67,000	\$ 134,000
MANDO ELECTRICO PUENTE GRUA	1	\$ 675,000	\$ 675,000
CONEXIÓN ELECTRICA + CABLES Y COMPONENTES	1	\$ 375,000	\$ 375,000
TORNILLO HEXAGONAL M 12 x 65 + ARANDELA + TUERCA	30	\$ 3,700	\$ 111,000
TORNILLO HEXAGONAL M 4 x 15	97	\$ 1,300	\$ 126,100
MANO DE OBRA ENSAMBLE	1	\$ 850,000	\$ 850,000
		TOTAL	\$ 9,350,600

Fuente. El autor.

XI. CONCLUSIONES

Una vez consultadas las variables y procesos de industrialización del producto se observó que autores como (BEPPU y COL), (ZHENG y WANG) y (DIAZ), manifiestan las propiedades especiales que tiene este plante eje central de esta investigación; igualmente (GARCIA y BERMEJO), (URBINA) plantean la necesidad de estabilizar el producto por su rápido deterioro

Al investigar los diferentes autores bibliográficos que dan base sobre el diseño de la maquina se encuentran el trabajo realizado como el de DIAZ, Wilmer Velilla; DIAZ, Argemiro Palencia la cual es una alternativa manual artesanal siendo un diseño para la selección de la mejor alternativa en reducción de tiempos en el mantenimiento de maquinaria industrial. Otro es el de URBINA, Luz Amparo Lozano; NOVA, Carlos Muvdi; URIBE, Luz Dary Mejía que utilizaron un método manual mecánico este método permite la disminución de su concentración por adsorción en columna con carbón activado y por último se tiene a DIAZ, Wilmer Velilla; DIAZ, Argemiro Palencia quienes utilizaron una maquina manual mecánico con una metodología de diseño para la selección de la mejor alternativa en reducción de tiempos en el mantenimiento de maquinaria industrial

Para el desarrollo del prototipo se utilizó un software SOLIDWORS CAD que permitió el diseño del prototipo en 3D lo que da la oportunidad de visualizarlo y tener una relación a escala, permitiendo dibujar o modelar las piezas para su desarrollo final en la creación de máquinas o herramientas de tipo industrial y una vez desarrollado el diseño, se realiza un estudio en el mercado de la disponibilidad de los distintos componentes como Motorreductor NORDBLOC.1 a Motorreductores y Equipos S.A.S; Piñones 35 paso 3/8" a *Intelmec*.

En cuanto a la elaboración del Manual de funcionamiento y mantenimiento se tuvo en cuenta aspecto importante como, las señales de seguridad necesarias en cada sección de cuidado necesarias para prevenir eventualidades. Ficha de observaciones y auto mantenimiento de cada pieza del equipo, el cual debe tener un cronograma para esta función y una ficha final de riesgos que recuerdan las medidas de seguridad tanto para el trabajo como para el buen funcionamiento de la máquina.

Otros aspectos que sobresalieron durante este trabajo fueron:

- La matriz de *Pugh*, fue pieza fundamental para la selección de la elaboración diseño.
- La máquina procesará 2 pencas por minutos.
- La plantilla elaborada en presente proyecto, es de gran importancia para la selección de elementos de cadena de rodillos; permitiendo así la ayuda didáctica al diseñador y a su vez elegir el componente de transmisión de potencia adecuado a sus requerimientos.
- Esta plantilla nos permite desarrollar métodos de automatización, ampliando nuestros conocimientos teóricos-prácticos, para aplicarlo en la selección de cadena de rodillo; la cual es de vital importancia en nuestra formación profesional.

XII. RECOMENDACIONES

Según esta investigación en la simulación para la fabricación de la mayoría de parte de la maquina tales como:

Estructura interna, ejes, soportes de las cuchillas, cuchillas, guías; entre otros se recomienda acero inoxidable, acero 304. Por sanidad y reglamentación de productos alimenticios.

Igualmente se sugiere que la carcasa exterior en acero 1020 con baño de cromado o niquelado.

Es importante durante el diseño ideal del resorte realizar pruebas de campo.

Se recomienda la lectura del manual de operación y la capacitación al personal que va estar a cargo de la manipulación de la máquina antes de hacer uso de la máquina.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, K., Fernando, M. J., & Marulanda, V. (2007). *OBTENCIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS DE REFERENCIA DEL SUELO Y DEL MUCÍLAGO DEL ALOE VERA CULTIVADO EN EL CORREGIMIENTO DE COMBIA MUNICIPIO DE PEREIRA RISARALDA*.
<https://pdfs.semanticscholar.org/2f0b/10beaecda0404fe18bbaad9b1505438fa05.pdf>
- Amparo Lozano Urbina, L., Muvdi Nova, C., & Dary Mejía Uribe, L. (2011). Bucaramanga (Colombia). In *Revista ION* (Vol. 24, Issue 1).
- Andres, E. I. C. (2012). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO DEL*. 112.
- Antonio Núñez-Colima, J., Pedroza-Sandoval, A., Trejo-Calzada, R., Sánchez-Cohen, I., & Mata-González, R. (n.d.). Efecto de biofertilizantes en el crecimiento de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y calidad de gel en diferentes contenidos de humedad del suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 24(1), 27–40.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.02.013>
- Belle L. Chou (Union City, CA), Sisitha Sudarshana (Athurugiriya), A. S. (Athurugiriya). (2018). *US Patent Application for MULTILAYERED THIN CHEMICAL RESISTANT ARTICLE AND MANUFACTURING METHOD Patent Application (Application #20190239585 issued August 8, 2019) - Justia Patents Search*. Application. <https://patents.justia.com/patent/20190239585>
- Beppu, H., Shimpo, K., Chihara, T., Kaneko, T., Tamai, I., Yamaji, S., Ozaki, S., Kuzuya, H., & Sonoda, S. (2006). Antidiabetic effects of dietary administration of *Aloe arborescens* Miller components on multiple low-dose streptozotocin-induced diabetes in mice: Investigation on hypoglycemic action and systemic absorption dynamics of aloe components. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(3), 468–477.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.10.034>
- Camilo, J., Pachón, M., & De Grado, T. (2010). *PLAN INTEGRAL PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE ALOE VERA EN COLOMBIA CRISTIAN ANDRÉS FIGUEREDO CARDONA*. 154.
- Charry, G. T., & Ozaeta, A. (2011). Diseño de máquina para ensayos mecánicos para hoja de Aloe Vera. *Scientia Et Technica*, 2(48), 29–34.
- CNET S.A. (2015). *Aceros Inoxidables : AC-AISI-304-Platina*. ACEROS CARTAGO.
<https://www.aceroscartago.com/index.php/productos/aceros-inoxidables/ac-aisi-304-platina-detail>
- DE LA ROSA RUIZ, R. S. S. (2008). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA*.
[https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19588/De La Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/19588/De%20La%20Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Díaz, W. V., Osorio, L. A., Álvarez, D. M., Alí, O. O., & Ariza, Ó. P. (2013). Diseño de un sistema semiautomático para la extracción de gel de aloe vera; análisis integral del costo del ciclo de vida del equipo. *Inge Cuc*, 9(1), 99–113. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/147/139>
- DISCOVER, H. (2011). *Maquinas de coser pesada industriales y automaticas*.
<http://mob.cowboysew.com/index.php?s=/home/article/detailes/id/394.html>
- Domínguez-Fernández, R. N. . A.-V. I. . C.-P. J. J. . W.-C. J. S. . A.-G. J. S. . C.-D. G. . G.-F. V. . G.-L. G. F. (2012). EL GEL DE Aloe vera: ESTRUCTURA, COMPOSICIÓN QUÍMICA, PROCESAMIENTO, ACTIVIDAD BIOLÓGICA E IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA Y

ALIMENTARIA. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1).

- Energía Controlada de México. (2020). *¿Qué es un motorreductor?*- Energía Controlada de Mexico S.A. de C.V. Energía Controlada de México. <https://energiacontrolada.com/faq/Que-es-un-motorreductor>
- Gieck, K. (2017). *Alianza SIDALC*. Manual de Fórmulas Técnicas. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=earth.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=042572>
- Ing. José Antonio Dávila Treviño. (2012). *Extracción de Gel de Aleo Vera (Sábila) - AGRO 2.0*. Extracción de Gel de Aleo Vera . <http://www.agro20.com/profiles/blogs/extracci-n-de-gel-de-aleo-vera-s-bila>
- INVESTIGACIÓN, E. G. Y. T. DE. (2020). *Boletines - Ensayos de Calidad - CLUB ENSAYOS*. <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Boletines/1463689.html>
- Iranzo, P. (2007). *MEDIOS DE UNIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS*. <http://oa.upm.es/3786/1/Picazo-E15.pdf>
- Luna-Suárez S.; López-Valdez F; Mauleón-Muñoz L. y PérezSánchez A. (2004). *CARACTERÍSTICAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA FÍSICOQUÍMICAS DE LA*. [http://eduniv.mes.edu.cu/bd/mc/Luna Suarez% 2C S_/Caracteristicas fisicoquimicas de la %2829%29/Caracteristicas fisicoquimicas - Luna Suarez%2C S_.pdf](http://eduniv.mes.edu.cu/bd/mc/Luna%20Suarez%20S_/Caracteristicas%20fisicoquimicas%20de%20la%202829%29/Caracteristicas%20fisicoquimicas%20-%20Luna%20Suarez%20S_.pdf)
- Maria Guadalupe Garcia Ramirez, L. A. I. V. (2010). *Diseño de la investigación*. http://www.eumed.net/libros-gratis/2012a/1158/disenode_la_investigacion.html/
- MINISTERIOS DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (2012). *RESOLUCIÓN 000683 DE 2012*. 16. http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion-683-de-2012.pdf
- MOTT ROBERT L. (2006). *DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS* (PEARSON EDUCACIÓN (ed.); 4th ed.). https://jorgegonzalezcaneo.files.wordpress.com/2010/11/diseño_mecánico_mott_4ed.pdf
- Nisbett, B., & G.-J.Keith, R. (2011). *Diseño en ingeniería mecánica Shigley*. Mc Graw Hill, 1039.
- Ríos, I. G. (2012). *“Año 55 de la Revolución.”* [http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3483/István Gómez Ríos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3483/István%20Gómez%20Ríos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Torres, O. A., & Lozano, V. (2014). *Informe Final Despulpadora de sábila | Herramientas | Hoja*. PARAMETROS DE DISEÑO PARA OBTENER EL CRISTAL DE SABILA. <https://es.scribd.com/document/225201252/Informe-Final-Despulpadora-de-sabila>
- Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía, H., & Chirino, L. (2008). *Revista de la Facultad de Agronomía*. In *Revista de la Facultad de Agronomía* (Vol. 25, Issue 2). 2000. Universidad del Zulia. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182008000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- VALENZUELA, C. (2020). *El Aloe vera: Estabilizar el Aloe para ser utilizado en Productos cosm - Clara Valenzuela*. HACIENDOLA.COM. <https://www.claravalenzuela.com/blogs/cosmetica-natural/el-aloe-vera-estabilizar-el-aloe-para-ser-utilizado-en-productos-cosmeticos>
- Vega G, A., Ampuero C, N., Díaz N, L., & Lemus M, R. (2005). EL ALOE VERA (ALOE BARBADENSIS MILLER) COMO COMPONENTE DE ALIMENTOS FUNCIONALES. *Revista Chilena de Nutrición*,

32(3), 208–214. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182005000300005>

Victor P. GarciaJaime Bermejo. (2006). *Estabilización del extracto de Aloe vera*.
<https://patents.google.com/patent/WO2008059074A1/es>

Zheng, W., & Y. Wang, S. (2001). Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5165–5170. <https://doi.org/10.1021/jf010697n>

XIV. ANEXOS

A. Anexos 1. Cotización de MOTORREDUCORES



Miércoles, 17 de junio de 2020

Nº Cotización: AY – 208

Empresa: FELIZ TORRES
Contacto: Felix Torres
Teléfono: 320 2553748
Correo: felixmaunido86@gmail.com
Ciudad: Ibagué

Motorreductores y Equipos S.A.S
Angie Milena Yomay
ventas.bogota@motorreductores.com.co
Cel: 310 446 45 25
57 (1) 482 32 64
Bogotá

Motorreductores y Equipos S.A.S es una empresa fundamentada en la comercialización de productos de transmisión de potencia; a través de un excelente soporte técnico y personal capacitado con recorrido y experiencia en la selección de equipos

Le agradecemos su interés presentándole a continuación nuestra oferta según sus requerimientos y las condiciones generales de nuestra empresa.

OFERTA # 1 –MOTORREDUCTOR NORDBLOC.1 NORD CON MOTOR WEG W11 IE2

Especificaciones técnicas Motorreductor NORDBLOC.1

Modelo del Motorreductor:	SK 172.1- IEC 80 W11 IE2 804
Potencia del Motor:	1 Hp
Velocidad de Entrada / Salida:	1750 / 476,4 rpm
Relación de Reducción:	3,46
Torque Nominal	14,96 Nm
Factor de Servicio:	3,7
Fuerza Radial del Reductor:	2,8 KN
Fuerza Axial del Reductor:	3,9 KN
Fuerza Radial con opción VL	KN
Fuerza Axial con opción VL	KN
Opción Incluida del Equipo:	
Opción Incluida del Equipo:	
Precio de Venta Equipo y Opciones: \$	1.700.000 + IVA Unitario

TIEMPO DE ENTREGA 2 A 3 DÍAS HÁBILES

MotorReductores y Equipos S.A.S. www.motorreductores.com.co
Tel: (4) 322 26 01 / Cr 43 F N° 16 A 32 Barrio Manils, Medellín.



OFERTA 2- MOTOR MARCA WEG IE3

OFERTA MOTOR ELECTRICO

MARCA	WEG
VERSION MOTOR	IE3
POTENCIA (HP)	1
VELOCIDAD NOMINAL (RPM)	900
I NOM AMP (220V)	4,56
I NOM AMP (440V)	2,28
CONEXIÓN	3F
EFICIENCIA (%)	72
MODELO	WEG L90L
CODIGO PEDIDO (SOLO MOTOR)	PG001093CQA
NOTAS	EJECUCION EN B3

PRECIO VENTA	\$	1.070.000 + IVA
---------------------	-----------	------------------------

TIEMPO DE ENTREGA 2 A 3 DÍAS HABILES

OFERTA 3- MOTOR MARCA WEG IE2

OFERTA MOTOR ELECTRICO

MARCA	WEG
VERSION MOTOR	IE2
POTENCIA (HP)	1
VELOCIDAD NOMINAL (RPM)	1200
I NOM AMP (220V)	3,5
I NOM AMP (440V)	1,75
CONEXIÓN	3F
EFICIENCIA (%)	82,5
MODELO	WEG L90S
CODIGO PEDIDO (SOLO MOTOR)	PG001123CQA
NOTAS	EJECUCION EN B3

PRECIO VENTA	\$	835.000 + IVA
---------------------	-----------	----------------------

TIEMPO DE ENTREGA 2 A 3 DÍAS HABILES

MotorReductores y Equipos S.A.S. www.motorreductores.com.co
Tel: (4) 322 26 01 / Cr 43 F N° 16 A 32 Barrio Manila, Medellín.



CONDICIONES COMERCIALES

Precios y Descuentos: Firmes y netos en pesos colombianos. No incluyen el impuesto a la venta del 19%. Los descuentos están estipulados en cada ítem y pueden ser negociables de acuerdo a las cantidades y la forma de pago.

Forma de pago: Pago de contado.

Motorreductores y Equipos S.A.S ofrece a sus clientes diversas facilidades de pago para la compra de productos:

- Pago de contado: Transferencias, efectivo, tarjeta de debito
- Cheque Postfechados respaldados con Covinoc.
- Crédito: Políticas de estudio de crédito con plazos a 30, 45 y 60 días.

Validez de cotización

30 días a partir de la fecha de cotización.

Órdenes y pedidos

Para procesar cualquier pedido se debe enviar vía correo electrónico o fax la orden de compra o autorización en la cual se dé por aceptada la oferta (citando el número de la cotización) con descripción y cantidad del producto, precio neto de compra, forma de pago y lugar de entrega.

Garantías

Motorreductores y Equipos S.A.S otorga una garantía válida por 12 meses a partir de la entrega, de los productos que sean adquiridos por el cliente a título de compraventa. Dicha garantía tendrá una cobertura por defecto de fábrica o de sus elementos.

Devoluciones y Cancelación de pedidos

No se aceptan devoluciones de mercancía después de transcurrido un mes a partir de la entrega de los equipos

Los equipos en devolución deben ser entregados con todos sus componentes, manuales, caja y factura para proceder formalmente con el proceso y la revisión de la mercancía. En caso de no cumplir con lo anterior el valor de la devolución podrá ser inferior al valor de compra

Los equipos de ensamble que sean devueltos no podrán ser reconocidos por la totalidad de su valor debido a que se descontaran los costos de mano de obra y de componentes que se pierdan en el desensamble del equipo lo que equivale a un 3% del costo del equipo

La cancelación de pedidos de venta de equipos que requieran ensamble se tomara de la misma manera que un proceso de devolución, en cual el cliente debe asumir los costos de mano de obra y materiales que se hayan utilizado.

MotorReductores y Equipos S.A.S. www.motorreductores.com.co

Tel: (4) 322 26 01 / Cr 43 F N° 16 A 32 Barrio Manila, Medellín.



Servicio Posventa (Línea Mecánica) EMMI

Motorreductores y Equipos S.A.S cuenta con personal capacitado y repuestos originales para brindar asesoría y atender aspectos técnicos sobre los equipos suministrados. Para lograrlo trabajamos conjuntamente con la empresa EMMI la cual ofrece nuestro servicio Posventa en la venta de motorreductores para verificar condiciones de montaje, vibraciones mecánicas, entre otras variables, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del equipo.

Esperamos esta oferta cumpla con sus expectativas y requerimiento técnicos y comerciales.

Atentamente,

Angie Milena Yomay
Ing de aplicaciones y ventas
Celular: 310 446 43 25
Motorreductores y Equipos S.A.S

B. Anexo 2. DIMENSIONES DE PIÑONES SENCILLOS

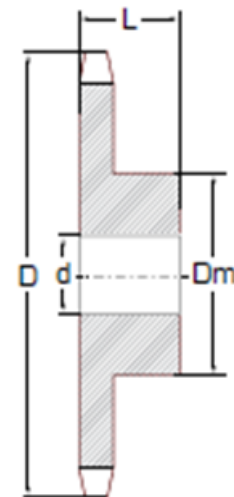


www.intermec.com.co

DIMENSIONES DE PIÑONES SENCILLOS (SIMPLES)

No.25
Paso 1/4"

PIÑONES 25 PASO 1/4"					
Referencia	D	Dm	L	d	Eje máximo* (pulg)
25B9 R	21,2	11	13	6	1/4
25B10	23,4	13	13	6	1/4
25B11	25,5	14	13	6	1/3
25B12	27,5	16	13	6	3/8
25B13	29,6	18	13	6	7/16
25B14	31,6	21	13	6	9/16
25B15	33,7	23	13	6	9/16
25B16	35,7	25	13	6	9/16
25B17	37,8	26	13	6	5/8
25B18	39,8	29	13	6	3/4
25B19	41,9	31	13	6	13/16
25B20	43,9	33	16	6	7/8
25B21	45,9	35	16	6	7/8
25B22	48,0	37	16	6	15/16
25B23	50,0	38	16	6	1
25B24	52,1	38	16	10	1
25B25	54,1	38	16	10	1
25B26	56,1	38	16	10	1
25B27	58,2	38	16	10	1
25B28	60,1	38	16	10	1
25B29	62,2	38	16	10	1
25B30	64,2	38	16	10	1
25B31	66,2	38	16	10	1
25B32	68,3	38	16	10	1
25B33	70,3	38	19	10	1
25B34	72,3	38	19	10	1
25B35	74,4	38	19	10	1
25B36	76,4	38	19	10	1
25B37	78,4	38	19	10	1-3/8
25B38	80,4	38	19	10	1-3/8
25B39	82,5	38	19	10	1-3/8
25B40	84,5	51	19	13	1-3/8
25B41	86,5	51	19	13	1-3/8
25B42	88,8	51	19	13	1-3/8
25B43	90,8	51	19	13	1-3/8



*Eje máximo permisible con cuñero estándar

R: la pieza lleve una ranura en la manzana para liberar la cadena.

C. Anexo 3. TABLA DE LUBRICACIÓN DE LA CADENA

TABLA 7-5 Capacidades en caballos de fuerza - Cadena simple de rodillos número 40

Núm. de dientes	0.500 pulgadas de paso				Velocidad mínima de giro de la catarina, rev/min																				
	10	25	50	100	180	200	300	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000
11	0.06	0.14	0.27	0.52	0.91	1.00	1.48	2.42	3.34	4.25	4.70	5.60	6.49	5.57	4.66	3.70	2.85	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50	0.00
12	0.06	0.15	0.29	0.56	0.99	1.09	1.61	2.64	3.64	4.64	5.13	6.11	7.09	6.34	5.31	4.22	3.25	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57	0.00
13	0.07	0.16	0.31	0.61	1.07	1.19	1.75	2.86	3.95	5.02	5.56	6.62	7.68	7.15	5.99	4.76	3.66	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.00	
14	0.07	0.17	0.34	0.66	1.15	1.28	1.88	3.08	4.25	5.41	5.98	7.13	8.27	7.99	6.70	5.31	4.09	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.00	
15	0.08	0.19	0.36	0.70	1.24	1.37	2.02	3.30	4.55	5.80	6.41	7.64	8.86	8.86	7.43	5.89	4.54	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.00	
16	0.08	0.20	0.39	0.75	1.32	1.46	2.15	3.52	4.86	6.18	6.84	8.15	9.45	9.76	8.18	6.49	5.00	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	0.00		
17	0.09	0.21	0.41	0.80	1.40	1.55	2.29	3.74	5.16	6.57	7.27	8.66	10.04	10.69	8.96	7.11	5.48	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	0.00		
18	0.09	0.22	0.43	0.84	1.48	1.64	2.42	3.96	5.46	6.95	7.69	9.17	10.63	11.65	9.76	7.75	5.97	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	0.00		
19	0.10	0.24	0.46	0.89	1.57	1.73	2.56	4.18	5.77	7.34	8.12	9.66	11.22	12.64	10.59	8.40	6.47	4.92	3.91	3.20	2.29	0.09	0.00		
20	0.10	0.25	0.48	0.94	1.65	1.82	2.69	4.39	6.07	7.73	8.55	10.18	11.81	13.42	11.44	9.07	6.99	5.31	4.22	3.45	2.47	0.00			
21	0.11	0.26	0.51	0.98	1.73	1.91	2.83	4.61	6.37	8.11	8.98	10.69	12.40	14.10	12.30	9.76	7.52	5.72	4.54	3.71	2.65	0.00			
22	0.11	0.27	0.53	1.03	1.81	2.01	2.96	4.83	6.68	8.50	9.40	11.20	12.99	14.77	13.19	10.47	8.06	6.13	4.87	3.98	2.85	0.00			
23	0.12	0.28	0.56	1.08	1.90	2.10	3.10	5.05	6.98	8.89	9.83	11.71	13.58	15.44	14.10	11.19	8.62	6.55	5.20	4.26	3.05	0.00			
24	0.12	0.30	0.58	1.12	1.98	2.19	3.23	5.27	7.28	9.27	10.26	12.22	14.17	16.11	15.03	11.93	9.18	6.99	5.54	4.54	0.87	0.00			
25	0.13	0.31	0.60	1.17	2.06	2.28	3.36	5.49	7.59	9.66	10.69	12.73	14.76	16.78	15.98	12.68	9.76	7.43	5.89	4.82	0.00				
26	0.13	0.32	0.63	1.22	2.14	2.37	3.50	5.71	7.89	10.04	11.11	13.24	15.35	17.45	16.95	13.45	10.36	7.88	6.25	5.12	0.00				
28	0.14	0.35	0.67	1.31	2.31	2.55	3.77	6.15	8.50	10.82	11.97	14.26	16.53	18.79	18.94	15.03	11.57	8.80	6.99	5.72	0.00				
30	0.15	0.37	0.72	1.41	2.47	2.74	4.04	6.59	9.11	11.59	12.82	15.28	17.71	20.14	21.01	16.67	12.84	9.76	7.75	6.34	0.00				
32	0.16	0.40	0.77	1.50	2.64	2.92	4.31	7.03	9.71	12.38	13.68	16.30	18.89	21.48	23.14	18.37	14.14	10.76	8.54	1.41					
35	0.18	0.43	0.84	1.64	2.88	3.19	4.71	7.69	10.62	13.52	14.96	17.82	20.67	23.49	26.30	21.01	16.17	12.30	9.76	0.00					
40	0.21	0.50	0.96	1.87	3.30	3.65	5.38	8.79	12.14	15.45	17.10	20.37	23.62	26.85	30.06	25.67	19.76	15.03	0.00						
45	0.23	0.56	1.08	2.11	3.71	4.10	6.08	9.89	13.66	17.39	19.24	22.92	26.57	30.20	33.82	30.63	23.58	5.53	0.00						
	Tipo A				Tipo B								Tipo C												
	Tipo A: Lubricación manual o por goteo				Tipo B: Lubricación en baño o con disco								Tipo C: Lubricación con chorro de aceite												

Fuente: American Chain Association, Naples, FL

D. Anexo 4. TABLA RESISTENCIA A LA ATENCIÓN DE ALGUNOS MATERIALES

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales* Fuente: J. Deste, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. [editores en jefe], *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)				Resistencia a la deformación, exponente n	Resistencia a la fractura σ_c
			Fluencia S_y MPa (kpsi)	Última S_u MPa (kpsi)	A la fractura, σ_p MPa (kpsi)	Coefficiente σ_D MPa (kpsi)		
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) ^f	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) ^f	992 (144)	0.14	0.49
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) ^f	758 (110)	0.24	0.85
1045	Acero	TyR 600°F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273) ^f	0.041	0.81
4142	Acero	TyR 600°F	1 720 (250)	1 930 (280)	2 340 (340)	1 760 (255) ^f	0.048	0.43
303	Acero	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221) ^f	1 410 (205)	0.51	1.16
304	Acero	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233) ^f	1 270 (185)	0.45	1.67
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) ^f	620 (90)	0.26	0.10
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) ^f	669 (100)	0.15	0.18
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) ^f	882 (128)	0.13	0.18

*Los valores se refieren de uno de los ejes y se aplican a los ejes que pueden soportar cargas de compresión. La deformación por fractura puede variar hasta un 100%.
^fWelded.