

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TIANGUISTENCO
DIVISIÓN DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“Rediseño y prototipo de una máquina semiautomatizada para el corte y desespinado de nopal.”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

“Lara Baranda Katherine Jordana”

DIRIGIDA POR:
“Mtra. Beatriz González Gutiérrez”

Tianguistenco, Estado de México, *febrero 2022.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes mi familia, los seres más maravillosos del mundo, quienes me han colmado de amor y sabiduría; especialmente a mis padres Reyna Baranda Torres y Luis Alberto Lara Gutiérrez por su infinito cariño, confianza y sobre todo paciencia que son los principales promotores de mis sueños.

Expreso mi gratitud a mi hermana Karina Joanna Lara Baranda, por acompañarme durante este proceso y elaboración de proyecto, a mis abuelitos quienes me han enseñado a ser perseverante y luchar por mis sueños. A tíos y primos quienes han sido participes durante mi formación académica, aportando incomparables consejos y motivándome a seguir adelante.

Manifiesto mi afecto a mis amigos quienes han sido un apoyo, aportando y compartiendo conocimientos; a mis profesores, quienes integraron parte de este proceso de formación y les debo gran parte de mis aprendizajes.

RESUMEN/ABSTRAC

En el presente documento se muestra el diseño y construcción de una maquina capaz de realizar los procesos de corte y desespinado de nopal destinado para el consumo humano, de forma rápida y segura, que contribuyo a una mecanización del proceso, con el objetivo de optimizar el proceso para retirar las espinas del vegetal.

El prototipo propuesto, incluye un mecanismo semiautomático que corta las espinas que tiene el nopal además de rebanar al vegetal. La cortadora posee una estructura simple, fácil de limpiar y conservar, consiguiendo un ahorro considerable de tiempo y esfuerzo, además que maximiza la producción y el beneficio que conlleva esta actividad.

Como primer punto se plantea la justificación del problema a resolver y se determinan los objetivos a lograr, se plasma la problemática que existe en el proceso de desespinado y corte de nopal, y se plantean los alcances del proyecto.

Se elabora el Marco teórico, el cual consiste en la fundamentación teórica, tanto aspectos técnicos como científicos, necesaria para comprender el desarrollo del diseño. Con una descripción de las actividades a desarrollar y se define un diseño elaborado en un software CAD, que ayuda en la elaboración del análisis de elementos finitos de los componentes, el cual da soporte para la construcción del prototipo, así como la viabilidad de los materiales a utilizar, por otro lado ayuda a definir el mecanismo a implementar dentro del prototipo.

Por último, se incluyen las conclusiones del proyecto acerca de sus aportaciones y futuras mejoras relacionados en otros aspectos del mismo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN/ABSTRAC	3
INDICE	4
INDICE FIGURA Y TABLAS	6
Lista de Imágenes	6
Lista de Tablas	9
Lista de Anexos	9
CAPITULO I	11
INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN	13
HIPÓTESIS (OPCIONAL)	14
OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS	15
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
CAPITULO II	16
MARCO TEÓRICO	17
a) Generalidades del nopal	17
b) Tipos de nopal	18
c) Antecedentes máquinas de corte y desespinado de nopal	21
d) Etapas diseño de productos	27
e) Materiales para la construcción del Prototipo	29
f) Tipos de ensamble	38
g) Normativa aplicada al proceso alimenticio y de diseño.	39
<i>Normativa aplicada al proceso alimenticio.</i>	40
<i>Normativa aplicada al diseño.</i>	41
h) Altura de mesa de trabajo (Condiciones Ergonómicas)	42
CAPITULO III	44
CAPITULO IV	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
Identificación de problemática (Ishikawa)	52
5 porqués	53

• Maquinaria	53
• Medio ambiente	53
• Mano de obra	54
• Método	54
• Materiales	55
• Medición	55
Plan de acción	56
Procedimiento para la construcción del prototipo	59
a) Bosquejo	59
b) Modelado de piezas	63
Análisis finito	79
Análisis de movimientos	83
Costo del prototipo	84
Impacto económico al implementar el prototipo en el proceso de desespinado	86
Construcción de prototipo	87
CAPITULO V	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
Conclusiones	92
Recomendaciones	93
REFERENCIAS	94
ANEXOS	98

INDICE FIGURA Y TABLAS

Lista de Imágenes

Imagen 1 Clasificación por tamaño en función de la longitud para nopal verdura según la norma NMX-FF-068-SCFI-2006 (Secretaria de Economía, 2006)	18
Imagen 2 Nopal tapón con flor (Martínez Cruz, 2016).....	18
Imagen 3 Nopal Cardón (Sanchez, 2017)	19
Imagen 4 Nopal rastrero (Aragón Piña, 2021)	19
Imagen 5 Nopal Duraznillo (Aragón Piña, 2021)	20
Imagen 6 Nopal chaveño (Enciclovida, 2020).....	20
Imagen 7 Máquina descortezadora de nopal por medio de cuchillas y rodillos (Nopalito, 2009).....	21
Imagen 8 Máquina Descortezadora (JERSA, 2020)	22
Imagen 9 Desespinaadora de nopal de alimentación vertical (Nopalli , S.F)	23
Imagen 10 Cuchilla recta fija. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	24
Imagen 11 Cuchilla oscilante. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	24
Imagen 12 Corte laser. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	25
Imagen 13 Cuchilla tipo broca. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	25
Imagen 14 Cortador de alambre. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	25
Imagen 15 Cuchilla giratoria ajustable. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)	26
Imagen 16 Cuchillas cóncavas. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	26
Imagen 17 Cuchilla dentada. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	26
Imagen 18 Cuchilla tipo peladora de papa. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011).....	27
Imagen 19 Tipo de cables (Stanley Wolf, Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio., 1992)	35
Imagen 20 Clasificación de ensamblés (Slideshare, 2013).....	38

Imagen 21 Altura de plano de trabajo en posición de pie (ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2022).....	43
Imagen 22 Fases del proceso genérico de desarrollo (Ulrich & Eppinger, 2009)	45
Imagen 23 Diagrama de funciones cruzadas, fases del proceso genérico de desarrollo (Elaboración propia)	46
Imagen 24 Proceso genérico de desarrollo de producto (Ulrich & Eppinger, 2009).....	47
Imagen 25 Diagrama de Ishikawa, (Elaboración propia).....	52
Imagen 26 5 Porqués Maquinaria, (Elaboración propia)	53
Imagen 27 5 Porqués Medio ambiente, (Elaboración propia).....	53
Imagen 28 5 Porqués Mano de obra, (Elaboración propia)	54
Imagen 29 5 Porqués Método, (Elaboración propia)	54
Imagen 30 5 Porqués Materiales, (Elaboración propia).....	55
Imagen 31 5 Porqués Medición, (Elaboración propia)	55
Imagen 32 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal (Elaboración propia).....	56
Imagen 33 Maquina de Corte y Desespinado de Nopal (NCM), (Elaboración propia)	56
Imagen 34 Imagen Altura de plano de trabajo en posición de pie (ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2022).....	57
Imagen 35 NMX-FF-068-SCFI-2006. (Secretaría de Economía, 2015).....	57
Imagen 36 Construcción de prototipo NCM (Elaboración propia).....	58
Imagen 37 Prototipo NCM. (Elaboración propia).....	58
Imagen 38 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal, (Elaboración propia).....	60
Imagen 39 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal (Desespinado), (Elaboración propia)..	61
Imagen 40 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal (Corte), (Elaboración propia)	62
Imagen 41 Maquina de Corte y Desespinado de Nopal (NCM), (Elaboración propia).....	63
Imagen 42 Despiece de Área de Desespinado, (Elaboración propia)	64
Imagen 43 Estructura área de Desespinado, (Elaboración propia)	65

Imagen 44 Rodillo área de desespinado, (Elaboración propia).....	66
Imagen 45 Componentes Corte Orilla, área de Desespinado, (Elaboración propia).....	67
Imagen 46 Base 1 Corte Orilla, (Elaboración propia).....	68
Imagen 47 Base 2 Corte Orilla, (Elaboración propia).....	68
Imagen 48 Guía Cuchillas Corte Orilla, (Elaboración propia)	69
Imagen 49 Cuchilla Corte Orilla, (Elaboración propia).....	70
Imagen 50 Caja área de Desespinado, (Elaboración propia)	71
Imagen 51 Cuchilla 2 área de Desespinado, (Elaboración propia)	72
Imagen 52 Despiece Área de Corte (Elaboración propia)	74
Imagen 53 Cut área de Corte (Elaboración propia)	75
Imagen 54 Rejilla área de Corte, (Elaboración propia).....	76
Imagen 55 Rodillo área de Corte, (Elaboración propia)	77
Imagen 56 Tolva área de Corte, (Elaboración propia).....	78
Imagen 57 Malla RODILLO 1_1_2 (Elaboración propia).....	79
Imagen 58 Resultados Análisis de tenciones (Elaboración propia)	80
Imagen 59 Malla Rodillos (Elaboración propia).....	80
Imagen 60 Resultados Análisis de tenciones Rodillo (Elaboración propia)	81
Imagen 61 Malla Cuchilla cóncava (Elaboración propia).....	81
Imagen 62 Resultados Análisis de tenciones Cuchilla (Elaboración propia).....	82
Imagen 63 Análisis de movimientos prototipo (Elaboración propia)	83
Imagen 64 Materiales para construcción 1	87
Imagen 65 Materiales para construcción 2	87
Imagen 66 Cuerpo del prototipo	87
Imagen 67 Corte y barrenado.....	88
Imagen 68 Maquinado rodillo de corte	88
Imagen 69 Elaboración rejilla.....	88

Imagen 70 Modulo de corte	88
Imagen 71 Corte de Nylamid	89
Imagen 72 Maquinado rodillo área de desespinado.....	89
Imagen 73 Rodillos área de desespinado	89
Imagen 74 Modulo de desespinado.....	89
Imagen 75 Estructura Motor	90
Imagen 76 Mecanismo de bandas	90
Imagen 77 Prototipo pintado.....	90
Imagen 78 Pruebas finales del prototipo.....	90

Lista de Tablas

Tabla 1 Tipos de nopal, (Elaboración propia).....	18
Tabla 2 Tipo de cuchillas, (Elaboración propia).....	24
Tabla 3 Plan de acción, (Elaboración propia)	56
Tabla 4 Determinación del Costo Total, (Elaboración propia)	84
Tabla 5 Comparación de costos en el proceso de desespinado. (Elaboración propia).....	86
Tabla 6 Proceso para la construcción del prototipo, (Elaboración propia)	87

Lista de Anexos

Anexo 1 Ficha técnica Nylamid M por MDSA	98
Anexo 2 Ficha Técnica Acero Inoxidable por Carbone.....	99
Anexo 3 Ficha técnica Chumacera de pared por WESTON	100
Anexo 4 Ficha técnica Motorreductor por EED	101
Anexo 5 Diagrama de Proceso Área de Desespinado, Elaboración propia.	102
Anexo 6 Diagrama de Proceso Área de Corte, Elaboración propia.	103

Anexo 7 Diagrama de Proceso Desespinado y Corte, Elaboración propia.	104
Anexo 8 Análisis finito Rodillo Área de Corte, Elaboración propia.	106
Anexo 9 Análisis finito Rodillo Área de Desespinado, Elaboración propia.....	115
Anexo 10 Análisis Finito Cuchilla, Elaboración Propia.	126
Anexo 11 Análisis económico del proceso de corte, Elaboración propia.....	137

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El nopal es un vegetal empleado como materia prima en la industria alimenticia, por tal motivo en los últimos años se ha visto un aumento en la demanda y exportación de este producto, ya que es utilizado como base para la creación de nuevos artículos, sin embargo, para llegar a su consumo final se requiere remover las espinas de nopal, la cual es una actividad que se realiza de manera artesanal.

El proyecto se basa en la creación de un prototipo que permite quitar las espinas del nopal de manera automatizada, es decir creando una herramienta con los requerimientos necesarios para que se cumpla esta función. Dentro de este trabajo se comparte el diseño de la misma, además de sustentar el funcionamiento de dicho mecanismo de acuerdo con las normas establecidas en el territorio nacional.

Con la máquina cortadora y desespinaadora de nopal se pretende reducir el riesgo de sufrir accidentes durante este proceso, gracias a su diseño capaz de remover espinas, brindando un corte simétrico adecuándose a las condiciones que tenga el nopal. La función principal radica en el ahorro de tiempo, buscando reducir la merma de materia prima para el ahorro de costos de producción.

Lo que la hace diferente de los modelos ya existentes es, su bajo costo, ya que estos dispositivos son de alto presupuesto debido a la complejidad que implica el proceso, además permite hacer uso de ambas estaciones de la propia maquinaria, sin necesidad de adquirir algún otro instrumento.

JUSTIFICACIÓN

México es un gran productor y exportador de nopal, que cuenta con grandes cultivos en distintas zonas del país, siendo este un producto de consumo diario por parte de los habitantes, del cual se obtiene una gran cantidad de subproductos con aplicaciones diversas; actualmente existen varias máquinas que buscan mejorar el desespinado manual, sin embargo son dispositivos de gran tamaño difíciles de trasladar; debido a esta situación se busca innovar y manufacturar una máquina con diseño y características ergonómicas apta para el correcto funcionamiento del proceso de desespinado y corte, basado en la aplicación de normas para identificar una mayor flexibilidad en los sistemas que permitan al usuario una mayor comodidad en su manejo y uso, facilitando el proceso de eliminación de la espina de ambas caras de forma rápida, con el objetivo de disminuir la fatiga y el riesgo en aquellas personas que se dedican a su producción y comercialización.

HIPÓTESIS (OPCIONAL)

La hipótesis que se plantea en este proyecto es verificar si el prototipo de la maquina cortadora y desespinaadora de nopal, aumentará un 15% la eficiencia y mejora del proceso que se realiza de forma manual.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS

OBJETIVO GENERAL

Rediseñar y construir el prototipo de bajo costo que favorezca al desespinado y rebanado de nopal, a través de un proceso semi automatizado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar y analizar los antecedentes de las maquinas existentes dedicadas al corte y desespinado de nopal.
- b) Investigar la normativa aplicada al proceso alimenticio y de diseño.
- c) Proponer un bosquejo, plasmando las ideas del mecanismo a utilizar en el prototipo.
- d) Definir un diseño que facilite el corte y desespinado del nopal para el prototipo.
- e) Desarrollar el diseño en conjunto de los componentes del prototipo.
- f) Evaluar la efectividad de los materiales mediante un análisis esfuerzo deformación.
- g) Construir la maquina a partir del diseño realizado de acuerdo con las medidas estándar.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

a) Generalidades del nopal

El nopal -o nopalli- considerada una planta mexicana perteneciente a la familia de las cactáceas. Su nombre científico es *Opuntia ficus-indica*. Es una especie arbustiva perenne caracterizada por sus pencas verdes llenas de espinas, puede alcanzar una altura máxima de 3 m. (Cisneros, 2020).

Se encuentra desde el norte hasta el centro de México. En nuestro país existen más de 100 especies de esta cactácea. Cabe señalar que es consumido y utilizado desde la época prehispánica debido a sus múltiples beneficios medicinales y su sabor. (México desconocido, 2018)

El Nopal es endémico de América y existen 258 especies reconocidas, actualmente, el nopal se ha convertido en materia prima para las industrias alimentarias, medicinal, cosmética, y artesanal, entre otras, por lo que es necesario tener regularizaciones de acuerdo con la norma NMX-FF-068-SCFI-2006 HORTALIZA FRESCA - NOPAL VERDURA (*Opuntia spp.*) – ESPECIFICACIONES cuyo objetivo es establecer las condiciones y características que debe reunir el nopal verdura de los géneros *Opuntia spp.* y *Nopalea spp.* destinados para el consumo humano que se comercializan en el territorio nacional. Se especifica el tamaño óptimo para reunir con los estándares de calidad adecuados, mostrado en la siguiente ilustración:

Imagen 1 Clasificación por tamaño en función de la longitud para nopal verdura según la norma NMX-FF-068-SCFI-2006 (Secretaría de Economía, 2006)

Tamaño	Longitud (cm)
A	25,1 o más
B	18,1 a 25,0
C	11,1 a 18,0
Cambray	7,0 a 11,0

b) Tipos de nopal

Tabla 1 Tipos de nopal, (Elaboración propia)

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>	<i>Hábitat y distribución</i>	<i>Imagen</i>
<i>Nopal tapón</i> <i>(Opuntia robusta)</i>	Nativa de Norteamérica en México. Es una cactácea arbustiva con los segmentos del tallo aplanados y circulares, verde azulosos. Crece hasta 4.5 m de alto. Las flores son amarillas y los frutos son globosos y de color rosa o morado.	En ambiente áridos y semiáridos, selva baja, matorral xerófilo, nopaleras.	<i>Imagen 2 Nopal tapón con flor (Martínez Cruz, 2016)</i> 

<i>Nopal cardón</i>	Cactus grande, forma un arbusto o pequeño árbol, centro de México.	Nativo del este y el centro de México.	<i>Imagen 3 Nopal Cardón</i> (Sanchez, 2017)
(<i>O. Streptacantha</i>)	hasta 4 m de alto, con un tronco robusto y una copa muy ramificada de tallos grandes, aplanados, laderas, abanicos espinosos. Las flores son amarillas o naranjas.	Crece ampliamente en el Altiplano y serranías, tanto en grandes, aluviales y en llanuras.	

<i>Nopal rastrero</i>	Crece arrastrándose por el suelo. Los cladodios forman cadenas largas. Las aréolas son blanquecinas con varias alturas, más oscuras en la base con espinas. Las flores son de color amarillo y el fruto obovado y morado.	Distribuida en las áreas planas y semiplanas	<i>Imagen 4 Nopal rastrero</i> (Aragón Piña, 2021)
(<i>O. Rastrera</i>)			

<p><i>Nopal duraznillo (O. Leucotricha)</i></p>	<p>Son cactus ramificados, tiene segmentos ovals de color verde. Las areolas son blancas y los gloquidios amarillentos con espinas blancas. Las flores son de color amarillo vivo.</p>	<p>Especie endémica del norte de México. Distribuida en zonas áridas.</p>	<p><i>Imagen 5 Nopal Duraznillo (Aragón Piña, 2021)</i></p>
<p><i>Nopal chaveño (O. Hyptiacantha)</i></p>	<p>Especie arbórea, 1.5-5 m de altura, ramificación abierta. Tronco definido, grisáceo, espinoso, corteza con escamas en bandas longitudinales onduladas. Cladodios anchamente obovados, brillantes, amarillos verdosos a verde oscuro azulosos, recubiertos de cera blanca, pruinosos.</p>	<p>Esta especie habita principalmente zonas donde hay suelo volcánico, de tipo pedregoso. Altitud desde el nivel del mar hasta 1900m.</p>	<p><i>Imagen 6 Nopal chaveño (Enciclovida, 2020)</i></p>



En el Estado de México se producen 92 mil 690 toneladas de nopal al año, entre las especies que se cosechan son tapón y cardón, lo que posiciona a la entidad mexiquense, en el tercer lugar a nivel nacional en la producción de dicha verdura.

c) Antecedentes máquinas de corte y desespinado de nopal

Máquinas de corte de vegetales

Son herramientas que ayudan a automatizar los procesos de corte, con el fin de reducir tiempos y prevenir accidentes. Fabricadas de acero inoxidable, aptos para el contacto con alimentos. Comprende distintos tipos de bloques, motor y cabezales que permiten alcanzar una producción adecuada a las necesidades de cada usuario.

Descortezado de nopal de forma mecánica por medio de cuchillas y rodillos.

La máquina está constituida por dos módulos, los cuales realizan el proceso de remoción de espinas, el primer módulo se encuentra en la parte superior de la maquina y se encarga de desespinar una de las caras del nopal, posteriormente por medio de caída libre gira 180° para trasladarse al segundo módulo descortezador ubicado en la parte inferior, el cual elimina las espinas de la otra cara, al finalizar el proceso se encuentra un sistema desorillador que se encarga de retirar el contorno de la penca. Los residuos generados son desalojados mediante un sistema de residuos.

Imagen 7 Máquina descortezadora de nopal por medio de cuchillas y rodillos (Nopalito, 2009)



Otra de las máquinas que se encuentra en el mercado es de la marca JERSA, la cual está constituida por dos transportadores de banda uno de carga y otro de descarga, una motopolea, charolas, un área de corte, cuchillas intercambiables con doble filo, una platina ranurada, y una estructura el cual da soporte a todo el sistema con tope interior.

El mueble está construido de acero inoxidable tipo 304, bases con ruedas, banda de alimentación, rodillo de hule sanitario, rodillo con cuchillas, hélice de cuchillas, tolva de descarga y motor. Su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo.

Tiene la capacidad de producir hasta 200 kg /hr, con un corte ajustable para diferentes largos de tira 8.0, 4.0, 2.0 y 1.0 cm. El ancho de tira es de aproximadamente 1.0 cm. (JERSA, 2020)

Imagen 8 Máquina Descortezadora (JERSA, 2020)



Descortezado de nopal de forma mecánica por medio de rodillos.

La desespinaadora “nopalli” permite realizar diferentes ajustes de corte con el fin de maximizar la eficiencia de la limpieza. Sin embargo, aún no se logra el 100% de limpieza en las areolas, pero la espina es removida en su totalidad.

Adicional al proceso de desespinado cuenta con una picadora de Nopal que complementa a la desespinaadora, y opera en forma independiente, se conecta a esta por medio de una banda que

se encuentra a la vista del operador, permitiéndole vigilar la calidad del desespinado antes del picado. De igual manera, se puede ajustar fácilmente para cortar el vegetal en cuadros o rajadas de diferentes medidas, según sus necesidades.

Esta máquina eléctrica de alimentación manual cuenta con una capacidad máxima teórica de 60 raquetas por minuto, productividad que para alcanzarla dependerá de la habilidad del operador. Cuenta con una eficiencia de limpieza entre el 70% y 80%. lo que implica implementar una estación de inspección y afinado del nopal. operación que se realizaría manualmente, pero con mucha más velocidad dado que la cantidad de espina remanente sería muy poca. (Nopalli, s.f.)

Imagen 9 Desespinaadora de nopal de alimentación vertical (Nopalli, S.F)



Mecanismos existentes

Tabla 2 Tipo de cuchillas, (Elaboración propia)

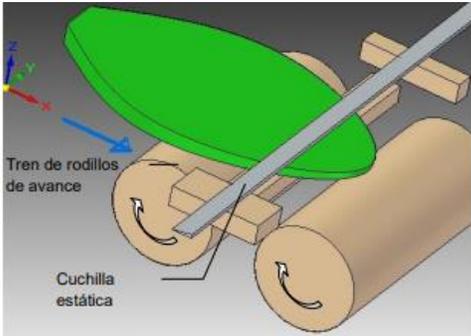
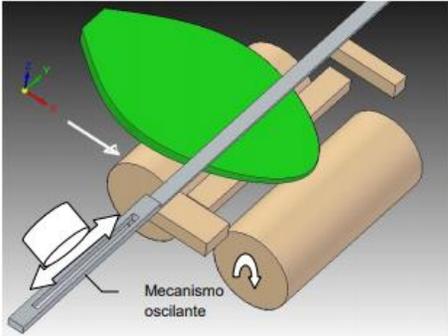
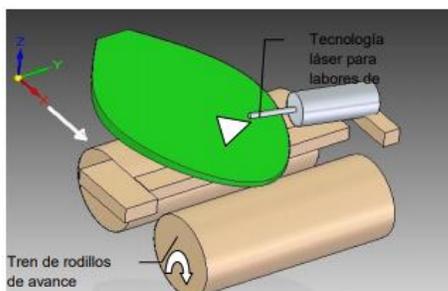
Modelo A.	Cuchilla recta fija.
<p data-bbox="212 422 748 485"><i>Imagen 10 Cuchilla recta fija. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)</i></p>  <p data-bbox="245 653 358 684">Tren de rodillos de avance</p> <p data-bbox="293 768 358 800">Cuchilla estática</p>	<p data-bbox="769 422 1360 558">En este concepto se implementan cuchillas de corte estáticas, variando el grado de flexibilidad de cada una.</p> <p data-bbox="769 600 1360 800">El producto tiende a atascarse por el efecto mismo de la cuchilla, por lo que tiene que variarse constantemente la velocidad de giro del tren de rodillos.</p> <p data-bbox="769 842 1360 989">La presentación final del producto es buena en función del filo de las cuchillas. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)</p>
Modelo B.	Cuchilla oscilante
<p data-bbox="212 1110 748 1173"><i>Imagen 11 Cuchilla oscilante. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)</i></p>  <p data-bbox="396 1478 477 1509">Mecanismo oscilante</p>	<p data-bbox="769 1110 1360 1310">Está cuchilla de corte cuenta con un mecanismo en uno de los lados que realizará un movimiento oscilante en la cual se puede variar la velocidad según los requerimientos.</p> <p data-bbox="769 1352 1360 1667">Se prueban diferentes cuchillas en función de su flexibilidad. Se observa que se reducen los atascos del nopal y la calidad de corte es buena, así como la adaptabilidad a la superficie. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)</p>
Modelo C.	Corte laser
	<p data-bbox="769 1778 1360 1869">Este concepto es retomado del trabajo desarrollado por el Centro de Investigación en</p>

Imagen 12 Corte laser. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

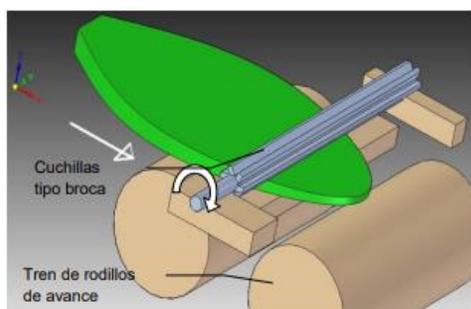


Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, que consiste en adaptar la tecnología láser para labores de limpieza, en la cual se realiza una descarga de luz sobre cada espina eliminándola del nopal. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

Modelo D.

Cuchilla tipo broca.

Imagen 13 Cuchilla tipo broca. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)



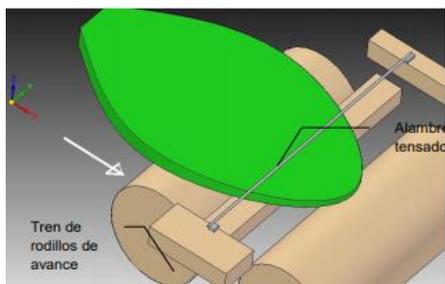
Se utiliza un cortador tipo rima como herramienta de corte de metales. Se probó a diferentes velocidades con un resultado poco satisfactorio en la presentación final del nopal.

Las espinas del centro de la verdura eran correctamente removidas, no así la de los extremos laterales, y en algunos casos las espinas eran arrancadas dando un resultado insatisfactorio. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

Modelo E.

Cortador de alambre.

Imagen 14 Cortador de alambre. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

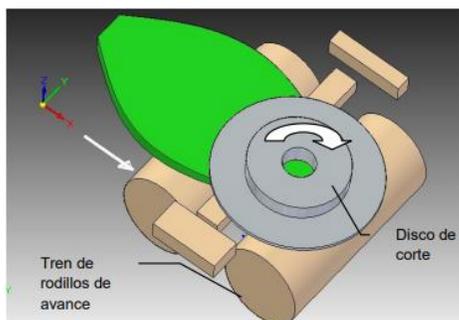


En este concepto se implementa un alambre fino suficientemente resistente para ser tensado en sus extremos a través del cual las protuberancias representadas por las espinas del nopal quedan atrapadas y son cortadas de la superficie. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

Modelo F.

Cuchilla giratoria ajustable.

Imagen 15 Cuchilla giratoria ajustable. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

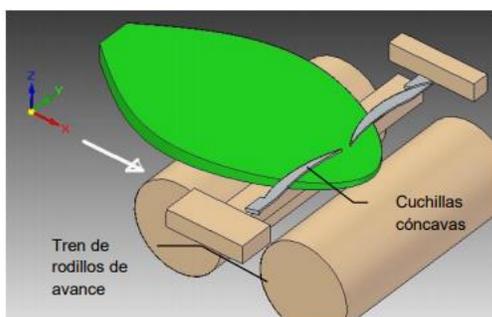


Es un concepto retomado a partir del mecanismo de un cortador de jamón. Se desarrolló la prueba con discos de corte a diferentes velocidades y con diferente ajuste de presión sobre la cara del nopal, se obtuvieron resultados variables en la remoción de espinas que corresponden según al tamaño del nopal. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

Modelo G.

Cuchillas cóncavas.

Imagen 16 Cuchillas cóncavas. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

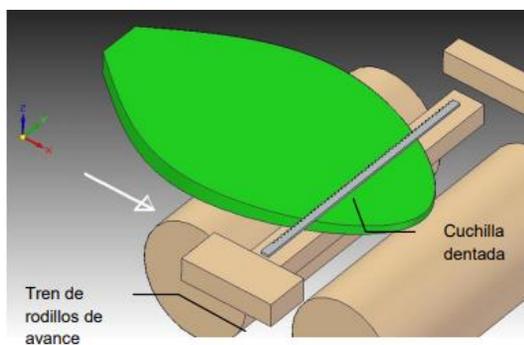


En este concepto se probaron cuchillas cóncavas en la configuración que se muestra en la figura, con diferentes grados de flexibilidad, se obtuvieron buenos resultados en cuchillas correctamente afiladas, en algunos casos el nopal resultaba cortado en la parte central. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

Modelo H

Cuchilla dentada

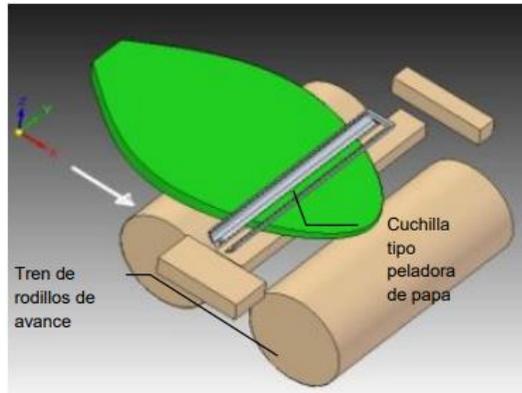
Imagen 17 Cuchilla dentada. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)



En este modelo se implementó un cuchillo dentado estático el cual, al cortar las espinas, las puntas de los dientes del cuchillo marcaban algunas zonas de la superficie del nopal, en forma de rayas. Se probaron distintas cuchillas variando la característica flexible de estas y todas presentaron en común el mismo acabado en la superficie del nopal. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

Modelo I
Cuchilla tipo peladora de papa.

Imagen 18 Cuchilla tipo peladora de papa. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)



Se realizan pruebas con distintas cuchillas especiales para pelar verduras como papas y zanahorias.

Se observa buena adaptación a la superficie del nopal, pero la calidad de corte en la superficie no es buena, lo que provoca un mal aspecto en la presentación final del producto. (Mendoza Meza & Noriega Vergara, 2011)

d) Etapas diseño de productos

Generación de la idea

El producto aparece para solucionar un problema. El diseño de producto identifica como ideas de mercado a aquellas que nacen a partir de lo que el consumidor necesita. La formación en el diseño del producto permite aprender a detectar necesidades que pueden dar como resultado el desarrollo de nuevas tecnologías. Pero puede que la tecnología exista antes que el producto. De hecho, las nuevas tecnologías, los posibles modos de explotárlas, son grandes generadores de ideas para productos nuevos. En este caso, el propio producto crea la necesidad que va a cubrir.

Análisis del producto

Para valorar si el producto tendrá éxito, el mismo debe someterse a tres tipos de pruebas:

- Prueba de mercado, en la que se estudia el tipo de aceptación que tendrá por parte del consumidor final al que el producto va dirigido.

- Prueba financiera, en la que se estudian los costes asociados a la producción y comercialización del producto. Ni que decir tiene que un diseño de producto que no pase esta prueba o la anterior jamás será fabricado.
- Compatibilidad con operaciones.

Diseño preliminar del producto

Todavía no se ha empezado a construir nada. En la fase preliminar del diseño de producto se trata de considerar tres factores fundamentales antes de comenzar a trabajar con el prototipo:

- Coste
- Calidad
- Rendimiento

Lo que se determina en esta fase es si el producto será eficiente en el mercado. Este factor siempre es determinante en el diseño de producto.

Trabajo de construcción de prototipo

La fase de construcción de prototipo consistirá en la fabricación de modelos que se parezcan a cómo va a ser el producto final. Pero también se trabaja el diseño de producto aplicado a la prestación de servicios. En este caso, cuando hablamos de prototipos nos referimos a la prestación de ese servicio en un entorno controlado, a modo de muestra.

Fase de pruebas

Se trata de probar los prototipos para comprobar su funcionamiento en condiciones de uso normales. O, al menos, tan normales como permita el diseño de dichas pruebas. Durante esta fase

del diseño de producto se tomarán las mediciones y datos necesarios para pasar a la fase siguiente, que es la última.

Diseño de producto definitivo

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en todas las fases anteriores, se llevan a cabo los dibujos que servirán para el desarrollo del diseño definitivo del producto. Estos dibujos y planos irán acompañados de las especificaciones correspondientes para que el producto final pueda pasar a la fase de producción. (González, 2021)

e) Materiales para la construcción del Prototipo

Nylamid M

Es el polímero más utilizado en la industria pues entre sus cualidades están: Gran resistencia al desgaste, Buenas propiedades mecánicas y eléctricas, Balance ideal de resistencia y tenacidad, Normatividad higiénica, auto lubricidad y resistencia térmica. Este material está aprobado por la norma NMX-E-202-1993-SCFI para el contacto con alimentos. Su resistencia térmica es de 93°C. (MIDSA, 2021). Ver anexo 1.

Aplicaciones Típicas:

- Cojinetes
- Engranés
- Aislantes eléctricos
- Ruedas
- Moldes
- Rodillos

- Poleas
- Sellos para válvulas
- Catarinas
- Raspadores
- Guías de desgaste
- Tolvas
- Piezas de impacto
- Aislantes térmicos
- Prototipos

Acero inoxidable

Acero inoxidable es una aleación base hierro con 12 % en cromo y cantidades variables de níquel y muy bajo porcentaje de carbono. Ver anexo 2.

El acero inoxidable no debe sus propiedades a un revestimiento, sino a su propia composición y principalmente al cromo. Es este último el que impide la corrosión del hierro, puesto que es más afín, por lo que los átomos de oxígeno se combinan antes con el cromo que con el hierro.

En su combinación, el cromo con el oxígeno forma lo que se conoce como una capa pasivadora, que es la que consigue evitar que el hierro contacte con el oxígeno.

Los aceros inoxidables se pueden clasificar en cuatro grupos según su estructura microscópica, la cual dependerá de la composición química y del tratamiento térmico. (Soto Lara , 2014)

Dicha clasificación se compone de cuatro grandes grupos que se relacionan a continuación:

- Aceros inoxidable austeníticos.
- Aceros inoxidable ferríticos.
- Aceros inoxidable martensíticos.
- Aceros inoxidable austeno-ferríticos o dúplex.

Motores Eléctricos

Los motores son dispositivos que convierten energía eléctrica en energía mecánica. En esencia, un motor es un generador que funciona a la inversa. En vez de generar una corriente mediante la rotación de una espira, se suministra una corriente a la espira por una batería y el momento de torsión que actúa sobre la espira que conduce corriente, ocasiona que esta gire. (J. Chapman, 2012)

Potencia

Para elegir un motor adecuado, se tendrán en cuenta los datos siguientes: la carga de trabajo (potencia), la clase de servicio, el curso de ciclo de trabajo, los procesos de arranque, frenado e inversión, la regulación de la velocidad de rotación, las variaciones de la red y la temperatura del medio refrigerante.

Voltaje

El voltaje se define como la magnitud encargada de establecer la diferenciación de potencial eléctrico que existe entre dos puntos. También se le conoce como tensión eléctrica, o diferencia de potencial eléctrica.

Corriente

La corriente es la velocidad a la que un flujo de electrones pasa por un punto de un circuito eléctrico completo. Del modo más básico, corriente = flujo.

Un amperio (AM-pir) o A es la unidad internacional para la medición de la corriente. Expresa la cantidad de electrones (a veces llamada "carga eléctrica") que pasan por punto en un circuito durante un tiempo determinado.

Revoluciones

Las revoluciones por minuto son una medida de frecuencia. Nos indica con qué rapidez está funcionando la máquina. En detalle, mide la cantidad de rotaciones completas que realiza el cigüeñal y las subidas y bajas de los cilindros durante este lapso de tiempo.

Es importante destacar que mientras más revoluciones por minuto tenga un motor, podrá trabajar a más velocidad aprovechando al máximo la potencia del motor. Sin embargo, esto también depende de la eficiencia de otros factores como la cantidad de cilindros, el sistema de transmisión, el torque, etc. (MOTORYSA, 2021)

Motores de corriente alterna

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna. Existe una gran variedad de motores de CA, entre ellos tres tipos básicos: el universal, el síncrono y el de jaula de ardilla

Motor monofásico.

Cualquier motor capaz de arrancar y funcionar desde una fuente de alimentación monofásica de c.a., prescindiendo del principio empleado. Los motores monofásicos se agrupan

bajo tres encabezamientos principales: motores monofásicos del tipo conmutador, del tipo de inducción y del tipo síncrono. (Kosow, 1977)

Cableado

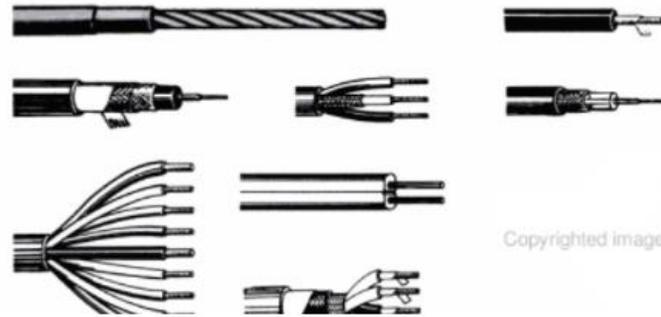
- Cable: Dos o más cables agrupados y protegidos por una sola cubierta.
- Cable a tierra: Un cable utilizado en un circuito eléctrico para conducir corriente a tierra en caso de cortocircuito. Este cable es por lo general de cobre sin cubierta.
- Cable blindado: Dos o más cables agrupados y protegidos por una cubierta metal flexible.
- Cable caliente: Cualquier cable que transporta voltaje. En un circuito eléctrico el cable caliente por lo general está cubierto con aislamiento de color rojo o negro.
- Cable de alimentación: Transporta corriente de 120 voltios sin interrupción desde el panel servidor.
- Cable de llegada: Un cable corto usado para conectar dos o más cables de circuito a un solo tornillo en el terminal (llamado pigtail).
- Cable enterrado: Ver cable neutral.
- Cable neutral: Un cable que regresa corriente sin voltaje a la fuente de origen. Por lo general está cubierto por un aislante de color blanco o gris claro, También es llamado cable enterrado. (Editors of CPi, 2008)

Los tipos más comunes de alambres y de cables son los siguientes:

1. Alambre de conexión. Consta de un conductor único de alambres trenzados rodeado de PVC o de polietileno. Se emplea para conectar elementos en circuitos ordinarios de baja frecuencia.

2. Alambre para punta de prueba. Conductor muy flexible con aislamiento de hule. Se emplea para puntas de prueba de los instrumentos de medición. Se desea alta flexibilidad para que el conductor no se rompa por repetidos dobleces. El aislamiento de hule proporciona resistencia eléctrica al igual que flexibilidad.
3. Cable blindado. Consiste en un conductor interno que lleva la señal y una funda de metal trenzado que rodea al conductor interno. Este conductor y la capa también es aisladora. Este tipo de cable se emplea para conducir señales de bajo nivel. La capa trenzada es eficaz para reducir la captación de señales de interferencia por el conductor interno.
4. Cables de conductores múltiples. Consisten en muchos conductores agrupados dentro de una cubierta. Pueden tener cualquier cantidad y tipo de conductores en el mismo haz. En la figura 3-11 se muestran varios cables de conductores múltiples.
5. Cable coaxial. Semejante en su construcción al cable blindado, pero se emplea para conducir señales de alta frecuencia y de pulsos. A altas frecuencias el cable ordinario de un conductor radiaría demasiada energía que escapar del cable durante la transmisión. Los cables coaxiales eliminan el problema. El cable coaxial se identifica por lo general mediante un código, que se desarrolló para uso de especificaciones de compra militares. Una designación típica es RG-mn/U. Las letras mn son un código de dos dígitos que especifica al cable. No hay modelo para esta selección de números y letras, de modo que se deben encontrar las especificaciones de terminado cable coaxial en el catálogo del fabricante. (Stanley Wolf, Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio., 1992)

Imagen 19 Tipo de cables (Stanley Wolf, Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio., 1992)



Botón (interruptor)

Un interruptor es un dispositivo para encender, apagar o dirigir a la corriente eléctrica. Los tipos más comunes de interruptores que se emplean en los instrumentos eléctricos y en los sistemas de medición son los siguientes:

1. Interruptor de palanca
2. Interruptor de botón
3. Interruptor giratorio
4. Interruptor deslizable.
5. Interruptor instantáneo
6. Interruptor de mercurio

Se analizarán el funcionamiento y algunas aplicaciones de esos interruptores. Sin embargo, primero se definirán algunos términos que se emplean al describir la construcción de los interruptores. El brazo o la parte del interruptor que se mueve para abrir o cerrar un circuito se llama el polo del interruptor. Si un interruptor sólo tiene un polo, se llama interruptor de un polo. Si tiene dos polos, se llama interruptor de doble polo. Los interruptores pueden tener también tres, cuatro o cualquier número de polos (p. ej., de tres polos, cuatro polos, multipolo, etc.).

Si cada contacto abre y cierra alternadamente sólo un circuito, el interruptor es de un tiro. Por otro lado, si el contacto es de doble acción (es decir, si corta un circuito y cierra otro), se llama interruptor de doble tiro. Por lo tanto, un interruptor puede ser de un polo y un tiro (SPST), de un polo y doble tiro (SPDT), de dos polos y un tiro (DPST), de dos polos y doble tiro (DPDT). Las redes trifásicas de baja tensión están formadas por los tres conductores activos, y pueden ejecutarse con o sin conductor neutro. Los conductores neutros están unidos al centro de la estrella del generador o del transformador correspondiente al lado de baja tensión. (Stanley Wolf, Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio, 1992).

Chumacera de Pared

Las chumaceras se componen de un rodamiento rígido de bolas con anillo interior extendido y un alojamiento, disponibles en variadas formas. Tienen forma esférica, lo que permite compensar un cierto grado de desalineación.

La chumacera de pared suele instalarse fija a la máquina y en ella se colocan los ejes. Cuenta con un cuadro de cuatro agujeros para fijarla en el soporte. Ver anexo 3.

Tornillo

El tornillo es un elemento de fijación y la pieza fundamental de las uniones atornilladas. De su resistencia, tamaño, tipo de rosca, material, tipo de cabeza y par de apriete depende la estabilidad y duración de las uniones que emplean los tornillos. Un tornillo está formado por tres partes:

- Cabeza.
- Cuello o espiga
- Rosca.

Tuercas

La tuerca es la pieza que se enrosca en el tornillo o en un espárrago roscado. Al enroscarla en el tornillo o espárrago, aprieta y comprime las piezas formando la unión roscada. El asiento puede ser plano o cónico, igual que en los tornillos.

Las tuercas se fabrican con la misma rosca que el tornillo; así, en un tornillo de métrica 10 (M 10) la tuerca debe ser también de métrica 10. Las dimensiones exteriores de las tuercas se encuentran normalizadas. Y las tuercas más empleadas son las hexagonales.

Arandelas

Las arandelas se emplean para aumentar la seguridad de la unión con tornillos y tuercas. Son un elemento necesario que complementa las funciones de la cabeza del tornillo y de la tuerca. Según el tipo de arandela que se emplee en la unión, las arandelas pueden realizar las funciones siguientes:

- Aumentar la superficie de contacto en los tornillos y arandelas con cabeza plana, repartiendo el esfuerzo en una mayor superficie.
- Proteger la superficie de la pieza de la presión del tornillo.
- Actuar como elemento de seguridad para fijar la tuerca e impedir que se aflojen.
- Asegurar la hermeticidad en circuitos hidráulicos y neumáticos.
- Las arandelas se fabrican en distintos materiales y formas para cumplir su cometido.

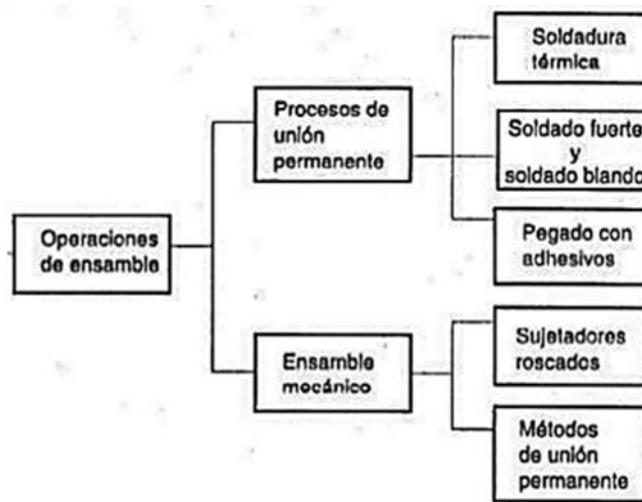
(Domínguez & Ferrer, 2013)

f) Tipos de ensamble

Un ensamble, se puede definir como dos o más partes separadas que se unen para formar una nueva entidad, los componentes de ésta quedan unidos en forma permanente o semipermanente.

Clasificación de ensambles

Imagen 20 Clasificación de ensambles (Slideshare, 2013)



- Los procesos de unión permanente incluyen: la soldadura térmica, la soldadura fuerte, la soldadura blanda y el pegado con adhesivos. Estos procesos forman una unión entre componentes que no puede deshacerse fácilmente.
- Los métodos de ensamble mecánico aseguran dos o más partes en una unión que puede desarmarse cuando convenga; el uso de tornillos, pernos, tuercas y demás sujetadores roscados son métodos tradicionales importantes dentro de esta categoría. El remachado, los ajustes a presión y los encajes de expansión son otras técnicas de ensamble mecánico que forman uniones más permanentes. (Groover, 1997).

Tipos de ensamble

- **NO PERMANENTES:** Métodos de ensamble mecánico aseguran dos o más partes en una unión que puede desarmarse cuando convenga.

Ensamblajes Sujetadores: roscados Tornillos, Pernos, Tuercas

- **SEMIPERMANENTES:** Son técnicas de ensamble mecánico que forman uniones más permanentes. Las operaciones de ensamble mecánico aseguran dos o más piezas en una unión que puede desarmarse fácilmente. Remachado Ajustes a presión.

Remachado: La aplicación de remaches es un método de sujeción que ofrece altas velocidades de producción, simplicidad, confiabilidad y bajo costo.

- **PERMANENTES:** Algunas partes se unen de modo permanente con soldadura eléctrica o de gas, soldadura blanda, o dura y algunos adhesivos. La soldadura se efectúa con el uso de calor, de presión o ambos.

El calor producirá cierto efecto sobre las partes unidas para satisfacer la amplia variedad de necesidades en la manufactura, se han desarrollado y están en uso.

(Montes Guzman, 2020).

g) Normativa aplicada al proceso alimenticio y de diseño.

La normalización es un conjunto de actividades que tiene por objeto establecer especificaciones para los productos, procesos y servicios, así como la manera en que deben ser evaluadas. Dentro de la normalización se generan reglamentaciones de las características y la calidad de los productos con el fin de facilitar su producción y comercialización de manera que estos sean confiables y seguros al consumidor. La legislación sobre alimentos apareció en diversos

países para prevenir la venta de productos fraudulentos, preocupándose inicialmente por los efectos adversos en la composición corporal. Actualmente se han extendido a otros aspectos de Salud Pública considerándose los más importantes la contaminación química, física y biológica (Calvo, 2012)

Normativa aplicada al proceso alimenticio.

NOM-225-SCFI-2019, Seguridad de artículos de uso doméstico-Utensilios con recubrimiento antiadherente para la cocción de alimentos-Especificaciones y métodos de prueba.

5.1 Materiales

Los utensilios con antiadherente motivo de la presente Norma Oficial Mexicana, pueden ser fabricados de varios materiales base (sustratos) como son:

Aluminio, acero, acero inoxidable, hierro, cerámica, vidrio y cualquier material derivado de los anteriores con recubrimiento antiadherente que debe ser fabricado de forma que no contamine o coloree los alimentos. (NORMA Oficial Mexicana, 2019)

NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

5.2.2 El equipo y los utensilios empleados en las áreas en donde se manipulen directamente materias primas, alimentos, bebidas o suplementos alimenticios sin envasar, y que puedan entrar en contacto con ellos, deben ser lisos y lavables, sin roturas.

5.2.3. Los materiales que puedan entrar en contacto directo con alimentos, bebidas, suplementos alimenticios o sus materias primas, se deben poder lavar y desinfectar adecuadamente. (NORMA Oficial Mexicana, 2009)

REGLAMENTO de Control Sanitario de Productos y Servicios.

ARTÍCULO 17. Los materiales, equipos, utensilios y envases que se empleen en la fabricación de los productos objeto de este Reglamento, no deberán contener sustancias tóxicas, y necesariamente serán inocuos y resistentes a la corrosión. (DIARIO OFICIAL, 1999)

NMX-E-202-1993-SCFI Industria Del plástico - Poliamida 6/12 - Especificaciones.

NYLOMAQ "M" (COLOR HUESO).- M=Mecánico. Nylon sin aditivos. Combina una adecuada resistencia mecánica, rigidez y dureza junto con una buena resistencia al desgaste. Aprobada para trabajar en contacto con los alimentos según la norma NMX-E-202-1993-SCFI.

Normativa aplicada al diseño.

A continuación, se menciona la normativa aplicada para el diseño gráfico dentro del territorio nacional:

- NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM) NMX-Z-007-1970 REPRESENTACIONES PARTICULARES DIBUJO TÉCNICO-PARA LA INDUSTRIA MECÁNICA Y CONEXAS
- NOM-Z-3-1986 DIBUJO TÉCNICO-VISTAS
- NOM-Z-4-1986 DIBUJO TÉCNICO-LÍNEAS (Esta Norma cancela la NOM-Z-4- 1985)
- NOM-Z-5-1986 DIBUJO TÉCNICO-RAYADOS (Esta Norma cancela la NOM -Z-5-1985)

- NOM-Z-6-1986 DIBUJO TÉCNICO-CORTES Y SECCIONES
- NOM-Z-25-1986 DIBUJO TÉCNICO-ACOTACIONES (Esta Norma cancela la NOM-Z-25-1985)
- NOM-Z-56-1986 Dibujo Técnico- Letras.
- NOM-Z-65-1986, Dibujo Técnico-Escalas.
- NOM-Z-66-1986 Dibujo Técnico-Referencia de los elementos.
- NOM-Z-68-1986 Dibujo Técnico- Dimensiones y Formatos de las Láminas de Dibujo
- NOM-Z-69-1986 Dibujo Técnico-Tolerancias geométricas-datos y sistemas de datos para las tolerancias geométricas.
- NOM-Z-71-1986. Dibujo Técnico-listas de los elementos.
- NOM-Z-74-1986 Dibujo Técnico-Cuadro de Referencias

h) Altura de mesa de trabajo (Condiciones Ergonómicas)

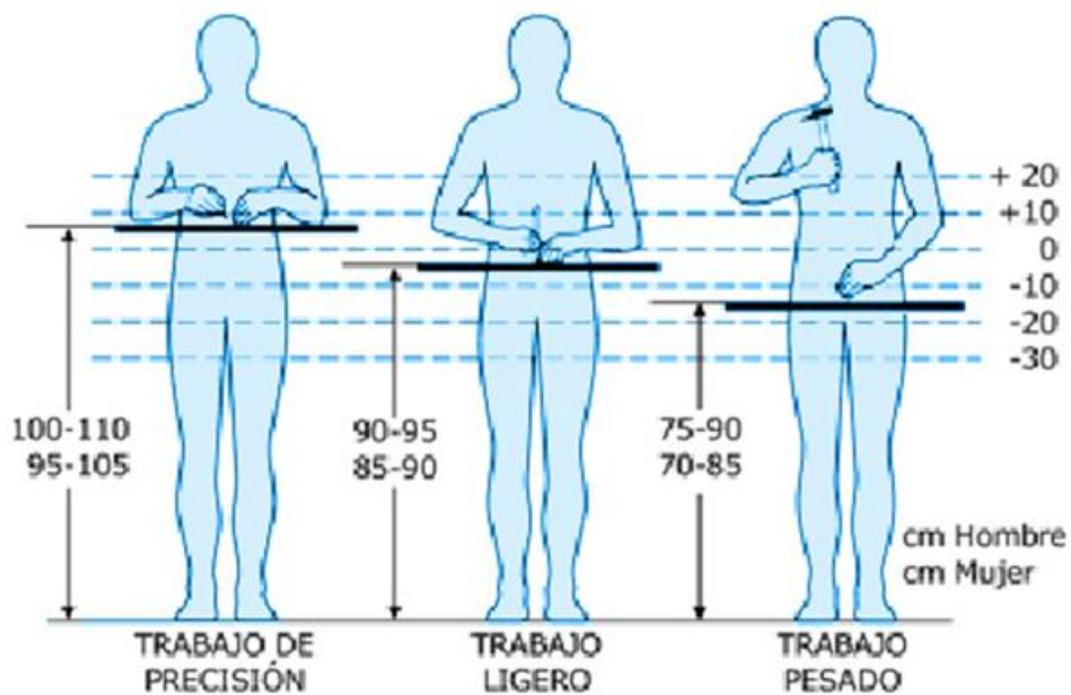
Según las recomendaciones del IBV (Instituto Biomecánico de Valencia) y siguiendo la regla del codo:

1. Para tareas de precisión la altura del plano de trabajo debe ser de unos 5-10 cm por encima de la altura de los codos.
2. Para tareas de requerimiento normal (ligero) con nivel medio de fuerza y precisión y donde se manipulen objetos no muy pesados se suele tomar la altura de los codos menos 5-10 cm.
3. Para tareas muy pesadas que impliquen mover cargas o piezas pesadas la altura del plano de trabajo debe quedar 10-30 cm por debajo del codo así se emplea el peso

de la parte superior del cuerpo y los músculos abdominales para aplicar la fuerza.

(ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2022)

Imagen 21 Altura de plano de trabajo en posición de pie (ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2022)



CAPITULO III

METODOLOGÍA

Proceso genérico de desarrollo

Un proceso es una secuencia de pasos que transforma un conjunto de entradas en un conjunto de salidas. Un proceso de desarrollo del producto es la secuencia de pasos o actividades que una empresa utiliza para concebir, diseñar y comercializar un producto. Muchos de estos pasos y actividades son intelectuales y organizacionales más que físicos. El proceso genérico es, el que se utiliza en una situación de influencia de mercado: una empresa inicia el desarrollo del producto con una oportunidad de mercado y luego utiliza tecnología para satisfacer dichas necesidades.

Una forma de considerar el proceso de desarrollo es como la creación inicial de un amplio conjunto de conceptos alternativos de producto, y luego la subsecuente reducción de alternativas y creciente especificación del producto, hasta que éste pueda ser elaborado en forma confiable y repetida por el sistema de producción. Otra forma de considerar el proceso de desarrollo es como un sistema de procesamiento de información. Diversas actividades procesan la información de desarrollo, formulando especificaciones, conceptos y detalles de diseño. Una tercera forma de ver el proceso de desarrollo es como un sistema de administración de riesgos. en que el producto funcionará correctamente y será bien recibido por el mercado. (Ulrich & Eppinger, 2009)

Para el desarrollo del prototipo se consideraron las seis fases del proceso genérico de desarrollo. Debido a los alcances de esta tesis, cada una de las fases se irá describiendo con mayor detalle a lo largo del trabajo, considerando las etapas que se muestran en la siguiente imagen:

Imagen 22 Fases del proceso genérico de desarrollo (Ulrich & Eppinger, 2009)

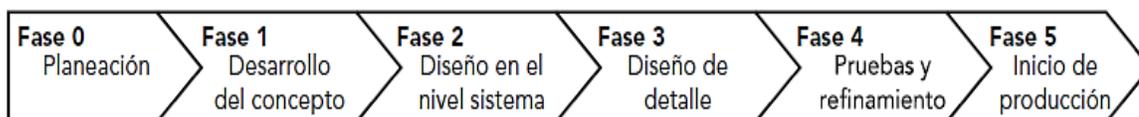


Imagen 23 Diagrama de funciones cruzadas, fases del proceso genérico de desarrollo (Elaboración propia)

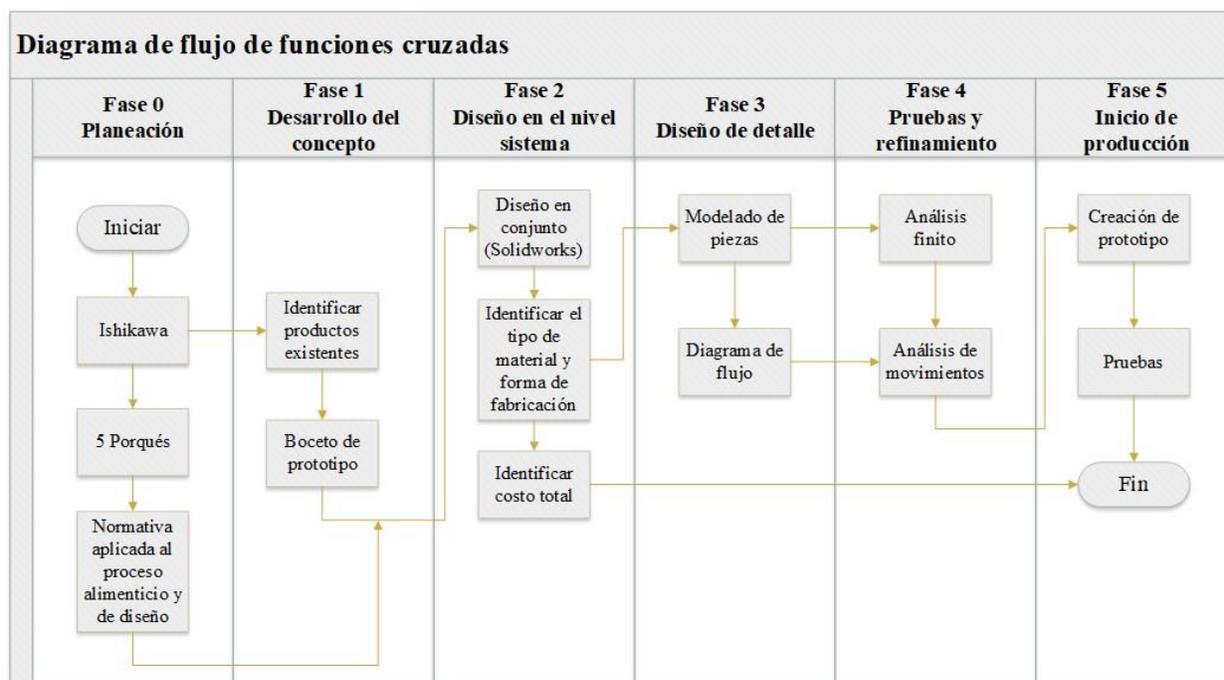
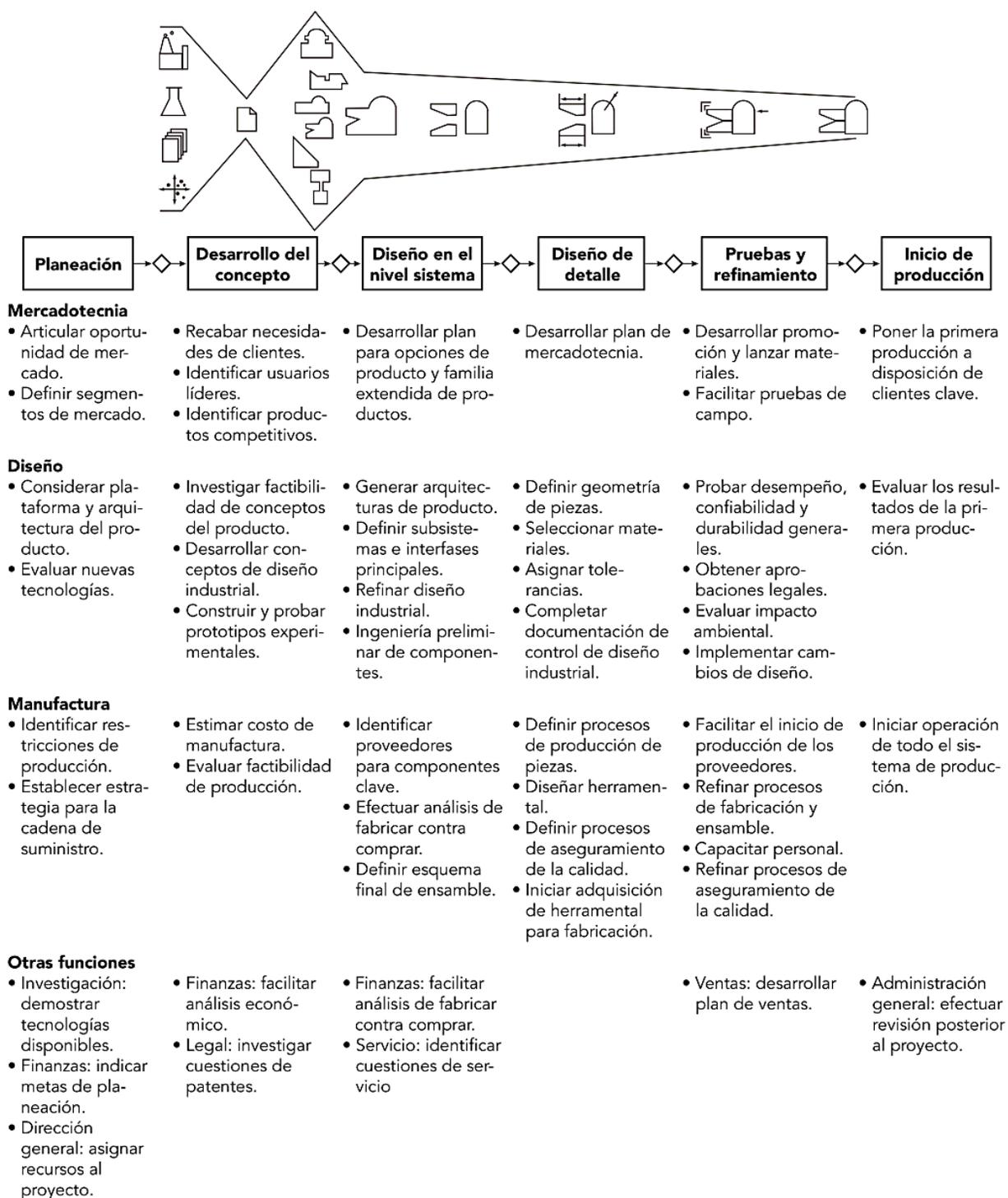


Imagen 24 Proceso genérico de desarrollo de producto (Ulrich & Eppinger, 2009)



Experimental - Método científico experimental

En su primera etapa, el método científico experimental es empírico, porque depende de la experiencia para probar la verdad de sus enunciados. El método experimental consta de las siguientes etapas:

- Planteamiento del problema.
- Búsqueda de información y estructura del marco teórico.
- Planteamiento de hipótesis.
- Comprobación de hipótesis.
- Análisis, síntesis y confrontación.
- Informe de la investigación.

Planteamiento del problema

La observación es la única parte de este método que pertenece al nivel empírico, porque se usan los sentidos para observar y percibir las diferencias entre lo conocido y lo desconocido; es decir, mediante la observación se recoge la información que revela la presencia de un problema.

Posteriormente, ya en el plano intelectual, surgen inquietudes y se formulan preguntas relacionadas con el problema.

El planteamiento del problema debe formularse de manera correcta, clara, con la mayor precisión posible y, generalmente, en forma interrogativa.

Búsqueda de la información y estructura del marco teórico.

El primer paso consiste en reunir información bibliográfica, para lo cual se revisan conocimientos anteriores relacionados con el problema; al mismo tiempo se hacen observaciones y mediciones para establecer una relación correcta entre la información y el problema.

Planteamiento de una hipótesis

A partir del marco teórico se planteará una hipótesis, es decir, una respuesta tentativa comprobable para resolver el problema planteado. La hipótesis constituye la etapa del razonamiento en la que se establece la relación lógica "sí..., entonces...".

Para el planteamiento de la hipótesis, el científico recurre a la lógica y elabora un razonamiento que se va procesando casi siempre con fragmentos de la información; esto lo lleva a plantear una o más hipótesis lógicas y comprobables.

Comprobación de la hipótesis

En esta etapa se pone a prueba la hipótesis mediante técnicas y procedimientos apropiados de acuerdo con el tipo de problema de que se trate.

La comprobación de una hipótesis científica deberá repetirse en varias ocasiones bajo las mismas circunstancias y, si se obtienen los mismos resultados, entonces se confirma ampliamente su veracidad. De no ser así, deberá rechazarse y formularse una nueva.

Análisis, síntesis y confrontación

A partir de las observaciones y los experimentos que realiza el científico, al llevar a cabo lo propuesto en la hipótesis, surgen muchas ideas que son de capital importancia en el terreno científico, porque a partir de éstas se van elaborando los conceptos.

El análisis es un razonamiento que consiste en descubrir elementos o relaciones implícitas en los contenidos intelectuales; es decir, a partir de lo conocido por medio de ese razonamiento, la mente descubre lo desconocido. Es como si lo desconocido hubiera estado oculto dentro de lo conocido, por lo que, ante un nuevo concepto, pueden apreciarse semejanzas y diferencias con otros conceptos.

El análisis puede ser la parte intelectual más importante, para descubrir en un fenómeno los elementos y las relaciones que revelan la importancia y utilidad con otros fenómenos estudiados.

La síntesis es el proceso intelectual mediante el cual se da unidad a todos los datos dispersos. Por medio de la síntesis se estructuran todos los elementos y datos cognoscitivos que surjan durante la investigación o el trabajo científico.

Debe cuidarse de no confundir la síntesis con un resumen, porque la primera es una operación mucho más compleja en la que predomina el raciocinio. El análisis y la síntesis son dos procesos mentales íntimamente relacionados y constituyen la base de cualquier actividad científica.

La confrontación equivale a una comparación o verificación experimental que confirma o no el razonamiento científico. (Gama Fuertes, 2007)

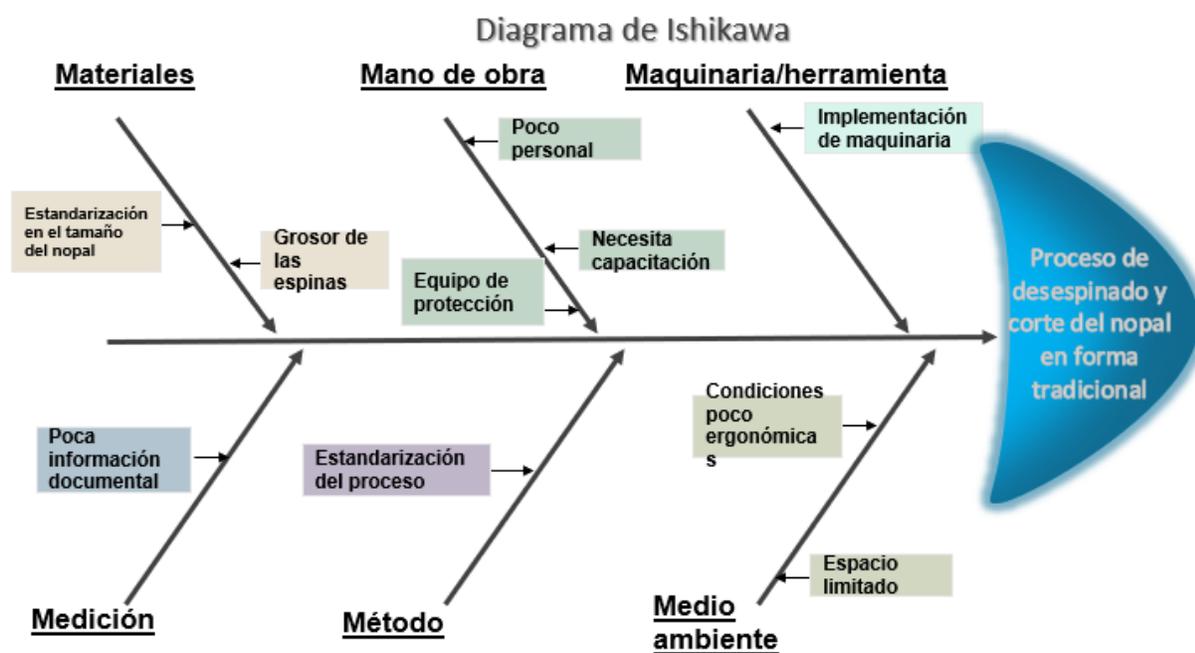
CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ACTIVIDADES

Identificación de problemática (Ishikawa)

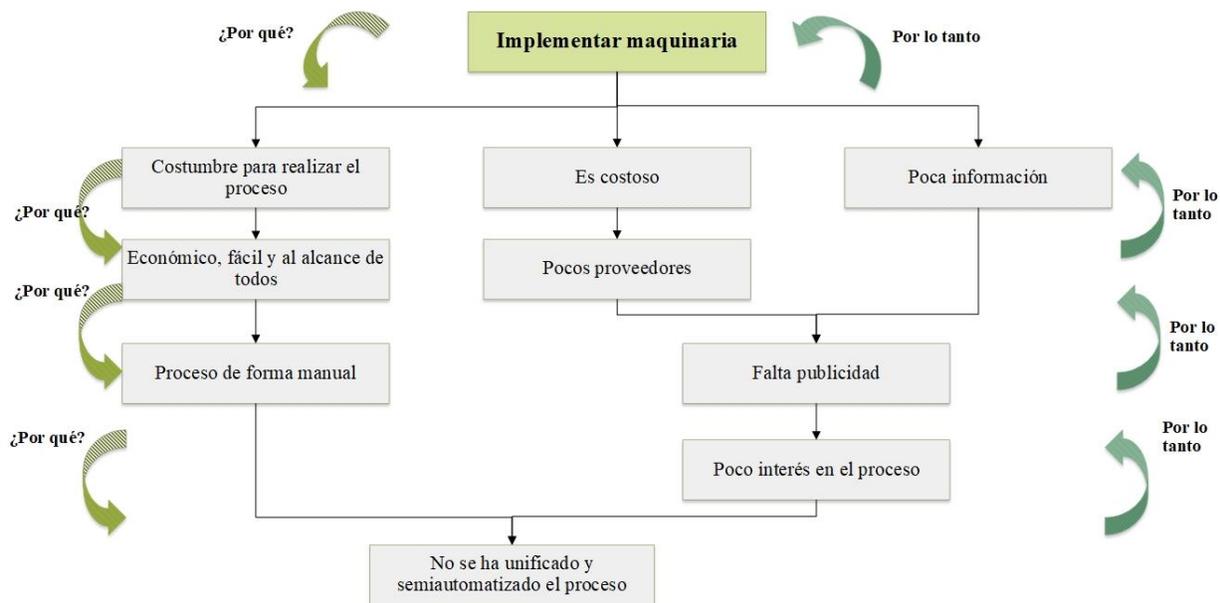
Imagen 25 Diagrama de Ishikawa, (Elaboración propia)



5 porqués

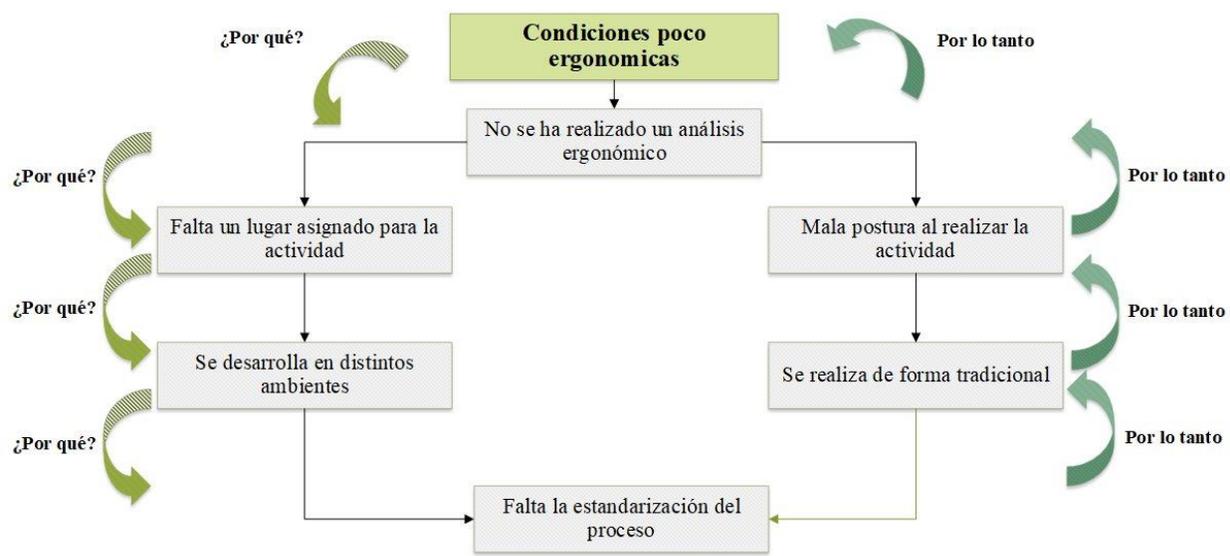
- **Maquinaria**

Imagen 26 5 Porqués Maquinaria, (Elaboración propia)



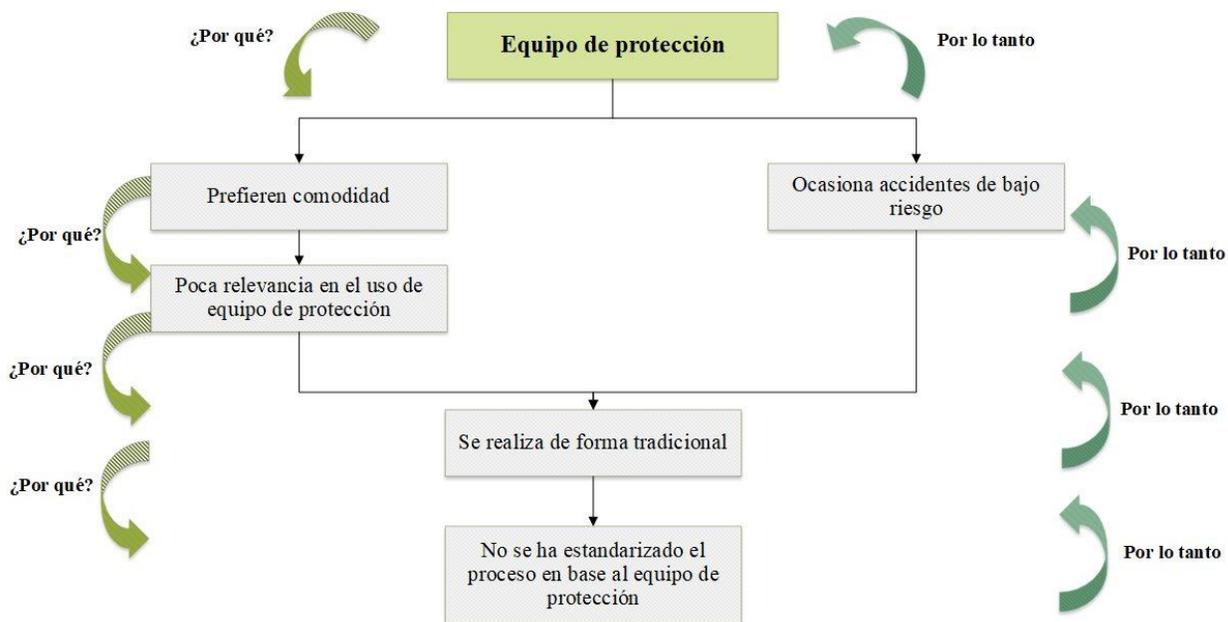
- **Medio ambiente**

Imagen 27 5 Porqués Medio ambiente, (Elaboración propia)



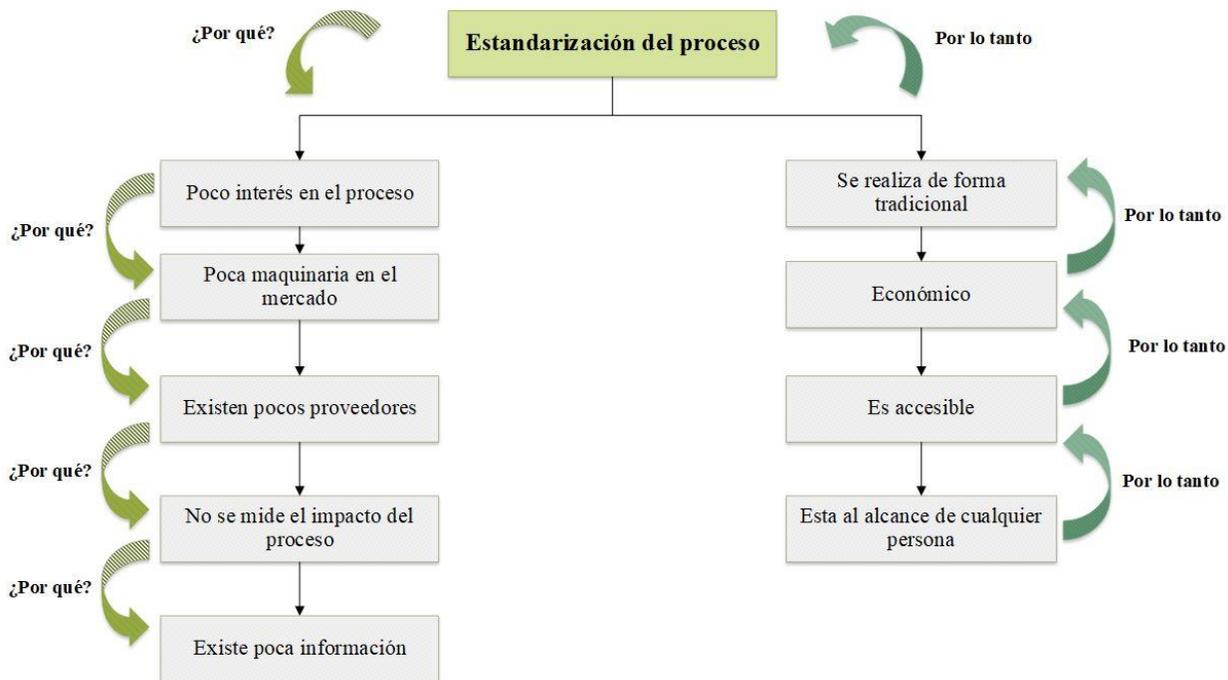
• **Mano de obra**

Imagen 28 5 Porqués Mano de obra, (Elaboración propia)



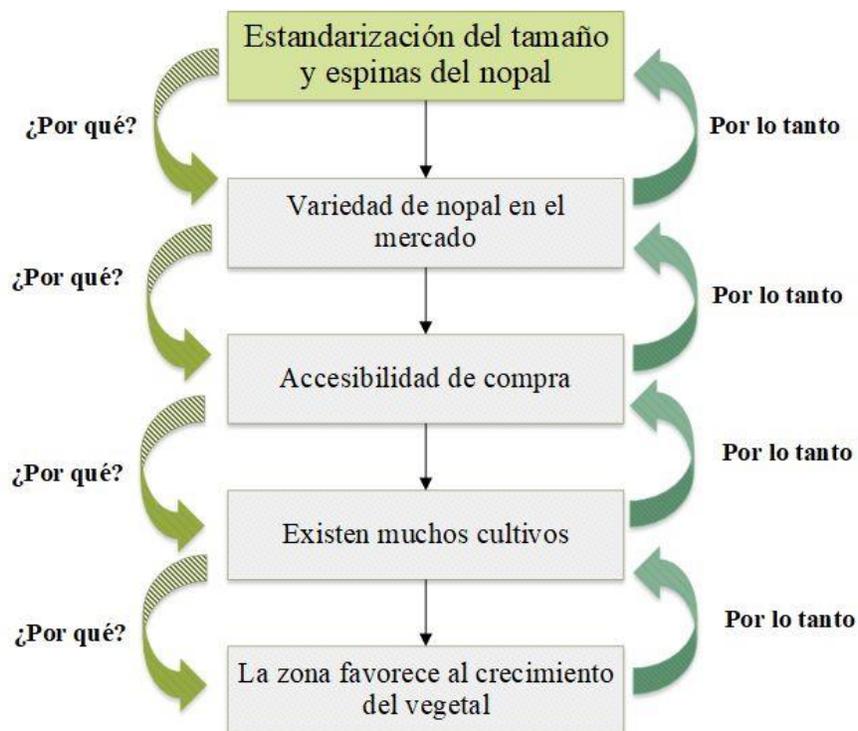
• **Método**

Imagen 29 5 Porqués Método, (Elaboración propia)



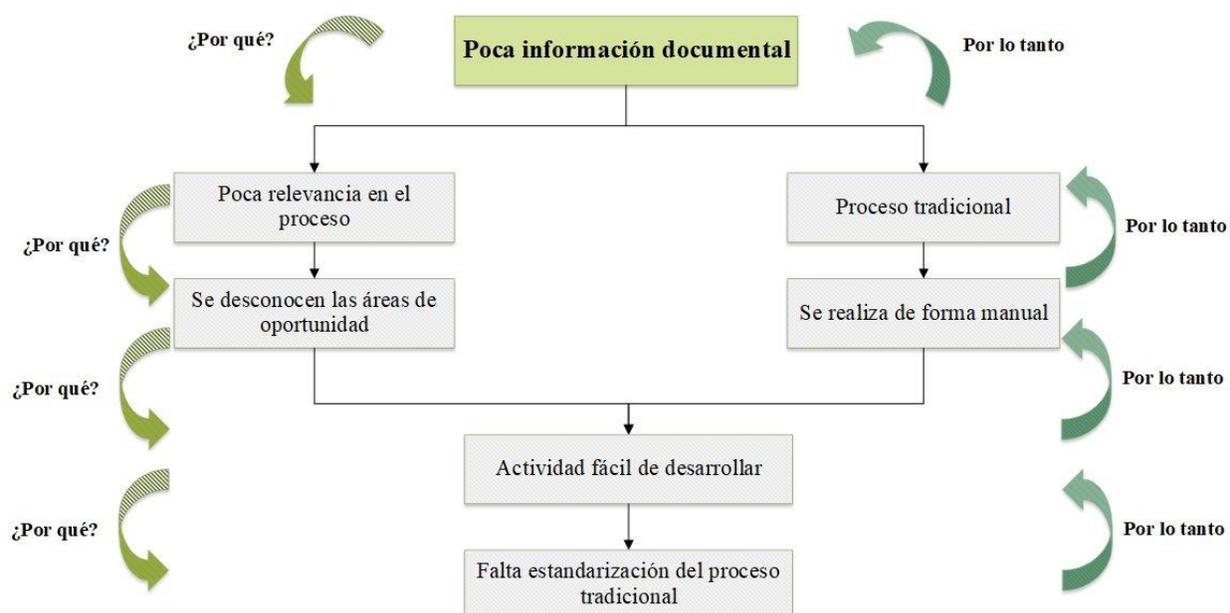
- **Materiales**

Imagen 30 5 Porqués Materiales, (Elaboración propia)



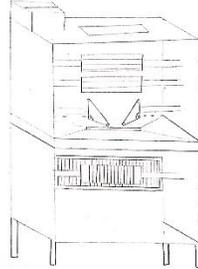
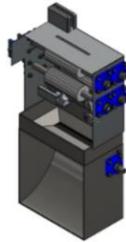
- **Medición**

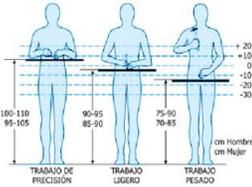
Imagen 31 5 Porqués Medición, (Elaboración propia)



Plan de acción

Tabla 3 Plan de acción, (Elaboración propia)

<i>No</i>	<i>Área de oportunidad</i>	<i>Acción</i>	<i>Responsable</i>	<i>Evidencia</i>	<i>Fecha contemplada</i>	<i>Avances</i>
		Unificar el proceso de desespinado y corte de nopal.	Área de investigación y desarrollo de proyectos	<p><i>Imagen 32 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal (Elaboración propia).</i></p> 	01/10/2021	Se culmino la propuesta del proceso unificado.
1	Implementar maquinaria	Semiautomatizar el proceso de desespinado y corte de nopal.	Área de investigación y desarrollo de proyectos	<p>(Ver páginas 56-71)</p> <p><i>Imagen 33 Maquina de Corte y Desespinado de Nopal (NCM), (Elaboración propia)</i></p> 	01/11/2021	Se culmino con la propuesta del proceso semiautomatizado.

2	Condiciones poco ergonómicas	Estandarizar del proceso mediante un enfoque ergonómico	Seguridad de higiene	<p><i>Imagen 34 Imagen Altura de plano de trabajo en posición de pie (ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2022)</i></p> 	30/09/2021	Los rangos están dados por la ULPGC										
3	Equipo de protección	Estandarizar del proceso en base al equipo de protección	Seguridad e higiene	Propuesta hoja de trabajo estandarizado por colaborador del proyecto.	12/05/2022	Se culminó la hoja de trabajo estandarizado.										
4	Estandarización del proceso	Realizar sistematización bibliográfica.	una Área de investigación y desarrollo de proyectos	Ver capítulo 3	5/10/2021	Se culminó con la sistematización bibliográfica.										
5	Estandarización del tamaño y espinas de nopal	Establecer un rango de tolerancia para el nopal aceptable.	Metrología	<p><i>Imagen 35 NMX-FF-068-SCFI-2006. (Secretaría de Economía, 2015)</i></p> <table border="1" data-bbox="1079 1032 1423 1203"> <thead> <tr> <th>Tamaño</th> <th>Longitud (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>25,1 o más</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>18,1 a 25,0</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>11,1 a 18,0</td> </tr> <tr> <td>Cambray</td> <td>7,0 a 11,0</td> </tr> </tbody> </table>	Tamaño	Longitud (cm)	A	25,1 o más	B	18,1 a 25,0	C	11,1 a 18,0	Cambray	7,0 a 11,0	30/09/2021	Los rangos están dados por la norma NMX-FF-068-SCFI-2006
Tamaño	Longitud (cm)															
A	25,1 o más															
B	18,1 a 25,0															
C	11,1 a 18,0															
Cambray	7,0 a 11,0															

6 <i>Poca información documental</i>	Estandarizar el proceso	Área de investigación y desarrollo de proyectos. Ingeniería de métodos Área de manufactura.	Desarrollo e implementación de prototipo	Se culminó la construcción del prototipo
			<i>Imagen 36 Construcción de prototipo NCM (Elaboración propia)</i>	<i>Imagen 37 Prototipo NCM. (Elaboración propia)</i>
				15/04/2022
				

Procedimiento para la construcción del prototipo

a) Bosquejo

El diseño de la maquina propone un mecanismo apto para el correcto funcionamiento del proceso de desespinado y corte de la cactácea, con el objetivo de ayudar a aquellas personas que se dedican a su producción y comercialización, es por ello que consideran las dimensiones aproximadas de 50 centímetros de ancho por 100 centímetros de largo, ya que debe ser portátil de fácil traslado y semi automatizada, identificando los siguientes elementos:

Entrada: el proceso inicia al introducir un nopal con espinas, previamente retirado el cladodio (tronco), en medio de rodillos giratorios, los cuales realizaran la función de desespinar las caras del vegetal.

Proceso: Posteriormente pasa por las cuchillas cóncavas, las cuales desespinaran los costados y enseguida se pasa al proceso de corte.

Salida: Una vez concluidos los procesos anteriores, la materia prima pasa al área de salida, la cual por medio de una guía envía el producto al área de recolección.

Tomando en cuenta que es una máquina que va a estar en contacto directo con productos alimenticios se realizará a base de acero inoxidable o aluminio 3003 H14, aptos para el contacto con alimentos según la norma NMX-W-152-SCFI-2005, además de la utilización de rodillos Nylamid tomando en cuenta la norma NMX-E-202-1993-SCFI.

Imagen 38 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal, (Elaboración propia)

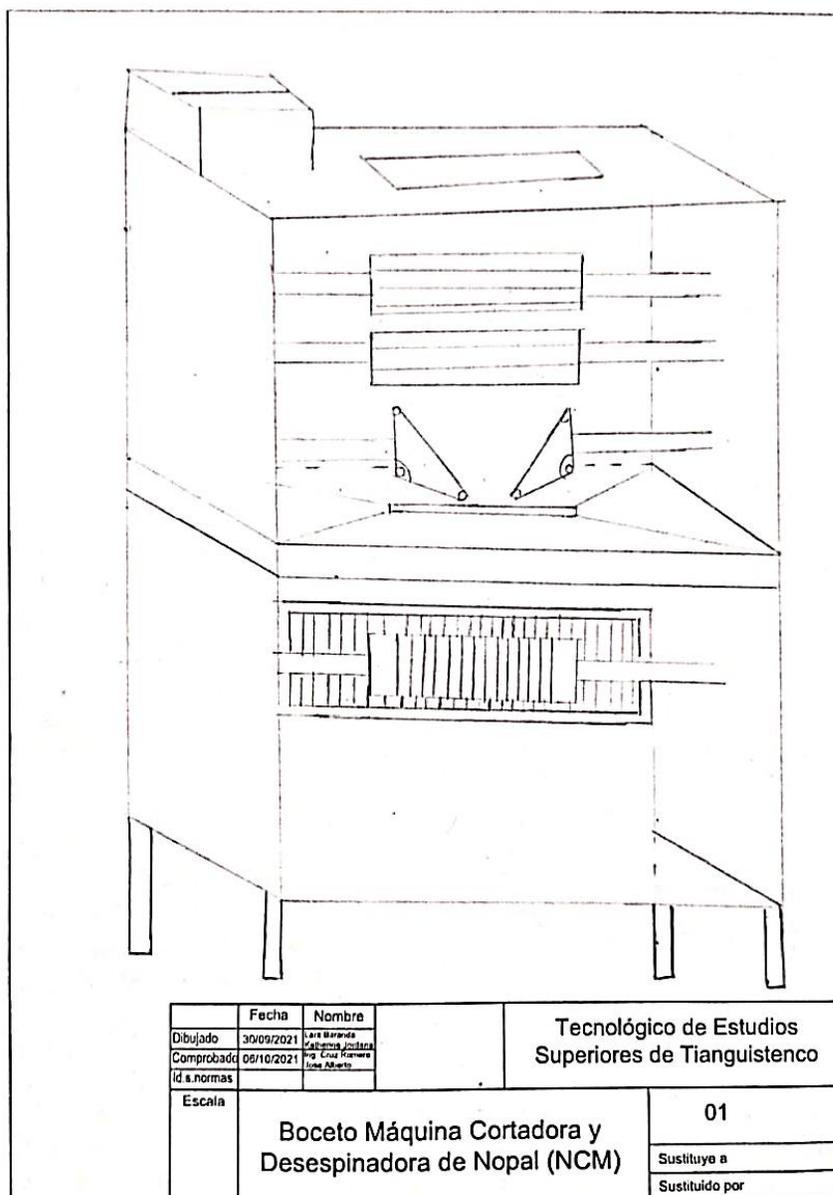


Imagen 39 Boceto Máquina Cortadora y Desespinaadora de nopal (Desespinado), (Elaboración propia)

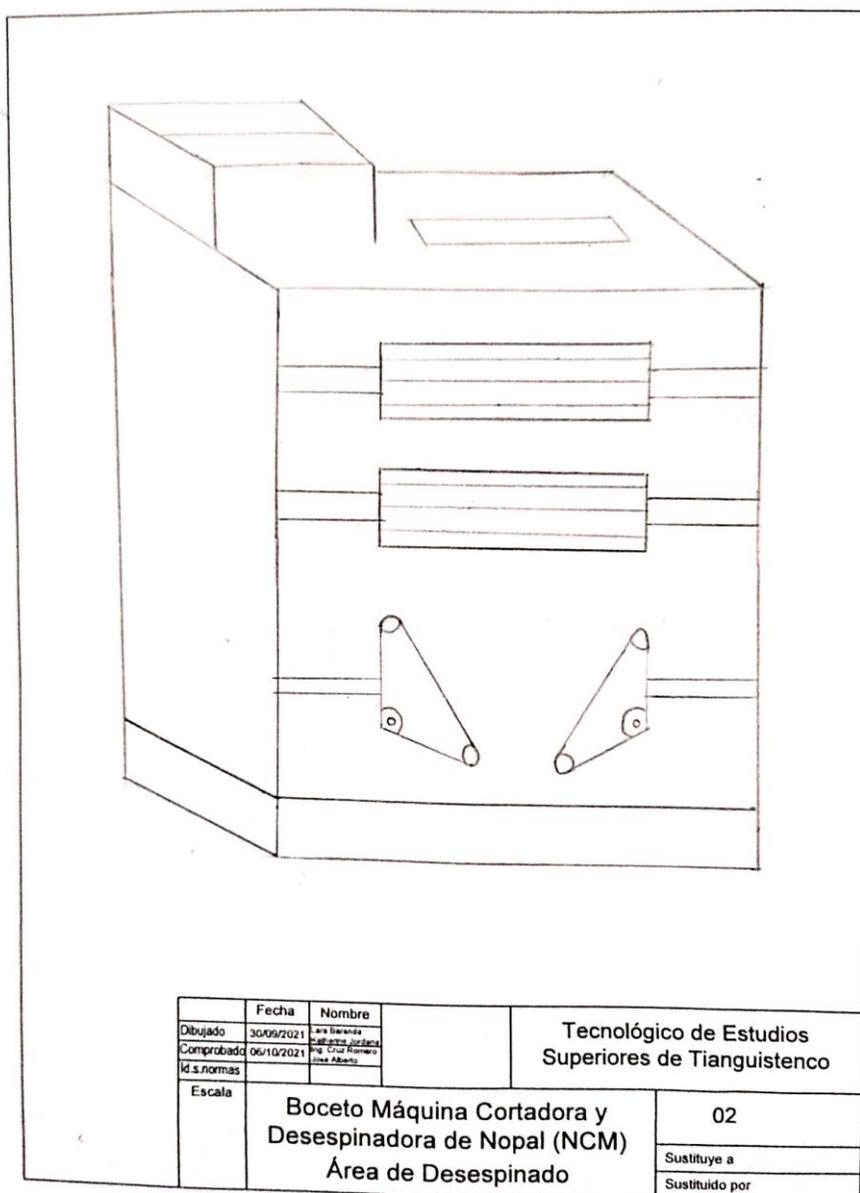
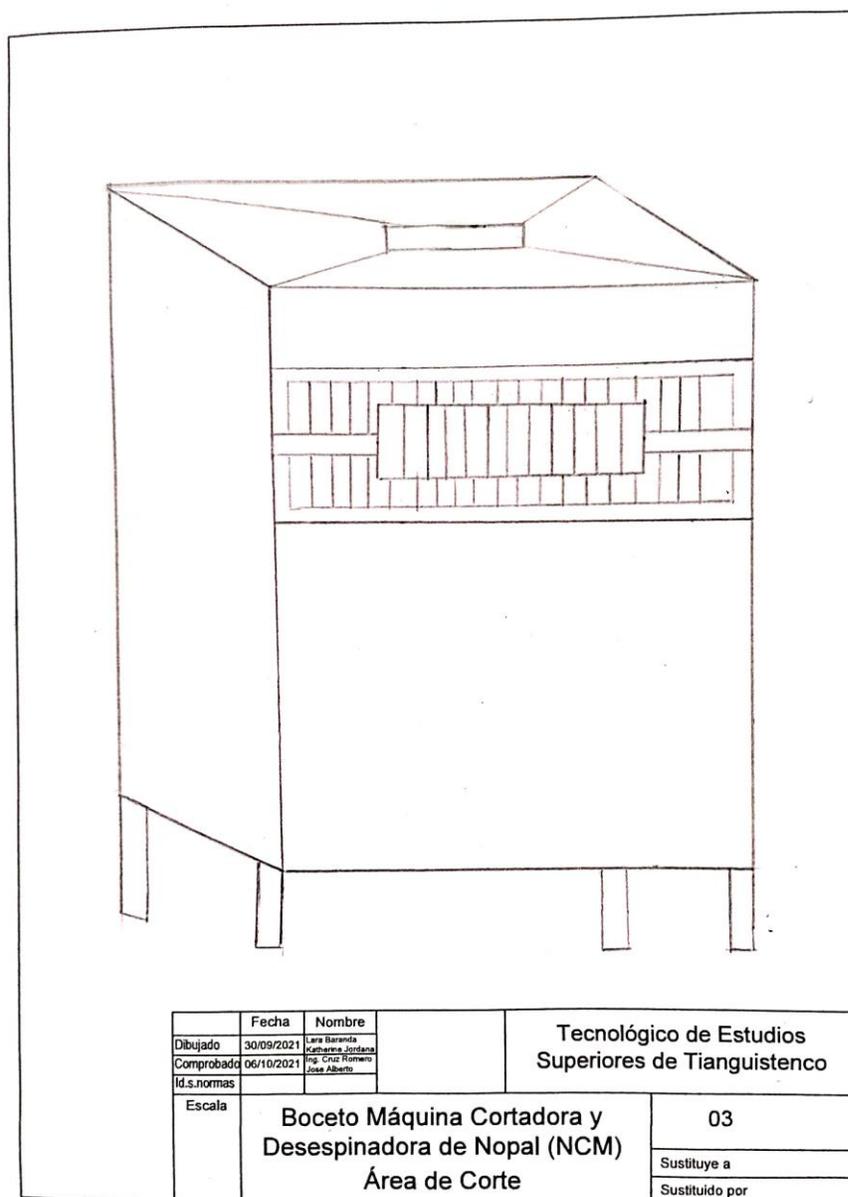


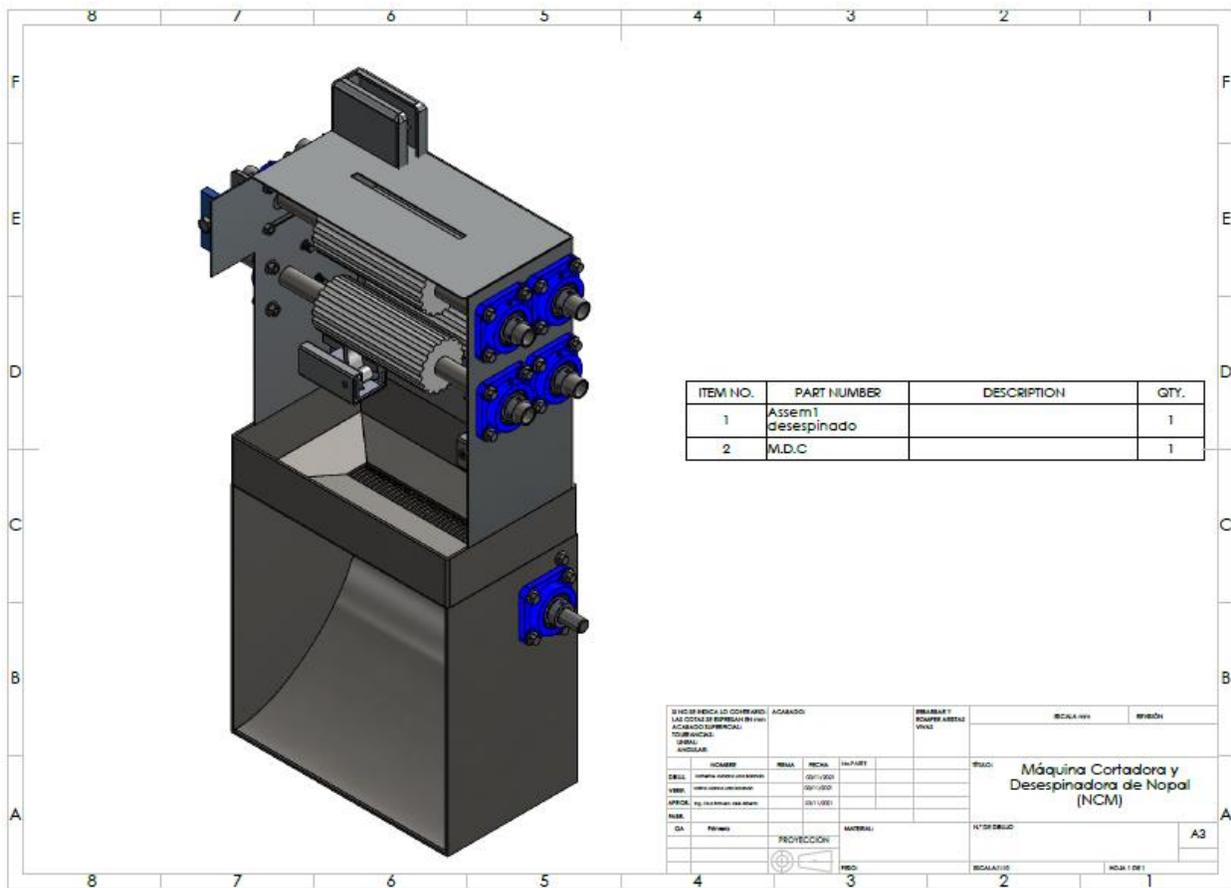
Imagen 40 Boceto Máquina Cortadora y Desespinatora de nopal (Corte), (Elaboración propia)



b) Modelado de piezas

Diseño en conjunto

Imagen 41 Máquina de Corte y Desespinado de Nopal (NCM), (Elaboración propia)



Área de Desespinado

El área de desespinado se conforma por un total de 11 elementos, los cuales se dividen en elaboración propia y elementos comerciales, los de elaboración propia se basan en la estructura, el maquinado de los rodillos, la elaboración de las cuchillas de corte lateral y de tronco; por otro lado, los comerciales se conforman por toda la tornillería y las chumaceras de pared.

El proceso de desespinado inicia al cortar el cladodio (tallo) del nopal, con ayuda de la chuchilla que se encuentra en el lado superior izquierdo, posteriormente se introduce el nopal por

la ranura ubicada en la parte superior del prototipo, una vez introducido con los rodillos de Nylamid se desespina la cara delantera y trasera del vegetal, después se pasa al corte de los laterales, en donde se accionaran las cuchillas cóncavas y se ajustaran de acuerdo al tamaño del nopal, esto con el fin de reducir desperdicio. Ver anexo 5

El prototipo está conformado por los siguientes elementos:

Imagen 42 Despiece de Área de Desespinado, (Elaboración propia)

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Estructura		1
2	rodillos		4
3	Base Ch		1
4	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M16 x 2.0 x 90 -R0WS		1
5	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M16 x 2 -D-N		1
6	CORTE ORILLA		2
7	CH-J		8
8	B18.2.3.4M - Hex flange screw, M12 x 1.75 x 35 -35S		32
9	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M12 x 1.75 -5		32
10	caja		1
11	cuchilla 2		1

DISEÑO DE MECÁNICA (D) CONTROLADO: _____ ACABADO: _____ PREPARAR Y
 LAS COTAS DE BOMBEOAN EN (mm) ESCALAR ARISTAS
 ACABADO SUPERFICIAL: _____ VIVEAS
 TORQUE ANCLAJES: _____

INGRESO: _____ FECHA: _____ VALOR: _____
 DISEÑO: _____ FECHA: _____ VALOR: _____
 VERIFICADO: _____ FECHA: _____ VALOR: _____
 APROBADO: _____ FECHA: _____ VALOR: _____
 NOMBRE: _____ MATERIAL: _____
 DISEÑO: _____ PROYECCIÓN: _____ MATERIAL: _____
 FECHA: _____

**Máquina Cortadora y
 Desespinaadora de Nopal
 (NCM)
 Área de Desespinado**

1/11

A3

El prototipo está conformado por los siguientes elementos:

1. **Estructura:** elaborada a base de acero inoxidable, cuenta con los orificios necesarios para atornillar los elementos como las chumaceras de pared, es básicamente el soporte de la máquina.

Imagen 43 Estructura área de Desespinado, (Elaboración propia)

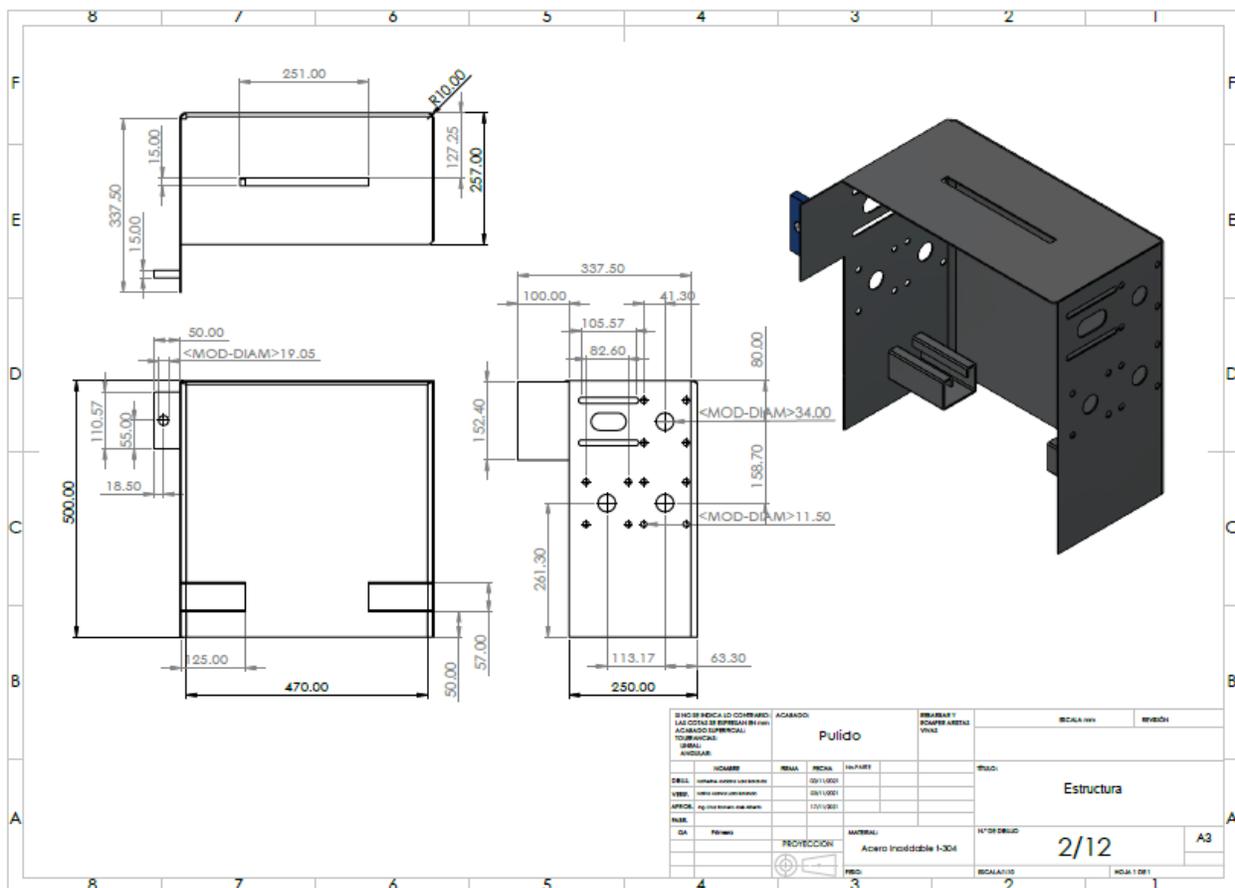
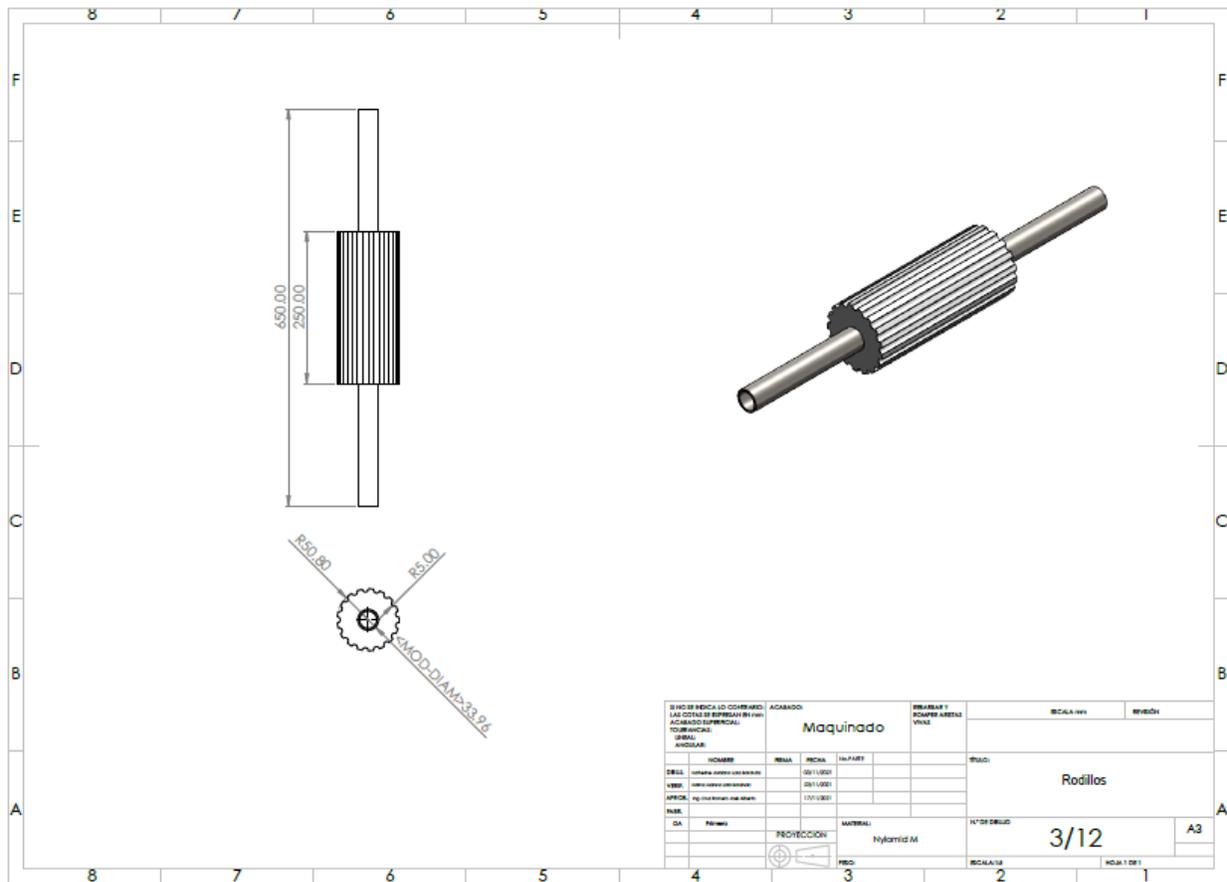


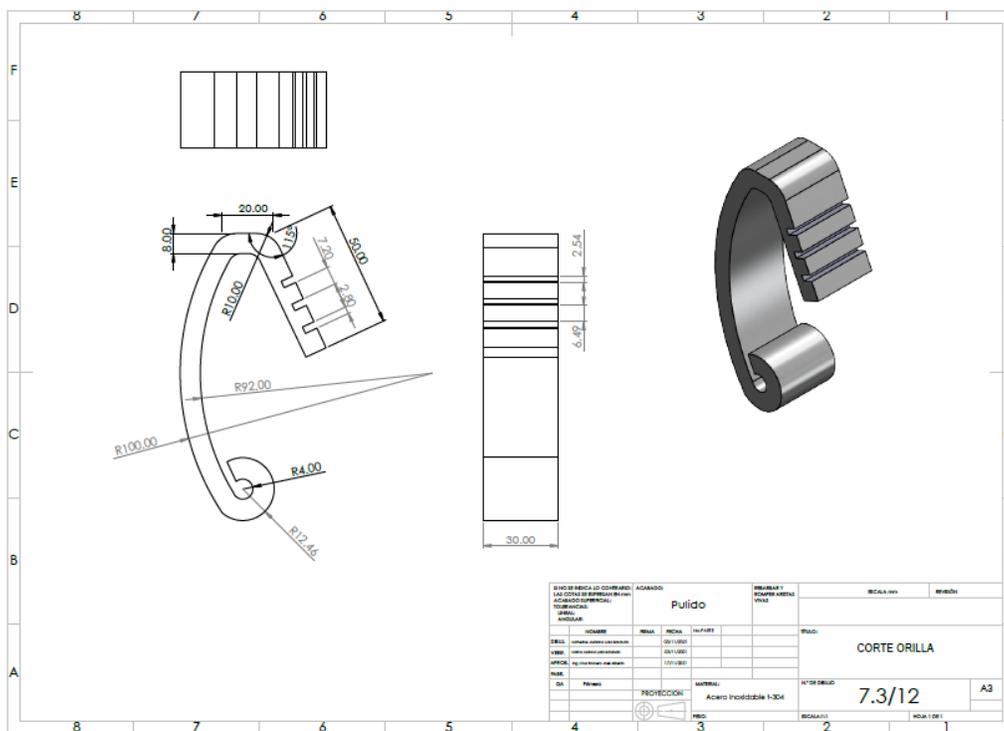
Imagen 44 Rodillo área de desespinado, (Elaboración propia)



3. **Corte orilla:** está conformado por una serie de elementos, los cuales se deben de manufacturar, ya que no se cuentan con piezas comerciales que tengan las características necesarias para el funcionamiento.

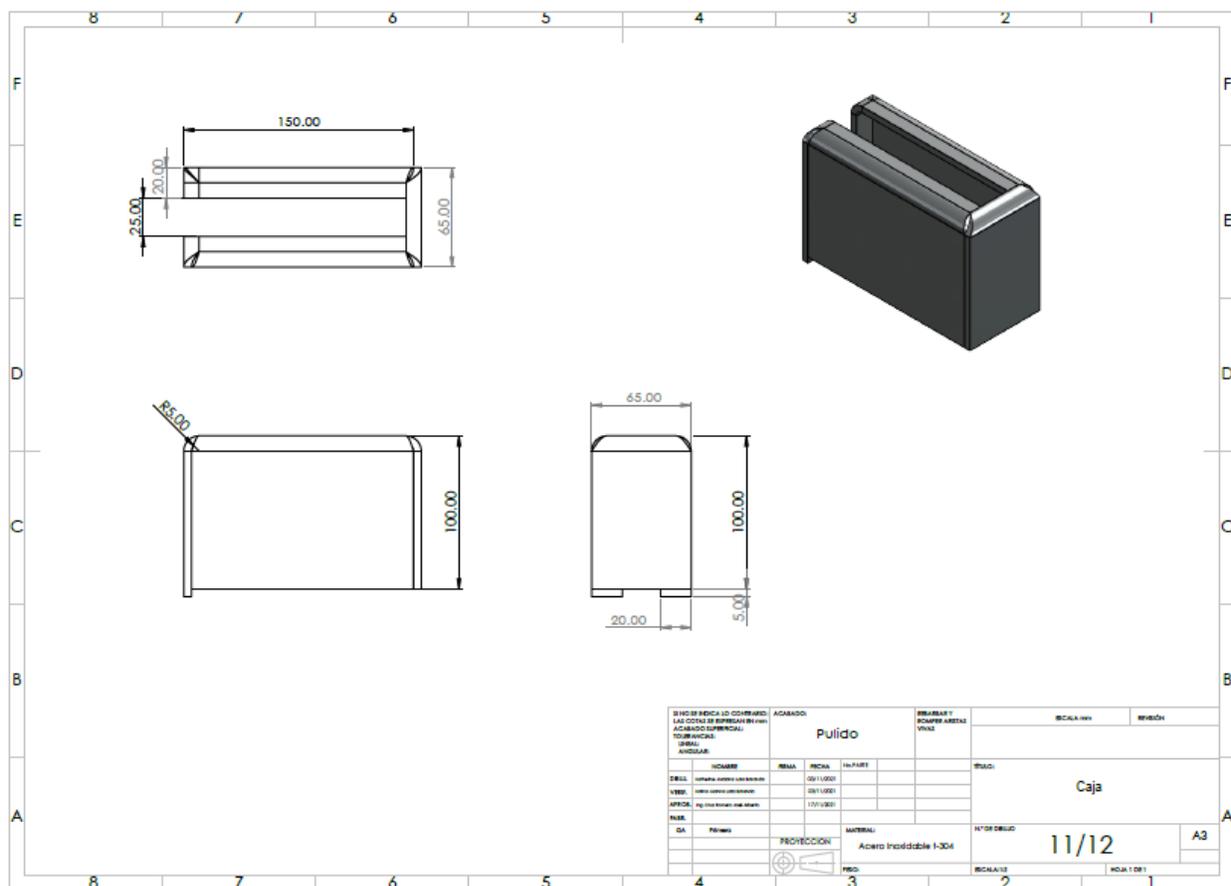
- Guía cuchillas

Imagen 48 Guía Cuchillas Corte Orilla, (Elaboración propia)



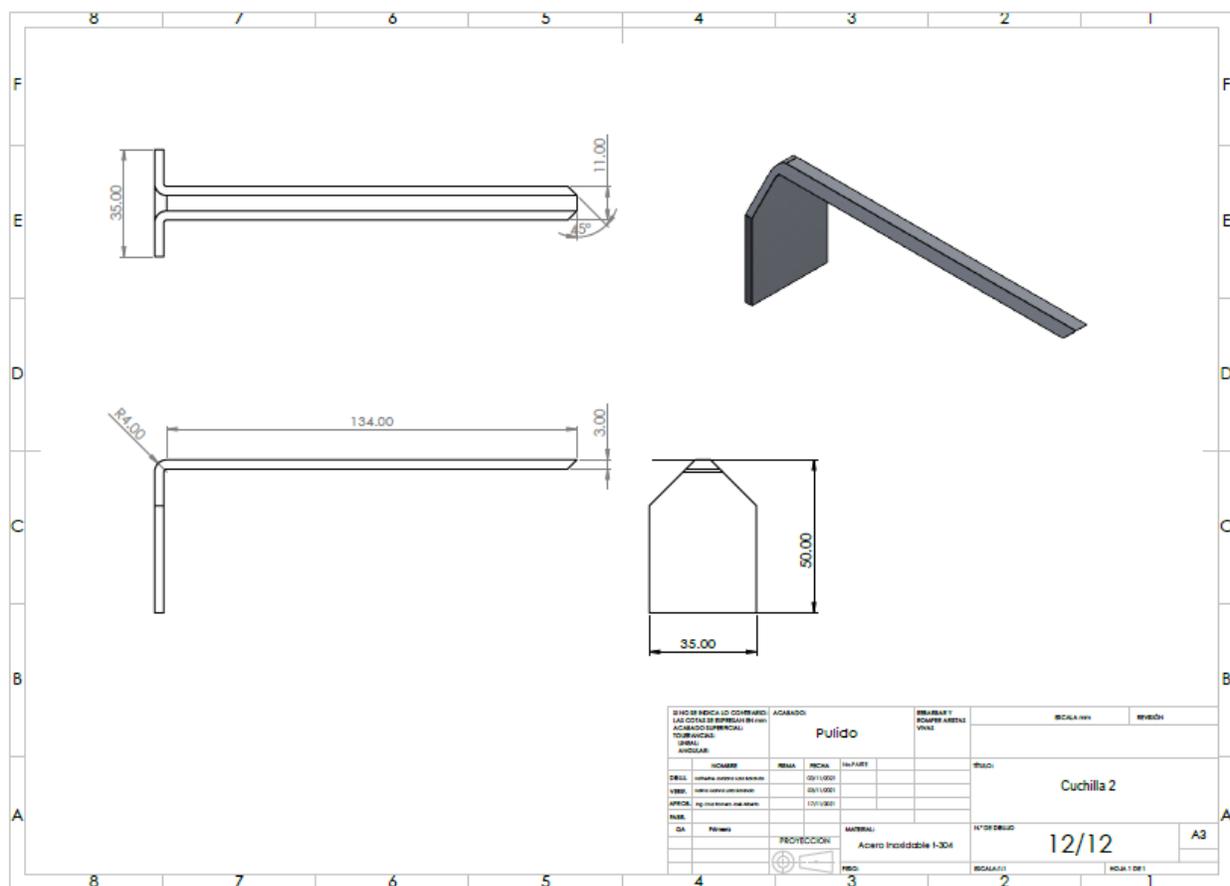
- Cuchilla

Imagen 50 Caja área de Desespinado, (Elaboración propia)



5. **Cuchilla 2:** elaborado a base de acero inoxidable, es un elemento que sirve para realizar el corte del tallo de nopal, básicamente es una navaja de acero inoxidable con filo por ambos lados para que el corte se realice de forma uniforme.

Imagen 51 Cuchilla 2 área de Desespinado, (Elaboración propia)



Elementos comerciales:

- Chumaceras de pared 1"
- Tubular - Cuadrado Cal.18
- Angulo 1X1/8
- Tornillería
- Poleas
- Motor 1hp

Área de corte

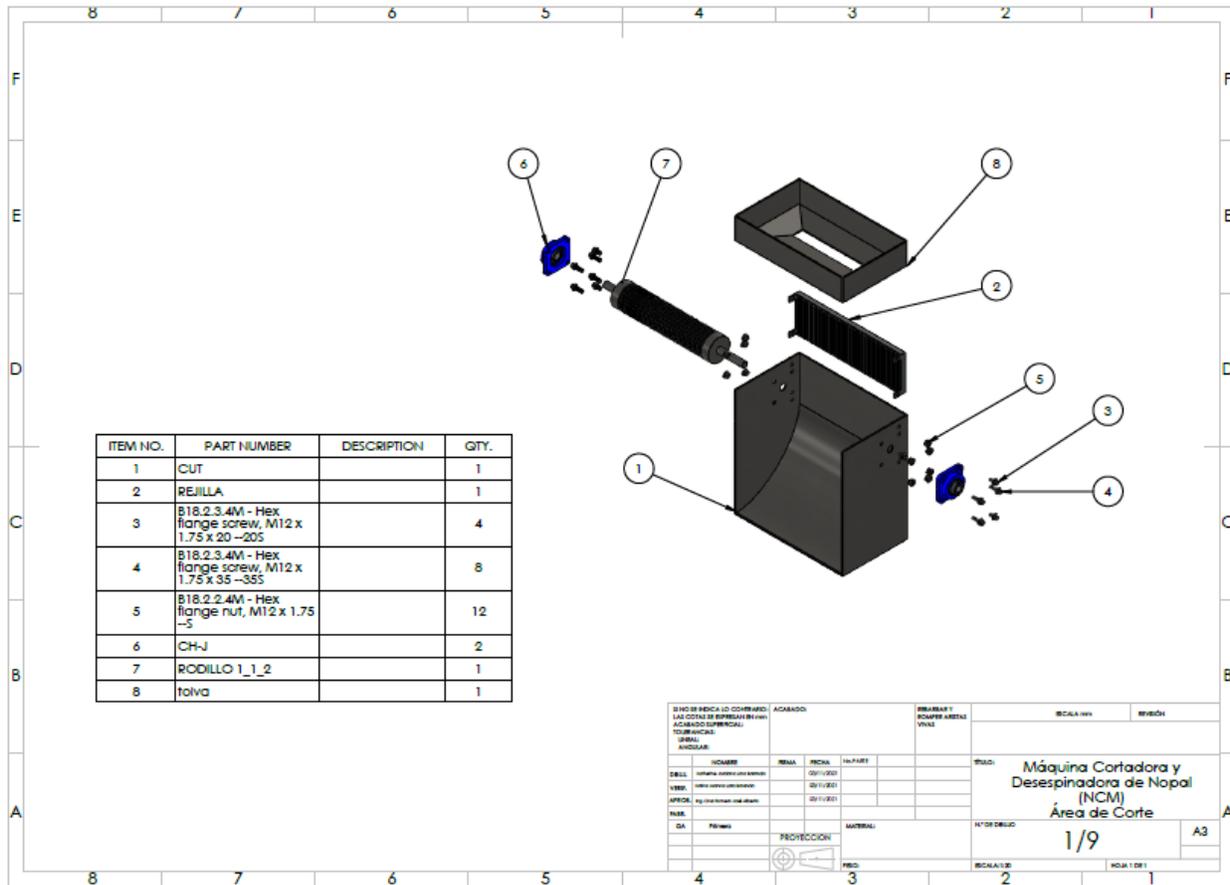
El área de corte se conforma por 8 elementos, de los cuales se dividen en comerciales y no comerciales, en los primeros se encuentra la tornillería y la chumacera, por otro lado, los de elaboración propia está conformado por la estructura, tolva, el rodillo y la rejilla.

El proceso de corte inicia al terminar el proceso de desespinando de orillas, el cual una vez “limpio” el nopal se introduce por la ranura ubicada en la parte inferior, y por medio del movimiento del rodillo y la rejilla cortara el vegetal, el cual pasara a un área de recolección. Ver anexo 6.

Cabe destacar que el prototipo se divide en dos partes, la cuales se pueden desmoldar y utilizar por separado si es que se desea realizar solo un proceso.

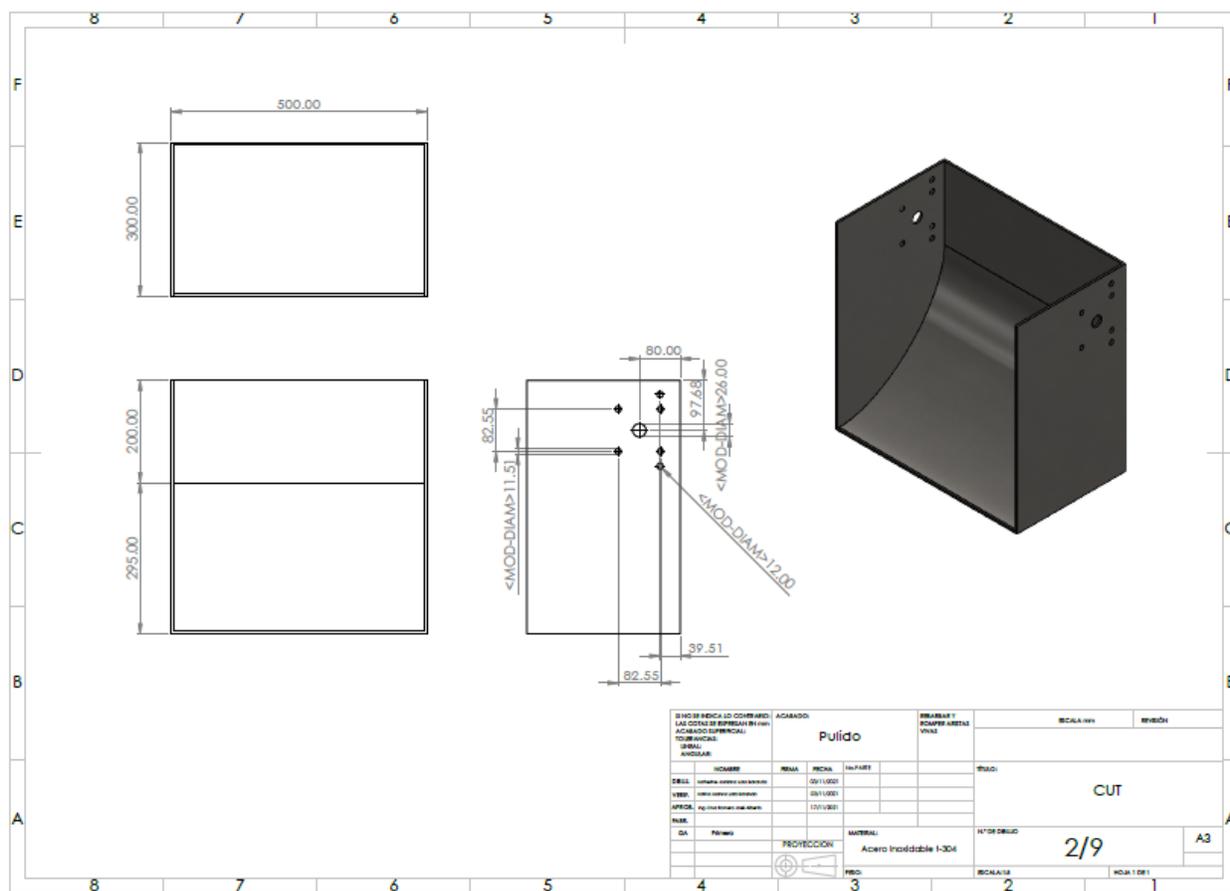
El área de corte del prototipo está conformado por los siguientes elementos:

Imagen 52 Despiece Área de Corte (Elaboración propia)



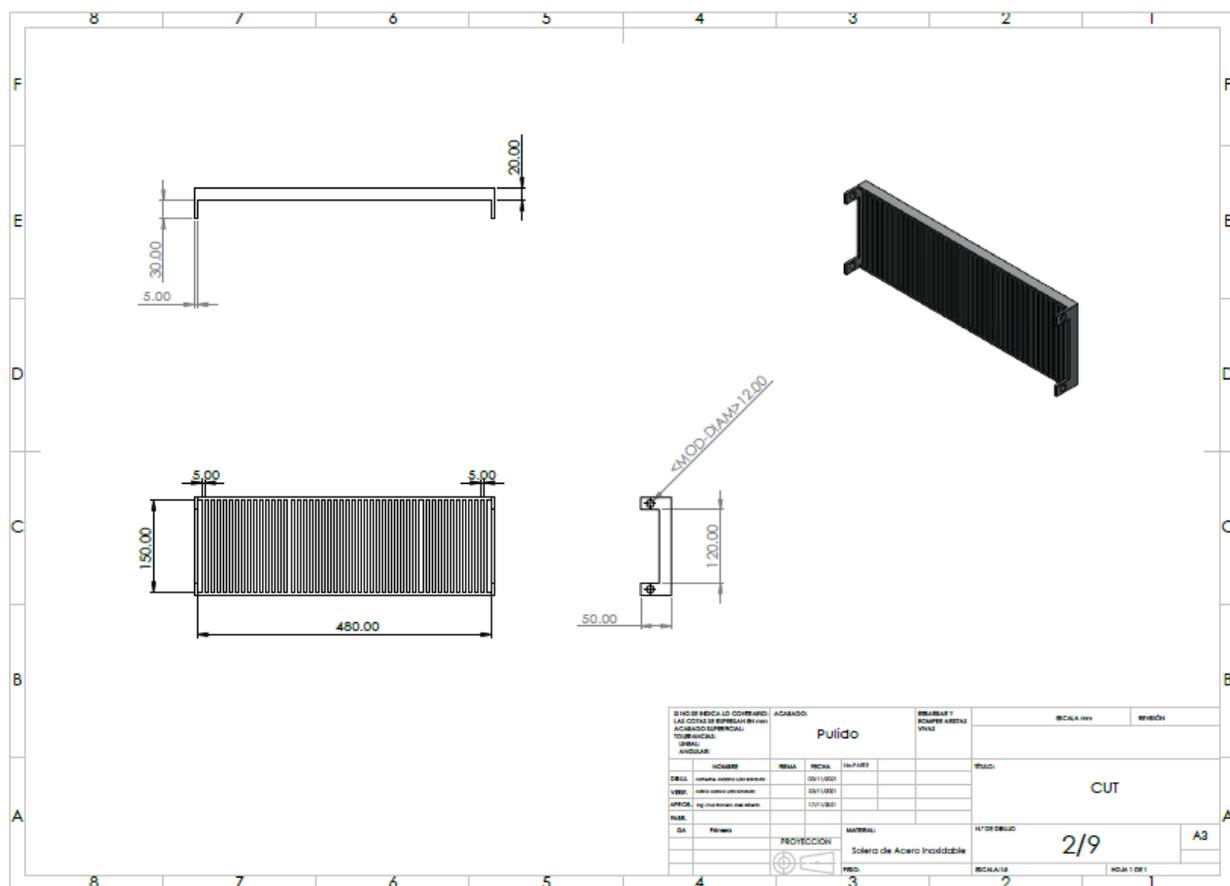
1. **Cut:** elaborada a base de acero inoxidable, se trata de la estructura de corte, la cual dará soporte a los elementos, en ella se encuentran orificios que permitirá atornillar las chumaceras y la rejilla.

Imagen 53 Cut área de Corte (Elaboración propia)



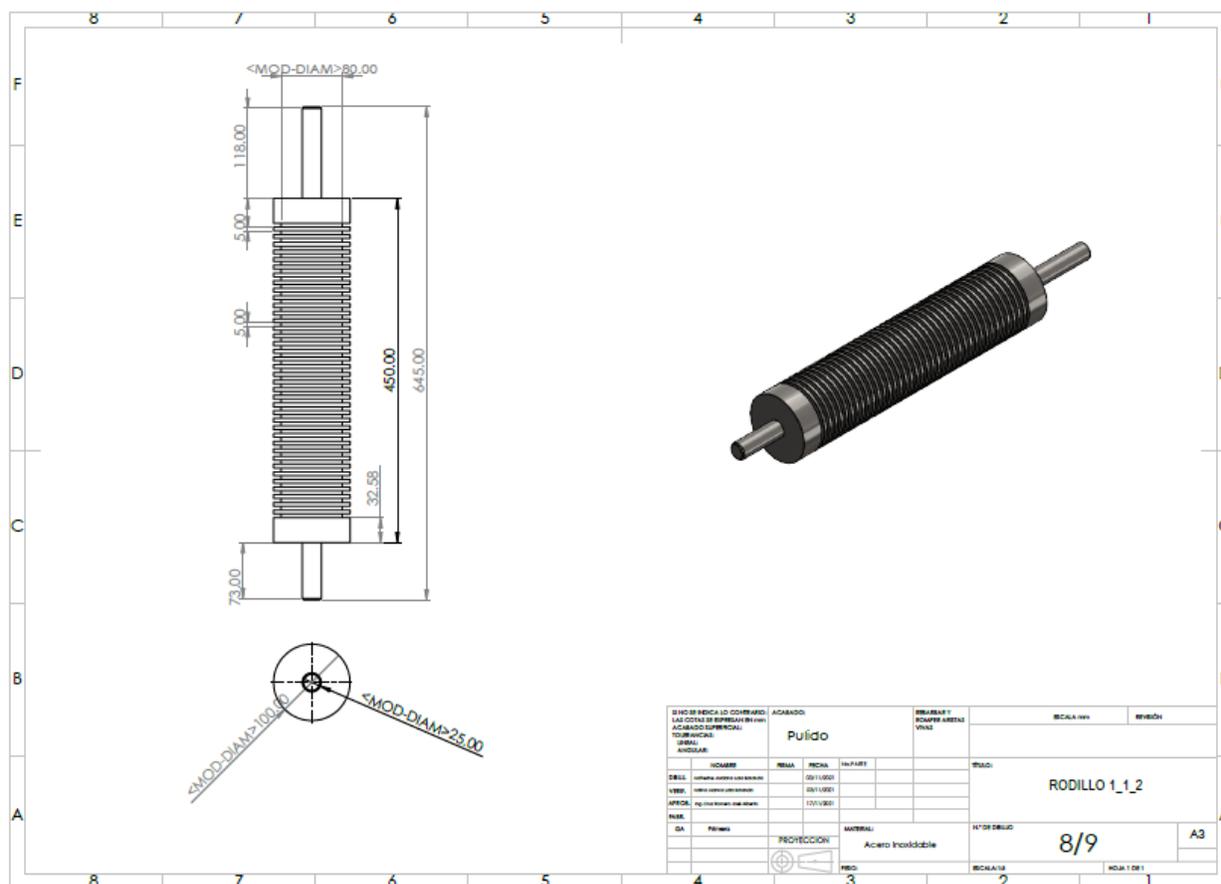
2. **Rejilla:** es un elemento que tiene ranuras a cierta distancia, la cual sirve como base para realizar el corte de nopal, ya que al estar en contacto con el rodillo hacen fricción y se realiza el corte en tiras del vegetal.

Imagen 54 Rejilla área de Corte, (Elaboración propia)



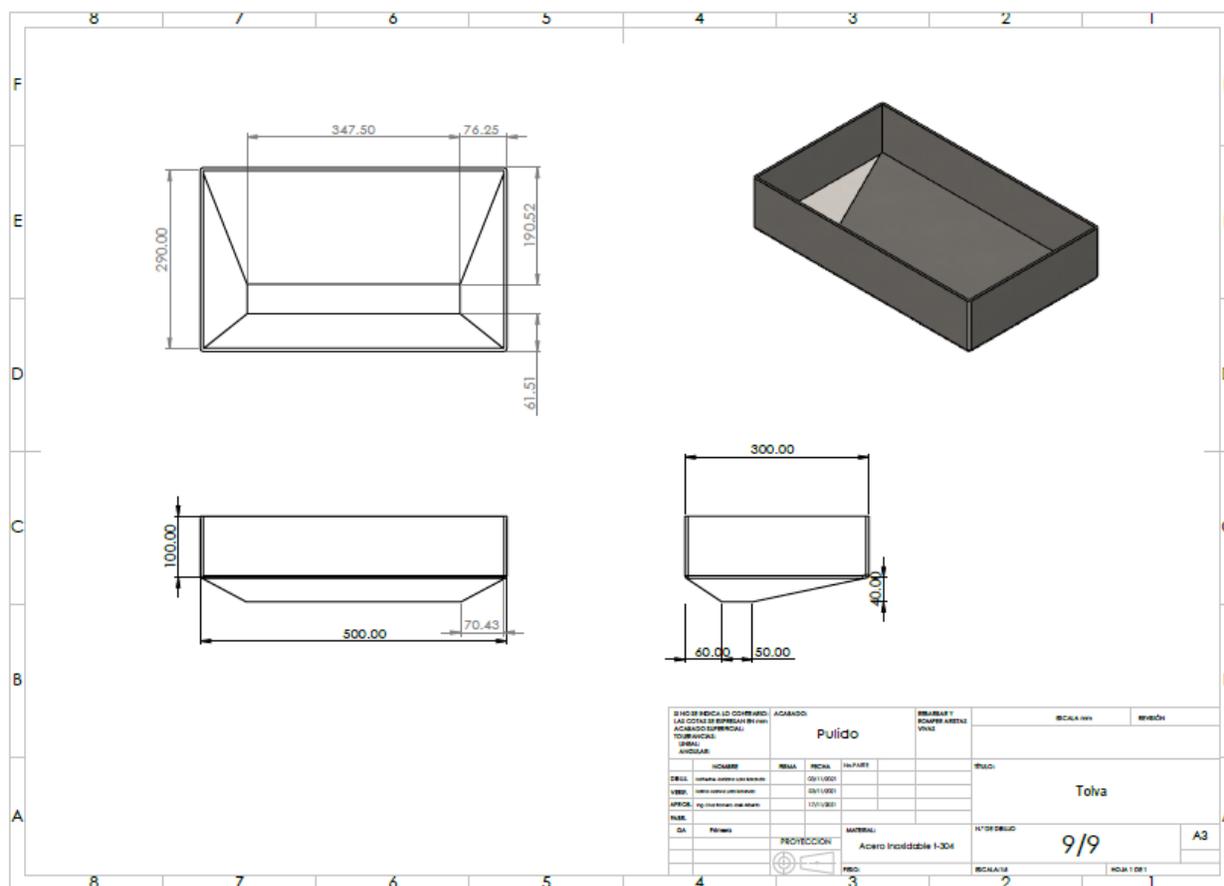
3. **Rodillo:** elaborado a base de acero inoxidable, es un maquinado que se realiza a través de muescas verticales separadas a cierta distancia, las cuales nos ayudaran a realizar el corte del nopal.

Imagen 55 Rodillo área de Corte, (Elaboración propia)



4. **Tolva:** elaborada a base de acero inoxidable, es una estructura la cual nos sirve para embonar la parte del módulo desespinaador y el corte, en este se encuentra un orificio el cual sirve como guía para que el nopal pase al siguiente proceso.

Imagen 56 Tolva área de Corte, (Elaboración propia)



Elementos comerciales:

- Chumaceras de pared 1"
- Tubular - Cuadrado Cal.18
- Angulo 1X1/8
- Tornillería
- Poleas
- Motor 1hp

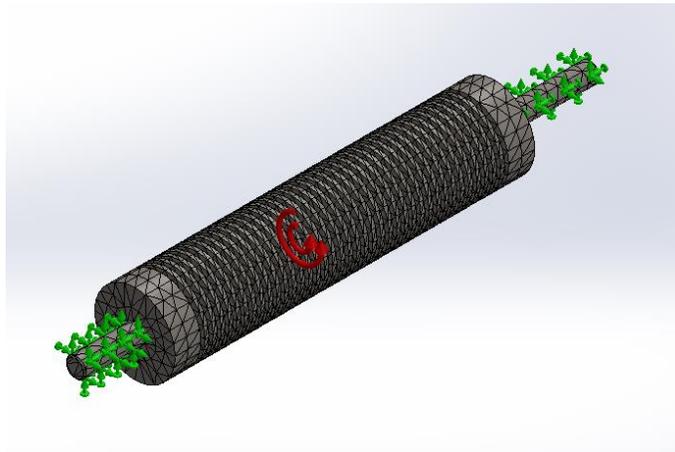
Análisis finito

Para sustentar la viabilidad y resistencia del material se procede a realizar el análisis finito de las piezas esenciales para el funcionamiento del prototipo.

Rodillo módulo de corte

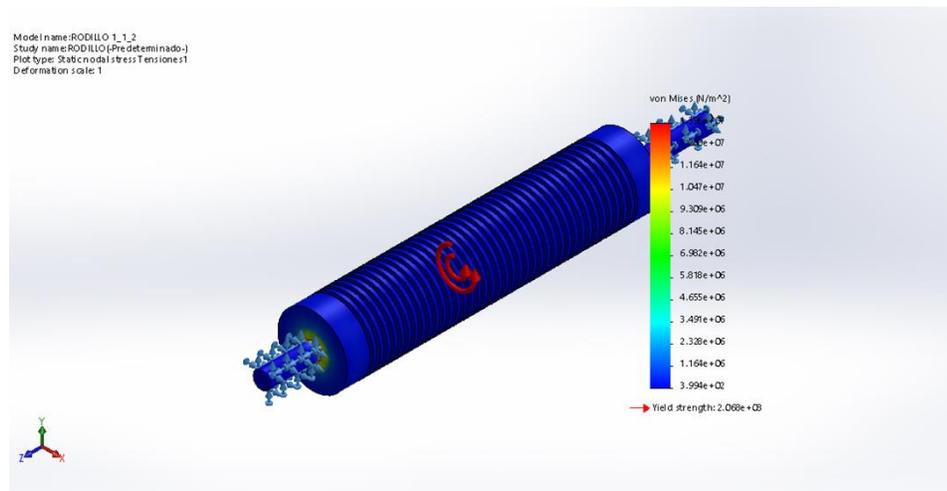
Tomando como referencia el Rodillo área de Corte (Ilustración 29), el cual posee las siguientes dimensiones: diámetro de 100 mm por 450 mm de altura, elaborado de acero inoxidable (AISI 304), cuenta con un módulo elástico de $1.9e + 11 \text{ N/m}^2$ y un coeficiente de Poisson de 0,29.

Imagen 57 Malla RODILLO 1_1_2 (Elaboración propia)



Mediante el análisis por elementos finitos se obtuvo como resultado que, al someterse a una carga centrífuga cuya velocidad angular es de -1725 rpm y su aceleración angular $-2.97563e + 06 \text{ rpm}^2$, la resistencia a la rotura del resultante del material es de $2.068e + 08 \text{ N/m}^2$. Por lo que se puede concluir que la pieza cuenta con un margen aceptable de seguridad estructural, o de rendimiento estructural, además, en la animación de la deformación de la pieza muestra un comportamiento estable. Ver anexo 8.

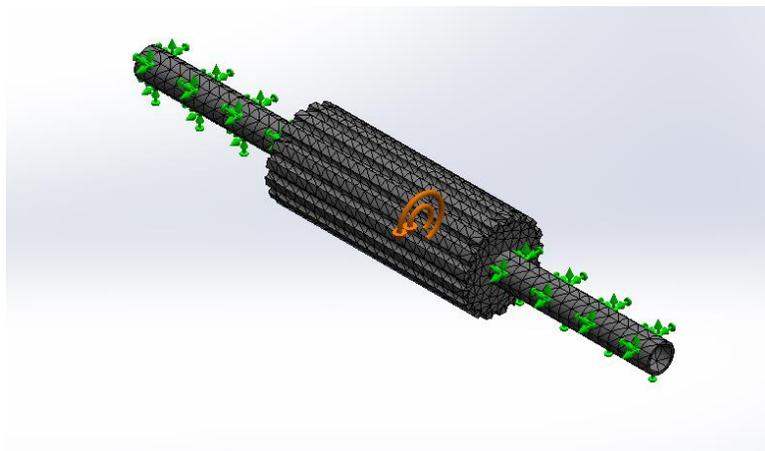
Imagen 58 Resultados Análisis de tensiones (Elaboración propia)



Rodillo módulo de desespinado

El Rodillo área de desespinado (Ilustración 18), está elaborado a base de Nylamid M (PA tipo 6), posee unas dimensiones de 50.80 mm de diámetro por 250 mm de altura, y posee un módulo elástico con valor de $2.62e+09$ N/m² y un coeficiente de Poisson de 0.34 .

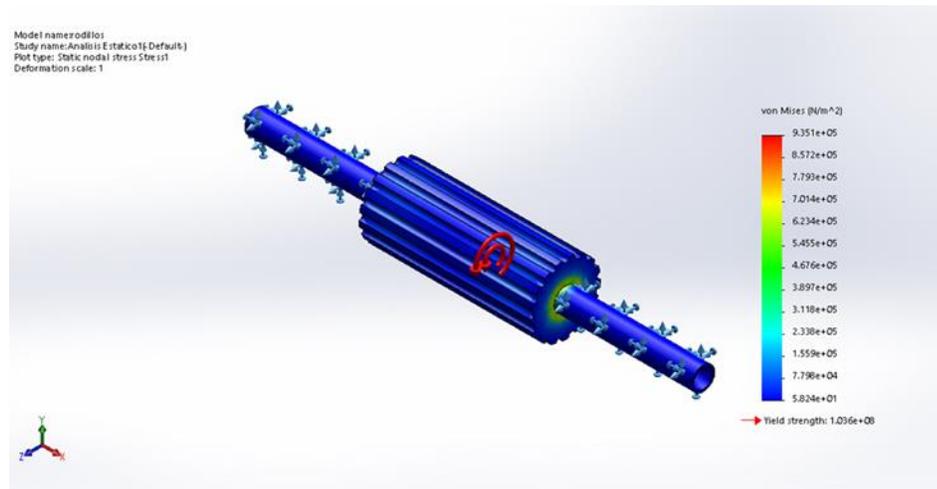
Imagen 59 Malla Rodillos (Elaboración propia)



Los resultados obtenidos mediante el análisis por elementos finitos indican que, aplicando una carga centrifuga cuya velocidad angular es de -1725 rpm y su aceleración angular $-2.97563e+06$ rpm², la resistencia a la rotura del resultante del material es de $1.036e+08$ N/m². Por lo que

se puede concluir que la pieza cuenta con un margen aceptable de seguridad estructural, o de rendimiento estructural, además, en la animación de la deformación de la pieza muestra un comportamiento estable. Ver anexo 9.

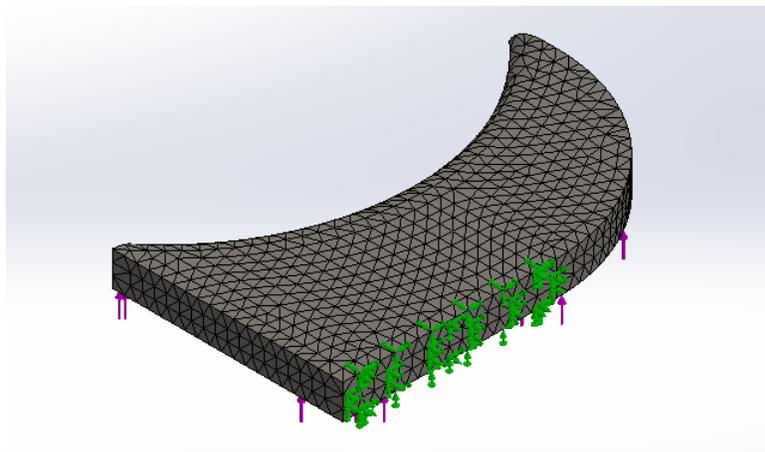
Imagen 60 Resultados Análisis de tensiones Rodillo (Elaboración propia)



Cuchilla cóncava área de desespinado

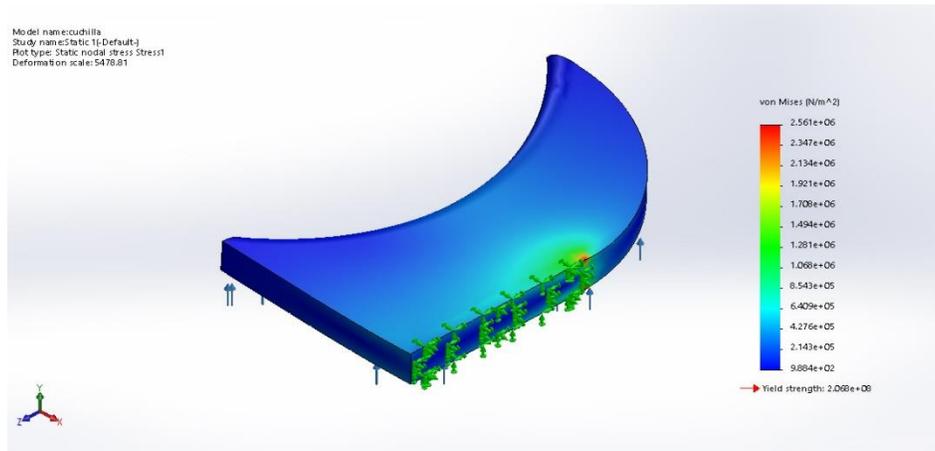
La cuchilla cóncava empleada en el área de desespinado para el corte de orillas del nopal (Ilustración 23), está elaborada a base de acero inoxidable (AISI 304), por lo que cuenta con un módulo elástico de $1.9e+11$ N/m² y un coeficiente de Poisson de 0.29.

Imagen 61 Malla Cuchilla cóncava (Elaboración propia)



Mediante el análisis por elementos finitos se obtuvo como resultado que, al someterse a una fuerza de 1N, la resistencia a la rotura del resultante del material es de $2.068e + 08 \text{ N/m}^2$. Por lo que se puede concluir que la pieza cuenta con un margen aceptable de seguridad estructural, o de rendimiento estructural, además, en la animación de la deformación de la pieza muestra un comportamiento estable. Ver anexo 10.

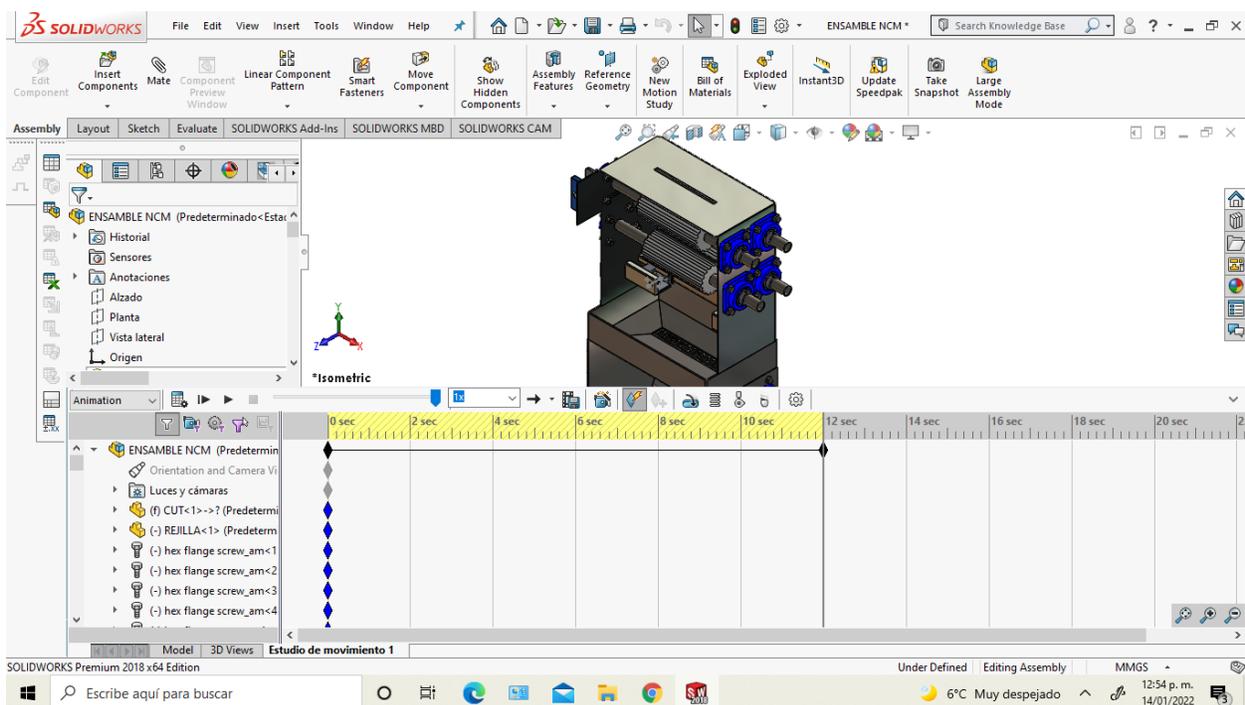
Imagen 62 Resultados Análisis de tensiones Cuchilla (Elaboración propia)



Análisis de movimientos

Para visualizar de manera más gráfica el funcionamiento del prototipo se realizó un análisis del movimiento, en el cual se puede visualizar el comportamiento de los rodillos y cuchillas que intervienen en el proceso.

Imagen 63 Análisis de movimientos prototipo (Elaboración propia)



Costo del prototipo

Tabla 4 Determinación del Costo Total, (Elaboración propia)

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Gastos Directos				
Material			\$	\$
es Nylamid M	1	Pza	2,665.00	2,665.00
		Pza	\$	\$
Acero Inoxidable T-304	2	(Lamina)	2,548.16	5,096.32
			\$	\$
Motoreductor	2	Pza	2,720.00	5,440.00
			\$	\$
Cableado	4	Metros	137.50	550.00
			\$	\$
Botones	3	Pza	200.00	600.00
			\$	\$
Chumacera De Pared 1"	6	Pza	323.00	1,938.00
			\$	\$
Cuadrado Pintado	2	Pza	299.00	598.00
			\$	\$
Disco Laminado 4 ½	2	Pza	65.00	130.00
			\$	\$
Angulo 1x1/8	2	Pza	215.00	430.00
			\$	\$
Disco De Corte 4 ½	4	Pza	15.00	60.00
			\$	\$
Tornillos	24	Pza	9.00	216.00
			\$	\$
Rondanas	24	Pza	5.00	120.00
			\$	\$
Soldadura	1	Kg	285.00	285.00
			\$	\$
Cuchillas De Repuesto - Rodillo	1	Pza	2,722.00	2,722.00
			\$	\$
Cuchillas Laterales	2	Pza	490.00	980.00
			\$	\$
Poleas	4	Pza	600.00	2,400.00
			\$	\$
Mano De Obra				
			\$	\$
Maquinados	1	Pesos	6,880.00	6,880.00

Cortes	1 Pesos	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Gastos Indirectos			
Transporte	Taxi	8 Pesos	\$ 180.00
			\$ 1,440.00
Comida	Comidas	5 Pesos	\$ 150.00
			\$ 750.00
Otros Gastos			\$2,000
Subtotal			\$ 35,300.32
Ganancia			\$ 19,428.86
TOTAL			\$ 54,729.18

Para determinar el costo total de la máquina, se tomaron en cuenta los costos directos e indirectos implicados en el proceso de diseño y construcción del prototipo, además de considerar un margen de ganancia o utilidad del 35.5%, dándonos como resultado que el costo total oscila a \$54,729.18

Construcción de prototipo

Para la construcción del prototipo cortadora y desespinaadora de nopal se siguió una serie de actividades, las cuales se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6 Proceso para la construcción del prototipo, (Elaboración propia)

<i>No. de actividad</i>	<i>Descripción</i>	<i>Imagen</i>
1	Compra de materiales: se realizó la cotización y compra de los distintos materiales a utilizar para la construcción del prototipo.	<p><i>Imagen 64 Materiales para construcción 1</i></p>  <p><i>Imagen 65 Materiales para construcción 2</i></p> 
2	Construcción estructura del cuerpo prototipo: se realizaron los cortes del tubular y del ángulo, posteriormente se soldó la estructura.	<p><i>Imagen 66 Cuerpo del prototipo</i></p> 

-
- 3 **Corte y barrenado de lámina:** se realizaron los cortes de la lámina con las dimensiones especificadas, posteriormente se pasó al barrenado de la misma.

Imagen 67 Corte y barrenado

-
- 4 **Maquinado de rodillo área de corte:** con ayuda del torno se realizó el maquinado del rodillo de corte, el cual tiene la función de cortar el nopal por medio de la rejilla, el rodillo cuenta con pequeñas separaciones de 0.5 cm que sirven de base para el rebanado.

Imagen 68 Maquinado rodillo de corte

-
- 5 **Elaboración de rejilla:** con ángulo se realizó un rectángulo de 40 x 20cm, en el cual a cada centímetro se le soldó una lámina de fleje para ir elaborando la rejilla de corte.

Imagen 69 Elaboración rejilla

-
- 6 **Ensamble área de corte:** ensamblar las láminas con ayuda de puntos de soldadura a la estructura, posteriormente colocar el rodillo y asegurar las chumaceras.

Imagen 70 Modulo de corte

-
- 7 **Corte de rodillos Nylamid:** dividir en 4 partes iguales el tubo de Nylamid y cortar. *Imagen 71 Corte de Nylamid*



-
- 8 **Maquinado rodillo de desespinado:** con ayuda del torno realizar el desgaste de la pieza en forma vertical, elaborando pequeñas ranuras por el contorno del cilindro de Nylamid *Imagen 72 Maquinado rodillo área de desespinado*



-
- 9 **Eje rodillo desespinado:** cortar el PTR a las dimensiones establecidas y ensamblar al rodillo previamente maquinado. *Imagen 73 Rodillos área de desespinado*



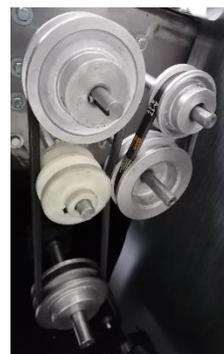
-
- 10 **Ensamble área de desespinado:** ensamblar las láminas previamente cortadas y barrenadas con ayuda de puntos de soldadura a la estructura, posteriormente colocar el rodillo, asegurar las chumaceras y colocar las poleas. *Imagen 74 Modulo de desespinado*



-
- 11 **Base de motor:** con ayuda del ángulo y tubular, se elaboró la estructura y con soldadura se aseguró la lámina que servirá como base para soportar el motor, el cual ira atornillado a la lámina.

Imagen 75 Estructura Motor

-
- 12 **Posicionamiento de bandas:** acoplar las bandas al motor y poleas con base al diseño propuesto.

Imagen 76 Mecanismo de bandas

-
- 13 **Pintura:** una vez armada la maquina se procede a pintar la estructura.

Imagen 77 Prototipo pintado

-
- 14 **Pruebas:** realizar las pruebas pertinentes con la materia prima (nopales) para verificar el funcionamiento de la máquina.

Imagen 78 Pruebas finales del prototipo

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La creación de un prototipo permite plasmar una idea en algo tangible, mediante la innovación y análisis del medio que nos rodea, se puede diseñar una herramienta que ayude a la mejora de un proceso enfocado a algún sector en específico.

La creación del prototipo desespina y cortadora de nopal, se desarrolló mediante la aplicación de diversos conocimientos adquiridos durante la formación académica, dando paso a la resolución de problemas e innovación de procesos.

La principal problemática encontrada fue lograr una eficiencia adecuada en el desespinado, ya que tanto en el diseño propuesto como en los prototipos existentes se necesita conocer las condiciones del nopal para lograr el óptimo funcionamiento, al realizar las pruebas se observó que el proceso es más eficiente cuando el nopal cumple con las siguientes características: el vegetal debe oscilar entre los 20 cm de largo y $\frac{1}{2}$ cm o menos de grosor, además que retira las espinas blancas y gruesas, deduciendo que se cumple un 70% el desespinado total del vegetal, sin embargo debido a las condiciones que se encuentra el nopal es apto para exportación, ya que no daña las caras y estructura del vegetal.

Es importante mencionar que la selección de materiales para la manufactura del prototipo es importante, debido que al elegir los materiales y mecanismos adecuados será mayor el costo-beneficio. Por tal motivo el mejor mecanismo a implementar es el uso de rodillos dentados, elaborados a base de Nylamid M, debido a la durabilidad del material y que dadas sus propiedades evita que el nopal cambie sus características físicas rápidamente. En el proceso de corte se optó por un mecanismo que ofrece flexibilidad y facilita el corte de la verdura sin importar el tamaño,

por lo que se implementó un rodillo de acero que al estar en contacto con el nopal logra su corte de forma rápida.

El objetivo del rediseño era reducir el costo de la maquinaria por lo que, al comparar los precios con los competidores ya existentes en el mercado, se logró una reducción del 40% del costo total, oscilando a un precio estimado de \$54,729.18.

Recomendaciones

Para garantizar el óptimo y correcto funcionamiento del prototipo es importante contemplar las condiciones que tenga el nopal, como primer punto es indispensable considerar las dimensiones estipuladas en la NMX-FF-068-SCFI-2006, donde menciona que la longitud máxima para que el vegetal pueda ser consumido es de 25.1 cm y como mínimo de 7 a 11 cm.

Sin embargo, el nopal debe estar tierno es decir que tenga la espina abultada y no esté cuerudo o que no tenga la cutícula gruesa, ya que conforme se va haciendo viejo la espina se esconde y al mismo tiempo la cutícula se hace muy gruesa, si no se cumple con estas características el proceso se ve afectado ocasionando que no se ejecute correctamente.

Por otro lado, para futuras mejoras se puede implementar el corte de las orillas con ayuda de cuchillas cóncavas que sirvan de guía para retirar las espinas de los costados, dichas navajas deben ser fabricadas de acero inoxidable debido a que está en contacto directo con el nopal. De igual manera implementar un sistema andón que ayude a visualizar el comportamiento del proceso y envíe una señal si llegase a existir algún problema de obstrucción cuando se esté ejecutando. Además de seguir trabajando en mejoras hacia el proceso de desespinado para lograr un resultado más satisfactorio.

REFERENCIAS

1. Calvo, M. (2012). Toxicología de los alimentos. En C. C. Martinez, *Toxicología de los alimentos*. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
2. Cisneros, S. (2020). *México desconocido*. Obtenido de México desconocido: https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.mexicodesconocido.com.mx%2Fno-pal-beneficios-y-caracteristicas.html%3Ffbclid%3DIwAR2O9qeBbMN08aQD2THPjKnjVhaS4h9nOdJwdp35-ihZKRCtqmxXnEhZ9K4&h=AT3nug0cfhPIA2zByEtSkZx_4gzUsCnJ8O7ACYEhU4t5c2FCkqpkPLaCquBU5jhV
3. CLR. (21 de Diciembre de 2021). *CLR Compañía Levantina de Reductores*. Obtenido de <https://clr.es/blog/es/todo-lo-que-debes-saber-sobre-los-motorreductores-y-sus-componentes/>
4. DIARIO OFICIAL. (1999). *REGLAMENTO de Control Sanitario de Productos y Servicios*.
5. Editors of CPi. (2008). *La Guía Completa sobre Instalaciones Eléctricas*. México: Cool Springs Press.
6. González, E. (23 de Julio de 2021). *esdesignbarcelona.com*. Obtenido de ESCUELA SUPERIOR DE DISEÑO DE BARCELONA: <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disenio-producto/aspectos-basicos-tener-en-cuenta-en-el-diseno-de-producto>
7. Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Mode*. México: Pearson Educación.
8. Isaza, J. P. (s.f.).
9. J. Chapman, S. (2012). *Máquinas Eléctricas*. México, D.F.: McGraw-Hill.
10. JERSA. (2020). *Diseño y fabricación de maquinaria para la industria de alimentos*. Obtenido de Mantenimiento y reparación de maquinaria:

<https://logismarketmx.cdnwm.com/ip/jersa-cortadora-de-nopales-cortadora-de-nopales-1386450.pdf>

11. *México desconocido*. (7 de Septiembre de 2018). Obtenido de México desconocido: <https://www.mexicodesconocido.com.mx/nopal-beneficios-y-caracteristicas.html>
12. MDSA. (2021). NYLAMID M – MECÁNICO – COLOR NATURAL HUESO. *Mar Industrial* , 2.
13. Montes Guzman, A. A. (01 de Diciembre de 2020). *blogspot*. Obtenido de <https://ang20el.blogspot.com/2020/12/ensambles-semipermanentes-y-permanentes.html>
14. MOTORYSA. (2021). Qué son las revoluciones por minuto en un motor.
15. Nopalli. (s.f.). *Nopalea*. Obtenido de giga.com: <https://giga.com/~mag/Desespinaadora.htm>
16. NORMA Oficial Mexicana. (2009). *NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios*.
17. NORMA Oficial Mexicana. (2019). *NOM-225-SCFI-2019, Seguridad de artículos de uso doméstico-Utensilios con recubrimiento antiadherente para la cocción de alimentos-Especificaciones y métodos de prueba*.
18. Soto Lara , J. F. (2014). *Soldadura MIG de acero inoxidable y aluminio. FMEC0210*. Cueva de Viera: IC Editorial.
19. Stanley Wolf, R. F. (1992). *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*. México: Pearson Educación.
20. Stanley Wolf, R. F. (1992). *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*. México: Pearson Educación.
21. Cisneros, S. (2020). *México desconocido*. Obtenido de México desconocido: <https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.mexicodesconocido.com.mx%2F%2Fnopal-beneficios-y-caracteristicas.html%3Ffbclid%3DIwAR2O9qeBbMN08aQD2THPjKnjVhaS4h9nOdJwdp35->

ihZKRCtqmxXnEhZ9K4&h=AT3nug0cfhPIA2zByEtSkZx_4gzUsCnJ8O7ACYEhU4t5c
2FCkqpkPLaCquBU5jhV

22. Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2013). *Elementos amovibles*. Madrid: Editex.
23. Gama Fuertes, M. d. (2007). *Biología 1 Un Enfoque Constructivista*. México: Pearson Educación.
24. González, E. (23 de Julio de 2021). *esdesignbarcelona.com*. Obtenido de ESCUELA SUPERIOR DE DISEÑO DE BARCELONA: <https://www.esdesignbarcelona.com/actualidad/disenio-producto/aspectos-basicos-tener-en-cuenta-en-el-disenio-de-producto>
25. JERSA. (2020). *Diseño y fabricación de maquinaria para la industria de alimentos*. Obtenido de Mantenimiento y reparación de maquinaria: <https://logismarketmx.cdnwm.com/ip/jersa-cortadora-de-nopales-cortadora-de-nopales-1386450.pdf>
26. Kosow, I. (1977). *Control de maquinas eléctricas*. Barcelona: Reverte.
27. *México desconocido*. (7 de Septiembre de 2018). Obtenido de México desconocido: <https://www.mexicodesconocido.com.mx/nopal-beneficios-y-caracteristicas.html>
28. Nopalito. (2009). Máquina descortezadora de nopal por medio de cuchillas y rodillos. México, Jalisco.
29. Nopalli . (S.F). *YUMPU*. Obtenido de Ficha tecnica Maquinas procesadoras de Nopal: <https://www.yumpu.com/es/document/read/17605428/ficha-tecnica-desespina-dora-de-nopal-bizcnet>
30. Nopalli. (s.f.). *Nopalea*. Obtenido de giga.com: <https://giga.com/~mag/Desespina-dora.htm>
31. Secretaria de Economía. (15 de Agosto de 2006). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de NMX-FF-068-SCFI-2006: <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2007/nmx-ff-068-scfi-2006.pdf>
32. Secretaría de Economía. (30 de Diciembre de 2015). *Gobierno de México*. Obtenido de ¿Qué es la Estandarización?: <https://www.gob.mx/se/articulos/que-es-la-estandariza>
33. Slideshare. (21 de Agosto de 2013). *Slideshare*. Obtenido de Unidad 4 Procesos de Ensamble: <https://es.slideshare.net/erikarojasjuan/unidad-4-procesos-de-ensamble>
34. ULPGC Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. (25 de Enero de 2022). *ULPGC* . Obtenido de <https://www.ulpgc.es/sprlyupr/trabajodepie>

35. Ulrich, K., & Eppinger, S. (2009). *Diseño y desarrollo de productos*. México: McGraw Hill.

ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica Nylamid M por MDSA

TABLA DE PROPIEDADES MECÁNICAS DEL NYLAMID M

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores	Unidades	Valores
Gravedad específica 23°C	D792	-	1.04	-	-
Resistencia a la tensión 23°C	D638	Psi	12,000	Kg/cm ²	844
Elongación a la ruptura a 23°C	D638	%	20	-	-
Resistencia a la flexión a 23°C	D790	Psi	16,000	Kg/cm ²	1,125
Modulo de elasticidad a la flexión 23°C	D790	Psi	500,000	Kg/cm ²	35,155
Resistencia a la compresión 10% de deformación 23°C	D695	Psi	15,000	Kg/cm ²	1,055
Modulo de elasticidad a la compresión 23°C	D695	Psi	400,000	Kg/cm ²	28,124
Dureza escala Shore D, 23°C	D2240	-	D85	-	-
Impacto Izod (con muesca) 23°C	D256	ft. Lb/in	0.4	cm.kg/cm	2.18
Coefficiente de fricción dinámico (en seco vs acero)	PTM55007	-	0.2	-	-

TABLA DE PROPIEDADES TÉRMICAS DE NYLAMID M

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores	Unidades	Valores
Coefficiente de expansión térmica lineal (de -40°C a 149°C)	E 831 (TMA)	In./in./°F	3.5 x 10 ⁻⁵	m/(m.K)	90x10 ⁻⁶
Temperatura de deflexión al calor (264 psi)	D648	°F	200	°C	93.3
Punto de fusión	D3418	°F	420	°C	215.5
Temperatura de servicio continuo en Aire (Máx.)	-	°F	200	°C	93.3
Conductividad térmica	F433	BTU in/hr	1.7	W/(K.m)	0.29

PROPIEDADES ELÉCTRICAS DEL NYLAMID M

Propiedades	Norma ASTM	Unidades	Valores
Resistencia dieléctrica, corto tiempo	D149	Volts/mil	500
Resistividad volumétrica	D257	Ohm-cm	>10 ¹³
Constante dieléctrica 10 ⁶	D150	-	3.7

Anexo 2 Ficha Técnica Acero Inoxidable por Carbón

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

* Son aceptables tolerancias de un 1%

Anexo 4 Ficha técnica Motorreductor por EED

1 HP				
RPM	RED	MODELO	BRIDA	F SERV
235	7.5	XDRV 50	C56	2.64
235	7.5	XDRV 63	C140	4.77
235	7.5	XDRV 63	C56	4.77
177	10	XDRV 50	C56	2.06
177	10	XDRV 63	C140	3.67
177	10	XDRV 63	C56	3.67
118	15	XDRV 50	C56	1.48
118	15	XDRV 63	C140	2.76
118	15	XDRV 63	C56	2.76
88	20	XDRV 50	C56	1.14
88	20	XDRV 63	C140	2.05
88	20	XDRV 63	C56	2.05
71	25	XDRV 63	C140	1.64
71	25	XDRV 75	C56	2.46
59	30	XDRV 63	C140	1.77
59	30	XDRV 63	C56	1.77
59	30	XDRV 75	C140	2.48
44	40	XDRV 63	C140	1.27
44	40	XDRV 63	C56	1.27
44	40	XDRV 75	C140	1.88
44	40	XDRV 75	AD C56	1.88
35	50	XDRV 75	C140	1.50
35	50	XDRV 75	AD C56	1.50
35	50	XDRV 90	C140	2.32
35	50	XDRV 90	AD C56	2.32
29	60	XDRV 75	C140	1.26
29	60	XDRV 75	AD C56	1.26
29	60	XDRV 90	C140	1.90
29	60	XDRV 90	AD C56	1.90
22	80	XDRV 90	C140	1.39
22	80	XDRV 90	AD C56	1.39
22	80	XDRV 110	C140	2.25
22	80	XDRV 110	AD C56	2.25
18	100	XDRV 90	C140	1.12
18	100	XDRV 110	C140	1.79
18	100	XDRV 110	AD C56	1.79

1.5 HP				
RPM	RED	MODELO	BRIDA	F SERV
235	7.5	XDRV 63	C140	3.18
235	7.5	XDRV 63	C56	3.18
176	10	XDRV 63	C140	2.45
176	10	XDRV 63	C56	2.45
117	15	XDRV 63	C140	1.84
117	15	XDRV 63	C56	1.84
117	15	XDRV 75	C140	2.57
117	15	XDRV 75	AD C56	2.57
88	20	XDRV 63	C140	1.37
88	20	XDRV 63	C56	1.37
88	20	XDRV 75	C140	2.10
88	20	XDRV 75	AD C56	2.10
70	25	XDRV 63	C140	1.09
70	25	XDRV 63	C56	1.09
70	25	XDRV 75	C140	1.64
70	25	XDRV 75	AD C56	1.64
59	30	XDRV 63	C140	1.18
59	30	XDRV 63	C56	1.18
59	30	XDRV 75	C140	1.65
59	30	XDRV 75	AD C56	1.65
44	40	XDRV 75	C140	1.25
44	40	XDRV 75	AD C56	1.25
44	40	XDRV 90	C140	1.97
44	40	XDRV 90	AD C56	1.97
35	50	XDRV 75	C140	1.00
35	50	XDRV 75	AD C56	1.00
35	50	XDRV 90	C140	1.55
35	50	XDRV 90	AD C56	1.55
29	60	XDRV 90	C140	1.27
29	60	XDRV 90	AD C56	1.27
29	60	XDRV 110	C140	2.13
29	60	XDRV 110	AD C56	2.13
22	80	XDRV 110	C140	1.50
22	80	XDRV 110	AD C56	1.50
18	100	XDRV 110	C140	1.19
18	100	XDRV 110	AD C56	1.19

Tabla 1

POTENCIAS MAXIMAS ADMISIBLES EN HP CON 1750 RPM DE ENTRADA A FACTOR DE SERVICIO 1						
Rel Red	TAMAÑO DEL REDUCTOR					
	40	50	63	75	90	110
7.5	1.51	2.64	4.77	6.81	10.56	17.48
10	1.16	2.06	3.67	5.45	8.56	14.36
15	0.80	1.48	2.76	3.86	6.86	10.86
20	0.61	1.14	2.05	3.15	5.19	8.10
25	0.50	0.90	1.64	2.46	5.19	6.90
30	0.53	0.96	1.77	2.40	4.31	6.53
40	0.39	0.70	1.27	1.88	2.95	4.81
50	0.31	0.57	1.01	1.50	2.32	3.93
60	0.25	0.47	0.86	1.26	1.90	3.19
80	0.19	0.38	0.66	0.97	1.39	2.25
100	0.15	0.28	0.57	0.80	1.12	1.79

Tabla 2

EFICIENCIA DINAMICA POR TAMAÑO Y REDUCCION						
Rel Red	TAMAÑO DEL REDUCTOR					
	40	50	63	75	90	110
7.5	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90
10	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89
15	0.82	0.82	0.83	0.85	0.86	0.86
20	0.78	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85
25	0.75	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84
30	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.79
40	0.65	0.67	0.70	0.72	0.75	0.78
50	0.62	0.63	0.66	0.69	0.72	0.75
60	0.58	0.59	0.62	0.65	0.68	0.72
80	0.52	0.53	0.57	0.60	0.63	0.67
100	0.47	0.49	0.51	0.55	0.59	0.63

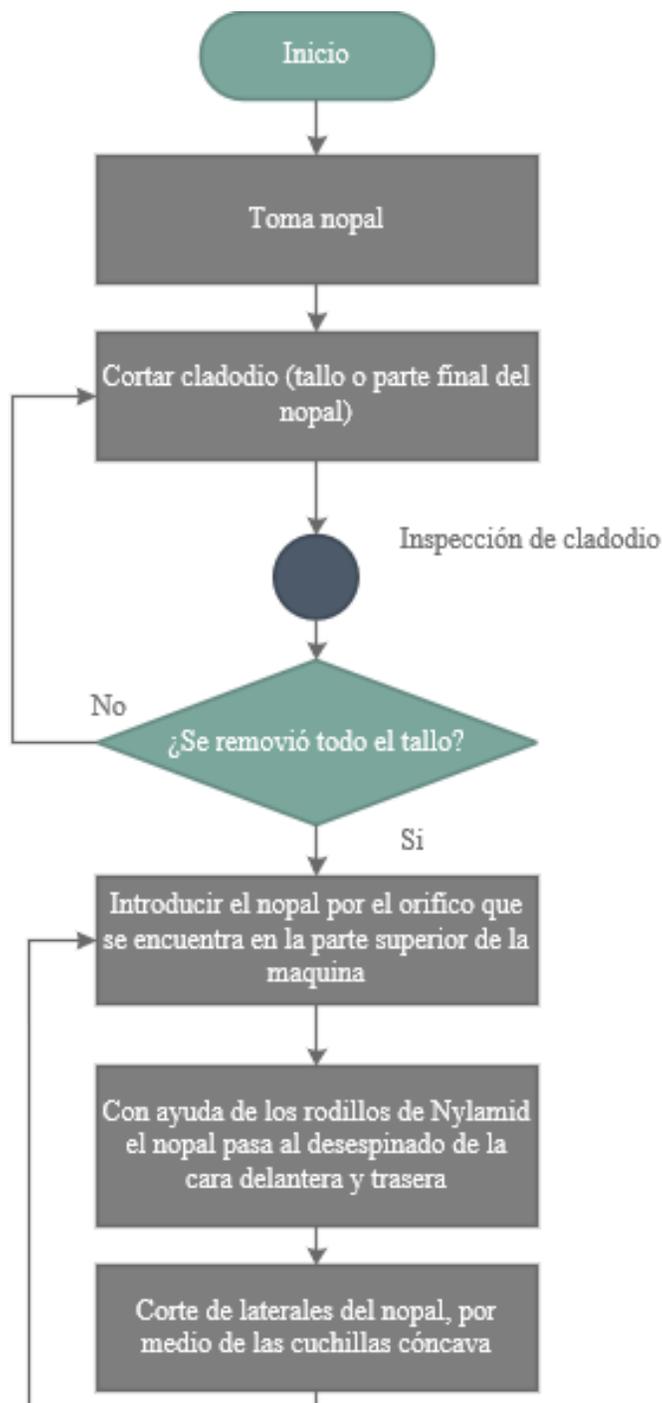
Tabla 3

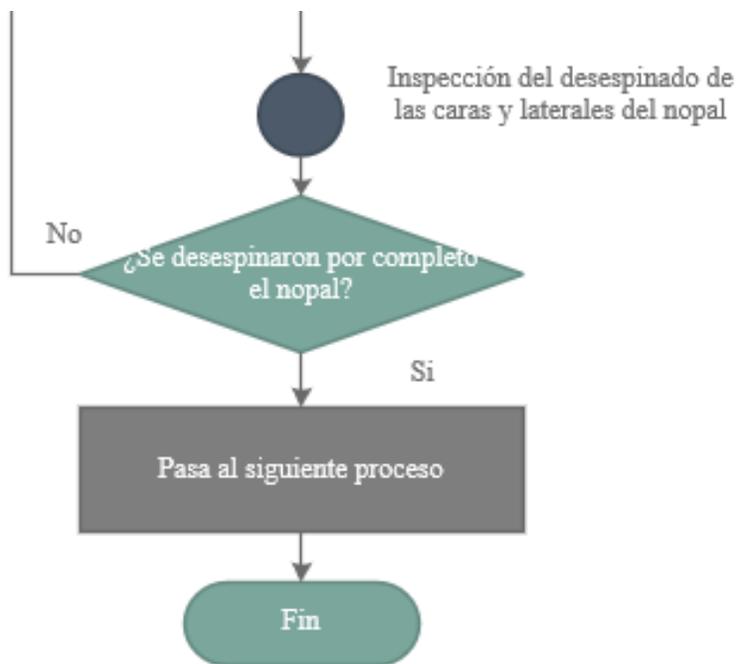
PAR O TORQUE MAXIMO ADMISIBLE EN kg-m A LA SALIDA CON FACTOR DE SERVICIO 1						
Rel Red	TAMAÑO DEL REDUCTOR					
	40	50	63	75	90	110
7.5	4.08	7.23	13.05	18.86	29.56	48.93
10	4.08	7.34	13.25	19.87	31.60	53.01
15	4.08	7.55	14.27	20.39	36.70	58.10
20	3.97	7.44	13.76	20.25	36.19	57.09
25	3.87	7.13	13.25	20.39	34.66	60.14
30	4.58	8.56	16.31	23.45	41.80	64.22
40	4.18	7.74	14.78	22.43	36.70	62.18
50	3.97	7.44	13.76	21.41	34.66	61.17
60	3.67	6.94	13.25	20.39	32.62	57.09
80	3.36	6.62	12.43	19.37	29.06	49.96
100	2.96	5.61	12.03	18.35	27.52	46.89

Tabla 4

CARGA RADIAL MAXIMA ADMISIBLE EN kg A LA SALIDA CON FACTOR DE SERVICIO 1						
Rel Red	TAMAÑO DEL REDUCTOR					
	40	50	63	75	90	110
7.5	116	169	212	252	289	356
10	128	186	234	277	318	391
15	146	213	267	317	364	448
20	161	234	294	348	400	492
25	173	253	317	376	432	531
30	185	269	338	400	460	566
40	202	295	370	439	505	620
50	218	318	400	474	544	669
60	233	339	426	504	580	712
80	255	372	467	553	636	781
100	273	397	499	591	680	835

Anexo 5 Diagrama de Proceso Área de Desespinado, Elaboración propia.

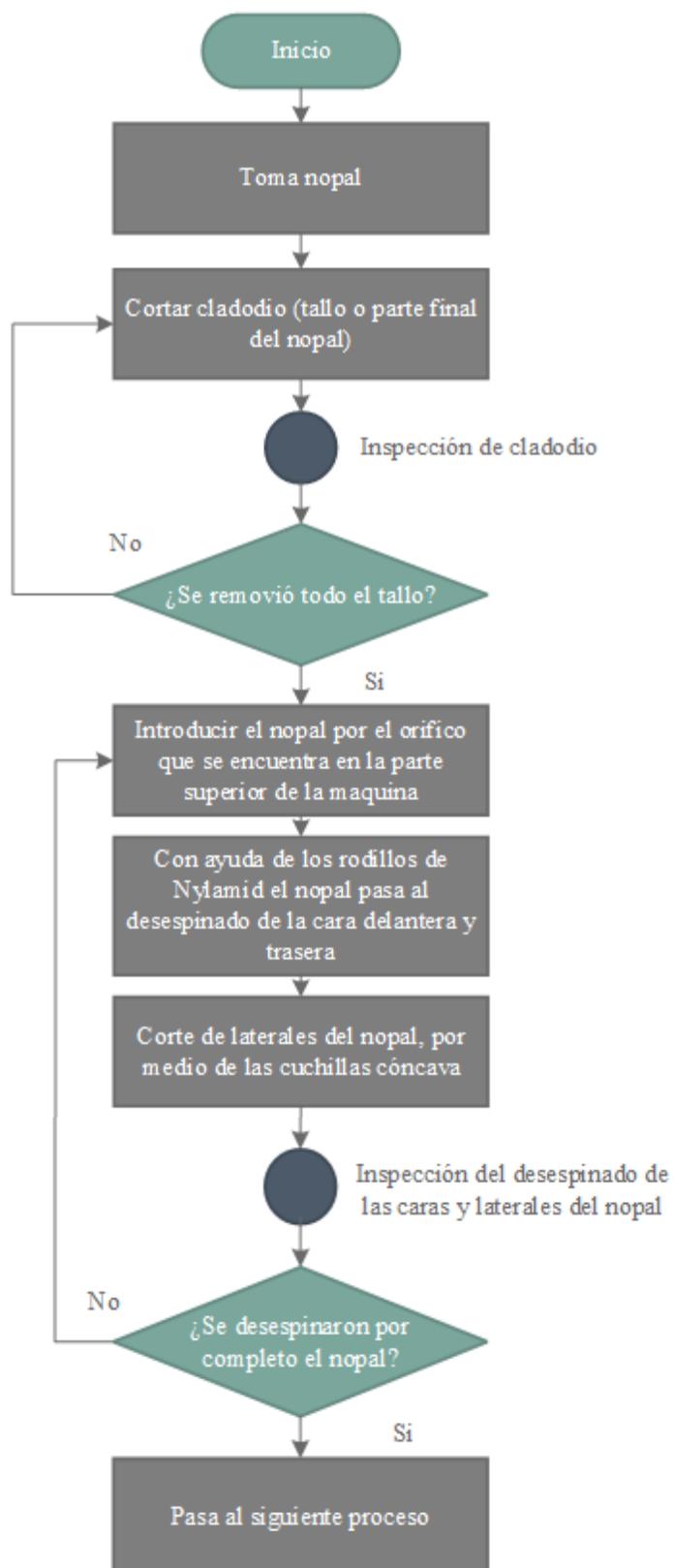


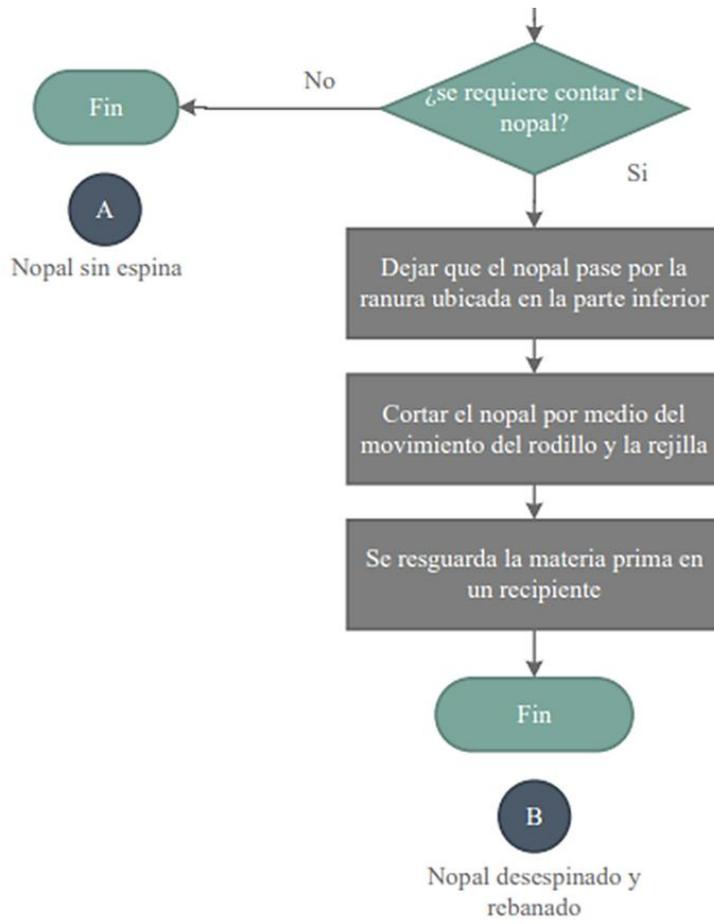


Anexo 6 Diagrama de Proceso Área de Corte, Elaboración propia.



Anexo 7 Diagrama de Proceso Desespinado y Corte, Elaboración propia.





Anexo 8 Análisis finito Rodillo Área de Corte, Elaboración propia.

Nopal Cut Machine



Simulation of RODILLO 1_1_2

Date: martes, 4 de enero de 2022
 Designer: Katherine Jordana Lara Baranda
 Study name: RODILLO
 Analysis type: Static

Table of Contents

Description	1
Assumptions	2
Model Information	2
Study Properties.....	3
Units	3
Material Properties	4
Loads and Fixtures	4
Connector Definitions	5
Contact Information	5
Mesh information.....	6
Sensor Details.....	7
Resultant Forces	7
Beams.....	8
Study Results	9
Conclusion.....	11

Description
 No Data

Assumptions

Model Information



Model name: RODILLO 1_1_2
Current Configuration: Predeterminado

Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Chaflán1 	Solid Body	Mass: 24.6269 kg Volume: 0.00307837 m ³ Density: 8000 kg/m ³ Weight: 241.344 N	C:\Users\Katherine\Downloads\RODILLO 1_1_2.SLDPRT Jan 4 18:48:35 2022

Study Properties

Study name	RODILLO
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	On
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (C:\Users\Katherine\Downloads)

Units

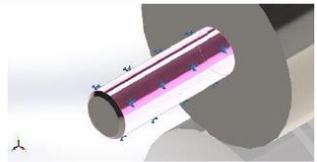
Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: AISI 304 Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 2.06807e+08 N/m ² Tensile strength: 5.17017e+08 N/m ² Elastic modulus: 1.9e+11 N/m ² Poisson's ratio: 0.29 Mass density: 8000 kg/m ³ Shear modulus: 7.5e+10 N/m ² Thermal expansion coefficient: 1.8e-05 /Kelvin	Sólido 1(Chaflán1)(RODILLO 1_1_2)
Curve Data: N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fijo-1		Entities: 2 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	-0.00120616	0.00189857	-4.29824e-05	0.00224972
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Centrifuga-1		Centrifugal, Ref: Face< 1 > Angular Velocity: -1725 rpm Angular Acceleration: -2.97563e+06 rpm ²

Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
04/01/2022**Mesh information**

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	1.45498 cm
Tolerance	0.072749 cm
Mesh Quality Plot	High

Mesh information - Details

Total Nodes	33548
Total Elements	19593
Maximum Aspect Ratio	7.0072
% of elements with Aspect Ratio < 3	92
% of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:08
Computer name:	

Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
04/01/2022

Sensor Details

No Data

Resultant Forces

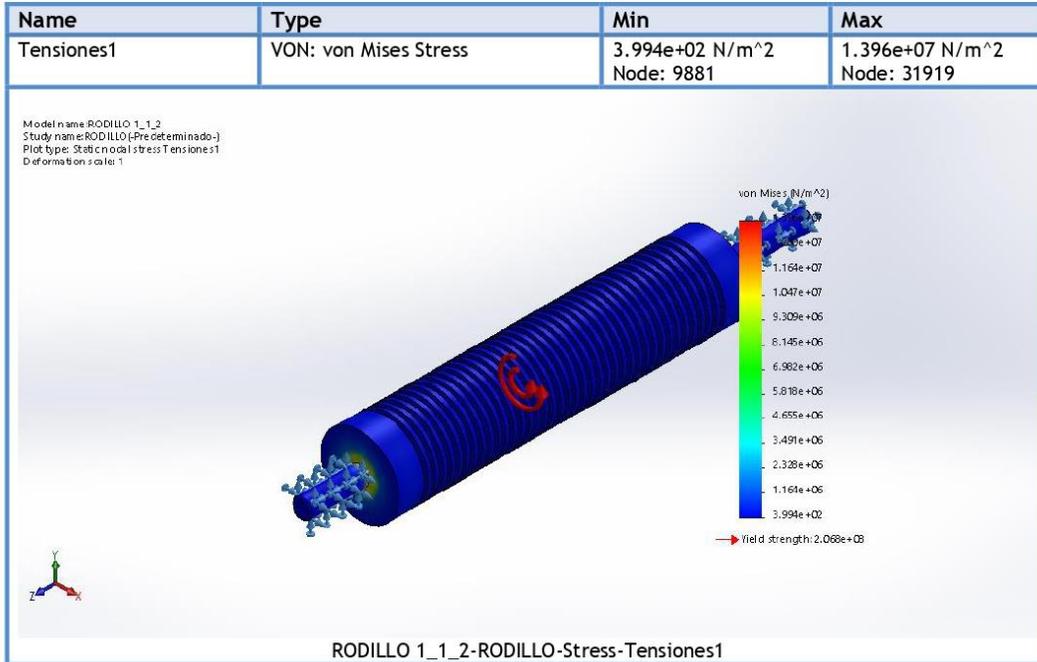
Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	-0.00120616	0.00189857	-4.29824e-05	0.00224972

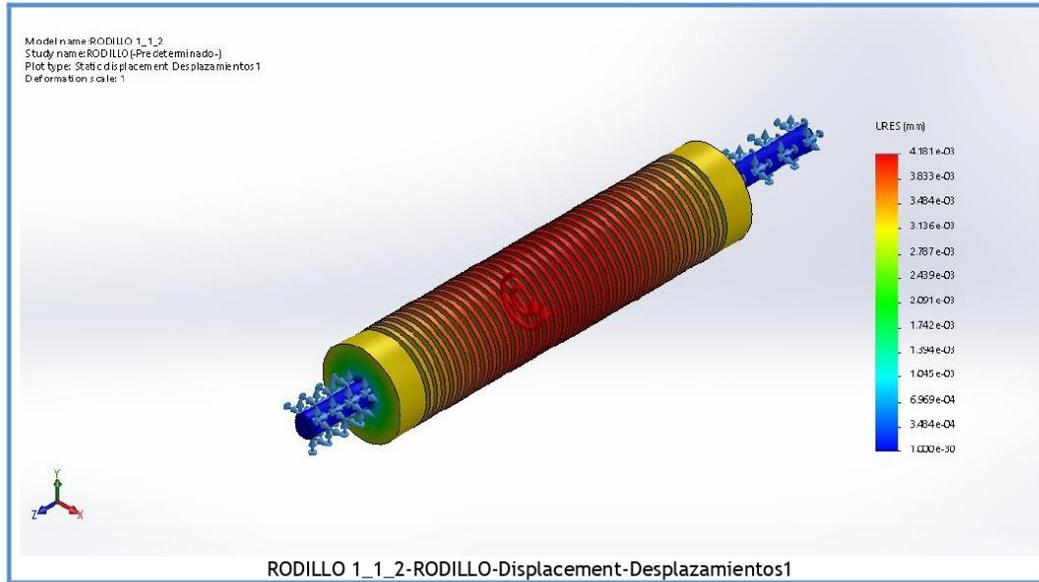
Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

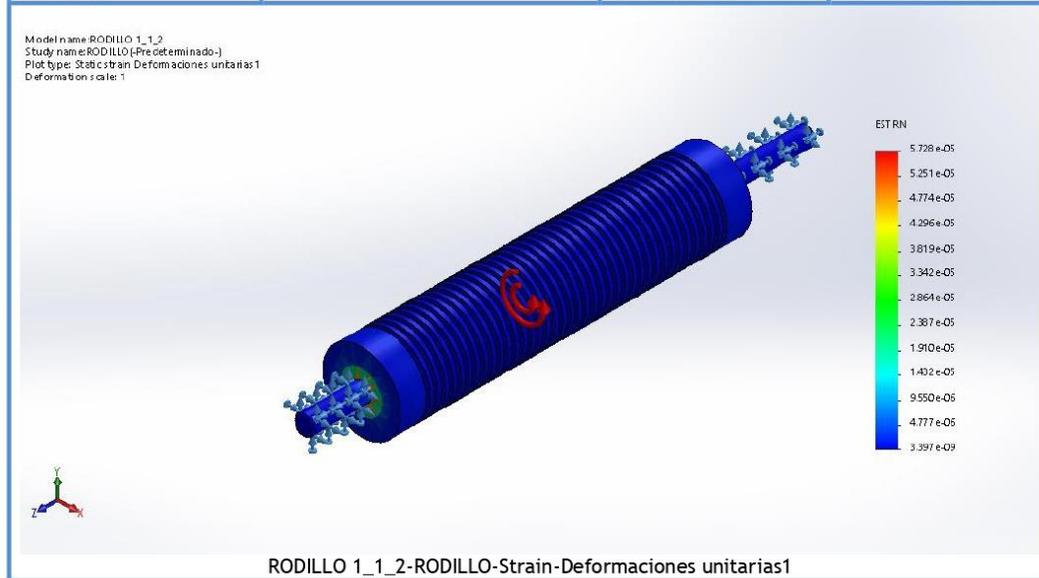
Study Results

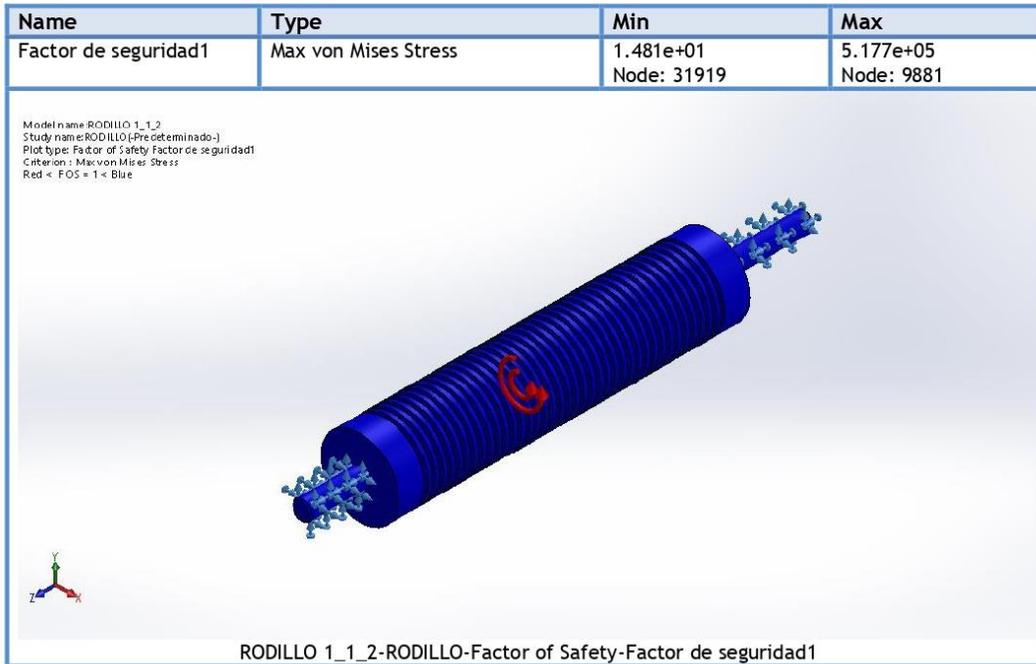


Name	Type	Min	Max
Desplazamientos1	URES: Resultant Displacement	0.000e+00 mm Node: 5	4.181e-03 mm Node: 1405



Name	Type	Min	Max
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Equivalent Strain	3.397e-09 Element: 253	5.728e-05 Element: 17319





Conclusion

Anexo 9 Análisis finito Rodillo Área de Desespinado, Elaboración propia.

Nopal Cut Machine



Description

No Data

Simulation of rodillos

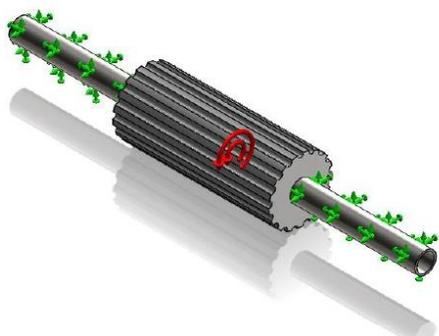
Date: lunes, 10 de enero de 2022
 Designer: Katherine Jordana Lara Baranda
 Study name: Analisis Estatico1
 Analysis type: Static

Table of Contents

Description	1
Assumptions	2
Model Information	2
Study Properties	3
Units	3
Material Properties	4
Loads and Fixtures	5
Connector Definitions	5
Contact Information	5
Mesh information	6
Sensor Details	7
Resultant Forces	7
Beams	8
Study Results	9
Conclusion	12

Assumptions

Model Information



Model name: rodillos
Current Configuration: Default

Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Boss-Extrude4 	Solid Body	Mass: 2.21696 kg Volume: 0.00197943 m ³ Density: 1120 kg/m ³ Weight: 21.7263 N	C:\Users\Katherine\Documents\Nopal Cut Machine Diseño\Diseño\rodillos.SLDPRT Jan 4 21:08:56 2022

Study Properties

Study name	Analisis Estatico1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	On
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (C:\Users\Katherine\Documents\Nopal Cut Machine Diseño\Diseño)

Units

Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

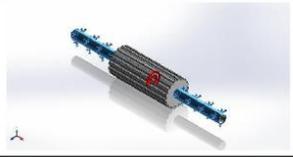
Nopal Cut Machine

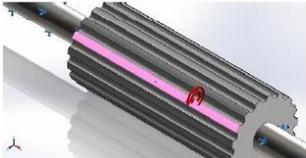
Katherine Jordana Lara Baranda
10/01/2022

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: PA Type 6 Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 1.03649e+08 N/m ² Tensile strength: 9e+07 N/m ² Elastic modulus: 2.62e+09 N/m ² Poisson's ratio: 0.34 Mass density: 1120 kg/m ³ Shear modulus: 9.704e+08 N/m ²	SolidBody 1 (Boss-Extrude4)(rodillos)
Curve Data: N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-2		Entities: 2 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	0.0015792	-0.00348552	0.000407701	0.00384824
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Centrifugal-1		Centrifugal, Ref: Face< 1 > Angular Velocity: -1725 rpm Angular Acceleration: -2.97563e+06 rpm^2

Connector Definitions

No Data

Contact Information

No Data

Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
10/01/2022**Mesh information**

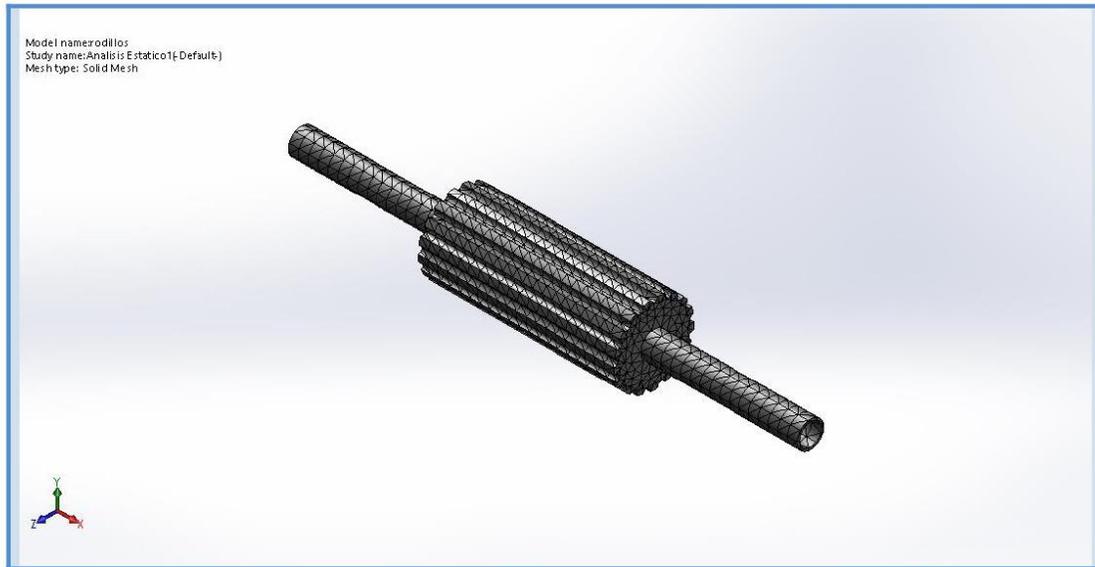
Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	12.5585 mm
Tolerance	0.627924 mm
Mesh Quality Plot	High

Mesh information - Details

Total Nodes	22416
Total Elements	14111
Maximum Aspect Ratio	7.2095
% of elements with Aspect Ratio < 3	87.9
% of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:04
Computer name:	

Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
10/01/2022



Sensor Details

No Data

Resultant Forces

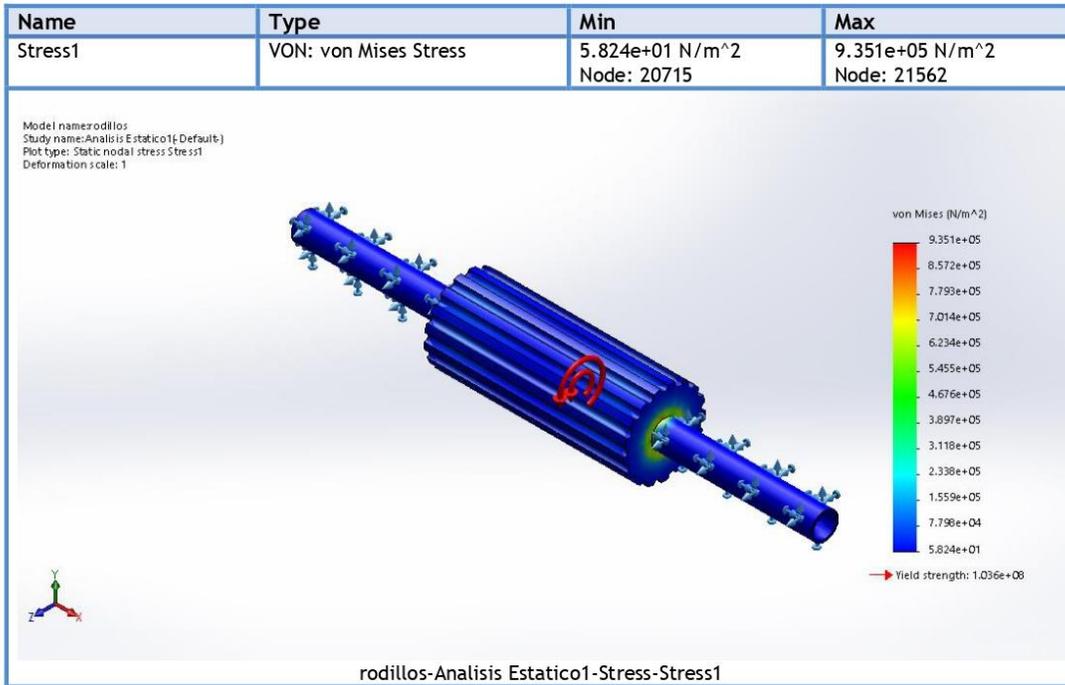
Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	0.0015792	-0.00348552	0.000407701	0.00384824

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

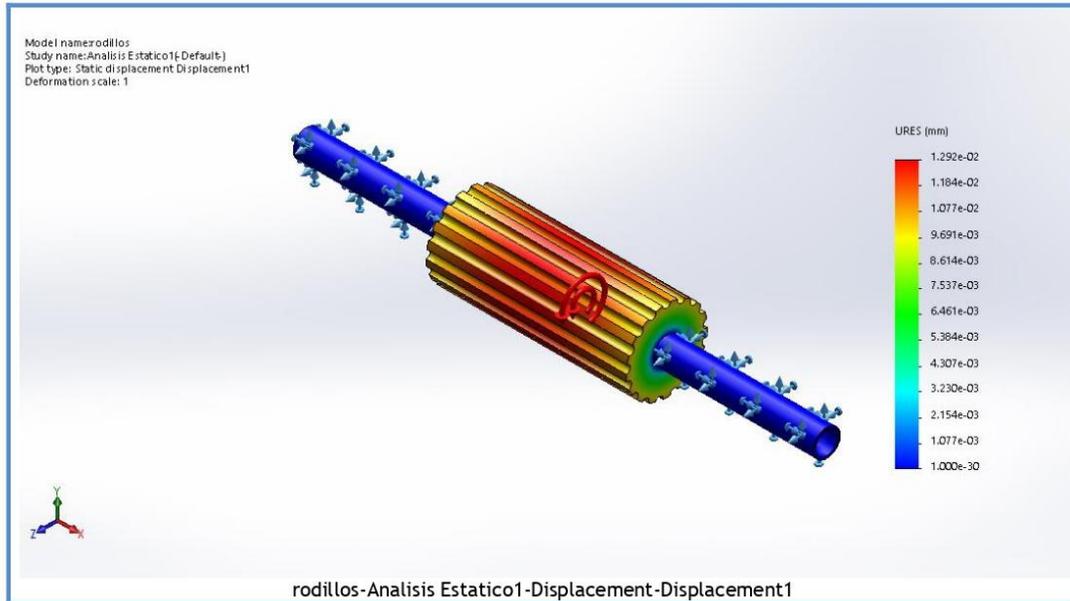
Study Results



Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000e+00 mm Node: 90	1.292e-02 mm Node: 715

Nopal Cut Machine

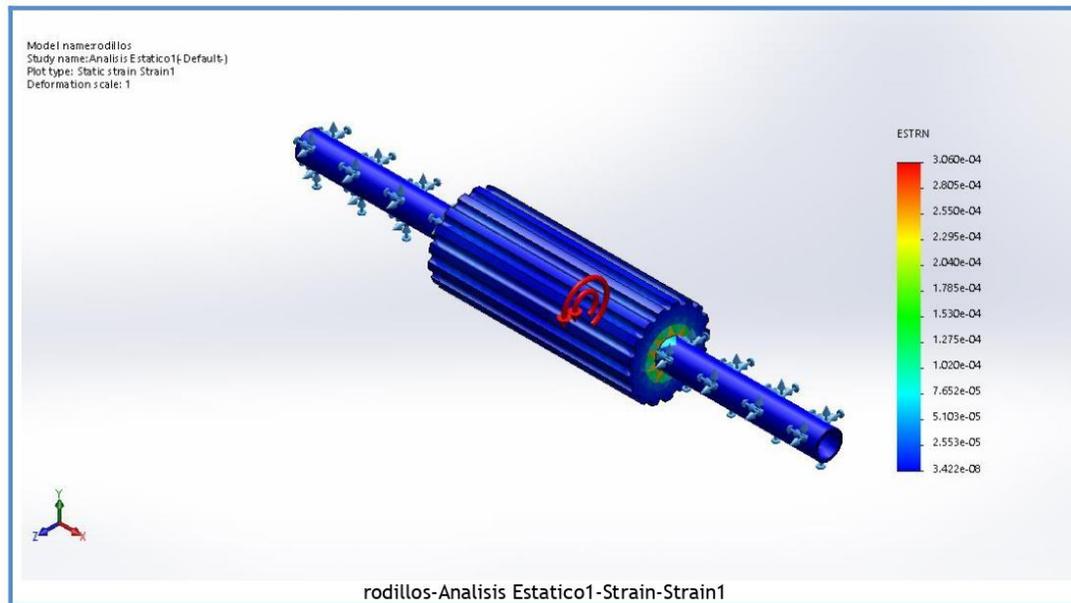
Katherine Jordana Lara Baranda
10/01/2022



Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	3.422e-08 Element: 11294	3.060e-04 Element: 2573

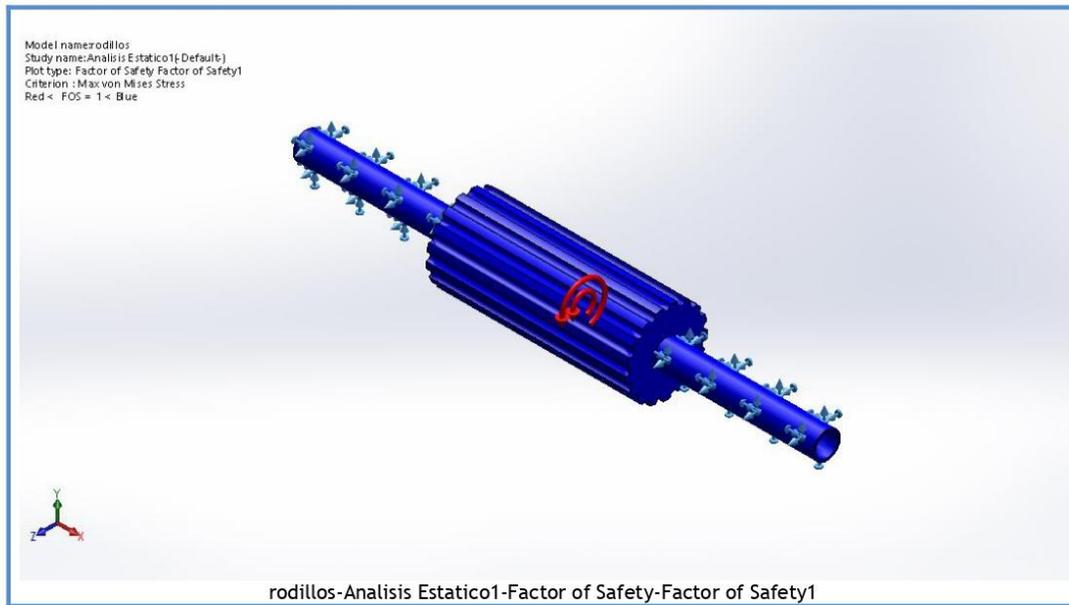
Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
10/01/2022



Name	Type	Min	Max
Factor of Safety1	Max von Mises Stress	1.108e+02 Node: 21562	1.780e+06 Node: 20715

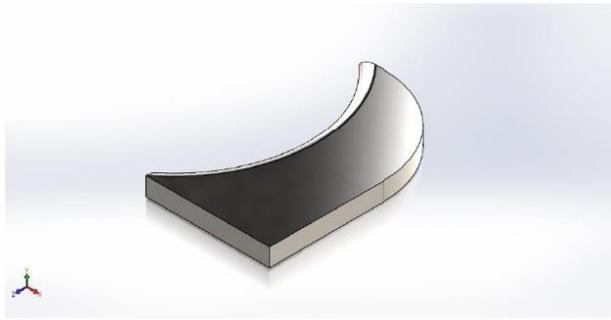
Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
10/01/2022

Conclusion

Anexo 10 Análisis Finito Cuchilla, Elaboración Propia.

Nopal Cut Machine



Description

No Data

Simulation of cuchilla

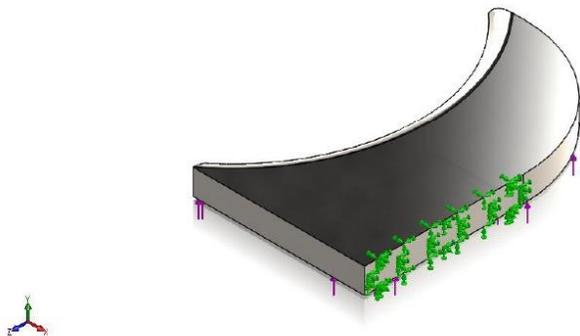
Date: miércoles, 12 de enero de 2022
 Designer: Katherine Jordana Lara Baranda
 Study name: Static 1
 Analysis type: Static

Table of Contents

Description	1
Assumptions	2
Model Information	2
Study Properties	3
Units	3
Material Properties	4
Loads and Fixtures	5
Connector Definitions	5
Contact Information.....	5
Mesh information	6
Sensor Details	7
Resultant Forces	7
Beams	8
Study Results.....	9
Conclusion	12

Assumptions

Model Information



Model name: cuchilla
Current Configuration: Default

Solid Bodies			
Document Name and Reference	Treated As	Volumetric Properties	Document Path/Date Modified
Cut-Extrude1 	Solid Body	Mass: 0.00916508 kg Volume: 1.14563e-06 m ³ Density: 8000 kg/m ³ Weight: 0.0898178 N	C:\Users\Katherine\Documents\Nopal Cut Machine Diseño\Diseño\cuchilla.SL DPRT Jan 12 16:43:07 2022

Study Properties

Study name	Static 1
Analysis type	Static
Mesh type	Solid Mesh
Thermal Effect:	On
Thermal option	Include temperature loads
Zero strain temperature	298 Kelvin
Include fluid pressure effects from SOLIDWORKS Flow Simulation	Off
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Incompatible bonding options	Automatic
Large displacement	Off
Compute free body forces	On
Friction	Off
Use Adaptive Method:	Off
Result folder	SOLIDWORKS document (C:\Users\Katherine\Documents\Nopal Cut Machine Diseño\Diseño)

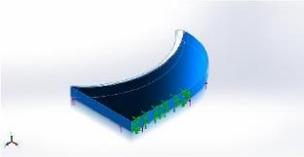
Units

Unit system:	SI (MKS)
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	Rad/sec
Pressure/Stress	N/m ²

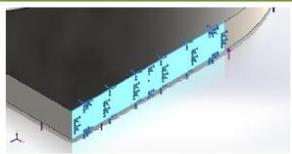
Nopal Cut Machine

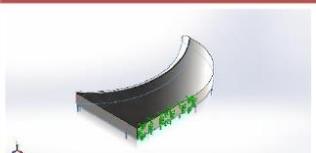
Katherine Jordana Lara Baranda
12/01/2022

Material Properties

Model Reference	Properties	Components
	Name: AISI 304 Model type: Linear Elastic Isotropic Default failure criterion: Unknown Yield strength: 2.06807e+08 N/m ² Tensile strength: 5.17017e+08 N/m ² Elastic modulus: 1.9e+11 N/m ² Poisson's ratio: 0.29 Mass density: 8000 kg/m ³ Shear modulus: 7.5e+10 N/m ² Thermal expansion coefficient: 1.8e-05 /Kelvin	SolidBody 1(Cut-Extrude1)(cuchilla)
Curve Data:N/A		

Loads and Fixtures

Fixture name	Fixture Image	Fixture Details		
Fixed-1		Entities: 2 edge(s), 1 face(s) Type: Fixed Geometry		
Resultant Forces				
Components	X	Y	Z	Resultant
Reaction force(N)	7.15256e-07	-2	1.43982e-05	2
Reaction Moment(N.m)	0	0	0	0

Load name	Load Image	Load Details
Force-1		Entities: 2 face(s) Reference: Edge< 1 > Type: Apply force Values: ---, ---, 1 N

Connector Definitions

No Data

Contact Information

No Data

Nopal Cut Machine

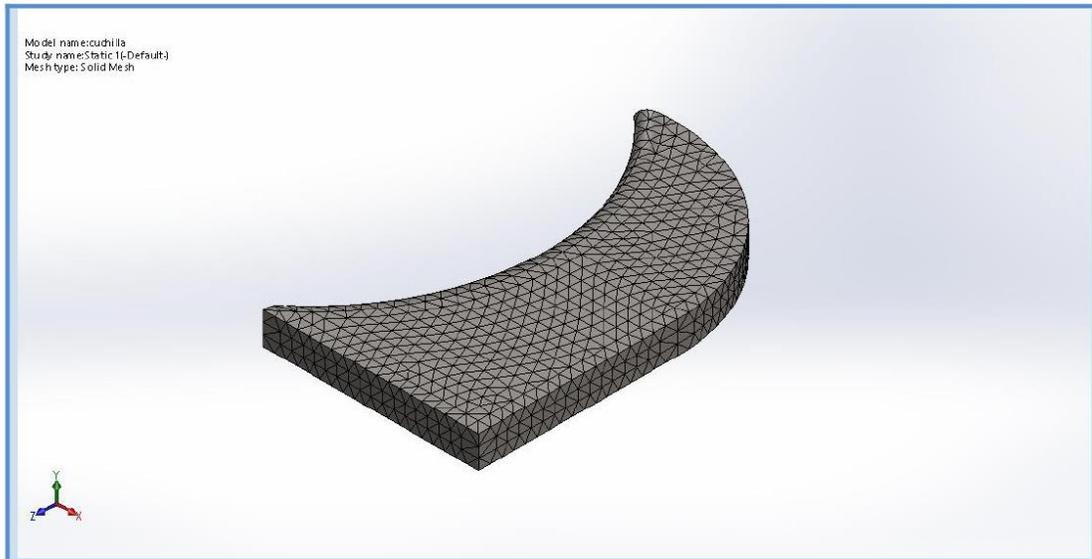
Katherine Jordana Lara Baranda
12/01/2022**Mesh information**

Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Include Mesh Auto Loops:	Off
Jacobian points	4 Points
Element Size	1.04684 mm
Tolerance	0.052342 mm
Mesh Quality Plot	High

Mesh information - Details

Total Nodes	11568
Total Elements	7101
Maximum Aspect Ratio	4.2613
% of elements with Aspect Ratio < 3	99.9
% of elements with Aspect Ratio > 10	0
% of distorted elements(Jacobian)	0
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:06
Computer name:	

Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
12/01/2022

Sensor Details

No Data

Resultant Forces

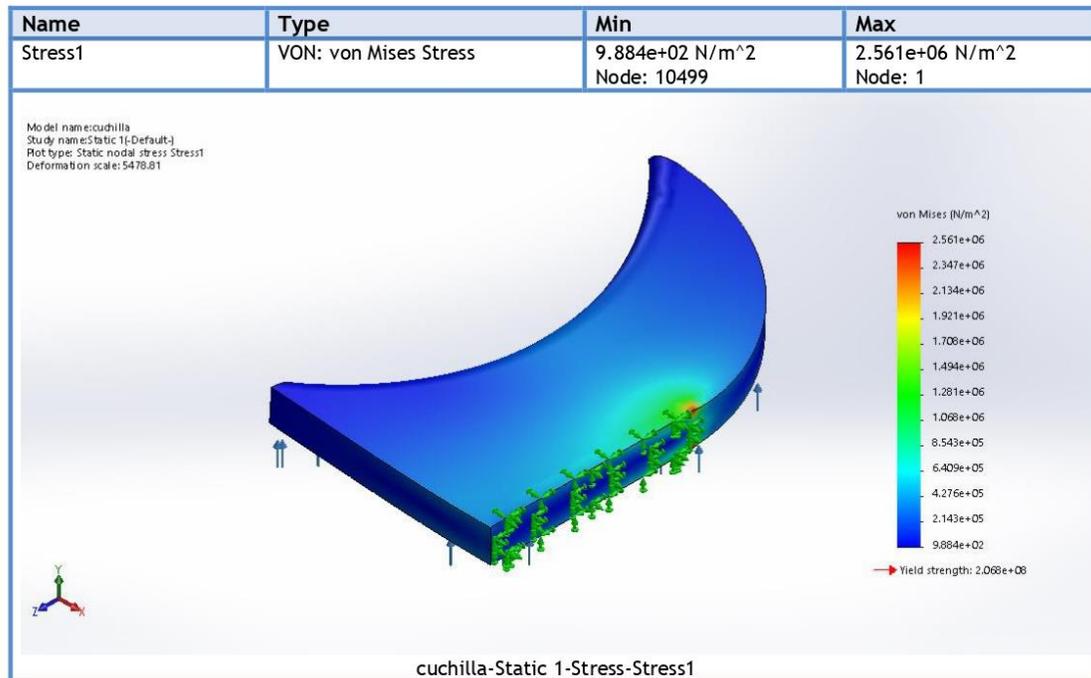
Reaction forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N	7.15256e-07	-2	1.43982e-05	2

Reaction Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Model	N.m	0	0	0	0

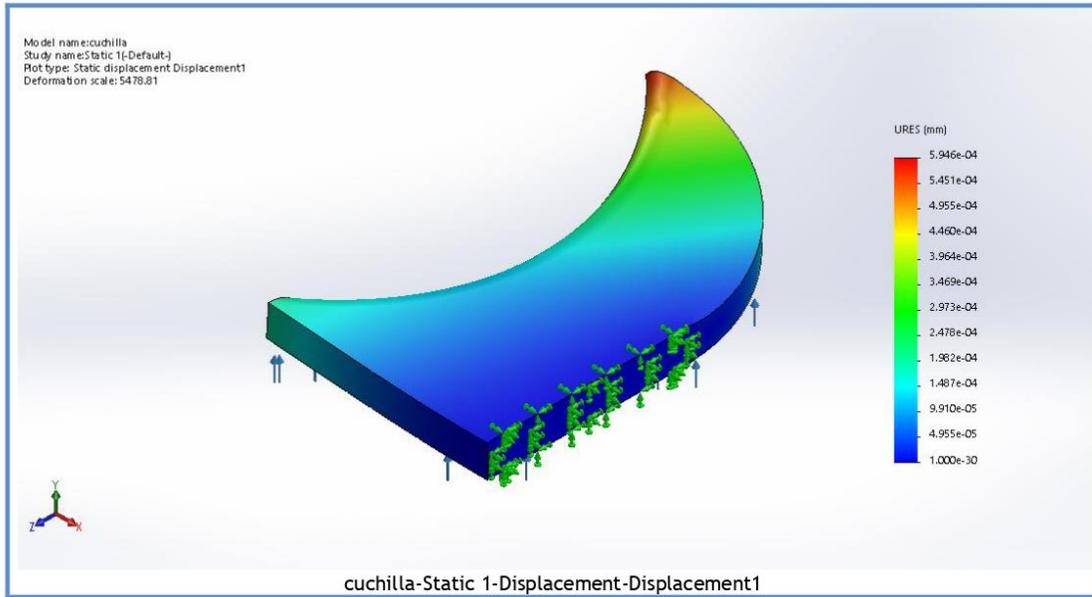
Study Results



Name	Type	Min	Max
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0.000e+00 mm Node: 1	5.946e-04 mm Node: 166

Nopal Cut Machine

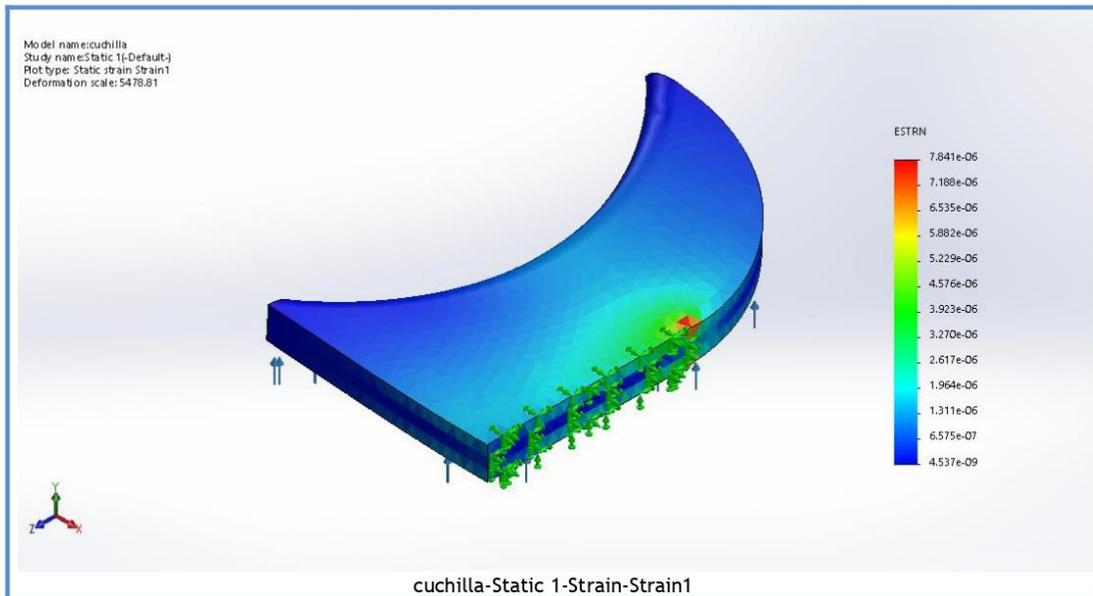
Katherine Jordana Lara Baranda
12/01/2022



Name	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	4.537e-09 Element: 3177	7.841e-06 Element: 1851

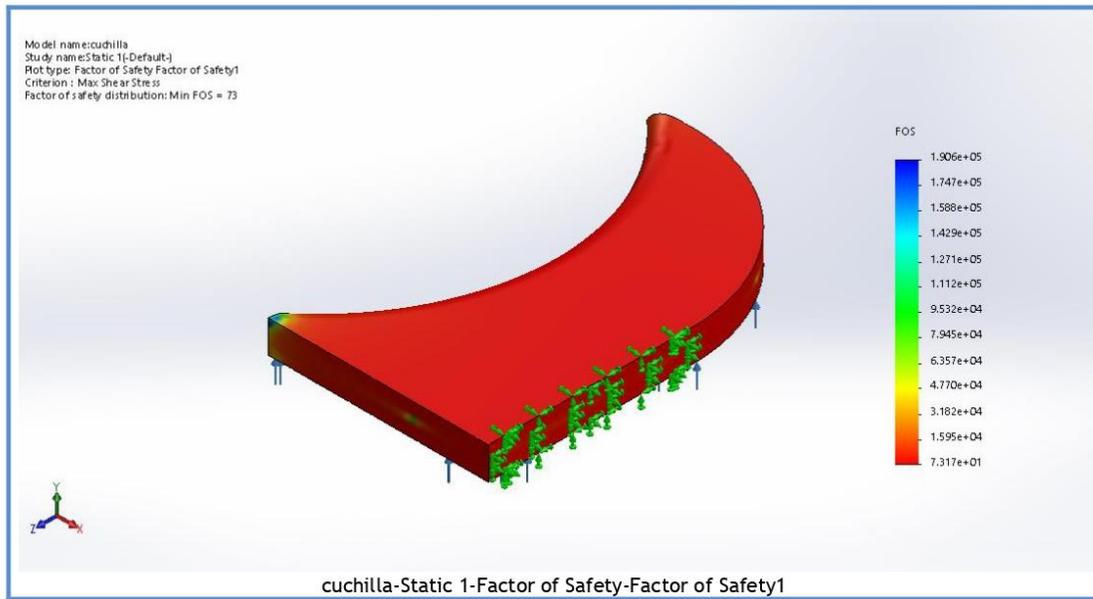
Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
12/01/2022



Name	Type	Min	Max
Factor of Safety1	Max Shear Stress (Tresca)	7.317e+01 Node: 1	1.906e+05 Node: 10499

Nopal Cut Machine

Katherine Jordana Lara Baranda
12/01/2022

Conclusion

Anexo 11 Análisis económico del proceso de corte, Elaboración propia

PRECIO DE NOPAL

	Proveedores	Nopal	Precio	Características
Locales	Proveedor 1	6	\$10	con/sin espinas
	Proveedor 2	7	\$10	sin espinas
		8	\$10	con espinas
	Proveedor 3	7	\$10	sin espinas
Mayoreo	Proveedor 4	100	\$200	sin espinas
		100	\$150	con espinas

Salario mínimo en Toluca 141.7 a \$172.87 diarios

∴Paga por nopal \$0.50 cent

De acuerdo la ley general del trabajo se trabaja

7.5 horas por jornada mixta
1 hora = 3600 segundos

Segundos por jornada 27000

Proceso Tradicional

T. Normal 65.24 segundos

T. Estándar 78.94 segundos

Nopales por hora 45.604 nopales

Nopales por jornada 342.03 nopales

Sueldo por jornada \$171.02

Proceso Semiautomático

T. Normal 17.34 segundos

T. Estándar 21.32 segundos

Nopales por hora 168.86 nopales

Nopales por jornada 1266.4 nopales

El prototipo desespina la misma cantidad de nopales que el operador en
7291.44 segundos **2.0254 horas**

El operador desespina la misma cantidad de nopales que el prototipo en
3.70175439 es igual **4 jornadas**

Impacto económico

\$684.06 se pagaría al operado por la misma cantidad de nopales
∴ se ahorra con el prototipo **\$513.05**

	5 días			
	Producción por jornada	1 semana Jornada mixta	1 mes	1 año
Proceso tradicional	342	1710	6840	82080
Proceso Semiautomático	1267	6335	25340	304080
		4625		

Diferencia de producción anual 222000
Salario mínimo semanal \$855.08

Días **días**
13.5

14	\$2,394.22
----	------------

Ahorro semanal	\$1,539.14
Ahorro mensual	\$6,156.57
Ahorro anual	\$73,878.90