



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



**DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA MÁQUINA DESESPINADORA
DE TUNA**

Por:

TOMAS EDUARDO FUENTES FUENTES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MÉCANICO AGRÍCOLA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Diseño conceptual de una máquina desespinaadora de tuna

Por:

TOMAS EDUARDO FUENTES FUENTES

TESIS

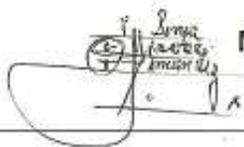
Que somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
para obtener el título de:

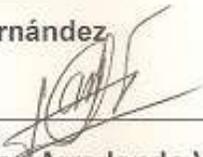
INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el comité de tesis

ASESOR PRINCIPAL


MC. Juan Antonio Guerrero Hernández


MC. Héctor Uriel Serna Fernández


Ing. Juan Arredondo Valdez

Sinodal

Sinodal

Coordinador de la División de Ingeniería


MC. Luis Rodríguez Gutiérrez

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
Coordinación de
Ingeniería
Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2014.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio profesional.

A mi **ALMA MATER** por darme los conocimientos necesarios para enfrentar la vida y albergarme durante estos años de licenciatura siempre te recordare.

Al **MC. JUAN ANTONIO GUERRERO HERNANDEZ** por sus consejos, conocimientos y amistad brindados, además de sus asesoramientos y facilidades prestadas para la realización de la presente tesis. Así también por depositar su confianza en mí para la realización de este proyecto

Al **MC.HÉCTOR URIEL SERNA FERNÁNDEZ** primero que nada por la amistad que me brindo durante todo este tiempo, sus conocimientos brindados, las asesorías que me dio en materias que se me complicaban, por ser un gran maestro y un gran amigo.

Al **Ing. JUAN ARREDONDO VALDEZ** por compartir sus conocimientos conmigo, por ser un amigo, gracias por sus consejos.

A todos los **Maestros** de la Universidad que me brindaron sus conocimientos a través de las clases, en especial a los del departamento de **Maquinaria Agrícola** que siempre me apoyaron dándome los conocimientos que me formaron como profesionista. **Gracias Maestros.....**

A mis compañeros y amigos de la generación CXVI, **César Cardoso, César Avendaño, Lili Yaneth Ramón, Jairo Estrada, Fermín García, César Gaona, José Juan Aguilar, Víctor Ventura, Marlene Bustos**, por los momentos que pasamos juntos, en fiestas, desvelos, estudios, reuniones y sobre todo en los salones de clases durante estos años, por brindarme su confianza y apoyo pero sobre todo por su amistad, estimados compañeros, siempre seguiremos siendo, de otra forma, alumnos de esta carrera, porque parte de nuestras vidas han quedado plasmadas dentro de cada una de sus aulas, en cada uno de sus rincones, y será testigo de que podremos afrontar con responsabilidad y capacidad los retos que nos ponga la vida.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Tomas Fuentes Salgado e Irene Fuentes Morales

Cuando se trata de agradecer el amor, los valores, el impulso, la motivación, el cuidado, la protección, los desvelos, y el sacrificio que han tenido para mí, las palabras se evaporan, el nudo que me atraviesa la garganta me impide hablar, solo siento una gran emoción y un profundo agradecimiento de tenerlos a ustedes como padres, no hay manera... Ni una sola palabra que pueda expresar el infinito agradecimiento que tengo hacía ustedes por todo lo hermoso que me han dado.

En este momento los recuerdos tocan mi corazón, recuerdos hermosos de mi niñez, y ustedes siempre ahí, junto a mí, impulsándome para lograr cualquier cosa que me propusiera, no hay día que no agradezca a Dios la oportunidad que me dio de tener unos padres como ustedes, que me han ayudado tanto a realizar mi sueños, y lograr mis más grandes metas, la vida sigue... Y aún es largo el camino, me faltan muchas más metas por cumplir, sueños que realizar, y que no les quedé duda que lo haré, que todo lo que me han enseñado en cada segundo de mi vida lo aplicaré para ser mejor...

Con la preparación que he obtenido a lo largo de mi carrera profesional que hoy finaliza, el día de mañana les recompensaré el esfuerzo el amor y el sacrificio que me han brindado, cuando su pelo blanco aparezca en sus cabecitas señal de los años dorados, seguiré a su lado para seguirlos amando y venerando por siempre, gracias por tanto y tanto amor.

Su hijo que los quiere...

“DIOS LOS BENDIGA SIEMPRE”.

A mis abuelitos:

Domingo Fuentes Diéguez (†)

Elidía Salgado Orozco (†)

Salustia Morales Salgado (†)

Por sus palabras de apoyo y consejos brindados a lo largo de mi vida pero sobre todo por su cariño y amor. Siempre los llevare en mi corazón.

Cirilo Fuentes Chávez

Por ser un ejemplo a seguir no sólo para mí sino para todos los nietos, bisnietos y gracias por sus consejos y apoyo, con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados siendo para mí la mejor herencia. Gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

A mi esposa **Jessi Hernández Adame**

Que ha sido el impulso durante toda mi carrera, el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amiga, compañera inseparable, fuente de sabiduría, calma, consejo en todo momento. Gracias por dame la dicha de ser padre a esta hermosa etapa de nuestras vidas.

A mi hija **Itzia Dayami Fuentes Hernández**

A quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y en el gran camino de la vida, su paciencia y por enseñarme a enfrentar los obstáculos con alegría y llegar a ser un ejemplo para ella. *Te amo princesa...*

A mi Hermano **Hugo Horacio Fuentes Fuentes**

Por qué siempre he contado para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.

A mis tíos **Raúl, Tina, Cati, Wily, Agus, Hilda, Cres, Toño, Espe, y (Fer †)**. Que directamente me impulsaron para llegar hasta este lugar, a todos mis familiares, amigos, que me resulta muy difícil poder nombrarlos a cada uno de ustedes en tan poco espacio, sin embargo ustedes forman un gran pilar de esta bonita familia.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
Resumen	vii
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.3. Objetivo Especifico.....	2
1.4. Hipótesis.....	2
II.- MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes de prototipos des espinadoras de tuna.....	3
2.2. Infraestructura para la comercialización en las regiones productoras.....	4
2.2.1 Región Sur.....	5
2.2.2 Región Centro.....	5
2.2.3 Zona Centro-Norte.....	5
2.3. Rediseño más actual de una maquina desespinaadora de tuna.....	6
2.4. Post- cosecha.....	7
2.4.1 Calidad	7
2.4.2. Clasificación.....	7
2.5 Operaciones básicas de acondicionamiento	7
2.5.1 Recolección	7
2.5.2 Desahuatado	7
2.5.3 Pesado y limpieza.....	8
2.5.4 Pre enfriamiento.....	8
2.5.5 Secado y brillo	8
2.5.6 Selección y clasificación	8
2.5.7 Encerado	8
2.5.8 Empaque	9
2.5.9 Almacenamiento	9
2.5.10 Transporte	9
2.6 Daños.....	9
2.7. Épocas de cosecha	9
2.8. Investigación de las propiedades físico-mecánicas de la tuna.....	10
2.8.1 Indicadores de masa y dimensiones	10

2.9. Método estadístico para el análisis de resultados.....	12
2.10. Determinación de los parámetros de masa y de dimensiones de la tuna.....	13
2.10.1. Masa.....	13
2.11 Diámetro polar y diámetro ecuatorial.....	14
2.12 Conclusiones sobre los datos obtenidos.....	16
III. MODELO Y METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE LA MAQUINA DESESPINADORA DE TUNA.....	19
3.1 Software proengineer 5.0.....	20
3.1.1 Inicios.....	20
3.1.2 Versiones.....	20
3.1.3 Para que se usa.....	21
3.1.4 Definición anterior del software PRO ENGINEER ahora CREO ELEMENTS PRO.....	21
3.1.5 Versiones Pro Engineer.....	21
3.2 Metodología.....	24
3.3. Materiales para inicio de diseño.....	24
3.3.1 Acero estructural PTR.....	25
IV. DISEÑO EN SOFTWARE PROENGINEER DE LA MAQUINA DESESPINADORA.....	26
4.1. Cepillos cilíndricos para limpieza de frutos.....	27
4.2 Cepillo lineal.....	28
4.3 Chumaceras.....	29
4.4 Catarinas o sprocket.....	30
4.5 Cuñeros.....	30
4.6 Cadena de rodillos ó Tipo Coventry:.....	33
4.7 Motor 1 hp.....	33
4.8 Cilindro normalizado DSBC,ISO15552 tipo FESTO con sensor infrarrojo de proximidad integrado.....	37
4.8.1 Sensor de proximidad para ranura en T SMT-8M-A.....	38
4.8.2 Tipo Infrarrojo.....	40
4.9 Tensores.....	40
4.9.1 Tensor con ajuste de tornillo.....	40
4.9.2 Tensor con ajuste de cuerpo completo.....	41

4.10. Tolva.....	42
V. DIBUJO.....	43
5.1 Generalidades	45
5.2 Tipos de vistas	45
VI. SIMULACIÓN.....	45
6.1. RESULTADOS.....	47
6.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
VII. LITERATURA CITADA.....	48
VIII. APENDICE A.....	52
IX. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Dimensiones de la tuna	11
Figura 2.2 Balanza ohaus, precisión estándar.....	13
Figura 2.3 Visualización del cálculo de tunas por hileras	16
Figura 2.4 Visualización de la tuna entre rodillos.	17
Figura 3.1 Tipos de áreas de trabajos	22
Figura 4.1 Visualización de los 4 componentes en marco de chasis.....	26
Figura 4.2. Visualización de los 4 componentes en la base de marco de chasis.	27
Figura 4.3 Visualización del primer sistema de limpieza rodillo cilíndrico.....	28
Figura 4.4 Visualización del segundo sistema de limpieza cepillo lineal.	29
Figura 4.5 Visualización de chumacera y rodamiento ya integrado como un ensamble.....	29
Figura 4.6 Visualización del tipo de rodamiento en interior de chumacera de tipo cilíndrico de doble hilera.....	30
Figura 4.7 Visualización de Sprocket.	30
Figura 4.8 Visualización de cuña, cuñero que se utiliza en una catarina y un eje.	31
Figura 4.9 Visualización de cuña sección cuadrado.....	32
Figura 4.10 Visualización de componentes de cadena.	33
Figura 4.11 Visualización de diseño en diente de engrane.	33
Figura 4.12 Visualización de componentes de cadena.	34
Figura 4.13 Visualización de opciones de contorno y construcción de desplazamiento.	34
Figura 4.14 Contorno de desplazamiento de la cadena.	35
Figura 4.15 Visualización de cadena en el ensamble final.	35
Figura 4.16 Motor.	36
Figura 4.17 Componente de pistón neumático.	37
Figura 4.18 Sensor de proximidad.....	39
Figura 4.19 Ejemplo de un diagrama de bloques del sensor de proximidad por infrarrojos.	39

Figura 4.20	Sensores de proximidad por infrarrojos.....	40
Figura 4.21	Tensor con ajuste de tornillo.....	41
Figura 4.22	Tensor con ajuste de cuerpo completo.....	41
Figura 4.23	Tolva en entrada de maquina con un ángulo de 5°	42
Figura 4.24	Tolva en salida de maquina con un ángulo de 120° inclinación.	43
Figura 5.1.	Nueva área de trabajo dibujo. drw.....	46
Figura 6.1.	Visualización del ensamble general del prototipo.....	46
Figura 6.2.	Visualización del funcionamiento y ensamble general del prototipo como un mecanismo.	47

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 2.1. Características de las plantas desespadoras-empacadoras de tuna, Centro Norte.....	4
Tabla 2.2 Características de temporadas en cosecha de tuna	10
Tabla 2.3 Valores de muestro estadístico	14
Tabla 3.1 Tipos de conexiones móviles disponibles en pro E.....	23
Tabla 3.2 Referencias requeridas para cada tipo de conexión.	23
Tabla 3.3 Características de PTR.	25
Tabla 4.8.1 Medidas de radios y chaflanes en cuñas.	31
Tabla 4.8.2 Especificaciones ANSI Standard B17.1 1967 .(L.Mott robert 1992)...	32
Tabla 4.8.3 Características de cilindro hidráulico tipo festo.	38

Resumen

El presente proyecto corresponde al **diseño conceptual** de una máquina desespinaadora de tuna. El trabajo fue realizado en la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** en el departamento de maquinaria agrícola. Se realiza un muestreo de análisis de tunas, 50 piezas con diferentes variaciones de tamaños se toman los diámetros ecuatoriales como polares. Consecutivamente a este estudio se analiza como referencia para emprender el diseño de cada componente de rodillos giratorios y la distancia entre arreglos tomando en cuenta los diámetros de la tuna. A integrar los rodillos en el marco (chasis) se pretende utilizar como cerdas el material ixtle para efectuar la limpieza con un segundo cepillo estará fijo y las cerdas estarán más largas de 3 pulgadas, mientras que las cerdas de los rodillos será de 2 pulgadas, que se accionara por un pistón neumático tipo Festo al llenarse la cama de rodillos con tunas será canalizada por un sensor de proximidad tipo infrarrojo que detecta que este por completa llena la cama, mandara la orden que debe accionarse así mismo, con la velocidad de rotación la tuna se traslada girando al ser comprimida por ambos cepillos se pierde la textura de espinos en la piel de la tuna sin afectar el fruto.

El sistema está integrado por una entrada de materia (tolva) y componentes mecánicos chumaceras, engranes y una cadena de rodillos o tipo Coventry, y un par de tensores, principalmente accionada con la fuerza motriz de un motor reductor de 1 hp que hará girar todo el mecanismo. Por una segunda opción de selección en caso de que las tunas no tengan las dimensiones caerán en una segunda tolva para ir separando por tamaños obteniendo una buena selección del producto.

El diseño de piezas del prototipo se realizó en el software de diseño proengineer 5.0. Tomando como referencia medidas reales en espesores de aceros y componentes antes mencionados, así mismo se realiza el ensamble general de todas las piezas.

La simulación realizada como un mecanismo nos permite interactuar con velocidades reales de su funcionamiento así mismo hacer nuevas combinaciones de velocidad con el simple efecto visual nos damos cuenta del traslado de frutos y movimientos de componentes.

Palabras claves: Diseño conceptual, diámetros polar, ecuatorial, ensamble general, simulación.

I.- INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de nopal tunero ha adquirido un gran desarrollo a través de los últimos años, en los cuales la aceptación de este fruto se ha incrementado por los mercados locales como a nivel nacional, e incluso a nivel internacional con exportaciones a los Estados Unidos, Canadá, Europa, Sudamérica (Chile).

Lo anterior ha motivado a los productores a incrementar su productividad para satisfacer las demandas existentes en el mercado.

Al analizar el ciclo productivo del nopal tunero observamos que la cosecha en particular la limpieza o desahuatado de tuna, es una de las actividades que más tiempo requiere. Al igual que más número de trabajadores, para obtener el volumen requerido para venta, ya que se trata de una actividad manual. Lo cual trae como consecuencias que sea necesaria la creación de un equipo que facilite esta actividad, por un lado de aumentar la productividad, y por el otro disminuir costos y así mismo aumentar ganancias.

La desventaja principal de los productores mexicanos en la mecanización del proceso de limpieza en tuna, es que actualmente se conservan las técnicas tradicionales para desarrollar esta actividad, que consiste en desespinar de forma manual lo que es el barrido en superficies planas con la ayuda del sol para aprovechar su calor y con una manta de algodón se hace la limpieza con una escoba y se barre el fruto, se giran cada una a pesar que es cansado e incómodo.

Este prototipo pretende facilitar de forma eficiente el desespinado de la tuna, ahorrando costos de mano de obra y aprovechando grandes volúmenes de producción en menores tiempos.

Este proyecto de diseño conceptual de la máquina para desespinar tuna estará enfocado a uno de los procesos de manejo pos cosecha, la limpieza de “ahuate” y espinas en las tunas. La creación de un nuevo prototipo implicara el desarrollo de nueva tecnología para el crecimiento de la actividad de limpieza de tunas, beneficiando principalmente a los productores del medio rural.

A través del tiempo los productores han desarrollado equipos de limpieza, con resultados de malos a regulares, por lo que el presente proyecto, concibe la tarea de proponer un prototipo de limpieza, teniendo como base las propiedades físico-mecánicas de la tuna.

1.2. Objetivo General

Diseño conceptual y simulación de un prototipo para desespinado de tuna en el software Pro-engineer 5.0.

1.3. Objetivo Específico

Diseño de dos sistemas secundarios que trabajan de manera independiente que ayudaran al traslado y limpieza de tuna para una mejor apariencia visual para anaquel.

1.4. Hipótesis

Es posible realizar la ingeniería y simulación completa en forma virtual de un prototipo para desespinado de tuna.

II.- MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de prototipos desespadoras de tuna

En la actualidad existen diversos tipos de máquinas desespadoras de tunas funcionando, estas se encuentran principalmente en los estados de Zacatecas, Jalisco, Estado de México y Guanajuato.

Estos prototipos tienen un funcionamiento parecido, solo varía en la disposición, tamaño y forma de los distintos mecanismos que las conforman; todas son estacionarias y utilizan corriente eléctrica para su accionamiento. Manejan altos volúmenes de producto por lo que son factibles cuando son usadas por grandes productores o por asociaciones, cooperativas, además que tienen un elevado costo de adquisición y no hay empresas que las fabriquen.

En México existen alrededor de 60 plantas desespadoras, de acuerdo con el Ing. Vicente Calva, Presidente del Consejo Mexicano del Nopal y la Tuna.

En **San Sebastián Villanueva, Puebla** existen cuatro máquinas desespadoras, las cuales dan servicio a quien desee maquilar su producto por un precio de \$1.50/caja, presentándose la mayor cantidad de solicitudes durante los meses de mayor producción, pues al inicio de la temporada de cosecha, cada productor opta por realizar el desespado en forma tradicional, rodando las tunas, utilizando una escoba. De las cuatro máquinas existentes, tres son de tipo ingenieril y la restante de las llamadas hechizas.

En **San Martín de las Pirámides, Edo de México**, por la saturación de las desespadoras durante la época de cosecha, gran parte de los productores realizan el desespado bajo el método tradicional, aunque en este sitio se encuentra la planta más eficiente del país.

En **Zacatecas y Jalisco**, por haber mayor cantidad de 22 desespadoras en el municipio de Pinos, Zacatecas casi la totalidad de la producción se transporta a las plantas para su desespado, y por ejemplo en el caso de la Victoria, Zacatecas la tuna debe llegar seca o no la reciben para su proceso.

En la tabla 2.1 se muestran las características de las plantas desespadoras - empacadoras que en su momento tuvieron un gran avance tecnológico en el desarrollo de manejo de pos cosecha de tunas.

TABLA 2.1. Características de las plantas desespadoras - empacadoras de tuna, centro norte. (Barreiro Perera Mario, julio 2000)

Plantas y ubicación	Año de construcción	Número de socios		valor actual instalada	Instalada	Procesada	Utilizada	Empleos Productivos	intermedios
		Fundadores	(\$ miles) Actual						
				(t)	(t)	(%)			
La victoria, La Victoria Pinos, Zac.	1983	70	68	420	895	490	55	1	32
La Monteza, La Monteza, Villa Garcia Zac.	1983	70	34	400	17	17	4	1	20
El Sitio, El Sitio, Pinos. Zac.	1990	66	30	350	153	153	38	2	23
Ojo de agua de la Palma, Pinos Zac.	1991	16	16	120	75	75	31	2	12
La Estrella, La Estrella Pinos. Zac.	1991	26	26	300	14	14	5	5	18
Los Puentes, La Victoria, Pinos Zac.	1991	3	3	24	130	130	43	4	8
Aureliano Sandoval, La Victoria Pinos. Zac	1980	1	1	80	250	250	83	1	8
Jesús Alvares. La Victoria. Pinos Zac.	1994	1	1	50	125	125	36	2	10
Daniel Esquivel , La Victoria Pinos Zac.	1995	1	1	60	205	205	59		6
Fernando Torres, Las Papas Ojuelos, Jal (*)	1988	1	1	15					
La Dichosa, Asientos, Aguascalientes (*)	1991	400	400	400					
Francisco Castañeda, Ojacaliente Zac.	1985	1	1	270	300	300	75	2	10
ARIC ,El gran Tunal, Ojuelos Jal.	1988	264	264	350	270	140	52	2	50
U de E . Emiliano Zapata , Matehuala S.L.P.	1988	700	700	400	100	100	25	5	14
Rigoberto Sifuentes, La Biznaga. Guadalupe.S.L.P.	1994	1	1	18				1	5
Mario Lozano S.L.P S.L.P	1970	3	3	150	40	40	40	1	6
Rubén González Los Alpes. Ojuelos Jal.	1985	1	1	60	18	18	18	1	5

(*)No ha operado

Fuente: Investigación de campo

2.2. Infraestructura para la comercialización en las regiones productoras

Una de las principales deficiencias que tiene el proceso de comercialización de la tuna, es la falta de almacenamiento y cámaras frías. La infraestructura para comercialización con la que cuentan las principales zonas de producción es la siguiente:

2.2.1 Región Sur

Esta Región, (**Oaxaca, Guerrero**) etc. a pesar de tener los más altos rendimientos y el mejor paquete tecnológico, no dispone de la mejor estructura, ya que sólo cuenta con tres desespadoras de baja capacidad de desespado 300 kg por hora, y en donde prácticamente toda la producción es desespada con el método manual de la escoba. La tuna de esta región alcanza las más altas cotizaciones con precios promedios de 70 pesos la reja (25 kg) a principios de temporada (marzo a mayo) para terminar en 20 pesos a final de temporada. Toda la fruta que se produce en esta región se vende para el consumo en fresco, puesto que no existen empresas industrializadoras de tuna en la región.

2.2.2 Región Centro

En esta región existen cinco desespadoras, cuatro en el **Estado de México** y una en el estado de Hidalgo. De estas sólo operaron dos en el estado de México la temporada anterior, con un total procesado de 1,000 t, lo cual representa menos del 1% de la producción. La desespadora del Estado de Hidalgo, localizada en la comunidad de la **Lagunilla en el Municipio de San Salvador** no ha operado nunca porque la tuna de la zona es de poca calidad por tener la plantación de 280 ha. En colectivo y estar mal atendida. De las dos plantas del estado de México que no han operado, una es propiedad de la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) y la otra, propiedad de un particular, presenta deficiencias de manera que la tuna tiene que pasar dos veces por el des espinado, por lo que resulta no funcional.

En la zona de **Actopan, Hidalgo**, existe una planta desespadora que no ha operado desde su instalación hace seis años. La mayoría de la tuna producida en la región Centro es des espinada manualmente con escobas.

2.2.3 Zona Centro-Norte.

Es considerada como la región más tecnificada del país, ya cuenta con alrededor de 22 desespadoras de tuna con diferentes capacidades. En tomo a éstas se encuentran productores organizados que disponen además de bodegas en donde se des espina, selecciona y empaca tanta tuna de los socios y dueños, así como maquila a otros productores e intermediarios.

En esta región existe una planta procesadora de tuna Industrializadora Opuntia S.A. de C.V., ubicada en el estado de **Aguascalientes**, que en 1995 procesó sólo 200 toneladas. Para la siguiente temporada de 1996 pretenden procesar 3,000 t y 9,000 t para el 1997. Esto representa para los productores una alternativa viable

para comercializar la tuna que no alcanza la calidad necesaria para ser comercializada como fruta fresca.

De las cuales diez radican en **Zacatecas** (6 en el municipio de Pinos), seis en **San Luis Potosí**, tres en **Jalisco**, tres en **Guanajuato** y una en **Aguascalientes**. De estas plantas, diez son de sociedades de productores ejidales y ocho de particulares. De las 22 plantas, 17 pertenecen a productores directos y una a un intermediario (aunque es productor de tuna en el estado de Puebla). La mayoría de la tuna de esta región es desespina mecánicamente.

En las plantas se desespina, empaqueta y comercializa la tuna de los propietarios (socios o privados), se adquiere tuna de otros productores para procesarla y comercializarla y también se maquila tuna (desespina y empaque solamente) para otros productores o intermediarios. (Flores Valdez Claudio A. et al., 1993,1995)

2.3. Rediseño más actual de una maquina desespina de tuna.

Especialistas de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) rediseñaron un equipo dirigido a optimizar los procesos de limpieza de la tuna. Coordinado por el Maestro en Ciencias Martín Hidalgo Reyes, Académico del Departamento de Ingeniería Mecánica de la UACH, el Ingeniero Miguel Moya Uribe trabajó en el mejoramiento de una maquina desespina existente, la cual provocaba daño excesivo en la tuna debido al continuo golpeteo de rodillos cubiertos por cerda (que formaban parte del diseño original) que giran a altas velocidades, afectando su calidad.

El sistema principal del equipo rediseñado por los especialistas de la UACH cuenta con tres sistemas secundarios que trabajan de manera independiente, los cuales son: traslado y limpieza, para remover las espinas, o ahuates, y transportar las tunas a una velocidad de rotación de 278.57 rpm, a través de rodillos cubiertos de cerdas girando a 60.23 rpm, con una potencia de 0.13 hp.

También, cepillos giratorios, cuyo objetivo es garantizar la limpieza del ahuate y pulir la tuna para un mejor atractivo visual, a través de cepillos con cerdas suaves y flexibles que giran a 250 rpm con una potencia de 0.19 hp; posteriormente, mediante extractores se asegura la succión de "ahuates", evitando que se sedimenten y obstruyan la circulación del flujo de aire, sin embargo no se obtuvieron los resultados esperados.

De acuerdo con información de la UACH, el sistema de limpieza se estima en 113 mil 671.42 pesos para su fabricación y se cotiza en 284 mil 178.55 pesos como precio inicial de venta (Revista industrial del campo 2000 agro, Julio 21, 2009).

2.4. Post- cosecha

2.4.1 Calidad

Los requisitos mínimos de calidad son: ser un producto entero, sano (sin rajaduras, plagas ni enfermedades), libre de daños físicos, mecánicos, fisiológicos o fitopatológicos, limpio (sin materiales extraños), con un color típico de la especie y variedad, de aspecto fresco, exento de olores y sabores extraños y no deben exceder los límites máximos permitidos internacionalmente (*Codex Alimentarius*) para los niveles de plaguicidas.

2.4.2. Clasificación

La fruta con respecto a su calidad se puede clasificar en:

- **Primera:** Las de mayor tamaño y libres de daños.
- **Segunda:** Tamaño intermedio y libres de daños.
- **Tercera:** Las de menor tamaño (diámetro menor de 5 cm) y libres de daños.
- **Cuarta:** Dañada independiente del tamaño.

2.5 Operaciones básicas de acondicionamiento

2.5.1 Recolección

La recolección se hace manualmente, protegiéndose las manos con guantes para separar el fruto de la penca. La recolección también se puede hacer con cuchillos. Los frutos recolectados se colocan en recipientes de lámina, pero según estudios es mejor utilizar una lona para disminuir los impactos.

2.5.2 Desahuatado

La fruta es transportada a un lugar cómodo, donde se realiza la limpieza ya sea manual en forma de barrido o mecánicamente.

2.5.3 Pesado y limpieza

Se debe pesar el producto para conocer su cantidad y rendimiento. Luego se realiza una limpieza en seco para retirar materiales extraños (Insectos).

2.5.4 Pre enfriamiento

Se enfría para remover el calor proveniente de la cosecha, retarda el deterioro fisiológico, la actividad metabólica, el crecimiento de microorganismos y detiene la pérdida de humedad y así prolongar la vida post-cosecha del producto. Se recomienda hacerlo con aire forzado o por almacenamiento en cuarto frío.

2.5.5 Secado y brillo

Se debe eliminar el agua superficial de los frutos antes de su empaque, por medio de algún procedimiento de secado. Para mejorar el aspecto de la fruta se puede frotar su superficie para sacarle brillo.

2.5.6 Selección y clasificación

Posteriormente se lleva a cabo la selección y clasificación en la que se separan los frutos en diferentes grados de calidad, teniendo en cuenta daños, manchas y como base la uniformidad en tamaño y color.

2.5.7 Encerado

Operación opcional que ayuda a proporcionar una protección contra el deterioro del producto y da una atractiva apariencia que hace resalta el brillo.

En el almacenamiento refrigerado el encerado logra prolongar la vida útil del producto. Las ceras se pueden aplicar por inmersión manual o mecanizada, por espumas o por aspersión. El recubrimiento del fruto con diferentes ceras (*Candelilla, FlavorSeal, TAG, DECCO-31*) disminuye la pérdida de peso, la pudrición del pedúnculo y el daño por microorganismos en almacenamiento. El mejor el recubrimiento se hace con cera de candelilla. El encerado puede reducir en un 18% la pudrición del pedúnculo y en 30% la del cuerpo durante el almacenamiento por 25 días a 20°C y con una humedad relativa de 70 a 80%. (Guzmán et al.,(1981).

2.5.8 Empaque

Se realiza en canastas de madera o plástico de uso múltiple con capacidad de 25 Kg. Una vez que se llena la caja se cubre con follaje u otro material protector y se etiqueta.

2.5.9 Almacenamiento

Los principales problemas durante el almacenamiento son la deshidratación de la cáscara y las pudriciones en el pedúnculo y cuerpo de la tuna. Para reducir las pudriciones en almacenamiento se puede realizar un hidro-calentamiento (53°C por 5 minutos) reduciéndolas hasta en un 23%. La mejor temperatura de almacenamiento es a 10°C ya que a los 8°C la tuna sufre daños por frío y a temperaturas más elevadas hay un severo ataque de microorganismos. (Chávez y Saucedo, 1990)

2.5.10 Transporte

Se realiza en camiones u otros vehículos ya sea a una bodega, a centros de distribución o a los mercados directos.

2.6 Daños

Pueden ocurrir daños por fenómenos naturales granizo, sequía, altas temperaturas, plagas, enfermedades, manchas y cicatrices ocasionadas por el manejo inadecuado de los frutos durante el corte, recolección, desahuatado y transporte lo que facilita la entrada y desarrollo de microorganismos.

A los nueve días después de la cosecha existe un alto porcentaje de manchas y pudriciones y después de 20 días las pérdidas son del 70 al 80%.

2.7. Épocas de cosecha

El nopal tunero tiene un solo periodo de cosecha al año, que se inicia a finales del mes de junio y termina en septiembre-octubre, lo cual coincide con el periodo posterior a la época de lluvias.

En la tabla 2.2 se muestra los estados y regiones durante épocas de cosecha.

Tabla 2.2 Características de temporadas en cosecha de tuna (Rojas Gutiérrez Carlos)

Región	Estados	Cosecha
Norte:	B.C., Coah., N. León., Sin., y Tamps.	Jul. a Sept.
Altiplano:	Ags.,Gto.,Qro.,S.L.P., Jal., y Zac.	Jul. a Oct.
Centro-Sur:	Edo. De Méx.,Oax., Pue., Tlax., y Qro.	Jul. a Sept.

La maduración de la tuna ocurre en un número más o menos fijo de días después de la floración; sin embargo, el estado oportuno de madurez depende de las condiciones de humedad, temperatura e iluminación que prevalezcan durante su desarrollo, razones por las cuales se puede adelantar o retrasar el periodo de cosecha. Sin embargo, el factor definitivo de madurez depende de la variedad. Algunas especies silvestres presentan fructificación más temprano o más tardío que las variedades cultivadas. (Borrogo E., F. y Burgos V.N. 1986).

2.8. Investigación de las propiedades físico-mecánicas de la tuna.

El programa de las investigaciones comprende el estudio de los siguientes indicadores.

- a) Indicadores de masa y dimensiones
- b) Determinación de la masa específica de la tuna.

La investigación se realiza con frutos en plena madurez de la variedad Tuna blanca cristalina (*Opuntia Ficus*), des espinada

2.8.1 Indicadores de masa y dimensiones

Para la determinación de las características de masa de las frutas se toma 50 frutos, a las cuales se les determina su masa con una exactitud de $\pm 1\%$ después de lo cual se determina el coeficiente de variación, si el mismo es mayor al 4 % se calcula con un nuevo número de experimento con la formula siguiente (ec.2.1) desviación media para datos agrupados.

$$n = \frac{v}{p} \quad (2.1)$$

Dónde:

n= número de repeticiones.

V= coeficiente de variación obtenido %

P= exactitud del experimento %.

Es decir, a la cantidad de experimentos ya analizados se suma la cantidad de experimentos a realizar y estadísticamente se determina la variación de la población.

Las características dimensionales del fruto a determinar son:

- 1.-Diámetro ecuatorial (de)
- 2.-Diámetro polar (dp), figura 2.1.

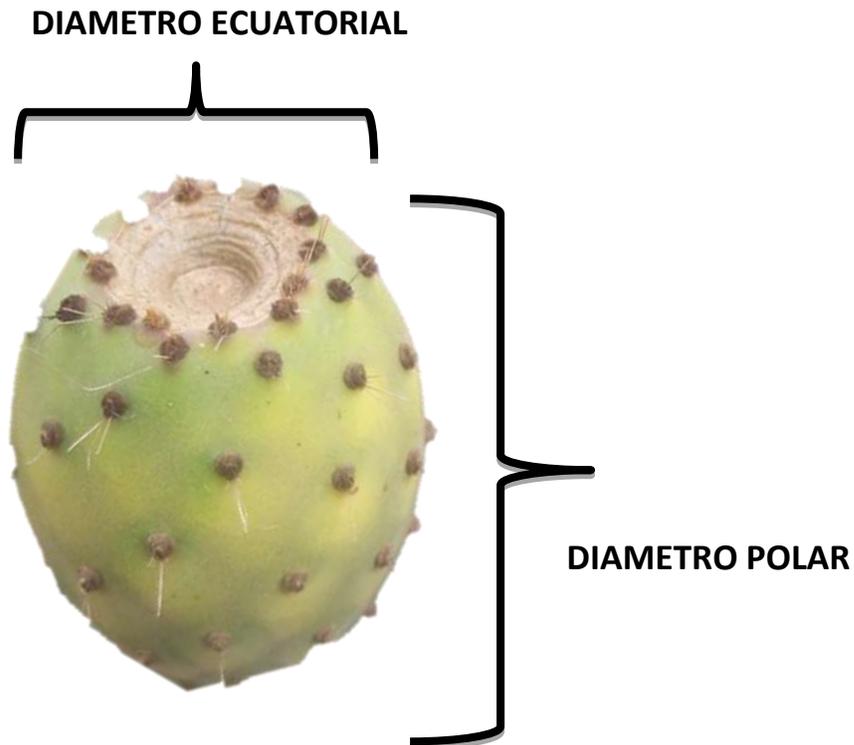


Figura 2.1 Dimensiones de la tuna

Sobre dimensiones y formas de la tuna influye su calidad, para caracterizarlas se utiliza el índice de caracterización de la forma dado por (ec.2.2)

$$c = \frac{dp}{de} \quad (2.2)$$

Dónde:

c = índice de caracterización.

dp= Diámetro polar, mm.

de= Diámetro ecuatorial, mm.

2.9.- Método estadístico para el análisis de resultados.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de los ensayos y cálculos realizados referentes a los puntos mencionados anteriormente. Para su análisis nos ayudamos de los elementos estadísticos como la media aritmética (\bar{x}), la varianza (S^2), el coeficiente de variación (C.V), la desviación estándar y la frecuencia relativa de los valores. Estas representan es las siguiente ecuación. (ec.2.3) La varianza se representa por S^2 .

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2.3)$$

La varianza es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.

Dónde:

s^2 = varianza:

n = número total de datos.

x_i = valor del dato obtenido.

La media a media aritmética es el valor obtenido por la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos (ec.2.4)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.4)$$

Dónde:

\bar{x} = Media aritmética de los datos obtenidos

n = número total de datos:

X_1 = valor del dato; obtenido.

La varianza no tiene la misma magnitud que las observaciones (ej. si las observaciones se miden en metros, la varianza lo hace en m^2). Si queremos que la medida de dispersión sea de la misma dimensionalidad que las observaciones bastarán con tomar su raíz cuadrada. Por ello se define la desviación típica, S, como: (ec.2.5)

$$s = \sqrt{s^2} \quad (2.5)$$

Dónde:

S = Desviación estándar.

S²= Varianza.

El coeficiente de variación es la relación entre la desviación típica de una muestra y su media. (ec.2.6)

$$cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.6)$$

Dónde:

C.V. = coeficiente de variación

S = desviación estándar.

\bar{x} = Media aritmética.

2.10. Determinación de los parámetros de masa y de dimensiones de la tuna.

2.10. Masa

Para determinación de la masa se utilizó una balanza técnica con una exactitud de 1 g. perteneciente al laboratorio de parasitología propiedad de la UAAAN (Marca *ohaus*, precisión estándar) en total se obtuvieron 50 datos, anotados en tabla 2, de donde se pudo observar una gran heterogeneidad en los valores calculados de desviación estándar (S=36.75) y el coeficiente de variación (C.V.= 22.71%) se obtuvo un promedio (g=161.88).

A continuación se muestra la figura 2.2. Como determinamos la masa de la tuna.



Figura 2.2 Balanza *ohaus*, precisión estándar.

2.11 Diámetro polar y diámetro ecuatorial.

Para la realización de estos diámetros se utilizó un vernier con una exactitud de 0.1 mm, obteniendo el total de 50 datos, que se anotaron en la tabla 2.3. También se halló una variación considerable de los datos, pero en menor escala que la masa, con una desviación estándar de (36.75) para el diámetro polar (12.07) y de para los diámetros ecuatorial (8.23) y un coeficiente de variación promedio (52.8%) sumando coeficiente de variación total de masa g + diámetro ecuatorial + diámetro polar.

Tabla 2.3. Muestreo estadístico. Dichos valores se obtuvieron usando la función de Excel estadística, Desv T.M. Dice que calcula la desviación estándar en función de una muestra.

No. De muestra	Masa g.	Diámetro ecuatorial mm	Diámetro polar mm
1	179	58	83
2	160	51	88
3	130	48	79
4	190	60	95
5	150	56	80.5
6	153	50	91
7	110	46	74
8	165	50	86
9	190	57	88
10	140	49	87
11	180	66	85
12	250	65.5	94
13	170	61	84
14	210	60	100
15	180	63	89
16	225	66	93
17	190	64	87
18	150	56	75
19	160	57	81
20	160	89	77
21	140	68	71
22	140	61	65
23	125	57	67
24	170	59	80

25	170	55	83
26	170	55	79
27	195	56	93
28	180	56	89
29	150	56	76
30	267	67	89
31	225	54	102
32	145	53	68
33	110	55	61
34	150	52	72
35	224	58	98
36	150	55	77
37	115	85	55
38	150	67	69.5
39	130	53.5	74
40	105	51	61
41	105	51	67
42	125	57	56
43	175	71	79
44	150	52.5	79
45	190	63	85
46	140	56	72
47	160	53	84
48	100	50	44
49	170	55	84
50	126	54	71
Promedios (media)	161.88	58.17	79.34
Desviación Estándar. Promedio	36.7588057	8.23420566	12.07943099
C. de variación. Promedio %	22.7074411	14.1554163	15.22489411
C. de variación total promedio %			52.09%

Los valores promedios obtenidos del diámetro polar es de (79.34 mm) y diámetro ecuatorial de (58.17 mm). Donde se desprende un índice de caracterización del fruto.

2.12 Conclusiones sobre los datos obtenidos.

En este espacio hare un resumen de los datos obtenidos, los cuales se tomaron en cuenta para los cálculos posteriores en los componentes mecánicos del órgano de trabajo que lo requiera.

Para el caso de la masa y de las dimensiones de la tuna se tuvo una variación considerable.

Con base a la evaluación de la maquina propuesta se puede concluir en capacidad de trabajo los siguientes cálculos. La figura 2.3, muestra la distancia de los extremos de los rodillos y longitud del área con cerdas para efectuar la limpieza. Donde se muestran las siguientes medidas de acuerdo al proyecto.

A= 19.006 Pulgadas.

B= 16.09 Pulgadas.

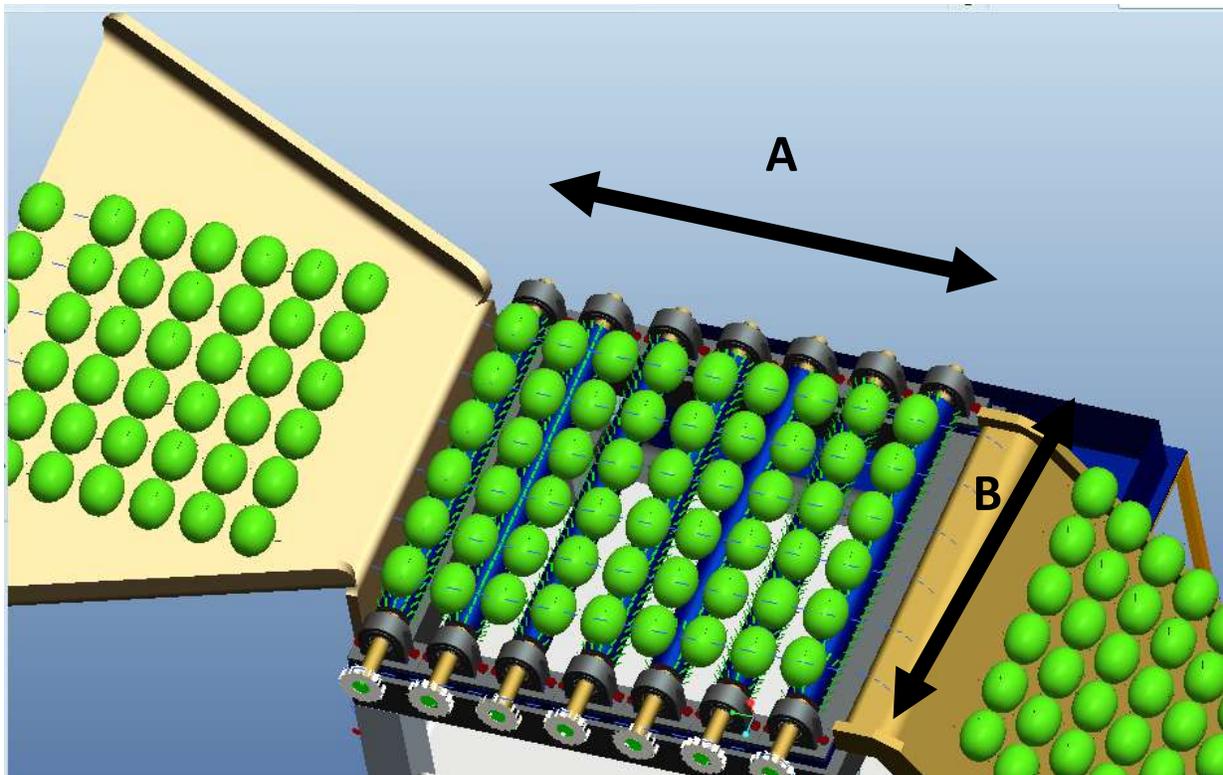


Figura 2.3 Visualización del cálculo de tunas por hileras.

En la superficie A lo que es la longitud 19.9006 Pulg, de cama de rodillos, se tomo como referencia la tuna más pequeña del muestreo que mide 3.12 Pulg, de diámetro polar, se toma dos terceras partes del fruto es decir 2.08 Pulg. Así mismo se obtuvo la distancia de arreglos en rodillos, 19.9006 Pulg, entre 2.08 Pulg. Que

es el diámetro ecuatorial de la tuna, obteniendo como resultado 9.5675 tunas y lo redondeo a 9 tunas en una hilera lo cual el 0.44 le permitirá la rotación al siguiente rodillo. Como se muestra en la figura 2.4.

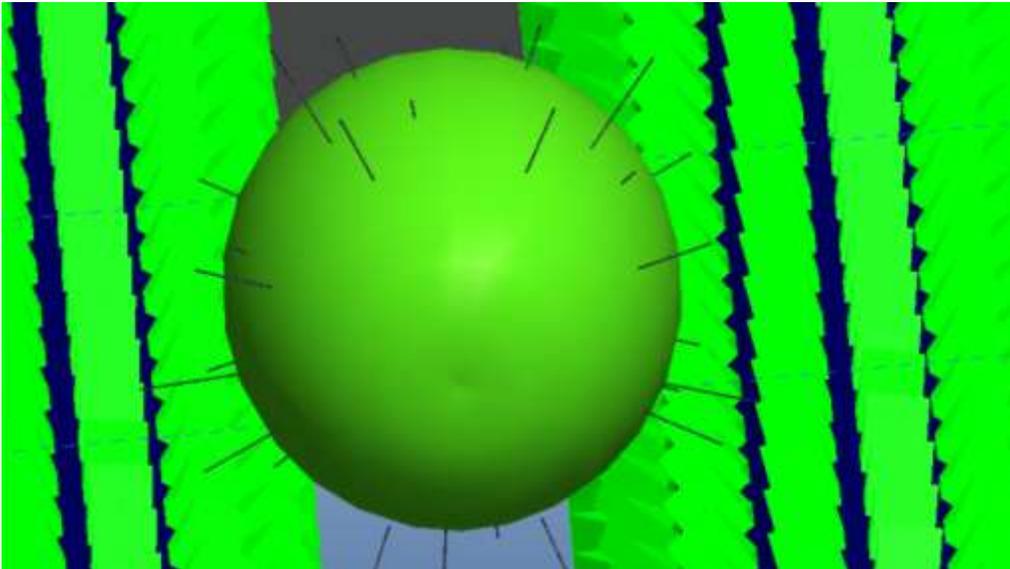


Figura 2.4 Visualización de la tuna entre rodillos.

Para calcular cuantas hieras de tunas caben en la longitud B que mide 16.09 Pulg, se obtuvo de la siguiente manera $16.09 \text{ Pulg} / 2.63 \text{ Pulg}$. Incluyendo la longitud real del diámetro polar (sin quitar una tercera parte). De la misma manera. Se obtuvo 6.11 tunas lo cual redondeo a 6 tunas.

Esta parte solo se tomo la superficie con cerdas. Ahora las 9 tunas que caben en la superficie A se multiplico por la superficie B que son 6 me da 54 tunas obteniendo la cama de rodillos totalmente llena.

Para el funcionamiento del pistón que será en 20 segundos realizara la carrera 1 y tomando en cuenta un tiempo muerto de 10 segundos.

Es decir que cada 20 segundos el pistón tendrá que efectuar la carrera 1 e incluyendo el tiempo muerto lo cual le restaría 10 segundos en su funcionamiento real.

Realizamos los siguientes cálculos para la eficiencia del prototipo en un minuto, hora, y tonelada por hora.

En base a la longitud de la cama de 19.90 Pulg / 2.10 Pulg = 9.48 Pulg.
9.48Pulg. x 6 = 56.88 tunas en cama llena.

Calculamos en:

- **En 1 minuto.**

20 segundos ----- 56.88 tunas
60 segundos ----- 170.64 tunas x minuto

- **En 1 hora.**

1 minuto ----- 170.64 tunas
60 minutos ----- 10238 tunas x hora

- **Peso de la tuna en 1 gr.**

1 tuna -----161.88 gr.
10238 tunas -----1657392.192 gr.

- **Peso de la tuna en 1 kg.**

1 kg ----- 1000 gr.
1657392.192 gr ----- 1657392.192 gr.

- **Eficiencia del diseño conceptual de la maquina desespinaadora de tuna se calculo en toneladas por hora.**

1 ton ----- 1000 Kg.
1.66 ton ----- 1657.39 Kg.

Por lo tanto la **eficiencia del prototipo en forma virtual de la máquina es de 1.66 tonelada por hora.**

III.- MODELO Y METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE LA MAQUINA DESESPINADORA DE TUNA.

En este capítulo se aborda al modelado de los componentes metálicos, que son importantes para el diseño de piezas y construcción del prototipo.

En base a la fundamentación teórica encontrada, los parámetros principales para el diseño conceptual y simulación, se presta a entender el funcionamiento y análisis de velocidades requeridas para su funcionamiento y construcción a un tiempo futuro.

- Diseño se define como trabajo de proyección de objetos de uso cotidiano, teniendo básicamente en cuenta los materiales empleados y su función.

El proceso de diseñar, suele implicar las siguientes fases:

1. **Observar y analizar** el medio en el cual se desenvuelve el ser humano, descubriendo alguna necesidad.
2. **Evaluar**, mediante la organización y prioridad de las necesidades identificadas.
3. **Planear y proyectar** proponiendo un modo de solucionar esta necesidad, por medio de planos y maquetas, tratando de descubrir la posibilidad y viabilidad de la(s) solución(es).
4. **Ver, Construir y ejecutar** llevando a la vida real la idea inicial, por medio de materiales y procesos productivos.

Estos cuatro actos, se van haciendo uno tras otro, y a veces continuamente. Algunos teóricos del diseño no ven una jerarquización tan clara, ya que estos actos aparecen una y otra vez en el proceso de diseño.

A continuación se hace una breve reseña del software.

3.1 Software proengineer 5.0

Creo Elements/Pro, antes conocido como Pro/ENGINEER, es un producto de diseño, fabricación e ingeniería asistida por computadora de PTC Corporation (Massachusetts). Es un software de diseño paramétrico. Este es muy popular entre diseñadores mecánicos aunque un poco costoso, pero más económico que otros de su mismo rango como CATIA o Unigraphics. Una de las fortalezas de este software es la implementación de una suite para diseño mecánico, análisis de comportamiento (esfuerzos, térmicos, fatiga, eléctrico) y creación de archivos para la fabricación asistida por computadora.

3.1.1 Inicios.

Desde 1985, PTC ha dado servicio a clientes de primera categoría, adquirido empresas clave y creado productos líderes para ayudarle a lograr una ventaja continúa en productos y servicios. Nuestras soluciones de tecnología transforman la manera de crear y ofrecer servicio para los productos en todo el ciclo de vida del producto, desde la concepción y el diseño hasta el abastecimiento y el servicio.

3.1.2 Versiones.

PTC ha lanzado varias versiones. Desde las versiones "Wildfire" la interfaz gráfica de usuario ha cambiado de manera drástica. Los cambios hicieron al programa más intuitivo y fácil de aprender.

- Pro/ENGINEER 8.0 - 1991
- Pro/ENGINEER 9.0 - 1992
- Pro/ENGINEER 10.0 - 1993
- Pro/ENGINEER 11.0 - 1993
- Pro/ENGINEER 12.0 - 1993
- Pro/ENGINEER 13.0 - 1994
- Pro/ENGINEER 14.0 - 1994
- Pro/ENGINEER 15.0 - 1995
- Pro/ENGINEER 16.0 - 1996
- Pro/ENGINEER 17.0 - 1997
- Pro/ENGINEER 18.0 - 1997
- Pro/ENGINEER 19.0 - 1998
- Pro/ENGINEER 20.0 - 1998
- Pro/ENGINEER 2000 - 1999
- Pro/ENGINEER 2002
- Pro/ENGINEER 2001
- Pro/ENGINEER Wildfire 1.0
- Pro/ENGINEER Wildfire 2.0
- Pro/ENGINEER Wildfire 3.0
- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0
- Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

3.1.3 Para que se usa

PRO ENGINEER es una solución de software para diseño mecánico de alto nivel 3D, es usado principalmente por Ingenieros Mecánicos y Diseñadores Industriales, con aplicaciones completas para CAD/CAM/CAE y PLM. Hoy ha cambiado su nombre a CREO ELEMENTS PRO.

3.1.4 Definición anterior del software PRO ENGINEER ahora CREO ELEMENTS PRO

ProE usa sólidos paramétricos, se especializa en ensamblajes de gran cantidad de piezas, documenta y produce dibujos, tiene una suite de aplicaciones a su alrededor que cubren la gama completa de PLM para diferentes industrias como automotriz, aeroespacial, productos de consumo, etc. Es una de las aplicaciones de diseño mecánico de mayor uso en las principales empresas a nivel mundial. Fue el primero en describir la manera de diseñar de forma paramétrica, es el producto base para su línea de PLM, su más reciente versión es llamada WildFire 5.0. Pro Engineer es modular y tiene soluciones pre configuradas como se explican a continuación.

3.1.5 Versiones Pro/ENGINEER

Conforme al software se han realizado adecuaciones a las diversas herramientas con las que cuenta el programa, con la finalidad de brindar un mejor servicio a los usuarios, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- Pro/ENGINEER Fundación XE, 3DCad, Modelado Avanzado, Ensamble, SheetMetal, Dibujos
- Pro/ENGINEER Avance SE, 3DCad, Modelado Avanzado, Ensamble, SheetMetal, Dibujos + PDM
- Pro/ENGINEER Avance XE, 3DCad, Modelado Avanzado, Ensamble, SheetMetal, Dibujos, dm, FreeForm Surface, Piping, Mecanismos
- Pro/ENGINEER Enterprise SE, Anterior + simulación y análisis, análisis de tolerancias, ingeniería y calculo, admón. de derechos digitales
- Pro/ENGINEER Enterprise XE, 3DCad, Modelado Avanzado, Ensamble, SheetMetal, Dibujos, PDM

A Pro Engineer lo complementan la familia de software Windchill su solución para PLM, Abortext para documentación del dibujo y Math Cad para cálculos de ingeniería.

El software nos permite interactuar con las siguientes áreas de trabajo como se muestra en la figura 3.1.

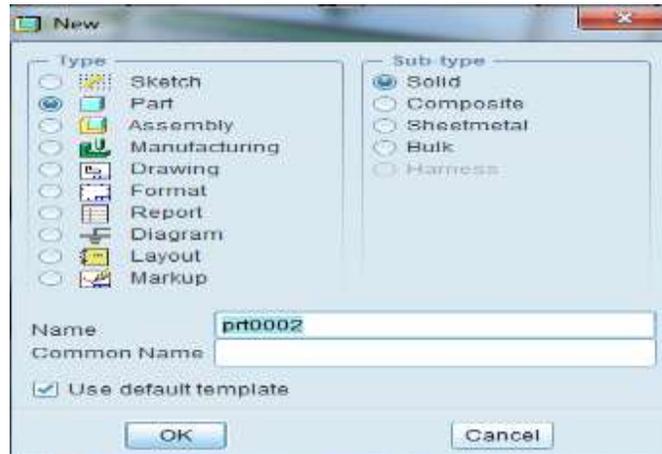


Figura 3.1 Tipos de áreas de trabajos.

Las áreas de trabajo de la versión utilizada son:

- a) Creación de piezas (.prt)
- b) Sub ensambles. (.asm)
- c) Ensamblés. (.asm)
- d) Mecanismos. (mechanism)
- e) Drawing (drw.1)
- f) Sketch (.ptr) etc.

Para las conexiones de pares cinemáticos es necesario efectuar movimientos en ejes o planos como se explica en la tabla 3.1 y referencias requeridas para cada tipo de conexión tabla 3.2.

Tabla 3.1 Tipos de conexiones móviles disponibles en Pro E.

Tipo de conexión	GDL (Grados de libertad)		Descripción	
	Rotación	Traslación		
Perno		1	0	Permite rotación alrededor de un eje (articulaciones).
Deslizador		0	1	Permite traslación al largo de un eje (Deslizadera).
Cilindro		1	1	Permite traslación y rotación al largo de un eje (Cilíndrica).
Planar		1	2	Los componentes conectados se mueven compartiendo un plano 2 traslaciones y poseen una rotación alrededor de un eje perpendicular a dicho plano (Planar)
Bola		3	0	Este tipo de restricción permite la rotación en cualquiera de las 3 direcciones (bola)
Cojinete		3	1	Combinación de junta tipo bola montada sobre un deslizadera.
Soldadura		0	0	Une piezas entre sí.
Rígido		0	0	Une 2 piezas entre si formando un solo cuerpo.

Fuente: Manual básico de ProEngineer Wildfire, Javier Sierra, Febrero 2004.

Tabla 3.2 Referencias requeridas para cada tipo de conexión.

Tipo de conexión	Referencias	También	
Perno		Alineación entre 2 ejes. Alineación / entre 2 planos para restringir traslación.	Cambio de dirección a compañero / alinear acodo de compañero / alinear
Deslizador		Alineación entre 2 ejes. Alineación /mate entre 2 planos para restringir el giro.	Cambio de dirección a compañero / alinear acodo de compañero / alinear
Cilindro		Alineación entre 2 puntos.	Acodo
Planar		Alineación entre 2 planos.	
Bola		Alineación entre 2 puntos.	
Cojinete		Alineación entre un punto y un eje.	
Soldadura		Alineación entre sistemas de coordenadas.	
Rígido		Restricciones tipo rígido (Alineado, insertar orientación.)	

3.2 Metodología

El diseño del dispositivo se fundamentó en la metodología de diseño en ingeniería. En la etapa de ingeniería conceptual la primera actividad realizada fue la colecta de frutos de tuna de diferentes medidas a las que se les realizó una caracterización física y mecánica. Se tomaron datos de diámetros, longitudes son indispensables para tomar de referencia las medidas antes de su construcción.

A si mismo se presenta el diseño de la maquina desespinaadora de tuna que se elaboró con el programa de diseño proengineer 5.0.

Para la simulación utilizaremos el mismo software como creación de piezas, sub ensambles, ensambles, mecanismos, donde se trabaja con métodos de movimientos rotativos y traslación.

La implementación de la simulación consistió en la adquisición de componentes comerciales, y la fabricación de componentes no comerciales, para su integración al prototipo final. Finalmente se realizaron las primeras pruebas de simulación de funcionamiento. Y también como mecanismos en dicho programa Proengineer permitiéndonos interactuar con diferentes velocidades.

A continuación se realiza el dimensionamiento de componentes para el modelado del prototipo de acuerdo al diseño de fabricante, proveedores con partes mecánicas existentes en el mercado tanto físicas en forma, tamaño y espesores reales.

3.3. Materiales para inicio de diseño.

Los materiales utilizados para realizar el diseño correspondiente fueron:

- Equipo de medición. (Vernier).
- Calculadora
- Programa de diseño Proengineer (software)
- Computadora.
- Mouse.

3.3.1 Acero estructural PTR

Acero estructural PTR (Perfil Tubular Rectangular y corresponde a todos aquellos perfiles cuya forma es cuadrada o rectangular), utilizado en herrería y estructuras metálicas.

El peso es de acuerdo al establecido en la norma ASTM-A-6.

- El acero es de acuerdo a las normas ASTM-A.36 y Dual ASTM-A-36 / A-512 G50 con las siguientes propiedades mecánicas.

Tabla 3.3 Características de PTR.

	Dimensiones		Calibre	Espesor		kg/mt	kg/pza
	Pulg	mm		Pulg	mm		
3/4" X 3/4"	19.05	19.05	14	0.075	1.9	1.06	6.466
1" X 1"	25.4	25.4	14	0.075	1.9	1.46	8.906
			13	0.105	2.7	1.99	12.139
			11	0.12	3	2.24	13.664
			10	0.135	3.4	2.49	15.189
1 1/4" X 1 1/4"	31.75	31.75	14	0.075	1.9	1.87	11.407
			12	0.105	2.7	2.57	15.677
			10	0.135	3.4	3.2	19.52
1 1/2" X 1 1/2"	38.1	38.1	14	0.075	1.9	2.7	16.47
			12	0.105	2.7	3.12	19.032
			11	0.12	3	3.5	21.35
			10	0.135	3.4	3.91	23.851
2" X 2"	50.8	50.8	14	0.075	1.9	3.02	18.422
			12	0.105	2.7	4.18	25.498
			11	0.12	3	4.75	28.975
			10	0.135	3.4	5.31	32.391
2 1/2" X 2 1/2"	64	64	14	0.075	1.9	3.8	23.18

IV.- DISEÑO EN SOFTWARE PROENGINEER DE LA MÁQUINA DESESPINADORA.

El prototipo se diseñó utilizando la metodología que se describe a continuación:

- Se toma en cuenta la información recopilada de máquinas ya existentes.
- Definieron las medidas generales para dicho diseño.
- Se seleccionaron los componentes más adecuados, medidas, espesores de cada pieza.
- Se diseñaron las piezas en el programa PROENGINEER, el paquete utilizado para el diseño de este prototipo.
- Se realizan sub-ensambles las de mayor número de piezas.
- Ya terminado el diseño de cada pieza se hicieron los ensambles de cada sub-ensamble del prototipo.
- Posteriormente ya teniendo cada sub-ensamble se generó un ensamble completo del prototipo final.
- Se realizó la simulación correspondiente y los ajustes necesarios para lograr el diseño propuesto.

De acuerdo al equipo de trabajo de tesis se inicia con unas medidas de PTR de 2 Pulg x 2 Pulg en forma cuadrangular, calibre 14 y de espesores de 0.075 Pulg.

Para la construcción del marco de chasis en forma rectangular de medidas de 50 Pulg x 20 Pulg. Con un corte de 45° para ambos lados.

En el programa Proengineer 5.0. Se diseñó como se muestra en la figura 4.1.

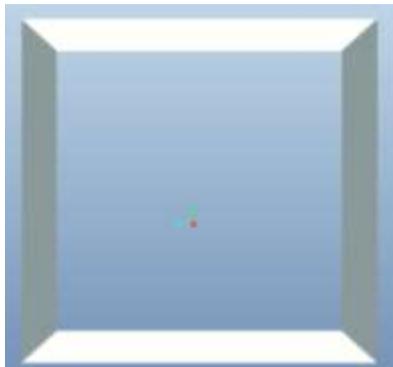


Figura. 4.1 Visualización de los 4 componentes en marco de chasis.

En la base que son 4 piezas a diferencia del marco estas no se cortaron en ambos lados con el corte de 45° . Solo se implementaron con su longitud real de 37.40 Pulg.



Figura 4 .2. Visualización de los 4 componentes de la base de marco de chasis.

4.1 Cepillos cilíndricos para limpieza de frutos

Las principales aplicaciones para este tipo de cepillos son de limpieza y/o lavado de bandas transportadoras, frutas y verduras, lamina en rollo, vidrio, calles de concreto, pisos pintados, lavado de autobuses y camiones, entre otros.

Como cerda para la utilización de esta misma elegimos el ixtle (*del náhuatl ichtli 'IXTLE'*) es una fibra textil usada en México desde la época de Mesoamérica. Proviene del maguey, del género agave, y se da en diversos estados del sur de México. Se utiliza en la industria textil, alimenticia, medicinal y como estimulante.

Se presenta las siguientes condiciones de diseño de rodillo. Con una longitud de 21.84 Pulg. Diámetro inicial de 1.5 Pulg, cerdas material ixtle con una longitud de 2 Pulg, flechas de 0.75 Pulg. De diámetros para ambas y la flecha con longitud de 3.75 Pulg, con ranura para cuñero de 0.19 Pulg. x 0.09375 Pulg. Con espesor de 0.393 Pulg, fecha superior con una longitud de 2 Pulg, omitiendo el diámetro de flecha. Utilizando 7 componentes con una distancia de centros de radios 2.89

Pulg, de cada una y distancias de cerdas de 0.1 Pulg, así evitando choques de las mismas como se muestra en la figura 4.3.

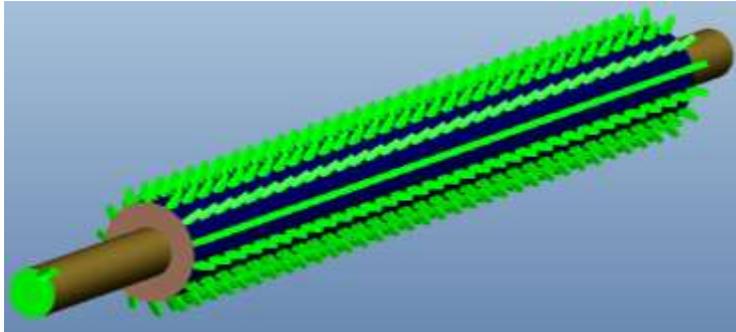


Figura 4.3 Visualización del primer sistema de limpieza rodillo cilíndrico.

Así mismo se cotiza en la empresa “Brochas y Cepillos Sultana, S.A. de C.V. ” fama # 202 frac. El milagro nuevo León México, cp. 66634. Se contacta a dicha empresa vía electrónica, el juego de rodillos con las medidas siguientes con un arreglo de 7 rodillos que ocupan el primer sistema de limpieza en prototipo. Posteriormente se cotizo como se aprecia en el apéndice A.

4.2 Cepillo lineal

Los cepillos lineales o tipo Strip se usan usualmente en la protección de rieles de sistemas de líneas transportadoras en la industria en general, evitando la introducción de rebabas, piezas pequeñas, polvo y basura.

En usos fruticultura son más usuales debido a las propiedades que tienen y no causan daño alguno en cuerpos siendo más flexibles que los de nylon.

Como un segundo sistema de limpieza se optó por este cepillo al igual con el mismo material de cerdas de ixtle. Pero ahora con una mayor longitud de 3 Pulg, y las dimensiones son las siguientes 16 Pulg x 20 Pulg. Quedando en forma física como en la figura. 4.4.

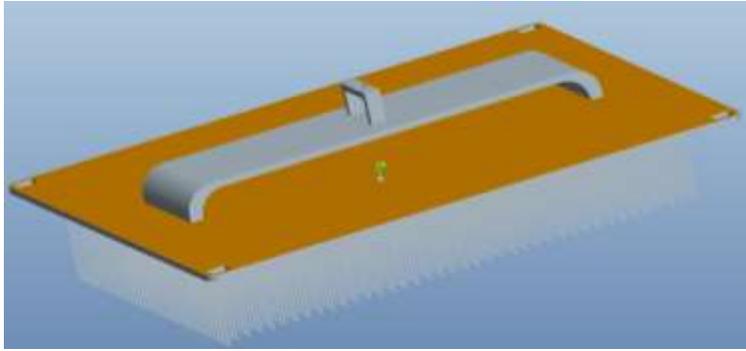


Figura 4.4 Visualización del segundo sistema de limpieza cepillo lineal.

Con la distribución lineal en cerdas y se cotiza en la misma empresa la "sultana" y se aprecia en el apéndice A.

4.3 Chumaceras

Se utiliza en el montaje de rodillos y acoplamiento de engranes, por cada rodillo se usarán un par de chumaceras y para este diseño se usaran un total de 14 chumaceras con un diámetro interior de 1.01 Pulg, con un base de 3 Pulg. Y un espesor de 0.25 Pulg. Se observa en la figura. 4.5.

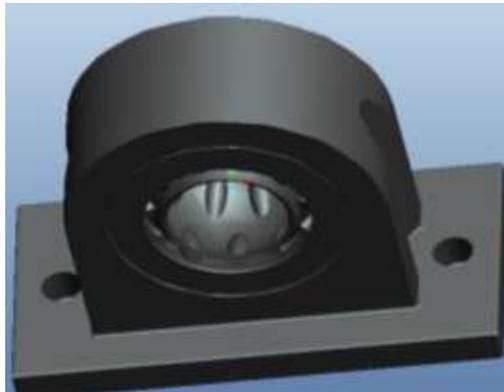


Figura 4.5 Visualización de chumacera y rodamiento ya integrado como un ensamble.

Los rodamientos cilíndricos de dos hileras o de hilera doble ofrecen capacidad radial adicional en comparación con los tipos de rodamientos de una hilera tradicionales con un diámetro de 0.75 Pulg. Como se observa en la figura 4.6.

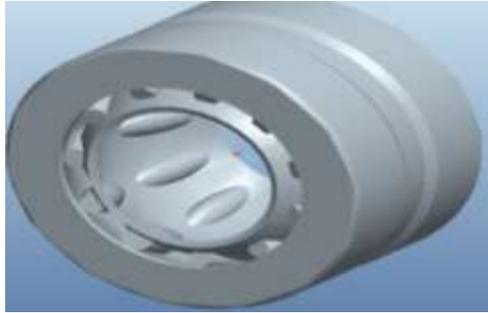


Figura 4.6 Visualización del tipo de rodamiento en interior de chumacera de tipo cilíndrico de doble hilera.

4.4 Catarinas o sprocket

Los sprockets se utilizan para la transmisión de potencia de un eje a otro eje, usando una transmisión por cadena.

Se utilizaron 7 sprocket de 16 dientes con un espesor de 0.393 Pulg. Y con un diámetro en paso de 2 Pulg. Y un diámetro interior de 0.75 Pulg. Con maquinado incluido para cuña integrada con la siguiente medida (0.09375 Pulg. x 0.1875 Pulg.) como se observa en la figura 4.7.



Figura 4.7 Visualización de sprocket.

4.5 Cuñeros

Una cuña de unión es un componente que se coloca en la interface entre el eje y el cubo de una pieza que transmite potencia con el fin de transmitir torque. La cuña es desmontable para facilitar el ensamble y desarmado del sistema de eje, lo cual se le denomina cuñero se instala dentro de una ranura axial que se maquina

en el eje, la más usual es la cuadrada y la paralela ambas se utilizan en ejes cortos y largos. Como se observa en la figura 4.8.

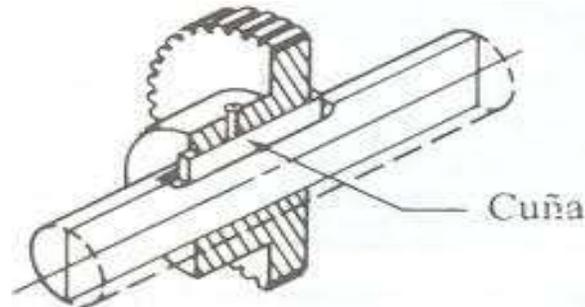


Figura 4.8 Visualización de cuña y cuñero que se utilizan en un engrane y un eje. .

En la tabla 4.8.1 Se muestran el tamaño de cuña contra tamaño de flecha. Se recomienda utilizar las medidas siguientes en radios y chaflanes en cuñas.

Tabla 4.8.1 Medidas de radios y chaflanes en cuñas

Más de	Hasta (Incluso)	Radio del chaflán	Chaflán a 45
1/8	1/4	1/32	3/64
1/4	1/2	1/16	5/64
1/2	7/8	1/8	5/32
7/8	1 1/4	3/16	7/32
1 1/4	1 1/4	1/4	9/32
1 3/4	2 1/2	3/8	1 3/32

En la tabla 4.8.2 Se explica detalladamente las medidas, espesores de flecha y cuñas.

Tabla 4.8.2 Especificaciones ANSI Standard B17.1- 1967 (L.Mott. Robert. 1992).

Diámetro nominal de la flecha		Espesor, W	Tamaño nominal de la cuña	
Más de	Hasta (Incluso)		Altura, H	
			Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	1/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	1 1/4	1/4	1/4	3/6
1 1/4	1 3/8	5/16	5/16	1/4
1 3/8	1 3/4	3/8	3/8	1/4
1 3/4	2 1/4	1/2	1/2	3/8
2 1/4	2 3/4	5/8	5/8	7/16
2 3/4	3 1/4	3/4	3/4	1/2
3 1/4	3 3/4	7/8	7/8	5/8
3 3/4	4 1/2	1	1	3/4
4 1/2	5 1/2	1 1/4	1 1/4	7/8
5 1/2	6 1/2	1 1/2	1 1/2	1
6 1/2	7 1/2	1 3/4	1 3/4	1 1/2
7 1/2	9	2	1 3/4	1 1/2
9	11	2 1/2	2	1 3/4
11	13	3	2 1/2	2
13	15	3 1/2	3	2 1/2
15	18	4	3 1/2	3
18	22	5		3 1/2
22	26	6		4
26	30	7		5

Se utilizaron 7 cuñeros de las medidas de 0.01875 x 0.1875 Pulg. Con un espesor de 0.09375 Pulg. Como se observa en la figura 4.9.

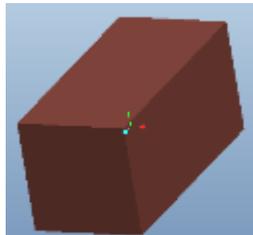


Figura 4.9 Visualización de cuña sección cuadrado.

4.6 Cadena de rodillos ó Tipo Coventry:

Este tipo de cadenas están constituidas por una cantidad variable de unidades llamadas "Blocks"; cada uno de estos está formado a su vez por dos rodillos, dos bujes, y dos placas. Los rodillos giran sobre los bujes, los cuales están remachados contra las placas.

La longitud total de la cadena se denomina "desarrollo" y siempre va a ser un múltiplo entero del "paso" del engranaje al cual se acopla.

Lo cual se muestran en la figura 4.10 el acoplamiento de los componentes.

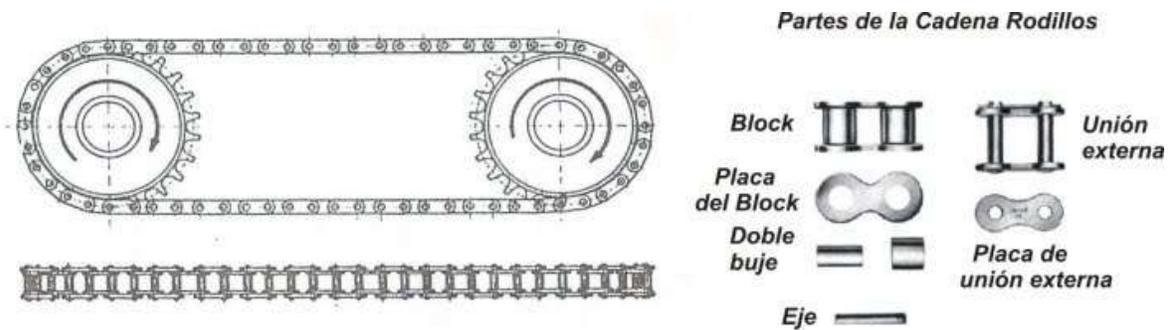


Figura 4.10 Visualización de componentes de cadena.

Para el diseño de cada eslabón se tomó como referencia el engrane así como cada distancia de dientes que fue de 0.350 Pulg. Y con un diámetro de centros de diente de 0.20 Pulg. Como se muestra en la figura 4.11.

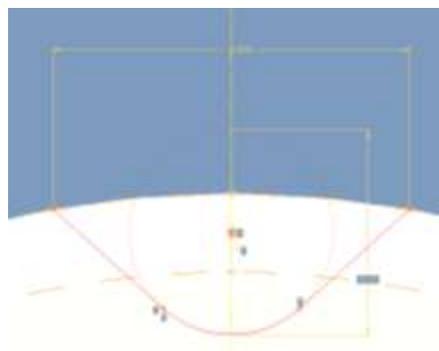


Figura 4.11 Visualización de diseño en diente de engrane.

Ya teniendo las medidas de cada diente se desarrolló un ensamble con los baleros y cada eslabón, así mismo con la opción de ensamble pin en cada componente como se aprecia en la figura 4.12

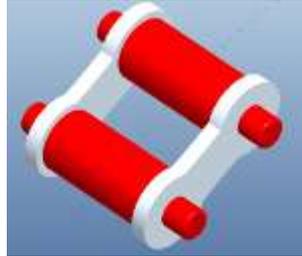


Figura 4.12 Visualización de componentes de cadena.

Con la opción de sketch se desarrolló el marco de la cadena con las medidas correspondientes con la opción de CTRLFONT_S_S en propiedades de sketch. Así se muestra en la figura 4.13.

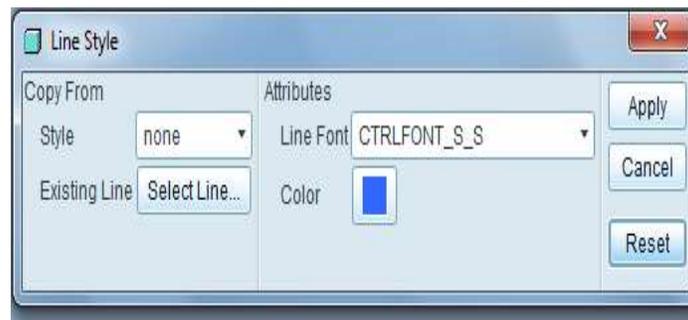


Figura 4.13 Visualización de opciones de contorno y construcción de desplazamiento.

Obteniendo un contorno de la siguiente forma figura 4.14.

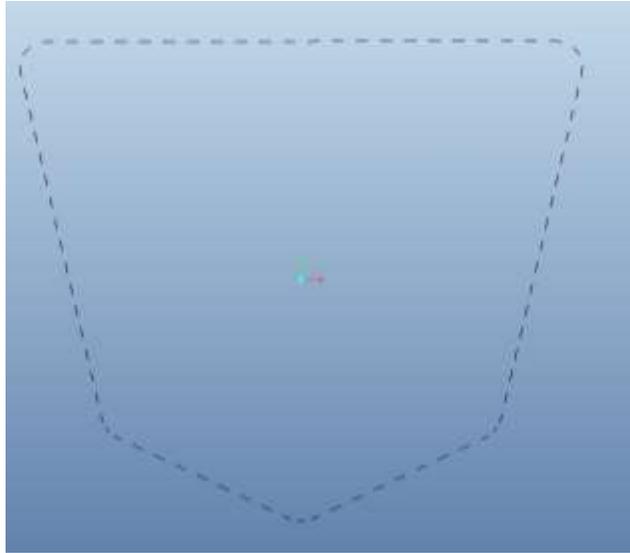


Figura 4.14 Contorno de desplazamiento de la cadena.

Para diseño conceptual esta cadena tiene una longitud de 72.09 Pulg.

Se ensambla con la opción planar y slot. El ensamble final de eslabones queda como la siguiente figura 4.15.

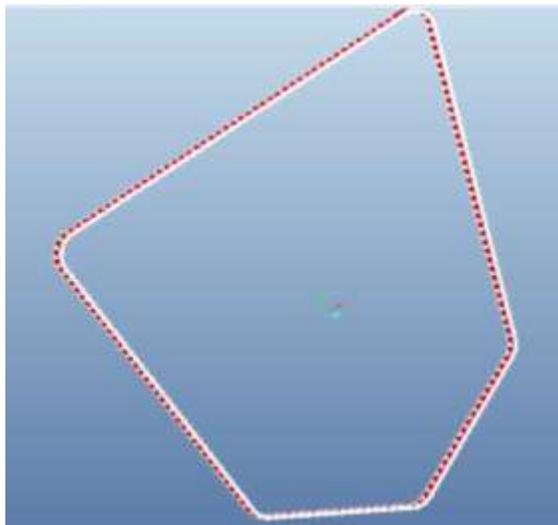


Figura 4.15 Visualización de cadena en el ensamble final.

Al realizar los 3 ensambles ya tenemos nuestro contorno de la cadena y podemos hacer la simulación como mecanismo agregando un servo motor en un solo

eslabón interactuando las velocidades deseadas. Se recomienda hacer el ensamble por eslabón por eslabón.

4.7 Motor de 1 hp.

Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles), transforma en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

El software cuenta con la herramienta de poder descargar piezas como motores eléctricos, tornillería, cilindros neumáticos, tubería metálica, tuercas, chumaceras, etc.

El motor fue descargado del mismo programa con las siguientes características se muestran en la figura 4.16.

In-Linea: G3L28N005-BMM4SX

- Serie G3 Series.
- Tipo Montaje en Pie.
- Marco 28.
- Relación de engranajes (X: 1) 0005 (05:01).
- Certificaciones UL / CSA / CE / RoHS.
- Tipo Motor reductor.
- RPM 360.0.
- Potencia M - 1 Hp.
- Par (en libras) 167.
- OHL (libras) 110.00.
- Voltaje, Fase 3 Ph, 208/230/460V, 60 Hz.
- Caja Plazo de entrega conductores Caja de acero estampado.

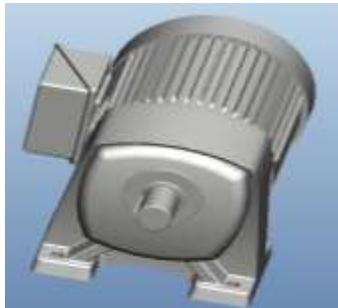


Figura 4.16 Motor.

4.8 Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552 tipo FESTO con sensor infrarrojo de proximidad integrado.

Los cilindros neumáticos (conocido a veces como cilindros del aire) sea dispositivos mecánicos cuáles producen fuerza, a menudo conjuntamente con movimiento, y se accionan cerca gas comprimido (típicamente aire).

Para realizar su función, los cilindros neumáticos imparten fuerza por el convertir energía potencial de gas comprimido en energía cinética.

Especificaciones técnicas DSBC-C – con unidad de bloqueo.

- La fuerza de sujeción indicada se refiere a la carga estática. En caso de excederse el valor correspondiente, es posible que el vástago resbale. Las fuerzas dinámicas que surgen durante el funcionamiento no deberán ser superiores a la fuerza de sujeción estática. Estando bloqueado el vástago, la unidad de bloqueo no está exenta de holguras si varía la carga.

Para este componente de pistón neumático se seleccionó para dar inicio en la segunda parte de limpieza ya que accionara el cepillo lineal para ejercer su función.

Las características del cilindro son diámetro de la camisa 1 .50 Pulg de diámetro del embolo de 0.50 Pulg, y longitud del vástago de 3.98 Pulg, como se muestra en la figura 4.17.



Figura 4.17 Componente de pistón neumático.

En la siguiente **Tabla 4.8.3** se representan las características de cada componente y fuerzas de trabajo.

Tabla 4.8.3 Características de cilindro hidráulico tipo festo.

Holgura torsional admisible con variante Q- Con seguridad torsional							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	
Holgura torsional (*)	±0.65	±0.6	±0.45	±0.45	±0.45	±0.45	
Pesos)							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
DSBC.-							
Peso con carrera de 0 mm.	465	740	1190	1740	2665	3665	6611
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	2245
Masa móvil por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63

4.8.1 Sensor de proximidad para ranura en T SMT-8M-A

Un sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, los detectores capacitivos, los inductivos y los fotoeléctricos, como el de infrarrojos

Ventaja: Reducir la diversidad de piezas: un sensor de proximidad para todos los accionamientos con ranura en T.

- Característica: Producto modular libremente configurable.
- Ayuda a la instalación mediante un segundo led.
- Montaje con una mano.
- Salida de conexión conmutable.
- IP65, IP68, IP69k.
- Configuración ATEX: hasta 30 m de longitud de cable al interruptor EX2 configurable 3GD.
- Excepcional protección anticongelante para bajas temperaturas de hasta -40 °C.
- Información de producto SMT-8M-A sensor de proximidad SMT-8M-A en el catálogo.

El diseño se aprecia en la figura 4.18 la forma virtual del componente.

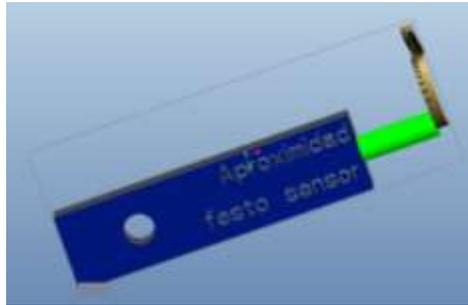


Figura 4.18 Sensor de proximidad.

En la figura 4 19 se explica detalla mente el diagrama de un sensor de proximidad y el tipo infrarrojo como detectara en forma física las tunas.

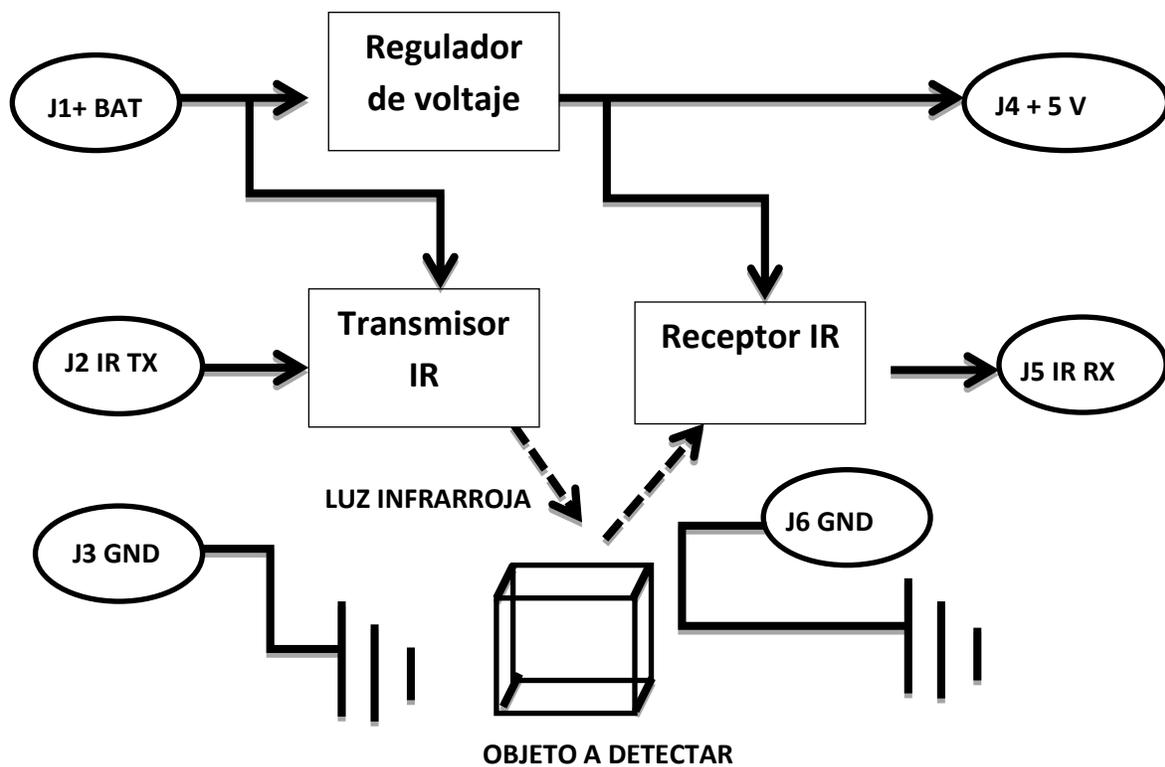


Figura 4.19 Ejemplo de un diagrama de bloques del sensor de proximidad por infrarrojos.

4.8.2 Tipo Infrarrojo

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. El circuito de salida utiliza la señal del receptor para amplificarla y adaptarla a una salida que el sistema pueda entender. La señal enviada por el emisor puede ser codificada para distinguirla de otra y así identificar varios sensores a la vez. Esto es muy utilizado en la robótica en casos en que se necesita tener más de un emisor infrarrojo y solo se quiera tener un receptor. Se muestran en la figura 4.20.

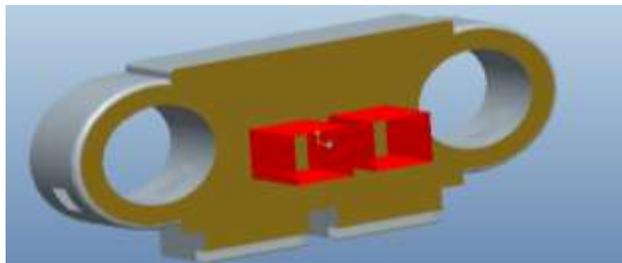


Figura 4.20 Sensores de proximidad por infrarrojos.

4.9 Tensores.

Fueron desarrollados para disminuir las oscilaciones (movimiento repetido) en los elementos de transmisiones ya sean cadenas a rodillos estas sufren alargamientos de entre 1 y el 4% de su longitud , provocando con el paso del tiempo una transmisión de potencia discontinua, ocasionando ruidos molestos y desgastes no deseados en coronas, piñones y demás elementos involucrados. A mismo tensando o empujando en cada aplicación.

4.9.1 Tensor con ajuste de tornillo.

Los tensores nos permiten empujar en la dirección fija dependiendo el alargamiento de cadena así mismo dando lubricación, con ajuste de tornillo necesario a empuje de fuerza evitando que la cadena quede floja. Para la aplicación especial de este componente tiene que ser mínima la parte floja de la cadena queda constantemente colgando, la potencia se transmite de forma discontinua y se reduce el ángulo de agarre en los piñones. En estas condiciones la cadena no rodará suavemente sobre los dientes de los piñones, provocando un funcionamiento irregular de la transmisión y acelerando su envejecimiento.

Como se muestra en la figura 4.21 el ensamble del tensor. La vida útil de la cadena puede alargarse considerablemente utilizando un tensor automático.



Figura 4.21 Tensor con ajuste de tornillo.

4.9.2 Tensor con ajuste de cuerpo completo.

Este tipo de tensores nos permite hacer ajustes en caso necesario desplazarlo cuando la magnitud de cadena es mucho más larga así mismo podemos aplicar este tensado con mayor ajuste. En caso de que la cadena quede demasiado colgada. Como se observa en la figura 4.22 el ensamble del tensor.

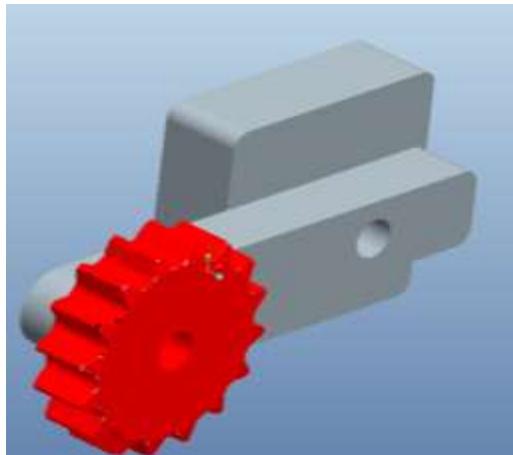


Figura 4.22 Tensor con ajuste de cuerpo completo.

Para analizar qué tipo de tensor poner para la cadena es importante calcular la velocidad.

- Como calcular la velocidad de la cadena en m/seg (ec. 4.1)

$$V = \frac{2 \times 3.14 \times r \times \text{RPM}}{60} \quad (\text{ec. 4.1})$$

Dónde:

V: Velocidad en (m/seg.)

r: Radio del piñón o corona (metros)

RPM: Revoluciones por minuto

Así mismo se resolvió para una velocidad de 10 m/seg.

$$V = 2 \times 3.14 \times 1 \times 360 / 60 = 37.68 \text{ m/seg}$$

Logramos calcular la velocidad periférica de la rueda y así mismo de la cadena a rodillos a través de la siguiente fórmula:

Otros parámetros debemos tener en cuenta.

- Tipo de cadena
- Distancia entre centros
- Contacto con productos químicos
- De tracción reversible

4.10. Tolva

La función de esta misma es alimentar al sistema operación de la maquina ya que se coloca en la entrada con un ángulo de deslizamiento sobre el chasis y en salida. Como se muestra sus medidas son de 16.09 Pulg x 19.16 Pulg y ancho de entrada de 32.16 Pulg, con espesor de 0.50 Pulg, en las figuras 4.23 y en 4.24 con una longitud de 20 Pulg x16.50 Pulg.

A continuación se aprecia la diferencia de tamaños en tolvas y ángulos de inclinaciones.

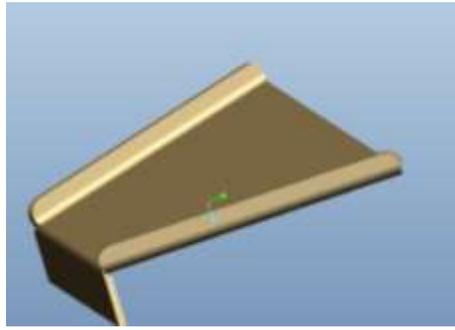


Figura 4.23. Tolva en entrada de maquina con un ángulo de 5°

Esta tolva es la entrada principal de las tunas ya que su ángulo de inclinación permitirá que las tunas sufran daños mecánicos por golpeadura

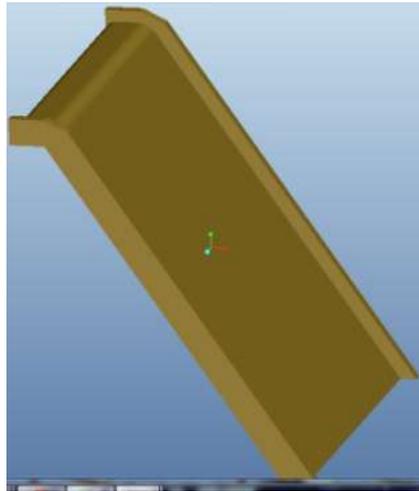


Figura 4.24 Tolva en salida de maquina con un ángulo de 120° inclinación

Esta tolva es la salida de fruto ya que con un ángulo mayor de inclinación se tendrá un deslizamiento a mayor velocidad ya que se recomienda utilizar cajas de espumas para evitar los daños por golpeadura.

V.- DIBUJO.

En este capítulo se describe el modelo de dibujo 2D de Proengineer (Pro Detail).

Una vez realizado el moldeo tridimensional, el último paso que hay que dar es dar es el paso a papel de la información proveniente de dicho modelo, ya sea pieza o ensamble.

5.1 Generalidades.

Como comente la última toma consiste en la generalización del plano 2D de nuestro modelo, tridimensional. El proceso es sencillo y habrá que tener especial cuidado de elegir la posición de las vistas que debemos posicionar en papel. Este podría ser procedimiento habitual de trabajo. Como:

1. Elección de formato o plantilla (rellenamos el cajetín)
2. Posicionando de vistas (proyecciones ,generalidades, secciones, detalles)
3. Acotación de dichas vistas
4. Añadir notas, tolerancias, superficies, símbolos de acabado de tabla.

Así creamos un nuevo plano de trabajo como se muestra en la figura 5.1.

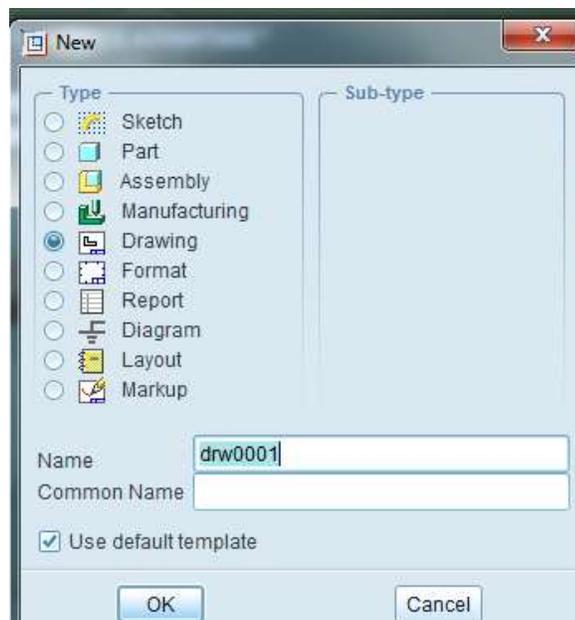


Figura 5.1. Nueva área de trabajo dibujo. drw.

De la misma forma agregamos el tipo de plantilla, formato o tamaño de papel.

5.2 Tipos de vistas

- General: no depende de ninguna otra vista creada.
- Proyectada: es una proyección de una vista ya creada.
- Detallada: es un detalle a escala de una vista ya creada.
- Auxiliar: nos permite crear una vista proyectada en una dirección dada.

Al fin insertamos en la opción DRAWINGS VIEW. Y generamos vistas adecuadas a nuestro diseño.

Por último tenemos estas opciones de impresión de acuerdo al tamaño de hoja de papel y formato que se desea imprimir, Print/ plot, Medusa, DWG, CGM, DXF, IGES, Stheno, TIFF, PDF, STEP, SET.

A continuación en los anexos se muestra cada dibujo y vistas de piezas más importantes de nuestro diseño máquina desespinaadora de tuna.

VI.- SIMULACIÓN.

La simulación es una de las más grandes herramientas de la ingeniería mecánica, la cual se utiliza para representar un proceso mediante un software que lo hace mucho más simple e entendible. Como en la figura 6.1 nos daremos cuenta a continuación del funcionamiento de la máquina ya en el ensamble general de la maquina desespinaadora de tuna, así mismo la integración de sus componentes móviles y fijos.



Figura 6.1. **Visualización del ensamblaje general del prototipo.**

En la figura 6.2 Se muestran los componentes como mecanismo, se le aplico con la opción servo motor permitiendo agregar diferentes velocidades y cambios de rotaciones. Y tiempo real de funcionamiento interactuando con intervalos diferentes de arranque condicionando la movilidad de la misma.

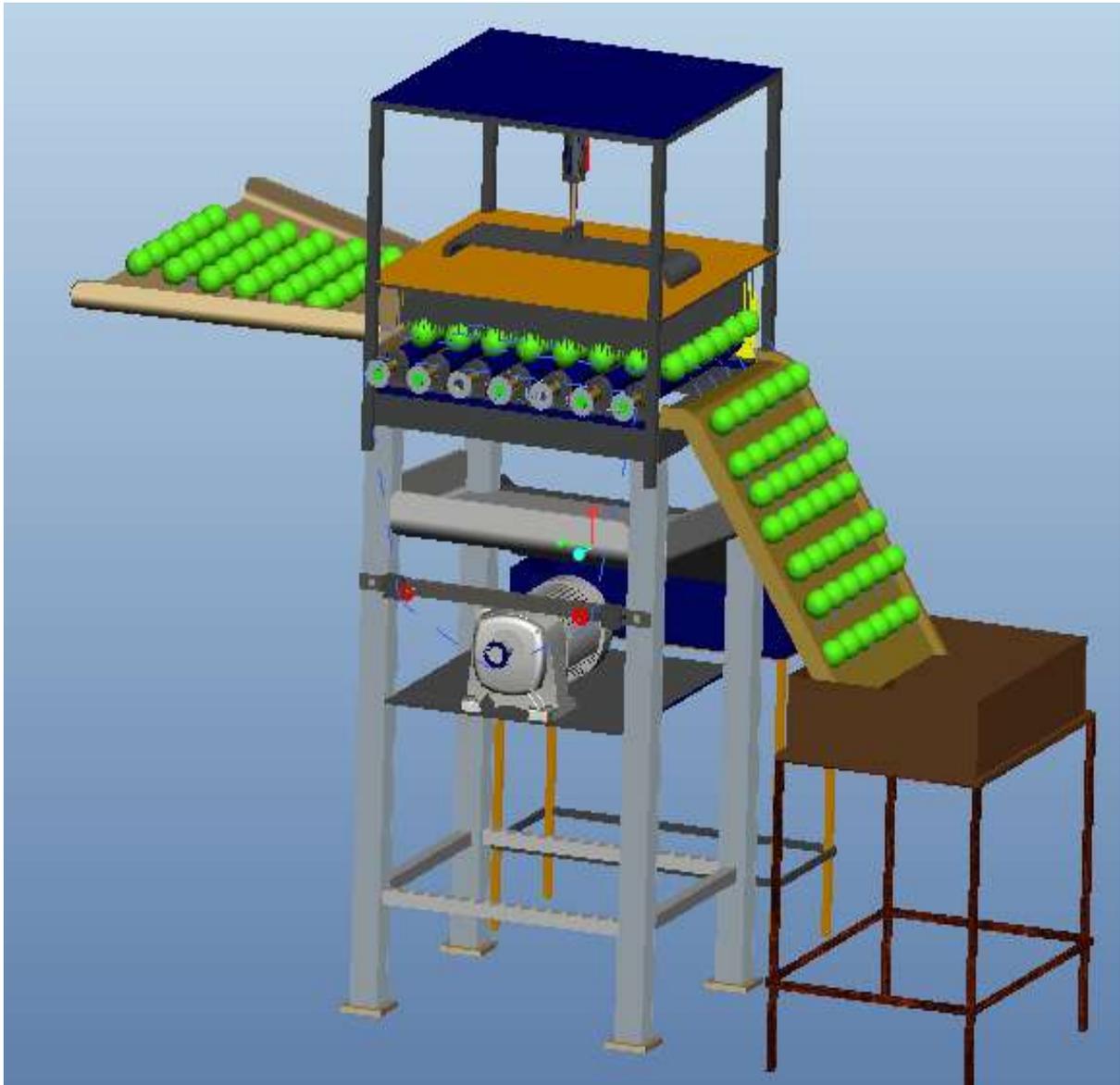


Figura 6.2. Visualización del funcionamiento y ensamble general del prototipo como un mecanismo.

6.1.- RESULTADOS

El diseño y simulación del prototipo en el software Proengineer se considera fundamentalmente de gran ayuda al usuario a ver como se progresa a punto de herramienta a decir que se necesita para el proceso de la construcción a definir dudas incluyendo nuevos ajustes o diferentes operaciones siempre y cuando puedan configurarse fácilmente en la simulación de software y el tiempo de cálculo que no sea excesivo.

6.2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El software de diseño y simulación permite una rápida dinámica comprobación de los movimientos de herramientas diseñadas antes de la construcción en forma virtual gracias al intuitivo entorno de los usuarios esta aplicación resulta fácil y confiable. Ya que las simulaciones de la máquina despinadora se pudo diseñar, controlar, evaluar y optimizar el proceso de limpieza de tuna, incluyendo el cálculo de visualización de operaciones con diversas orientaciones y posiciones de los componentes mecánicos seleccionados y tanto trayectorias de desplazamiento de los distintos ejes de la máquina para maximizar la seguridad del proceso.

De acuerdo al objetivo planteado permitió simular a tiempo real de trabajo, la velocidad, capacidad de trabajo en minutos, hora y tonelada por hora.

Con los parámetros seleccionados se reduce considerablemente el tiempo de desespinado de tuna, permitiendo obtener así una mayor calidad y una reducción considerable en el proceso de la limpieza de la tuna.

Recomendaciones:

- En la maquina propuesta, solo tomamos como base la limpieza de tuna, por lo cual, en su construcción se debe tomar un énfasis mayor en el manejo de ahuate. Se recomienda la realización de investigaciones similares con los órganos de limpieza con otros tipos de cerdas con materiales comerciales en la agroindustria para determinar cuál de todas es la más eficiente.
- Diseño de un sistema de extracción de espinas para evitar que dañe al usuario.
- Es conveniente que los operarios tengan equipo de seguridad en las manos estando protegidas con guantes, de modo de evitar que las espinas que se hayan podido quedar en los frutos, se les introduzcan y se peguen en la piel.
- Utilizar la máquina por varios productores para que sea redituable.

VII.- LITERATURA CITADA

1. **Barreiro Perera Mario. (Julio, 2000)** Revista "nuestra cosecha", revista mensual producida y editada por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, fundado en 1991. Editorial abriendo surcos. Artículo # 71. Pp 13.
2. **Borrego E., F. y Burgos V.N. (1986).** El nopal. Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
3. **Chávez y Saucedo.** Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Memorias Simposio Nacional de Fisiología y Tecnología Pos cosecha de Productos Hortícolas en México. Editorial Limusa, México D.F., 1990. Pp. 134-137.
4. **Flores Valdez Claudio A, De Luna Esquivel Ramírez Juan,** et al, Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria ASERCA Universidad Autónoma Chapingo (UACH) Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial (CIESTAAM) MERCADO MUNDIAL DE LA TUNA Chapingo, México, Chapingo, México, Diciembre de 1993,1995.Pp.59-62-63.
5. **Guzmán, Aragón, Pelayo. (1981).** Fichas técnicas productos frescos y procesados.
6. **L.Mott. Robert. (1992).** Diseño de elementos de máquinas. Editorial Prentice hall. Segunda edición. México. Pp. 333-334.
7. **Revista industrial del campo 2000 agro (Julio 21, 2009)** En la Sección Maquinaria e Insumos Agrícolas.P.30
8. **Rojas Gutiérrez Carlos,** Secretaría de Desarrollo Social C nopal tunero opuntia spp. Cultivo alternativo para la zona árida y el semiáridas de México comisión nacional de las zonas áridas instituto nacional de ecología México.

Páginas web.

- http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/TUNA.HTM#B1
- http://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a_14.html
- <http://www.bioestadistica.uma.es/libro/node22.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Medidas_de_tendencia_central
- http://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a_17.html
- <http://www.tareasya.com.mx/index.php/tareas-ya/primaria/sextogrado/matematicas/1493-Sistema-ingl%C3%A9s-de-medidas.html>
- <http://es.thefreedictionary.com/dise%C3%B1o>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o>
- http://www1.ceit.es/asignaturas/LabCADCAE/asignatura/documentacion/ManualProEWildfire/libro_cad_cap8_asm.pdf
- <http://www.saapsa.com.mx/site/index.php/ptr>
- http://www.amaceros.com/?page_id=532
- <http://www.cepillos-sultana.com/>
- <http://www.cepillosvioleta.com.mx/cepillos-cilindricos/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/lxtle>
- <http://www.grupomavic.com.mx/Cepillos/Lineales.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Chumacera>
- <http://www.timken.com/eses/products/bearings/productlist/roller/cylindrical/Pages/default.aspx#top>
- <https://sites.google.com/site/358maquinas/transmision-por-engranajes-y-cadenas>
- <http://satueros13.blogspot.es/>

- http://www.festo.com/cms/es-mx_mx/18669.htm
- <http://saturos13.blogspot.es/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_proximidad
- <http://www.herosistemas.com.ar/productos.html>
- <http://www.edrawingsviewer.com/ed/edrawings-publisher-pro-engineer.htm>

V.III APÉNDICE A

BROCHAS Y CEPILLOS SULTANA, S.A. DE C.V.

Fama 202, frac. El milagro
Apodaca, N.L. c.p. 66634
Tel: (52- 81)8321-2520, fax (52-81)8321-2519
e-mail: ventas@bycssa.com <http://www.cepillos-sultana.com>

Apodaca, N.L. a 18 de Marzo de 2014
UAAAN

Priv Fco. Rojo Gómez
Bellavista, Saltillo Coahuila.
Correo: tomas.f.s@hotmail.com
Teléfono: 8441551417



Atención: **Tomas Eduardo Fuentes Fuentes**

Por medio de la presente nos permitimos saludarles cordialmente y aprovechamos para hacerle llegar la siguiente cotización solicitada por ustedes:

- **CEPILLO BASE MADERA DE 16.25" DE ANCHO POR 20" DE LARGO, ESPESOR DE .75" CON CERDA DE IXTLE A 3" DE ALTURA, CON MECHONES DE .25" EN DISTRIBUCION CUADRADA.....\$2,850.00 c/u.**
- **CEPILLO CILINDRICO DE 2.5" DE DIÁMETRO POR 21 13/16" DE LARGO CERDA IXTLE, EN FLECHA DE 3/4" CON ESPIGAS DE 3/4" X 3.75" MOTRIZ CUÑERO DE 5/16" Y 2" CONDUCTIDA, -----
----- \$1,630.00 c/u.**

Estos precios son en M.N., FCA Monterrey, N.L. y se les deberá agregar el 16% de IVA. El tiempo de entrega será de 10 días hábiles, a partir de la recepción de la orden de compra y un anticipo de al menos el 50% del valor total del pedido.

Sin otro particular por el momento, y agradeciendo de antemano su preferencia, nos repetimos como sus atentos amigos y seguros servidores.

Atentamente,
BROCHAS Y CEPILLOS SULTANA, S.A. DE C.V.

Ing. Juan Francisco Villarreal Guardiola
Ejecutivo de ventas

IX. Anexos