



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño y manufactura de un prototipo para el
rebanado de plátano.**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

Presenta

JOSÉ ANTONIO ISLAS VENEGAS

ASESOR DE TESIS

DR. LEOPOLDO ADRIAN GONZÁLEZ GONZÁLEZ

México, D.F.

2009

A mis padres (Luis, Yola y Co) por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado.

A mi hermano y a mi flakita por estar conmigo en todo momento durante la realización de esta tesis.

Agradezco.

A los profesores que me ayudaron con sus conocimientos y su experiencia para que yo pudiera realizar este trabajo.

Al DR. Leopoldo González por asesorarme y ser paciente conmigo.

A la UNAM y en especial a la Facultad de Ingeniería, por recibirme y formarme como ingeniero.

Muchas Gracias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. Antecedentes de los procesos de corte de frutas y verduras	3
1.1 Tipos de cuchillas utilizadas para el corte en rebanadas de frutas y verduras	4
1.1.1 ¿Qué es una cuchilla?	4
1.1.2 Cuchilla cortadora de rodaja	4
1.1.3 Cuchilla "patatas fritas"	5
1.1.4 Cuchillas "rectas"	6
1.1.5 Cuchillas "picadoras"	7
1.1.6 Cuchilla "batidora"	7
1.1.7 Rebanadora estándar	8
1.1.8 Rebanadora-cortadora en cuadros	8
1.1.9 Rebanadora ondulada	9
1.1.10 Rebanadora fina, 2 cuchillas	9
1.1.11 Rebanadora fina, 1 cuchilla	10
1.1.12 Cortadora en tiras	11
1.1.13 Rejilla para cortar en cuadros tipo 1	11
1.1.14 Rejilla para cortar en cuadros tipo 2	12
1.2 Dispositivos de corte en rebanadas para frutas y verduras	13
1.2.1 Mandolina	13
1.2.2 Cuchilla picadora	14
1.2.3 Rallador Universal	14
1.2.4 Rallador – Pelador	15
1.2.5 Peladores	15
1.2.6 Rebanadora de quesos	16
1.2.7 Cortadora TranSlicer	16
1.2.8 Rebanadoras de carne sin hueso automáticas	17
CAPÍTULO 2. Propuesta conceptual de una máquina rebanadora de plátano	20
2.1 Proceso actual	21
2.2 Planteamiento del caso en estudio	24
2.3 Diagrama de caja negra	25
2.4 Generación y evaluación de alternativas	26
2.4.1 Generación de alternativas	27
2.4.2 Evaluación de alternativas	30
CAPÍTULO 3. Diseño de detalle de la máquina rebanadora de plátano	36
3.1 Dibujo de conjunto	37
3.2 Sistema de Suministro	38
3.3 Sistema de Rebanado	40
3.4 Sistema de Transmisión y Sistema Motriz	43
3.5 Soporte Estructural	51

CAPÍTULO 4. Fabricación del prototipo.	61
4.1 Explosivo del prototipo	62
4.2 Consideraciones para la manufactura del prototipo.	65
4.3 Pruebas y Resultados del Prototipo.	67
4.4 Costo de Componentes y Materiales del Prototipo.	71
CONCLUSIONES.	72
Anexo	74
Bibliografía.	97

INTRODUCCIÓN.

En este trabajo se presenta la propuesta de diseño de una máquina rebanadora de plátano macho para una micro empresa que produce plátano macho frito en rebanadas.

La microempresa se crea cuando el fundador sale de trabajar de una fábrica dedicada a la producción de papas fritas, a partir del método de producción que se utilizaba en la fábrica, surgió la idea para realizar su propio producto, rebanadas de plátano macho frito.

Actualmente la empresa no puede cubrir su demanda porque el proceso de producción es manual, lento y deficiente. Por lo tanto, el objetivo principal del presente trabajo, es diseñar una máquina rebanadora de plátano macho para la microempresa, que cubra las necesidades actuales principalmente de velocidad de producción y bajo costo.

A partir de la necesidad de aumentar la velocidad de producción de rebanado de plátano macho, se pretende desarrollar el diseño de una máquina rebanadora de plátano que ayude a obtener rebanadas de aproximadamente 3mm de espesor.

Para llevar a cabo lo anterior, se propone en primer lugar, en el Capítulo 1, investigar los tipos de cuchillas que se utilizan para el corte en rebanadas de frutas y verduras así como los dispositivos que se emplean para el rebanado de ellas.

En el Capítulo 2 se explica el proceso actual que utiliza la micro empresa para el rebanado del plátano macho y se definen las necesidades que se tienen en el rebanado del plátano macho, así como las especificaciones del sistema, por último se presentan las alternativas generadas y su evaluación, eligiendo los sistemas más adecuados que cubren las necesidades ya establecidas, para su posterior manufactura.

En el Capítulo 3 se presenta el diseño de detalle de la máquina rebanadora de plátano macho, en este se muestran las especificaciones de manufactura para cada sistema y para el soporte estructural, también se presentan imágenes de análisis por elemento finito de los componentes principales del sistema estructural.

En el Capítulo 4 se presentan las consideraciones para la manufactura de los sistemas que conforman la máquina rebanadora de plátano, y pruebas de funcionamiento, por último se da a conocer un costo de componentes y materiales del prototipo.

Por último, es importante mencionar que para el diseño de la máquina rebanadora de plátano macho se tomó en cuenta lo siguiente de manera primordial;

- Disminuir el desperdicio de materia prima y aumentar la calidad de corte.
- Rapidez de corte, uniformidad en el espesor de la rebanada y obtención de rebanadas completas de plátano macho.
- Mantenimiento sencillo.
- Bajo costo.

CAPÍTULO 1

Antecedentes de los procesos de corte de frutas y verduras.

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación referente a los diferentes tipos de dispositivos y cuchillas que existen para rebanar frutas y verduras, además se describe el funcionamiento de algunos dispositivos.

1.1 Tipos de cuchillas utilizadas para el corte en rebanadas de frutas y verduras.

1.1.1 ¿Qué es una cuchilla?

Una cuchilla es la parte plana de una herramienta que normalmente tiene un filo y/o un extremo afilado hecho generalmente de metal.

Existen diferentes tipos de cuchillas; recta o curva, la cuchilla recta es hecha para cortar o apuñalar mientras que la cuchilla curva es mejor para rajarse. La diferencia entre apuñalar y rajarse es que una clava en un borde directamente en un material mientras que el otro se desliza a lo largo del material para conseguir más bien una acción rebanadora.

Las cuchillas se utilizan a nivel mundial en numerosas aplicaciones dentro de diferentes tipos de industrias, desde las operaciones de proceso hasta las de embalaje.

A continuación se presentan diferentes tipos de cuchillas y se describe de manera general su funcionamiento;

1.1.2 Cuchilla cortadora de rodaja.

Para realizar su función, la cuchilla "cortador de rodajas" debe colocarse sobre un soporte, éste puede ser un disco. Para optimizar la capacidad de corte del producto se recomienda que la cuchilla sea de acero inoxidable martensítico. El espesor de la rodaja obtenida depende de la altura de la cuchilla sobre el disco respecto a su plano general como se muestra en la figura 1.1.

La cuchilla "cortador de rodajas" permite, por ejemplo:
- cortar en rodajas verduras como: zanahoria, pepino, papa, etc.

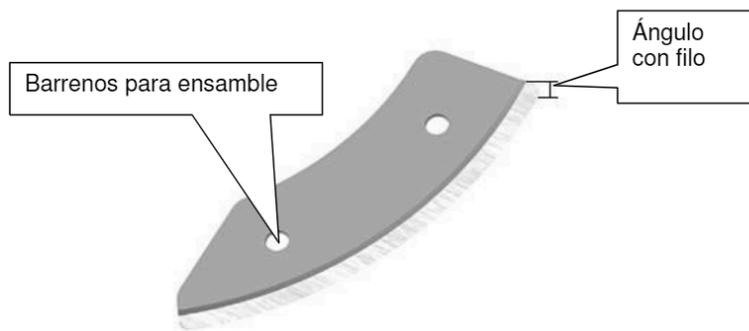


Figura 1.1 Cuchilla cortadora de rodaja.¹

1.1.3 Cuchilla "papas fritas".

La "cuchilla para papatas fritas" (ver figura 1.2), se presenta en forma de una cuchilla convencional pero equipada con dientes cortantes perpendiculares al plano de la cuchilla.

Esta cuchilla se recomienda montarse en un soporte que puede ser un disco, la cuchilla "papas fritas" son principalmente fabricadas de acero inoxidable martensítico, con lo cual se tiene un disco con una capacidad de corte excelente.

La cuchilla se utiliza principalmente para cortar papas en su forma característica de las papas fritas.

¹ Extraído de http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/A0012.htm

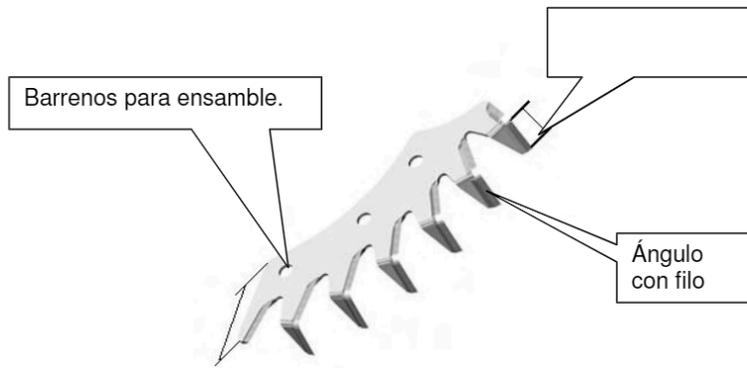


Figura 1.2 Cuchilla "patatas fritas".²

1.1.4 Cuchillas "rectas".

La cuchilla "recta" (ver figura 1.3), se presenta como una cuchilla de filo dentado, larga y estrecha, también se le conoce a esta cuchilla como "cuchilla corta tomates",.

Este tipo de cuchilla son principalmente fabricadas de acero inoxidable martensítico templado.

La cuchilla "recta" se utiliza especialmente para cortar rápidamente tomates enteros en rodajas iguales, pero puede utilizarse perfectamente para otras verduras de pulpa tierna, como por ejemplo, los calabacines.

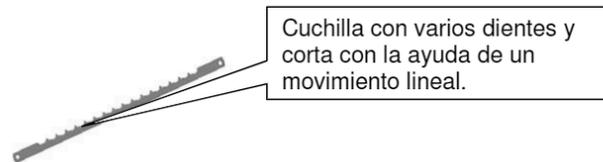


Figura 1.3 Cuchillas rectas.³

² Extraído de http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/99079.htm

³ Extraído de http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/99087.htm

1.1.5 Cuchillas "picadoras".

La cuchilla "picadora" (ver figura 1.4), está formada por cuatro aletas cortantes y presenta una perforación en el centro en forma de agujero cuadrado, y está fabricada de acero inoxidable martensítico. La cuchilla "picadora" se emplea para picar carne esto lo hace con la ayuda de un tornillo sinfín que impulsa la carne contra una rejilla perforada con agujeros sobre la que frota la cuchilla.

La cuchilla picadora tiene como función picar carne para la preparación de:

- picadillo de carne, rellenos, salsas de carne, etc.

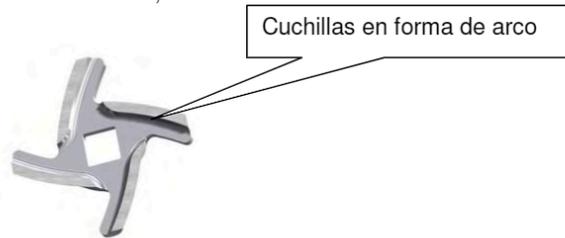


Figura 1.4 Cuchillas "picadoras"⁴

1.1.6 Cuchilla "batidora".

La cuchilla "batidora" (ver figura 1.5), está destinada a ir montada en un aparato denominado batidora de brazo, ésta sirve para elaborar sopas, salsas y para batir alimentos en general.

Por esta razón, las cuchillas de batidora presentan un filo afilado en toda la longitud de las partes activas.

Algunos ejemplos de aplicación son:

- prepara sopas;
- prepara bebidas;
- prepara ciertas salsas;
- elabora pan rallado.

⁴ Extraído de http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/A1055.htm

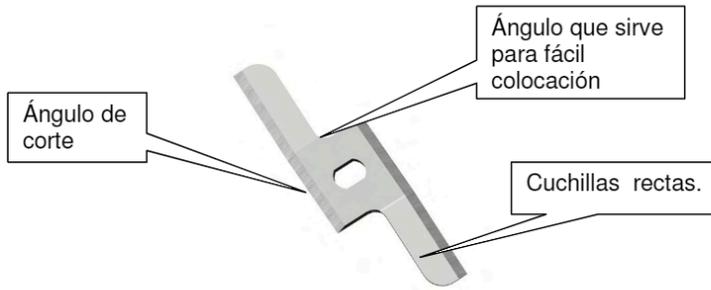


Figura 1.5 Cuchilla "batidora"⁵

1.1.7 Rebanadora estándar.

La rebanadora estándar (ver figura 1.6), rebana productos firmes obteniendo un espesor de 8 a 10 mm.

La función de esta rebanadora estándar es;

- rebanar tubérculos.
- cortar en dados cuando se combina con una rejilla para dados.

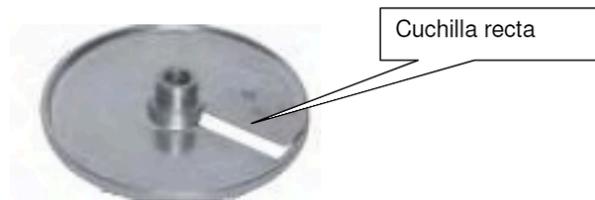


Figura 1.6 Rebanadora estándar.⁶

1.1.8 Rebanadora-cortadora en cuadros.

La rebanadora-cortadora (ver figura 1.7), corta productos firmes con un espesor de 12.5 mm, se utiliza principalmente para cortar:

- tubérculos.
- col para sopas.
- papas.
- en cuadros cuando se combina con una rejilla tipo 1 (ver fig. 1.12)

⁵ Extraído de http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/99085.htm

⁶ Extraído de http://www.halde.com/products/tech/owner_manuals/docs/om_rg-250.pdf

Cuchillas con forma de arco

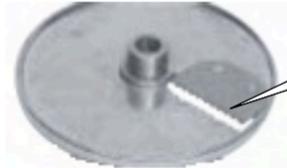


Figura 1.7 Rebanadora-cortadora en cuadros.

1.1.9 Rebanadora ondulada.

La rebanadora ondulada (ver figura 1.8), corta onduladamente productos firmes con un espesor de 4.5 mm, generalmente su función es rebanar de manera ondulada y se utiliza para;

- cortar remolacha.
- cortar pepino.
- cortar zanahoria, etc.



Cuchilla recta con dientes colocados de forma ondulada.

Figura 1.8 Rebanadora ondulada.⁶

1.1.10 Rebanadora fina de 2 cuchillas.

La rebanadora fina de 2 cuchillas (ver figura 1.9), corta en rebanadas productos firmes y blandos, y con esta rebanadora se pueden obtener espesores de 1, 1.5 y 2 mm, generalmente su función es rebanar de forma transversal y se utiliza para;

- Cortar tubérculos, cebolla, puerros y pepinos.
- Cortar en tiras la col.
- Cortar tiras de queso parmesano.



Figura 1.9 Rebanadora fina de 2 cuchillas.⁶

1.1.11 Rebanadora fina de una cuchilla.

La rebanadora fina de una cuchilla (ver figura 1.10), corta en rebanadas productos firmes o blandos tales como tubérculos, pimientas, cebolla, puerros, pepinos, tomates, manzanas, cítricos, plátanos y setas. Con esta rebanadora se pueden obtener espesores de 3, 4, 6, 10 y 14 mm.

Su función es rebanar productos firmes, y se utiliza según el espesor como se menciona a continuación;

- El espesor de 4mm pica cebolla en combinación con las rejillas de cortar tipo 1 (ver fig. 1.12).
- Los espesores de 3, 4, 6 y 10 mm corta en dados en combinación con las rejillas de cortar tipo 1 (ver fig. 1.12).
- El espesor de 14 mm corta en dados en combinación con las rejillas del tipo 2 (ver fig. 1.13).

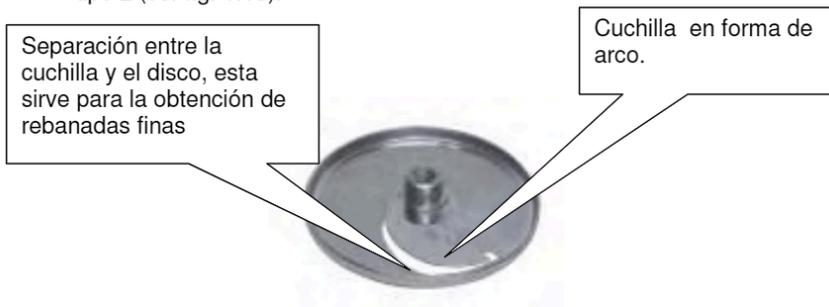


Figura 1.10 Rebanadora fina de una cuchilla.⁶

1.1.12 Cortadora en tiras.

La cortadora en tiras (ver figura 1.11), sirve para cortar productos firmes en tiras de 2x2, 2.5x2.5, 4.5x4.5, 6x6, 8x8 y 10x10 mm.

La función de la cortadora en tiras según su tamaño es;

- 2x2 mm sirve para cortar en tiras hortalizas para sopas de verduras, patatas y zanahorias.
- 8x8 y 10x10 sirven para cortar patatas fritas ligeramente curvadas.

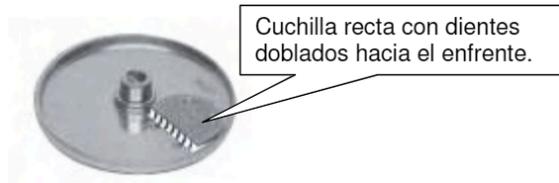


Figura 1.11 Cortadora en tiras.⁶

1.1.13 Rejilla para cortar en cuadros tipo 1.

La rejilla para cortar en cuadros tipo 1 (ver figura 1.12), corta en rebanadas tubérculos, fruta, patatas, col, col y nabo, zanahorias, pepinos, tomates, manzanas, etc., combinada con la rebanadora estándar de 10 mm o la fina de 4, 6 y 10mm.

Las dimensiones de los cuadros que se obtienen con la rejilla tipo1 son 6.25x6.25, 7.5x7.5, 10x10, 12.5x12.5 y 15x15 mm.



Figura 1.12 Rejilla para cortar en cuadros tipo 1.⁶

1.1.14 Rejilla para cortar en cuadros tipo 2.

La dimensión del cuadro que se obtienen con la rejilla tipo 2, (ver figura 1.13), es de 20x20 mm.

Corta en cuadros los mismos productos que la rejilla de tipo1 (ver figura 1.12), pero en combinación con la rebanadora fina, 1 cuchilla.



Figura 1.13 Rejilla para cortar en cuadros tipo 2.⁷

⁷ Extraído de <http://www.halde.se/products/brochures/spanish/docs/bro250es.pdf>

1.2 Dispositivos de corte en rebanadas para frutas y verduras.

Existen varios tipos de dispositivos para realizar cortes en forma de rebanada, esto se puede hacer de forma manual o por medio de un dispositivo que facilite el corte en forma de rebanada.

A continuación se mencionan algunos dispositivos que se utilizan para cortar frutas, verduras y otros alimentos.

1.2.1 Mandolina.

La mandolina (ver figura 1.14), es un utensilio de cocina empleado para rebanar verduras, queso, jamón, etc en rodajas uniformes. Existen diferentes modelos capaces de cortar delgadas rebanadas de cebolla, nabo, apio, etc.



Figura 1.14 Mandolina⁸

Funcionamiento

El aparato tiene dos piezas que se deslizan entre sí. Sobre la superficie fija existen unas cuchillas afiladas que pueden ajustarse a diferentes alturas con la intención de poder calibrar diferentes grosores dependiendo de la necesidad del cocinero. El alimento se coloca en la parte móvil y es agitado con un movimiento de *vaiven* de tal forma que cada secuencia va sacando una rodaja del alimento debido a su paso por la cuchilla.

⁸ Extraído de [http://es.wikipedia.org/wiki/Mandolina_\(utensilio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Mandolina_(utensilio))

Precauciones

Se considera un instrumento peligroso que debe manipularse con cuidado, sobre todo cuando se pretende rebanar los extremos de los alimentos, por esta razón se aconseja emplear un guante o rebanar con cuidado los extremos.

1.2.2 Cuchilla picadora.

La cuchilla picadora (ver figura 1.15), Se utiliza normalmente para picar hierbas y plantas aromáticas. También cebolla, ajo, pimientos, etc.



Figura 1.15 Cuchilla picadora.⁹

1.2.3 Rallador Universal.

Rallador universal (ver figura 1.16), con cuatro superficies de rallado diferentes colocadas sobre un bloque cuadrado que gira sobre si mismo y permite proporcionar cuatro tamaños de rallado. Este bloque se adapta a un recipiente tapado que se emplea para recoger el producto rallado y dispone de un asa grande que permite su sujeción durante el rallado o su transporte. Los alimentos se deslizan sobre la superficie metálica de rallado empujándolos con una tapa de plástico que se sujeta mediante las aletas que posee en su superficie.



Figura 1.16 Rallador Universal.¹⁰

⁹ Extraído de http://www.dopazochef.com/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=41

¹⁰ Extraído de <http://www.elabuelo.com.mx/acc6.asp>

1.2.4 Rallador – Pelador.

El rallador- pelador (ver figura 1.17), es una estructura metálica pintada de blanco a la que se acopla una lámina de rallado de vegetales que se utiliza para pelar patatas, zanahorias, etc. o bien para rallar queso o chocolate. Esta lámina de rallado se retira fácilmente para efectuar su limpieza. Opcionalmente, se puede acoplar una pieza que posee tres clavos de acero sobre los que se sujetan los vegetales para su pelado con algún instrumento de cocina.



Figura 1.17 Rallador-Pelador¹⁰

1.2.5 Peladores.

Los peladores (ver figura 1.18), son eficientes y fácil de usar, con una estructura de aluminio (Pelador REX) o de plástico (Pelador RITTER) y unas cuchillas basculantes fijadas mediante mordazas en el extremo de dicha estructura. Su gran ligereza y su forma anatómica permiten sujetarlo firmemente en la mano y las hojas horizontales pelar las patatas o verduras sin dañarse la muñeca.



Figura 1.18 Peladores.¹⁰

1.2.6 Rebanadora de quesos.

La rebanadora de quesos (ver figura 1.19), consiste en una hoja de acero con una ranura para rebanar lonja de queso. La hoja va sujeta a un mango de plástico grueso, en ángulo recto con la hoja, que permite la acción sin grandes esfuerzos de muñeca.



Figura 1.19 Rebanadoras de quesos.¹¹

1.2.7 Cortadora TranSlicer.

La cortadora TranSlicer 2000® (ver figura 1.20), patentada por Urschel Laboratories rebana uniformemente con precisión a altas capacidades y es especialmente adecuada para productos alargados. Los productos que pueden cortarse eficazmente en esta máquina incluyen: papas, plátanos apio, espárragos, frijoles, pimientos, lechugas, palitos de pan, zanahorias, calabacines, trozos de pollo, salchichas vienesas, cáscara de cítricos, productos extruidos, encurtidos, peperoni y muchas otras aplicaciones.



Figura 1.20 cortadora TranSlicer.¹²

¹¹ Extraído de <http://www.tecnum.net/utensilioscocina.htm>

Tipos de cortes

Rueda rebanadora: rebanadas rectas u onduladas de 1/32 a 2 pulgadas (0.8 a 50.8mm).

El espesor de la rebanada depende de la cantidad e inclinación de las cuchillas en la rueda rebanadora junto con la velocidad de la correa de alimentación. Se ofrecen muchas ruedas rebanadoras para producir una amplia gama de espesores de rebanada. Las correas de alimentación funcionan a una variedad de velocidades disponibles, dependiendo del tipo de rueda rebanadora que se use.

Muchas ruedas rebanadoras pueden convertirse para rebanadas onduladas, cambiando las cuchillas rectas con cuchillas rebanadoras onduladas. Además, para rebanar en forma ondulada también se debe usar un filo diferente.

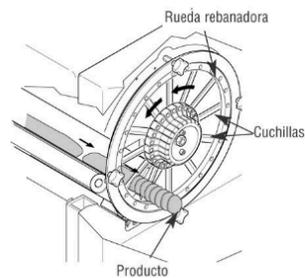


Figura 1.21 Rueda rebanadora.

1.2.8 Rebanadoras de Carne sin hueso Automáticas

La rebanadora de carne (ver figura 1.22), Modelo CRM SECTOR SIMPLEX 250/400

Cortadora automática de Cuchillas Múltiples. Cortes de carnes frescas sin hueso, de igual espesor y de una sola vez. El espesor de los cortes puede variar entre 6 y 50 mm, sustituyendo de manera simple y fácil el juego de

¹² Extraído de <http://es.urschel.com/machines.php?mid=24>

cuchillas. De dimensiones compactas, permite grandes producciones en poco espacio. Totalmente en acero inoxidable con sistemas de seguridad para el operario acorde a las normas europeas. La máquina se puede automatizar agregando bandas transportadoras a ambos lados.



Figura 1.22 Modelo CRM SECTOR SIMPLEX 250/400.¹³

En la tabla 1.1 se muestra un resumen de las cuchillas y dispositivos para rebanar.

Nº	CUCHILLA	Función
1.1.2	Cuchilla cortadora de rodaja	Es una cuchilla en forma de arco que sirve para cortar verduras en forma de rodajas
1.1.3	Cuchilla "papas fritas"	Es una cuchilla con dientes afilados y doblados hacia enfrente, su función principal cortar papas en su forma característica de las papas fritas
1.1.4	Cuchillas "rectas"	Es una cuchilla con varios dientes y se utiliza para cortar rápidamente tomates enteros en rodajas iguales
1.1.5	Cuchillas "picadoras"	Es una cuchilla que esta formada por cuatro aletas cortantes las cuales tienen como función picar carne.
1.1.6	Cuchilla "batidora"	Es una cuchilla contiene dos aletas cortantes que tienen como función batir sopas, bebidas, etc
1.1.7	Rebanadora estándar	Es un disco en el cual esta montada una cuchilla recta, la cual sirve para rebanar productos con espesores de 8 a 10 mm.
1.1.8	Rebanadora-cortadora en dados	Es una estructura circular la cual contiene dos cuchillas en forma de arco, esto permite cortar productos firmes con un espesor de 12.5 mm
1.1.9	Rebanadora ondulada	Es un disco en el cual esta montada una cuchilla recta que tiene los dientes colocados de forma ondulada, esto permite rebanar productos firmes de forma ondulada con un espesor de 4.5 mm

¹³ Extraído de <http://www.scarpatihnos.com/rebanaa.htm>

1.1.10	Rebanadora fina de 2 cuchillas	Es un disco en el cual están montadas dos cuchillas en forma de arco, esto permite obtener rebanadas finas de 1mm hasta 2mm de espesor.
1.1.11	Rebanadora fina de una cuchilla	Es un disco en el cual esta montada una cuchilla en forma de arco, esto permite rebanar productos firmes o blandos con espesores 3 a 14 mm.
1.1.12	Cortadora en tiras	Es un disco que contiene una cuchilla recta con dientes afilados y doblados hacia enfrente, esto permite cortar papas fritas ligeramente curvadas.
1.1.13	Rejilla para cortar dados tipo 1	Es un disco que contiene una rejilla con varios cuadros, esto permite cortar productos firmes en forma de dado.
1.1.14	Rejilla para cortar dados tipo 2	Es un disco que contiene una rejilla con varios cuadros, esto permite cortar productos firmes en forma de dado de 20 X20mm.

Tabla 1.1 Cuchillas y Dispositivos para Rebanar.

CAPÍTULO 2

Diseño Conceptual de Máquina Rebanadora de Plátano.

En este capítulo se describe el proceso actual de rebanado de plátano que utiliza la micro-empresa, así como las especificaciones que debe cumplir el sistema de rebanado. Con base en lo anterior se proponen varios sistemas de rebanado así como su respectivo análisis.

2.1 Proceso actual.

El proceso actual que utiliza la micro-empresa para obtener rebanadas de plátano macho frito es como se muestra en la figura 2.1;

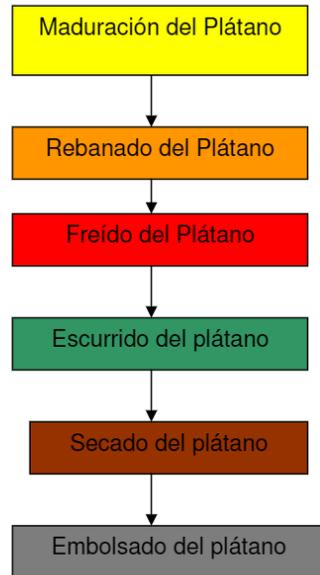


Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso actual.

Descripción

Primeramente se espera que el plátano macho este en el punto de maduración adecuado, como se muestra en la figura 2.2



Figura 2.2 Plátano maduro.

Después se le quita la cáscara, como se muestra en la figura 2.3



Figura 2.3 Plátano sin cáscara.

Enseguida se rebana de manera manual con la ayuda de una mandolina (ver fig. 1.16), como se muestra en la figura 2.4



Figura 2.4 Plátano rebanado.

Luego las rebanadas de plátano se colocan en una canastilla para que se frían con aceite, como se muestra en la figura 2.5



Figura 2.5 Plátano friéndose.

Por último se dejan escurrir y con papel estroza se secan las rebanadas y se embolsan, como se muestra en la figura 2.6



Figura 2.6 Plátano sin grasa.

2.2 Planteamiento del caso de estudio.

Se propone desarrollar un diseño conceptual de una máquina rebanadora de plátano que permita rebanar 30 kg/hr de plátano macho y que sea de bajo costo.

Requerimientos.

Para el desarrollo del diseño conceptual de ésta máquina se considera los siguientes requerimientos;

- Bajo costo.
- Obtener rebanadas de plátano de manera uniforme.
- Que sea de fácil manejo.
- Obtención de rebanadas completas.
- Que el mantenimiento sea sencillo.
- Que sea higiénico.
- Que tenga medidas de seguridad para el operario.

Especificaciones.

Las especificaciones propuestas para el desarrollo del diseño conceptual son;

- Capacidad de rebanado de 30 kg/hr.
- Utilización de motor eléctrico comercial.
- Que el espesor de cada rebanada sea de 3mm aproximadamente.

2.3 Diagrama de caja negra.

Tomando en cuenta que la propuesta es una máquina para rebanar plátano se comienza el diseño mediante la descomposición funcional, como se muestra en la figura 2.7.

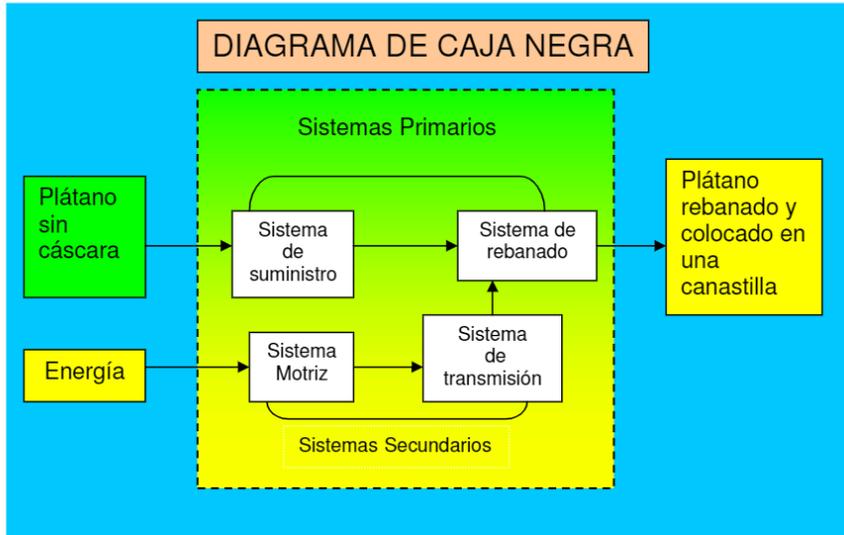


Figura 2.7 Diagrama de caja negra.

La solución que se muestra en el diagrama de caja negra de la figura 2.7, se parte desde que el plátano ya está pelado hasta que sale el plátano ya rebanado y colocado en una canastilla, pero para que esto suceda se necesita de un operario que suministre de manera manual el plátano al sistema de rebanado.

Considerando el diagrama de las principales funciones de la máquina rebanadora de plátano, a continuación se deben generar diferentes alternativas de solución que se generan para cada uno de los sistemas que integran a la máquina.

2.4 Generación y evaluación de alternativas.

Para la solución de los diferentes sistemas funcionales que conforman la máquina rebanadora de plátano se generan diferentes alternativas para cada sistema funcional.

Sistemas Primarios.

- Sistema de Suministro; La función de este sistema es ayudar a obtener rebanadas de plátano uniformes y que el operario suministre el plátano de manera segura y fácil.
- Sistema de Rebanado; La función de este sistema es rebanar plátano de manera uniforme, en otras palabras que el espesor de cada rebanada de plátano sea de 3mm de espesor aproximadamente.

Sistemas Secundarios.

- Transmisión; La función de este sistema es transmitir la potencia del sistema motriz al sistema de rebanado para que la función de éste último se lleve a cabo (ver figura 2.7).
- Sistema Motriz; La función de este sistema es darle el movimiento necesario al sistema de rebanado para que este último realice su función.

2.4.1 Generación de Alternativas.

De las figuras 2.8 a la 2.11 se presentan las diferentes alternativas de solución para cada uno de los sistemas funcionales en que se dividió la máquina rebanadora de plátano.

Sistema de Suministro

Sistema	Alternativas	Esquema
Sistema de Suministro	Tapa con agujero y tapón	
	Tubo con soporte y tapón	

Figura 2.8 Sistemas de Suministro.

Las alternativas propuestas para el suministro del plátano son;

- Tapa con agujero y un tapón para ayudar a suministrar el plátano.
- Tubo con soporte y un tapón para suministrar el plátano.

Sistema de Rebanado.

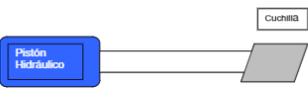
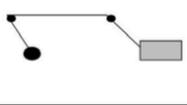
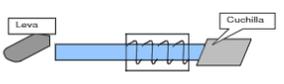
Sistema	Principios	Alternativas	Esquema
Sistema de Rebanado	Movimiento Circular	Disco Rebanador	
	Movimiento Lineal	Pistón Hidráulico con cuchilla	
	Movimiento Combinado	Mecanismo de 4 barras con cuchilla	
		Leva-Seguidor con cuchilla	

Figura 2.9 Sistemas de Rebanado.

Las alternativas propuestas para el sistema de rebanado según el principio de movimiento son las siguientes;

- Movimiento circular: La alternativa que se muestra es un disco circular con cuchillas, que puede ser impulsado por un motor eléctrico.
- Movimiento lineal: La alternativa que se presenta es un pistón hidráulico con cuchilla.
- Movimiento combinado: En este principio se combina el movimiento lineal con el movimiento circular y aquí se presentan dos alternativas; la primera es con un mecanismo de 4 barras con cuchilla y la segunda es con una leva-seguidor con cuchilla.

Sistema Motriz.

Sistema	Principio	Alternativas	Esquema
Sistema Motriz	Par	Motor Eléctrico	
		Motor de Combustión	

Figura 2.10 Sistemas Motriz.

Las alternativas propuestas para el sistema motriz según el principio de movimiento circular son un motor eléctrico o un motor de combustión.

Sistema de Transmisión.

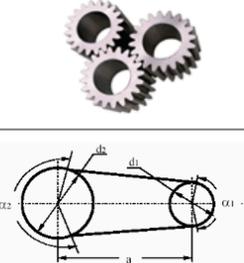
Sistema	Principio	Alternativas	Esquema
Sistema de Transmisión	Par	Engranajes	
		Bandas y poleas	

Figura 2.11 Sistemas de Transmisión.

Las alternativas propuestas para el sistema de transmisión según el principio de movimiento circular es un juego de engranes o un juego de poleas.

2.4.2 Evaluación de Alternativas.

La evaluación de alternativas se realiza de acuerdo a los siguientes pasos;

Paso 1). Se determinan los criterios de diseño.

Para hacer cualquier clase de evaluación es necesario tener un conjunto de criterios los mismos que deben basarse en los objetivos de diseño, es decir, lo que se quiere que logre el diseño.

Los criterios de diseño incluyen factores técnicos y económicos, requerimientos de los usuarios, requerimientos de seguridad, etc. Es necesario elaborar una lista completa.

Los criterios de diseño para realizar la evaluación son los siguientes;

- A) Tamaño.
- B) Fácil Limpieza.
- C) Costo del Mantenimiento.
- D) Seguridad para el operador.
- E) Velocidad de Corte.
- F) Peso.
- G) Costo del Sistema.
- H) Durabilidad.
- I) Cantidad de elementos.
- J) Consumo de Energía.

Paso 2). Ordenar los criterios de diseño.

Se van a ordenar los criterios de diseño con la ayuda de un escala de impacto como se muestra en la tabla 2.1, aquí cada criterio de diseño se compara con cada uno de los demás criterios de diseño. En la celda correspondiente de la matriz se anota una cifra 1 o 0, lo que dependerá de si el primer criterio de diseño tiene más o menos importancia que el segundo, y así sucesivamente.

Criterios de Diseño	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total	Factores de Impacto	%
	A	-	1	0	0	0	1	0	0	0		0	2
B	0	-	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0222	2,222
C	1	0	-	0	0	1	1	0	0	1	4	0,0889	8,889
D	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	9	0,2	20
E	1	1	1	0	-	1	1	1	1	1	8	0,1778	17,78
F	0	1	0	0	0	-	0	0	1	0	2	0,0444	4,444
G	1	1	0	0	0	1	-	1	1	1	6	0,1333	13,33
H	1	1	1	0	0	1	0	-	1	1	6	0,1333	13,33
I	1	1	1	0	0	0	0	0	-	0	3	0,0667	6,667
J	1	1	0	0	0	1	0	0	1	-	4	0,0889	8,889
											45	1	100

Tabla 2.1 Escala de impacto.

Paso 3). Calificar cada una de las alternativas de solución, considerando la siguiente escala de 0 a 10 de calificación.

Escala	Descripción de la Solución
0	Inútil
1	Inadecuado
2	Débil
3	Pobre
4	Tolerable
5	Satisfactorio
6	Bueno con desventajas
7	Bueno
8	Muy Bueno
9	Excelente
10	Ideal

Tabla 2.2 Escala de calificaciones.¹⁴

Tomando en cuenta lo indicado anteriormente, se tiene las siguientes matrices de decisión para cada sistema.

¹⁴ Extraído del Libro George E. Dieter "Engineering Desing" 3ra Edición, pag189

De donde; A S = Alternativas de Solución.
C D = Criterios de Diseño.

Sistema de Suministro.

A S C D	A 0.0444	B 0.0222	C 0.0889	D 0.2	E 0.1778	F 0.0444	G 0.1333	H 0.1333	I 0.0667	J 0.0889	Total
Tapa con Agujero y tapón	8 0.3552	9 0.1998	9 0.8001	10 2	9 1.6011	8 0.3552	8 1.0664	9 1.1997	9 0.6003	10 0.889	9.06
Tubo con Soporte y tapón	9 0.3996	8 0.1776	8 0.7112	8 1.6	9 1.6011	9 0.3996	9 1.1997	7 0.9331	7 0.4669	10 0.889	8.37

Tabla 2.3 Matriz de decisión del Sistema de Suministro.

.Sistema Motriz.

A S C D	A 0.0444	B 0.0222	C 0.0889	D 0.2	E 0.1778	F 0.0444	G 0.1333	H 0.1333	I 0.0667	J 0.0889	Total
Motor Eléctrico	9 0.3996	9 0.1998	9 0.8001	8 1.6	8 1.4232	8 0.3552	8 1.0664	7 0.9331	9 0.6003	8 0.7112	8.08
Motor de Combustión	6 0.2664	6 0.1332	5 0.4445	8 1.6	9 1.6011	5 0.2222	6 0.7998	9 1.1997	5 0.3335	6 0.5334	7.13

Tabla 2.4 Matriz de decisión del Sistema Motriz.

Sistema de Rebanado.

A S C D	A 0.0444	B 0.0222	C 0.0889	D 0.2	E 0.1778	F 0.0444	G 0.1333	H 0.1333	I 0.0667	J 0.0889	Total
Disco Rebanador	8 0.3552	9 0.1998	9 0.8001	8 1.6	10 1.779	9 0.3996	9 1.1997	8 1.0664	9 0.6003	9 0.8001	8.8
Pistón Hidráulico con cuchilla	6 0.2664	7 0.1554	6 0.5334	8 1.6	5 0.8895	5 0.2222	7 0.9331	7 0.9331	6 0.4002	9 0.8001	6.73
Mecanismo de 4 barras con cuchilla	7 0.3108	7 0.1554	6 0.5334	8 1.6	6 1.0674	6 0.2664	7 0.9331	8 1.0664	5 0.3335	9 0.8001	7.06
Leva-Seguidor con cuchilla	6 0.2664	7 0.1554	5 0.4445	7 1.4	6 1.0674	5 0.222	4 0.5332	7 0.9331	5 0.3335	9 0.8001	6.15

Tabla 2.5 Matriz de decisión del Sistema Rebanado.

Sistema de Transmisión.

A S C D	A 0.0444	B 0.0222	C 0.0889	D 0.2	E 0.1778	F 0.0444	G 0.1333	H 0.1333	I 0.0667	J 0.0889	Total
Engranés	8 0.3552	6 0.1336	6 0.5334	9 1.8	9 1.6011	6 0.2664	5 0.6665	9 1.1997	8 0.5336	8 0.7112	7.8
Bandas y Poleas	7 0.3108	8 0.1776	8 0.7112	8 1.6	9 1.6011	8 0.3552	8 1.0664	8 1.0664	8 0.5336	8 0.7112	8.13

Tabla 2.6 Matriz de decisión del Sistema Transmisión.

Paso 4) Seleccionar las alternativas de solución con la mayor calificación.

Para nuestra propuesta de diseño se muestra en la tabla 2.6 las alternativas de solución elegidas para cada sistema funcional.

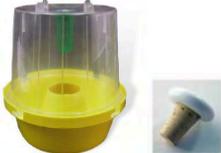
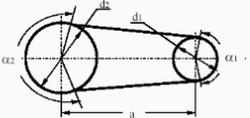
Sistemas Funcionales	Alternativas de Solución	Esquema
Sistema de Suministro	Tapa con agujero y tapón	
Sistema de Rebanado	Disco Rebanador	
Sistema Motriz	Motor Eléctrico	
Sistema de Transmisión	Bandas y Poleas	

Tabla 2.6 Alternativas de Solución.

A continuación se describe de manera general el proceso que realizará a cabo la máquina rebanadora de plátano, como se ilustra en la figura 2.13.

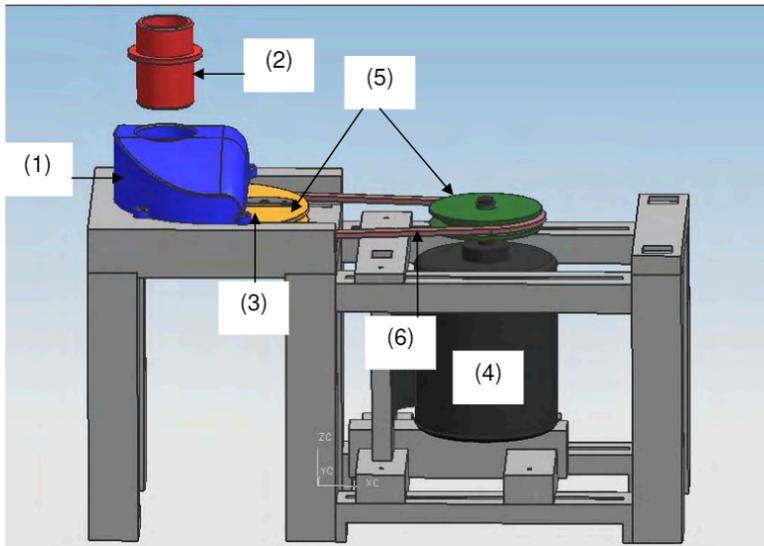


Figura 2.13 Diagrama de los sistemas funcionales para la máquina rebanadora de plátano propuesta.

La máquina será alimentada de manera manual con la ayuda de un operario a través de la tapa con agujero (1) y con el tapón (2) se empujara parte del plátano, la cual conducirá al plátano hacia el disco rebanador (3), este disco rebanador se moverá con ayuda de un motor eléctrico (4), el cual estará conectado a través de un par de poleas (5) y una banda (6) al disco rebanador.

Después de que el plátano pase por el disco rebanador se obtendrán las rebanadas de plátano, las cuales quedarán depositadas en una canastilla.

En la figura 2.13 se muestra la configuración de la máquina rebanadora de plátano propuesta.

CAPÍTULO 3

Diseño de Detalle de Máquina Rebanadora de Plátano.

En este capítulo se toma en cuenta la información generada de la toma de decisiones (capítulo 2), para así delimitar los detalles de cada sistema funcional del prototipo. Presentando dibujos de conjunto, especificaciones, los componentes y equipos comerciales y la capacidad esperada de la máquina.

3.1 Dibujo de Conjunto.

En la figura 3.1 se muestra el dibujo de conjunto de la máquina rebanadora de plátano propuesta.

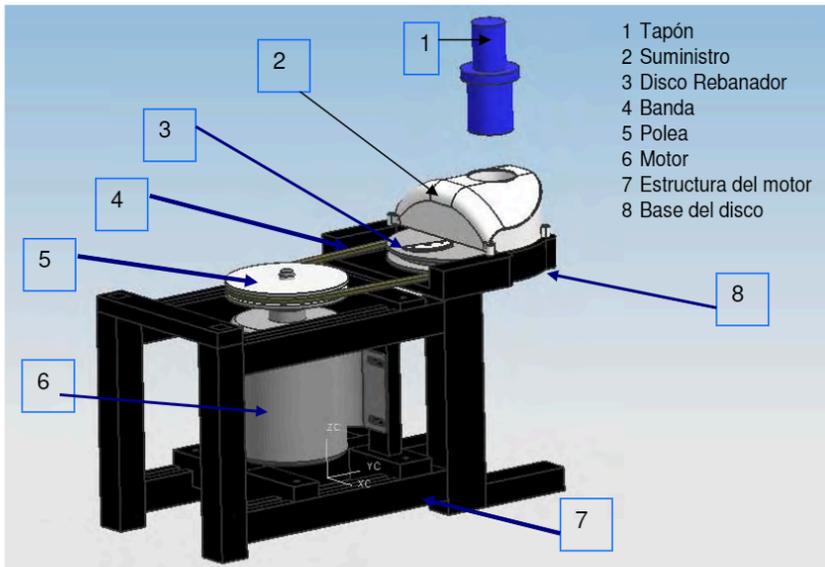


Figura 3.1 Dibujo de conjunto de la máquina rebanadora de plátano.

A continuación se muestra con mayor detalle cada uno de los sistemas funcionales, haciendo énfasis en los componentes principales de cada sistema.

3.2 Sistema de Suministro.

En la figura 3.2 se muestra el dibujo de la forma propuesta para el sistema de suministro. Aquí se le da especial énfasis al agujero de la tapa, ya que es la parte principal para que no se atore el plátano o se maltrate en el momento de introducir el plátano al agujero.

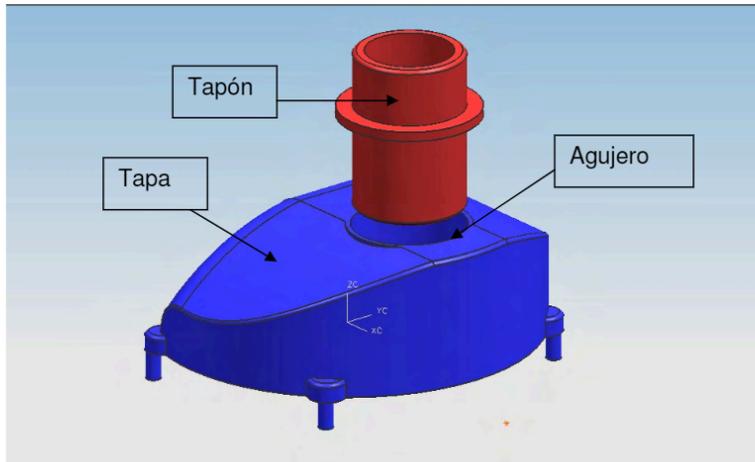


Figura 3.2 Tapa con agujero y tapón.

En la figura 3.3 se observa que la parte inicial del agujero se presenta un bisel con el fin de que el plátano no se maltrate a la hora de introducirlo al agujero.

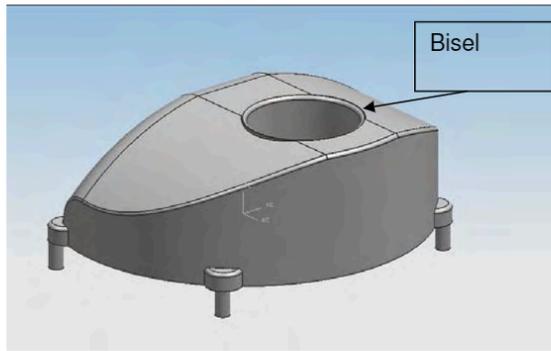


Figura 3.3 Tapa con agujero biselado.

En la figura 3.4 se observa que en la parte posterior, la tapadera tiene una abertura, esta es para que la banda pueda conectarse con el disco rebanador y a su vez, con la polea que esta acoplada al motor.

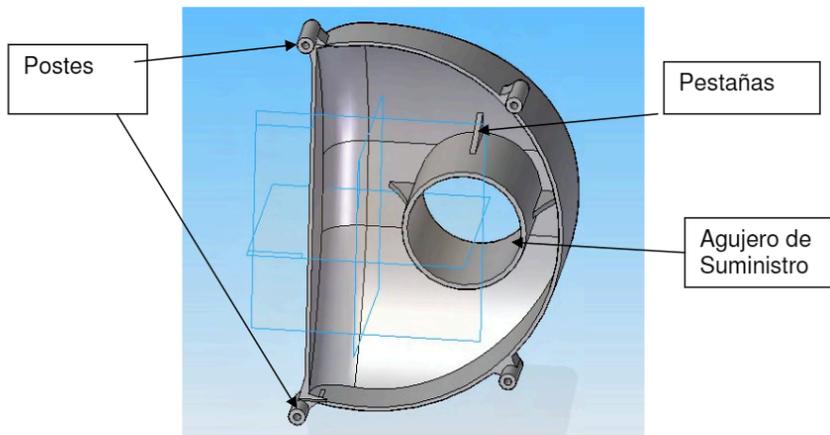


Figura 3.4 Abertura de la tapa por la parte de atrás.

También, en la figura 3.4 se observa que la tapa tiene cuatro postes, uno en cada esquina de la tapa, estos van a servir para acoplar la tapa con la base. Esta tapa con agujero y tapón también sirve para que el operario tenga mayor seguridad a la hora de que suministre el plátano.

3.3 Sistema de Rebanado.

En la figura 3.5 se muestra el sistema de rebanado, el cual tiene forma de disco con dos cuchillas, y una ranura para trabajar como polea.

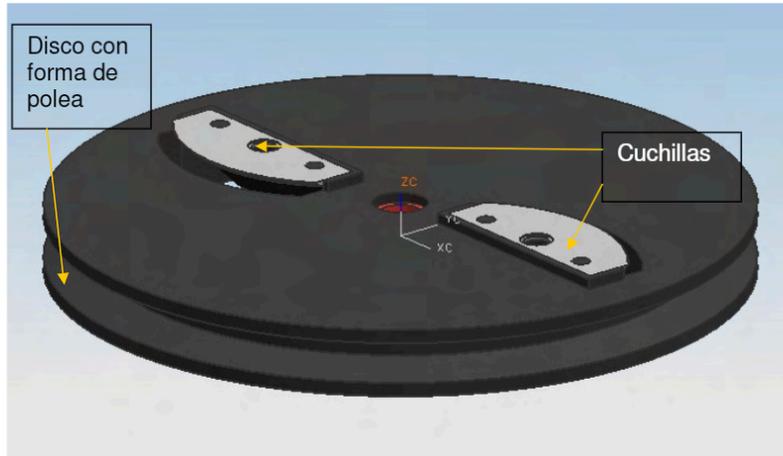


Figura 3.5 Disco Rebanador.

En la figura 3.6 se observa que la cuchilla tiene una forma arqueada de un lado donde se encuentra el filo, esta forma arqueada es para disminuir la fuerza de corte, ya que si la cuchilla fuera recta la fuerza de corte sería mayor. También se observa que tiene dos barrenos, estos servirán para acoplar la cuchilla en la base del disco rebanador.

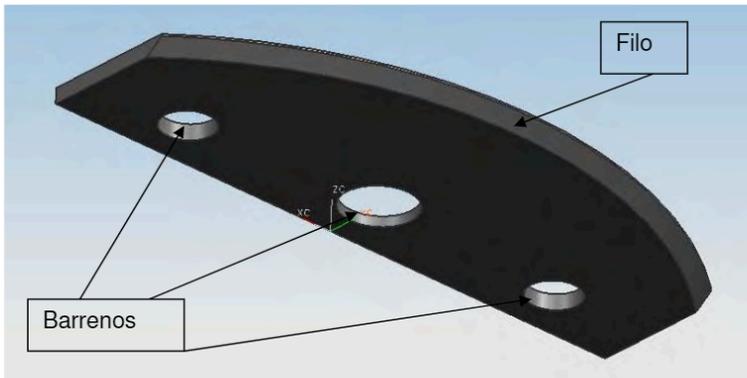


Figura 3.6 Cuchilla.

En la figura 3.7 se observa que hay dos bases en el disco rebanador, estas bases sirven para acoplar las dos cuchillas, y los dos cilindros que sobresalen de la base ayudan a que se tenga un mejor acople de las cuchillas, también se observa que hay dos ranuras en el disco, estas sirven para que las rebanadas de plátano pasen hacia la canastilla.

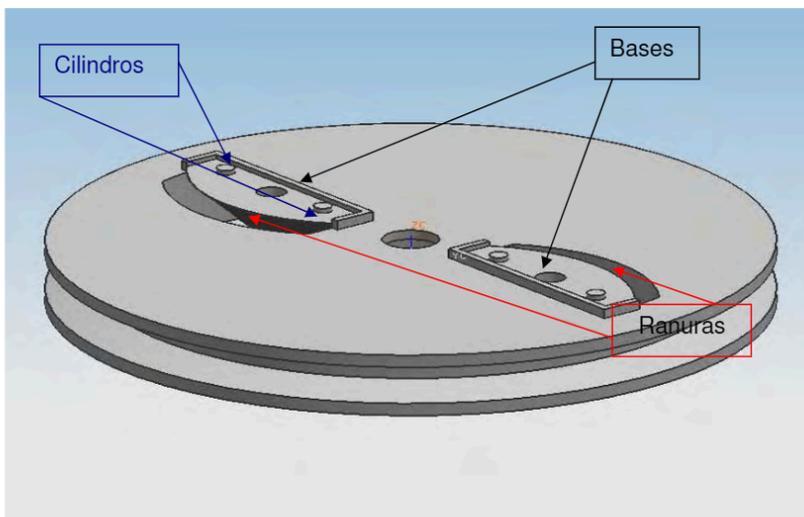


Figura 3.7 Disco Rebanador mostrando las bases.

En la figura 3.8 se observa que en las ranuras del lado donde va estar el filo de las cuchillas se tiene una pendiente, esta pendiente es para darle continuidad al filo de la cuchilla y para que la rebanada del plátano no se despedace al pasar la rebanada por la ranura. También se observa que hay un agujero en el centro del disco rebanador, este sirve para colocar un rodamiento, para soportar las cargas en el eje principal que viene desde la parte inferior de la base que soporta al disco.

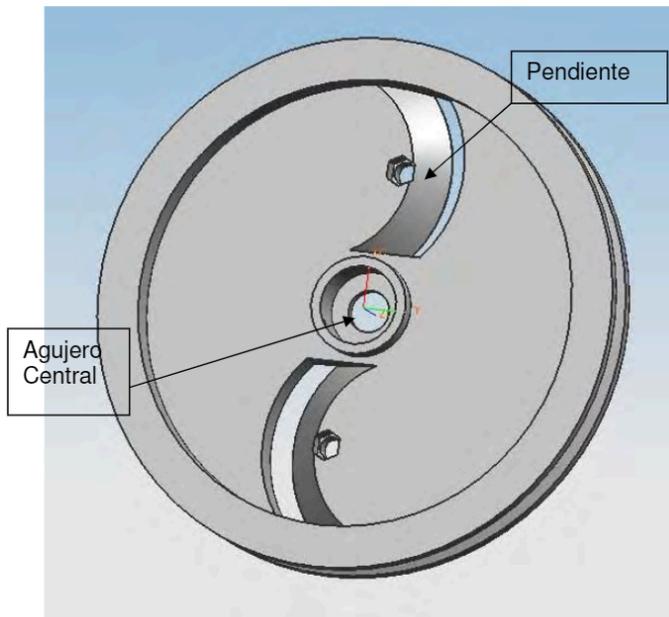


Figura 3.8 Disco Rebanador por la parte inferior.

3.4 Sistema de Transmisión y Sistema Motriz.

En la figura 3.9 se muestra el sistema de transmisión por medio de dos poleas y una banda para conectar el sistema motriz con el sistema de rebanado.

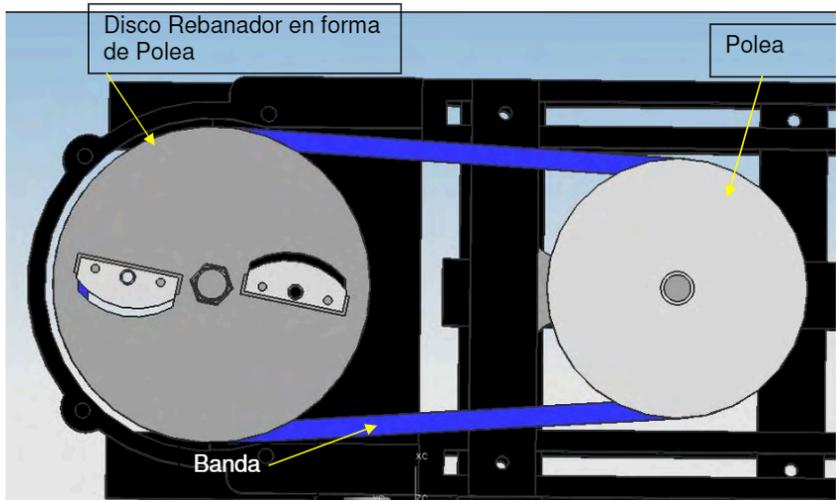


Figura 3.9 Sistema de Transmisión.

Antes de proponer que motor y qué diámetro de polea se requieren, se tiene que considerar que se quiere rebanar 30 kg/hr de plátano y que el disco rebanador tiene un diámetro de 19 cm. Pero estos datos no son suficientes por eso es necesario saber cuántas rebanadas de plátano macho van a pesar 30 kg, y para esto es necesario conocer la densidad del plátano macho.

Para conocer la densidad del plátano macho se hacen dos pruebas, una de estas consiste en hacer puré al plátano macho y meter este puré en un contenedor de forma cilíndrica, antes de meter el puré al contenedor es necesario pesar el contenedor cilíndrico, después se pesa el contenedor cilíndrico con el puré y se restan las masas y así obtener solamente la masa del puré, por último se saca el

volumen del contenedor cilíndrico de la parte interna de éste, y se obtiene la densidad del plátano macho dividiendo la masa del puré entre el volumen que ocupó el puré dentro del contenedor cilíndrico. En este caso la densidad del plátano es igual a 945.4kg/m^3 .

Otra prueba para corroborar el resultado anterior, consiste en obtener varios trozos de plátano macho cortados de forma cilíndrica, aquí, a cada trozo de plátano macho se le pesa y se mide su respectivo volumen, para así poder obtener la densidad de cada trozo dividiendo la masa entre su volumen. Con esto se obtienen varias muestras con sus respectivas densidades, y por último se obtiene una densidad promedio al sumar las densidades de todas las muestras y dividiéndolas entre el número de muestras, aquí, el resultado de la densidad promedio del plátano fue igual 1065.75kg/m^3 . Entre las dos pruebas se obtuvo una diferencia de 120.35.

La densidad que se tomara en cuenta es la de 1065.75kg/m^3 , ya que al meter una rebanada de plátano en un vaso de agua, la rebanada se hundió por lo tanto esto quiere decir que la densidad del plátano es mayor que la densidad del agua.

Después de haber obtenido la densidad del plátano macho " ρ_p " se necesita conocer cuántas rebanadas pesan 30kg, para esto se sabe que el diámetro de cada rebanada varía por eso se propone un diámetro de rebanada de plátano promedio, y en este caso se propone que sea de 3cm.

Para el cálculo del número de rebanadas que pesan 30kg se utiliza la ecuación (1);

$$N_{reb} = \frac{30\text{kg}}{m_{reb}} \quad \text{----- (1)}$$

De donde;

m_{reb} = Masa promedio de cada rebanada.

N_{reb} = Número de rebanadas.

Para calcular m_{reb} se utiliza la ecuación (2);

$$m_{reb} = \rho_p \cdot V_{reb} \text{ ----- (2)}$$

De donde;

V_{reb} = Volumen de la rebanada.

ρ_p = Densidad del plátano.

Para el cálculo del V_{reb} se utiliza la ecuación (3);

$$V_{reb} = \pi(r_{reb})^2 e_{reb} \text{ ----- (3)}$$

De donde;

r_{reb} = radio de la rebanada.

e_{reb} = espesor de la rebanada.

Considerando los siguientes datos;

$$r_{reb} = 1.5\text{cm}$$

$$e_{reb} = 3\text{mm} = 0.3\text{cm}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación (3) se tiene que;

$$V_{reb} = \pi(1.5)^2 0.3 = 2.1205[\text{cm}^3]$$

Ahora, para calcular la m_{reb} se utiliza la ecuación (2), tal que;

$$m_{reb} = \rho_p \cdot V_{reb} = 1.06575 (2.1205) = 2.26 [\text{gr}]$$

Por último, se sustituye el valor obtenido de m_{reb} anteriormente en la ecuación (1), por lo que se tiene;

$$N_{reb} = \frac{30\text{kg}}{m_{reb}} = \frac{30000[\text{gr}]}{2.6[\text{gr}]} = 13274.32 \text{ rebanadas.}$$

$N_{reb} = 13274.32$ rebanadas es lo que pesan aproximadamente 30kg.

Ahora, se necesita calcular a cuántas revoluciones por minuto (rpm) tiene que girar el disco rebanador para rebanar 30kg/hr. Para este cálculo se utiliza la ecuación (4);

$$N = \frac{\omega_{dis} 60}{2\pi} \text{ ----- (4)}$$

De donde;

ω_{dis} = Velocidad angular del disco rebanador.

Para calcular ω_{dis} se utiliza la ecuación (5);

$$\omega_{dis} = \frac{V_{dis}}{r_{dis}} \text{ ----- (5)}$$

De donde;

V_{dis} = Velocidad del disco rebanador.

r_{dis} = Radio del disco rebanador.

Para calcular la V_{dis} se utiliza la ecuación (6);

$$V_{dis} = N_{v/s} P_{dis} \text{ ----- (6)}$$

De donde;

$N_{v/s}$ = Número devueltas por segundo del disco rebanador.

P_{dis} = Perímetro del disco rebanador.

Para calcular el $N_{v/s}$ se tiene que dividir el número de rebanadas por hora " $N_{reb/hr}$ " entre dos, porque el disco rebanador tiene dos cuchillas y por cada vuelta que de el disco rebanador se obtendrán dos rebanadas de plátano.

Datos.

$$N_{reb/hr} = 13274.32 \left[\frac{\text{rebanadas}}{hr} \right]$$

Por lo tanto, el número de vueltas por hora se obtiene utilizando la ecuación (7);

$$N_{vue/hr} = \frac{N_{reb/hr}}{2} \text{ ----- (7)}$$

Sustituyendo el dato de $N_{reb/hr}$ en la ecuación (7) se tiene que;

$$N_{vue/hr} = \frac{13274.32}{2} = 6637.16 \left[\frac{vueltas}{hr} \right]$$

Enseguida, se hace una conversión de vueltas por hora a vueltas por segundo y se tiene;

$$N_{v/s} = 6637.16 \left[\frac{vueltas}{hr} \right] \left[\frac{1hr}{3600seg} \right] = 1.8436 \left[\frac{vueltas}{seg} \right]$$

Para calcular el radio de la segunda polea se utiliza la ecuación (8);

$$P_{dis} = 2\pi(r_{dis}) \text{ ----- (8)}$$

De donde;

$$r_{dis} = 9.5cm = 0.095m$$

$$P_{dis} = 2\pi(0.095) = 0.59690[m]$$

Con los valores de $N_{v/s}$ y el P_{dis} obtenidos, se sustituyen en la ecuación (6) para obtener la V_{dis} .

$$V_{dis} = 1.8436 \left[\frac{vueltas}{seg} \right] 0.59690[m] = 1.1004 \left[\frac{m}{seg} \right]$$

Con la V_{dis} y el r_{dis} se obtiene ω_{dis} , al sustituir los valores en la ecuación (5), se tiene;

$$\omega_{dis} = \frac{1.1004}{0.095} = 11.584 \left[\frac{rad}{seg} \right]$$

Por último ω_{dis} se sustituye en la ecuación (4), para obtener las rpm a las que tiene que girar el disco rebanador.

$$N = \frac{(11.584)60}{2\pi} = 110.62 [rpm]$$

Considerando $N = 110.62$ [rpm], no se esta tomando en cuenta el tiempo que se tarda el operador en colocar un nuevo plátano en la máquina y que el tamaño y el peso del plátano varía en cada rebanada, por lo tanto, se propone calcular las rpm aumentando el número de rebanadas por hora 4 veces.

Para esto se tiene que multiplicar el N_{reb} por 4 como se muestra en la ecuación (9);

$$N_{reb4} = N_{reb}(4) \text{-----} (9)$$

$$N_{reb4} = N_{reb}(4) = 13274.32(4) = 53097.27 \left[\frac{rebanadas}{hr} \right]$$

Ahora hay que convertir estas rebanadas por hora a vueltas por segundo. Para esto se tiene que dividir las rebanadas por hora entre dos y luego entre 3600.

$$N_{v/s4} = \frac{53097.27}{2(3600)} = 7.37 \left[\frac{vueltas}{seg} \right]$$

Ahora calculamos la velocidad del disco V_{dis4} con la ecuación (6);

$$V_{dis4} = N_{v/s4} P_{dis} = 7.37(0.59690) = 4.4019 \left[\frac{m}{seg} \right]$$

Enseguida se saca la velocidad angular del disco ω_{dis4} con la ecuación (5);

$$\omega_{dis4} = \frac{V_{dis4}}{r_{dis}} = \frac{4.4019}{0.095} = 46.33 \left[\frac{rad}{seg} \right]$$

Por último se obtienen las revoluciones por minuto a las que tiene que ir al disco, esto se hace sustituyendo la ω_{dis4} en la ecuación (4);

$$N_4 = \frac{\omega_{dis4} 60}{2\pi} = \frac{46.33(60)}{2\pi} = 442.47 [rpm]$$

Considerando que $N_4=442.47$ [rpm] se propone un motor eléctrico con las siguientes características, que se muestran en la tabla 3.1;

Voltaje [V]	Frecuencia [Hz]	Potencia [HP]	R.P.M.
127 ó 220	60	1/4	1745

Tabla 3.1 Características del motor.

Para obtener el diámetro de la otra polea que va acoplada al motor eléctrico, se sabe que la velocidad del disco rebanador " V_{dis4} " es igual a la velocidad de la polea V_p que esta acoplada con el motor eléctrico, por lo tanto se hace una igualdad de velocidades como se muestra en la ecuación (10);

$$V_{dis4} = V_p \text{----- (10)}$$

También se puede escribir la ecuación (10) de la siguiente manera;

$$\omega_{dis4} r_{dis} = \omega_p r_p \text{----- (11)}$$

De la ecuación (11) se despeja el radio de la polea r_p como se muestra en la ecuación (12);

$$r_p = \frac{\omega_{dis} r_{dis}}{\omega_p} \text{ ----- (12)}$$

Para obtener ω_p se utiliza la siguiente ecuación;

$$\omega_p = \frac{2\pi N}{60} = \frac{2\pi(1745)}{60} = 182.7359 \left(\frac{rad}{seg}\right)$$

Por último este valor se sustituye en la ecuación (12);

$$r_p = \frac{46.33(0.095)}{182.7359} = 0.024089(m)$$

Por lo tanto el diámetro de la polea $D_p = 4.817\text{cm}$.

Primeramente se llevará a cabo el análisis por elemento finito de la pieza número 1, ya que este riel soporta todo el peso del motor, después de la pieza número 2, enseguida la pieza número 3, y por último la pieza #4, como se muestra en la figura 3.11.

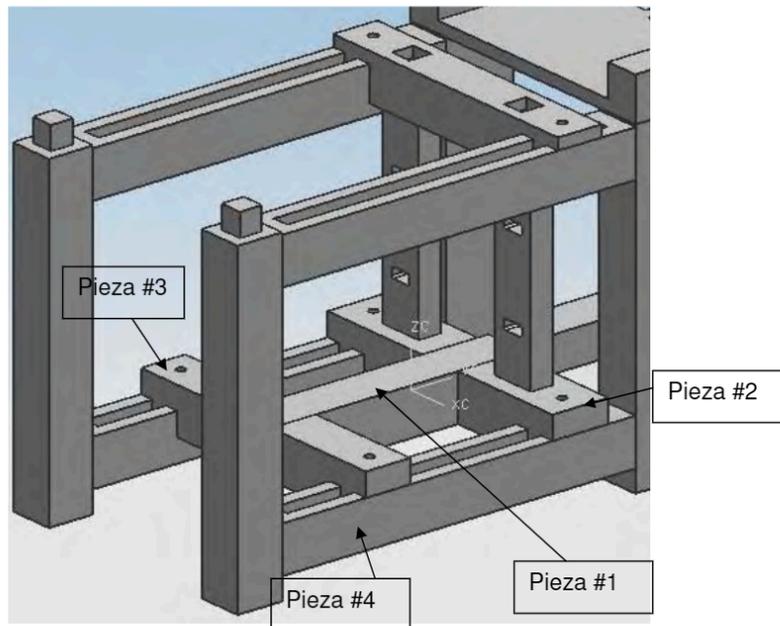


Figura 3.11 Número de rieles del soporte estructural.

Para el análisis por elemento finito de la pieza #1, primeramente se hace un diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que actúan sobre esta pieza, como se muestra en la figura 3.12.

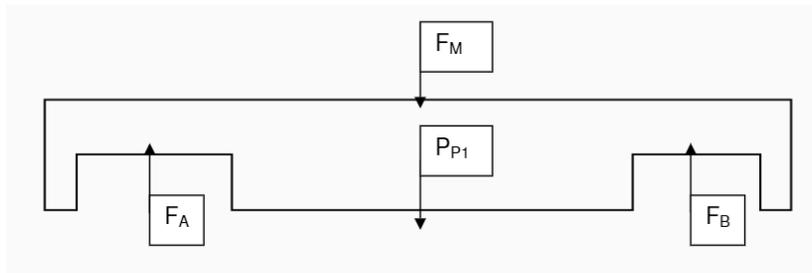


Figura 3.12 Diagrama de cuerpo libre de la pieza #1.

Con esto se obtiene la fuerza resultante " F_{R1} " sobre la pieza #1 que es igual al peso del motor más el peso de la pieza #1, el peso del motor es de 20 kg y el peso de la pieza #1 es de 0.373 kg y la suma de estas dos es de 20.373 kg, por último esta fuerza que esta dada en kg se convierte a Newtons, y la cual es de 199.86 N. Con éste dato, las propiedades del NYLOMAQ SL, las cuales se muestran en la tabla 3.2, y con la ayuda del programa Unigraphics se procede hacer el análisis por elemento finito.

Nylomaq / Propiedades	Unidades	NYLOMAQ "SL"	Unidades	NYLOMAQ "SL"
Resistencia a la Tensión, 22.7°C	psi	11,000	Mpa	75.84
Modulo de Elasticidad a la Tensión, 22.7°C	psi	400,000	Mpa	2,758
Resistencia a la Flexión, 22.7°C	psi	16,000	Mpa	110.316
Resistencia a la Compresión, 10% de Deformación, 22.7°C	psi	14,000	Mpa	96.53
Dureza, Rockwell, 22.7°C	-	M80(R110)	-	M80(R110)
Coefficiente de Fricción Dinámico (En seco vs. Acero)	-	0.2	-	0.2
Modulo de Young del Nylon	Mpa	4000	-	-
δy del Nylon	Mpa	58	-	-
ρ del Nylon	kg/m ³	1200	-	-

Tabla 3.2 Propiedades del NYLOMAQ SL¹⁵

En la figura 3.13 se observan los resultados del análisis por elemento finito de la pieza #1, aquí se observa que el máximo esfuerzo que hay en esta pieza, que es de 0.1609 MPa, este resultado se compara con el esfuerzo de fluencia " δ_y " que tiene nuestro material, que es de 58 MPa, y se concluye que este material es adecuado para la construcción de esta pieza, ya que tiene la capacidad de soportar el peso del motor eléctrico.

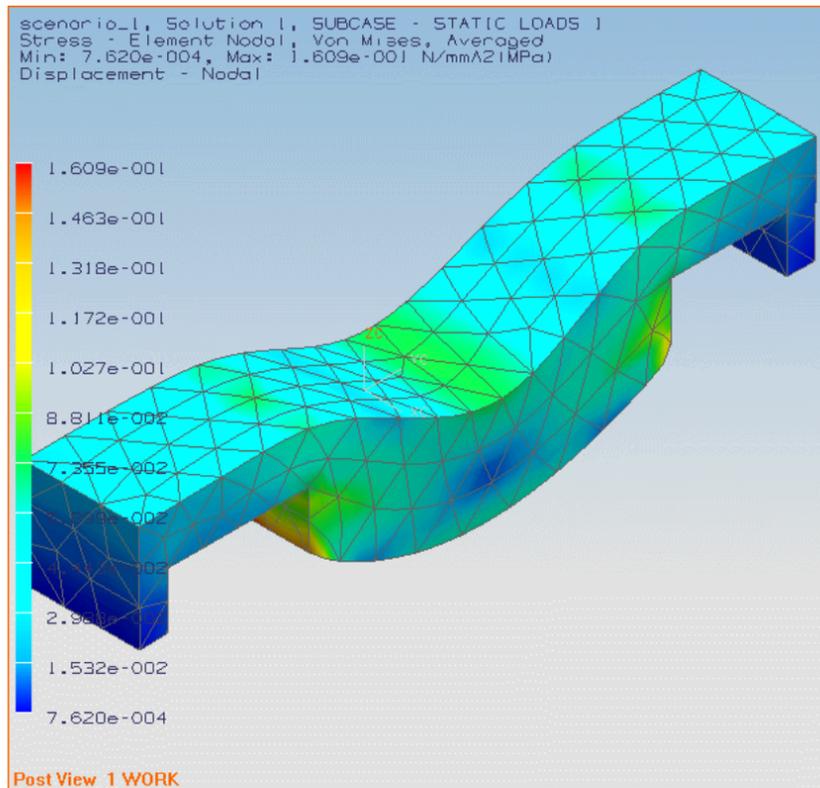


Figura 3.13 Análisis por elemento finito de la pieza #1.

Para el análisis de la pieza #2 primero se va determinar la fuerza resultante que ejerce la pieza #1 sobre la pieza #2, para esto se utilizara el diagrama de cuerpo libre de la pieza #1, con la intención de estudiar las reacciones que hay en la pieza #2 y la pieza #3 debido a la pieza #1 como se muestra en la figura 3.14.

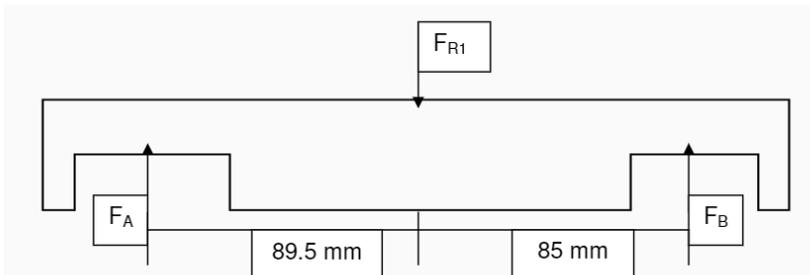


Figura 3.14 Diagrama de cuerpo libre de la pieza #1.

Ahora se necesita conocer F_A y F_B , para poder determinar estas fuerzas se utilizará la ecuación (13) y la ecuación (14).

$$\sum F = F_A + F_{R1} + F_B = 0 \text{ ----- (13)}$$

Donde;

$$\sum F = \text{Suma de Fuerzas.}$$

F_A = Fuerza en A

F_{R1} = Fuerza resultante de la pieza #1

F_B = Fuerza en B

$$\sum M = F * d \text{ ----- (14)}$$

Donde;

$$\sum M = \text{Suma de Momentos}$$

d = distancia

F = fuerza

Utilizando la ecuación (13) se puede encontrar una relación entre F_A y F_B como se muestra en la ecuación (15).

$$F_B = F_{R1} - F_A = 199.86 - F_A \text{ ----- (15)}$$

Enseguida se obtiene la suma de momentos con respecto a B como se muestra en la ecuación (16).

$$\sum M_B = 199.86(0.085) - F_A(0.1745) = 0 \text{ ----- (16)}$$

De la ecuación (16) despejamos F_A y se obtiene la magnitud de esta fuerza;

$$F_A = \frac{199.86(0.085)}{0.1745} = 97.35[N]$$

Por último F_A se sustituye en la ecuación (15), para obtener la magnitud de F_B ;

$$F_B = 199.86 - F_A = 199.86 - 97.35 = 102.51[N]$$

Con F_B conocida, se sabe la reacción que ejerce la pieza #1 sobre la pieza #2, ahora se puede hacer el diagrama de cuerpo libre de la pieza #2 como se muestra en la figura 3.15.

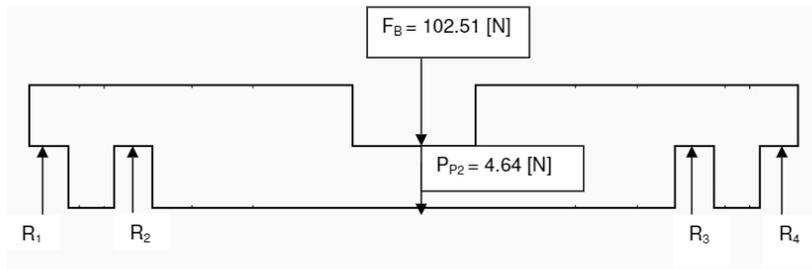


Figura 3.15 Diagrama de cuerpo libre de la pieza #2.

Se suma F_B y P_{P2} para obtener la fuerza resultante " F_{R2} " de la pieza #2, y esta es de 107.14 [N]. Con F_{R2} , las propiedades del NYLOMAQ SL y el programa Unigraphics se hace el análisis por elemento finito. En la figura 3.16 se muestran los resultados obtenidos, aquí se puede observar que el esfuerzo máximo que hay sobre la pieza #2 es de 0.4389 MPa, comparando este resultado con el esfuerzo de fluencia del Nylon " σ_y " que tiene nuestro material, que es de 58 MPa, se concluye que este material es adecuado para la construcción de la pieza #2.

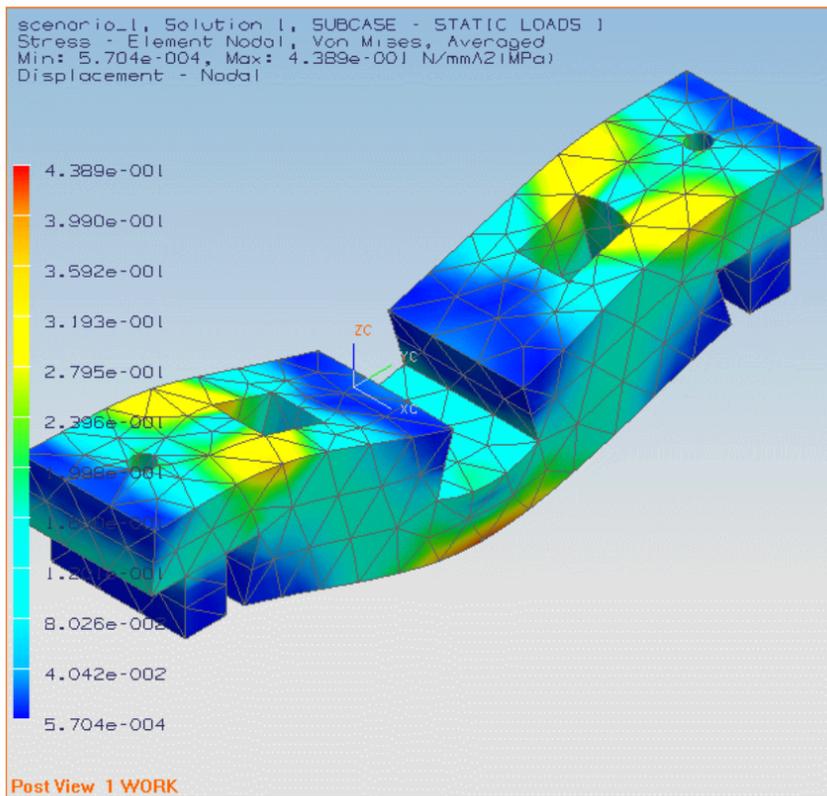


Figura 3.16 Análisis por elemento finito de la pieza #2.

Con F_A conocida se procede hacer el diagrama de cuerpo libre de la pieza #3 como se muestra en la figura 3.17.

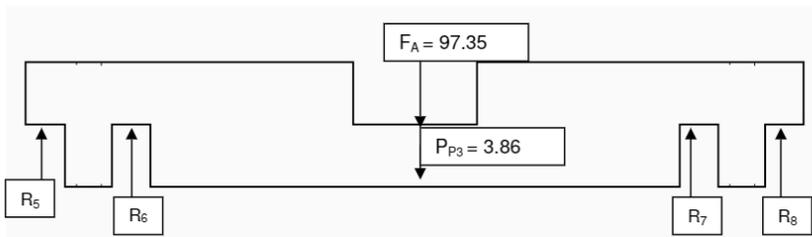


Figura 3.17 Diagrama de cuerpo libre de la pieza #3.

Se obtiene la resultante “ F_{R3} ” de la pieza #3 sumando F_A más P_{P3} y la cual es de 101.21 [N]. Con F_{R3} , las propiedades del NYLOMAQ SL y el programa Unigraphics se hace el análisis por elemento finito. En la figura 3.18 se muestran los resultados obtenidos, aquí se puede observar que el esfuerzo máximo que hay sobre la pieza #3 es de 0.4830 MPa, comparando este resultado con el esfuerzo de fluencia del Nylon “ $\bar{\sigma}_y$ ” que tiene nuestro material, que es de 58 MPa, se concluye que este material es adecuado para la construcción de la pieza #3.

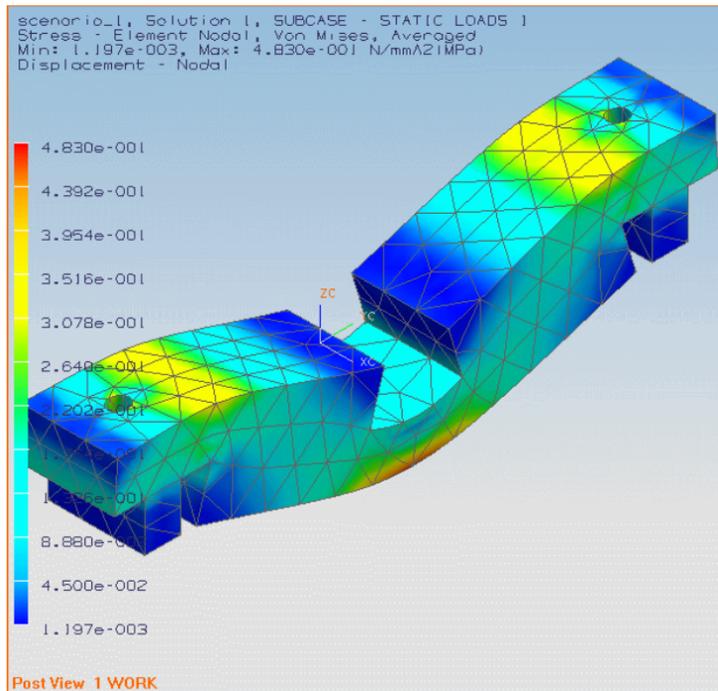


Figura 3.18 Análisis por elemento finito de la pieza #3

Por último se va hacer el análisis por elemento finito de la pieza #4, para esto se necesita conocer la reacción que ejercen las piezas #2 y #3 sobre la pieza #4, por eso se hace un diagrama de cuerpo libre de la pieza #4, como se muestra la figura 3.19.

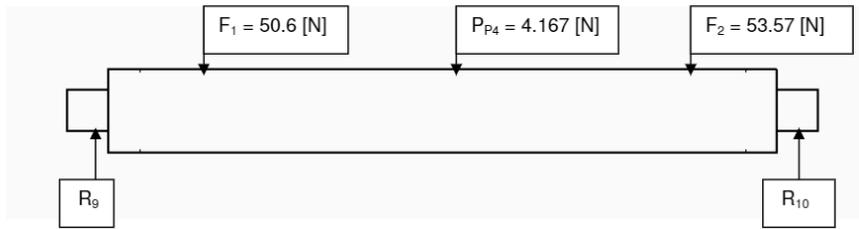


Figura 3.19 Diagrama de cuerpo libre de la pieza #4.

Para obtener F_1 y F_2 como se muestra en la figura 3.19, dividimos F_{R2} y F_{R3} entre dos, porque las piezas #2 y #3 están sobre dos piezas iguales a la pieza #4, esto se muestra a continuación;

$$F_1 = \frac{F_{R3}}{2} = \frac{101.21}{2} = 50.6[N]$$

$$F_2 = \frac{F_{R2}}{2} = \frac{107.14}{2} = 53.57[N]$$

Ahora se obtiene una fuerza resultante F_{R4} como se muestra en la ecuación (17);

$$F_{R4} = F_1 + F_2 + P_{p4} = 50.6 + 53.57 + 4.167 = 108.34[N] \text{ ----- (17)}$$

Con F_{R4} , las propiedades del NYLOMAQ SL y el Unigraphics se hace el análisis por elemento finito. . En la figura 3.19 se muestran los resultados obtenidos, aquí se puede observar que el esfuerzo máximo que hay sobre la pieza #4 es de 0.4859 MPa, comparando este resultado con el esfuerzo de fluencia del Nylon “ $\bar{\sigma}_y$ ” que tiene nuestro material, que es de 58 MPa, se concluye que este material es adecuado para la construcción de la pieza #4.

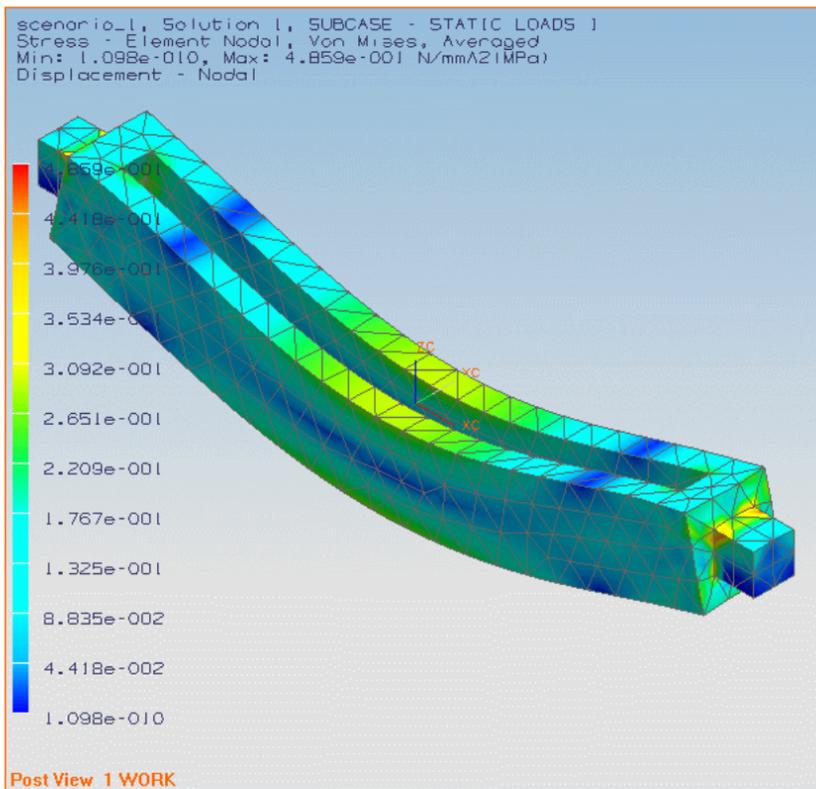


Figura 3.19 Análisis por elemento finito de la pieza #4.

CAPÍTULO 4

Fabricación del prototipo.

En este capítulo se presenta la etapa de la fabricación del prototipo, pruebas de funcionamiento y resultados, por último se indica el costo de componentes y materiales del prototipo.

4.1 Explosivo del Prototipo.

En la figura 4.1 se muestra un dibujo en explosivo del prototipo, se observa que son treinta partes que componen la máquina rebanadora de plátano, aunque sólo se alcanzan apreciar trece, ya que la estructura del motor que está indicada con el número trece está compuesta por diecisiete partes.

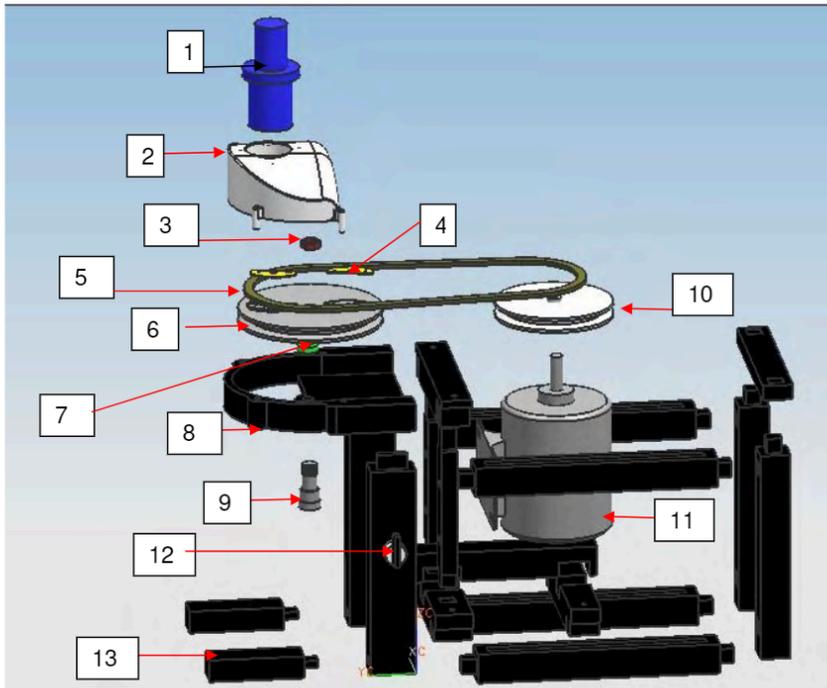


Figura 4.1 Explosivo del Prototipo.

N°	Nombre	# Piezas
1	Tapón	1
2	Tapa con agujero	1
3	Tuerca	1
4	Cuchillas	2
5	Banda	1
6	Disco Rebanador	1
7	Balero	1
8	Base del Disco	1
9	Tornillo	1
10	Polea	1
11	Motor	1
12	Interruptor	1
13	Estructura del Motor	17
N° Total de Partes		30

Tabla 4.1 Partes del prototipo.

En la tabla 4.1 se muestran las partes por número que componen a la máquina rebanadora de plátano, cabe señalar que la estructura del motor como se muestra en la figura 4.2 consta de diecisiete piezas, aunque hay que señalar que varias piezas de la estructura del motor se repiten.

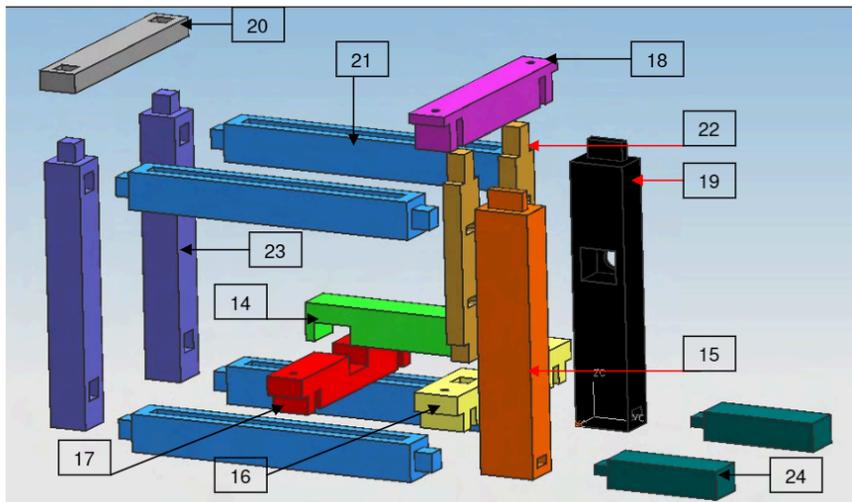


Figura 4.2 Explosivo de estructura del motor.

N°	Nombre	# Piezas
14	Base Principal del Motor	1
15	Pata Delantera Derecha	1
16	Soporte del Motor 1	1
17	Soporte del Motor 2	1
18	Soporte del Motor 3	1
19	Pata Delantera Izquierda	1
20	Soporte Trasero	1
21	Correderas	4
22	Agarraderas del Motor	2
23	Patas Traseras	2
24	Soportes Delanteros	2
N° Total de Partes de la Estructura		17

Tabla 4.2 Partes de la Estructura

De las treinta partes que componen la máquina rebanadora de plátano, veinticuatro se van a fabricar y las seis restantes que son el motor, el balero, la tuerca, el interruptor, la banda y la polea se comprarán.

4.2 Consideraciones para la Manufactura del Prototipo.

4.1.1 Tapón.

Para la fabricación del tapón (ver figura 4.1) se propone utilizar un tocho de Nylomaq M (color hueso) de forma cilíndrica, este se manufactura con la ayuda de un torno y las dimensiones se muestran en el plano 4.1.

4.1.2 Tapa con agujero.

Para la fabricación de la tapa con agujero (ver figura 4.1) se propone utilizar la técnica de prototipos rápidos, con la ayuda de la máquina de “estereolitografía”, el material que se propone es ABS y las dimensiones se muestran en el plano 4.2

4.1.3 Tuerca

Esta se adquiere con las características del tornillo que se muestra en el plano 4.7

4.1.4 Cuchillas

Para las cuchillas se propone utilizar acero inoxidable 304 y maquinarse en una máquina fresadora de CNC (VMC-300) y un esmeril, con las dimensiones que muestra el plano 4.3

4.1.5 Banda

Esta se adquiere con las características de la polea y el disco rebanador.

4.1.6 Disco Rebanador

Para el disco rebanador se propone utilizar Nylomaq SL y maquinarse con una máquina fresadora de CNC (VMC-300), con las dimensiones que muestra el plano 4.4

4.1.7 Balero.

Comprar con las dimensiones que muestra el plano 4.5

4.1.8 Base del disco.

Para la base del disco se propone utilizar Nylomaq SL y maquinar con una máquina fresadora de CNC (VMC-300), con las dimensiones que muestra el plano 4.6

4.1.9 Tornillo.

Para el tornillo se propone utilizar aluminio y maquinar con un torno, con las dimensiones que muestra el plano 4.7

4.1.10 Polea.

Esta se comprará con las dimensiones que muestra el plano 4.8

4.1.11 Motor.

Este se compra con las características de la tabla 3.1.

4.1.12 Interruptor.

Este se compra según las características del motor (ver tabla 3.1).

4.1.13 Estructura del motor.

Para todos los elementos de la estructura del motor (ver figura 4.2) se propone Nylomaq SL, y maquinar en máquina fresadora manual y un torno de banco con las dimensiones que muestran los planos 4.9 al 4.19

Los planos del prototipo se presentan en el anexo.

4.3 Pruebas y Resultados del Prototipo.

En la figura 4.3 se muestra una imagen del prototipo ya terminado.



Figura 4.3 Prototipo Terminado.

El peso del prototipo, es de aproximadamente de 18.6 kg.

Pruebas.

Después de realizar pruebas con el prototipo se observó que por cada plátano que se rebana, se pierde una cuarta parte (ver figura 4.4), esto se debe a que la boquilla del suministro es demasiado grande, por esta razón el plátano se mueve dentro de la boquilla y al momento de ser empujado con el tapón, entra en una posición inclinada y se tiene como resultado, que el plátano se hace budín y el rebanado sale inclinado.



Figura 4.4 Plátano incorrectamente rebanado.

Para corregir este error se propuso hacer una boquilla para el suministro, de Nylamiq que se pueda acoplar a la boquilla que se tiene, que tenga un diámetro de 3.5 cm (ver plano 4.20).

Con la corrección realizada se realizaron nuevamente pruebas al prototipo de cómo rebana el plátano: Aquí se introduce el plátano en la boquilla cortado a la mitad debido a que el plátano tiene una curvatura, y por tanto ésta no permite que se introduzca el plátano completo. En esta prueba se observó que hay un desperdicio promedio de aproximadamente un 10% por cada plátano, esto se puede ver en la Tabla 4.3.

Pruebas	Pini (gr)	Pfin (gr)	%
1	75	65	86.6666667
2	80	70	87.5
3	80	75	93.75
4	90	75	83.3333333
5	160	150	93.75
6	75	72	96
7	105	95	90.4761905
8	110	95	86.3636364
9	80	75	93.75
10	72	70	97.2222222
Promedio	92.7	84.2	90.8812049

Tabla 4.3 Pruebas de Desperdicio.

Enseguida se realizaron pruebas de medición: Aquí se comprobó que el espesor de cada rebanada mide aproximadamente 3mm, esta medición se realizó con la ayuda de un calibrador de pie de rey (ver figura 4.4), y que el rebanado fue uniforme como se aprecia en la figura 4.5.



Figura 4.4 Medición con Pie de Rey.



Figura 4.5 Rebanado Uniforme

Como se puede ver en las figuras 4.4 y 4.5, el espesor de la rebanada es de 3mm y el rebanado de plátano si es uniforme.

Por último, se realizó una prueba para corroborar que la velocidad de corte fue la correcta: Para realizar esta prueba se sabe que por cada dos minutos se debe

rebanar un kilogramo de plátano, aquí ya está considerado el tiempo que tarda el operario en colocar un nuevo plátano en la boquilla de suministro y que el tamaño y el peso del plátano varía en cada rebanada. Este experimento consistió en pesar un kilogramo de plátano macho sin cáscara y cada plátano debe estar cortado a la mitad, con la ayuda de un cronómetro se tomó el tiempo y con una báscula se pesó el plátano ya rebanado para saber cuánto plátano se desperdició.

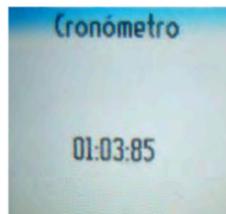


Figura 4.6 Tiempo de Rebanado.



Figura 4.7 Plátano Rebanado.

Como se observa en las figuras 4.6 y 4.7, el tiempo que se tardó en rebanar un kilogramo fue de 1 minuto 3 segundos y 85 centésimas, y el peso del plátano ya rebanado, fue de 920 gramos, por lo tanto hubo un 8% de desperdicio.

Este 8% de desperdicio es aceptable si se compara con la velocidad de corte, ya que la micro-empresa rebana 12.5kg/hr y la máquina puede rebanar 60kg/hr.

4.4 Costo de Componentes y Materiales del Prototipo.

Como una mera aproximación es importante mostrar parte de los costos de producción, los cuales se muestran en la tabla 4.4, aquí sólo se muestra el costo de la materia prima y algunos componentes que forman parte del prototipo, así como el costo de miscelánea que se utilizo para la construcción de éste.

N°	Costo de Componentes y Materiales	Precio
1	PLACA DE NYLOMAQ DE 60 X 60 CM Y 3.81 CM DE ESPESOR	\$2,261.95
1	MOTOR ELECTRICO DE 1/4 HP	\$700
1	NYLOMAQ B BARRA REDONDA DE 3"	\$205.05
1	NYLOMAQ B BARRA REDONDA DE 2"	\$113.00
1	PROTOTIPO RAPIDO	\$3,500
1	BALERO	\$40
24	TORNILLOS DE 3/16 X 1 1/2"	\$24
1	INTERRUPTOR	\$92
1	POLEA	\$50.00
1	BANDA	\$45
2	TORNILLOS DE 5/16 X 2 1/2"	\$20
4	TORNILLOS DE 3/8 X 1 1/4"	\$30
4	TORNILLOS DE 3/16 X 3"	\$30
	TOTAL	\$7,111.00
	Costo de Miscelánea	Precio
1	MACHUELO DE 3/8	\$60
1	BROCA DE 9/64	\$16
1	CORTADOR VERTICAL DE 1/16"	\$100
1	CORTADOR VERTICAL DE 3/8"	\$80
1	CORTADOR VERTICAL DE 1/4"	\$90
1	CORTADOR VERTICAL DE 1/2"	\$90
	TOTAL	\$436

Tabla 4.4 Costo de componentes y Materiales del Prototipo.

El costo de componentes y materiales del prototipo mas el costo de miscelánea fue de \$7,547 pesos.

Conclusiones.

Cuando se probó por primera vez el prototipo se observó que había un 25 % de desperdicio por cada plátano que se rebanaba, es decir la eficiencia del rebanado del prototipo fue del 75%. Esto se debía a que el orificio del suministro era demasiado grande, por esta razón el plátano se movía dentro de la boquilla y a la hora de ser empujado con el tapón entraba en una posición inclinada, y se tenía como resultado que éste se hacía budín y el rebanado no era el esperado.

Por lo anterior, se maquinó una boquilla con un diámetro menor para corregir este error. Nuevamente se hicieron pruebas y la eficiencia del rebanado del prototipo en ocasiones supero el 90%, esta eficiencia depende de cómo se suministre el plátano en la boquilla y que tan justo quede.

Para que el prototipo tenga un rebanado con mayor eficiencia, se necesita introducir el plátano en la boquilla a una velocidad constante, con esto se logra que la rebanada sea uniforme y que se tenga un menor desperdicio de plátano.

Otra sugerencia para aumentar la eficiencia del rebanado es hacer otras boquillas con diferente diámetro, esto es porque el diámetro del plátano varía, y mientras más justo quede el plátano en la boquilla, el rebanado es mejor y el desperdicio es menor.

Después se realizó una prueba al prototipo para saber si podía rebanar 30 kg/hr, esta prueba consistió en rebanar un kilogramo de plátano sin cáscara y partido por la mitad, aquí se supuso que este kilogramo debería ser rebanado en dos minutos, y el resultado de esta prueba fue que el prototipo rebano un kilogramo en un minuto con tres segundos, ya contemplando el tiempo que tarda el operario en colocar un nuevo plátano y que el tamaño y el peso del plátano varía en cada rebanada, esto indica que el prototipo puede rebanar aproximadamente 60 kg/hr. Esto se debe a que la polea no se manufacturó con las dimensiones calculadas, y

se adquirió una polea comercial en el mercado, y la polea que se compró tiene el doble del diámetro que el calculado.

También se observó que al momento de rebanar, el desperdicio de plátano sale volando en dirección al motor, para solucionar este problema, se sugiere que se coloquen dos tapas, una para que tape parte del motor y la otra para que tape la parte descubierta del disco rebanador.

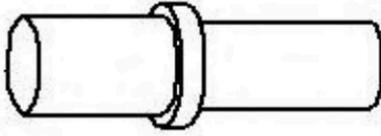
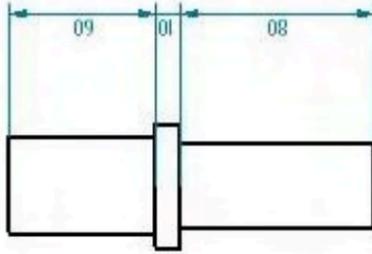
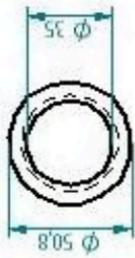
Trabajo a futuro;

- Cambiar el medio de sujeción entre la base del disco y la tapa del suministro, esto sería cambiar los tornillos con tuerca de mariposa por unos broches a presión, esto serviría a que el operario quite con mayor rapidez la tapa del suministro cuando se limpie la máquina.
- Mejorar el sistema de transmisión, esto sería colocando una chumacera con un sistema de poleas paralelo al disco rebanador y unido con un eje vertical entre la polea y el disco, esto ayudaría a que la banda, a la hora de limpiar la máquina, nunca se mueva, por lo tanto solo se movería el disco rebanador cuando se limpie la máquina.

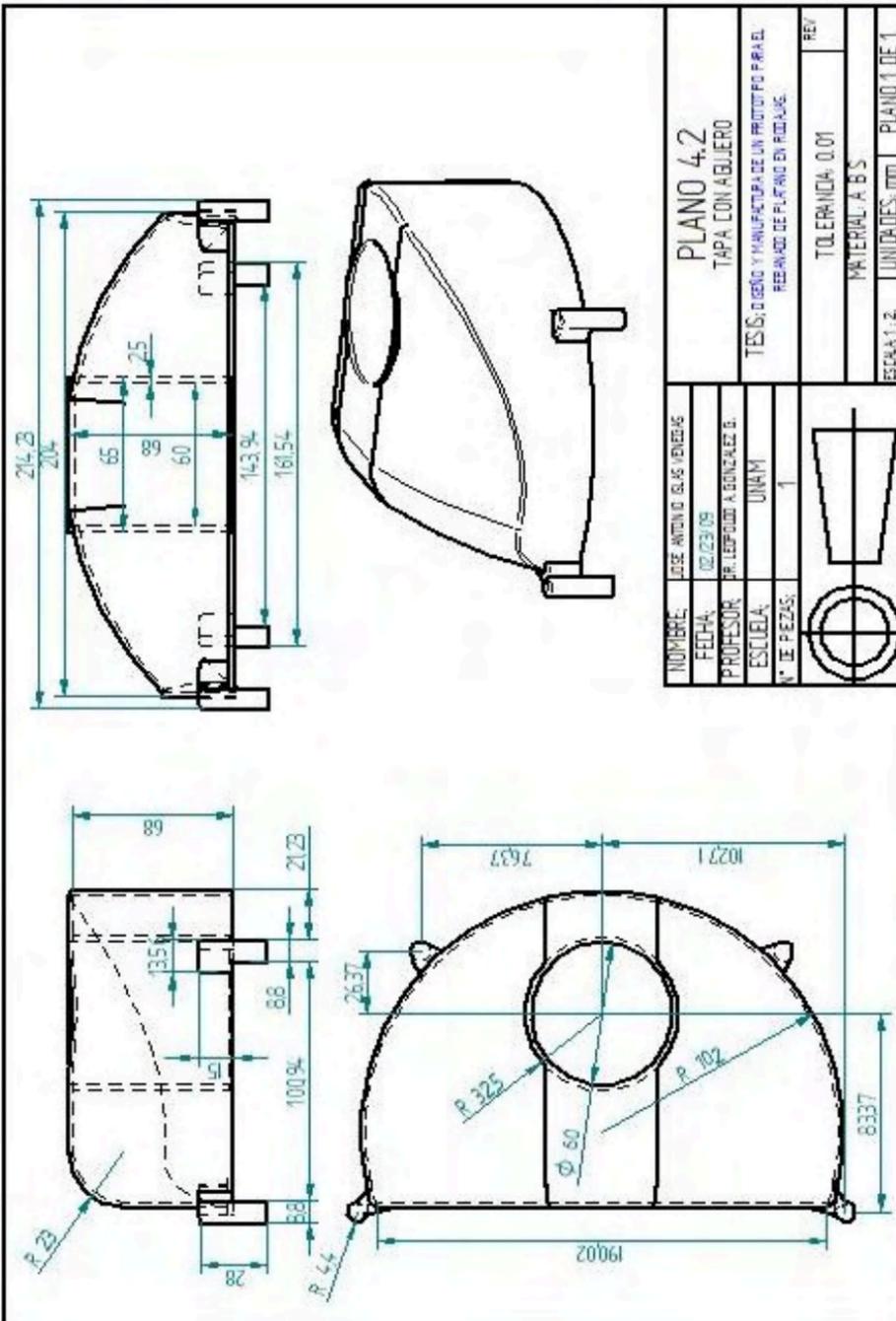
Por último menciono las materias que curse en la carrera y que me aportaron conocimiento para la realización de esta tesis, estas son: Cinemática, Dinámica, Estática, Laboratorio de Manufactura, Fundamentos de Mecánica de Sólidos, Diseño de Elementos de Maquinaria, Dibujo Mecánico, Ciencia de Materiales, Instalaciones Electromecánicas, Procesos de Conformado de Materiales, Diseño Mecánico, Proceso de Corte de Materiales, Diseño y Manufactura Asistido por Computadora, Sistemas de Manufactura Flexible entre otras.

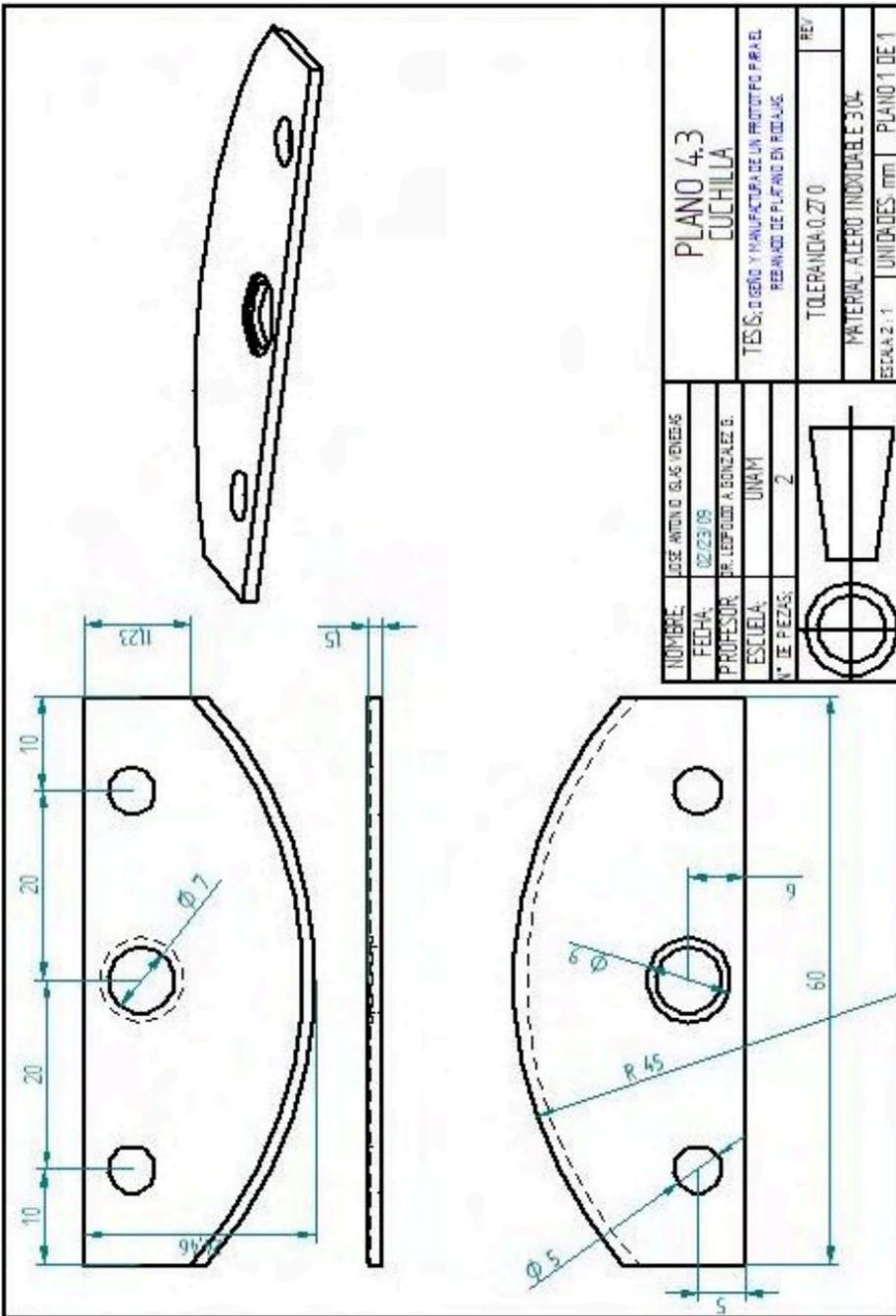
Sin dejar de mencionar que tuve algunos problemas cuando manufacture el prototipo, esto se debió a la falta de práctica que necesita uno dentro de la carrera.

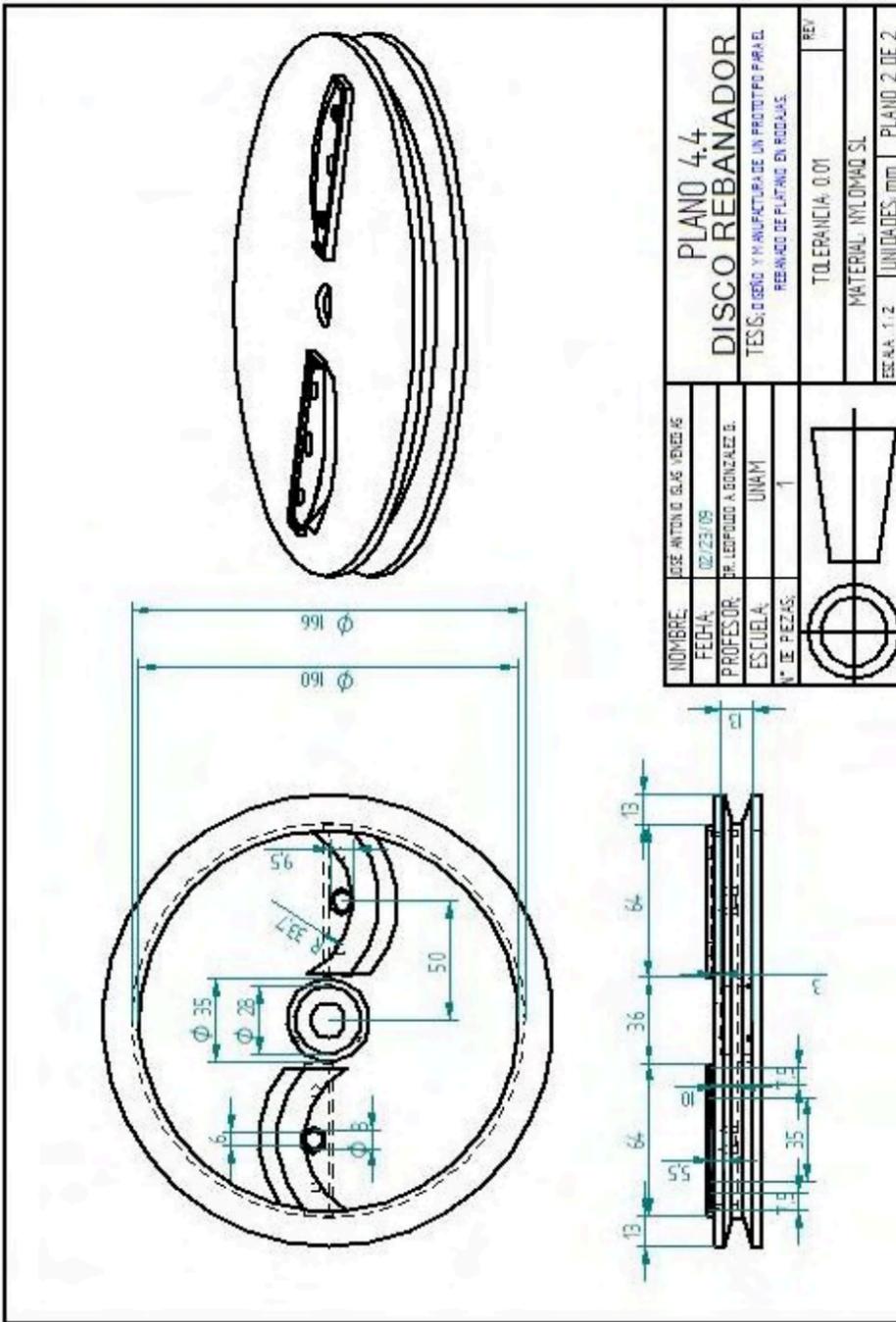
ANEXO

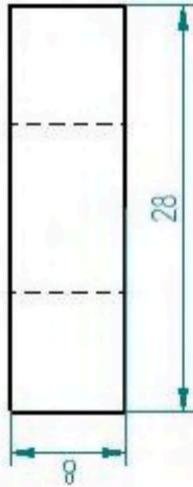
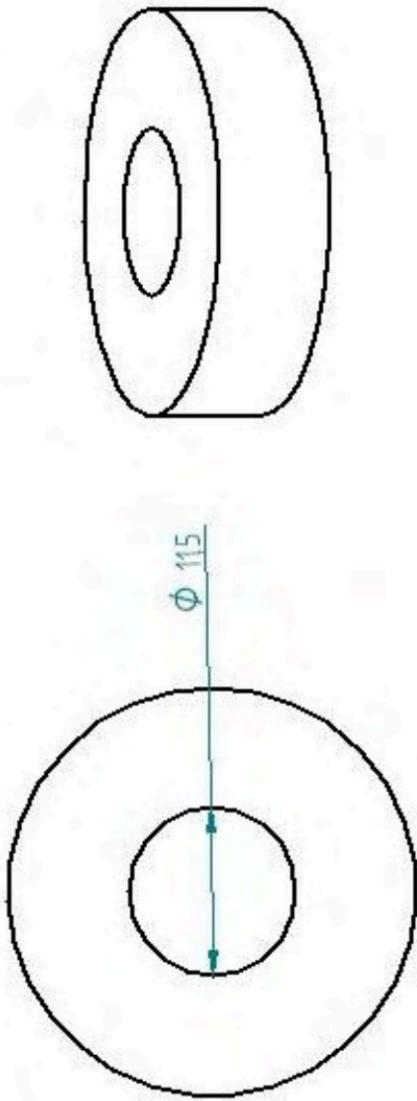


NOMBRE:	JOSE ANTONIO GILG Y BERRIOG	PLANO 4.1	
FECHA:	02/23/09	TAPON	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ G.	TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL	
ESCUELA:	UNAM	REPARADO DE PLURANG EN TILDAJES.	
N° DE PIEZAS:	1	Tolerancia:	0.27 0
		MATERIAL:	INCOLOY
		ESCALA:	1:2
		UNIDADES:	mm
		PLANO:	1 DE 1

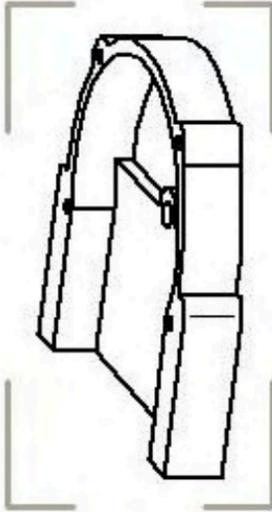
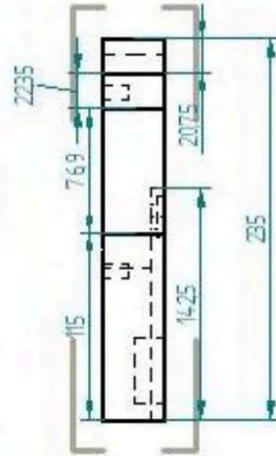
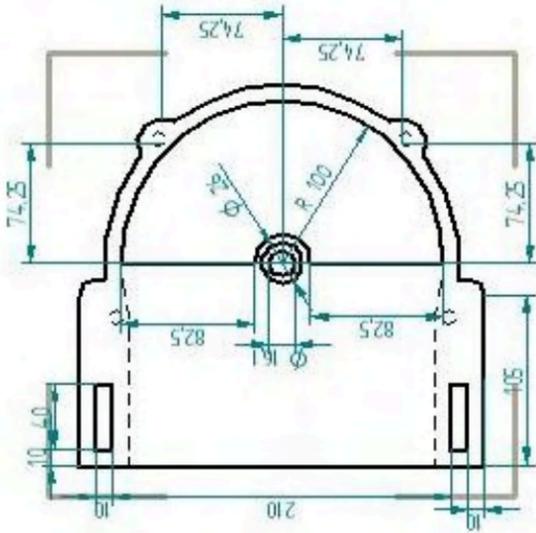






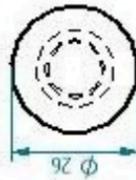
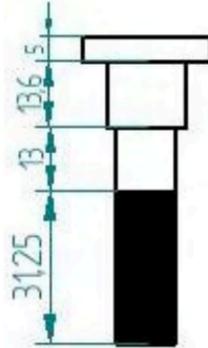
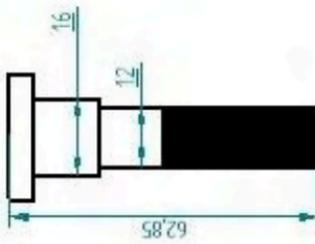


NOMBRE:	JOSE ANTONIO GARCIA VARELA	PLANO 4.5	
FECHA:	01/05/08	BALERO	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ B.	TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL	
ESCUELA:	UNAM	REBANDO DE PLANO EN RODAJE.	
N.º DE PIEZAS:	1	REV	
		ESCALA: 3:1	UNIDADES: mm
		PLANO 1 DE 1	

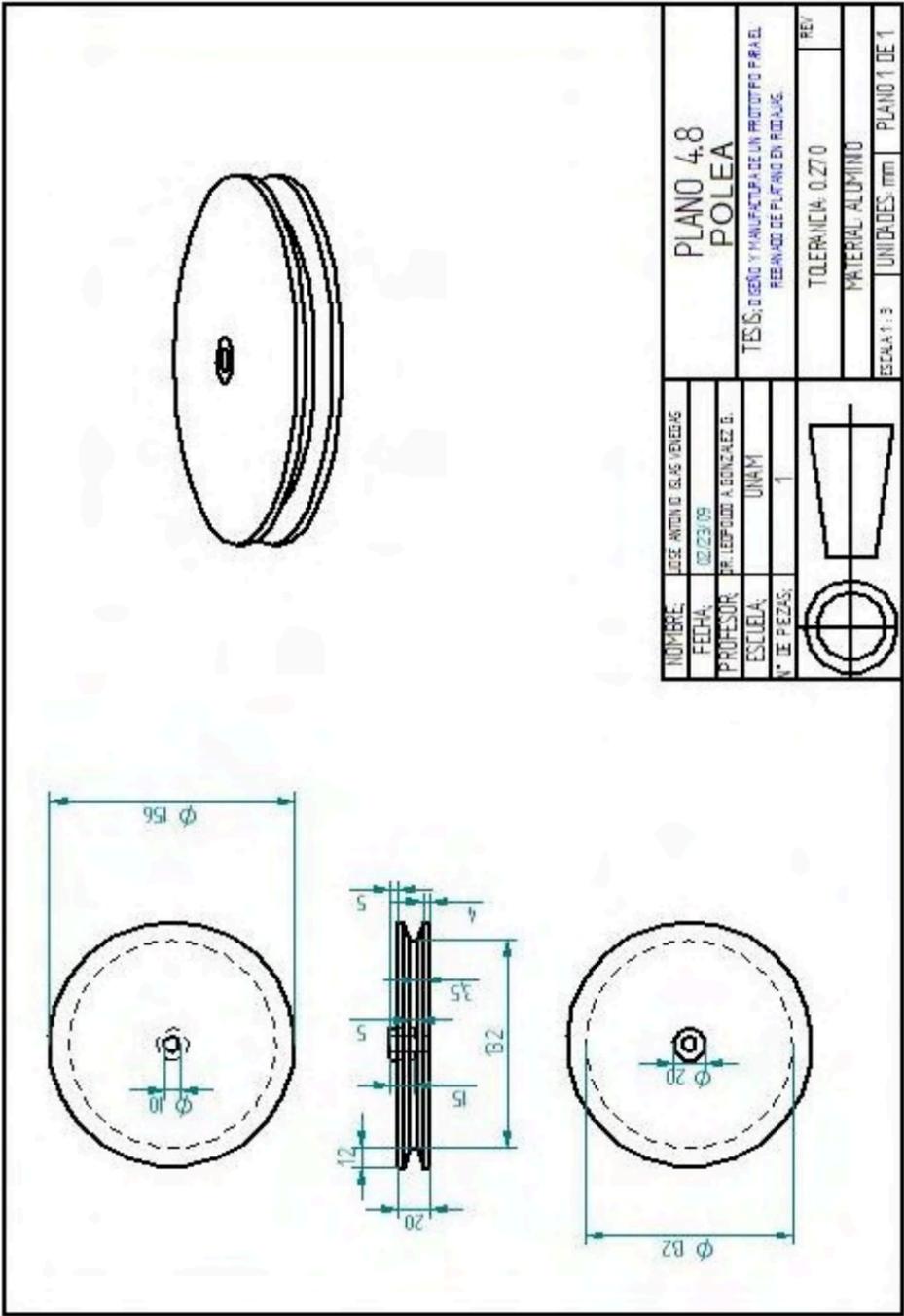


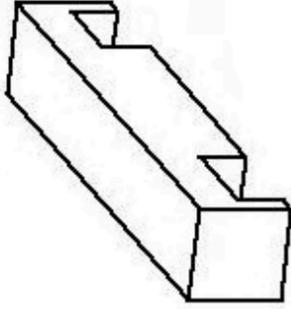
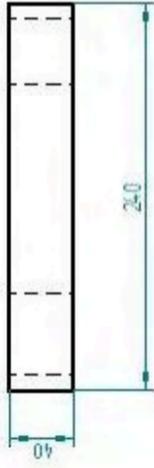
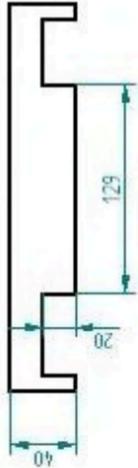
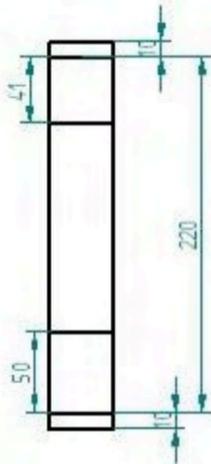
NOMBRE:	JOSE ANTONIO GARCIA VARELA	PLANO 4.6	
FECHA:	02/03/09	BASE DEL DISCO	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ B.	TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REFINADO DE PLAFANO EN ROTACION.	
ESCUELA:	UNAM	TOLERANCIA: 0.200	
N.º DE PIEZAS:	1	MATERIAL: NYLON 6/6 SL	
		REV	
		ESCALA: 1:3 UNIDADES: mm PLANO: 2 DE 2	

12 M 1.75

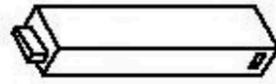
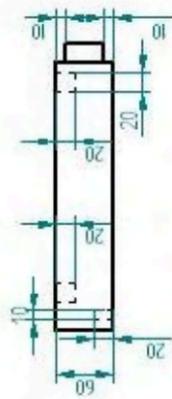
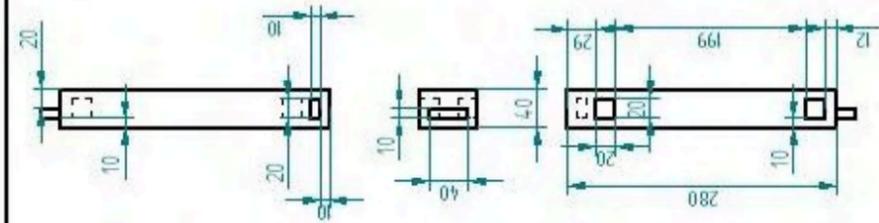


NOMBRE:	JOSE ANTONIO OLAS VENEZAS	PLANO 4.7	
FECHA:	02/23/09	TORNILLO	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. BONAZEL B.	TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REPARADO DE FLEJADO EN RODAJES	
ESCUELA:	UNAM	TOLERANCIA: 0.05	
N° DE PIEZAS:	1	MATERIAL: ALUMINIO	
		REVISIONES	
		ESCALA: 1:1	UNIDADES: mm

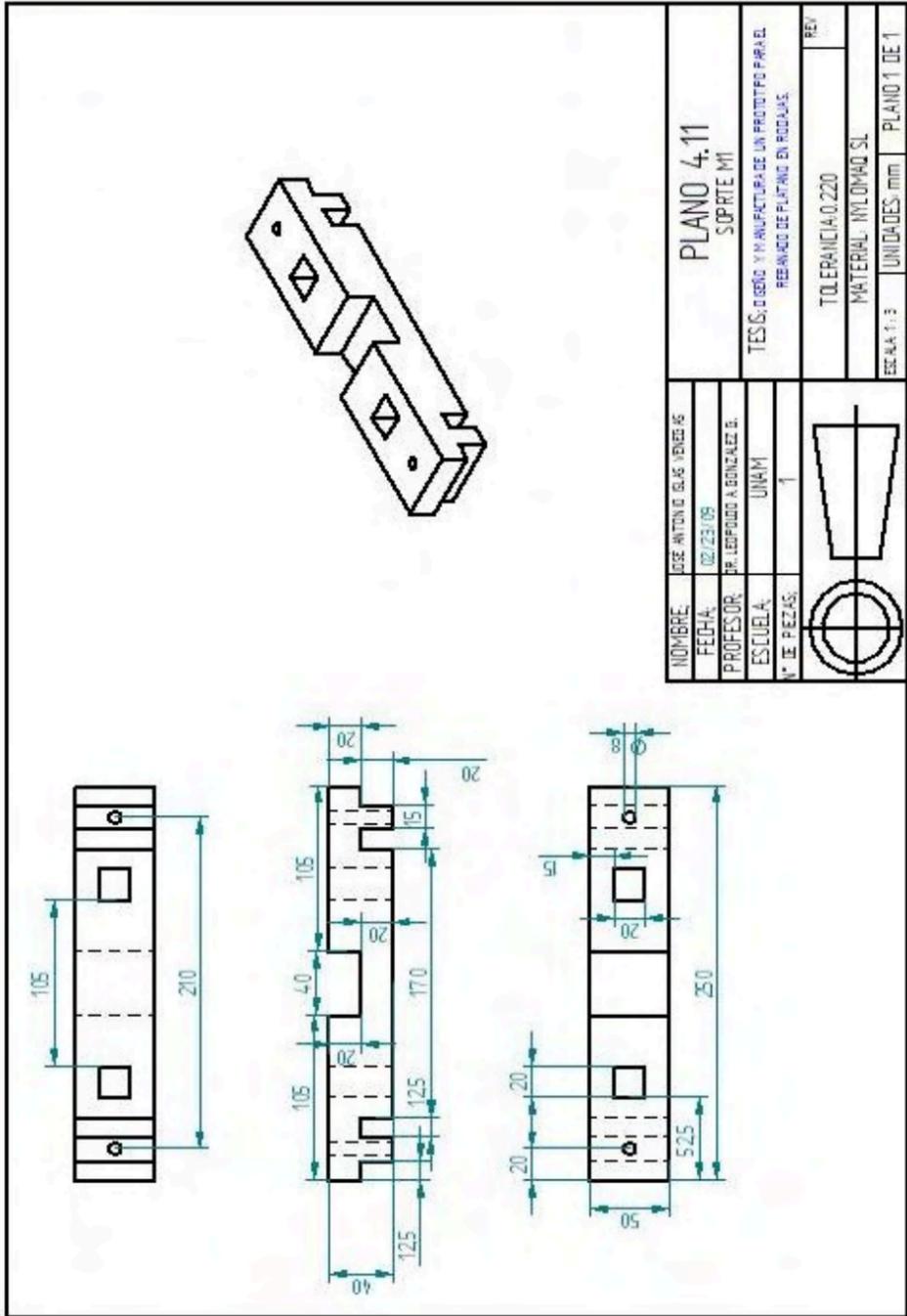




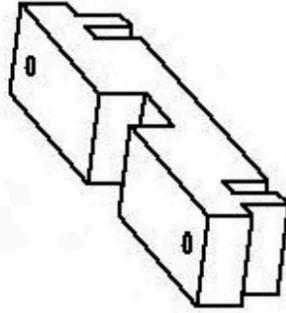
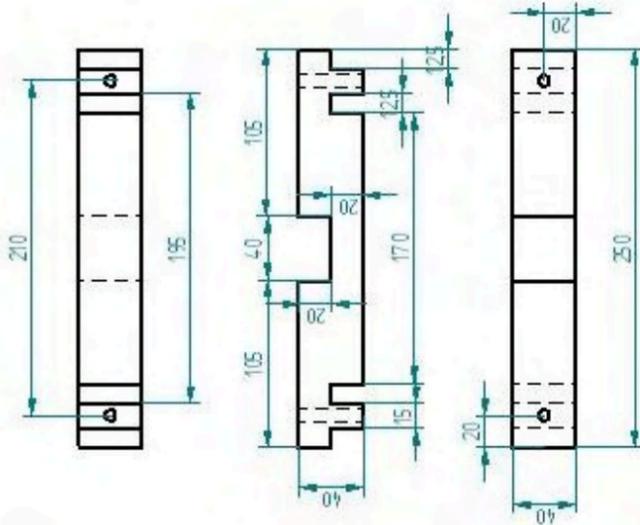
NOMBRE:	JOSE ANTONIO GILAS VENDEDAS		<p>PLANO 4.9 BASE PRINCIPAL DEL MOTOR</p> <p>TESIS, DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REMOVIMIENTO DE FLUJO EN RODAJES.</p> <p>TOLERANCIA: 0.220</p> <p>MATERIAL: NYLONAD SL</p> <p>ESCALA 1:3 UNIDADES: mm PLANO 1 DE 1</p>
FECHA:	02/23/09		
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ D.		
ESCUELA:	UNAM		
N.º DE PIEZAS:	1	REV	



NOMBRE:	JOSE ANTONIO BLAS YENDES AS	PLANO 4:10	
FECHA:	02/23/09	PATA DELANTERA DERECHA	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. BONALUZ G.	TESIS, DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REINICIO DE PLANTAS EN RIZQUE.	
ESCUELA:	UNIM	TOLERANCIA:	0,220
N° DE PIEZAS:	1	MATERIAL:	NYLON 66 SL
		ESCALA:	1:2
		UNIDADES:	mm
		PLANO:	1 DE 1

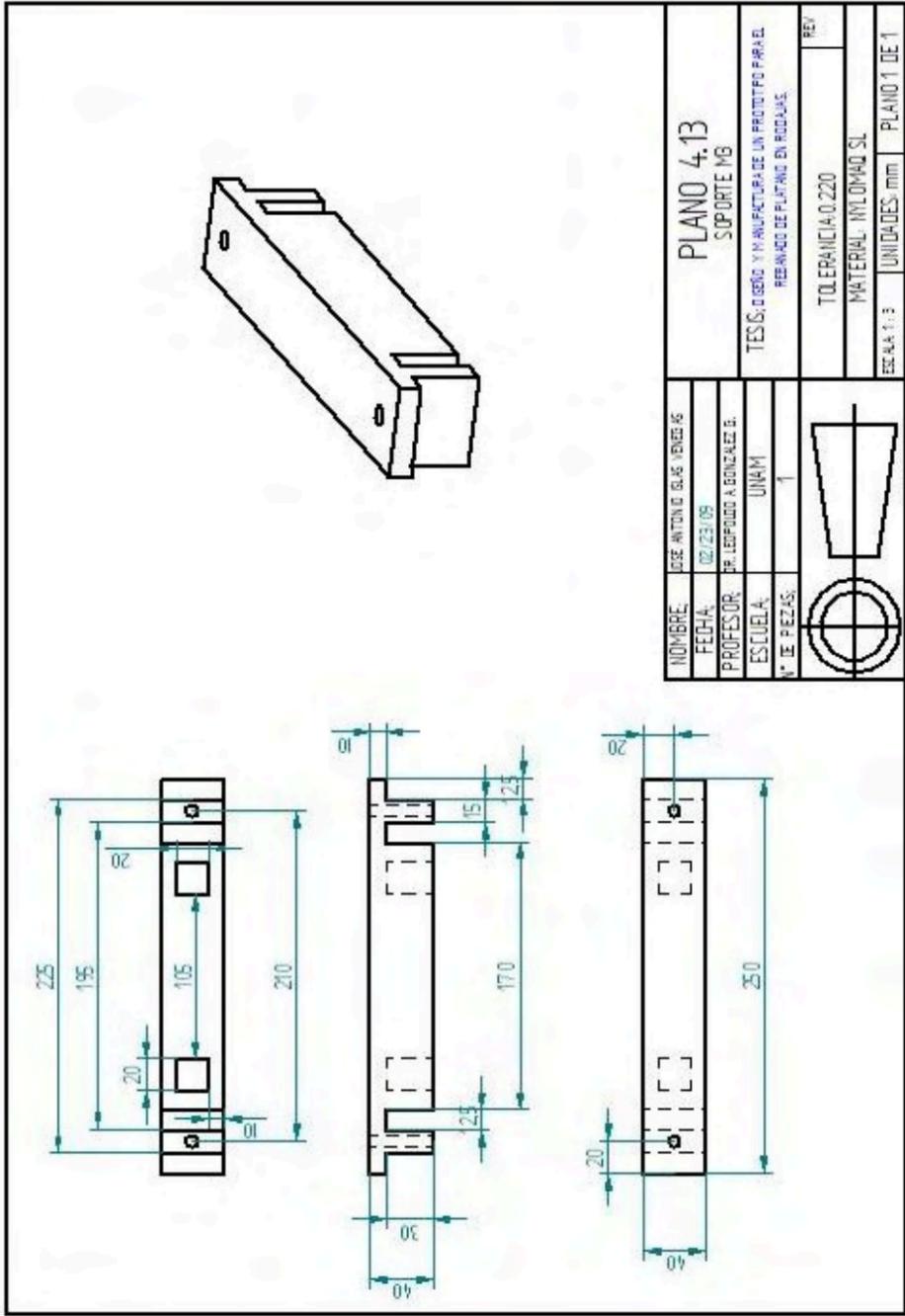


NOMBRE:	DR. ANTONIO G. G. 180216		PLANO 4.11 SOPORTE M1
FECHA:	02/23/05		
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ G.		
ESCUELA:	UNAM		
N° DE PIEZAS:	1	TOLERANCIA: 0.220	REV
		MATERIAL: INYECTADO SL	
		ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm
			PLANO 1 DE 1

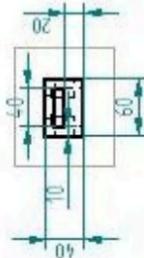
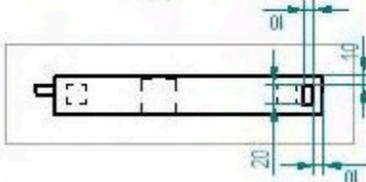
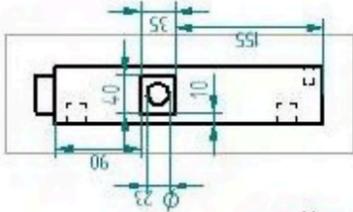
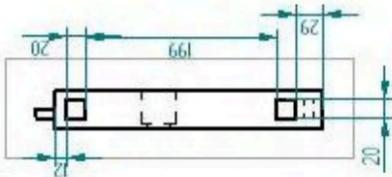


NOMBRE:	JOSE ANTONIO BLAS YENDES AS	<p>PLANO 4:12 SOPORTE M2</p>	
FECHA:	02/23/05		
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ G.	<p>TESIS, DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REBANDADO DE PLACAS EN RODAJES.</p>	
ESCUELA:	UNIM		
N° DE PIEZAS:	1	TOLERANCIA: 0.220	
		MATERIAL: NYLON 6.6 SL	
		ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm
		REF	PLANO 1 DE 1





NOMBRE:	JOSE ANTONIO BLAS VENCES M8	PLANO 4:13	
FECHA:	02/23/09	SOPORTE M8	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. BONLAZ G.	TESIS, DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REPARADO DE PLAFOND EN RODAJES.	
ESCUELA:	UNIM	TOLERANCIA:	0.220
N° DE PIEZAS:	1	MATERIAL:	NILONADO SL
		ESCALA:	1:3
		UNIDADES:	mm
		REF:	PLANO 1 DE 1

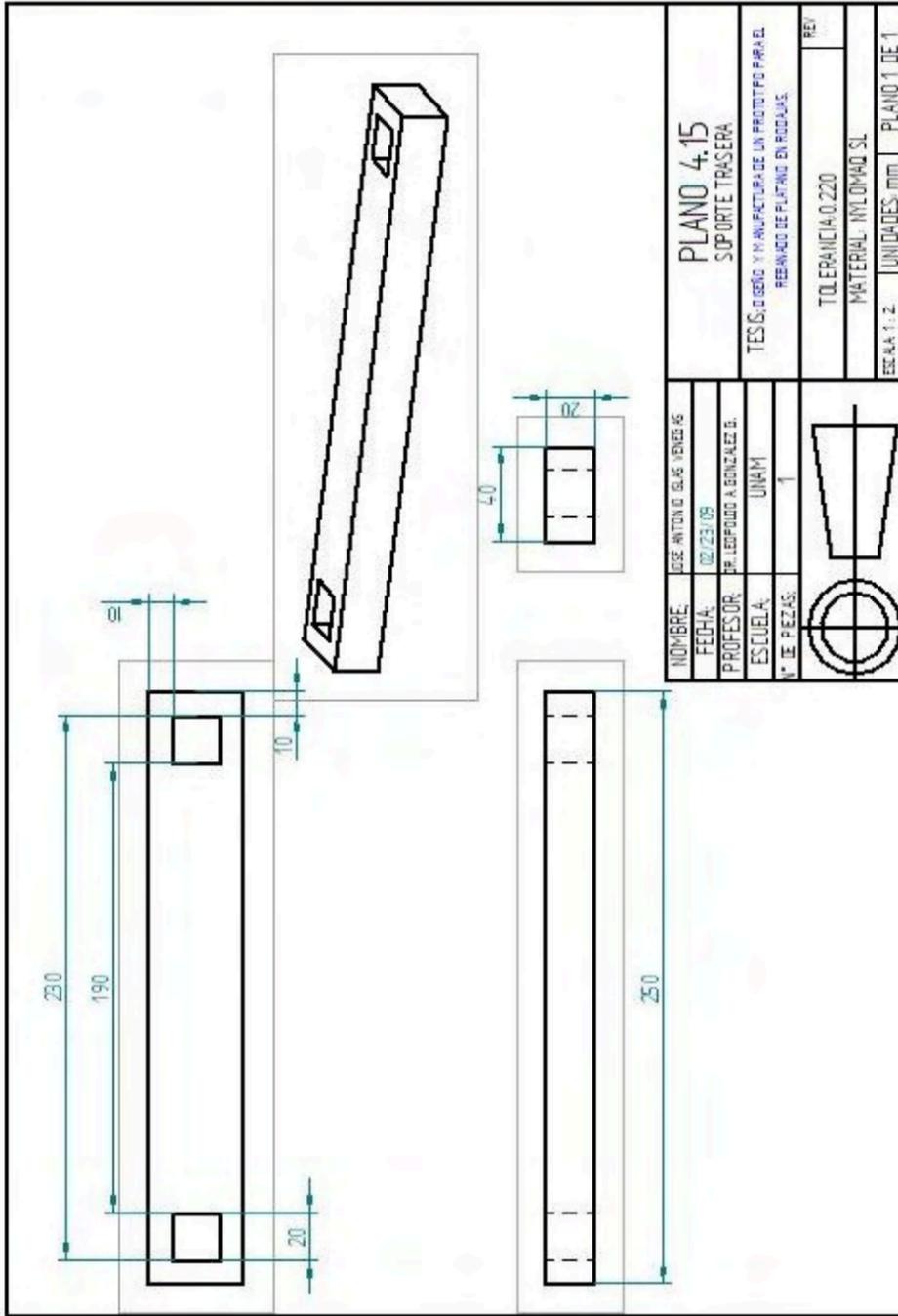


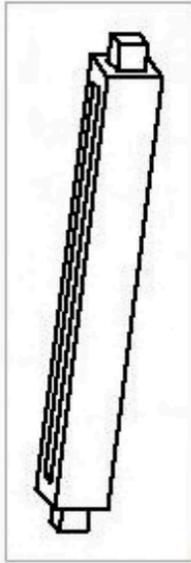
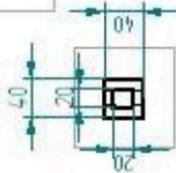
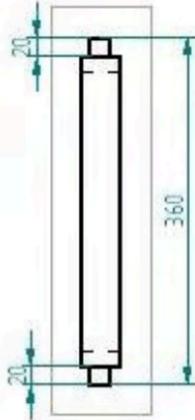
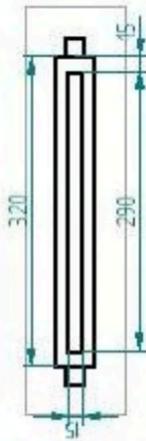
NOMBRE: JOSE ANTONIO BLAS VENCES AS
 FECHA: 02/23/05
 PROFESOR: DR. LEOPOLDO A. BONLAZEB G.
 ESCUELA: UNRM
 N° DE PIEZAS: 1

PLANO 4:14
 PATA DELANTERA IZQUIERDA
 TESIS, DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL
 REFINADO DE PLÁSTICO EN RODAJES.

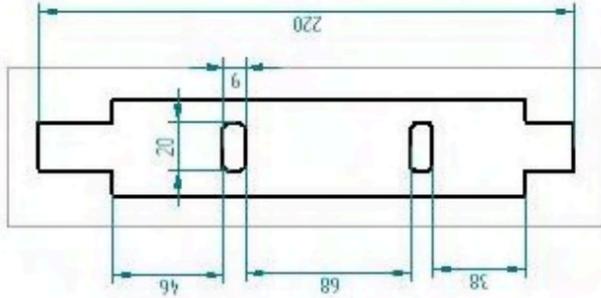
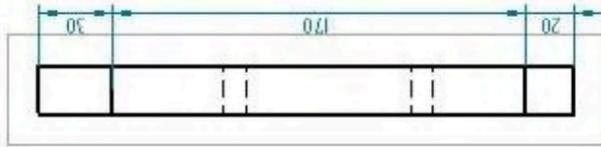
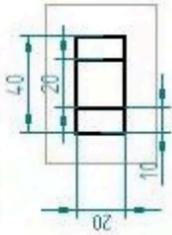
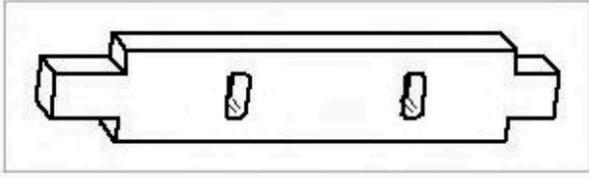


TOLERANCIA: 0.220
 MATERIAL: NYLON 6.6 SL
 ESCALA: 1:5 UNIDADES: mm PLANO 1 DE 1

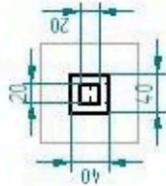
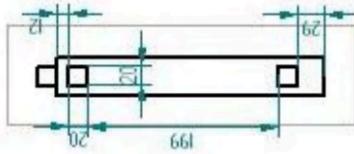
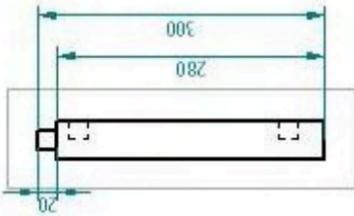
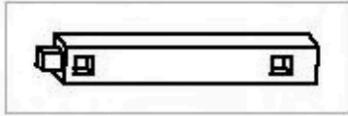




NOMBRE:	JOSE ANTONIO BLAS VENEZAS	PLANO 4.16	
FECHA:	02/23/09	CORREDERS	
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. BONICZ B.	TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL	
ESUELA:	UNAM	REANADO DE PLÁSTICO EN RIZAJE.	
N.º DE PIEZAS:	1	TOLERANCIA: 0.220	REV
		MATERIAL: NYLON 66 SL	
		ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm
		PLANO 1 DE 1	



NOMBRE:	JOSE ANTONIO GARCIA VILLALBA	<p style="text-align: center;">PLANO 4.17</p> <p style="text-align: center;">AGARRADERAS DEL MOTOR</p>	REP
FECHA:	02/23/09		
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ B.	<p style="text-align: center;">TESIS DE BING Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL REBANDO DE PLUNDO EN RODAJES.</p>	
ESCUELA:	UNAM		
N° DE PIEZAS:	2	TOLERANCIA: 0.220	
		MATERIAL: NYLON 6.6 SL	
		ESCALA: 1:2	UNIDADES: mm
			PLANO 1 DE 1



NOMBRE: JOSE ANTONIO OLAS VENCES 16

FECHA: 02/23/09

PROFESOR: DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ G.

ESCUELA: UNIAM

N° DE PIEZAS: 2

PLANO 4:18
PATAS TRASERAS

TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL
REBANDADO DE PLÁSTICO EN RODAJES.

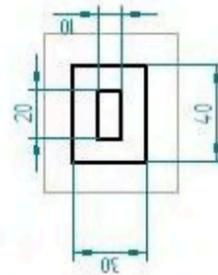
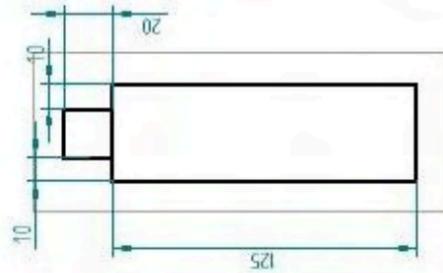
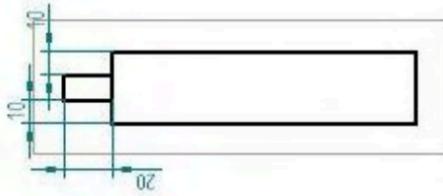
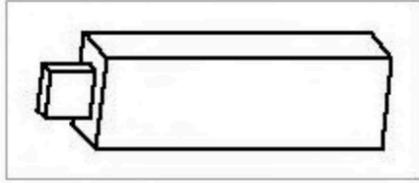
TOLERANCIA: 0,220

MATERIAL: INCONEL 600

ESCALA: 1:5 UNIDADES: mm PLANO 1 DE 1



REV



NOMBRE:	JOSE ANTONIO GARCIA VILLALBA
FECHA:	02/23/05
PROFESOR:	DR. LEOPOLDO A. GONZALEZ B.
ESCUELA:	UNAM
N° DE PIEZAS:	2



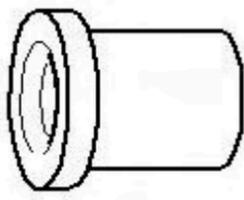
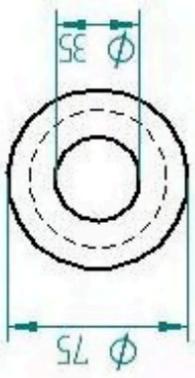
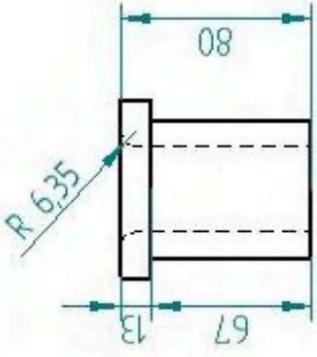
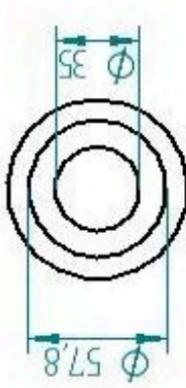
PLANO 4.19
SOPORTES DELANTEROS

TESIS DE GRADO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL
REBANDADO DE PAVIMENTO EN RODAJES.

TOLERANCIA: 0.220

MATERIAL: INYECTADO SL

ESCALA: 1:2 UNIDADES: mm PLANO 1 DE 1



NOMBRE:	JOSE ANTONIO BLAS VIVEROS	PLANO 4.20
FECHA:	02/23/09	BOQUILLA
PROFESOR:	FRANCISCO A. BONAZER D.	TESIS: DISEÑO Y MANUFACTURA DE UN PROTOTIPO PARA EL
ESCUELA:	UNAM	REBANADO DE PLIEGOS EN REDUCE.
N° DE PIEZAS:	1	Tolerancia: 0.270
		MATERIAL: NYLON 6/6
		ESCALA: 1:1.2
		UNIDADES: mm
		PLANO 1 DE 1

Bibliografía.

- [1] Aaron D. Deutschman, "Diseño de Máquinas" Séptima Reimpresión 1996, ed Continental, pp. 14-27, 206-209, 212-220.
- [2] Robert L. Norton, "Machine Design" 3ra Edición 2006, ed Pearson Prentice Hall, pp. 5-10.
- [3] Joseph E. Shigley, "Mechanical Engineering Design" Séptima Edición 2004, ed Mc Graw Hill pp. 10-19.
- [4] Stephen J. Schoonmaker, "The CAD Guidebook" 1ra Edición 2003, ed Marcel Dekker, pp. 71-88.
- [5] George E Dieter, "Engineering Design" 3ra Edición 2000, ed Mc Graw Hill, pp. 151-206, 277-289.
- [6] Juan García Colín, "Contabilidad de costos" 2da Edición 2001, ed Mc Graw Hill, pp. 10-17.
- [7] Mikell P. Groover, "Fundamentos de Manufactura Moderna" 1ra Edición 1997, ed Pearson Prentice Hall, pp. 790-803.

Internet.

http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/A0012.htm

http://www.adiamas.com/adiamas/sp/offre_produits/99087.htm

http://www.hallde.com/products/tech/owner_manuals/docs/om_rg-250.pdf

http://www.dopazochef.com/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=41

http://www.lapaloma.com.mx/lapaloma_metales/productos/nylomaq.htm