



DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3476

Alternativa de diseño para automatizar el proceso de desfibrado manual en la obtención de fibras naturales usando SolidWorks 2020

Leydi Guadalupe Dominguez Cobix

leycobix@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0851-5290>

Estudiante de 9º semestre de la carrera de Ingeniería Industrial Del Tecnológico Nacional de México (Campus San Andrés Tuxtla).
San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.

Abraham Velasco Polito

velasco.p.abraham@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0227-4681>

Estudiante de 9º semestre de la carrera de Ingeniería Industrial Del Tecnológico Nacional de México (Campus San Andrés Tuxtla).
San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.

Pedro Jacome Onofre

pjacome2020@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3698-8893>

Catedrático adscrito al departamento de Ingeniería Industrial Del Tecnológico Nacional de México (Campus San Andrés Tuxtla).
San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.

Inocencio García Huerta

inocenciogarcia@itssat.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0854-1445>

Catedrático adscrito al departamento de Ingeniería Industrial Del Tecnológico Nacional de México (Campus San Andrés Tuxtla).
San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.

RESUMEN

Como estudiantes de ingeniería industrial la formación académica es desarrollar estrategias innovadoras, este trabajo presentado es, diseñar un prototipo que realice el desfibrado automático del pseudotallo de plátano (Fibra Natural), facilitando así un proceso que se realiza de manera manual, reduciendo tiempo en procesos productivos el cual se realiza dicho proceso, consiste en utilizar conocimientos avanzado en diseño, aprendidos durante la etapa estudiantil; estos son la utilización de softwares CAD como SolidWorks. Las fibras naturales desfibradas serán utilizadas para uso en materiales compuestos con matrices poliméricas. Para este proyecto se realizaron diversas investigaciones de artículos y referencias bibliográficas que hablen sobre el tema en cuestión para poder tener una base sólida de información que nos ayude a respaldar el proyecto. En cuanto a la metodología y materiales es necesario el uso del software SolidWorks para el diseño, y los materiales se pretende hacer uso de la manufactura circular para apoyar a los objetivos de desarrollo sustentable apegados a la agenda 2030.

Palabras clave: *desfibrado; manufactura avanzada; diseño; fibra.*

Correspondencia: leycobix@gmail.com

Artículo recibido 10 de Octubre 2022 Aceptado para publicación: 10 de Noviembre 2022

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Cómo citar: Dominguez Cobix, L. G., Velasco Polito, A., Jacome Onofre, P., & García Huerta, I. (2022). Alternativa de diseño para automatizar el proceso de desfibrado manual en la obtención de fibras naturales usando SolidWorks 2020. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 130-144. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3476

Design alternative for automating the manual defibrated process in natural fiber procurement using SolidWorks 2020

ABSTRACT

As students of industrial engineering, the academic training is to develop innovative strategies, this work presented is to design a prototype that performs the automatic defibration of the banana pseudostem (Natural Fiber), thus facilitating a process that is carried out manually, reducing time in processes. productive which this process is carried out, consists of using advanced knowledge in design, learned during the student stage; these are the use of CAD software such as SolidWorks. The defibrated natural fibers will be used for use in composite materials with polymeric matrices. For this project, several investigations of articles and bibliographical references that speak about the subject in question were carried out to have a solid base of information that helps us to support the project. Regarding the methodology and materials, the use of Solidworks software is necessary for the design, and the materials are intended to be used in circular manufacturing to support the sustainable development objectives attached to the 2030 program.

Keywords: *defibrated; advanced manufacturing; design; fiber.*

INTRODUCCIÓN

Hace un tiempo atrás el diseño o dibujo técnico solo se trabajaba en restiradores, papel bond, escuadras, compas, y lápices especiales, hoy en día son empleados los softwares de CAD, como el Mastercam, inventor, AutoCAD, SolidWorks, y otros, que han competido por posicionarse en la globalización del diseño, lo han hecho en diversos campos como lo es principalmente la industria automotriz creando autopartes, la industria aeronáutica y más. Este artículo trata de tener una alternativa más en el diseño de un prototipo para desfibrar las fibras naturales ya sean de pseudotallo de plátano, henequén, piña, girasol, y muchas más fibras. Apoyando al trabajo manual y dar paso a la ergonomía, siendo otra disciplina muy importante en la tarea del ser humano. Estos autores que se mencionaran aportan estudios sobre las fibras naturales, Según (Conabio, 2020) las fibras naturales son aquellas que se extraen de diversas partes de las plantas y esta extracción puede darse en la semilla o la vellosidad de estas, las hojas, el tronco (lo cual dependerá de si la planta es arborea maderera), la corteza o la raíz incluso. Según López Ferrari y J. (Ceja-Romero, 2020) las fibras vegetales son las que poseen células cuya función principal consiste en proporcionarles sostén, éstas son las células esclerenquimáticas y su característica principal es una pared secundaria engrosada compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina. Igualmente se considera fibra vegetal a aquel material que presente características flexibles, alargadas y angostas que provengan de las plantas. La extracción de la fibra de lechuguilla está ligada con actividades como la agricultura de temporal y la ganadería, pero en algunos casos, es comúnmente la única fuente de ingresos económicos para los productores de las regiones áridas y semiáridas del país dado que los cultivos agrícolas bajo este sistema de producción son de bajo rendimiento. (Castillo Quiroz, Berlanga Reyes, & Cano Pineda, 2005). Las fibras obtenidas del Agave son una alternativa para la economía sostenible como sustitutos de productos no biodegradables como las fibras sintéticas, se prevé que las fibras lignocelulósicas derivadas de los tejidos estructurales de las plantas tengan una función importante en la transición respecto a las fibras sintéticas. (Pérez del Río, Caballero Caballero, Hernández Gómez, & Montes Bernabé, 2013). La finalidad de esta investigación tiene como principal problema resolver la poca capacidad de producción de fibras naturales que se obtienen por medio de métodos de obtención tradicionales, ya que se cuentan con antecedentes de dichos procesos en el cual en un periodo de 4 meses con jornadas laborales de 10 horas solo se conseguía una producción aproximada de 10 kilos,

lo cual para una producción en masa con fines comerciales y de experimentación no sería factible. Para intentar resolver esta problemática se ha recurrido al diseño de máquinas desfibradoras según los requerimientos que las regiones necesiten, ya que existen diseños y prototipos para desfibrar plátano, henequén, agave entre otras fibras; sin embargo los principales inconvenientes que presentan todos estos diseños son la falta de adaptabilidad para el desfibrado de fibras varias, su movilidad en cuanto a comercialización, el tamaño que ocupan en cuanto a su sitio de instalación, su costo de creación, siendo estos algunos inconvenientes encontrados anteriormente. El problema que se busca resolver en este trabajo y presentarlo en el artículo es, dar a conocer una alternativa para el diseño de un prototipo que desfibra las fibras naturales mediante un software CAD, en este caso en el SolidWorks 2020, y poder aportar estrategia para el trabajo en la manufactura y mantener actualizada la ergonomía y la antropometría humana. Aquí en la introducción se menciona de diseñar un prototipo para desfibrar todo lo referente a fibras naturales, es porque se requiere manufacturar, pero con una innovación frugal, o sea que sea con costos asequibles, según el artículo que se menciona del autor (Onofre, 2022).

METODOLOGÍA

El presente artículo cuenta con una investigación la cual tiene bases en la revisión bibliográfica, según Guirao (2015) la revisión bibliográfica es un paso previo que se da antes de comenzar a realizar una investigación. Con la revisión bibliográfica nos aproximamos al conocimiento de un tema y la primera etapa del proceso de investigación porque nos ayuda a identificar qué se sabe y qué se desconoce de un tema de nuestro interés. Según Hart (1998) la revisión bibliográfica es "la selección de los documentos disponibles sobre el tema, que contienen información, ideas, datos y evidencias por escrito sobre un punto de vista en particular para cumplir ciertos objetivos o expresar determinadas opiniones sobre la naturaleza del tema y la forma en que se va a investigar, así como la evaluación eficaz de estos documentos en relación con la investigación que se propone". Para la investigación científica se llevó a cabo mediante la búsqueda de información, en orden de recolectar datos importantes y actualizados de publicaciones realizadas por fuentes comprobadas como: "Elsevier", "Scielo" y en el buscador de "Google Académico", en idiomas como el inglés y español. Se incluyeron en la búsqueda de artículos con fecha desde el 2018 hasta el 2022. Luego de tener claro el concepto se seleccionan artículos relacionados con el tema, documentos académicos realizados por alumnos anteriormente,

artículos de revistas con carácter técnico, artículos de docentes institucionales, los cuales proporcionan un panorama más amplio en cuanto a las desfibradoras existentes, sus tipos, las partes más factibles tomando en cuenta la calidad de rendimiento, métodos de obtención tradicionales entre otros conceptos. En cuanto al tipo de investigación al cual se recurre es del tipo proyectiva la cual según Hurtado de Barrera (2010), “intenta proponer soluciones a una situación determinada a partir de un proceso previo de investigación”.

Según Fernández (2016) citando a Flick (2007) y Vasilachis (2006), la investigación cualitativa busca teorías empíricas posicionándose desde una perspectiva de comprensión, construyendo y comprendiendo la influencia que ejercen unos sucesos en otros a través de una red de relaciones causales, locales, contextuales y situacionales.

Basándonos en todo lo anterior podemos llegar a la conclusión que, para ejecutar el proceso de diseño del prototipo de desfibradora, se recabo información en cuanto antecedentes sobre las máquinas, partes por las cuales están compuestas, entre otros criterios. Para seleccionar lo que nos seria de utilidad se recurrió a tablas en las cuales se extrae lo más relevante y que podría proporcionarnos alguna guía para así llegar a un producto final con información de valor.

Entre la información recabada en cuanto al tema de diseño se encontraron alternativas de máquinas que se han fabricado durante todos estos años, algunos ejemplos son:



Figura 1: Máquina “Cardoma”
(Mayorga et. al., 2004)

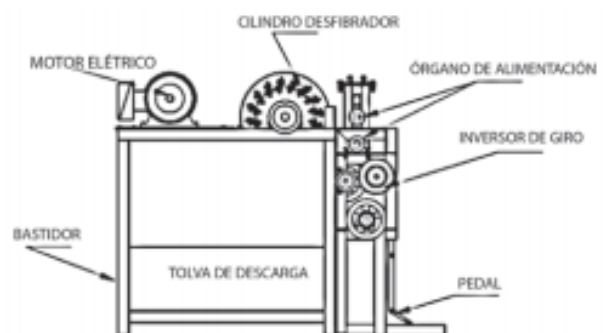


Figura 2: Máquina desfibradora “Agave angustifolia Haw” (Pérez del Rio et. al., 2013)

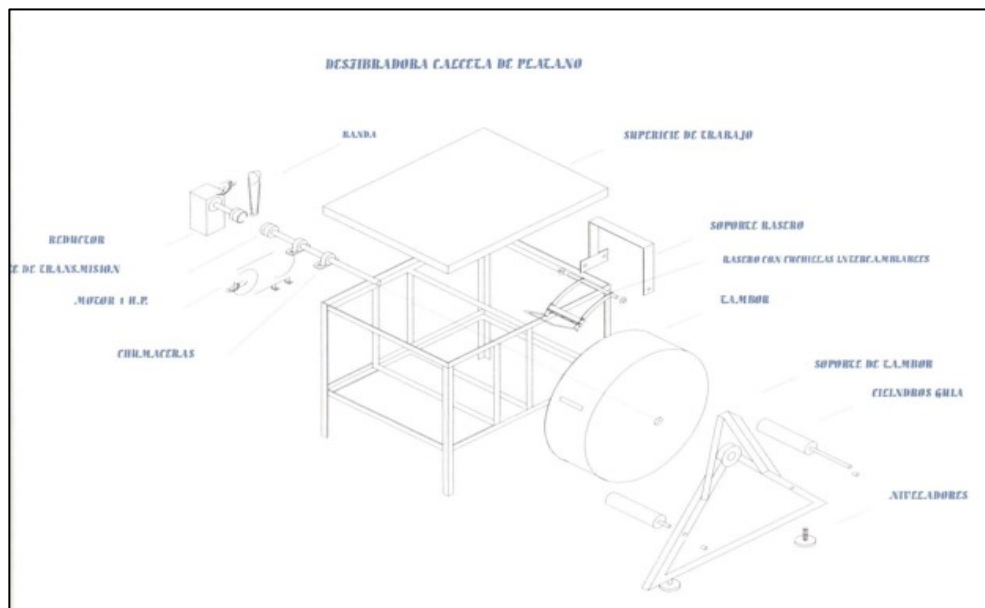


Figura 3: Desfibradora de calceta de plátano (Abella Ramirez, 2003)

Por último, para realizar la propuesta de diseño se optó por utilizar el programa SolidWorks 2020, el cual según SOLIDWORKS - Qué Es Y Para Qué Sirve (2022), SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el proceso tradicional de obtención de fibras de la planta de plátano podemos distinguir los pasos que se deben hacer, esto lo puede realizar una sola persona o hasta tres personas, si lo hace una persona regularmente tiene que ir paso por paso y si son dos o tres pueden repartirse o intercalar los tiempos de cada proceso para evitar el cansancio y la fatiga; y así hacer más eficiente el proceso. A continuación, se explica de manera breve el proceso manual para obtener la fibra del pseudotallo:

Previo al proceso de desfibrado se selecciona una planta de plátano que haya concluido su ciclo de vida, es decir que su fruto ya este retirado de la planta y que el verdadero tallo este expuesto en la superficie. Es entonces donde tenemos las condiciones morfológicas adecuadas para que el proceso sea ejecutado sin fallos.

Paso 1: Segmentar en capas delgadas el pseudotallo.

Con la ayuda de un machete se corta a la mitad el pseudotallo para que las capas no queden

muy largas y sea más fácil su desfibrado, luego de la mitad obtenida se sacan capas con la ayuda del mismo machete cortando en ocho o diez partes el pseudotallo dependiendo del diámetro que este tenga. Por último, al pseudotallo se sacan las capas que se utilizaran para el desfibrado hasta llegar al tallo floral ya que esta no sirve para dicho proceso.

Paso 2: Extracción de la membrana.

Con el cuchillo extraeremos la membrana de cada capa del pseudotallo con un proceso que se denomina o se le conoce como filetear y así tener la fibra sin residuos que no se ocupan.

Paso 3: Desfibrado de la capa del pseudotallo.

En este paso se utiliza como herramienta de apoyo un cepillo de alambre, lo que se hará es sostener con una mano la parte superior de la capa y con la otra se realiza un cepillado o desfibrado del pseudotallo para obtener las fibras separadas. Es recomendable para no romper las fibras en este proceso el aplicar agua y así lograr que las capas no presenten tanta resequedad.

Paso 4: Lavado de las fibras.

Para el lavado solo se ocupa agua y un bote para poder remojar las fibras, determinaremos que las fibras están bien lavadas cuando el agua con el que se lava ya no presenta una apariencia turbia o no contiene residuos del pseudotallo.

Paso 5: Secado de las fibras.

En este paso colgaremos las fibras lavadas en un lugar donde pueda escurrir el agua que aun contiene y tratando de que el lugar pueda tener contacto con el aire. Nos podemos apoyar de una “tendedero” para poder colgarlo ahí mismo.

Paso 6: Cepillado de las fibras.

Después de que las fibras se hayan secado suelen enredarse ya que se contraen y se ponen rígidas porque se encuentran deshidratadas a causa del paso anterior, así que proseguimos a ejecutar un segundo cepillado con la ayuda de un cepillo para el cabello logrando así no dañar el producto obtenido.

Paso 7: Almacenar


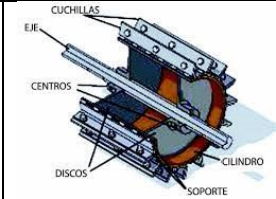
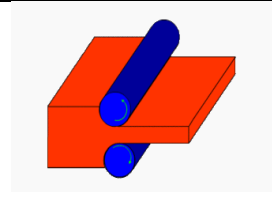
Como último paso se procede a almacenar en bolsas de plásticos con cierre hermético para que estas no generen humedad.

Después de analizar todo el proceso se puede entender el problema y la poca capacidad que puede generar este método manual para el desfibrado. Con respecto a esto sabemos

la falta de una máquina para poder automatizar dicho proceso. La alternativa del diseño que se plantea a continuación está enfocada para el método descortezadora que se emplea en equipos existentes en el mercado pero que son muy costosos, además de ser más óptimo debido al principio que utiliza y permite el desfibrado de la mayoría de hojas, tallos y pseudotallo.

En la tabla 1, se muestra un comparativo de diversas alternativas con sus ventajas y desventajas en cada componente plasmándolos en tablas para su mejor comprensión. Lo más importante para la desfibradora es el tambor y existen tres alternativas el de Maxwell, el Searby y la de discos.

Tabla 1: Alternativas de tambor (Elaboración Propia).

Tipos	MAXWELL	SEARBY	DE DISCOS
Características			
Descripción	Tambor compuesto con 25 hileras de clavos, es accionado mediante un motor eléctrico monofásico de 0.747 kW de potencia	Tambor que desintegra la fibra mediante el método de ruptura por explosión y exposición que causan los martillos adheridos alrededor del rodillo.	Serie de discos dentados de hierro colado montado en dos ejes que se hacen rodar en direcciones opuestas con velocidades diferentes.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> No quedan residuos de la fibra en las puntas. El tambor tiene un peso liviano. 	<ul style="list-style-type: none"> Desfibrado uniforme. Mantenimiento fácil. Proceso de construcción fácil. Martillos de larga duración. El tamaño y peso de los tornillos puede variar para así utilizar menos en el tambor. 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de desfibrado uniforme y continuo. Dientes de sierra colocados de tal forma que el de mayor velocidad despedaza los tallos y el de menor velocidad retarda el tallo.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> En una producción prolongada y constante la resistencia de corte de los clavos cambia. Porcentaje de desfibrado del 47%. Dificultad para el mantenimiento. Dificultad al momento de la construcción del tambor. Desfibrado discontinuo. 	<ul style="list-style-type: none"> Desmontaje y afilado constante. Si no hay mantenimiento la fibra puede causar oxidación de los martillos. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento costoso. Velocidad de del proceso de desfibrado lento. Peso elevado. Al momento de la construcción debe tenerse precisión en el mecanizado de las ranuras para así lograr un buen engranaje de los rodillos. Susceptible a daños provocados por objetos sólidos encontrados en la fibra.
Imagen de referencia			

Con la tabla se puede seleccionar la opción más viable, en este caso el que presenta mayores ventajas y menores desventajas es el tipo Searby.

Seguido de esto viene otra parte fundamental para la desfibradora y es que al ser automatizado se usara un motor y para usarlo se requiere de una transmisión. Las alternativas que se muestran en la tabla 2, para este componente son polea-banda, sistema de poleas y sprocket con cadena.

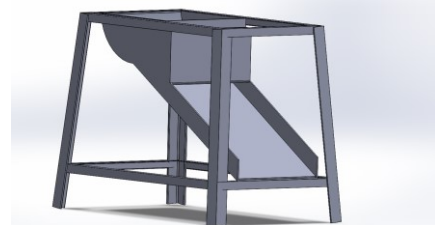
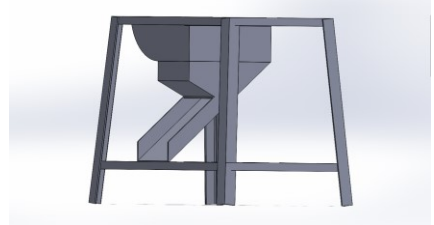
Tabla 2: Alternativas de transmisiones (Elaboración Propia)

Tipos Características	POLEA-BANDA	SISTEMA DE POLEAS	SPROCKET CON CADENA
Descripción	Mecanismo utilizado cuando dos poleas tienen una distancia demasiado larga, la función de la banda es proteger y aislar las vibraciones de los ejes.	Sistema formado por varias poleas y una banda para así transmitir el movimiento a todas, aunque presenten diferentes tamaños.	Es un mecanismo que transmite el movimiento por medio del anclaje de eslabones de una cadena y dentado de un sprocket.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil instalación. ▪ Fácil reemplazo. ▪ Económica. ▪ Desacople sencillo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamiento suave, sin choques y silencioso. ▪ Costo bajo de adquisición. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se produce deslizamiento. ▪ Compacta. ▪ No es necesario una tensión inicial. ▪ Fácil arreglo si se produce una rotura de eslabones.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generación de mayores cargas axiales. ▪ Variación de estiramiento producido por calor y humedad. ▪ Producto del tiempo y carga se produce un alargamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grandes dimensiones exteriores. ▪ Vida útil de correa relativamente baja. ▪ Pérdida de potencia de fricción. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para un correcto funcionamiento debe existir una buena lubricación, tensado y longitud de cadena exactos. ▪ Solo es aplicable en distancias menores. ▪ Costo de adquisición mayor. ▪ Solo es aplicable con ejes horizontales
Imagen de referencia			

Con respecto a la transmisión la mejor opción es el sistema de poleas, pero una de las desventajas importantes son las grandes dimensiones que requiere y al querer hacer una alternativa más eficiente y compacta se descarta esta opción, la sprocket con cadena tiene una desventaja que la hace ineficiente para el diseño y es que solo se aplica en ejes horizontales, por descarte la mejor alternativa es la polea-banda.

Otra parte fundamental para el diseño será el evacuador de residuos, este es por donde caerán los residuos del pseudotallo al momento de ser desfibrado, las dos opciones a considerar son frontal y lateral.

Tabla 3: Alternativas de evacuador de residuos (Elaboración Propia).

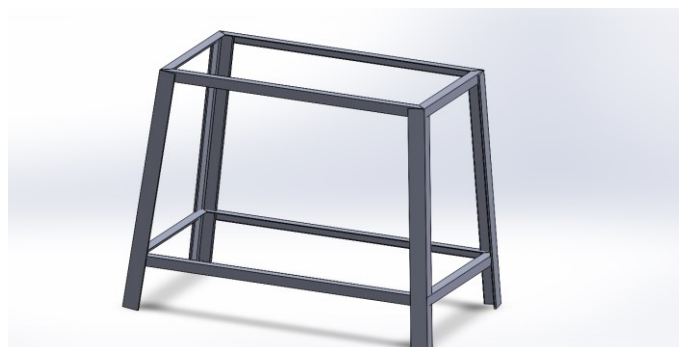
	FRONTAL	LATERAL
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fácil construcción. ▪ Baja probabilidades de que los residuos se queden almacenados. ▪ Residuos con salida directa 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor accesibilidad de extracción para el operario. ▪ Baja probabilidad de salpicaduras. ▪ Gran capacidad de acaparamiento de residuos.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poca accesibilidad de extracción para el operario. ▪ Debido a la posición una parte de residuos no son captados. ▪ Alta probabilidad de salpicaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construcción con mayor dificultad. ▪ Alta probabilidad de atascamiento de residuos.
Imagen de referencia		

En este caso ambas opciones eran similares con respecto a las ventajas y desventajas, pero para evitar que el operario reciba salpicaduras se elegirá el lateral.

Hay más componentes con respecto al diseño, pero estos son piezas estándares en cuanto a todos las maquinas ya echas, por ejemplo, el eje, las chumaceras, el chasis, guías lineales, mesa ajustable, etc.

El chasis es la base que sostendrá todos los componentes que la desfibradora abarcara, las patas están hechas con un ángulo de 15 grados, esto hará que se ancle sin necesidad de perforar el piso y evitar que se cantee por la torsión (entre mas corta las patas provocara que brincotee o camine la maquina).

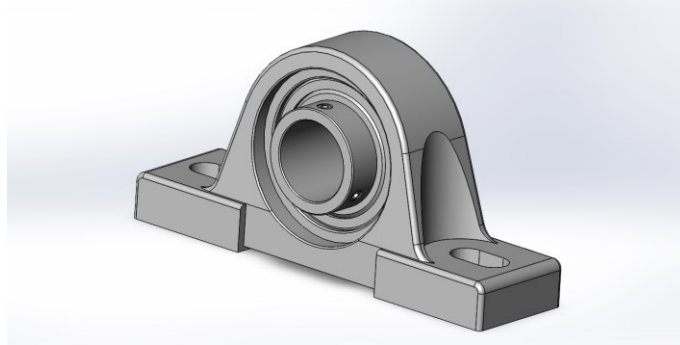
Figura 4: Chasis angular (Elaboración Propia)



Una chumacera es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del

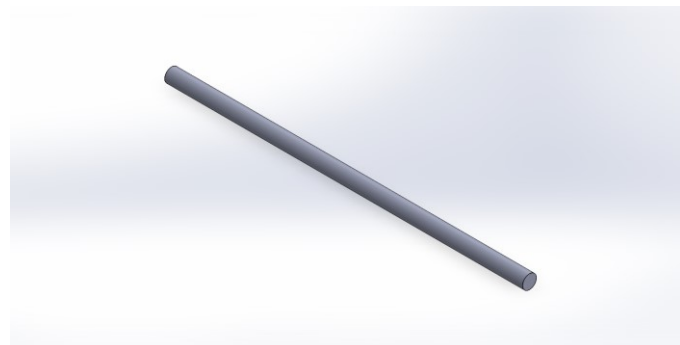
árbol. Las chumaceras se encuentran en varios sistemas de transporte y son a menudo auto-lubricantes (Hanz, 2018). Las chumaceras servirán para sostener el eje al momento en que el tambor este girando y así mantener su estabilidad.

Figura 5: Chumacera (Elaboración Propia)



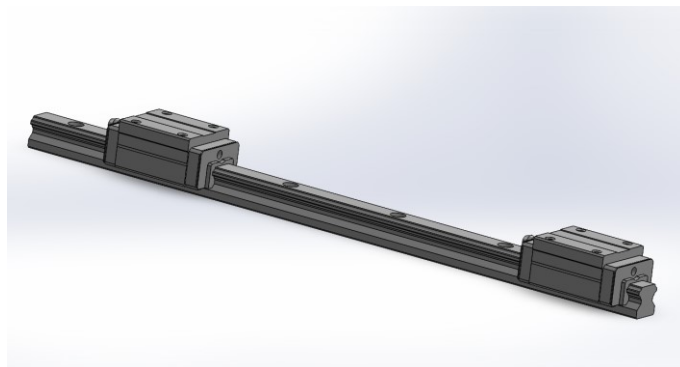
Una flecha es un elemento rotatorio, por lo general, de sección transversal circular, que se emplea para transmitir potencia o movimiento (Budynas & Nisbett, 2013). En nuestro caso la flecha servirá para hacer girar el tambor y así poder realizar el desfibrado.

Figura 6: Flecha (Elaboración Propia)



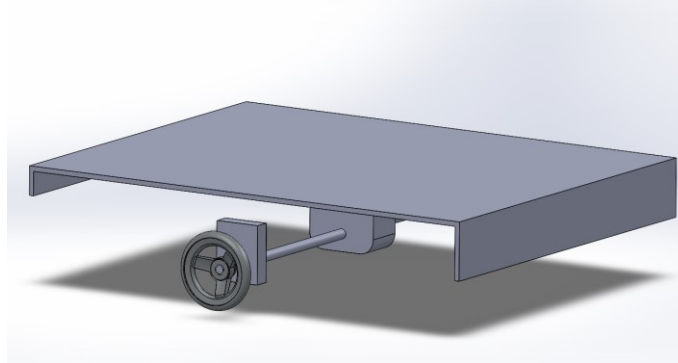
Las guías lineales servirán para poder sostener la mesa de trabajo y poder ser movable, estas guías tienen una alta capacidad de carga, absorben cargas desde todas las direcciones excepto en la dirección del movimiento.

Figura 7: Guías lineales (Elaboración Propia)



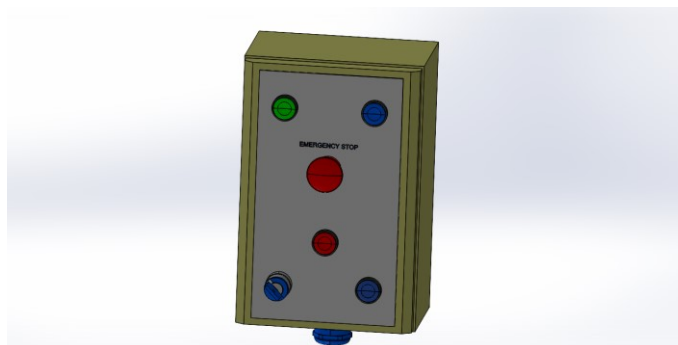
La mesa de trabajo ayudará a calibrar la distancia a la cual se acercará el pseudotallo con los martillos del tambor y será el factor principal en cuanto a la calidad de las fibras.

Figura 8: Mesa de trabajo (Elaboración Propia)



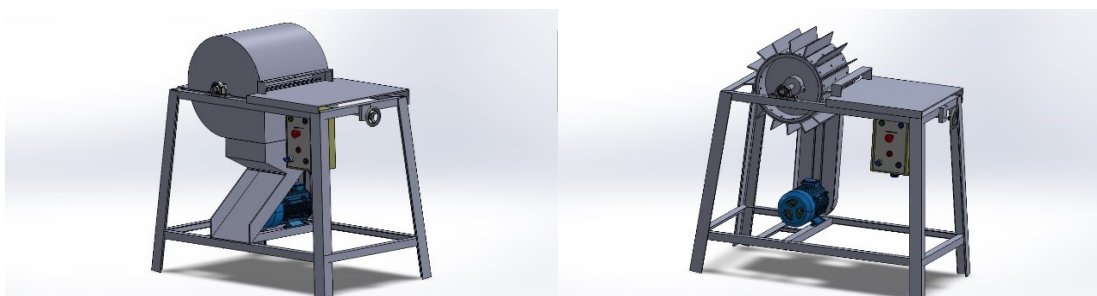
Con el tablero podremos controlar la energía que va directo a la máquina, esta contiene una perilla para desenergizar el equipo o energizar, también tiene un paro de emergencia para que el equipo se apague y un botón con foco piloto para encender y apagar.

Figura 9: Tablero (Elaboración Propia)



Por último, tenemos el diseño completo de la desfibradora con todos los ensamblajes ya hecho, en la cual podemos ver como queda el diseño final para su posterior construcción.

Figura 10: Ensamble de la desfibradora (Elaboración Propia)



CONCLUSIONES

Finalmente, luego de evaluar y descartar que información nos era útil para comenzar a plantear las bases del diseño logramos concluir según nuestros criterios cual era la alternativa para cada componente del diseño ya presentado, el diseño cuenta con una

factibilidad en cuanto a la construcción y también resulta ergonómica para el operario, este diseño además ayudara en el proceso manual que suele acaparar mucho tiempo y así ser más eficiente al momento del desfibrado. Queda solo realizar la construcción de la maquina para poder hacer pruebas y comparar la calidad de las fibras después del desfibrado; además de ver cuanta fibra se produce en una jornada laboral y tener esa calidad-precio del proceso.

LISTA DE REFERENCIAS

- Abella Ramírez, M. I. (2003). Asesoría en el componente de desarrollo tecnológico proyecto calceta de plátano.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2013). Ejes, flechas y sus componentes. *Diseño En Ingeniería Mecánica de Shigley*, 53(9), 1689–1699.
- CONABIO. 2020. Fibras de origen vegetal <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales/origen-vegetal>. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México. Contenido: Alejandro Rendón y Lucila Neyra.
- Cotán Fernández, A. (2016). El sentido de la investigación cualitativa. *Escuela Abierta*, 19, 33–48.
- Flick, U. (2007). *Introducción a la Investigación Cualitativa*. Madrid: Morata.
- Gonzales Aguilar, M. (2004). Empleo de la fibra de piña en el campo textil. Universidad de los Andes Facultad de Arquitectura y Diseño.
- Guirao Goris, Silamani JA. Utilidad y tipos de revisión de literatura. *ene, Revista de Enfermería*. v. 9, n. 2, ago. 2015. ISSN 1988 348X. Disponible en <http://ene.enfermeria.org/ojs>
- Hanz, W. (9 de Octubre de 2018). Qué es una chumacera. Obtenido de <https://www.quinterohurtado.com/post/qué-es-una-chumacera>
- Hart, C. (1998). *Doing a literature review*. London: Sage Publications.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). Metodología de Investigación Holística. In *Fundación Sygal* (3rd ed.). <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>
- Mayorga Hernández, E. (2004). Evaluación funcional y modificaciones a una máquina desfibradora de lechuguilla (*Agave lechuguilla Torr.*). Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus San Luis Potosí.

- Murcia Gutiérrez, D. Y., Tovar Guerra, M. V., & Tovar Pinzón, M. E. (2013). Propiedades físicas, químicas y mecánicas de la piña Golden y Mayanés utilizada para la indumentaria en Bogotá. *Teoría y praxis investigativa*, 8, 12.
- López Ferrari y J. Ceja-Romero., L. J. H.-B. N. M.-C. I. N. G.-E. A. E.-S. A. R. (2020). Las fibras vegetales. Herbario Metropolitano "Ramón Riba y Nava Esparza". Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa. <http://feriacienciasuami.com/semana/documentos/fibrasvegetales.pdf>
- Onofre, P. J., Pérez, E. M., López, C. A., & Morales, G. R. (2022). Reciclaje de PET: fabricación circular e innovación frugal. *UPIICSA. Investigación Interdisciplinaria*, 8(1), 1-12.
- Pedraza Abril, C. G. (2019). Caracterización de la fibra del pseudo tallo de plátano como refuerzo y desarrollo de un material compuesto para fabricación de tejas. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.
- Pérez del Río, R., Caballero Caballero, M., Hernández Gómez, L. H., & Montes Bernabé, J. L. (2013). Diseño y construcción de una desfibradora de hojas de *Agave angustifolia*. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22, 11.
- Quiroz Castillo, D., Reyes Berlanga, C. A., & Pineda Cano, A. (2005). Recolección, extracción y uso de la fibra de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) En el estado de Coahuila. *Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, 6, 23.
- Sanches, E., Oviedo, N., Banda, L., Guerra, K., Burbano, A., & Godoy, D. (2021). Transformación de residuos textiles en fibras, mediante la construcción de una máquina desfibradora de tejidos textiles. *Ecuadorian Science Journal*, 5, 11.
- SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve. (2022, August 2). SolidBI. <https://solid-bi.es/solidworks/>
- Ullaguari Alvarado, M. G., & Valarezo Yaguana, N. S. (2022). Fibras a partir de la hoja de piña. Universidad del Azuay.
- Vasilachis de Gialdino, I. (Coord.). (2006). *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Barcelona: Gedisa.