



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERIA

**REDISEÑO DE UN MECANISMO  
CORTADOR DE MAIZ  
CACAHUAZINTLE**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE :

**MAESTRO EN INGENIERIA**

INGENIERIA MECANICA – DISEÑO MECANICO

P R E S E N T A :

**MARCO ANTONIO CRUZ ALEJANDRO**

TUTOR:

**LEOPOLDO ADRIAN GONZALES GONZALES**

**AÑO 2012**

## **JURADO ASIGNADO**

Presidente: Dr. Vicente Borja Ramírez  
Secretario: Dr. Alejandro Cuauhtémoc Ramírez Reivich  
Vocal: Dr. Leopoldo Adrián González González  
1er Suplente: Dr. Jesús Manuel Dorador González  
2do Suplente: Dr. Adrián Espinoza Bautista

Lugar donde se realizo la tesis: **CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, DF.**

### **TUTOR DE TESIS:**

**LEOPOLDO ADRIAN GONZALES GONZALES**

---

FIRMA

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>2</b>
<i>Antecedentes</i> .....	2
<i>Justificación</i> .....	3
<i>Arquitectura y configuración inicial (Estado del arte)</i> .....	4
<i>Objetivo</i> .....	6
<i>Alcances</i> .....	6
<i>El caso de estudio</i> .....	7
<i>Metodología de Re-diseño propuesta</i> .....	7
<b>CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA DE RE-DISEÑO</b>	<b>13</b>
<i>Confrontación e información</i> .....	13
<i>Propuesta de concepto</i> .....	16
<i>Análisis y descripción funcional</i> .....	16
<i>Evaluación</i> .....	19
<i>Propuesta final de Re-diseño</i> .....	19
<b>CAPÍTULO 3 PROCESO DE RE-DISEÑO</b>	<b>20</b>
<i>Confrontación e información</i> .....	20
Establecimiento de las necesidades del cliente .....	20
Entrevista al cliente para evaluar características de diseño .....	20
Estudio de mercado.....	21
Análisis orientado a la función principal.....	39
<i>Propuesta de concepto</i> .....	46
Definición del problema .....	46
El pensamiento intuitivo.....	46
Síntesis y análisis conceptual de ideas primarias .....	49
Análisis de las interrelaciones de las ideas primarias.....	58
<i>Análisis y descomposición funcional</i> .....	59
1er nivel “Identificación de sistemas principales” .....	59
2do nivel “Estructura funcional de los sistemas principales” .....	61
3er nivel “Las interfaces de conexión entre sistemas”.....	63
4to nivel “Descomposición funcional de los sistemas” .....	66
5to nivel “Descomposición funcional de las interfaces” .....	78
Estructura funcional del mecanismo .....	85
<i>Evaluación</i> .....	86
Determinación de la carrera de las cuchillas.....	86
Análisis de fuerzas .....	88
Diseño de elementos.....	91
<b>RESULTADOS</b>	<b>99</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>101</b>
<i>Referencias</i> .....	102
<i>Lista de figuras</i> .....	103
<i>Lista de tablas</i> .....	105
<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>

# Introducción

---

No se puede siquiera suponer el rumbo que lleva nuestra existencia si no se conocen nuestros orígenes. Existen muchas formas en las que un proceso de innovación puede moldear una idea, el diseño es una de ellas, en México ésta práctica es algo inherente en ciertos sectores de la población; en las grandes empresas innovar significa el trabajo diario de supervivencia en el mercado. En el campo mexicano, como en otros sectores de la población, innovar es un proceso muy lento y paulatino, en contraste a esto, el diseño es algo muy común, pues existen innumerables ejemplos de utensilios, máquinas o herramientas llamadas “*caseras*” que desempeñan diversas tareas y que finalmente fueron resultado de un proceso de diseño tal vez rudimentario pero diseño al fin.

El campo mexicano parece estar abandonado y excluido en este afán de industrialización de países como el nuestro, caso particular el sector del campo que se dedica al cultivo y producción de maíz, al ser un país que básicamente gira su vida y cultura alrededor del maíz, este sector merece algo más que solo reconocimiento. Como es recordado en el año 2008 concluyó el proceso de desgravación arancelaria para las importaciones de maíz proveniente de Estados Unidos y Canadá que estaba pactado en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Este acontecimiento profundizó no solo en la polémica, si no, el alto impacto que ha tenido en el sector agropecuario nacional, esto hizo necesario el aumento de la información acerca de las condiciones en que se desenvuelven las actividades productivas y comerciales de maíz en nuestro país.

El propósito de este trabajo es dar un pequeño salto en el proceso de innovación dentro un producto del campo que ya existe, producto que fue diseñado en respuesta a la necesidad específica de un cliente productor de maíz cacahuazintle. Éste pequeño salto se logrará mediante la implementación de un proceso de rediseño que viene como resultado de una investigación y evaluación de diversas teorías y metodologías propuestas en el pasado por diversos autores. Poniendo un granito de arena en el sector de nuestra población que ha puesto infinidad de granos en nuestra vida.

En el capítulo 1 se define el marco teórico así como los antecedentes sobre los cuales este trabajo se basará, de esto se desprende el objetivo general y caso de estudio. En el capítulo 2 se establece el inicio del marco teórico, en él, se estudia la metodología de rediseño propuesta, así como su justificación y conceptos básicos en cada paso propuesto. Posteriormente el capítulo 3, el cual es el más extenso y consta de una descripción detallada de cada uno de los pasos de la propuesta de rediseño aplicados al caso de estudio, sus resultados y la evaluación de los mismos. Finalmente se presentan los resultados y las conclusiones generales de este trabajo.

# CAPITULO 1

## Antecedentes

El maíz, además de poseer un fuerte contenido socio-cultural, es el alimento básico en nuestro país, de forma tradicional se consume como tortilla, a su vez el cultivo del maíz pozolero en la zona centro de México es de temporal, y se produce en localidades de clima frío.

De acuerdo a investigaciones realizadas por el *Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT)*. Hay tecnología y variedades de semilla obtenidas a partir de las criollas mexicanas, que permiten la producción de 10 toneladas por hectárea. El campesino requiere una capacitación y seguimiento técnico profesional y no burocratizado, ni politizado. No es necesaria la introducción de maíces transgénicos, para que los productores puedan ser competitivos ante mercados internacionales. Proceso que de efectuarse, únicamente ofrece un panorama desalentador de contaminación genética, monopolizante, y la seguridad alimentaria de la gente que depende de este cultivo está en riesgo

Según resultados obtenidos por investigadores del CIMMYT, en los centros de investigación establecidos en el Distrito Federal, en Morelos y en México, con solo capacitación, uso adecuado de insumos y un seguimiento técnico adecuado, los productores mexicanos pueden incrementar su producción de 3.5 toneladas por hectárea a 10 toneladas. Sin necesidad de manejo de transgénicos, mismos que también al introducirse requerirían de una capacitación de manejo, y requerimiento de insumos y tecnificación, aspectos con los que el productor mexicano no cuenta, quedando aún más desprotegidos que si manejaran las variedades criollas o locales, mismas que se encuentran adaptadas a las condiciones del lugar.

Entonces todo esto da lugar a muchas interrogantes y la principal de todas es:

¿Qué es lo que se requiere en México para que los pueblos marginados puedan entrar en esta dinámica de producción competitiva?

Es también necesario el señalar la incompetencia e insuficiencia de las instancias generadas para llevar la capacitación y los apoyos tecnológicos necesarios, así como realizar las gestiones interdisciplinarias de las instituciones generadoras de la tecnología, con la finalidad de mejorar la productividad del campo. Ante tal carencia, resulta importante la ORGANIZACIÓN de productores, para que se desarrollen las actividades de capacitación y vinculación necesarias para hacer esta renovación del campo mexicano. La vinculación de los PROFESIONISTAS ESPECIALIZADOS, junto con los productores para la conformación de EMPRESAS AGRICOLAS VIABLES y comprometidas, conlleva a una respuesta hacia una producción rentable, sustentable y competitiva del campo mexicano

Tim Brown en su artículo *Design Thinking [1]* menciona que la mayoría de las marcas más exitosas del mundo crean ideas innovadoras a partir de la inspiración obtenida mediante un profundo

entendimiento de la vida de los consumidores y de los principios de diseño para construir e innovar. Es aquí donde la situación de los productores de maíz cacahuazintle resalta en este trabajo, que si bien es un proceso de Re-Diseño pero a que a partir del entendimiento de sus vidas e interacción con mecanismos como el que se propone para su rediseño se establecerá una propuesta que mejor capte lo primordial de sus necesidades.

En México se llevan a cabo muchos proyectos de diseño de muchas áreas en particular, sin embargo, las mayoría de éstos enfocados a productos que tienen una trayectoria o posición en el mercado, implicando competencias y la necesidad constante de innovación, lo que resulta en procesos de rediseño constantes en el ciclo de vida del producto tal como lo mencionan Otto & Wood en su artículo *a reverse engineering and redesing methodology for product evolution [2]*- los nuevos productos son el negocio, para mantenerse competitivos, la industria está buscando continuamente nuevos métodos de evolucionar sus productos- y como ellos proponen una nueva metodología de rediseño y reingeniería; en este trabajo la meta es la misma.

El contraste resulta evidente pues en este caso no se trata de una empresa competitiva en el mercado, no demanda, no oferta, solo destina su producción a una sola empresa, en definitiva no es una gran empresa ni cooperativa o sociedad, sin embargo, en este trabajo se propondrá una nueva metodología de rediseño motivada por la necesidad específica de esta empresa, que no es mas que grupo de productores de maíz cacahuazintle.

## Justificación

El cliente, un grupo de productores mexicanos de maíz cacahuazintle que surte directamente a una empresa mexicana que se dedica a la venta de pozole, en años pasados acudió, a esta institución, la Universidad Nacional Autónoma de México, con el fin de solicitar el apoyo en el diseño de un mecanismo que fuera capaz de cortar el maíz de la mazorca sin raíz, en menos tiempo comparado con el proceso manual, y que resultara más seguro. El proceso de este diseño y sus resultados se describen a detalle en el trabajo de Ojeda [8].



Figura 1- 1 Modelo de caja negra [3]



Figura 1- 2 Mecanismo cortador de maíz

Este trabajo se motiva a partir del estudio de los resultados del trabajo mencionado, la necesidad de mejoras en este mecanismo y la implementación de metodologías y herramientas de diseño. El prototipo totalmente funcional presenta algunas carencias y necesidades de rediseño sobre las cuales está enfocado este trabajo en el entendido siempre constante de las condiciones y las necesidades específicas del cliente.

## Arquitectura y configuración inicial

Antes de iniciar el proceso de rediseño es necesario establecer el estado inicial del objeto de trabajo, en este caso el mecanismo cortador de maíz. La arquitectura del prototipo construido [ver figura 1-3] consta de un chasis de PTR (a) de 1.5" x 1.5", que soporta en los laterales los mecanismos encargados de sujetar mazorcas y posicionarlas (b), en la parte superior del chasis se encuentra anclado un motor eléctrico (c) que mediante poleas mueve un eje construido de aluminio (d) encargado de generar el movimiento de corte con la ayuda de dos ruedas empotradas en la parte superior de las laterales (e) y por las cuales pasa una sierra cinta, finalmente por encima del motor se tiene un extractor de polvo(f). El funcionamiento de este mecanismo se presenta a detalle en [8].

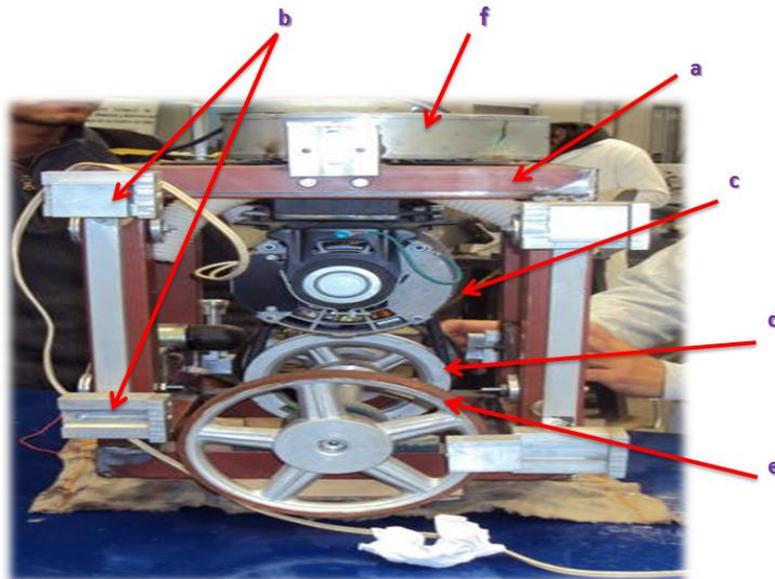


Figura 1- 3 Configuración del mecanismo

El mecanismo para funcionar requiere que un operario la accione, como primer paso requiere colocar en cada una de las estaciones de sujeción las mazorcas y posicionarlas de acuerdo a la orientación necesaria, esto es: el lado menor de la mazorca hacia arriba, posteriormente debe cerciorarse de su posición con respecto a la sierra cinta, una vez hecho esto se pone en funcionamiento el mecanismo, sus componentes realizan los movimientos de corte, una vez que ha terminado, el operario tiene que retirar los sobrantes de la mazorca para empezar el ciclo de nuevo.

Este mecanismo consta de muchos elementos y sistemas, de entre los más importantes se encuentra un sistema de sujeción de la mazorca, un sistema de corte, el sistema de soporte y el de extracción de polvo. La estructura funcional determinada a partir del análisis visual que se modela en una herramienta definida por Pahl & Beitz [10] la cual se muestra en la figura 1-4:

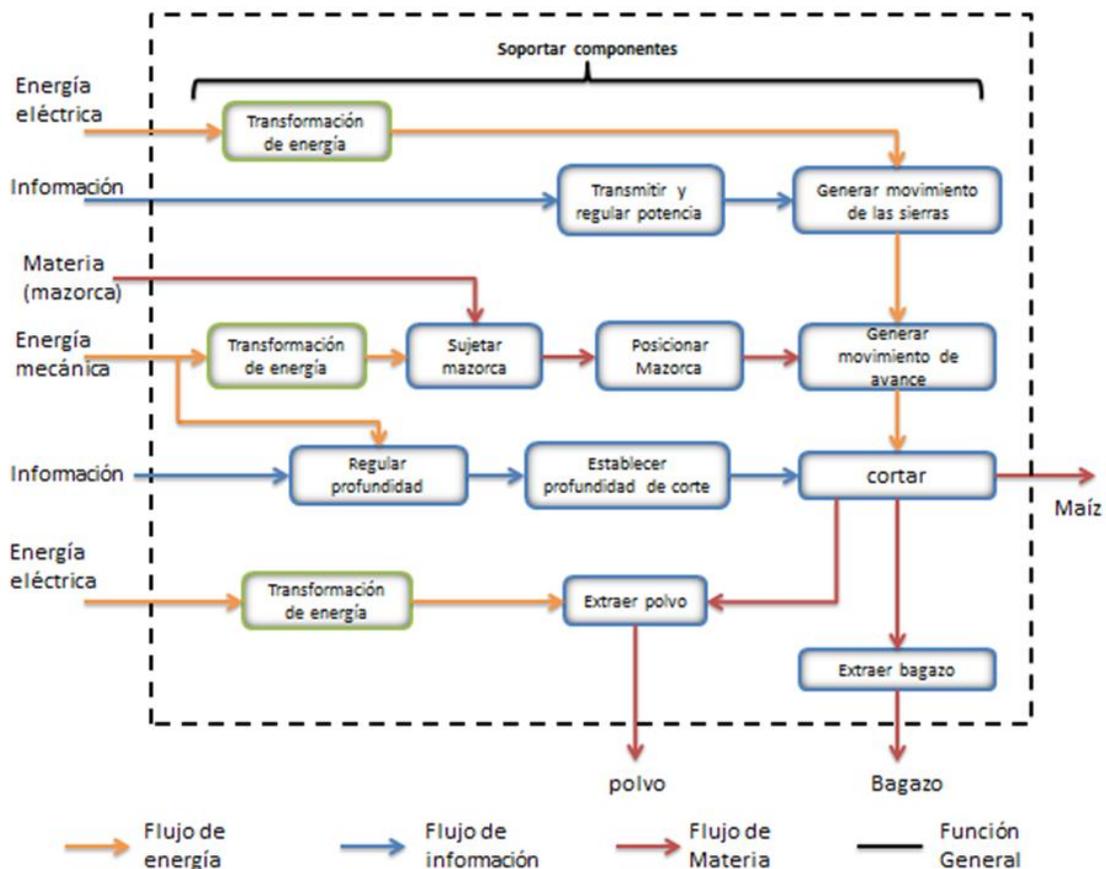


Figura 1- 4 Diagrama de flujo de Materia, Energía e Información

De la estructura funcional (ver figura 1-4) se desprende la identificación de los sistemas y la correlación que existe entre cada uno de ellos para lo cual se recurrió al auxilio de la Matriz de Relaciones (ver figura 1-5).

FUNCIÓNES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Soportar componentes	A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sujetar mazorca	B	X	B								
Posicionar mazorca	C	X	X	C							
Establecer profundidad de corte	D	X	X	X	D	X					
Regular profundidad	E	X			X	E					
Transmitir y regular potencia	F	X					F	X	X	X	X
Generar movimiento de las sierras	G	X					X	G			
Generar movimiento de avance	H	X					X	X	H	X	
Cortar	I	X					X	X	X	I	
Extraer polvo	J	X					X				J
Extraer bagazo	K	X									K

Figura 1- 5 Matriz de relaciones

El propósito de lo anterior no fue sino lograr un entendimiento de la configuración y las condiciones iniciales del mecanismo sobre el cual se basará este trabajo.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología que permita analizar y proponer una nueva configuración para un mecanismo cortador de maíz cacahuazintle, considerando un primer prototipo de máquina construida.

## Alcances

Este trabajo comprenderá desde la propuesta de una metodología hasta la etapa de diseño de detalles del nuevo mecanismo, entre los alcances se tendrán: la metodología, la información e investigación que surja de la aplicación de la misma, así como también los planos de las piezas y hojas de especificaciones de los componentes que lo requieran.

## Caso de estudio

El caso de estudio será el sistema de corte [figura 1-6] presente en el primer prototipo de la máquina construida.

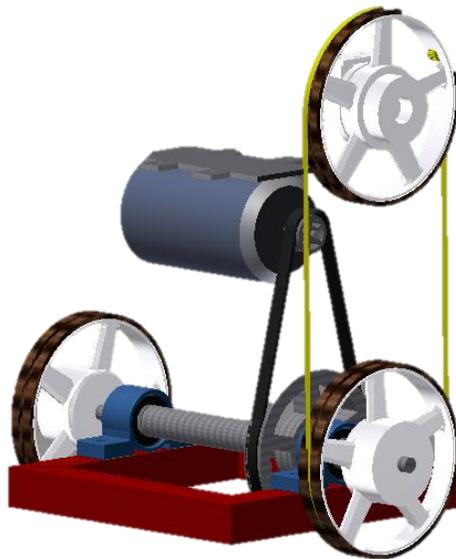


Figura 1- 6 Modelado del Mecanismo de Corte

## Metodología de Re-diseño propuesta

La propuesta de este trabajo está basada en la búsqueda de metodologías tanto de diseño, rediseño e ingeniería inversa que se puedan enfocar al problema previamente descrito.

Al ser este problema algo muy particular, la delimitación de la metodología se basó en algunas constantes como son:

- De la investigación de cortadores de maíz comerciales se establece que el mecanismo cortador de maíz, es para uso especial de un solo cliente, el cual patrocina el proyecto y no tiene competencia en el mercado.
- EL cliente expresa necesidades muy concisas y poco debatibles en aspectos como seguridad y eficiencia, lo que refiere a que en su opinión solo espera resultados mejores.
- El bajo presupuesto inclina esta investigación a buscar hacer lo mejor con los menos recursos posibles.

Existen varias metodologías de diseño, muchos autores han descrito diferentes técnicas, sin embargo para el caso de rediseño cuando el ejecutor es ajeno a la concepción del proceso inicial de

diseño entonces las metodologías de diseño se ven rebasadas o con lagunas en muchos de sus pasos, en lo cual se entra en el terreno de la re-ingeniería o ingeniería inversa.

Las definiciones sobre ingeniería inversa han dependido del objetivo que se pretende alcanzar al usarla y que por lo general, el objetivo es la extracción de datos geométricos de productos para ingresarlos a sistemas CAD [3], así mismo los usos que pueden tener las representaciones obtenidas mediante el proceso de reingeniería las cuales pueden ser:

- Diseño de nuevos productos
- **Modificación de diseños existentes**
- Sustitución de partes desgastadas o rotas
- Inspección industrial
- Documentación de diseños
- Desarrollo de información para la manufactura
- Análisis de mercado

Esto lleva a la relevancia del proceso de reingeniería dentro del proceso global del rediseño, sin embargo la mayoría de los procesos de reingeniería se basan primordialmente en lo que mencionan los autores a cerca de los programas CAD. Esto da la pauta para el planteamiento de una metodología global para este caso particular de rediseño, partiendo de los conceptos propuestos por las diferentes metodologías tanto de ingeniería inversa como también metodologías y herramientas de diseño.

Las situaciones más relevantes de la ingeniería inversa son: la recuperación de la información geométrica del diseño inicial y la recuperación del plan de diseño original. De esta manera se puede rehacer de una manera aproximada el proceso de diseño anterior así como sus pasos y la jerarquía de los mismos.

Un proceso ideal de ingeniería inversa no debe solo ser capaz de reconstruir una geometría completa de una pieza o un modelo, si no también recuperar la intención del diseño [4], de esto Chikofsky & Cross definen:

- *Recuperación de diseño*: esta parte de la ingeniería inversa complementa la observación del sistema con conocimiento general del problema, experiencia personal, información externa, deducción y razonamiento con el fin de recuperar la intención del diseño [5].

Esto resulta ser una fase importante en el proceso de rediseño, ejemplo de esto se menciona en la metodología de rediseño paramétrico propuesto por Otto & Wood [2] que se presenta en la figura 1-7

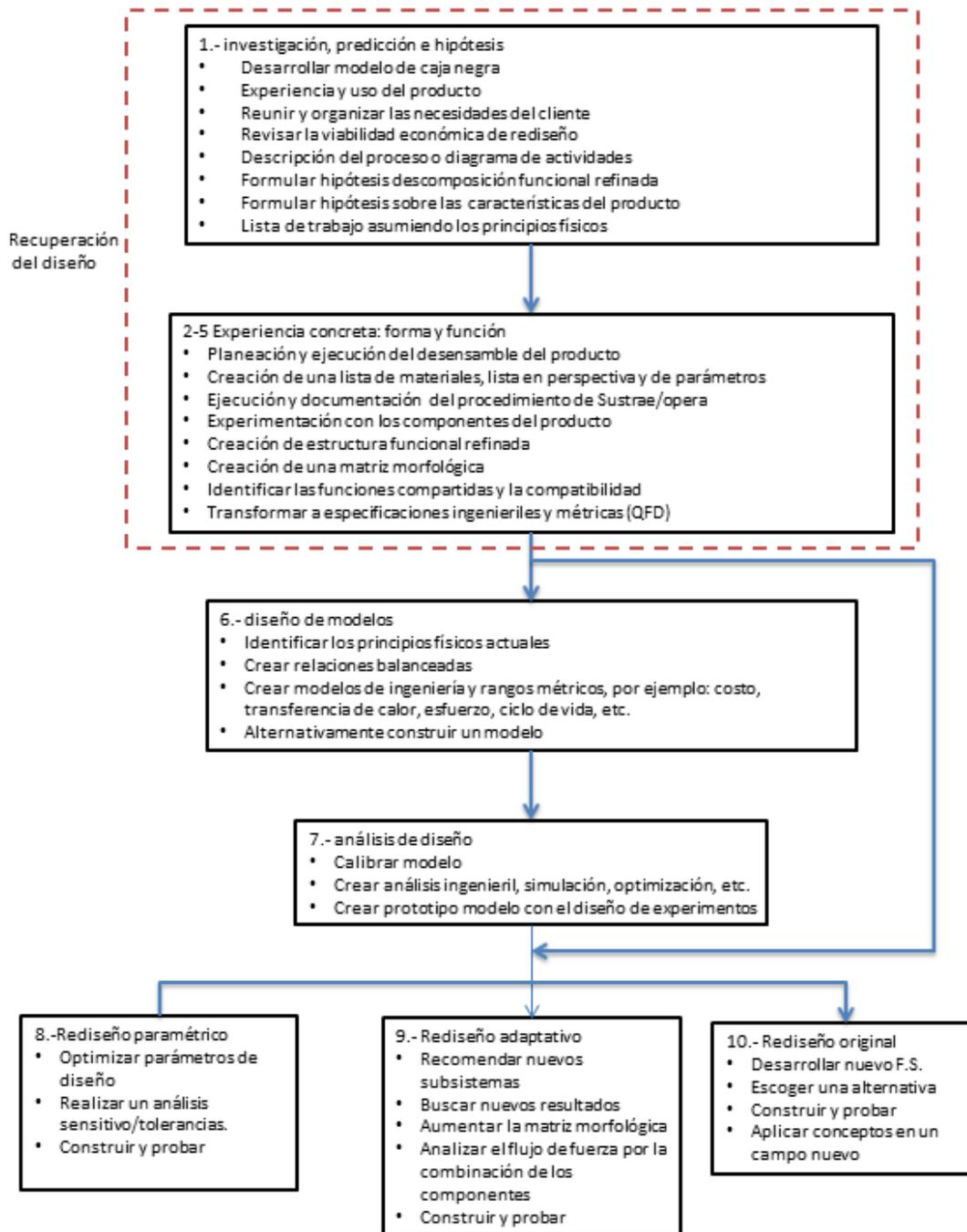


Figura 1- 7 Rediseño Paramétrico [2]

La recuperación del plan original del diseño es parte primordial de la metodología propuesta, sin embargo este trabajo busca tener un impacto no solo en la configuración sino también en la medida de lo posible en la funcionalidad del mecanismo que funge como caso de estudio, y las relaciones que establece entre sus propios componentes y externos.

“Cada acción de diseño suele ser justificada por una o más razones de diseño” [13], dentro de este mismo artículo establece la relación que existe entre el plan original de diseño y los problemas de diseño, mencionando que los problemas de diseño nos indican en que porción del plan de diseño original se pudieron haber originado, esto recalca la importancia de los pasos anteriores a la recuperación del intento de diseño para así poder llegar a tener un buen mapa donde localizar los problemas.

Allí mismo se plantea un proceso de rediseño basado en la teoría de *Re-ejecución y modificación* [6], llamado REV-ENGE que se basa en un ciclo de tres actividades principales las cuales son: Adquisición del conocimiento, construcción de un proceso de diseño y modificación del diseño, para la construcción de la secuencia de diseño, se basan en la metodología de diseño para ensamble, ejecutando nuevamente el proceso de diseño identificando y modificando las decisiones que pudieron haber ocasionado los problemas de diseño por medio de un método basado en la comparación y analogía de casos. Este ciclo se muestra en la figura 1-8.

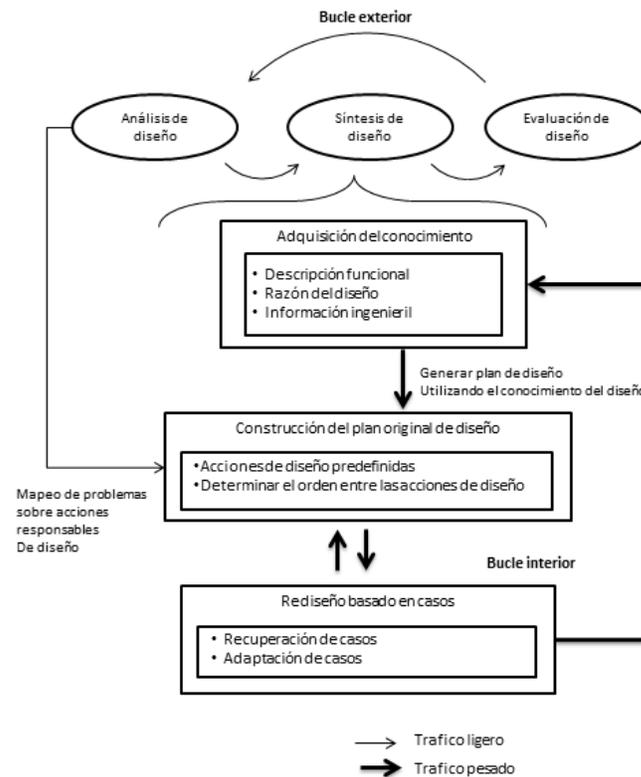


Figura 1- 8 REV\_ENGE [6]

Así como éstos, muchos autores hablan sobre metodologías de diseño y rediseño, haciendo énfasis en lo que cada cual define como importante en sus propuestas, queda resaltado que la parte primordial de ingeniería inversa es lo que se refiere a la recuperación de datos geométricos, no obstante para este trabajo este paso se omite, pues existe una documentación acerca del trabajo que se realizó en el pasado, además de que las interacciones que se tuvieron con el prototipo y la necesidad de un careo inicial con el problema general dejó como resultado la información necesaria, un modelo 3D y análisis funcional.

### *La metodología*

Esta información, da un punto de partida que está más allá de la recuperación geométrica, esto no quiere decir que la metodología que se propone, no sea una metodología de rediseño, pues más allá de lo que se omite, existe una clara tendencia de comparación y toma de decisiones acerca de la arquitectura del prototipo en relación a lo que se podría mejorar.

La idea que se pretende hacer notar en la metodología es el tener “etapas de aprendizaje”. Pues a pesar de ya estar familiarizados con el prototipo, no se desea que desde el principio se focalicen ideas de solución a problemas que solo pensamos que existen y que en realidad no sabemos que existen. Es con base en el aprendizaje que se obtiene en cada etapa de la metodología que se es capaz de tomar decisiones, identificar y solucionar problemas que en realmente existan.

Las etapas de la metodología que se describirán en el siguiente capítulo son:

- Confrontación e información
- Propuesta de concepto
- **Análisis y descomposición funcional**
- Evaluación
- Propuesta final de diseño

Se destaca la etapa de análisis y descomposición funcional, ya que ésta será la herramienta de diseño que se plantea utilizar en esta metodología, bajo la premisa de que “establecer una estructura funcional facilita el descubrimiento de soluciones ya que simplifica la búsqueda general de éstas” [10], y se trata de establecer soluciones a problemas localizados justo después de una propuesta de Rediseño que se estableció a nivel conceptual, en donde existen muchas relaciones y funciones compartidas que no se analizaron a fondo ya que muchas veces este análisis, teórico y sistemático, se pierde a lo largo de los trazos y dibujos de las ideas conceptuales, por ultimo se tiene la etapa de evaluación, la cual no es mas que el diseño de detalles que dará pie, a la presentación de los resultados en forma de un modelo 3D totalmente detallado y comparado con el mecanismo anterior, se puede observar el diagrama de flujo de esta metodología en la figura 1-9, enseguida:

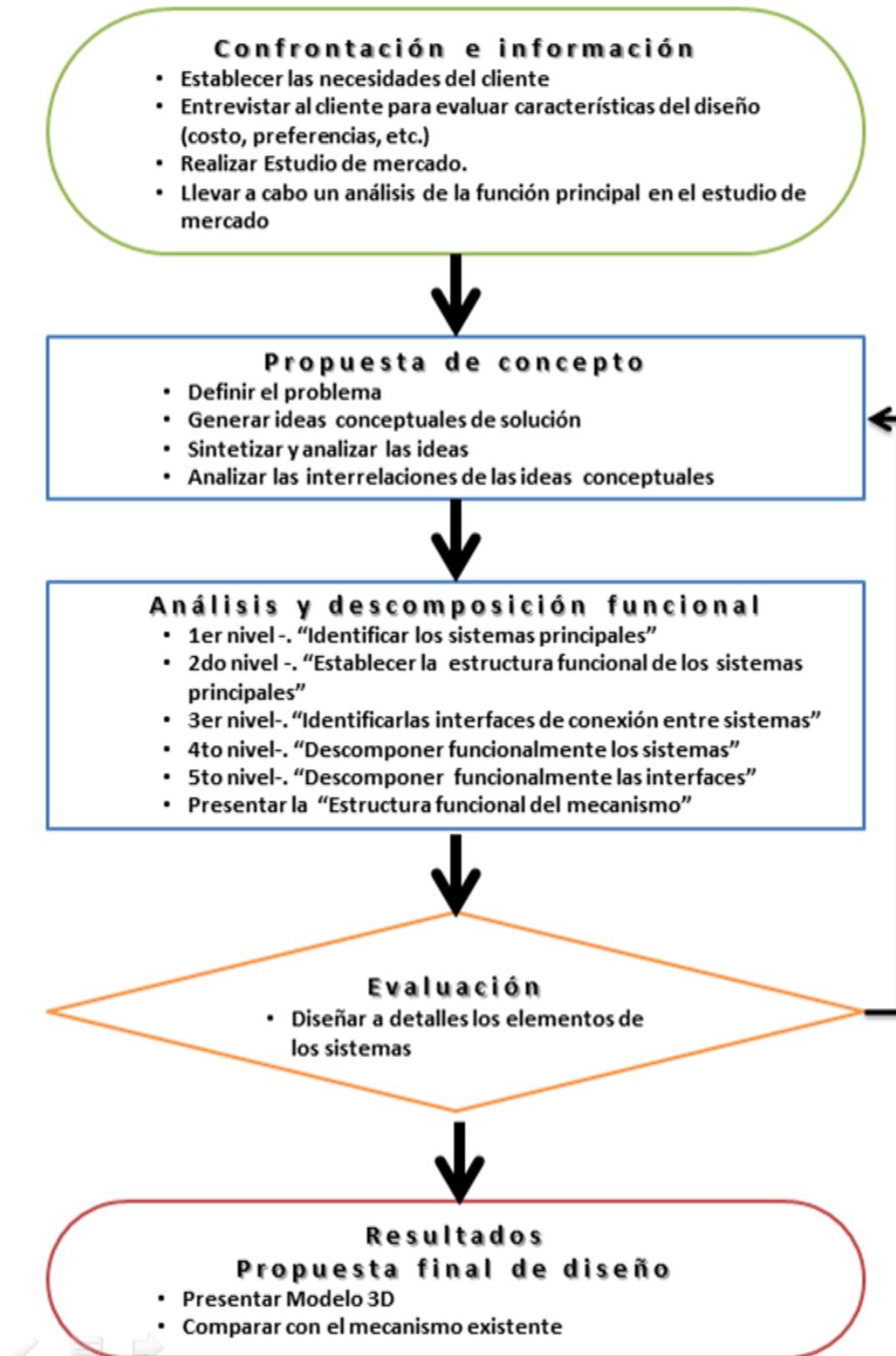


Figura 1- 9 Propuesta de Metodología de rediseño

## CAPÍTULO 2

La investigación que se presentó en la propuesta de metodología de re-diseño es una selección de técnicas de rediseño e ingeniería en reversa, que en relación de las necesidades de este trabajo y de los autores consultados se extrapolan a este caso particular. De esta extrapolación en conjunto se desprende el siguiente apartado, que trata la justificación y los objetivos que intentarán alcanzar en cada una de las etapas propuestas. Los antecedentes que se presentan en el capítulo anterior presentan un panorama general del problema, mientras que las actividades que se plantean en este capítulo aunque parten del plano general y algunas pueden estar plasmadas con anterioridad en el trabajo de Alejandro Ojeda Ortiz [8], se llevan a cabo de nuevo con la finalidad de sentar nuevas bases que sustenten el rediseño e innovación que se pretende lograr con este trabajo.

### Confrontación e información

#### Confrontación e información

- **Establecer las necesidades del cliente**
- **Entrevistar al cliente para evaluar características del diseño (costo, preferencias, etc.)**
- **Realizar Estudio de mercado.**
- **Llevar a cabo un análisis de la función principal en el estudio de**

No es posible pensar en rediseño sin antes saber en qué forma es necesario realizarlo, dicho de otra forma, la decisión de cambiar o no la configuración del sistema de corte se espera tomar en esta etapa, es la que marcará la pauta de la forma de realizar el rediseño, pues un pequeño cambio en la configuración del sistema, el cual no represente un cambio sustancial en su función principal, no es lo mismo que el cambio total en la configuración, ya que este cambio es inherente al principio de funcionamiento que ostenta el prototipo, por supuesto no dejando atrás los requerimientos y características que el cliente puede demandar.

En esta etapa se busca impregnar la mente del diseñador de toda la información que existe en el mercado en relación a sistemas como el que se desea rediseñar, comparando todas sus características y principalmente la función principal, con el objetivo de tomar decisiones sobre el rumbo del rediseño y que éstas se tomen con base en el análisis.

## Conceptos básicos

Para empezar la etapa de confrontación es necesario establecer cuáles son las necesidades del cliente en función de lo que hace o deja de hacer el mecanismo actual, para lo cual se propone realizar una entrevista con el cliente **[12]**

El método básico es ser receptivo a información proporcionada por el cliente y evitar confrontaciones y actitudes defensivas **[12]**, el objetivo es obtener una expresión honesta de necesidades y no convencer al cliente de que es lo que necesita. Para lo que los autores dan recomendaciones sobre algunas preguntas que pueden ser útiles para plantearlas en una entrevista con el cliente:

- ¿Cuándo y por qué usa usted este tipo de productos?
- ¿podemos ver una sesión típica en la que use el producto?
- ¿Qué problemas considera usted cuando compra el producto?
- ¿Qué mejoras haría al producto?
- ...etcétera

Además de ciertas consideraciones que hacen que la entrevista sea lo más productiva posible y lo que se propone es además de eso hacer una documentación de lo que resulte de la entrevista a fin de rescatar e interpretar la mayor cantidad de información comparándola con lo que actualmente ofrece el mecanismo de manera general y lo que puede ser de suma importancia para el caso de estudio propuesto. Aunado a esto en la misma entrevista se plantea llevar a cabo un cuestionario como herramienta alternativa para la estructuración de funciones y la evolución del producto que servirá para evaluar cuestiones como el costo, preferencias y otros aspectos que pueden ser relevantes para el rediseño.

Como paso siguiente se entra en la etapa de información y la base de ésta es la clarificación del dominio del producto en el mercado y su posición en relación a lo que se ha desarrollado, para lo cual se propone establecer la rama de la industria a la que el mecanismo pertenece con base en las características de operación y la tarea que este realiza de manera general, partiendo de esto se hará un estudio de mercado o *benchmarking*, así como búsqueda de patentes las cuales se analizarán mediante la herramienta análisis matricial **[11]** a su vez aprovechando la información se realizará un análisis sobre la función principal y se presentarán los resultados de este análisis en un resumen que de pauta para la toma de decisiones

### Análisis matricial **[11]**

Esta técnica se basa en la construcción de una matriz, la cual como mero ejemplo se aplica al caso de diseño de una silla de ruedas, la cual se muestra en la Figura 2-1. Todas las características de los productos de la competencia comparables al estudiado están colocadas en el eje vertical y los distintos modelos de la competencia colocados en el eje horizontal. De éstos, se obtiene una suma para cada característica que muestra el total de modelos que la incluyen. Este método de análisis

permite descubrir que características son más comunes en los modelos, cuales menos, y los huecos que existen para diferenciar nuestro producto de los existentes en el mercado actual. En nuestro caso, se analizarán las maquinas que resulten de la investigación de mercado, y sus características serán aquellas que rijan todos y cada uno de sus sistemas o mecanismos que intervienen en la operación de éstas.

Nº	Función	Silla de ruedas													Repres. del porcentaje	%								
		Mod. PC-31	Guidosimplex	Guidosimplex	Guidosimplex	Guidosimplex	Action 2000 LT	Invacare	Atlas Lite	Invacare	2000 Xtra-Action	Invacare	Obea	Obea			Obea	Invacare	Invacare	Invacare	Ultra Light	Invacare	K4	
1	Chasis de acero	✓						✓		✓			✓										****	29
2	Chasis de aluminio			✓	✓	✓				✓			✓										*****	43
3	Chasis de fibra de carbono	✓																	✓	✓			****	29
4	Silla estándar	✓							✓			✓			✓								****	29
5	Silla ligera			✓	✓	✓				✓			✓						✓				*****	43
6	Silla ultraligera		✓															✓	✓				****	29
7	Respaldo abatible	✓	✓	✓														✓			✓		*****	36
8	Respaldo reclinable								✓									✓	✓	✓	✓		*****	36
9	Respaldo regulable en altura		✓	✓	✓	✓															✓		*****	36
10	Asiento regulable en altura	✓						✓		✓								✓	✓	✓			*****	43
11	Asiento evacuatorio																						*	7
12	Asiento acolchado	✓	✓						✓												✓		****	36
13	Asiento de tela			✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		*****	64
14	Profundidad regulable		✓		✓	✓												✓	✓				****	36
15	Salvarropas		✓		✓					✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		*****	57
16	Reposabrazos	✓		✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				*****	57
17	Reposabrazos fácilmente desmontables			✓				✓						✓				✓					****	29
18	Reposabrazos abatibles			✓				✓						✓				✓					****	29
19	Reposapiés elevables	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		*****	86
20	Reposapiés fácilmente desmontables	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓									*****	50
21	Reposapiés individuales	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓					*****	64
22	Reposapiernas	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			*****	64
23	Respaldo ajustable en tensión				✓	✓				✓													***	21
24	Ruedas motrices fácilmente desmontables		✓	✓	✓	✓				✓										✓	✓		*****	50
25	Ruedas motrices neumáticas		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		*****	86
26	Ruedas motrices inclinadas		✓																		✓		**	14
27	Ruedas directrices neumáticas		✓	✓	✓	✓				✓			✓					✓					*****	50
28	Ruedas directrices macizas	✓							✓			✓		✓				✓	✓	✓	✓		*****	50
29	Plegable	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		*****	86
30	Doble cruceta				✓																		*	7
31	Variedad de colores	✓			✓	✓	✓	✓	✓									✓	✓	✓	✓		*****	64
32	Amplia gama de accesorios							✓		✓								✓	✓	✓	✓		*****	43
33	Sistema antivuelco	✓		✓	✓				✓			✓											*****	36

Figura 2- 1 Análisis Matricial [11]

## Propuesta de concepto

### **Propuesta de concepto**

- **Definir el problema**
- **Generar ideas conceptuales de solución**
- **Sintetizar y analizar las ideas**
- **Analizar las interrelaciones de las ideas conceptuales**

Es tiempo ya de declarar el problema, los enunciados que, regirán las directrices del rediseño, acotaran los alcances del mismo así como también marcaran el inicio del pensamiento intuitivo, la creatividad, las ideas de solución. Será como narrar la historia vista desde líneas incompletas hasta un modelo en trazos que represente un punto de convergencia entre las ideas generadas.

Estas ideas se presentan aleatoriamente y el objetivo de esta etapa es plasmarlas en un documento con el afán de entender el camino que sigue la mente del diseñador, una vez que está empapado con toda la información de la etapa anterior, pues ahora si serán diseños con toda la intención de resolver problemas o cumplir funciones que están justificadas.

Estos diseños se someterán a un proceso de síntesis de las ideas, para dirigir el desorden de ideas de tal manera que partiendo de una nube de éstas ideas dispersas se pase a algo más tangible y correlacionado, que pueda ser analizado como un todo y modificado, si es necesario.

## Análisis y descomposición funcional

### **Análisis y descomposición funcional**

- **1er nivel - "Identificar los sistemas principales"**
- **2do nivel - "Establecer la estructura funcional de los sistemas principales"**
- **3er nivel- "Identificarlas interfaces de conexión entre sistemas"**
- **4to nivel- "Descomponer funcionalmente los sistemas"**
- **5to nivel- "Descomponer funcionalmente las interfaces"**
- **Presentar la "Estructura funcional del mecanismo"**

El propósito de esta etapa es terminar de afianzar toda esa información del mecanismo que se obtuvo en las etapas anteriores. Se tiene ya una propuesta conceptual de diseño, ahora es turno de analizar funcionalmente ésta, sus principios de solución e implantar las últimas mejoras o correcciones, pues el análisis funcional permite ver desde un plano más ingenieril todos esos detalles que hacen de una propuesta un buen diseño.

### Conceptos básicos

Una pieza o equipo es a veces considerado más complejo que un sistema, por otro lado artefactos que en ciertas áreas pueden ser considerados como sistemas en otras pueden ser descritos como maquinas [10], el enfoque de estos autores mostrado en la figura 2-2 es el que se utilizara en esta etapa, en donde los artefactos son considerados como sistemas conectados por entradas y salidas y todo lo que pertenezca a estos sistemas será delimitado por una frontera de sistema.

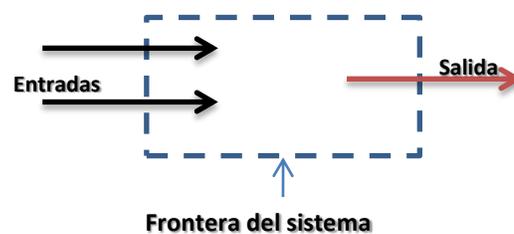


Figura 2- 2 Enfoque Pahl & betiz [10]

En este enfoque existen así como existen relaciones entre los sistemas, existen también sistemas que están enfocados a la transformación de materia, señales o energía, bajo la regla de que “no puede existir conversión de materia o señales sin antes haber conversión de energía”. Estas transformaciones se dan de la siguiente manera:

- La energía puede ser convertida en muchas formas [figura 2-3], tantas como tipos de energía existan.

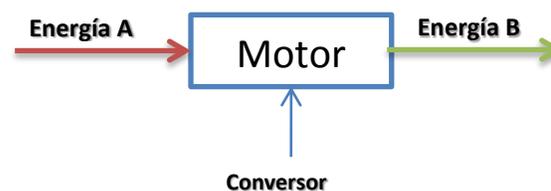


Figura 2- 3 Ejemplo de convertidor [10]

- La materia puede ser convertida mediante muchos procesos, de tal forma que se mezcle, se separe, seque, empaque, transporte, etc., de esta forma se convierte a la materia prima en productos terminados.
- La información puede ser procesado en términos de señales y éstas pueden ser recibidas, preparadas, comparadas o combinadas, transmitidas, mostradas, grabadas, etc.

Existen procesos que están asociados a otros, estos procesos de conversión pueden tener inmersos o asociados la conversión de otro aspecto, por ejemplo: la conversión de energía está asociada con la conversión de materia y toda conversión de señales está asociada con la conversión de energía más no de materia.

Aplicando este enfoque se realizará una descomposición en sistemas y subsistemas, la cual no es otra cosa que una **estructura funcional**. Es decir; entre los sistemas y subsistemas existirá una relación funcional, la palabra función se aplica para generar una relación en un sistema cuyo propósito es realizar una tarea, de este modo los sistemas y subsistemas tendrán funciones específicas y la relación que existe será entre las entradas y salidas de cada uno de ellos. De esta manera si se conocen o se definen todos y cada uno de las entradas y salidas de una tarea general, entonces se puede especificar una "función general" que puede ser dividida en sub-funciones las cuales corresponden a sub-tareas y las cuales están inter-relacionadas entre sí, dando forma así a la **estructura funcional**.

Esta descomposición se realizara en tantos niveles como se considere, hasta llegar a la expresión más simple de la tarea que se requiere realizar, considerando interrelaciones físicas y de forma que existen entre la tarea que se quiere realizar y los principios físicos para resolverla [figura 2-4] ya que solo la combinación de los principios físicos con la forma principal designa las características (superficies, movimientos, materiales) y permite que el principio de solución emerja.

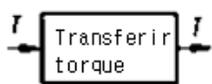
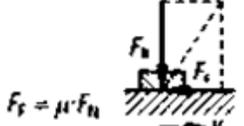
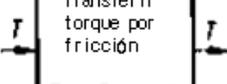
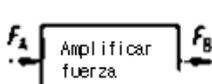
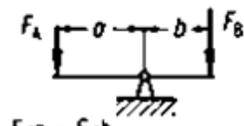
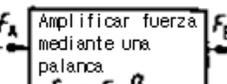
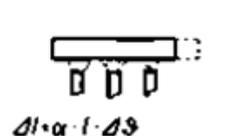
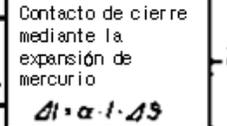
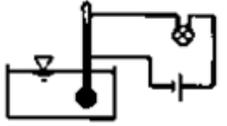
Sub-función	Efecto físico (independiente de la solución)	Principio físico (Sub-función y efecto físico)	Principio de solución (principio físico y características de diseño de forma)
	 $F_f = \mu \cdot F_N$	 $F_f = F_t = \mu \cdot F_N$	 <p>Superficie de fricción</p>
	 $F_A \cdot a = F_B \cdot b$	 $F_B = F_A \frac{a}{b}$	
	 $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \theta$	 $\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \theta$	

Figura 2- 4 Cumplimiento de las sub-funciones mediante principios de solución contruidos a partir de principios físicos y características de forma [10]

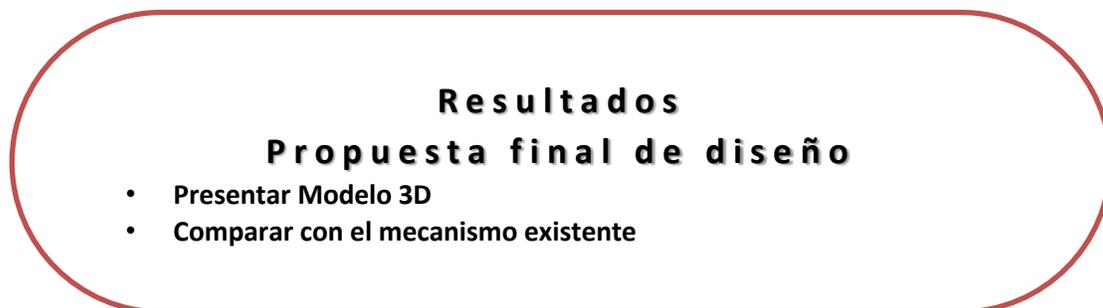
Todo proceso de re-diseño tiene sustento en acciones, conceptos, detalles o conocimiento previo de características que promueven el proceso, las cosas son más claras cuando es el mismo autor quien irrumpe en este proceso y finalmente esta claridad desemboca en que la siguiente iteración esta lista para someterse al proceso de detalles, medidas finales, y análisis.

## Evaluación



En esta etapa se parte de definir las cotas que están directamente relacionadas con el producto a procesar, se incorporan éstas y demás variables a partir de las pruebas con el producto, se realizan análisis de fuerzas en caso de ser necesarios, se diseñan a detalle y se definen los componentes descritos en la descomposición funcional.

## Resultados



En esta etapa final se presentan los resultados de este trabajo, se trata de modelo 3D ensamblado con todas sus piezas y una comparación con el mecanismo existente.

# CAPÍTULO 3

## Confrontación e información

### **Establecimiento de las Necesidades del cliente:**

En sentido literal es, exactamente lo que el cliente necesita, aunque esto no siempre cuadre con la información de ingeniería que necesita, se debe partir siempre de las palabras del cliente, de tal manera que se dará inicio con las palabras del cliente:

***“cortar maíz cacahuazintle sin raíz de las mazorcas, pero mas allá de esta función, no tener la necesidad de tener tanta gente que aprenda a hacer esta operación, pues capacitarlos cuesta y la inseguridad del proceso actual hace que abandonen el trabajo”***

Este trabajo trata de un rediseño, es decir, las necesidades del cliente que se satisficieron en el trabajo anterior [8] se verán complementadas por las que se pretende alcanzar con este trabajo, de tal manera que los requerimientos complementarios del usuario final serán:

- La propuesta de rediseño será compatible con la forma del mecanismo actual.
- La propuesta de rediseño no debe utilizar más de los elementos que los que actualmente se cuenta para la generación de energía/movimiento.
- La propuesta de rediseño debe presentar al menos una mejora sustancial en el funcionamiento, seguridad, transporte o algún otro requerimiento logrado con respecto al mecanismo existente [8].

### **Entrevistar al cliente para evaluar características del diseño (costo, preferencias, etc.)**

Como parte de la obtención de información, se tiene un pequeño cuestionario que se realizó al cliente, a fin de establecer algunos otros parámetros y características que el cliente espera de este trabajo, las preguntas fueron:

1. **¿El presupuesto que tan relevante es para usted?**
2. **¿Qué limitaciones de peso y/o espacio tiene?**
3. **¿El prototipo será empleado en exteriores o interiores?**
4. **¿Cuáles son las condiciones de operación de la máquina?**
5. **¿Quién va operar la máquina?**
6. **¿Alguna restricción que se haya omitido?**

Las respuestas a este cuestionario se presentan en el Anexo A, considerando lo anterior, se pueden agregar un par de requerimientos del usuario final:

- La propuesta de rediseño debe mantener una relación de espacio/peso tal que permita trasladarlo de un lugar a otro por una o dos personas, con la ayuda de un diablito sin representar riesgo para los trabajadores y para el mecanismo.

- La propuesta de rediseño debe representar gastos medidos pues el presupuesto es limitado.

### Estudio de mercado

El estudio de mercado, al no existir máquinas cuyo propósito específico sea el corte de maíz cacahuzintle; se buscó sobre una gran variedad de máquinas procesadoras de frutas y verduras, así como cortadoras de maíz en general. Se llevó a cabo en tres distintas etapas, que van desde una escala muy general de mecanismos de propósitos globales en términos de tratamiento de frutas y verduras, hasta llegar a una escala muy particular de mecanismos que cortan maíz, siendo las siguientes:

1. Búsqueda de máquinas para procesamiento de frutas y verduras que se ofertan en el mercado.
2. Investigación y análisis de mecanismos patentados cuyo propósito sea similar al que se pretende en este trabajo.
3. Investigación y análisis de mecanismos patentados cuyo propósito sea el de cortar maíz.

### 1ra etapa.- Máquinas para procesamiento de frutas y verduras que se ofertan en el mercado

Se buscó detectar que maquinaria existe en el mercado, cuyo propósito sea el tratamiento de frutas y verduras, sus distribuidores y las distintas capacidades, entre las cuales están la de pelar, rebanar, cercenar, retirar corazones, entre tantas. Detectando puntos clave en la tendencia del mercado, la tecnología utilizada y sobre todo la gran variedad de productos que pueden procesar como los que se muestran en la Figura 3-1.



Figura 3- 1 Catálogo de Maquinaria Kronen

### *Los resultados*

Se encontraron variedades de máquinas que van desde las totalmente manuales hasta máquinas automáticas para pelar y rebanar, de éstas, se distinguen dos marcas de nivel internacional y se mencionan a continuación:

Máquinas Kroken, marca alemana de maquinaria para procesamiento de frutas y verduras con una gran variedad, la que se muestra es una peladora de zanahorias automática, como se observa en la figura 3-2.



Figura 3- 2 Máquina peladora de zanahorias

Máquinas Sormac, maquinaria española, de variedad similar a la anterior, en la figura 3-3 se muestra una peladora revolver para productos como zanahorias, papas y pepinos.

## CRR-25/250



Figura 3- 3 Máquina peladora Sormac

De la primera etapa del estudio de mercado, se rescata la gran variedad de máquinas para el procesamiento de frutas y verduras, no obstante de la protección de las empresas que hace muy difícil el saber sus principios de operación, se logra observar que la mayoría de ellas, a pesar de actuar en superficies irregulares como las papas, zanahorias, pepinos, piñas etc., actúan bajo el principio de corte por cizalla logrando su función de forma eficiente, algunas especificaciones así como capacidades de este tipo de maquinaria se muestran en el anexo B.

## *2da etapa.- Investigación y análisis de mecanismos patentados cuyo propósito sea similar al que se pretende en este trabajo.*

### *El propósito*

El Análisis de patentes es muy diferente al que se presentó en la etapa anterior, pues en este tipo de documentos se logran observar mucho más a fondo los principios de funcionamiento, por eso el propósito, es el análisis a nivel conceptual de las funciones que se realizan en los mecanismos, así como todos los elementos que en éstos intervienen.

A su vez, un análisis cronológico de los principios utilizados para entender cuál ha sido la tendencia en los principios, los medios y las tecnologías utilizadas en el procesamiento de frutas y verduras. En este caso, ahora se incluyen no solo productos de cascara blanda como la mayoría que se procesaban con las máquinas mencionadas en la etapa 1, si no también productos de cascara dura como los cocos, de formas regulares como manzanas, o irregulares como las peras, las papas o las zanahorias, los mecanismos que en esta etapa se analizaron van desde manuales hasta totalmente automáticos.

El proceso de investigación se llevó a cabo revisando información del departamento de patentes de EUA (US patents) en donde se indagó a través de sus archivos con el propósito de filtrar la mayor cantidad de patentes de mecanismos que se encargaran de realizar acciones muy similares a la de corte de maíz, como lo pueden ser: pelar, rebanar, procesar, sacar tiras y procesar frutas, verduras o algún otro alimento. Una lista completa de las patentes consultadas se encuentra en el anexo C

### *Los resultados*

Se investigaron y estudiaron a detalle un total de 32 patentes, las cuales se sometieron a un análisis a lo largo de 65 características o funciones las cuales se presentan en la Tabla 3-1, estas características se utilizaron en la herramienta “matriz de funciones-competencia **[11]** la cual se puede observar a detalle en el anexo D. Con base en esta herramienta se realizó un resumen destacando los puntos de mayor interés para este trabajo y las tendencias que se marcan con las características antes mencionadas.

El resumen que se presenta no está en función de qué o cuál mecanismo es el más eficiente o el más sofisticado, más bien, está en función de cuáles son los hallazgos más importantes, que se pueden leer por encima de todas las características que se presentan en la matriz.

Tabla 3 - 1 Funciones evaluadas en mecanismos cortadores y peladores de frutas y verduras

Tipo de energía para funcionar	1 <i>Eléctrica</i> 2 <i>Mecánica</i>
General	3 <i>El producto que procesa es suave</i> 4 <i>El producto que procesa es duro</i> 5 <i>Accionamiento manual</i> 6 <i>Accionamiento semi-automático</i> 7 <i>Accionamiento automático</i> 8 <i>Requiere instalación especial(simentación, base, etc) para funcionar</i> 9 <i>Bastidor de una sola pieza</i> 10 <i>Bastidor tipo bancada</i> 11 <i>Bastidor anclado a tierra</i> 12 <i>Bastidor desmontable (varias piezas)</i>
Sistema de alimentación del producto	13 <i>Se utiliza un mecanismo alimentador</i> 14 <i>Se alimenta manualmente</i> 15 <i>El retiro del residuo se realiza mediante un mecanismo</i> 16 <i>El residuo se retira manualmente</i> 17 <i>El residuo se retira por gravedad</i>
Sistema de posicionamiento del producto	18 <i>El producto se posiciona automáticamente previo al corte</i> 19 <i>Se requiere actuar algún tipo de mecanismo para posicionar el producto</i> 20 <i>El producto se posiciona manualmente</i> 21 <i>El producto gira a bajas revoluciones</i> 22 <i>El producto gira a altas revoluciones</i> 23 <i>El producto se desplaza linealmente</i> 24 <i>El movimiento del producto se genera a partir o en conjunto con el de la herramienta</i> 25 <i>El movimiento del producto es independiente al movimiento de la herramienta</i> 26 <i>El movimiento del producto se genera manualmente</i> 27 <i>El movimiento del producto se genera por medio de un motor</i> 28 <i>El movimiento del producto es transmitido por medio de engranes</i> 29 <i>El movimiento del producto es transmitido por cadenas</i> 30 <i>El movimiento del producto es transmitido por poleas</i> 31 <i>El movimiento del producto es transmitido por tornillo sin fin</i> 32 <i>El movimiento del producto es transmitido de manera directa (solo flecha)</i> 33 <i>El movimiento del producto es transmitido por rodillos</i> 34 <i>El producto es empujado con un vástago</i> 35 <i>La velocidad el movimiento del producto se controla manualmente</i> 36 <i>La velocidad el movimiento del producto se controla automáticamente</i> 37 <i>La velocidad del movimiento del producto es constante</i>
Sistema de corte del producto	38 <i>El principio de corte es por buril(navaja, cortador)</i> 39 <i>El principio de corte es por disco</i> 40 <i>El principio de corte es por tierra cinta</i> 41 <i>La herramienta de corte es una sola pieza</i> 42 <i>La herramienta de corte es un ensamble</i> 43 <i>Existe un mecanismo que actúa la herramienta de corte</i> 44 <i>El mecanismo que actúa la herramienta de corte se desplaza linealmente</i> 45 <i>Se utilizan guías en este movimiento o desplazamiento</i> 46 <i>El mecanismo que actúa la herramienta de corte se desplaza</i> 47 <i>El mecanismo que actúa la herramienta de corte gira</i> 48 <i>La velocidad de giro se controla manualmente</i> 49 <i>La velocidad de giro se controla automáticamente</i> 50 <i>El mecanismo que actúa la herramienta puede también desplazarse en otra dirección</i> 51 <i>La profundidad de corte se actúa de forma automática</i> 52 <i>El mecanismo solo sigue una trayectoria establecida por default</i> 53 <i>Se utiliza mecanismo con resorte para controlar la profundidad de corte</i> 54 <i>Se utiliza un mecanismo seguidor para controlar la profundidad de corte</i> 55 <i>Se utiliza un sensor para controlar la profundidad de corte</i> 56 <i>La profundidad de corte se actúa de forma manual</i> 57 <i>El movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado por un motor</i> 58 <i>El movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado manualmente</i> 59 <i>La transmisión de este movimiento es por medio de engranes</i> 60 <i>La transmisión de este movimiento es por medio de poleas</i> 61 <i>La transmisión de este movimiento es por medio de tornillo sin fin</i> 62 <i>La transmisión es generada por mecanismo vuela.-manivela</i> 63 <i>La transmisión es generada por cadenas</i> 64 <i>La transmisión es directa</i>
Extracción del producto	65 <i>El residuo cae por gravedad(colector total)</i> 66 <i>El residuo se direcciona o restringe su trayectoria al ser cortado</i>

Se analizó un total de 32 patentes, donde la más antigua de éstas, es de 1870 y la más reciente es del año 2006, de éstas: 20 fueron de mecanismos que funcionan como peladores, mientras que 4 funcionan solo para cortar o rebanar y 7 de éstos tienen más de dos funciones como pelar y rebanar.

Entre los datos más relevantes encontrados en el análisis se tiene que:

- El 70% de los mecanismos son para procesar productos suaves
- El 61% se acciona de manera manual y solo el 16% de forma totalmente automática
- El 80% se alimenta manualmente.

Referente al sistema de corte es de hacer notar que:

- El 94% de los mecanismos analizados utilizan una navaja para cortar, rallar y/o pelar.
- El 83% de los mecanismos de corte se controlan automáticamente

De los mecanismos analizados que en su mayoría son peladores, es de hacer notar uno de ellos, la patente **2699191** que es un mecanismo que utiliza la energía del vapor para alimentar el producto y llevarlo a las estaciones donde se pelará y rebanará, es de hacer notar que los mecanismos que accionan estas estaciones son contralados por un mecanismo central, el cual hace rotar una leva que rige el movimiento de los mecanismo de pelado que se encuentran localizados de forma radial en la periferia de la maquina. Diseñada en el año 1955, totalmente automática [ver figura 3-4].

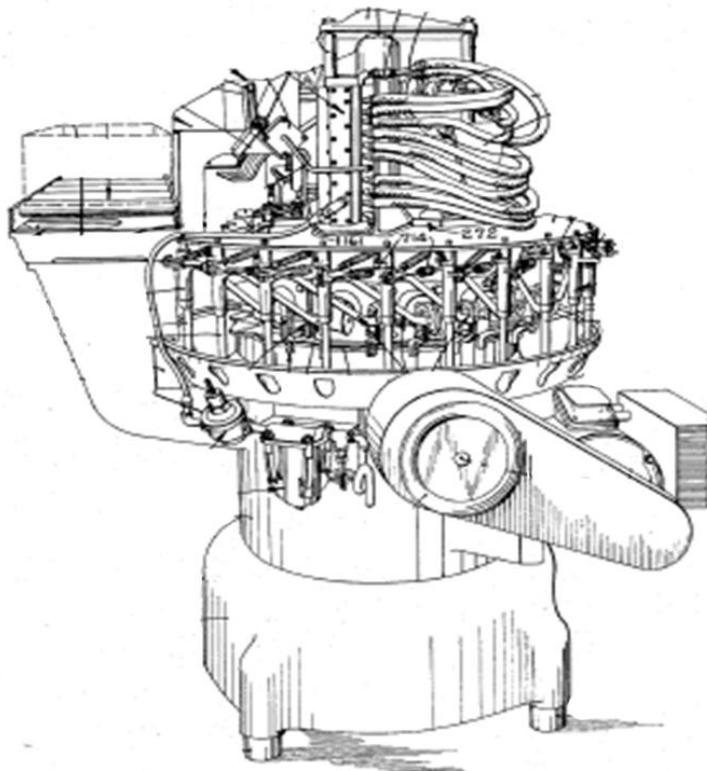


Figura 3- 4 Patente número US-2699191 “Máquina procesadora de frutas”

### *3ra etapa Investigación y análisis de mecanismos patentados cuyo propósito sea el de cortar maíz*

#### *El propósito*

La última etapa del análisis de mercado puede y debe concluir con un análisis a mecanismos que hagan exactamente lo que en este trabajo se busca mejorar, el propósito inherente de esta etapa es la comparación cualitativa y cuantitativa de todos los sistemas que intervienen en un mecanismo cortador de maíz, partiendo del mecanismo existente, mostrado en la figura 3-5, del cual se tienen ya sistemas identificados, examinando la correlación que existe entre cada uno de ellos y de igual manera un análisis en el tiempo de los principios utilizados y su evolución.

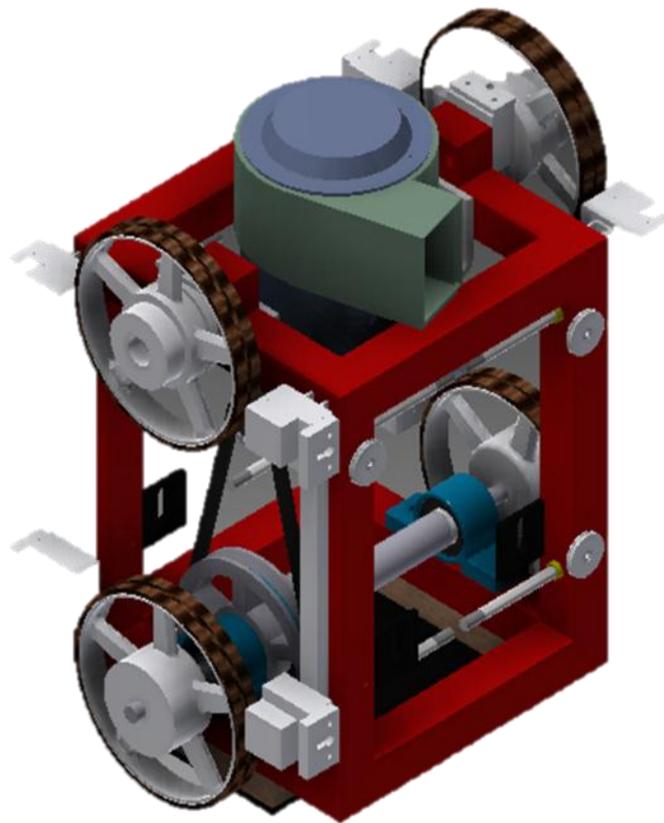


Figura 3- 5 Mecanismo actual

El análisis de patentes que presentan mecanismos cortadores de maíz, se realizó a través de 72 propiedades o características las cuales se muestran en la tabla 3-2, de nuevo la herramienta “matriz de funciones-competencia” se aplicó a 18 patentes, y los resultados se presentan de manera cualitativa y cuantitativa en el anexo D.

Tabla 3 - 2 Funciones evaluadas en mecanismos cortadores de maíz

Tipo de energía para funcionar	1 <i>Eléctrica</i> 2 <i>Mecánica</i>
General	3 <i>Accionamiento manual</i> 4 <i>Accionamiento semi-automático</i> 5 <i>Accionamiento automático</i> 6 <i>Requiere instalación especial(simentación, base, etc) para funcionar</i> 7 <i>Bastidor de una sola pieza</i> 8 <i>Bastidor tipo bancada</i> 9 <i>Bastidor anclado a tierra</i> 10 <i>Bastidor desmontable (varias piezas)</i>
Sistema de alimentación de la mazorca	11 <i>Se utiliza un mecanismo alimentador</i> 12 <i>Se alimenta manualmente</i> 13 <i>El retiro del residuo se realiza mediante un mecanismo</i> 14 <i>El residuo se retira manualmente</i> 15 <i>El residuo se retira por gravedad</i>
Sistema de posicionamiento de la mazorca	16 <i>La mazorca se posiciona automáticamente previo al corte</i> 17 <i>La mazorca se posiciona manualmente</i> 18 <i>La mazorca gira a bajas revoluciones</i> 19 <i>La mazorca gira a altas revoluciones</i> 20 <i>La mazorca se desplaza linealmente</i> 21 <i>El movimiento de la mazorca se genera a partir o en conjunto con el de la herramienta</i> 22 <i>El movimiento de la mazorca es independiente al movimiento de la herramienta</i> 23 <i>El movimiento de la mazorca se genera manualmente</i> 24 <i>El movimiento de la mazorca se genera por medio de un motor</i> 25 <i>El movimiento es transmitido por medio de engranes</i> 26 <i>El movimiento es transmitido por cadenas</i> 27 <i>El movimiento es transmitido por poleas</i> 28 <i>El movimiento es transmitido por tornillo sin fin</i> 29 <i>El movimiento es transmitido de manera directa (solo flecha)</i> 30 <i>El movimiento es transmitido por rodillos</i> 31 <i>La mazorca es empujada con un vástago</i> 32 <i>La velocidad el movimiento de la mazorca se controla manualmente</i> 33 <i>La velocidad el movimiento de la mazorca se controla automáticamente</i> 34 <i>La velocidad del movimiento de la mazorca es constante</i>
Sistema de corte de maiz	35 <i>El principio de corte es por buril(navaja, cortador)</i> 36 <i>El principio de corte es por cierra cinta</i> 37 <i>La herramienta de corte es una sola pieza</i> 38 <i>La herramienta de corte es un ensamble</i> 39 <i>La herramienta de corte actua de manera manual</i> 40 <i>Existe un mecanismo que actúa la herramienta de corte</i> 41 <i>El mecanismo que actúa la herramienta de corte se desplaza linealmente</i> 42 <i>Se utilizan guías en este movimiento o desplazamiento</i> 43 <i>El mecanismo que actúa la herramienta de corte gira</i> 44 <i>La velocidad de giro se controla automáticamente</i> 45 <i>El mecanismo que actúa la herramienta puede tambien desplazarse en otra dirección</i> 46 <i>La profundidad de corte se actua de forma automática</i> 47 <i>El mecanismo solo sigue una trayectoria establecida por default</i> 48 <i>Se utiliza mecanismo con resorte para controlar la profundidad de corte</i> 49 <i>Se utiliza un mecanismo seguidor para controlar la profundidad de corte</i> 50 <i>Se utiliza un sensor para controlar la profundidad de corte</i> 51 <i>La profundidad de corte se actua de forma manual</i> 52 <i>El movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado por un motor</i> 53 <i>El movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado manualmente</i> 54 <i>La transmisión de este movimiento es por medio de engranes</i> 55 <i>La transmisión de este movimiento es por medio de poleas</i> 56 <i>La transmisión de este movimiento es por medio de tornillo sin fin</i> 57 <i>La transmisión es generada por mecanismo vuela.-manivela</i> 58 <i>La transmisión es generada por cadenas</i> 59 <i>La transmisión es directa</i>
Extraccion del producto	60 <i>El maíz cae por gravedad(colector total)</i> 61 <i>El maíz se direcciona o restringe su trayectoria al ser cortado</i>
Otros parámetros	62 <i>Existe un mecanismo que extraiga solidos que se desprendan de la acción de corte</i> 63 <i>este mecanismo funciona con energía eléctrica</i> 64 <i>Este mecanismo funciona con energía mecánica (manual)</i> 65 <i>La energía eléctrica es independiente de los otros mecanismos</i>

## Los resultados

De un total de 18 mecanismos cortadores de maíz analizados en la matriz:

*El 56 % funciona con energía eléctrica*

*El 44% además son automáticos.*

Estos diseños están comprendidos en un periodo de tiempo de entre 1881 y 2009. Y entre las características más destacadas encontradas en el análisis matricial que se realizó se encuentran:

- El 39% de estos cuentan un mecanismo alimentador
- El 50% retira el residuo manualmente
- En el 44% la mazorca se posiciona automáticamente previo a ser cortada
- En el caso del principio de corte, en el 55% de los casos la mazorca solo se desplaza linealmente mientras que en el otro 45% gira, este movimiento de giro o desplazamiento se genera en un 28% independiente del que sufre la herramienta de corte y entre los recursos mecánicos más utilizados para transmitir este movimiento se encuentran, los engranes con un 67% de los diseños, los rodillos en un 40% de ellos y se utilizan poleas en un 33% de los casos.
- En el caso de la herramienta de corte, el 94% de los diseños presentan cortadores tipo buril o navajas, y en un 61% de éstos las herramientas de corte son ensambles. Que son actuados por un mecanismo en el 83 % de los casos. Por otro lado, existe una paridad entre los movimientos que realiza la herramienta de corte, pues en el 39% de los casos la herramienta se desplaza, y también gira, siendo este primer movimiento propuesto por los mecanismos más antiguos, mientras que los mecanismos más recientes promueven el giro de la herramienta. Aun a pesar de ser mecanismos viejos, se observó que en el 78% de los diseños, la profundidad de corte se controla automáticamente, algunos por medios mecánicos como los resortes presentes en el 44% de los casos y otros por medios eléctricos-electrónicos como los sensores presentes en el 17% de los casos.

Los primeros diseños (1881-1940) fueron básicamente modificaciones del principio de corte que presentan las máquinas-herramienta como el torno, en donde es la mazorca la que sufre una rotación sobre su eje longitudinal y la herramienta de corte. De estos primeros diseños se desprende especialmente tres:

- 1) Patente número **02188020**, que se trata de una cortadora de maíz diseñada en el año 1940 [ver figura 3-6], la cual es de accionamiento totalmente manual y tiene un único componente (**a**) que se desliza por el contorno del bagazo para cortar los granos, este diseño es el más simple, ya que solo se desplaza linealmente y es de accionamiento manual.

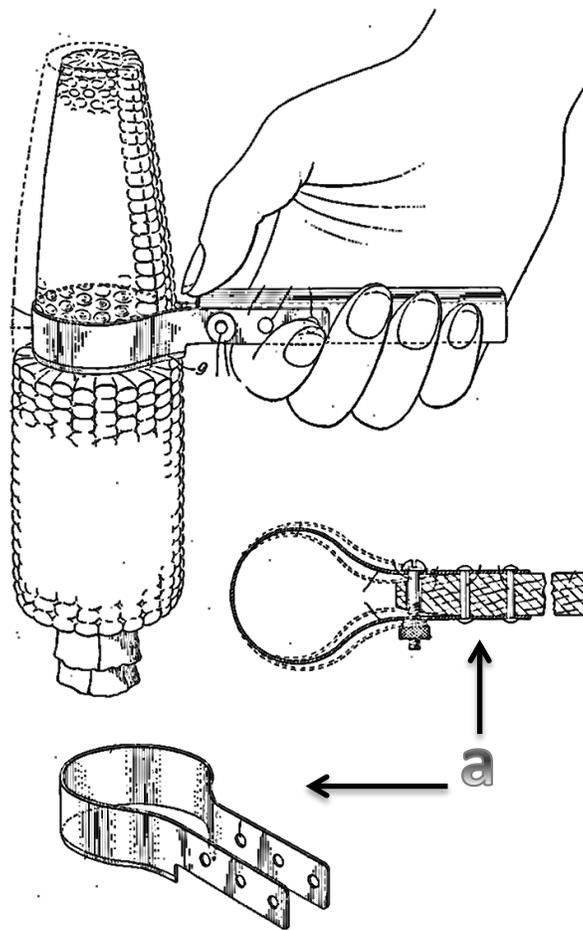


Figura 3- 6 Patente número US-2188020 “Cortador de maíz manual”

- 1) Patente número **00247718**, que se trata de un mecanismo cortador de maíz diseñado en el año 1881, el cual implementa ya el giro de la mazorca y utiliza el mismo principio que se utiliza en un torno, ver figura 3-7.

La mazorca **(a)** gira sobre su eje longitudinal, este movimiento en conjunto con el movimiento de traslación que sufre la herramienta de corte **(b)** es generado por el operario mediante una manivela **(c)** y utilizando una transmisión mecánica de tornillo y engranes **(d)**. La herramienta de corte utiliza un resorte **(e)** para controlar la profundidad del corte

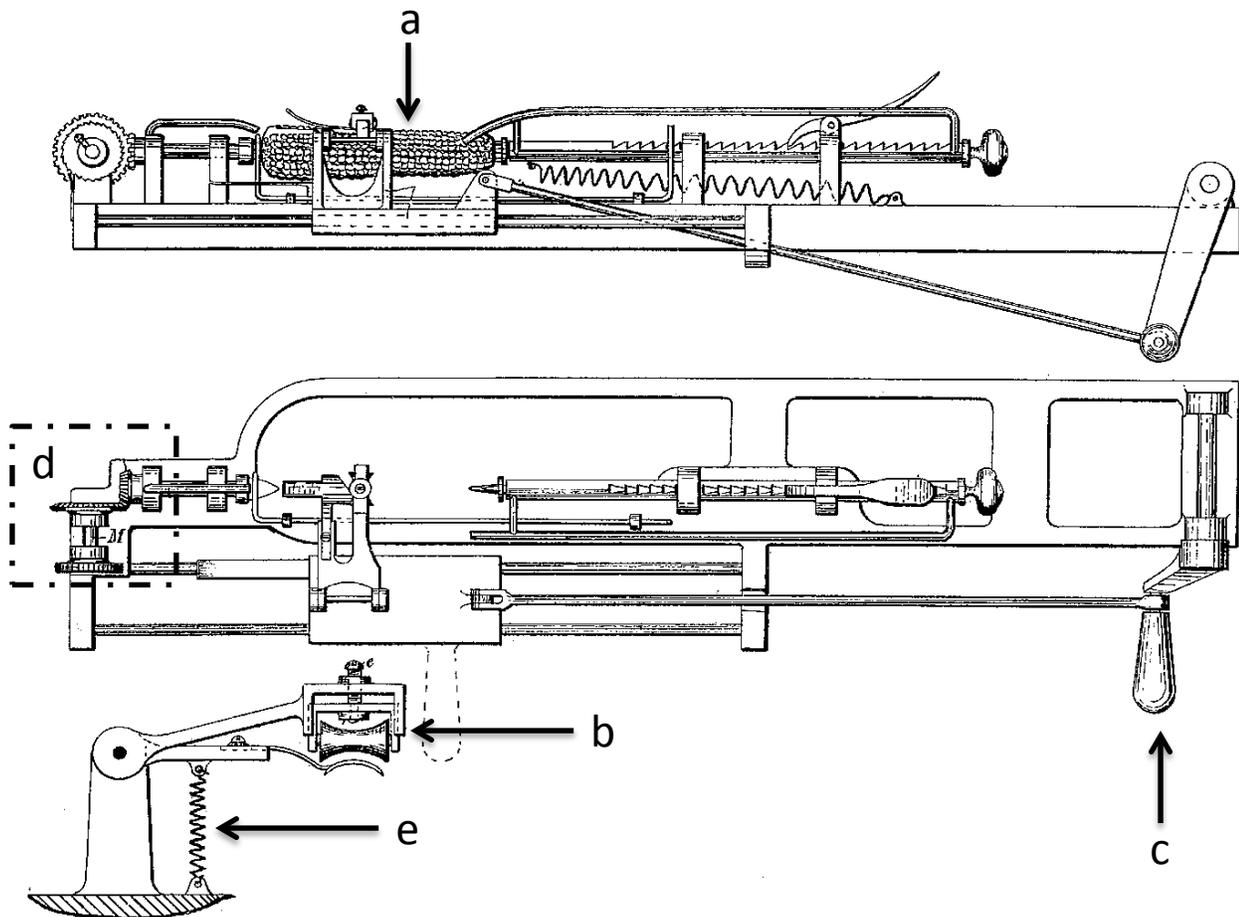


Figura 3-7 Patente número US-247718 “Máquina cortadora de maíz”

De este último diseño se pueden desprender los demás que comprenden esta etapa de años, en los cuales se aprovechó el principio ya mencionado y, las modificaciones que se suscitaron en los diseños posteriores fueron hechas en el modo de cómo generar el movimiento y transmitirlo de manera eficiente. Sin embargo, aún en esta etapa solo se hacía de forma manual, como se muestra en la figura 3-8, por medio de manivelas **(a)**, transmitiendo el movimiento en conjunto a la mazorca y las herramientas por medio de arreglos de engranes **(b)**.

En estos mismos diseños también hubo alguna característica más que predominó, la cual fueron las guías **(c)** y la forma en que se utilizaron, ya que no solo se empleaban para direccionar el movimiento del componente de corte sino también para generar movimiento, convirtiéndolas en guías roscadas que transmitían el movimiento en un arreglo de tuerca y tornillo **(d)** algunos de estos diseños implementaron éstas guías con la finalidad de que el operario con una sola mano pudiera generar tanto el movimiento de la mazorca como el de la herramienta.

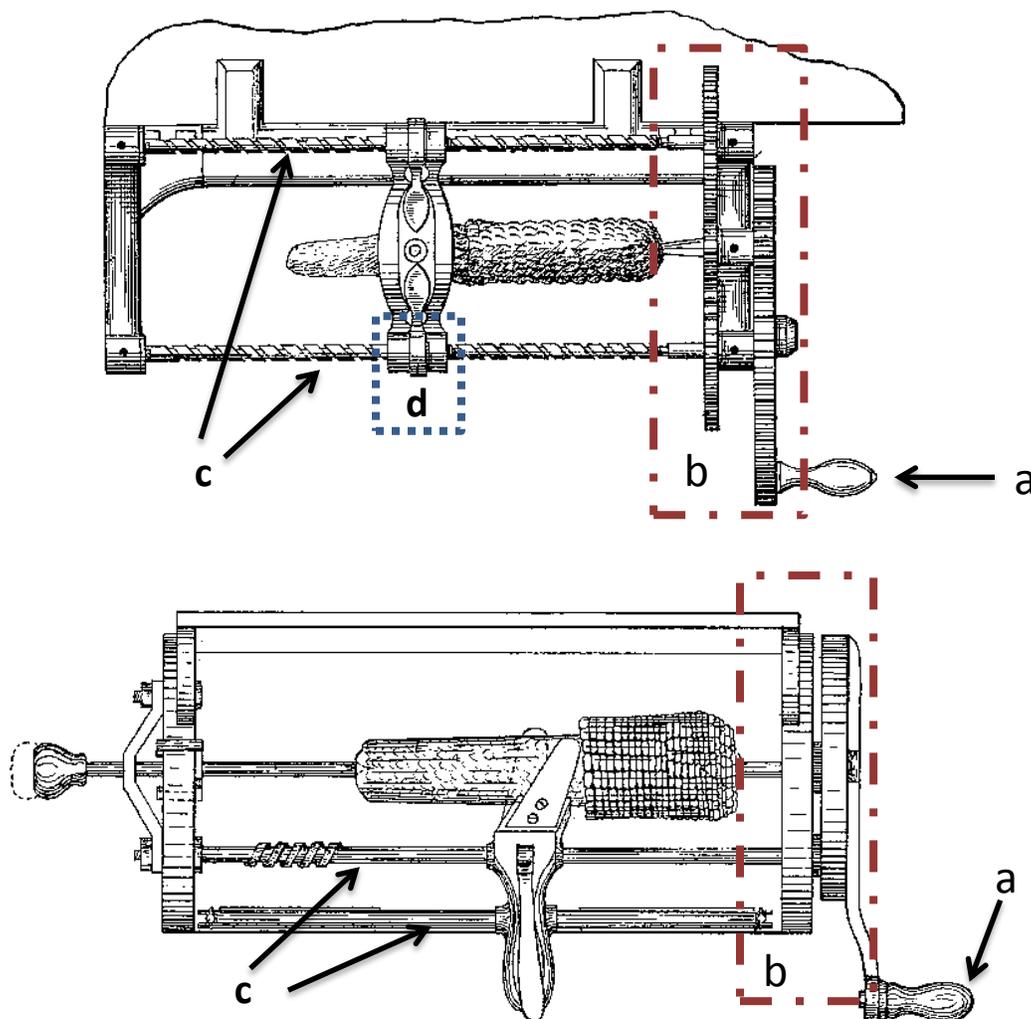


Figura 3- 8 Mecanismos cortadores de maíz de funcionamiento tipo torno

- 2) Finalmente de estos diseños se rescata la patente número **02169963**, mostrado en la figura 3-9, la cual presenta un mecanismo para el control de la profundidad de las hojas de corte en un mecanismo que se denomina “cabeza de corte” **(a)**, el cual introduce una nueva forma de cortar el maíz en donde el movimiento de giro lo presenta la herramienta, la cual es un ensamble de cuchillas **(b)** dispuestas para adoptar la forma de la mazorca mediante un pequeño dispositivo seguidor **(c)** el cual modifica la abertura de éstas al paso de la mazorca de maíz, de esta manera las cuchillas que se encuentran girando alrededor del eje longitudinal de la mazorca, realizan el corte del grano con el movimiento de penetración que se genera a medida que la mazorca avanza en dirección de su eje longitudinal, este arreglo está dispuesto en serie **(d)** en máquinas como ésta, así como también en otros diseños que cuentan con un mecanismo para el control de profundidad que hace que solo una cabeza de corte sea necesaria.

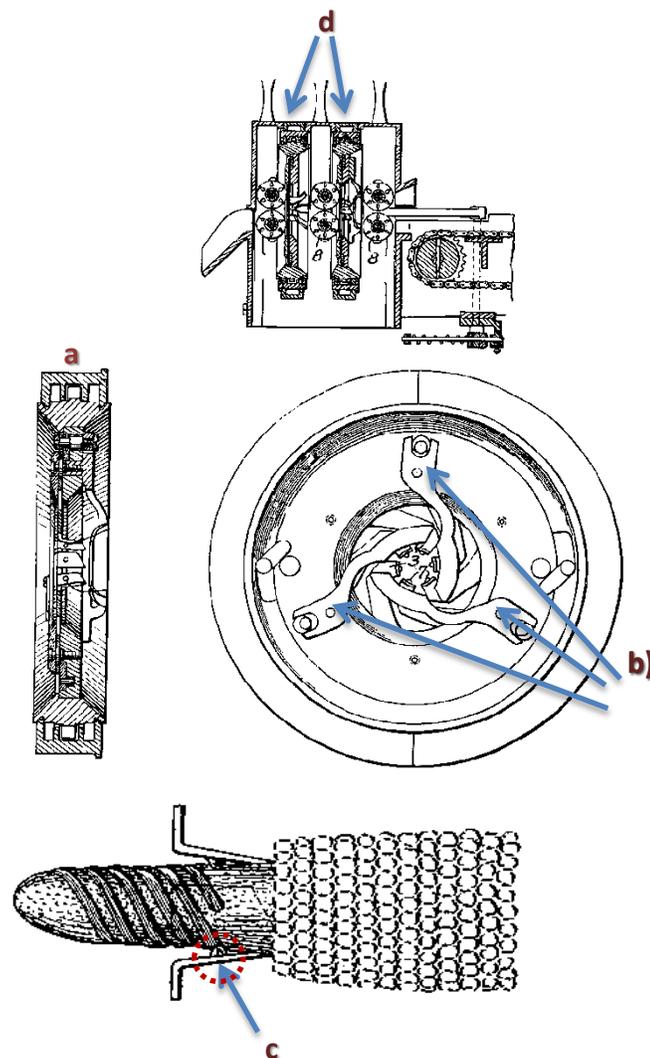


Figura 3- 9 Patente número US-02169963 “Cabeza de corte y control de profundidad”

Del mecanismo anterior se desprende la segunda etapa de cortadoras de maíz analizadas en la matriz, las cuales en su mayoría presentan muchas variantes con respecto a las diferentes configuraciones, pero en esencia el principio de corte, referido al uso de este tipo de cuchillas y su movimiento es el mismo, denominado como “cabezas de corte”. Estas máquinas se diferencian en su mayoría por tres características, el sistema de posicionamiento de la mazorca previo al corte, el método que utilizan para su avance previo al corte y por último el mecanismo que se encarga de controlar la profundidad de corte, el cual transmite directamente esa información a la cabeza de corte subsecuente.

La segunda etapa en años, comprende de 1956 a 2009, y entre los mecanismos analizados se desprenden de igual manera una clasificación en tres partes.

- 1) La primera, es la patente número **06644180**, la cual es un mecanismo cortador de maíz que muestra la figura 3-10, diseñado en el año 2003, totalmente manual, en el cual se observa que la mazorca es sujeta mediante la penetración de un vástago o eje puntiagudo (**a**), la herramienta de corte (**b**) es intercambiable, y se desliza por ranuras (**c**) a los costados de la caja (**d**) que funcionan como guías, de esta manera el operario solo sujeta y gira el mango del vástago mientras acciona el mango de la herramienta, de este mecanismo se puede rescatar el ser portátil, seguro para el usuario y fácil de operar.

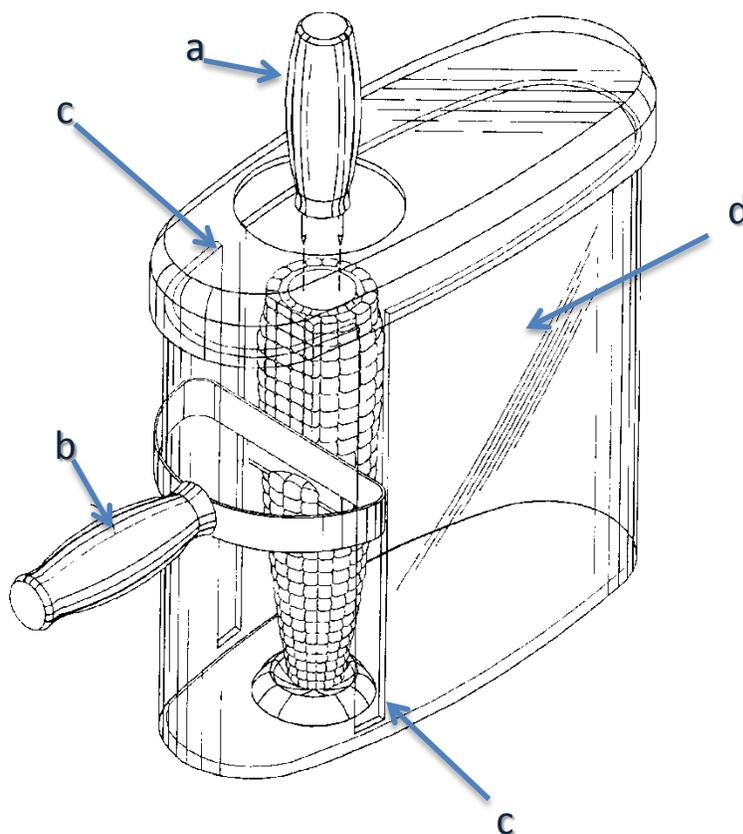


Figura 3- 10 Patente número US-06644180 “Cortador de maíz manual”

- 1) El segundo es la patente número **04753159**, la cual es un mecanismo cortador de maíz del año 1986, semiautomático mostrado en la figura 3-11, este mecanismo es la versión más mecanizada y automática de los primeros diseños mostrados en el inciso 2 de la primera etapa. Este diseño es como un torno convencional, tiene una bancada (**a**) tipo banco, además cuentan con un receptáculo (**b**), que es una especie de tubo cortado a la mitad donde se coloca la mazorca, un motor (**c**) que genera el movimiento tanto de la herramienta (**d**) y el de la mazorca la cual se clava en unas puntas (**e**) las cuales la sujetan para transmitirle el movimiento, en este diseño se utiliza un tornillo guía (**f**) para transmitir el movimiento lineal a la herramienta de corte, la cual es un arreglo de cuchillas (**g**) que se mueve longitudinalmente para cortar los granos de la mazorca, finalmente se destaca el arreglo de engranes (**h**) que transmite el trabajo generado por el motor.

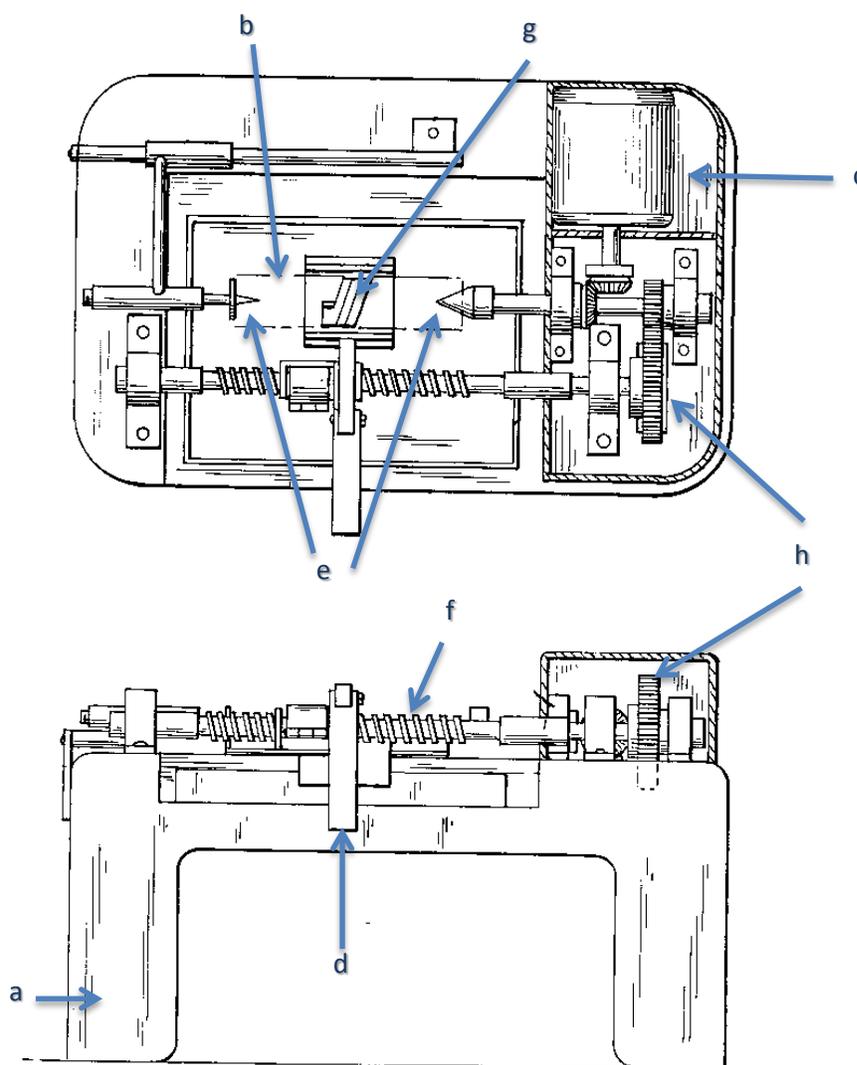


Figura 3- 11 Patente número US-04753159 "Máquina cortadora de maíz"

- 1) Finalmente el grupo de patentes que utilizan “cabezas de corte” de las cuales pueden distinguirse por el medio como alimentan, como posicionan la mazorca y que mecanismo utilizan para controlar la profundidad de corte. De este rubro de mecanismos se presenta una selección de tres, los cuales varían en forma, tamaño, pero son mecanismos casi automáticos en su totalidad.

3.1) la patente número **02767716** que trata de una máquina cortadora de maíz diseñada en el año 1956 vista en la figura 3-12, la cual funciona con base en el movimiento recíprocante generado por un motor **(a)** que se transmite al vástago **(b)** mediante un arreglo de engranes y correderas las cuales transmiten también el movimiento a un balancín **(c)** que abre y cierra compuertas **(d)** para que las mazorcas se coloquen una a la vez en una bandeja y finalmente sean empujadas por el vástago hacia las cabezas de corte **(e)**.

Las cabezas de corte en este diseño están dispuestas de esa manera para permitir el mantenimiento de una de ellas mientras la otra opera, por supuesto el principio de operación de las cabezas de corte, es el de generar una trayectoria de corte similar a la trayectoria de los granos de la mazorca de maíz, y así separarlos del bagazo, el movimiento de penetración en este caso es suministrado por el vástago que empuja a la mazorca hacia las navajas de corte, lo cual hace que este proceso sea totalmente automatizado.

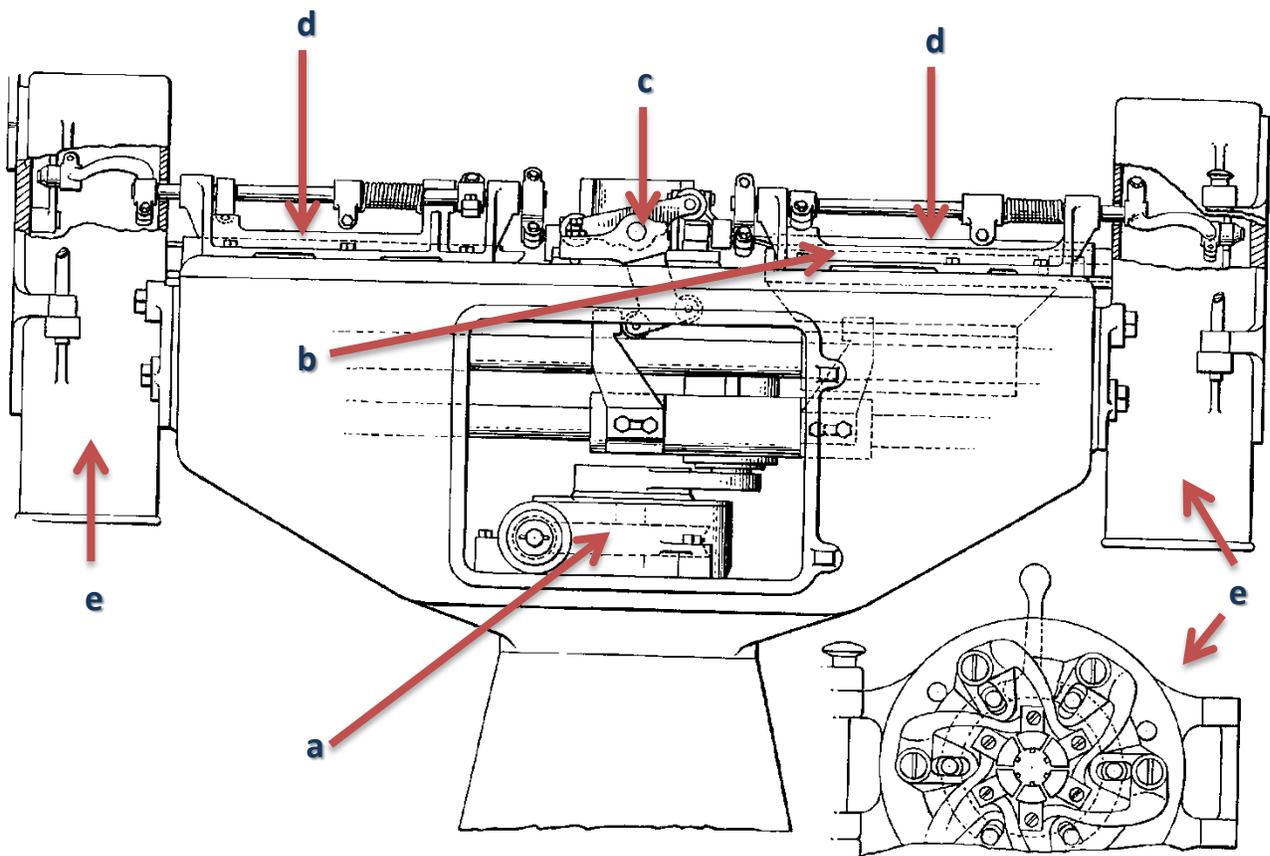


Figura 3- 12 Patente número US-02767716 “Máquina cortadora de maíz de movimiento recíprocante”

3.2) se trata de la patente **04943259** la cual es un mecanismo cortador de maíz de varias estaciones, diseñada en el año 1990, el cual se muestra en la figura 3-13; este mecanismo es totalmente automático, cuenta con un alimentador vibratorio **(a)** que transporta las mazorcas hacia las estaciones de trabajo, el alimentador cuenta con diferentes trampas **(b)** que cumplen la función de seleccionar el tamaño de las mazorcas que al entrar en cada una de las trampas cambian de orientación para ser colocadas en bandas transportadoras **(c)** que las colocan en posición para que sean sujetadas por un juego de rodillos **(d)** que las hagan pasar por la cabeza de corte **(e)**, posteriormente un mecanismo de ruedas dentadas que es movido por cadenas **(f)** libera el bagazo hacia un contenedor vibratorio **(g)**, mientras el maíz cortado es colectado en un segundo contenedor **(h)** y ambos son transportados para dar fin al proceso.

La cabeza de corte es nuevamente un ensamble, el cual lleva a cabo el corte mediante cuchillas **(i)** unidas a un mecanismo de barras **(j)** el cual al ser actuado determina la profundidad de corte la profundidad de corte.

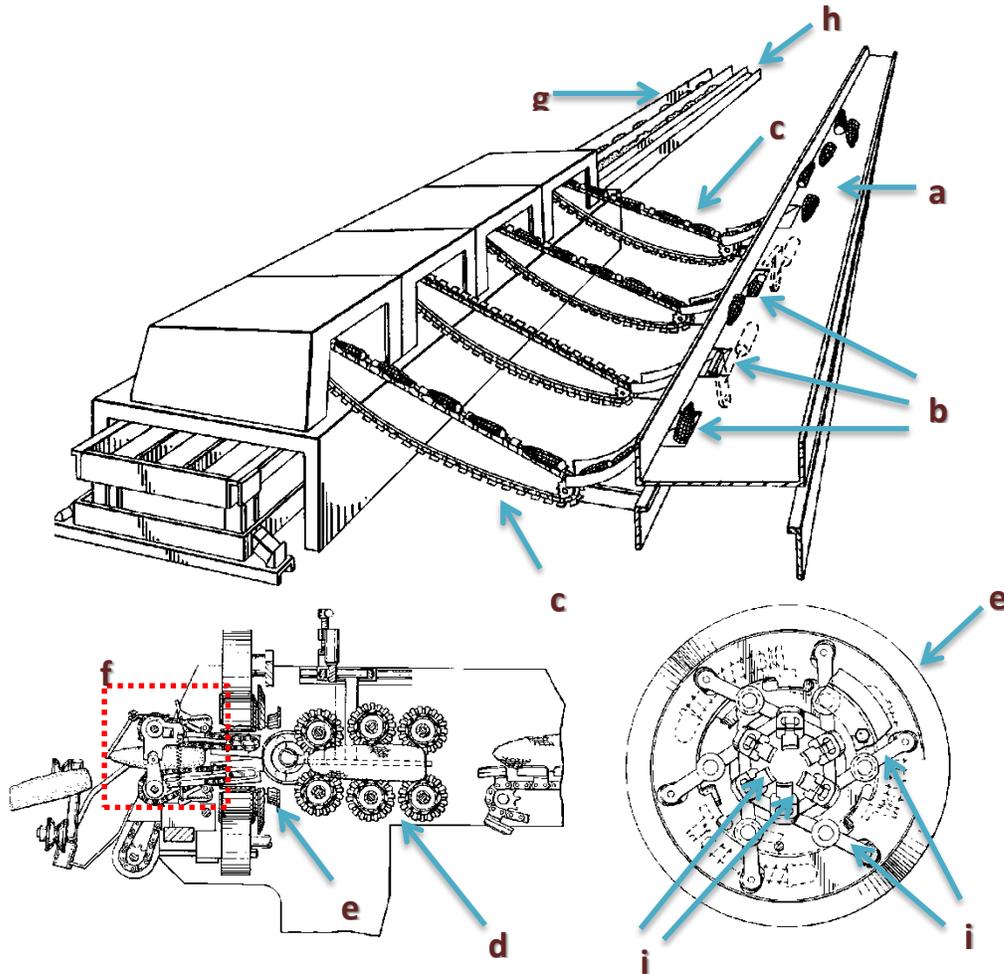


Figura 3- 13 Patente US-04943259 “Maquina cortadora de maíz de múltiples estaciones”

3.3) Finalmente la patente número **0261669A1** que trata de un mecanismo cortador de maíz, totalmente automático del año 2008, en el cual se describe un método especial para no dañar tanto los granos de maíz. Este mecanismo, como se muestra en la figura 3-14, está dispuesto de manera circular empleando una tolva giratoria **(a)** cuyo eje de giro **(b)** está desfasado una cierta cantidad de grados respecto del a vertical con la finalidad de aprovechar la fuerza centrífuga, esto es, las mazorcas de maíz se colocan indistintamente dentro de la tolva y esta al girar las empuja hacia las paredes donde se disponen de espacios **(c)** donde se direccionan a las mazorcas hacia una banda transportadora **(d)** que las lleva hacia la estación de corte, que en este caso también es una cabeza de corte.

Esta patente también propone una serie de procesos que se pueden utilizar para tratar las mazorcas de tal manera que, ésta pueda ser introducida al mecanismo con todo y la cascara o envoltura que presenta al ser cortada de la planta, estos procesos se encargan de retirar dicha envoltura al mismo tiempo de cortar los granos de maíz.

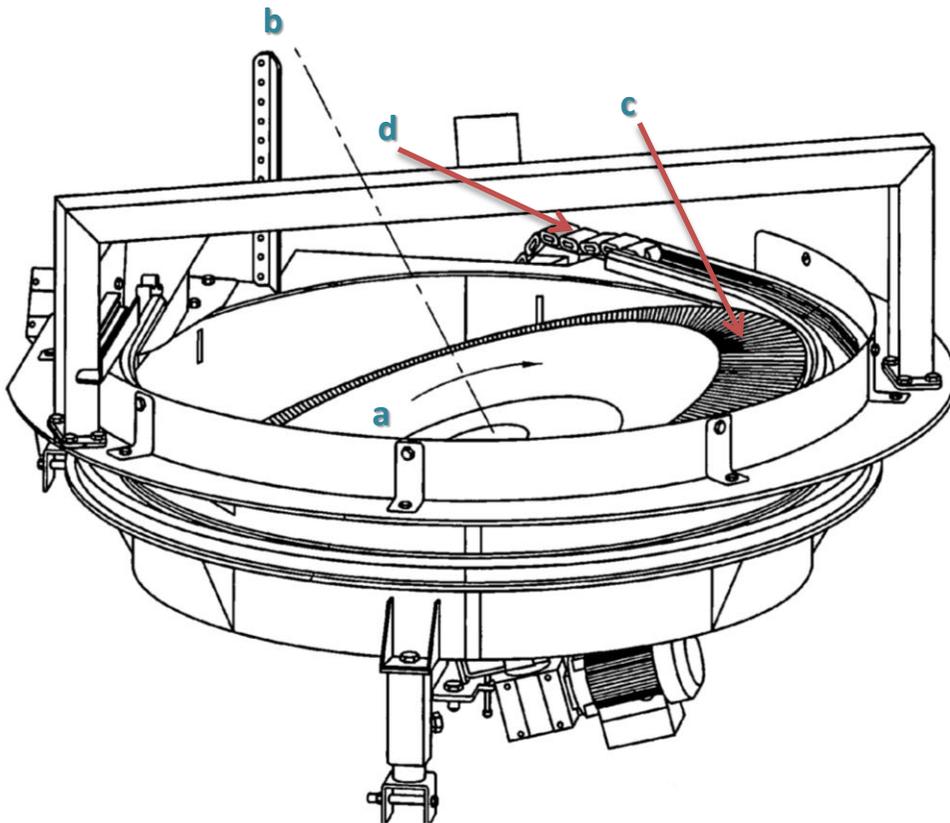


Figura 3- 14 Patente número US-0261669A1 "Mecanismo cortador de maíz automatizado"

### *El aprendizaje*

Sólo el mecanismo existente presenta un tipo de corte por sierra cinta es decir:

**¿El mecanismo es muy innovador o es poco eficiente?**

**La respuesta a esta pregunta es poco eficiente y se analizara en la siguiente sección.**

### Análisis orientado a la función principal

Para reafirmar la respuesta de la pregunta del apartado anterior, se propone entonces el siguiente análisis, cuyo propósito es el de aclarar el camino del rediseño, partiendo del hecho de proponer una nueva configuración del mecanismo de corte de maíz o agregar al existente nuevas características que den solución completa a las incertidumbres que deja su funcionamiento.

El mecanismo actual funciona por el principio de corte por desgaste, ejemplificado en la figura 3-15, el cual muestra una sierra cinta **(a)** que se mueve de manera lineal y paralela al eje longitudinal **(b)** de la mazorca **(c)**, desbastando poco a poco los granos de maíz, el movimiento de penetración es suministrado por el usuario manualmente, mientras el avance se genera a partir de un motor que hace rotar la mazorca alrededor de su eje longitudinal. El Principio de corte demuestra que la sierra cinta corta eficazmente granos de maíz, sin embargo no corta de manera eficiente la totalidad de los granos de maíz que tiene la mazorca, ya que, como se observa en la figura 3-15, entre la trayectoria en la que trabaja la sierra cinta y la línea de los granos de maíz **(d)** existe un ángulo **( $\alpha$ )** el cual provoca que en algún punto a lo largo de la mazorca exista una zona de transición **(e)** donde existen dientes que se cortan mal, es decir, a la mitad, o más allá de la mitad, y después de esta zona, exista otra donde ni siquiera se corten los dientes.

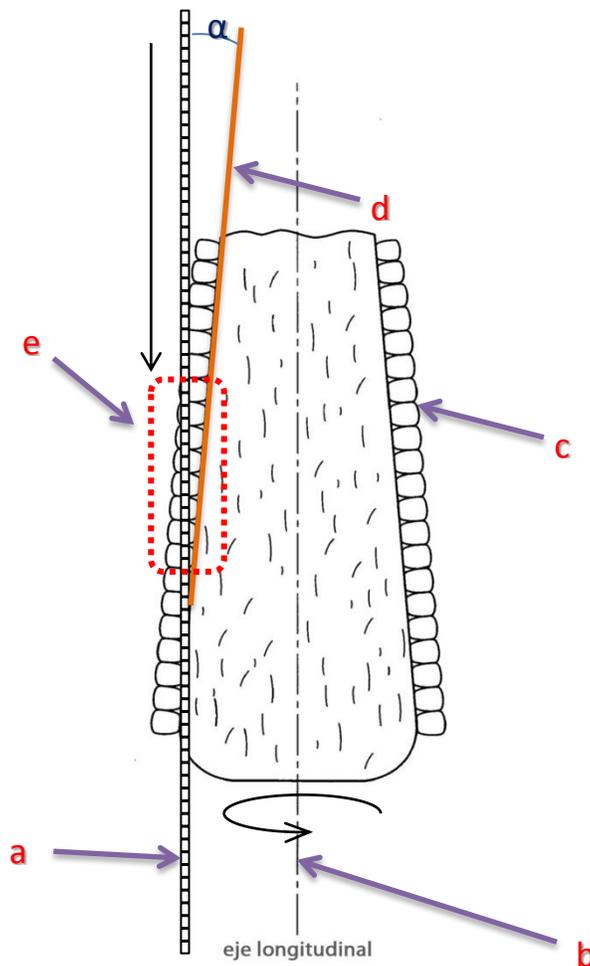


Figura 3- 15 Sistema de corte de la sierra cinta

La localización y/o extensión de esta zona de transición en la mazorca, en esta configuración de sistema de corte, no depende de medios mecánicos o controlables por el usuario, pues es una característica inherente de este diseño, y las mazorcas son por naturaleza son irregulares en forma, de tal manera que se pueden tener mazorcas donde la zona de transición se ubique de tal forma que se tenga una eficiencia alta en el corte de los granos, y otras donde sea muy pobre, por tal motivo en este trabajo se tomó la determinación de **cambiar en su totalidad la configuración del sistema de corte.**

Se observó en el estudio de mercado que una de las cosas que se han promovido en los diseños, desde los más antiguos hasta los más recientes, es la eficiencia en el corte de los granos de la mazorca, esto por medios mecánicos y/o electrónicos, de tal forma que la adaptación de los mecanismos a la forma de la mazorca ha sido punto importante de todas las patentes analizadas.

### *Configuración de cabeza y cuchillas de corte*

El término cabeza de corte, está tomado del análisis de patentes, y en lo futuro se denominará de esta manera a todos los arreglos que tengan los componentes y funcionamiento como se explica:

### *Funcionamiento*

La cabeza de corte realiza su función de la siguiente manera; la mazorca sufre un desplazamiento lineal en dirección de su eje longitudinal como se muestra en la figura 3-16, mientras las cuchillas de corte **(a)** se encuentran rotando sobre el mismo eje, cortando el grano de forma gradual, es decir, a medida que la mazorca avanza hacia adelante las cuchillas desbastan el área de filo de la navaja **(b)**, acoplándose a su vez al diámetro variable de la mazorca **(y)**, logrando así cortar en su totalidad los granos de maíz, mientras el residuo se desecha por la parte que queda libre entre las navajas de corte.

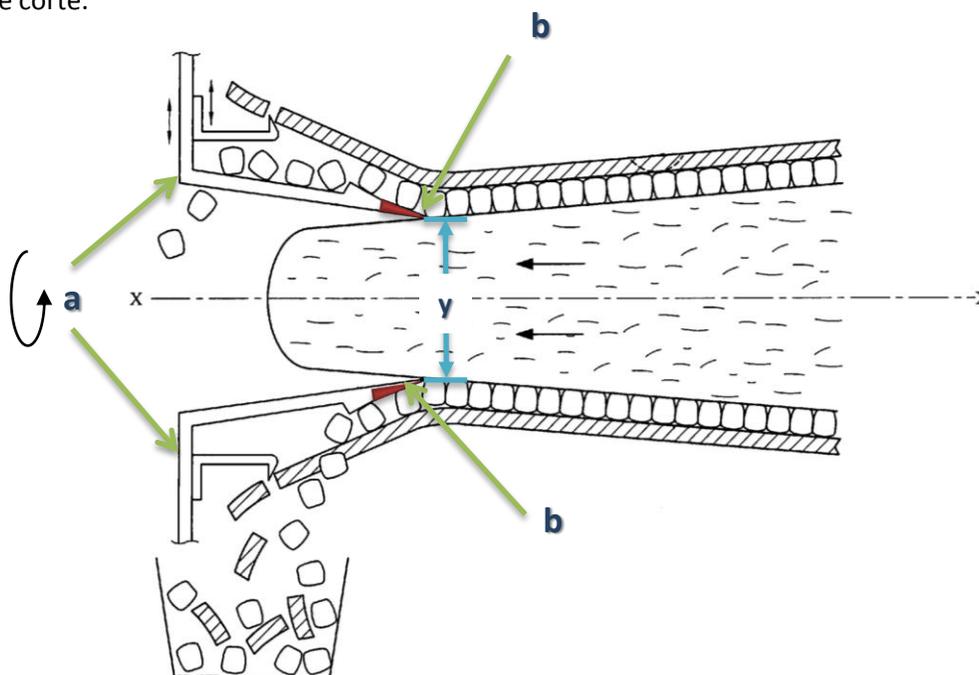


Figura 3- 16 Funcionamiento de la cabeza de corte

### Componentes

Como se puede observar a continuación, consta de un arreglo de navajas o bien llamadas cuchillas de corte [ ver figura 3-17, inciso “a”], cuya forma está diseñada de tal manera que el arreglo de todas las cuchillas formen una circunferencia de diámetro variable, a su vez, las formas complejas obedecen a la transmisión de la información que hace que el diámetro varíe, esta se pueden transmitir a través de pernos [ver figura 3-17, inciso “b”], mecanismos de barras [ver figura 3-18, inciso “c”], entre otros, componentes que cumplen con esta muy importante función.

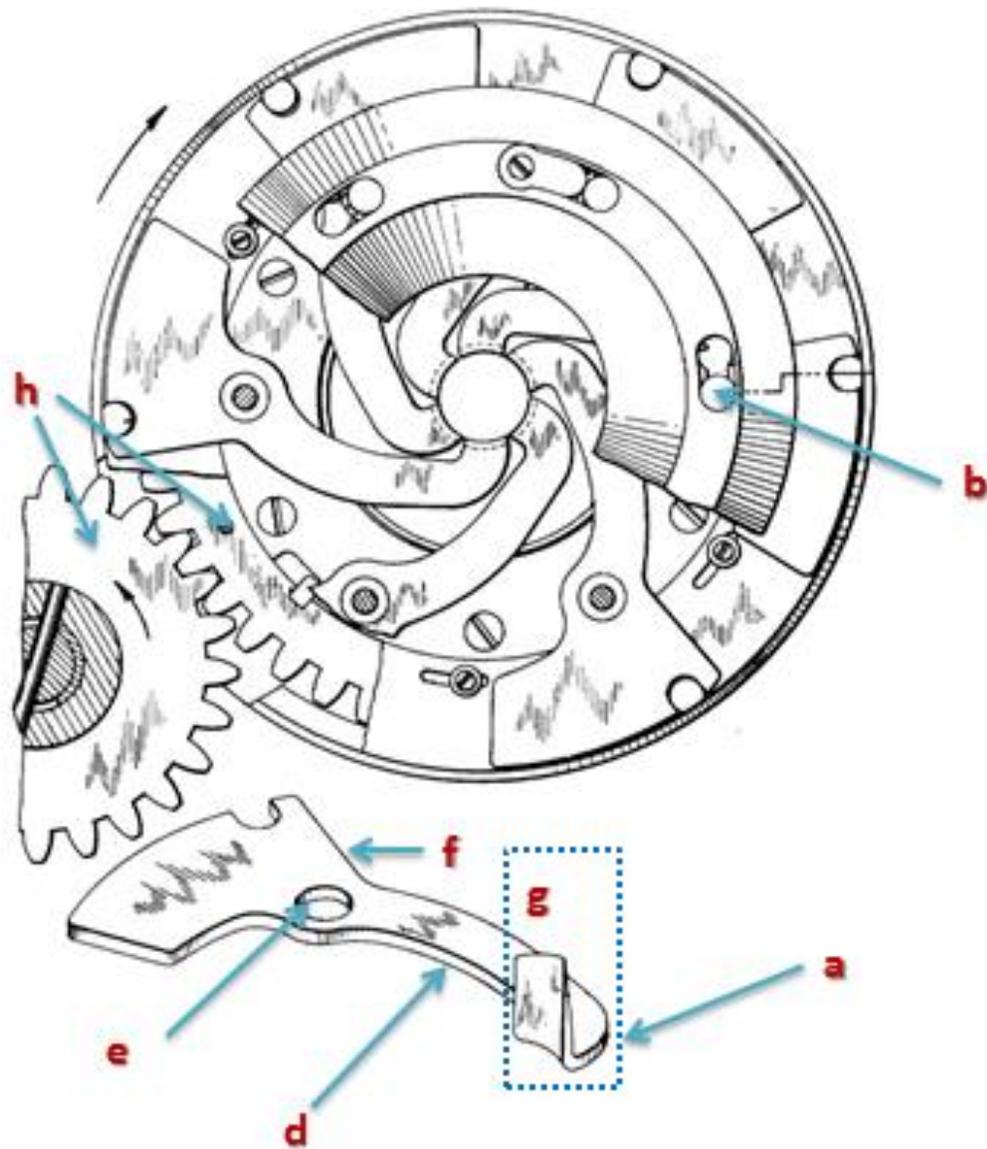


Figura 3- 17 Patente número US- 2787273 “Cabeza de corte y cuchilla”

Las cuchillas tienen formas curvas, ranuras, superficies rectas, la zona de la navaja de corte que contiene ángulos de filo, de incidencia [ver figura 3-17, incisos “d,e,f,g” respectivamente ] entre otras características las cuales cumplen funciones específicas, esto nos dice que la intención de los diseñadores era el de acoplar la mayor cantidad de funciones, dando como resultado formas y arreglos complejos.

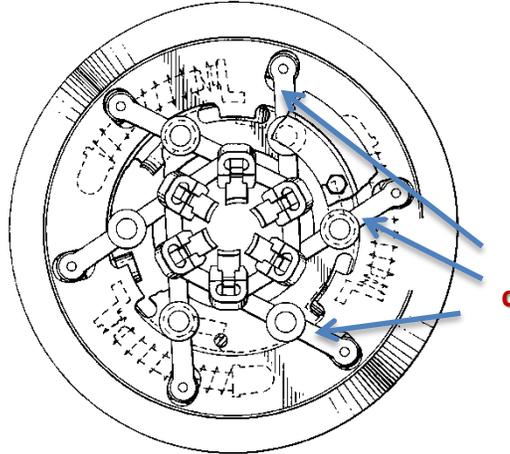


Figura 3- 18 Patente número US-4943259 “Cabeza de corte”

En la cabeza de corte, como se explicó, las cuchillas rotan alrededor del eje longitudinal de la mazorca, tal movimiento es generado en todos los casos por motores, cuya función es solamente transformar la energía eléctrica en energía mecánica, los componentes que varían en cada diseño son los encargados de transmitir ese movimiento a las cabezas de corte. Unos pueden ser de forma directa como un par de engranes, conductor y conducido, [ver figura 3-19, inciso “h”], así como también bandas [ver figura 3-20, inciso “i”] o rodillos [ver figura 3-21, inciso “j”].

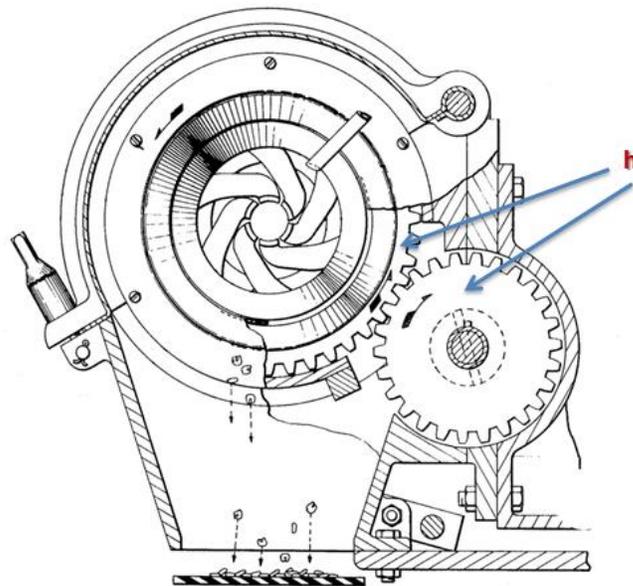


Figura 3- 19 Patente número US-3625223 “Arreglo de engranes en cabeza de corte”

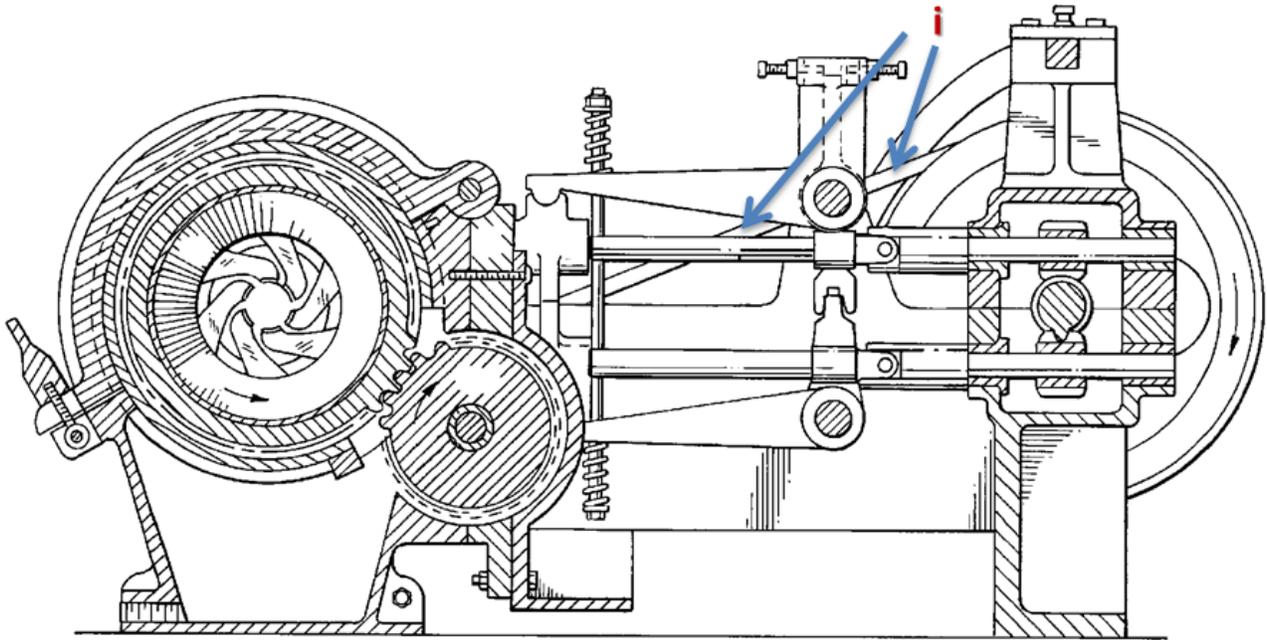


Figura 3- 21 Patente número US- 5830060 “Máquina cortadora de maíz (vista frontal)”

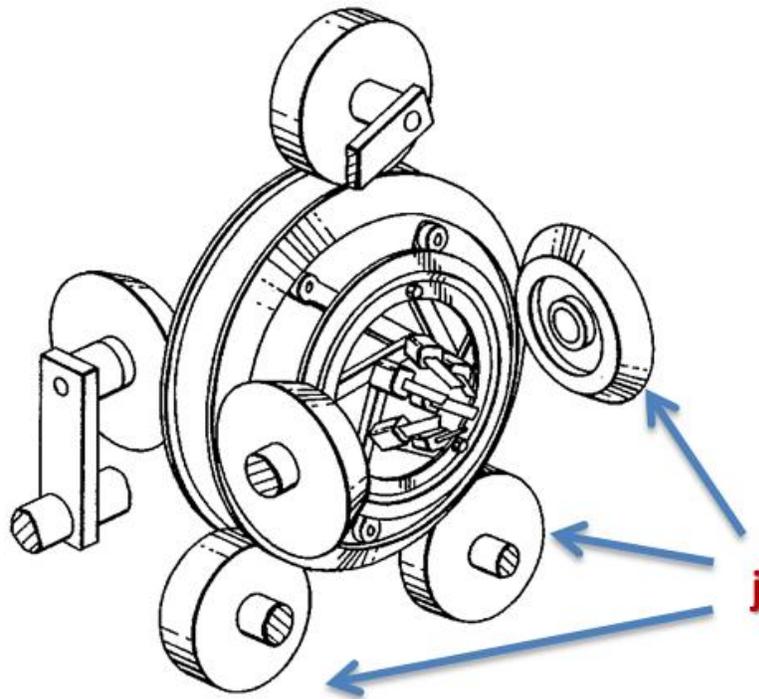


Figura 3- 20 Patente número US-4943259 “Rodillos conductores de cabeza de corte”

Por último, otra de las funciones es la de controlar el diámetro variable de las cuchillas, y ésta se observa que se puede realizar por mecanismos de sensado mecánico como palpadores de superficies [ver figura 3-22, inciso “k”], rodillos y otros componentes, transmitiendo esta información por mecanismos que utilizan el principio de palanca, o utilizando otros componentes como cadenas [ver figura 3-22, inciso “l”], o bandas, entre otros. Así mismo utilizan como medios mecánicos de control o retroalimentación componentes como resortes [ver figura 3-22, inciso “m”], muelles y otros componentes más.

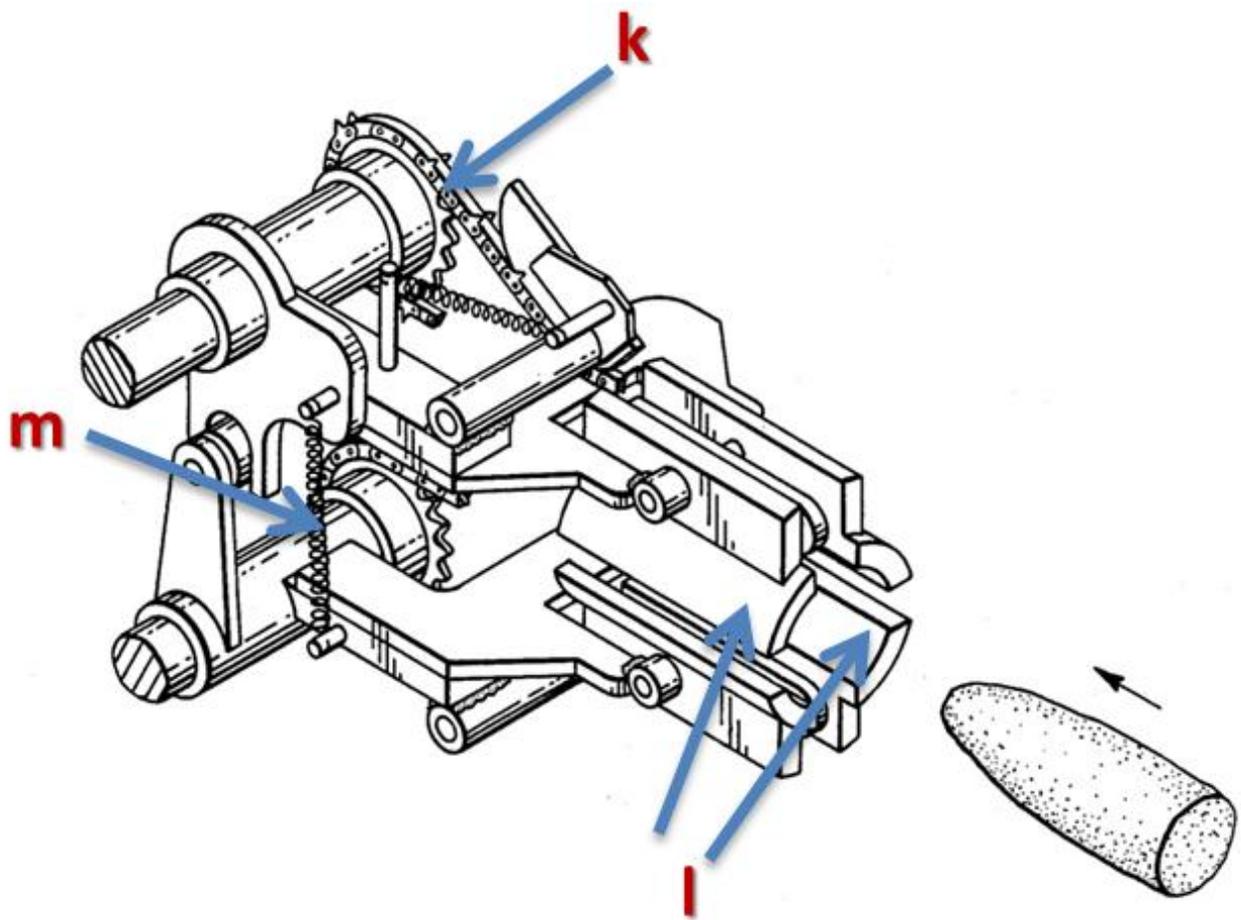


Figura 3- 22 Patente número US-4943259 “Control de profundidad”

Como se mencionó al principio, se tomó la determinación de cambiar en su totalidad la configuración del mecanismo, como resultado de este análisis otra decisión fundamental es que el rediseño del mecanismo cortador de maíz estará orientado en esta dirección, eliminar el sistema de corte que existe, el cual es por cierra cinta, y sustituirlo por un arreglo de cuchillas, el cual mostro realizar la función principal de mejor manera, y además es compatible con la forma de la máquina existente. Por otro lado como se observa en la figura 3-23, los mecanismos que se analizaron tienen algo constante, el cual es su extensión en el número de partes, de tal forma el trabajo se evocara a proponer un mecanismo que realice la misma función pero que tenga un menor número de partes empleadas.

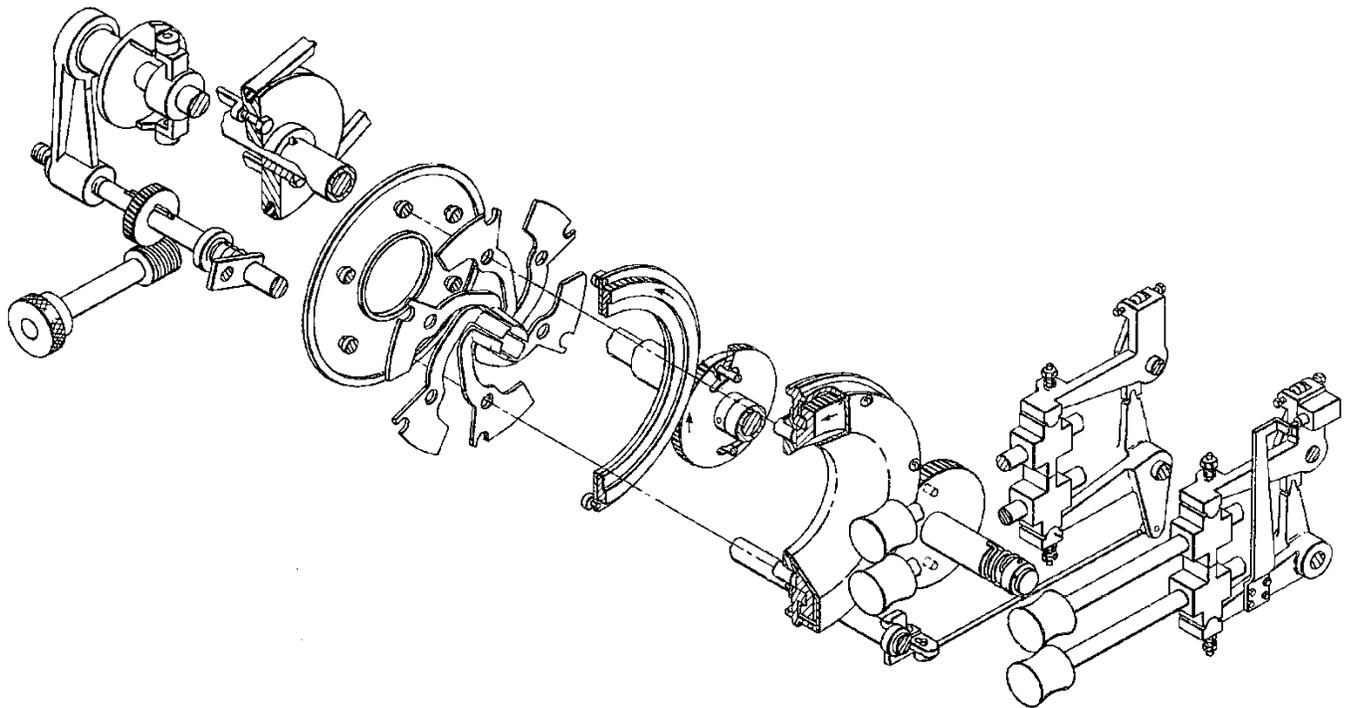


Figura 3- 23 Patente número US-4143664 “Explosivo de cabeza de corte”

## Propuesta de concepto

### Definición del problema

#### Consideraciones

- Cortar maíz sin raíz de una mazorca seca
- Tomar en cuenta los parámetros de corte establecidos en el trabajo de Ojeda [8]
- Respetar las relaciones de forma del mecanismo existente
- Respetar la configuración de los demás sistemas (ver capítulo 1)
- Que sea capaz de soportar la forma de la mazorca, su diferencia de diámetros y un amplio espectro de tamaño de grano.

De esto se tiene el enunciado general del problema:

***“Desarrollar un mecanismo para llevar a cabo el corte de maíz cacahuazintle seco, directo de la mazorca, de tal manera que éste proceso arroje como resultado granos de maíz sin raíz. Este mecanismo debe poder colocarse en la estructura de la máquina existente”***

### El pensamiento intuitivo

Este proceso dio como resultado la formulación de un punto de inicio basado en las declaraciones del análisis de la función principal, es decir, una cabeza de corte, que cumpla con los aspectos que se mencionaron en el enunciado general del problema. La generación del concepto mediante el pensamiento intuitivo estuvo siempre acotada por una segmentación del sistema en general en subsistemas que cumplen sub-funciones principales, partiendo de lo particular a lo general, identificando la función de contenido o principal y partiendo de ella generando una explosión de ideas y dando solución a todas aquellas funciones secundarias o contexto que son necesarias para llevar a cabo la función principal.

De esta manera se llegó a una primera aproximación conceptual, que se muestra en la figura 3-24, la cual se trata de una primera aproximación a una cabeza de corte, en donde se ilustra una configuración de tres hojas de corte de forma irregular (A), dispuestas cada una a 120°, estas tres cuchillas están contenidas en un hogar (E) el cual se presenta como un solo elemento de revolución, que consta de una polea (F) y una pista para un elemento que permita el anclaje a tierra y la rotación de la cabeza, como lo puede ser un rodamiento (K). La cabeza de corte gira por medio del motor que transmite el movimiento por medio de una banda (F), de esta manera las hojas de corte giran, dibujando una circunferencia con el área (Q) de la navaja. Por otro lado la mazorca pasa justo por el centro de la circunferencia que dibujan las navajas, y para que las cuchillas se amolden

al diámetro variable de las mazorcas se propuso hacer que las cuchillas se retraigan y contraigan mediante la acción de un vástago (D), el cual tiene en su extremo un par de rodillos (B).

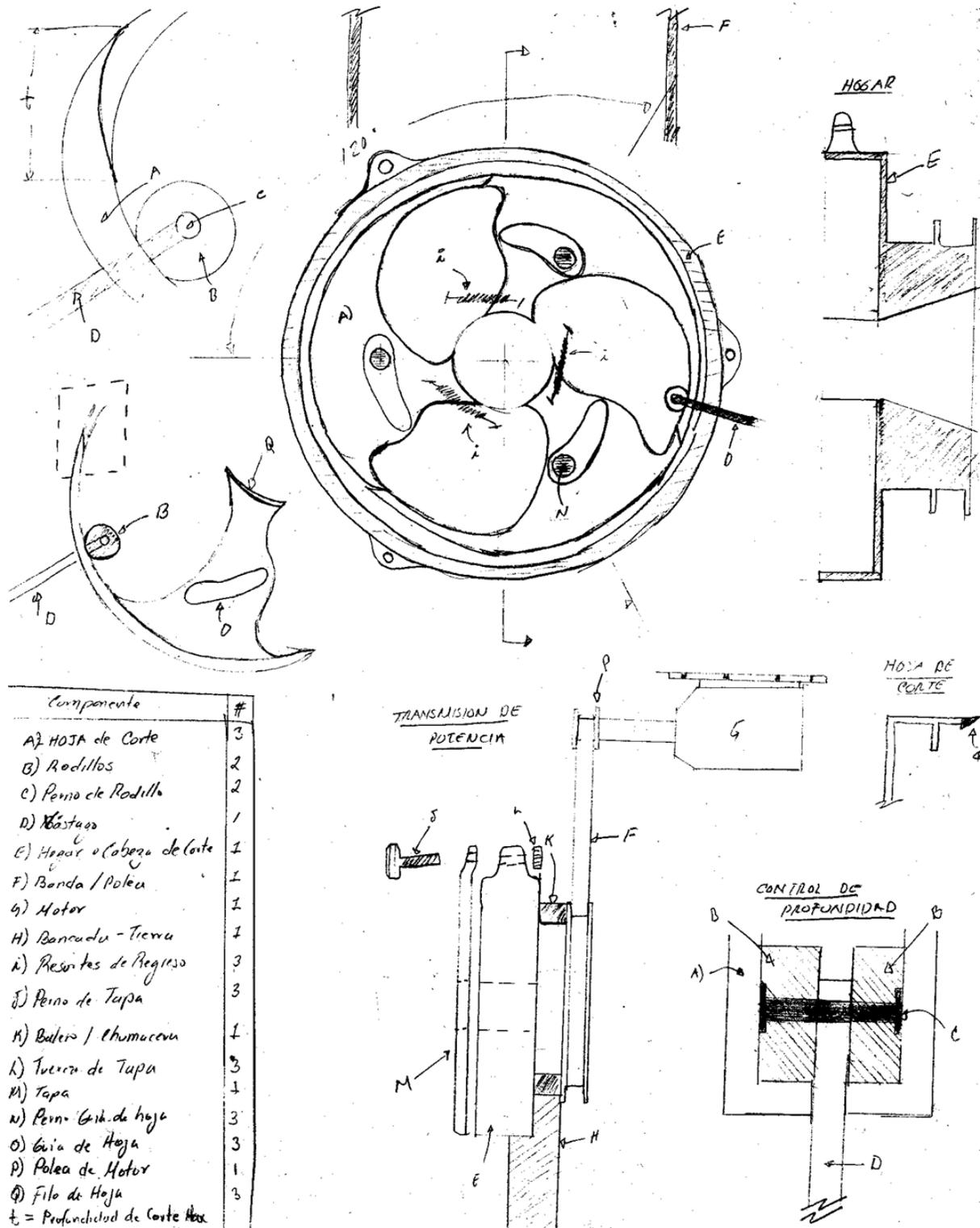


Figura 3-24 Primer propuesta conceptual de cabeza de corte

La forma irregular de las cuchillas obedece al hecho de que el ensamble de las tres no solo debe dibujar un circunferencia en el área de la navaja, sino también en su contorno exterior, de esta manera los rodillos pueden estar siempre en contacto con las cuchillas mientras giran, de esta forma el vástago puede empujar hacia afuera las cuchillas haciendo que el diámetro de las navajas cambie, y para mantener la circunferencia exterior de las cuchillas se propuso el principio de una curva envolvente de longitud lineal ( $t$ ), la cual actúa en la superficie de contacto entre las cuchillas, tratando de imitar el movimiento de un obturador de cámara digital como el de la figura 3-25, de esta manera el contacto entre rodillos y cuchillas sería constante y evitaríamos vibraciones por saltos en las áreas de contacto entre cuchillas .



Figura 3- 25 Envolvente de un obturador

## Síntesis y análisis conceptual de ideas primarias

En orden del acotamiento del problema general, se condujo la descomposición de las ideas conceptuales en componentes y funciones, los cuales son:

- Cuchillas/ hojas de Corte
- Control de profundidad
- Cabeza de corte
- Transmisión de potencia
- Tierra
- Elementos de desgaste

### Cuchillas/ hojas de corte

Las cuchillas de corte que se propusieron mostradas en la figura 3-26, se sometieron de nuevo a un análisis sobre las funciones que desempeñarían, por un lado tenemos la función de cortar que se realiza por la navaja, de tal forma que la forma de la navaja hasta este punto no es preciso cambiarla, pero si agregarle un pequeño Angulo de incidencia ( $\alpha$ ) a la navaja para que el corte se realice sólo con un punto del filo y no con todo, dejando así mas superficie de filo que pueda remplazar a la que ya no lo tiene.

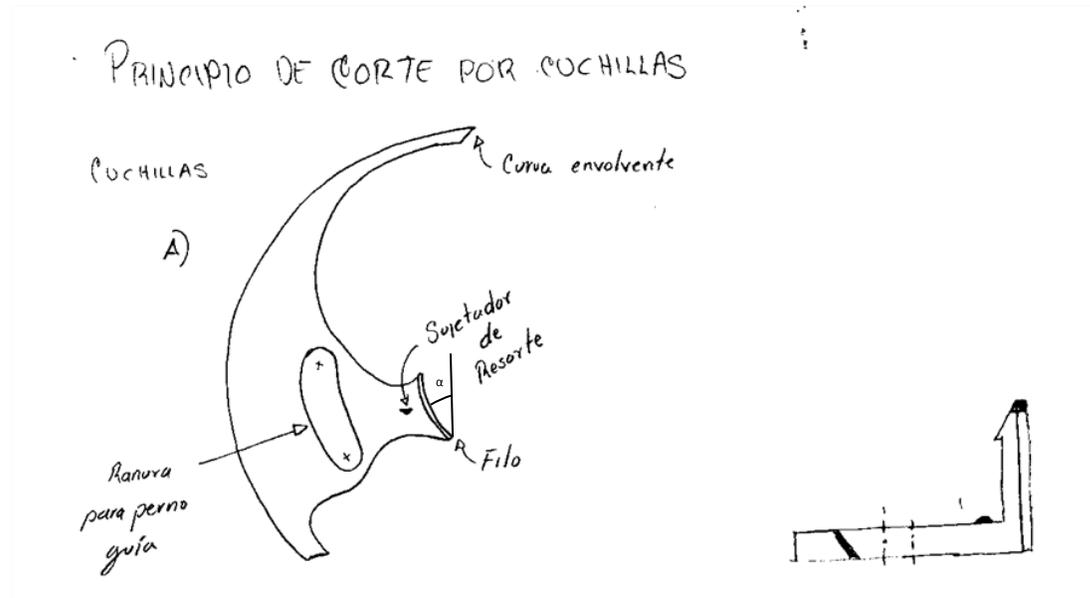


Figura 3- 26 Primer propuesta de cuchillas de corte

Otro punto es el hecho de que entre más pequeño sea el punto de la navaja que realiza el corte, este dibujará mejor una circunferencia, ya que si la navaja es un arco, ésta solo podrá dibujar una circunferencia del radio del arco como se puede observar en la figura 3-27, ya que existirá una diferencia entre el arco y la circunferencia que se trata de imitar, de esta forma se puede ver que solo una parte del arco coincide con una circunferencia aun mayor, por lo que la longitud del punto de corte es similar a uno de los lados de algún polígono regular circunscrito, de esta forma entre más pequeño es el punto de corte, mayor se aproxima el polígono a una circunferencia.

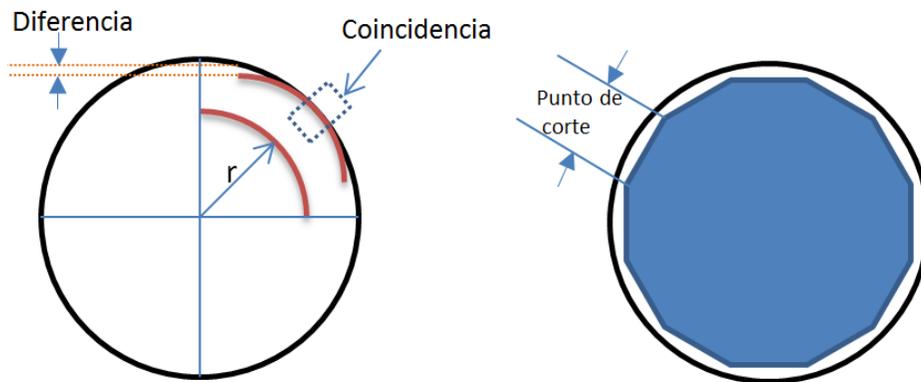


Figura 3- 27 Diagrama del filo de navaja

### Control de profundidad de corte

Esta es una función generalizada la cual es realizada por varios componentes que actúan en la cabeza de corte, figura 3- 28; en principio el ajuste de la profundidad es proporcionado por el conjunto de vástago y rodillos, que corren a lo largo de la cuchilla de corte. De esta manera el vástago ejerce una fuerza hacia afuera, que tiende a aumentar la fuerza centrífuga alejando a las cuchillas del centro, para que las cuchillas se deslicen en la trayectoria correcta, se implementaron en cada una de ellas, unas ranuras las cuales con ayuda de un perno dictaran la trayectoria que han de seguir las hojas al contraerse o retraerse el vástago.

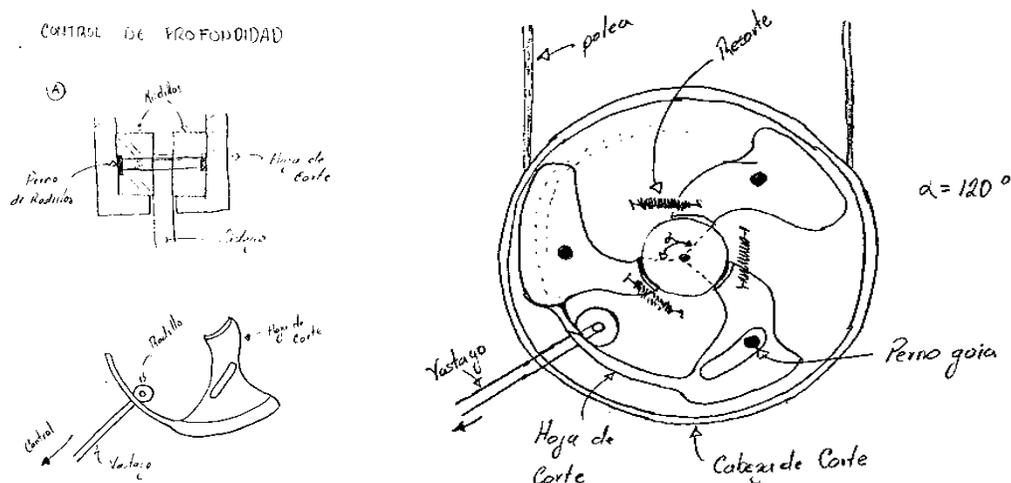


Figura 3- 28 Primer concepto de control de profundidad

Sin embargo el diámetro de la mazorca, como se puede observar en la figura 3-29, es variable en ambos sentidos, es decir, va de un diámetro inicial (a), hasta un diámetro máximo (b) y luego el diámetro decrece un poco (c) en la parte final.



Figura 3- 29 Mazorca de maíz cacahuazintle

De esta forma, entonces las cuchillas deben ser capaces de recuperar una posición inicial, para lo cual se implementaron resortes que trabajarían a tensión, ver figura 3-30, los cuales realizarían la función de regresar a las cuchillas a una posición inicial.

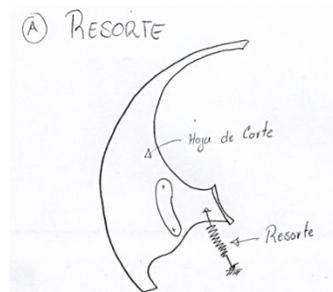


Figura 3- 30 Resorte

Por otro lado se tiene la curva envolvente representada en la figura 3-31, ésta es el segundo principio más importante después de la navaja, de esta depende gran parte de la configuración de la propuesta. La función de ésta característica física en la cuchilla, como ya se mencionó, es que aun cuando se varíe el diámetro de corte, se siga manteniendo una circunferencia exterior sin importar el diámetro de ésta última.

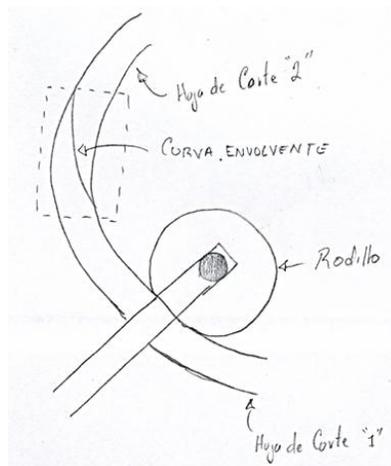


Figura 3- 31 curva envolvente

La longitud de la curva, que se denominó “t”, sería la carrera que tendrían las cuchillas. Para esta función se realizó una investigación de curvas envolventes, la cual se presenta en la figura 3-32, con el objetivo de analizarlas y determinar cuál sería la más apropiada para luego determinar los parámetros y su ecuación.

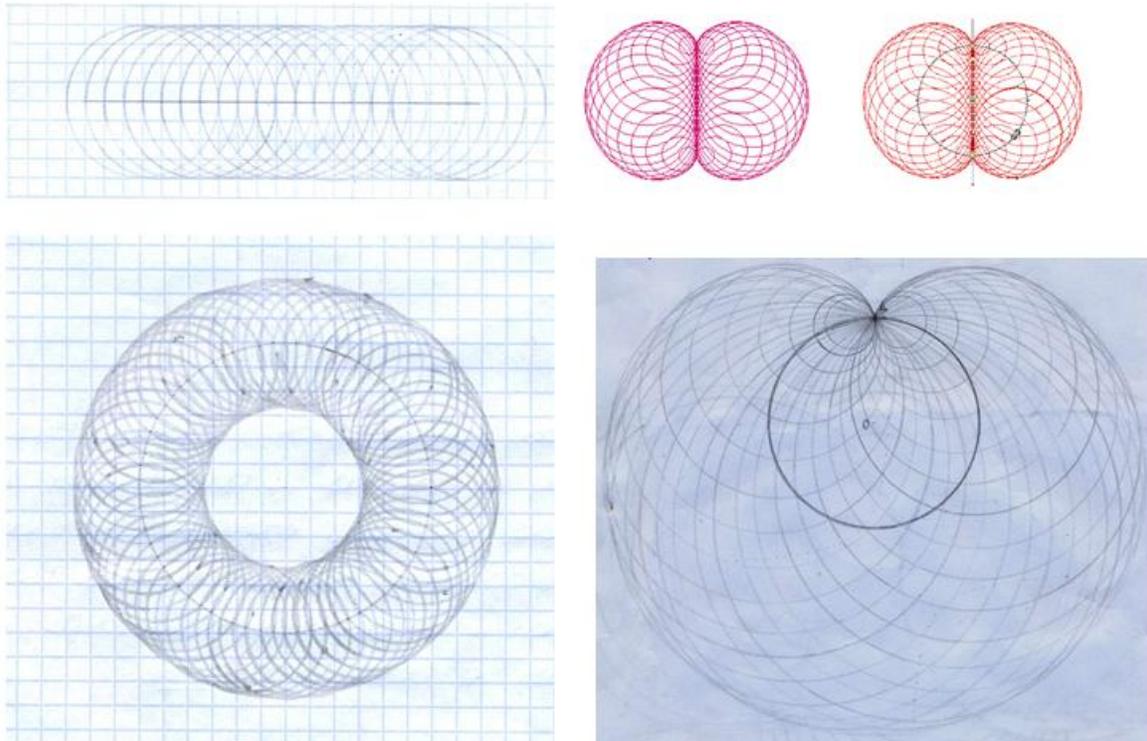


Figura 3- 32 investigación de curvas envolventes

De igual manera se hizo una investigación en mecanismos, que pudieran usar este principio, sin embargo después de los análisis y la búsqueda de información se descubrió que para lograr el efecto buscado, se necesitaría que la cuchilla fuera flexible, ya que como se observó en la figura 3-27, el arco exterior que dibujan las cuchillas tiene ya un radio definido, y si lo que se busca es variar ese radio, es imposible lograrlo con un arco rígido cuyo radio no cambiara.

Esto dio como resultado que la configuración del mecanismo para controlar la profundidad de corte cambie, cambiando también la forma de las cuchillas de corte, pues no tiene sentido tener una cuchilla de forma irregular si no se utilizará el principio propuesto. Para lo cual se inició una nueva iteración en cuanto a ideas sobre qué principio o configuración utilizar para poder controlar la profundidad de corte.

Se tenía un nuevo problema el cual se formuló como sigue: “ se necesita un elemento que trabaje como el propuesto inicialmente, es decir, que exista siempre contacto entre este elemento y las hojas de corte mientras giren y que la manipulación de éste tenga un efecto en las cuchillas tal que haga que su posición varíe respecto a un eje.

Después de analizar ideas, se propuso analizar el principio de leva, ver figura 3 -33, este componente tal y como funciona en los árboles de los automóviles gira siempre a altas revoluciones y un palpador transmite las variaciones de altura a otros mecanismos, existiendo siempre contacto entre el palpador y el eje a su vez que el movimiento del seguidor es en un solo eje.

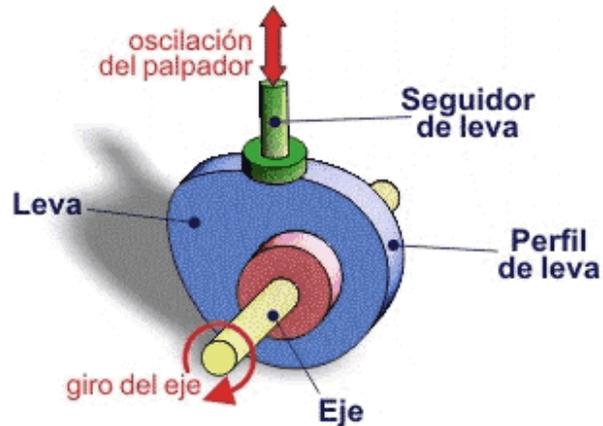


Figura 3- 33 Mecanismo de Leva

De tal manera que este mecanismo resulta ser una muy buena alternativa de solución para el control de la profundidad, sólo debe ser adecuado al sistema, implementando el principio mostrado en la figura 3-34.

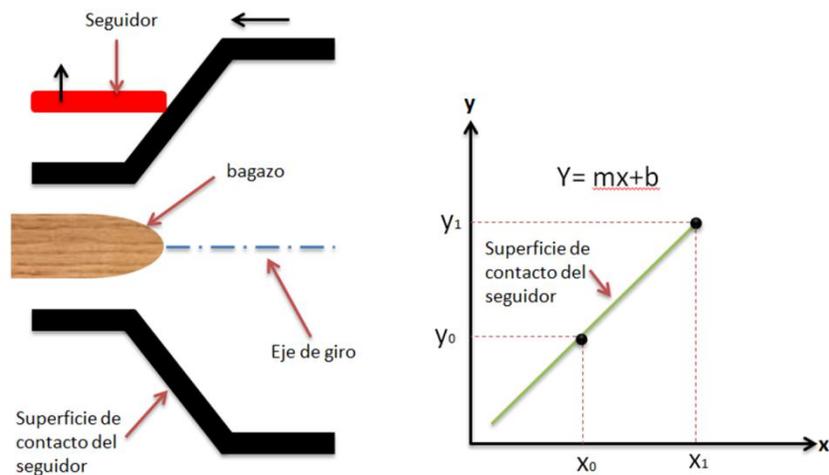


Figura 3- 34 Segunda propuesta de elemento de control de profundidad

De tal forma que controlando el desplazamiento en "x" de elemento leva, se puede proveer a la cuchilla de una posición "y" determinada, sin interrumpir con el movimiento y sin generar exceso de vibraciones ya que el elemento leva, es un sólido de revolución construido en una sola pieza.

De esta manera se cambió la configuración de la chuchilla de corte, ver figura 3-35, agregando un elemento seguidor, que funge como enlace, transmitiendo la información proveniente de la leva, en este caso se propuso un elemento esfera, restringido de tal forma que se le permita girar pero no desplazarse. Como se observa, se realizó un modelo 3D con un programa de CAD (Catia V5 R19) de manera que pudiera observarse más a detalle la idea. Este modelo muestra que existirán ciertos problemas de espacio y problemas de geometrías muy irregulares.

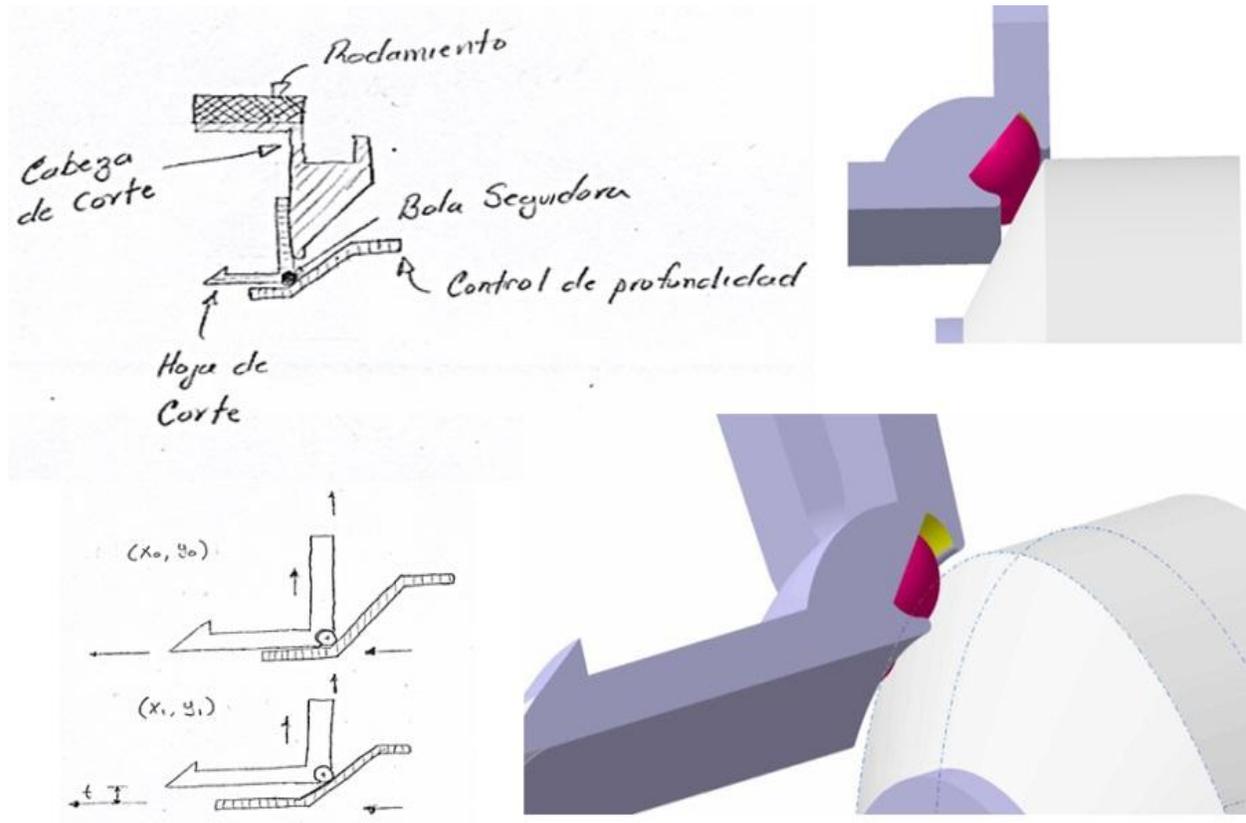


Figura 3- 35 Control de profundidad - seguidor de bolas

Finalmente con el afán de refinar más esta idea, pues la función que realiza el elemento esfera bien la pueden realizar otros elementos y, tomando en consideración el espacio que existiría entre las cuchillas y el elemento leva, se concluyó que debería de ser otra la configuración del seguidor para evitar así problemas de interferencias y piezas complejas.

### Propuesta final de control de profundidad

Con el interés de evitar los problemas de espacio que se mencionaron, y por supuesto el problema de formas muy irregulares en la cuchilla de corte, se decidió alejar un poco el punto de intercambio de la información sobre la profundidad de corte, de tal manera que en lugar de tener esa retroalimentación muy cerca de la zona de corte del grano, se podría lanzar un elemento que extienda este punto hacia la derecha, de esta forma no se ve afectado el intercambio de información y tampoco caemos en problemas de interferencia entre elementos y eliminamos formas excesivamente irregulares como se observa en la figura 3-36.

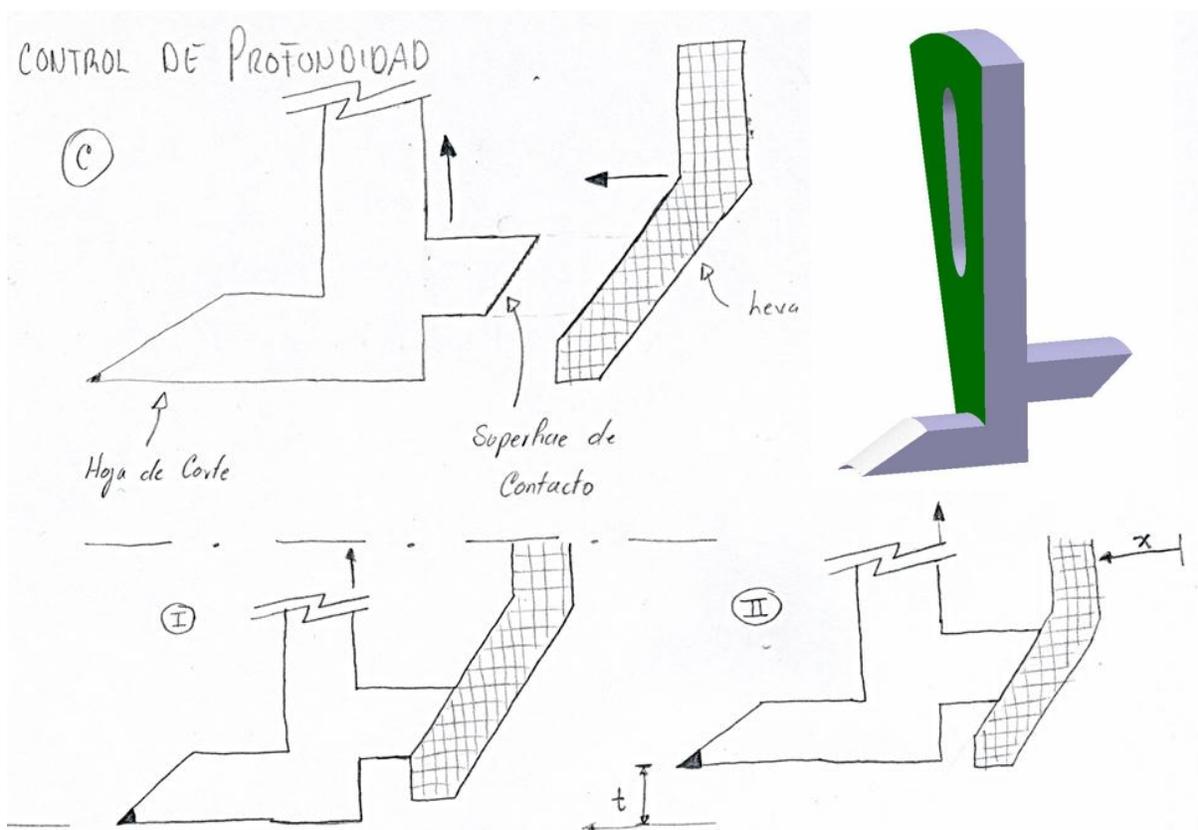


Figura 3- 36 seguidor prismático

Tal y como se puede observar, el cambio en la geometría de la cuchilla es muy significativo, de tener una cuchilla en forma de media luna, ahora se tiene una cuchilla basada en figuras regulares que da la forma de una rebanada de pastel, con dos elementos (resorte y ranura) que, no obstante su cambio de configuración, cumplen cada uno con las funciones que se propusieron en la primer aproximación conceptual.

### Propuesta final de configuración de cuchillas

Existen dos elementos / características físicas, en las cuchillas que permiten que ciertos fenómenos que se llevan a cabo no repercutan en el accionar de las mismas, estos son:

**Resorte.-** Este elemento [ver figura 3-37] no solo provee a la cuchilla de una profundidad de corte inicial o default cuando la leva de corte se retrae, si no también evita que las cuchillas de corte tomen otra posición debido a la fuerza centrífuga que estas experimentan. Este elemento entonces trabajara a compresión, se seleccionara de tal manera que su coeficiente K, le permita soportar nada más que la fuerza que ejerzan las cuchillas por acción de la fuerza centrífuga, de esta manera cuando la leva actúe, este se comprimirá y cuando la leva deje de actuar regresara a su estado inicial.

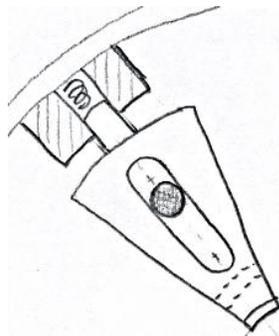


Figura 3- 37 Configuración final del resorte

**Ranura Guía.-** Esta característica física [ver figura 3-38] tiene como función la de restringir el movimiento de las cuchillas en una sola dirección, es decir el movimiento que se genera a partir de que la leva actúa sobre la cuchilla, un perno guía anclado a la cabeza de corte viaja a lo largo de la ranura imitando en conjunto un mecanismo de corredera.

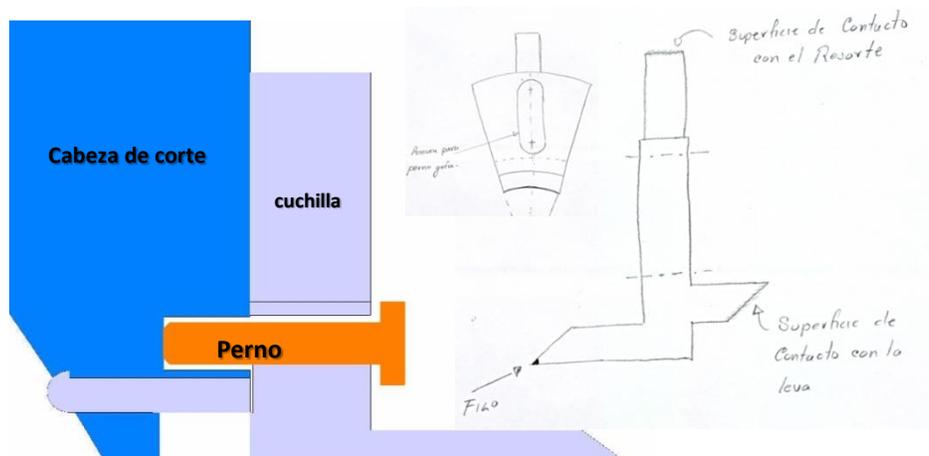


Figura 3- 38 Ranura y perno guía

### *Propuesta formal de Cabeza de corte, tierra y transmisión de potencia*

Todas las iteraciones conceptuales anteriores arrojan como resultado una propuesta formal de configuración de una cabeza de corte, la cual se muestra en la figura 3-39, que por un lado se conecta mediante un elemento de rodamiento (a) a un sistema de tierra, y por otro lado se conecta mediante una polea (b) a un sistema de potencia (c), ésta a su vez cuenta con una tapa (d) cuya función es aislar los elementos interiores, dicha tapa se sujeta a la cabeza por medio de pernos (e), de igual manera se observa el ensamble (f) de cuchillas, resorte y pernos guía, la leva de control de profundidad (g) y su sistema de control anclado a tierra (h)

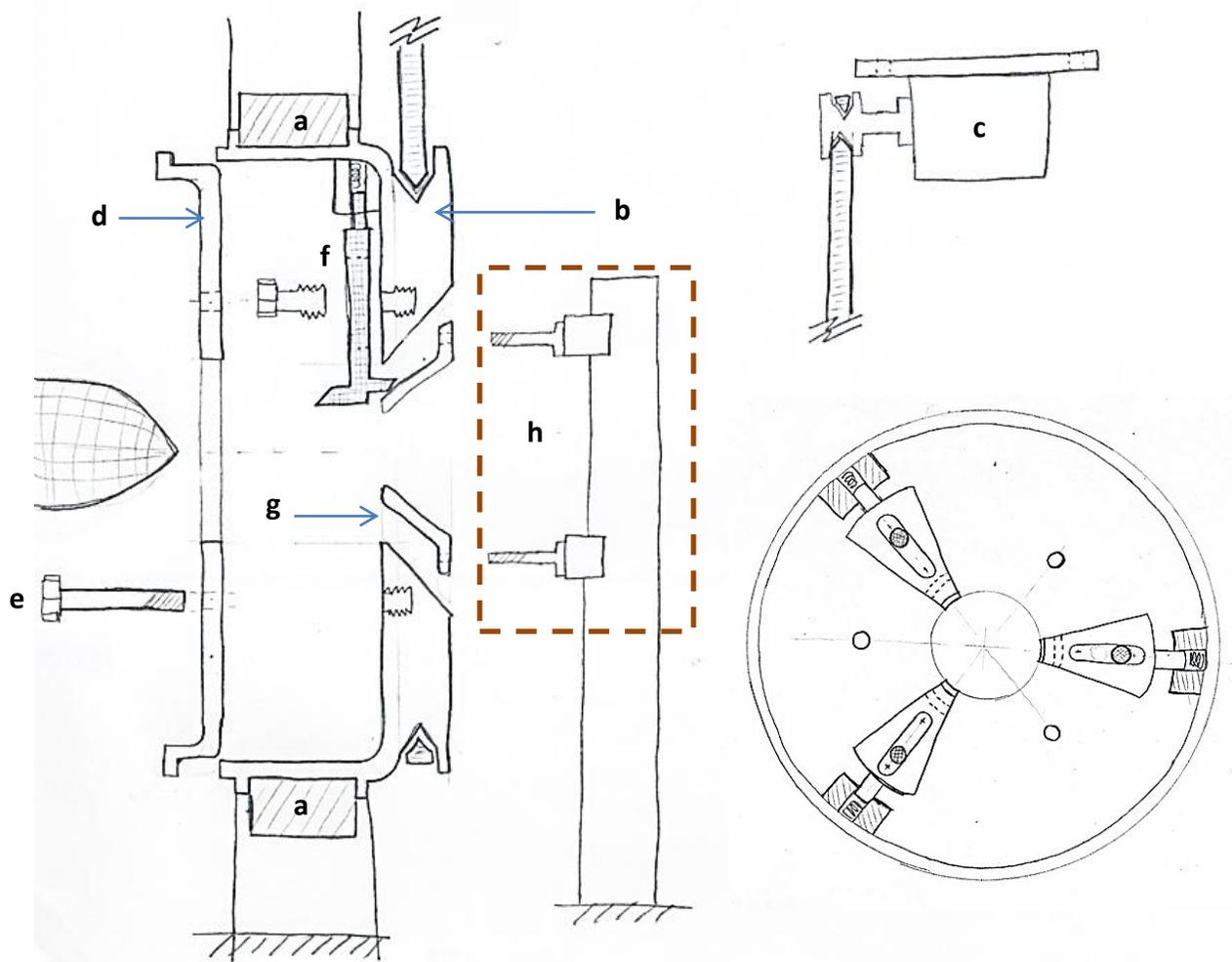


Figura 3- 39 Propuesta conceptual de cabeza de corte

## Análisis de las interrelaciones de las ideas primarias

En esta etapa previa a la finalización del desarrollo conceptual se analizaron todas aquellas interrelaciones que existen entre los elementos propuestos hasta ahora, ya que cada uno de ellos fue propuesto de forma individual y luego conjuntado para formar un gran todo.

A lo largo del camino de síntesis y generación de ideas, se tuvieron cambios, respecto de la forma de algunos componentes como de sus funciones, sin embargo, así como algunos componentes no cambiaron mucho, existen también relaciones entre los componentes que tampoco cambiaron, tal es el caso de las relaciones de contacto, es decir; existe movimiento relativo de un componente respecto a otro y esto genera entre otros problemas, el desgaste de los componentes. Otra relación es debido a fuerzas de contacto que existen entre la cabeza de corte y el elemento tierra ya que, debido al movimiento relativo entre estos dos componentes se generan fuerzas que son soportadas por un elemento de rodadura, sin embargo al realizarse el corte del grano se generan fuerzas axiales, estas relaciones de contacto determinan ciertas relaciones de forma de algunos componentes, como se muestra en la figura 3-40.

- (a) **Relaciones de contacto debido a movimiento relativo** para estas relaciones se designaron elementos cuya función específica sea la de absorber el desgaste ocasionado.
- (b) **Relaciones debido a las fuerzas de contacto.-** para estas relaciones se cambiaron las características del elemento de rodadura, añadiendo en este caso un rodamiento de contacto angular, cuya función es absorber aquellas fuerzas axiales que se presentaron al momento del corte.

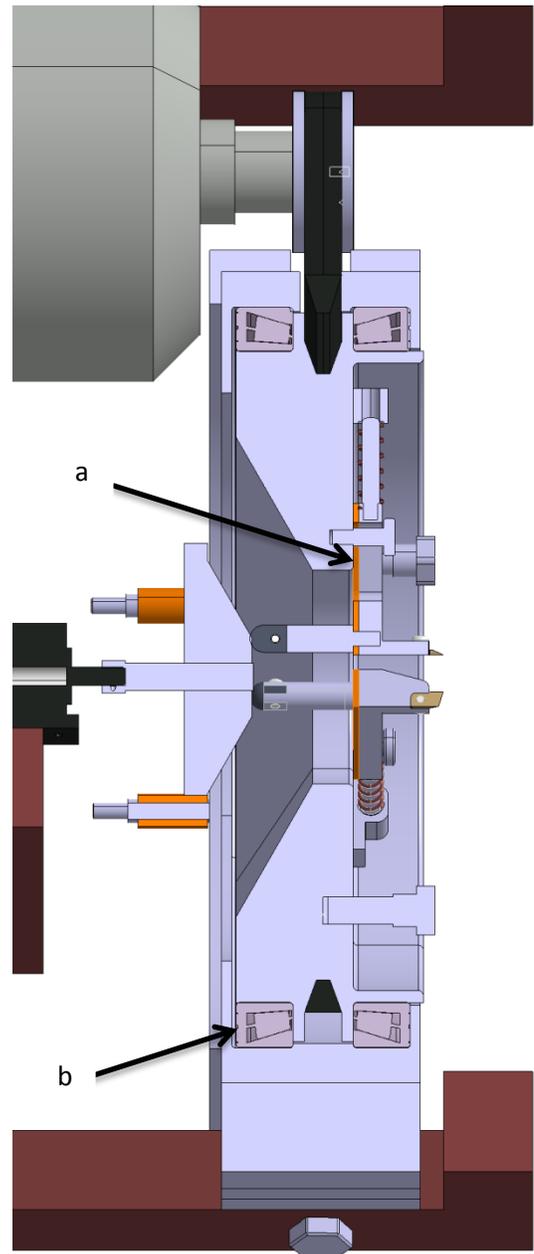


Figura 3- 40 Relaciones de contacto y fuerza

a) debido al movimiento relativo. b) debido a las fuerzas de contacto

## Análisis y Descomposición Funcional

El desarrollo funcional por niveles tiene el objetivo de descomponer todas aquellas ideas que se generaron en la etapa anterior, y mediante esta herramienta exponer de manera más simple cuales son los principios y las funciones que realizan cada uno de los componentes, desmembrando los sistemas expresados desde un plano general hasta un plano particular a medida que se adentran los niveles.

El punto de partida o nivel cero es el modelo de caja negra [ ver figura 3-41] que expresa la función general en un sistema completo:

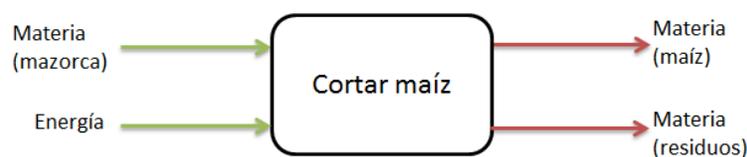


Figura 3- 41 Modelo de caja negra

Este sistema precedido de entradas de materia y energía marca mediante la función principal cuales serán las salidas que se esperan del sistema, para lograr esto se tiene que avanzar un nivel a la vez, y descomponer esta función en principio con la simple pregunta ¿Cómo lograr esta función?. De esta manera entre mayor sea el nivel de descomposición la pregunta será mas específica.

### 1er nivel - “Identificación de Sistemas Principales”

Tal y como se pudo desarrollar a nivel de concepto aunado con la investigación de mercado, la función principal del sistema, que en resumen es “cortar el grano de maíz sin raíz de la mazorca” se desglosa a partir de sistemas principales, los cuales conviene hacer su descomposición dada la importancia y los alcances de este trabajo, de estos dos sistemas principales mostrados en la figura 3-42 están:

- El Sistema Principal de Control de Corte (SPCC)

Tiene la función de controlar el parámetro que se designa como profundidad de corte, y trata de la localización del punto específico donde se debe efectuar el corte variando este a lo largo de toda la longitud de la mazorca, los alcances de este trabajo comprenden el proponer un método de solución para este sistema principal.

- El Sistema Principal de Corte (SPC)

Tiene la función de proveer una plataforma donde sea posible llevar a cabo el corte de maíz directo de la mazorca, proveyendo de todos los medios mecánicos para la realización de esta tarea. En los alcances de este trabajo está comprendido el establecer una propuesta de solución detallada y plasmada en planos, análisis e imágenes.

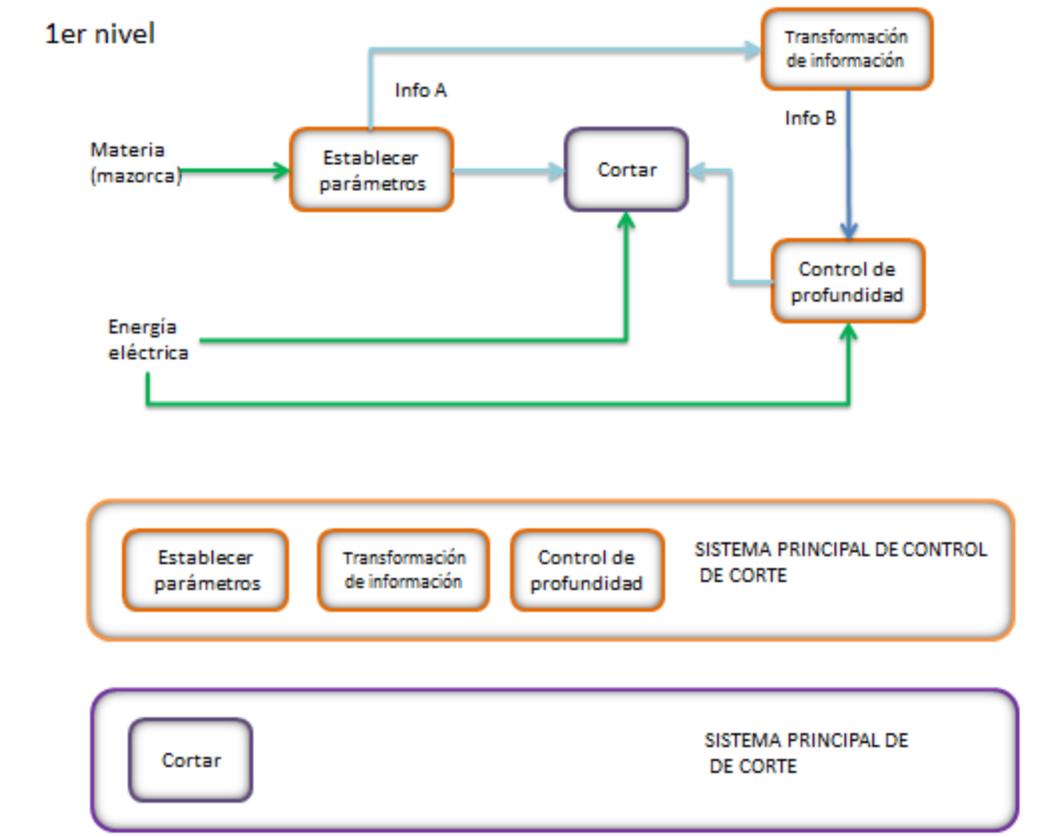


Figura 3- 42 Estructura funcional de la 1er propuesta

Retomando la pregunta que se hizo anteriormente: ¿Cómo lograr esta función?, la respuesta a ésta se puede ver en la figura 3-42, estableciendo mecanismos que permitan de forma adyacente aportar los cambios o funciones necesarias para que el sistema principal de corte opere de forma adecuada.

En este nivel de descomposición, los dos sistemas principales tienen a su vez cajas negras, las cuales se desglosarán en el siguiente nivel de la descomposición. El cómo lograr los cometidos de cada sistema principal está plasmado en el segundo nivel de descomposición.

## 2do nivel - "Estructura Funcional de los Sistemas Principales"

### Sistema Principal de Control De Corte (SPCC)

#### 2do nivel

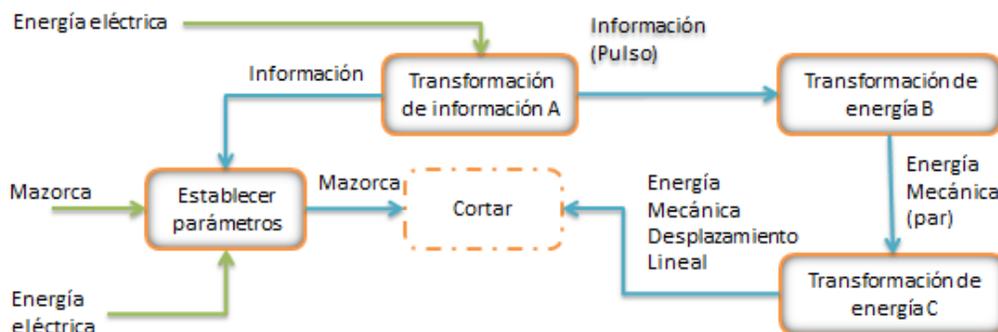


Figura 3- 43 Estructura Funcional del Sistema principal de control de corte

El SPCC mostrado en la figura 3-43 tiene como objetivo establecer las cuantificaciones necesarias para que el corte se efectúe en el lugar correcto, es decir, establecer el punto exacto en donde entran en contacto la función "Cortar" y la materia "Mazorca" de tal forma que se pueda obtener Materia en forma de "producto" que cumpla con las características previstas. Para ello el desglose de las funciones del SPCC están en la tabla 3-3.

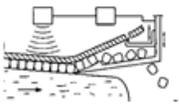
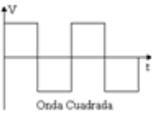
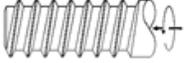
Sub-función	Efecto físico	Principio Físico	Principio de solución
Establecer parámetros	Establecer tamaño de grano mediante un sensor		Sensor
Transformación de información "A"	Transformar la información del sensor en energía eléctrica (diferencia de potencial)		
Transformación de energía "B"	Transformar energía eléctrica (diferencia de potencial) en movimiento		Motor
Transformación de energía "C"	Transformar par en movimiento lineal		Tornillo

Tabla 3 - 3 Descomposición Funcional Sistema principal de corte

### Sistema Principal De Corte (SPC)

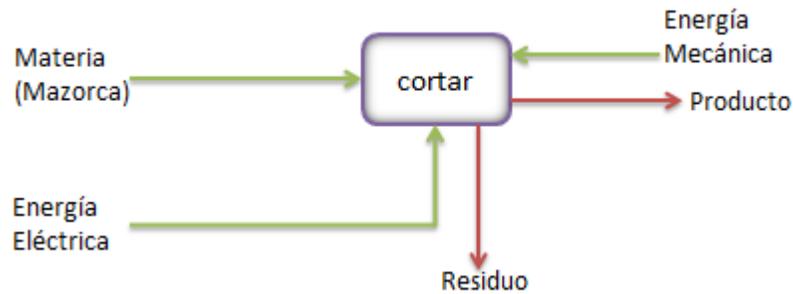


Figura 3- 44 Descomposición Funcional Sistema principal de corte

El sistema principal de corte, es el que se desglosará a partir de ahora, como se observa en la figura 3-44 el sistema tiene diferentes entradas tanto de materia como de energía, con las cuales se deben llevar a cabo tareas dentro de este sistema que aprovechen, procesen, transformen o transporten todas estas entradas finalmente para obtener las salidas correspondientes. Para llevar a cabo estas funciones, éste necesita la identificación de sistemas específicos los cuales bajo ciertas condiciones de independencia funcional, podrán realizar las obras necesarias las cuales al interactuar con los demás sistemas se logrará la función principal, de esta forma se tiene la identificación de los sistemas en la tabla 3-4:

SISTEMA	FUNCION
(A) SISTEMA DE CORTE	Retirar el grano de la mazorca de maíz
(B) SISTEMA DE POSICIONAMIENTO INICIAL	Mantener las cuchillas en una posición inicial de profundidad de corte
(C) SISTEMA DE DIRECCION DEL DESPLAZAMIENTO LINEAL DE LAS CUCHILLAS	Limitar el desplazamiento de las cuchillas en un solo eje (dirección)
(D) SISTEMA DE SOPORTE Y MOVIMIENTO DE CORTE	Contener las cuchillas y los sistemas adyacentes, generando y transmitiendo el movimiento de corte
(E) SISTEMA DE CONTROL DE PROFUNDIDAD DE CUCHILLAS	Generar un valor de cota $Y_c$ correspondiente a la profundidad de corte
(F) SISTEMA DE TRANSMISION DE POTENCIA	Transmitir el par generado por el motor a la cabeza de corte
(G) SISTEMA DE TIERRA	Soportar todos los componentes de la estructura

Tabla 3 - 4 Sistemas y sus funciones

Los sistemas mostrados, una vez más, obedecen a lo desarrollado en la etapa de propuesta de concepto, ahora desglosados cada uno con su función específica, los cuales forman parte de la estructura funcional del Sistema Principal de Corte que se muestra en la figura 3-45 donde se puede observar la interacción de cada uno de los sistemas.

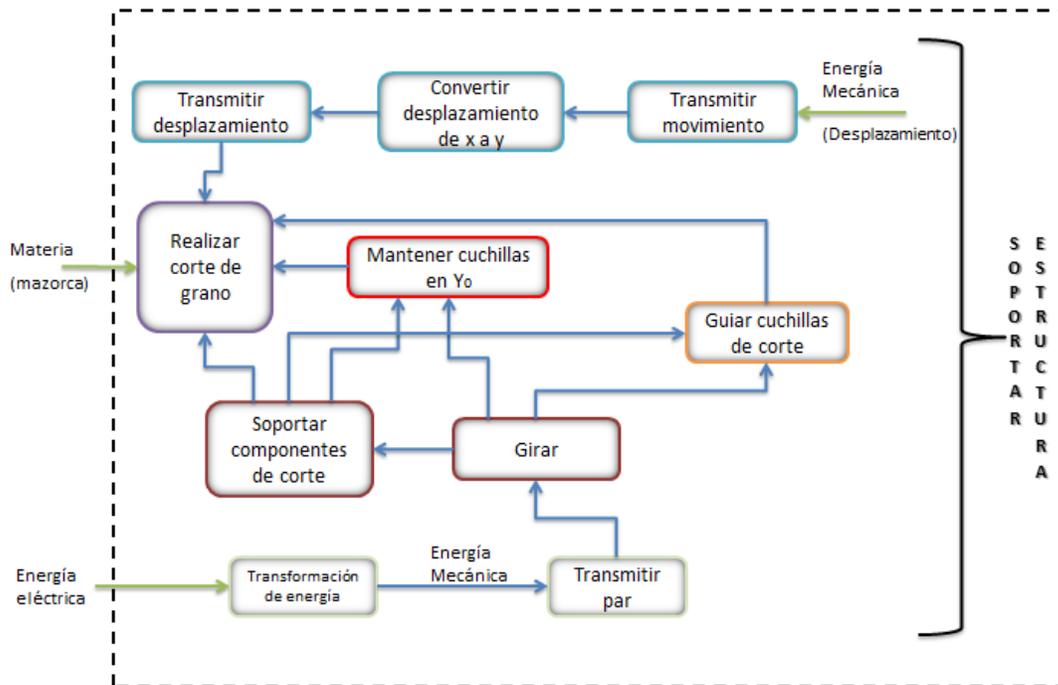


Figura 3- 45 Estructura funcional con sistemas

### 3er nivel - “Las Interfaces de conexión entre Sistemas”

Una parte importante de la descomposición funcional, son los límites de los sistemas, es decir, donde termina un sistema y empieza el otro, en este caso este límite está marcado por un conjunto de lo que se denominará en este trabajo como “interfaces”.

Interfaz: elemento cuyo objetivo es el de interactuar en el límite de dos sistemas de tal manera que éstos puedan acoplar sus funciones particulares en servicio de la función del sistema principal. Las interfaces se modelan como sub-sistemas pues trabajan en los niveles bajos de la descomposición de los sistemas, a su vez la descomposición de éstas, se muestran en la tabla 3-5:

Sub-función principal	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
sub-función 1			
sub-función 2			
sub-función 3			

Tabla 3 - 5 Modelo de descomposición funcional de los sub-sistemas

Los subsistemas tendrán tanto entradas y salidas, de tal forma que la función sea como una avenida de doble sentido, no existen cambios o transformaciones de energía, ni de materia, se usan elementos simples, en su mayoría elementos mecánicos que cumplen funciones de unión, desgaste, transmisión de movimiento entre otros, y su estructura se ejemplifica en la figura 3-46.

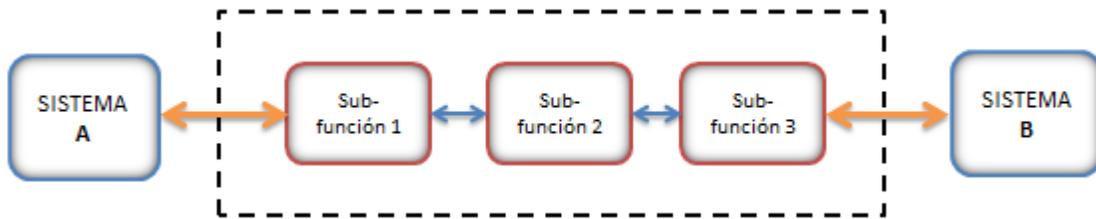


Figura 3- 46 Modelo de estructura de las sub-funciones

De esta forma, las interfaces que se identificaron en el Sistema Principal de Corte se muestran en la figura 3-47:

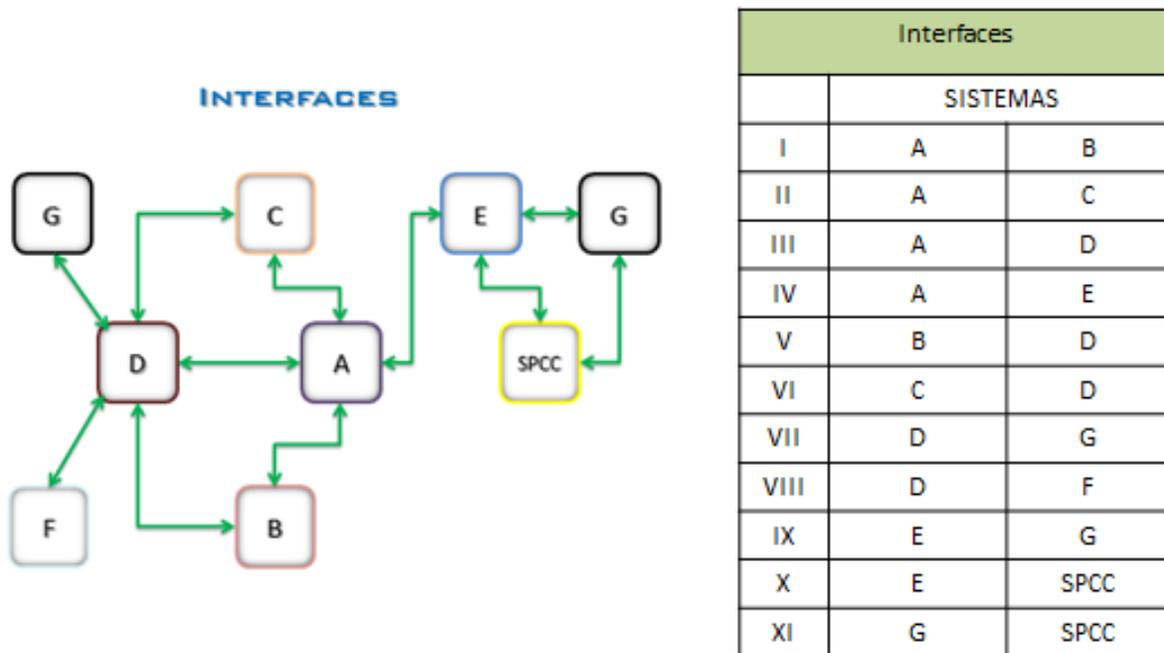


Figura 3- 47 Interfaces

Nota: la nomenclatura correspondiente a los sistemas están expresadas en la tabla 3-4

Y finalmente la estructura funcional del sistema principal de corte correspondiente a la descomposición de nivel 3 se presenta en la figura 3-48:

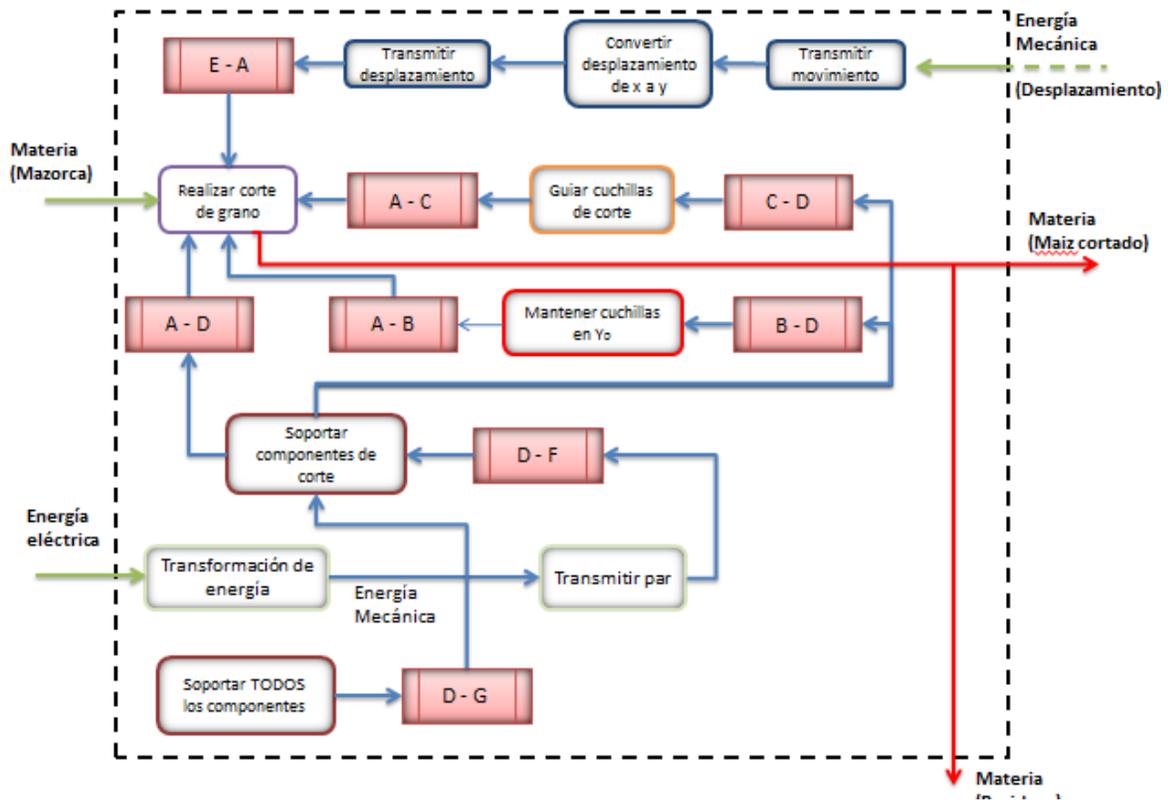


Figura 3- 48 Estructura funcional del sistema principal de corte y las interfaces

Esta estructura presentada en la figura 3-48 es la que será objeto de descomposición en un nivel más arriba, como se ha mencionado, los sistemas y las interfaces entre estos.

## 4to nivel – “Descomposición funcional de los sistemas”

### A) Sistema de Corte

Este sistema es el encargado de ejecutar la función de cortar, separar el grano de la mazorca de maíz, por supuesto trabajando en conjunto con los otros sistemas como se podrá observar más adelante, pero en un sentido particular esa es su función y se desarrolla de la manera presentada en la tabla 3-6:

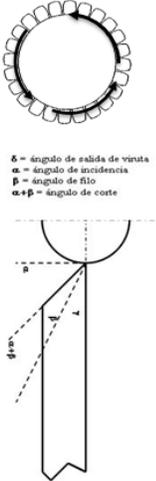
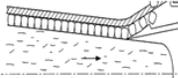
Función principal:	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
CORTAR GRANO	 <p> <math>\delta</math> = ángulo de salida de viruta  <math>\alpha</math> = ángulo de incidencia  <math>\beta</math> = ángulo de filo  <math>\alpha + \beta</math> = ángulo de corte                 </p>	Separa el grano de la mazorca, mediante el desbaste de una pequeña área del grano de forma gradual generando una trayectoria de corte en la cuchilla	

Tabla 3 - 6 Función principal del sistema "A"

Por supuesto las cosas no son tan simples, para llevar a cabo esta función se requieren de elementos que realicen tareas auxiliares o lo que se ha denominado funciones secundarias, es decir, descomponer así como éste, la totalidad de los sistemas. De esta manera se puede llegar a converger en una solución más precisa, dejando en cada desglose de las funciones el nivel de abstracción que dejan ver los diagramas. De esta forma la estructura funcional del sistema de corte, es decir, el ¿Cómo se realiza el principio de solución propuesto?, se muestra en la figura 3-49

#### ¿Cómo realizar este principio de solución?

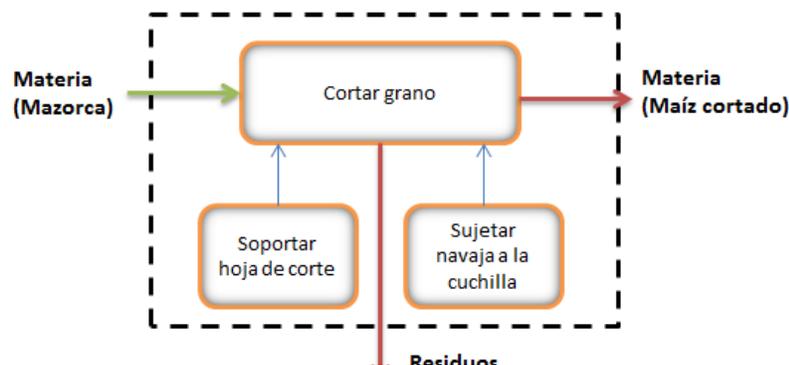


Figura 3- 49 Estructura del sistema "A"

La descomposición funcional del sistema se muestra en la tabla 3-7:

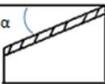
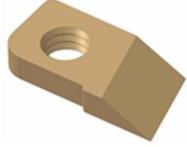
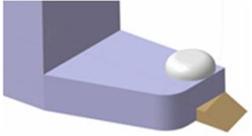
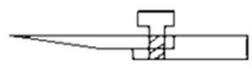
funciones secundarias	EFFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Cortar		Navaja que realiza el desbaste que permite el corte de grano	
Soportar hoja de corte		Superficie que soporta la navaja de corte y la función sujetar	
Sujetar navaja a la cuchilla		Transmitir el movimiento de corte a la hoja de manera directa	

Tabla 3 - 7 Descomposición del sistema "A"

**B) Sistema de posicionamiento inicial**

De acuerdo con la configuración del concepto, las cuchillas girarán con respecto al eje longitudinal de la cabeza de corte, como resultado de esta configuración, las cuchillas experimentaran la acción de la fuerza centrífuga en ellas, no obstante, al momento de efectuar el corte, se presentaran en éstas, fuerzas de corte, la descomposición de éstas fuerzas manifiesta que la componente radial de la fuerza de corte se sumara a la fuerza centrífuga creando una fuerza resultante, esto se puede observar en la tabla 3-8, de tal manera que este sistema se encargara de suprimir la acción de esa fuerza en la posición deseada de las cuchillas.

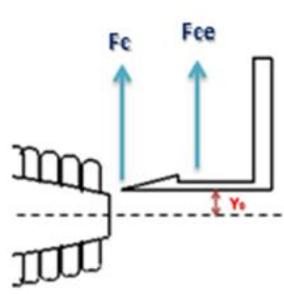
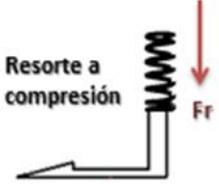
Función principal	EFFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
MANTENER CUCHILLAS EN UNA POSICIÓN INICIAL $Y_0$	 <p>Donde:  <math>F_c</math>: fuerza de corte  <math>F_{ce}</math>: fuerza centrífuga</p>	Usar la fuerza del resorte para soportar las fuerza que en sentido opuesto ejercen, tanto la fuerza centrífuga como la de corte, y así mantener la cuchilla en la posición $Y_0$	<p><b><math>F_r = F_c + F_{ce}</math></b></p>  <p>Resorte a compresión</p> <p><math>F_r = k y</math>  <math>k y = F_c + F_{ce}</math></p> <p>Donde:  <math>K</math>= constante elástica  <math>Y</math>= elongación del resorte</p>

Tabla 3 - 8 Función principal del sistema "B"

De esta manera, este sistema, proveerá a la cuchilla de una posición inicial  $Y_0$  antes de iniciar el corte y además mantendrá la cuchilla justo en la posición deseada durante el corte. La estructura funcional se muestra en la figura 3-50

¿Como realizar este principio de solución?

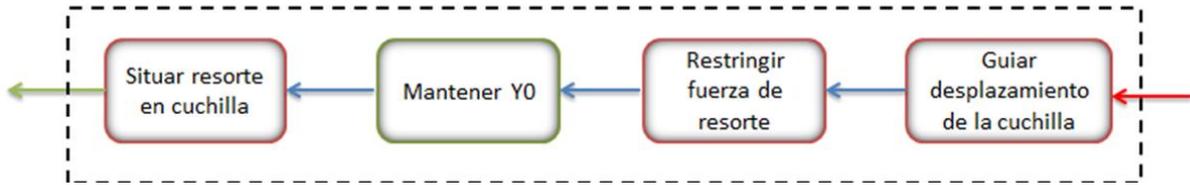


Figura 3- 50 estructura del sistema "B"

De esta forma estas funciones secundarias logran hacer funcionar el principio de solución propuesto, y la descomposición funcional de esta estructura de 4to nivel se muestra en la tabla 3-9.

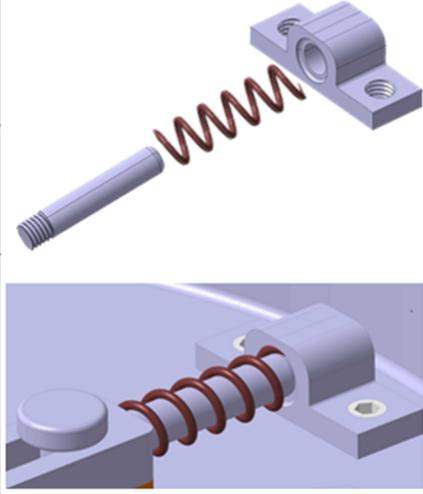
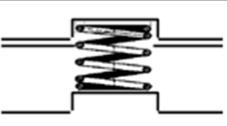
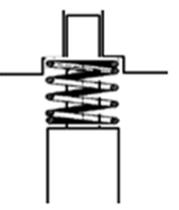
Funciones secundarias	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Situar el resorte en la cuchilla		Proveer de una superficie en la que exista una relación geométrica que acople el resorte a la cuchilla	
Restringir Fuerza del resorte		Superficie que sirve de tierra o tope para el resorte	
Guiar desplazamiento de cuchilla		Canal que permite que la cuchilla se desplace en la dirección Y permitiendo los cambios en las longitudes del resorte.	

Tabla 3 - 9 Descomposición sistema "B"

**C) Sistema de dirección del desplazamiento lineal de las cuchillas**

Como se pudo observar en el sistema anterior y en la etapa conceptual, las cuchillas sufrirán un desplazamiento el cual les permitirá cubrir el diámetro variable de las mazorcas, sin embargo este movimiento debe ser solo en un eje, también deben estar restringidos los momentos que se puedan presentar alrededor de todos los ejes, como se observa en la tabla 3-10, la función de este sistema será la de proveer de los medios físicos y de forma necesarios para que el desplazamiento de las cuchillas de corte durante la operación del mecanismo sea sobre solo un eje.

¿Como realizar este principio de solución?

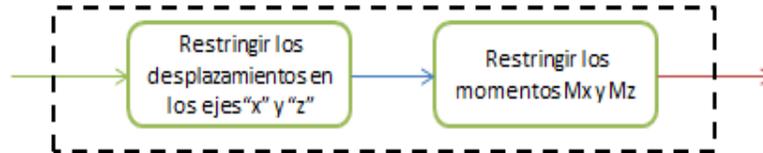


Figura 3- 51 Estructura del sistema "C"

De esta manera, se pretende que las cuchillas tengan solamente un eje por el cual se desplacen, para lograr implementar este principio se tiene la estructura funcional en la figura 3-51:

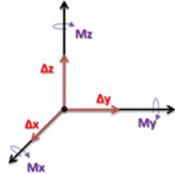
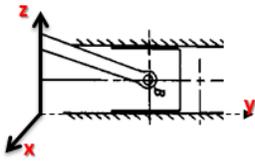
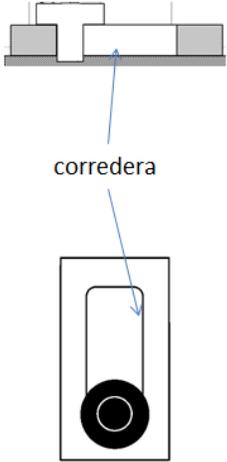
FUNCION PRINCIPAL	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
LIMITAR EL DESPLAZAMIENTO DE LAS CUCHILLAS EN UN SOLO EJE.	 <p>Donde:</p> <p><math>\Delta x, \Delta y, \Delta z</math> = desplazamientos en cada eje</p> <p><math>\theta_x, \theta_y, \theta_z</math> = momentos alrededor de cada eje</p> <p>Mecanismo de corredera</p>  <p>No existen <math>\Delta x, \Delta z, Mx, My, Mz</math>.</p>	Mediante el principio de corredera limitar los grados de libertad de la cuchilla	 <p>corredera</p>

Tabla 3 - 10 Función principal sistema "C"

Gracias a las relaciones de forma, la estructura funcional sólo consta de dos sub-funciones, evitando así poner muchos elementos extras en el sistema, de esta forma la descomposición funcional se muestra a en la tabla 3-11:

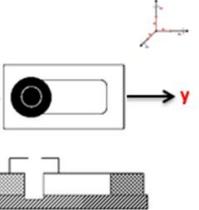
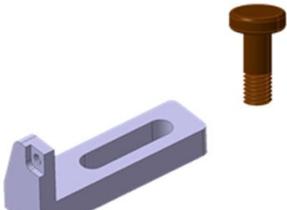
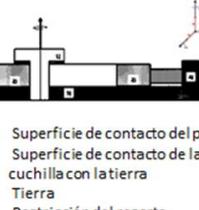
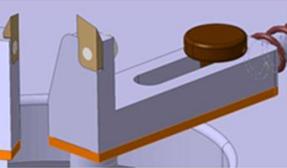
Funciones secundarias	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Restringir los desplazamientos en los ejes "x" y "z"		Mediante el canal de la corredera se limita el movimiento a un solo eje	
Restringir los momentos Mx y Mz	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Superficie de contacto del perno</li> <li>2) Superficie de contacto de la cuchilla con la tierra</li> <li>3) Tierra</li> <li>4) Restricción del resorte</li> </ol>	Mediante la superficie de contacto de la cabeza del perno y las demás restricciones existentes se impide el giro alrededor de los ejes	

Tabla 3 - 11 Descomposición sistema "C"

**D) Sistema de soporte y movimiento de componentes de corte**

Este sistema tiene como objetivo, contener tanto a los componentes que realizan el corte (cuchillas), como a los demás elementos que interactúan en este proceso, como se observa en la tabla 3-12. El término contener involucra también el hecho de protegerlos de alguna forma de una posible interacción del medio exterior con estos.

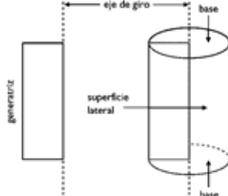
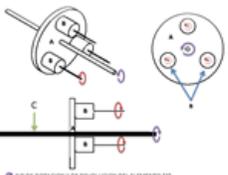
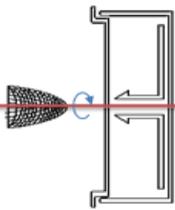
FUNCIONES PRINCIPALES	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
CONTENER Y PROTEGER TODOS LOS COMPONENTES DE CORTE Y GENERAR UN MOVIMIENTO DE CONJUNTO	<p>El elemento que realiza la función estará sometido a rotación, de tal forma que se busca un sólido que comparta su eje de simetría con su eje de revolución:</p> <p>Sólidos de revolución:</p>  <p>Eje de giro de elementos excéntricos:</p>  <p>Los sólidos de revolución A y B están unidos, por lo tanto aunque sus ejes de giro son diferentes comparten el mismo eje de rotación "C"</p>	<p>De acuerdo con las relaciones de forma, es indispensable mantener balanceado el sistema, de esta forma se mantiene un solo eje de rotación entre todas las piezas.</p> <p>Y se utiliza un sólido de revolución como la forma más óptima de contener a los componentes.</p>	

Tabla 3 - 12 Funciones principales sistema "D"

De igual manera, como se propuso a nivel conceptual, asociar la forma de operación con las relaciones de forma adecuadas para ejecutar las funciones correctamente, ya que este elemento no solo debe contener y proteger, si no también permitir el funcionamiento del sistema de corte, de tal manera que el sistema puede incluir no solo una relación de forma si no también una relación de operación con los demás componentes, como la que se indica en la tabla 3-13.

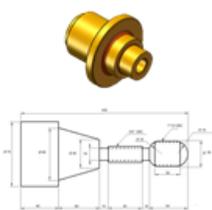
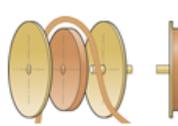
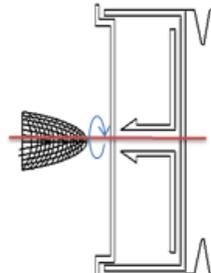
continuación...	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
GIRAR	<p>Elemento que pueda ser creado como un sólido de revolución, que salga de la misma pieza anterior.</p>  <p>Forma eficiente de transmitir el movimiento de dos elementos separados por una distancia considerable</p> 	<p>Se mantiene un sólido de revolución acoplado al anterior de tal forma, la polea es la mejor opción, pues mantiene el mismo eje de rotación</p>	

Tabla 3 - 13 Funciones Principales Sistema "D" – (continuación)

Los principios de solución propuestos dependen de otros elementos que puedan hacer que las funciones principales se realicen, la estructura funcional, mostrada en la figura 3-52 presenta las funciones secundarias atribuidas a la primera función principal, y complementada con la segunda función principal que se mostró en la tabla 3-13.

**¿Como realizar este principio de solución?**

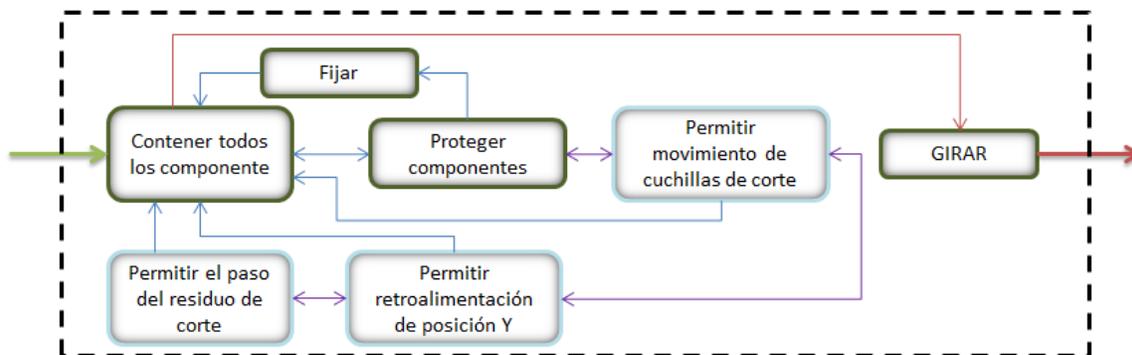


Figura 3- 52 Estructura del sistema "D"

Como complemento de esta estructura se presentan la descomposición funcional de la primera de las funciones principales en la tabla 3-14:

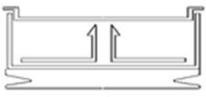
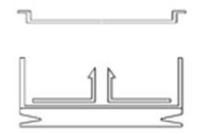
Funciones secundarias	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Contener componentes		Soportar los componentes tal que puedan tener un movimiento en conjunto.	
Proteger los componentes		Superficie que evite la interacción directa de los componentes con el exterior	

Tabla 3 - 14 Descomposición del sistema "D"

Como se pudo observar en la estructura funcional de la figura 3-52, existen tres funciones que se acoplan (recuadros azules), esto por que las relaciones de forma y funcionamiento determinan la redundancia de la misma función en diferentes componentes, por lo que se estableció que con un solo elemento se cumplan las funciones, esto se muestra en la tabla 3-15:

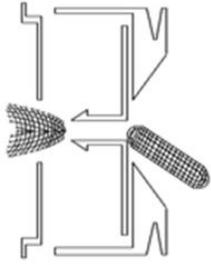
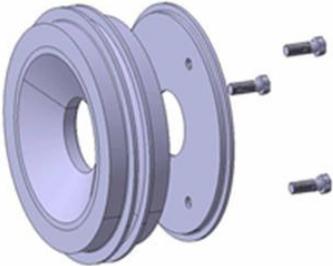
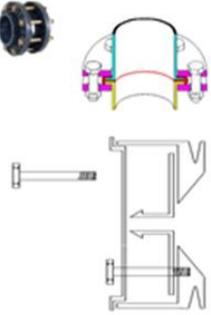
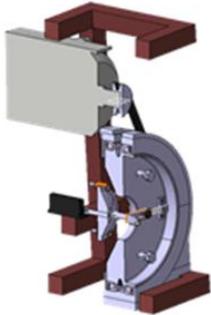
Continuación...	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
<p>Funciones acopladas</p> <p>Permitir movimiento de cuchillas y paso de residuo</p> <p>Permitir paso de residuo</p> <p>Permitir retroalimentación</p>		Cavidad que permite el paso del residuo que queda de la mazorca	
Fijar		Agregar restricciones de movimiento, uniendo dos componentes tal como sucede en una brida o cople, utilizando pernos como elementos de unión.	

Tabla 3 - 15 Descomposición Funcional del sistema "D" – (continuación)

**E) Sistema de control de profundidad de las cuchillas**

Si bien la información a cerca de la profundidad de corte de las cuchillas se recibirá del SPCC, es el deber de este sistema el proveer de los mecanismos adecuados para poder transformar y direccionar la información directamente al sistema de corte y además lograr la retroalimentación del sistema en cada posición.

Tal como se observo en la etapa conceptual, la creación de esta propuesta fue a través de un camino que las ideas siguieron y en el cual evolucionaron para llegar a la propuesta conceptual de este sistema, sin embargo existen todavía algunas faltantes, es decir, funciones todavía no definidas apropiadamente, las cuales se desglosarán a continuación, como primera parte se presenta la tabla 3-16, la cual es la descomposición de la función principal del sistema:

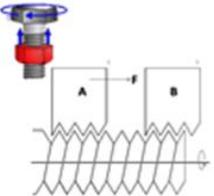
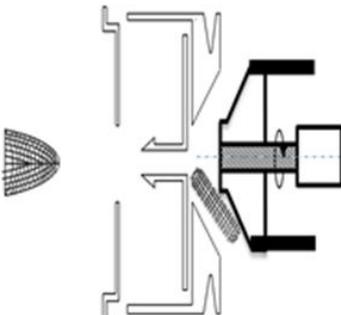
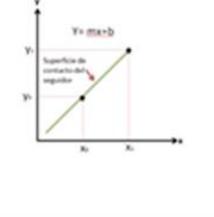
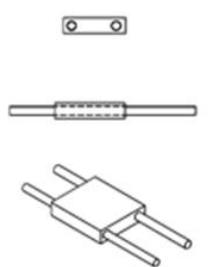
Funciones principales	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Transmitir movimiento en el eje longitudinal (x)		<p>Se requiere producir un torque en el tornillo tal que genere una fuerza:</p> $F > F_R$ <p>Donde :</p> <p><math>F_R</math> es la fuerza del resorte.</p>	
Convertir el movimiento longitudinal(x) en movimiento transversal (y)		<p>Al utilizar una superficie que está regida por la curva <math>Y = mx + b</math>, tenemos que para cada punto que se encuentra en la curva, corresponde un valor de abscisa "x" y ordenada "y" de tal forma que la posición "y" se puede controlar</p>	
Guiar/restringir el movimiento de forma unidireccional		<p>Mediante guías/postes se pretende restringir el movimiento en una sola dirección.</p>	

Tabla 3 - 16 Funciones principales sistema "E"

Las funciones principales arrojan un principio de solución general del sistema, sin embargo la segunda función principal se descompone en 5 funciones secundarias las cuales cumplen con el mismo objetivo, pero resolviendo inconvenientes a un nivel más profundo, el cual se plasma en la estructura funcional en la figura 3-53 que muestra a como se llega a este principio de solución:

¿Como realizar este principio de solución?

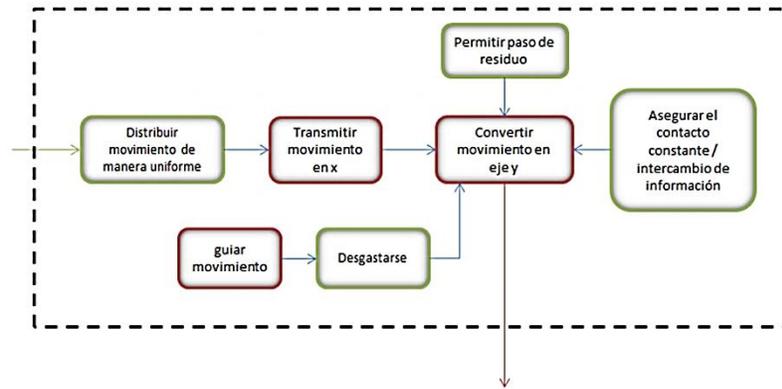


Figura 3- 53 Estructura del sistema "E"

En la descomposición funcional se desarrollan cada una de las funciones (verde) de la estructura mostrada en la figura 3-53. La tabla 3-17 muestra dos funciones secundarias, las cuales complementan el flujo de funciones en la estructura funcional y complementan al sistema.

Funciones secundarias	EFFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
permitir paso del residuo		Espacio que permite el paso del residuo a través del sistema ( relación de forma)	
asegurar el contacto constante		Utilizar el principio de leva-seguidor para garantizar un intercambio de información constante durante el proceso.	

Tabla 3 - 17 Descomposición del sistema "E"

En la tabla 3-18, se establece la manera en que el movimiento debe ser distribuido al elemento leva, puesto que este movimiento debe ser proporcionado de tal forma que el sistema no se desbalancee o existan cargas que hagan que el funcionamiento del sistema no sea adecuado, en el caso particular de esta sub-función, debe proveer de un principio de solución el cual distribuya las fuerzas generadas por el movimiento.

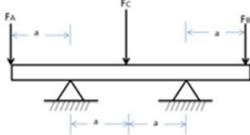
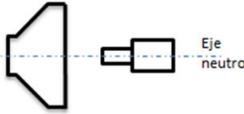
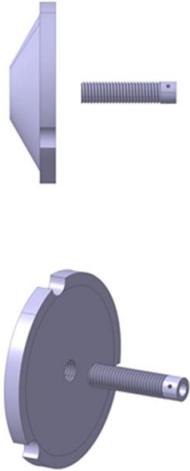
Continuación...	EFFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Distribuir el movimiento de manera uniforme	<p>El momento generado por <math>F_c</math> es se debe equilibrar con los momentos que generan <math>F_A</math> y <math>F_B</math> respectivamente, de esta manera:</p>  <p><math>M = a \cdot F_A + a \cdot F_B - a \cdot F_c</math></p> <p>Tenemos que:</p> <p><math>F_C = F_A + F_B</math></p>	<p>Al desplazar la leva, se generan momentos respecto de los pivotes, al colocar la fuerza sobre el eje de giro de la leva anulamos los momentos que se puedan presentar en los pivotes</p> 	

Tabla 3 - 18 Descomposición del sistema "E" – (continuación I)

Por último se tiene la tabla 3-19 donde se desarrolla la última función secundaria del sistema.

Continuación...	EFFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Desgastarse		<p>Absorber el desgaste provocado por el movimiento relativo entre la leva y las guías, mediante una superficie de menor dureza respetando las relaciones de forma que rigen a los dos componentes en cuestión</p>	

Tabla 3 - 19 Descomposición del sistema "E" – (continuación II)

En resumen, este sistema se compone principalmente de un elemento tipo leva el cual transmitirá la información que determinará la posición de las cuchillas durante todo el proceso de cortado, pudiendo así variar el parámetro de la profundidad de corte, la curva de la leva es la que determinará la relación que existe entre la posición de la leva a lo largo del eje longitudinal (eje x) y la posición del seguidor en el eje y.

**F) Sistema de transmisión de potencia**

Este sistema obedece a las relaciones de forma y configuración existentes en el prototipo anterior, en donde se tiene un motor de corriente alterna situado en la parte superior del marco de PTR, y se conecta al sistema de corte por medio de una banda, en este caso se realizó una descomposición del sistema original y se estableció su estructura, ya que como requerimiento se acordó no modificar la configuración de forma del prototipo. La descomposición funcional se muestra a en la tabla 3-20:

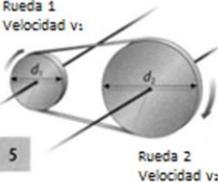
Funciones principales	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Transformación de energía		Utilizar un convertidor de energía, como lo son motores eléctricos	
Transmitir par	 <p>5</p> $i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• n2 = velocidad de la rueda conducida</li> <li>• n1 = velocidad de la rueda motriz</li> <li>• D1 = diámetro de rueda motriz</li> <li>• D2 = diámetro de rueda conducida</li> </ul> 	Transmitir la energía mecánica generada por el motor a la cabeza de corte sobrellevando la distancia que existe entre los dos componentes, utilizando una transmisión de poleas con relación: $i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$	

Figura 3- 54 Estructura del sistema "F"

Y como parte del desarrollo, se presenta la estructura de estas dos funciones principales en la figura 3-54:

¿Como realizar este principio de solución?

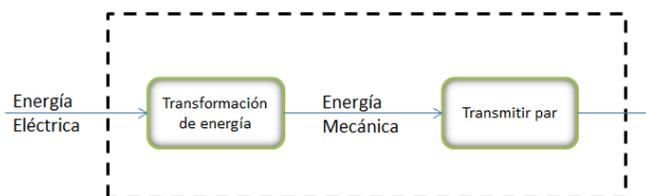


Tabla 3 - 20 Funciones Principales Sistema "F"

### G) Sistema de tierra

El sistema de tierra es de los más importante, éste solo se trata de una sola función, sin embargo ésta tiene repercusión sobre todos los sistemas que se encuentran en el mecanismo, por esta razón solo se mostrará la descomposición de esta función, pues la relación de esta con los demás sistemas se observara en la etapa de la descomposición de las interfaces. De modo que se tiene la tabla 3-21:

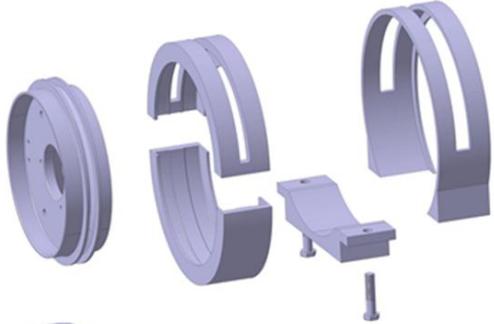
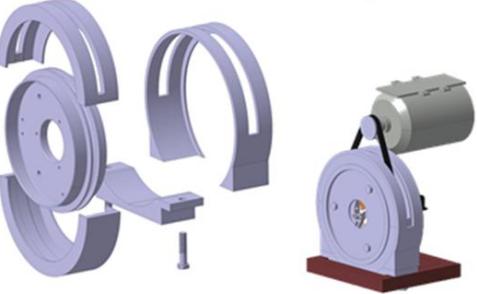
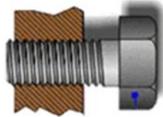
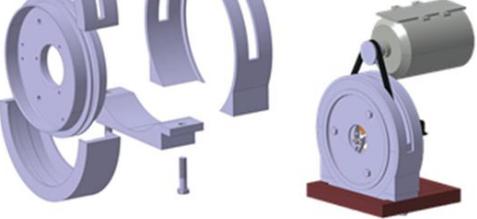
Función principal	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Envolver componentes	Abrazar los componentes conjuntándolos en uno solo unidos, el cual será un componente bipartido que soporte las relaciones de forma. 	Aglomerar los componentes que sufrirán algún movimiento, formando un solo conjunto en el que no exista movimiento relativo.	
Fijar	Limitar las dos partes de la función envolver 	Delimitar el elemento bipartido restringiendo su posición, asemejando a una abrazadera	
Unir		Unir la función fijar a tierra	

Tabla 3 - 21 Función principal del sistema "G"

### 5to nivel.- Descomposición funcional de las interfaces

Como se mencionó antes, existen interfaces cuyo objetivo es establecer una conexión entre dos sistemas, de manera tal, que éstos puedan desarrollar sus tareas de forma adecuada mientras interactúan entre ellos, dejando los problemas de esta interacción a las funciones específicas de cada interfaz de conexión. De igual forma se estableció que estas interfaces serían modeladas como sub-funciones, esto debido a que están un nivel más abajo que los sistemas, de tal forma que las estructuras que se presentarán aquí, en su mayoría tratarán de solamente una función, también se podrá constatar de interfaces complejas con más de una función, o interfaces que están acopladas entre sí debido a los sistemas que conectan.

Por otro lado, al tratarse de descomposición en un nivel bajo, también los elementos que satisfacen las funciones son elementos simples que cumplen funciones simples como son: unir, evitar, desgastarse, transmitir...etc., de tal forma que se vuelve poco productivo tratar de descomponer estas sub-funciones en otro nivel más bajo, por lo que esta es el nivel más bajo de descomposición que este trabajo abarca.

A continuación se desglosan las interfaces que existen entre los sistemas.

#### *Interfaz de conexión entre el sistema de corte (A) y el sistema de posicionamiento inicial (B)*

La sub-función principal de esta interfaz, es conectar el perno que guía el desplazamiento del resorte a la cuchilla de corte como se muestra en la tabla 3-22, el efecto físico que se busca es homologar la función de un elemento de sujeción como lo es un tornillo, su cuerda puede unir dos elementos y alinearlos al mismo tiempo de tal forma, se tiene:

Sub-función principal	Unir la función guiar resorte a la cuchilla de corte		
Funciones secundarias	EFFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Unir		De acuerdo a la relación de aspecto de la función guiar, es una cuerda la que mejor se apega a las características físicas.	

Tabla 3 - 22 Descomposición de la interfaz "A -B"

De esta manera, en la figura 3-55 se muestra la estructura funcional para esta interfaz:

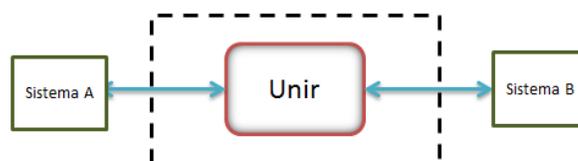


Figura 3- 55 Estructura de la interfaz "A -B"

*Interfaz de conexión entre el sistema de corte (A) y el sistema de soporte y movimiento de componentes de corte (D)*

La interacción de estos dos sistemas se puede lograr aun sin necesidad de una interfaz de conexión, sin embargo, las relaciones de funcionamiento que existen entre éstos, dicta que debe existir un elemento que medie entre los dos, de tal forma que cuando estos interactúen no existan condiciones que mermen, interfieran o impidan una correcta interacción, dicho de otra manera, se trata de dos superficies que estarán en contacto constante mientras se mueven relativamente una respecto a la otra, de esta manera existirá un desgaste entre estas dos superficies, y dada la complejidad geométrica de los elementos en cuestión, hace necesario un elemento de transición que absorba este desgaste, que sea sencillo en cuanto a su geometría e intercambiable y cuya única función sea la de evitar el desgaste de las piezas importantes; por supuesto esta necesidad trae inherentemente la de un componente que se encargue de unir este elemento de desgaste a uno de los sistemas. De tal manera en la tabla 3-23 se tiene:

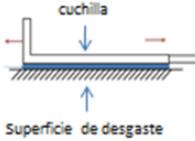
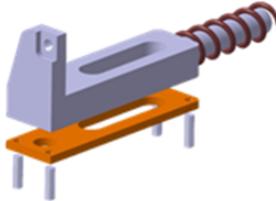
Sub-función principal	Evitar el desgaste de alguno de los componentes del sistema		
Funciones secundarias	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Desgastarse		Proveer de una superficie de un material que de acuerdo a sus propiedades físicas contribuya a que el desgaste ocurra solo en este ultimo	
Sujetar		Utilizar elementos de unión como pernos para sujetar estos componentes	

Tabla 3 - 23 Descomposición de la interfaz "A - D"

De igual manera se muestra en la figura 3-56 la estructura funcional de ésta interfaz de conexión:

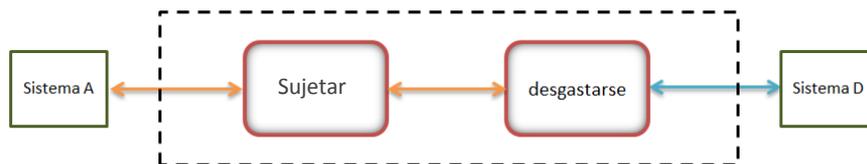


Figura 3- 56 Estructura de la interfaz "A - D"

**Interfaz de conexión entre el sistema de corte (A) y el sistema de control de profundidad de las cuchillas (E)**

Si bien las cuchillas deben realizar la función mas importante de todas, esta no puede ser completada sin el sistema de control de profundidad, para que estos dos sistemas interactúen y puedan funcionar correctamente se necesita de una interfaz de conexión un poco mas compleja, es decir, en donde no solo se utilicen elementos de unión, si no la implementación de algunos principios geométricos para lograr conectar los dos sistemas.

La mejor manera de que los sistemas interactúen es estando lo mas cerca posible, o teniendo la menor cantidad de elementos que los unan, como se desarrolló, el sistema de control de profundidad utiliza el principio de leva para transmitir la información a las cuchillas, para ello se requiere un elemento de conexión entre la superficie de la leva y la cuchilla, esta función de conexión la realiza un componente que actúa como seguidor y que sirve de puente entre estos dos elementos, para completar esta tarea se necesita de proveer a este componente de un elemento que absorba el desgaste que se provocará al estar en contacto siempre el seguidor con la superficie de la leva, así como proveer a este elemento de las características físicas para minimizar el desgaste. De esta manera en la tabla 3-24, se presenta la descomposición funcional de este sub-sistema.

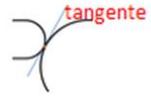
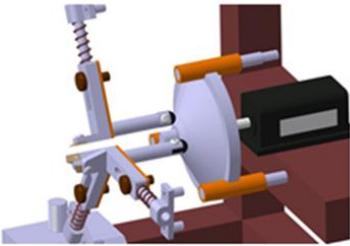
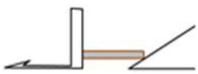
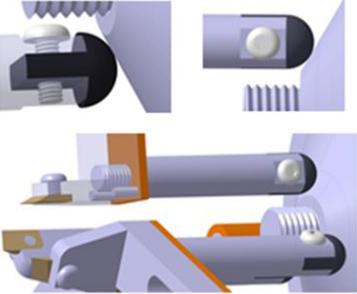
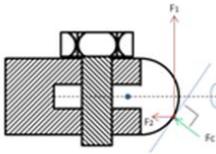
Sub-Función principal	Establecer un elemento de desgaste que contribuya a transmitir el movimiento de la leva a la cuchilla con la menor fricción posible		
Funciones secundarias	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Hacer contacto reduciendo la fricción		Hacer contacto utilizando una superficie esférica que logre un contacto tangencial reduciendo así la fricción a solo ese punto específico donde ocurre el contacto	
Transmitir el movimiento ala cuchilla		Puente que realice la conexión de los componentes evitando interferir con los demás	
Unir		Unir el elemento de conexión (puente) a la cuchilla de corte	
Desgastarse	 Donde: F1 y F2 son las proyecciones de la fuerza de contacto Fc.	Elemento que por sus propiedades físicas su función es sufrir un desgaste y por sus propiedades geométricas interactúa con las fuerzas que se presentan sin que estas interfieran con su función.	
Sujetar	F3 es la fuerza debido a la fricción la cual causa un momento con respecto al eje neutro del elemento de desgaste	Sujetar elemento de desgaste al puente	

Tabla 3 - 24 Descomposición de la interfaz "A - E"

De igual manera que las anteriores, esta estructura funcional se presenta en la figura 3-57, la cual muestra como interactúan estas funciones y los sistemas.

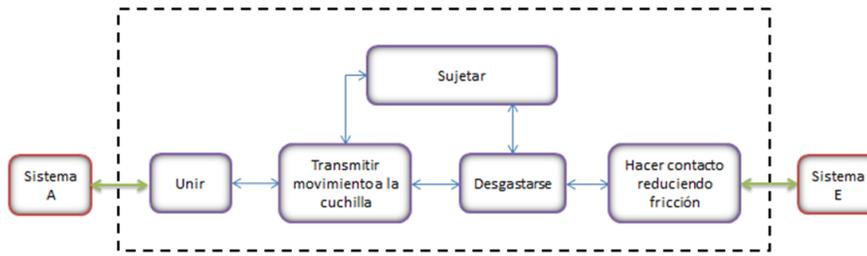


Figura 3- 57 Estructura de la interfaz "A -E"

**Interfaz de conexión entre el sistema de posicionamiento inicial (B) y el sistema de soporte y movimiento de componentes de corte (D)**

El sistema de posicionamiento inicial utiliza un resorte para mantener las cuchillas en una posición inicial aun cuando esta en movimiento y éstas están afectadas por la fuerza centrífuga, sin embargo, este resorte actúa en conjunto con un elemento que entre otras funciones restringe su movimiento, de tal forma que para que este elemento funcione correctamente necesita estar anclado a tierra, en este caso a la cabeza de corte y esta es la función principal de esta interfaz. La tabla 3-25 muestra la descomposición funcional de la interfaz.

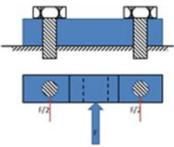
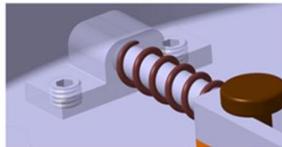
Sub-función principal	Unir al elemento que restringe el movimiento del resorte a la cabeza de corte		
Funciones secundarias	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Unir		Anclar el porta resorte a la cabeza de corte distribuyendo las fuerzas en dos puntos de apoyo o pernos	

Tabla 3 - 25 Descomposición de la interfaz "B -D"

De igual manera la figura 3-58 muestra su estructura funcional

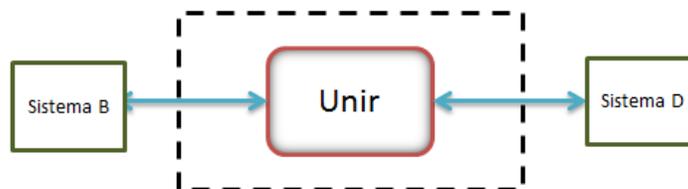


Figura 3- 58 Estructura de la interfaz "B -D"

**Interfaz de conexión entre el sistema de soporte de componentes de corte (D) y el sistema de dirección del desplazamiento lineal de las cuchillas (C)**

El sistema de dirección del desplazamiento lineal de las cuchillas utiliza una corredera para limitar a un eje el movimiento de las éstas, la corredera esta compuesta en conjunto de una ranura que posee la cuchilla y un perno, este perno debe de ir a su vez anclado a la cabeza de corte, y esa es la función de esta interfaz, como se muestra en la tabla 3-26:

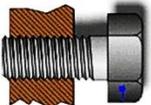
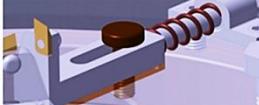
Sub-función principal	Unir el perno guía al sistema que contiene a las cuchillas		
Funciones secundarias	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
unir		Utilizar una rosca como medio de unión entre estos dos componentes.	

Tabla 3 - 26 Descomposición de la interfaz "D -C"

Por su parte la estructura funcional se muestra enseguida en la figura 3-59.

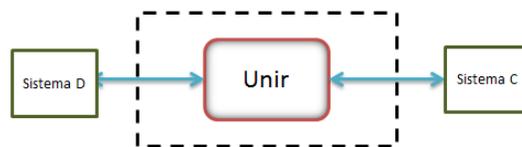


Figura 3- 59 Estructura de la interfaz "D - C"

**Interfaz de conexión entre el sistema de soporte u movimiento de componentes de corte (D) y el sistema de tierra (G)**

Esta interfaz de conexión es crucial para el funcionamiento de todo el sistema, la cabeza de corte, que en esencia es el sistema de soporte y movimiento de componentes de corte, debe estar aterrizada, pero no solo eso, debe también permitírsele el giro para que el mecanismo funcione, de esta forma, las sub-funciones principales de esta interface son: componente a tierra y resolver el problema del desgaste que existe por las relaciones de contacto entre los componentes, en el entendido que de esta manera todos los demás elementos que este contiene estarán por ende conectados a tierra y se evitará la sustitución de piezas importantes cuando se efectúen tareas de mantenimiento.

La función de conexión se debe realizar con un elemento de rodadura, el cual además de absorber las cargas inherentes del sistema como el peso de los elementos, también debe absorber las cargas axiales que se presentan en el sistema. Mientras tanto la función de desgaste se debe realizar con elementos comerciales cuya función principal es absorber desgaste y además que tengan una relación de forma compatible con el sistema, de esta manera los elementos adecuados serán anillos de desgaste. La tabla 3-27 muestra la descomposición funcional de esta interfaz:

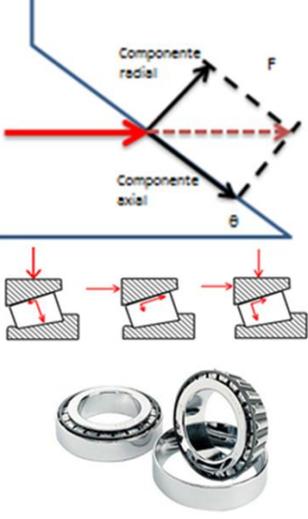
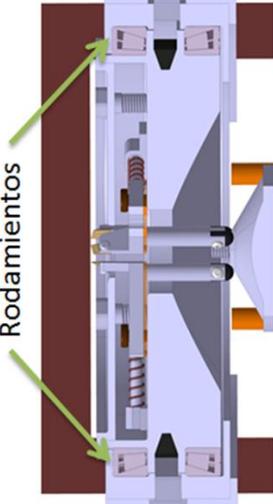
Sub-función principal	Realizar la conexión de los sistemas, permitiendo rotación de uno respecto del otro soportando las cargas axiales y absorbiendo el desgaste.		
Funciones secundarias	EFECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Enlazar		<p>Elemento que permita enlace móvil entre la cabeza de corte y el sistema de tierra absorbiendo las cargas generadas por la acción de corte</p>	

Tabla 3 - 27 Descomposición de la interfaz "D - G"

La figura 3-60 muestra también la estructura funcional de esta interfaz:

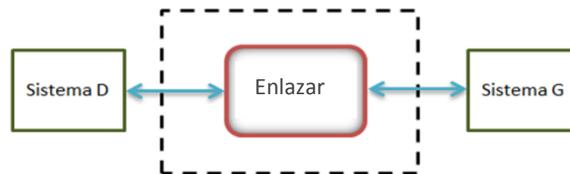


Figura 3- 60 Estructura de la interfaz "D - G"

**Interfaz de conexión entre los sistemas: control de profundidad de las cuchillas (E), tierra (G) y SPCC**

Existe una relación directa entre el sistema de control de la profundidad y el SPCC, mecánicamente el primero de éstos puede funcionar sin ningún problema, aunque en estado optimo es el SPCC el encargado de suministrar los avances necesarios para la autonomía en el control de la profundidad, por lo tanto es necesaria una interfaz de conexión entre estos dos sistemas, y a su vez se tiene la necesidad de aterrizar estos sistemas.

Debido a la relación que existe entre estos dos últimos sistemas la descomposición funcional de estas interfaces se desarrollaran en conjunto en la tabla 3-28, puesto que el principio de solución involucra una medida integral para los tres sub-sistemas.

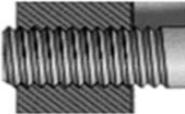
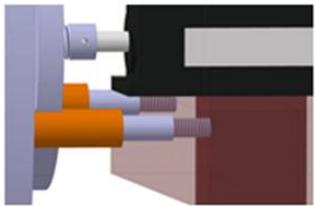
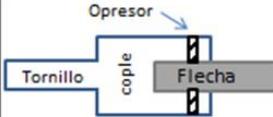
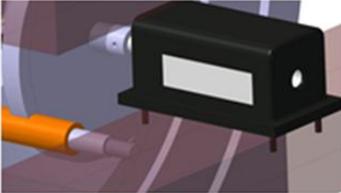
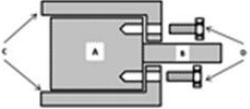
Sub-Función principal	Conectar los componentes del sistema E a el sistema de tierra G		
Funciones secundarias	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	PRINCIPIO DE SOLUCION
Unir guías a tierra		Utilizar una rosca para unir las guías a tierra	
Sub-función principal	Conectar los componentes del sistema E al SPCC		
Funciones secundarias	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	
Unir flecha al tornillo		Transmitir el par de la flecha al tornillo, mediante un acoplamiento rígido con ajuste de interferencia	
Sub-función principal	Conectar el sistema E con el sistema de tierra G		
Funciones secundarias	EFEECTO FISICO	PRINCIPIO FISICO	
Unir motor a tierra		Utilizar elementos de sujeción o adhesión para unir el motor a la bancada	

Tabla 3 - 28 Descomposición de las interfaces "E - G", "E - SPCC", "G - SPCC"

La mejor forma de observar la relación que existe entre estas tres sub-funciones se expone en la figura 3-61, la estructura funcional y la relación que existe entre el SPCC y los sub-sistemas.

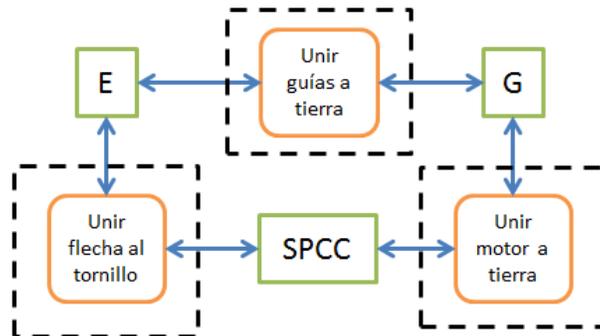


Figura 3- 61 Estructura y relación entre las interfaces "E - G", "E - SPCC", "G - SPCC"

### Estructura funcional del mecanismo

Por último se tiene como resultado una estructura funcional completa que se muestra en la figura 3-62 con los sistemas principales y las interfaces, así mismo se pueden observar todas las funciones, las sub-funciones y la relación que existe entre ellas.

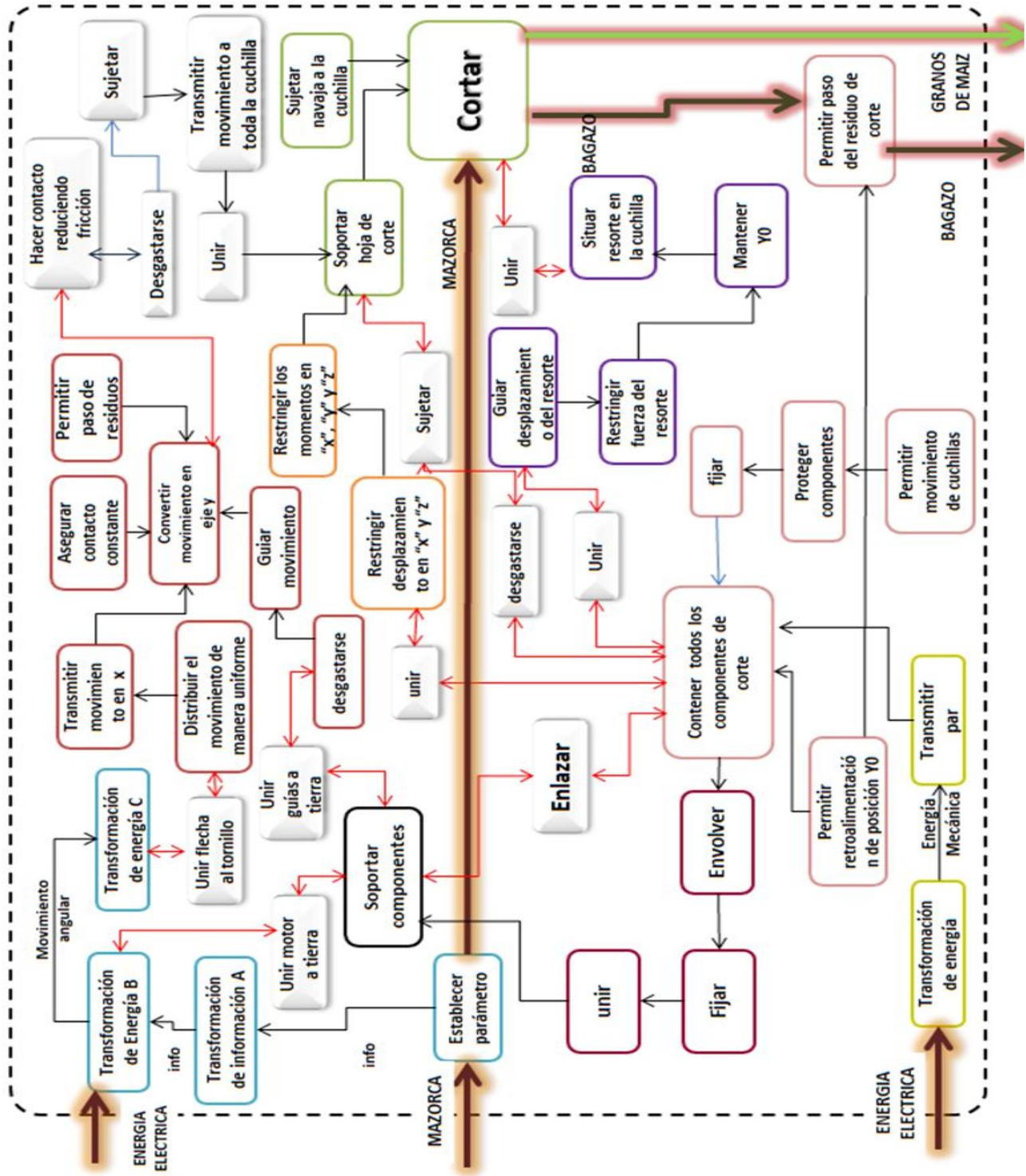
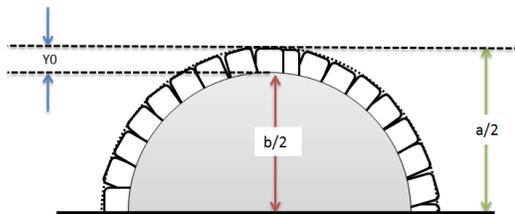


Figura 3- 62 Estructura funcional del mecanismo

## Evaluación

### Determinación de la carrera de las cuchillas

Esta característica se rige por el rango que existe entre el tamaño mínimo de bagazo y el diámetro máximo de una mazorca, de la siguiente manera:



DONDE:

a = diámetro mayor absoluto de mazorca con maíz

b = diámetro menor absoluto de mazorca sin maíz (bagazo)

Figura 3- 63 Diámetros en mazorca de maíz

De tal manera que  $Y0$  será el valor de la carrera de las cuchillas de corte, para lo cual se tiene la ecuación 3-1:

$$Y0 = \frac{a-b}{2} \quad \text{Ec. (3-1)}$$

Para determinar los valores de  $a$  y  $b$ , se realizaron mediciones en un total de 16 mazorcas de maíz cacahuazintle. Como se mostró en la figura 3-29, la mazorca de maíz tiene un diámetro variable por lo que en las mediciones que se realizaron cada mazorca se dividió en tres zonas, esto se puede observar en la figura 3-64.

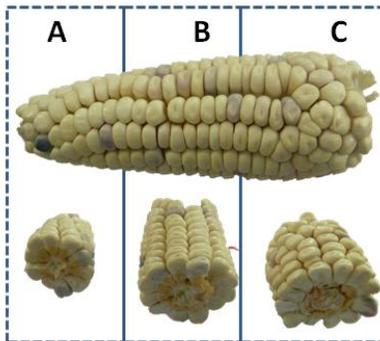


Figura 3- 64 Secciones de una mazorca de maíz cacahuazintle

Se tomaron mediciones de las longitudes correspondientes a un número determinado de granos de maíz de cada una de estas zonas, así como también del diámetro con y sin maíz, entre otras características. La información de las mediciones se vaciaron en una serie de tablas resaltando los valores máximos y mínimos de las características mencionadas, ésta información esta contenida en el anexo E, la tabla 3-29 presenta una comparación de diámetros presentes en la mazorca resaltando los valores de  $a$  y  $b$ .

Nota: todas las medidas están en milímetros.

# de mazorca	D inicio de maiz	D bagazo seccion delantera	D bagazo seccion Media	D bagazo seccion Trasera	Longitudes	Dmayor	Dmedio	Dmenor
1	34.9	19.25	19	21.25	115.7	53.6	50.45	47.8
2	40.4	24	31.45	30	111.7	61	61.2	51.65
3	27.8	24	27.4	26.6	112.6	56.6	55.45	49.4
4	29.6	14	24.8	24	129.4	57	51.6	38
5	35.4	17.2	22.4	21.4	119.25	57	55	50
6	37.9	24.45	23.2	30.45	145.2	64.2	56.6	52.65
7	40	22.4	27.4	26.2	172	58.6	60	41.4
8	36.4	20.65	22.2	24.4	142.15	54.4	49.2	47.8
9	42.2	26	35.4	33	175	65	57	45.6
10	29	18.4	26	24.4	117	57.4	50.4	36.6
11	32.6	18	23.6	20.8	187	60.5	57.2	43.6
12	27	26	23.05	27	175	65.8	63	54.8
13	32	20.2	27.4	22.8	197	50	53	37
14	33.8	22.6	29.25	25.2	185	58.05	56.2	46.05
15	33.95	16.8	24.4	21.6	189	58.25	58	39.2
16	32.8	14.8	22.6	17.05	196	55.05	48.4	39.25
Maximos	42.2	26	35.4	33	197	65.8	63	54.8
minimos	27	14	19	17.05	111.7	50	48.4	36.6

Tabla 3 - 29 Mediciones en mazorcas de Maíz cacahuazintle

De esta tabla se tiene que:

El valor de  $a=65.8$  por su parte  $b=14$ , sustituyendo estos valores en la ecuación 3-1 se tiene que:

$$Y_0 = 25.9 \text{ mm}$$

Se tomo en consideración que el valor mínimo ( $Y_1$ ) para el radio de giro será el diámetro del bagazo de una mazorca, es decir, la distancia que existirá entre el eje de giro de las cuchillas y su valor de cota  $Y_0 = 0$ . Cuando  $Y_0$  sea igual a 25.9 entonces se alcanzara un valor de cota  $Y_2 = 32.9$  el cual será el radio de giro máximo para la cuchilla de corte como se muestra en la figura 3-65:

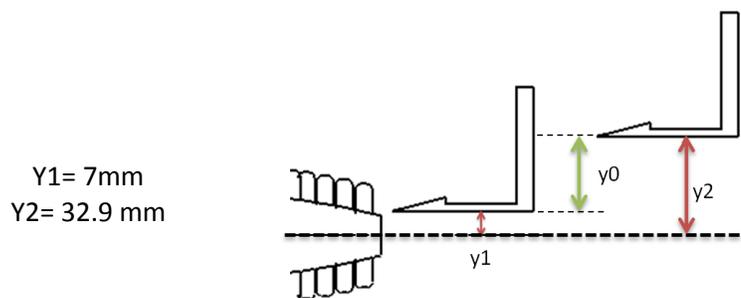


Figura 3- 65 Profundidad de corte de cuchillas

De igual manera para determinar el valor máximo de la masa de una mazorca, se realizaron mediciones en 25 mazorcas de maíz cacahuazintle, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Valor mínimo absoluto = 55.7 gr

Valor máximo absoluto= 209 gr, el cual se utilizara en el análisis de fuerzas.

La información completa de las mediciones se encuentran en el anexo E.

### Análisis de fuerzas

De acuerdo al funcionamiento del mecanismo, se presenta en la figura 3-66 el siguiente diagrama de cuerpo libre.

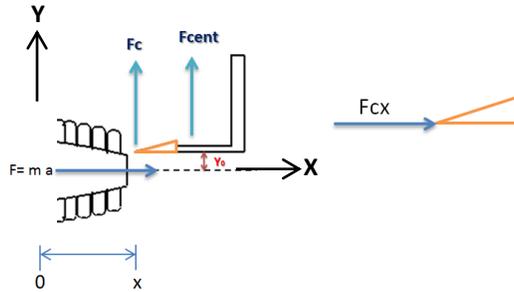


Figura 3- 66 Análisis de fuerzas

De tal forma se tiene:

$$FR = Fc + Fcent \quad \text{Ec. (3-2)}$$

Como la fuerza de corte se ejerce a lo largo del eje x, en primera instancia no existe una componente en el eje y por lo tanto

$$Fc = fcx \quad \text{Ec. (3-3)}$$

Sin embargo, al estar unida la cuchilla de corte a la leva, esta componente se transmite hacia esta última y genera otra descomposición de fuerzas como se observa en la figura 3-67:

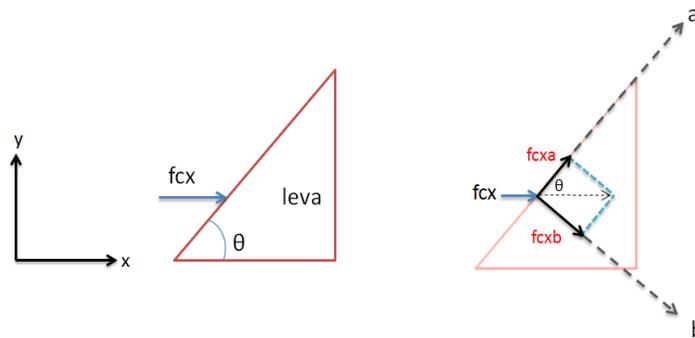


Figura 3- 67 Descomposición de fuerzas

Donde:

$\Theta$  = es el ángulo de la leva respecto al eje x

a,b = ejes del nuevo sistema de coordenadas

La fuerza  $fcx$  se descompone entonces en sus proyecciones sobre los ejes  $a$  y  $b$  en  $fcxa$  y  $fcxb$  respectivamente, tal y como se observa en la figura 3- 68 la componente  $fcxb$  se dirige hacia dentro de la leva por lo que se desprecia, mientras que la componente  $fcxa$  se proyecta en el eje coordenado  $x,y$ , para obtener sus proyecciones las cuales serán las componentes de la fuerza  $fcx$ , esto se muestra en la figura 3-68, enseguida:

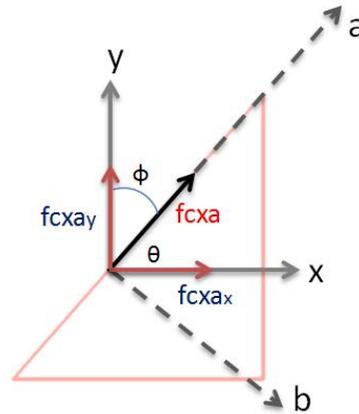


Figura 3- 68 Proyección en el sistema  $xy$

De igual manera que la componente  $fcxb$ ,  $fcxa_x$  se dirige hacia dentro de la leva, por lo tanto, se descarta, por lo que la componente  $fcxa_y$  será la única componente que resulta de la fuerza  $fcx$ , es decir:

$$fcx = fcxa_y$$

Por lo tanto la ecuación 3-2 se describe:

$$FR = Fcent + Fcxa_y \quad \text{Ec. (3-4)}$$

De la figura 3-67 se tiene:

$$fcxa = fcx \cos \theta \quad \text{Ec. (3-5)}$$

De la figura 3-68 se tiene:

$$fcxa_y = fcxa \cos \phi \quad \text{Ec. (3-6)}$$

Sustituyendo 3-5 en 3-6 se tiene:

$$fcxa_y = fcx \cos \theta \cos \phi \quad \text{Ec. (3-7)}$$

Finalmente la ecuación 3-2 se puede escribir de la siguiente manera:

$$FR = Fcent + Fc \cos \theta \cos \phi \quad \text{Ec. (3-8)}$$

### **Fuerza de corte ( $F_c$ )**

Es la fuerza con la que la mazorca de maíz encara la cuchilla de corte, es decir, la mazorca parte de un estado de reposo hasta llegar al encuentro con las cuchillas, en este punto la mazorca tiene una fuerza implícita ( $F_m$ ) debido a su masa ( $m_m$ ) y aceleración ( $a_m$ ), esta será:

$$F_m = m_m a_m \quad \text{Ec. (3-9)}$$

También se tomo en cuenta una fuerza de empuje ( $F_e$ ) la cual puede ser provista por un humano o por un mecanismo. La fuerza máxima ejercida por un trabajador en instalaciones industriales es de 50 kg [14] de tal manera:

$$F_e = 490.5 \text{ N}$$

La fuerza corte será entonces

$$F_c = F_m + F_e \quad \text{Ec. (3-10)}$$

Para determinar  $F_m$  se resolverá la ecuación 3-9. utilizando valor de masa máximo de la mazorca que se obtuvo anteriormente, tomando en cuenta que la mazorca parte de una posición en reposo y alcanza una velocidad previa al corte ( $v_f$ ) de 1 m/s, recorriendo una distancia de 0.1 metros desde su posición inicial. De tal forma que el sistema queda:

$$a_m ds = v dv$$

$$a_m \int_0^{0.1} ds = \int_0^1 v dv$$

$$a_m = 5 \frac{m}{s^2}$$

La fuerza de la mazorca será:

$$F_m = (0.209 \text{ kg}) \left( 5 \frac{m}{s^2} \right)$$

$$F_m = 1.045 \text{ N}$$

De tal forma la ecuación da como resultado:

$$F_c = 490.5 + 1.045$$

$$\mathbf{F_c = 492 \text{ N}}$$

## Diseño de elementos

### *Navaja de corte*

Este elemento, mostrado en la figura 3-69 tiene la función de separar el grano de maíz de la mazorca, el material que se propone para este elemento es Acero AISI A2. (La hoja de especificación de este material, así como de los subsecuentes se encuentran en el anexo F). El ángulo corte es de  $25^\circ$ , el ángulo de incidencia es de  $15^\circ$  y tiene una masa de 3 gr.



Figura 3- 69 Navaja de Corte

Nota: los planos de los elementos se encuentran en el anexo G

### *Cuchilla de corte*

Se muestra en la figura 3-70, este elemento acopla muchas funciones entre las que destacan, contener la navaja de corte, transmitirle el movimiento de corte y el de profundidad, el material propuesto es Acero AISI 1020 y tiene una masa de 100 gr.

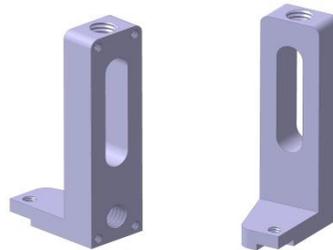


Figura 3- 70 Cuchilla de corte

### *Placa de desgaste*

Este elemento se muestra en la figura 3-71, su función es absorber el desgaste que genera por el movimiento de la cuchilla contra la cabeza de corte. El material corresponde a cojinetes de deslizamiento en seco de la empresa SKF y consta de un refuerzo de acero con recubrimiento de bronce sinterizado, relleno poroso y recubrimiento de teflón (la hoja de especificaciones del material así como sus características están contenidas en el anexo H), tiene una masa de 20 gr.



Figura 3- 71 Placa de desgaste SKF

### *Puente a la leva*

Se muestra en la figura 3-72 su función es transmitir la información de profundidad de corte que dicta la posición de la leva a la cuchilla de corte. El material propuesto es Acero AISI 1020 y tiene una masa de 50 gr.



Figura 3- 72 Puente de la leva

### *Esfera Seguidora/ desgaste*

Se muestra en la figura 3-73 y su función es absorber el desgaste debido al movimiento relativo entre el puente y la leva, el material propuesto es Acero AISI 4118, tiene una masa de 7 gr.



Figura 3- 73 Esfera Seguidora / desgaste

### *Perno guía de resorte*

Se muestra en la figura 3-74, y su función es limitar el desplazamiento del resorte en otra dirección que no sea la de trabajo. El material es Acero AISI 1020 y tiene una masa de 20 gr.

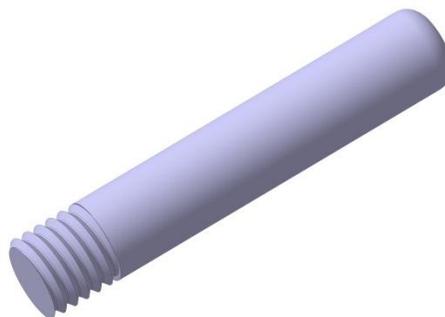


Figura 3- 74 Varilla de resorte

### Resorte de compresión

Para hacer el cálculo del resorte se necesita resolver la ecuación 3-8, pues esta fuerza será la que el resorte tenga que soportar antes de cambiar su longitud debido a la acción de la leva. Como se puede ver, es necesario primero calcular la fuerza centrífuga.

#### Fuerza centrífuga ( $F_{cent}$ )

Para el cálculo de la fuerza centrífuga, se tiene que:

$$F_{cent} = m_c a_{nc} \quad \text{Ec. (3-11)}$$

De esta ecuación se tiene que ( $m_c$ ) es la masa del conjunto de elementos que se expusieron anteriormente, este conjunto sufre una aceleración normal o centrífuga ( $a_{nc}$ ) y para el cálculo de esta última se utilizará el valor de la velocidad de corte ( $V_c$ ) el cual de acuerdo a [8] es 1.8 m/s.

De esta forma se tiene que la masa del conjunto de la cuchilla y los demás elementos  $m_c = 0.2$  kg, mientras que para  $a_{nc}$  se tiene:

$$a_{nc} = r_{gm} \omega^2 \quad \text{Ec. (3-12)}$$

$$\omega = \frac{V_c}{r_{gc}} \quad \text{Ec. (3-13)}$$

De tal manera que la fuerza centrífuga será:

$$F_{cent} = \frac{m_c V_c^2}{r_{gc}} \quad \text{Ec. (-14)}$$

Donde  $r_{gc}$  es el radio de giro de la cuchilla, este varía de  $Y_1$  hasta  $Y_2$ , en este caso cuando el resorte este totalmente alargado tendrá que soportar la fuerza centrífuga que se genera en:

$$r_{gm} = Y_1 = 0.007 \text{ m}$$

Por lo tanto la fuerza centrífuga será:

$$F_{cent} = \frac{(0.2 \text{ kg})(1.8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{0.007 \text{ m}}$$

$$F_{cent} = 90.72 \text{ N}$$

Finalmente se resuelve la ecuación 3-2 para un ángulo de leva  $\theta = 60^\circ$

$$FR = 90.72 \text{ N} + 492 \cos 60^\circ \cos 30^\circ$$

$$FR = 304 \text{ N}$$

### Elección del resorte

La función de este elemento es soportar la fuerza que se genera debido a la fuerza centrífuga y a la fuerza de corte, de tal forma que este elemento se comprima solo mediante la acción de otra fuerza que rompa el equilibrio que habrá entre la FR y la fuerza del resorte. De acuerdo al procedimiento de diseño de un resorte helicoidal para servicio dinámico [15] el resorte se calculó y escogió tomando en cuenta el siguiente enunciado:

El resorte trabajaría sobre una varilla  $D = 8\text{ mm}$ , soportando una carga dinámica que va de los 19 N hasta los 303 N, esto de acuerdo a la variación de la fuerza centrífuga respecto del radio, y la fuerza de corte; con una longitud libre (L0) no mayor a 45 mm y una altura solida (LS) que no supere los 18 mm. Tomando en cuenta que los extremos serán a escuadra y esmerilados el resorte que se seleccionó y sus características físicas relevantes se presentan en la figura 3-75.

Características	
Longitud sólida	11.8 mm
Longitud libre	41.402 mm
Número de espiras activas	6.3
Paso	6.07 mm
K	11.7 N/mm



Figura 3- 75 Resorte de compresión

El material del resorte es alambre de piano ASTM A228 (Ver anexo F) de 1.6 mm de diámetro.

### Topo de resorte

Este componente, que se observa en la figura 3-76 se utiliza para restringir el resorte y la dirección del desplazamiento de la cuchilla, el material es Acero AISI 1020.

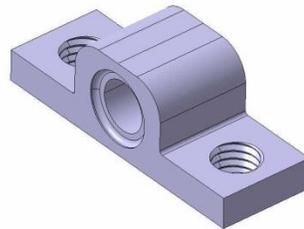


Figura 3- 76 Topo de resorte

### ***Poleas de transmisión***

El cálculo de las poleas de transmisión esta ligado a la velocidad de corte ( $V_c$ ) de tal forma que se utilizará un radio de giro ( $r_{gc}$ )= 7 mm para calcular las revoluciones por minuto que se necesitan para ostentar la velocidad de corte establecida.

Entonces:

$$\omega = \frac{V_c}{r_{gc}}$$

$$\omega = \frac{\left(1.8 \frac{m}{s}\right)}{0.007 m} = 257 \frac{rad}{s}$$

$$\omega = 2454 \text{ RPM}$$

De esta forma para un motor que gira a 3600 RPM la razón de transmisión será:

$$n = \frac{3600}{2454} = 1.46$$

Ya que en la cabeza de corte se tiene la polea conducida con un diámetro nominal de 260 mm entonces el diámetro de la polea conductora, la cual se acoplara el motor, será:

$$D_{Polea\ conductora} = \frac{0.260m}{1.46} = 0.178 m$$

La correa en V que se utilizara será comercial 5V con un largo efectivo de 1.243 m.

### ***Cabeza de corte y sistema de potencia***

Este conjunto comprende la cabeza de corte, la polea del motor y la banda en V. El material de la cabeza y poleas es Acero AISI 1020 y se presentan en la figura 3-77.



Figura 3- 77 Arreglo de Poleas y banda V

### *Leva de profundidad, guías, bujes u tornillo de transmisión.*

Estos elementos mostrados en la figura 3-78, se encargan de transmitir la información de la profundidad de corte mientras guían el desplazamiento de la leva y absorben el desgaste, el tornillo de transmisión esta hecho de latón, el cual al girar, y dadas las especificaciones de la cuerda, hará mover la leva, la cual tiene una pendiente  $60^\circ$  en la superficie de contacto con el seguidor transmitiendo así una posición a la cuchilla, el material es Acero AISI 4118, mientras que el material de los bujes es Latón, y el de las guías es Acero AISI 1020.

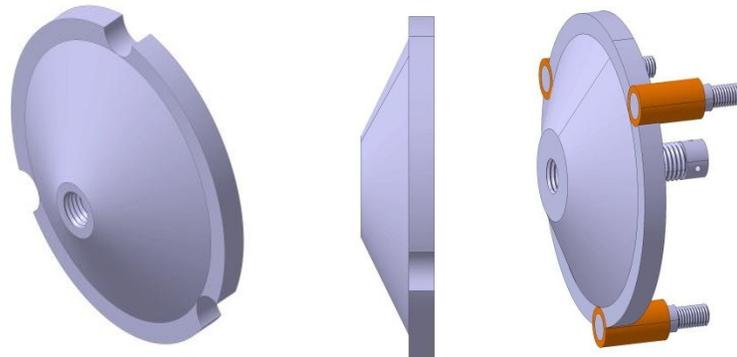


Figura 3- 78 Arreglo de Leva, guías, bujes y tornillo

### *Ensamble de Bancada y tapa de la cabeza de corte*

Este conjunto de elementos tiene como función soportar a todos los demás sistemas, protegerlos y conectarlos a tierra, integrándolos con la estructura del primer prototipo de máquina construida siguiendo las restricciones de forma de éste. El ensamble de observa en la figura 3-79 el material de todos estos es Acero AISI 1020.

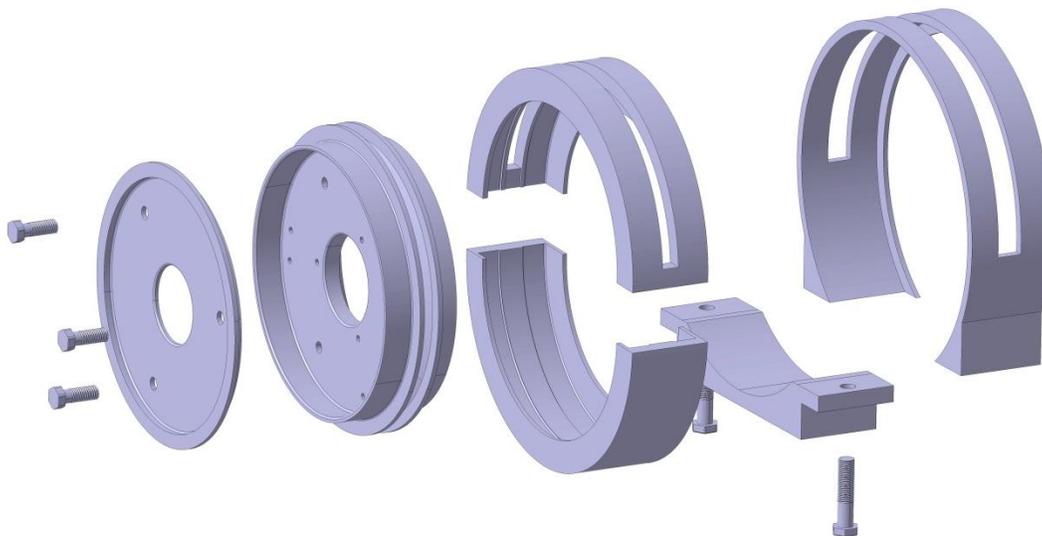


Figura 3- 79 Arreglo de Tapa de cabeza de corte y bancada

### Elementos críticos

#### Perno guía de cuchilla

Uno de los elementos críticos del sistema es el perno guía de cuchillas, ya que debe restringir el movimiento de las cuchillas mientras están realizando la acción de corte, de tal manera que este elemento esta sometido a cargas como se muestra la figura 3-80

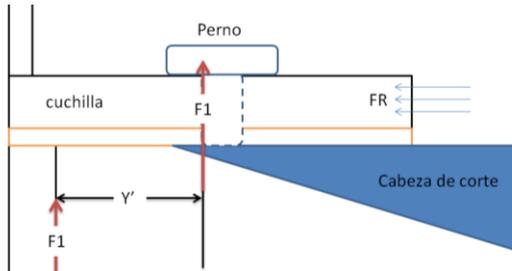


Figura 3- 80 Cargas en el perno

Donde:

F1 es la fuerza debido al desplazamiento de la leva  
FR es la fuerza del resorte en un estado inicial

De tal manera se tiene:

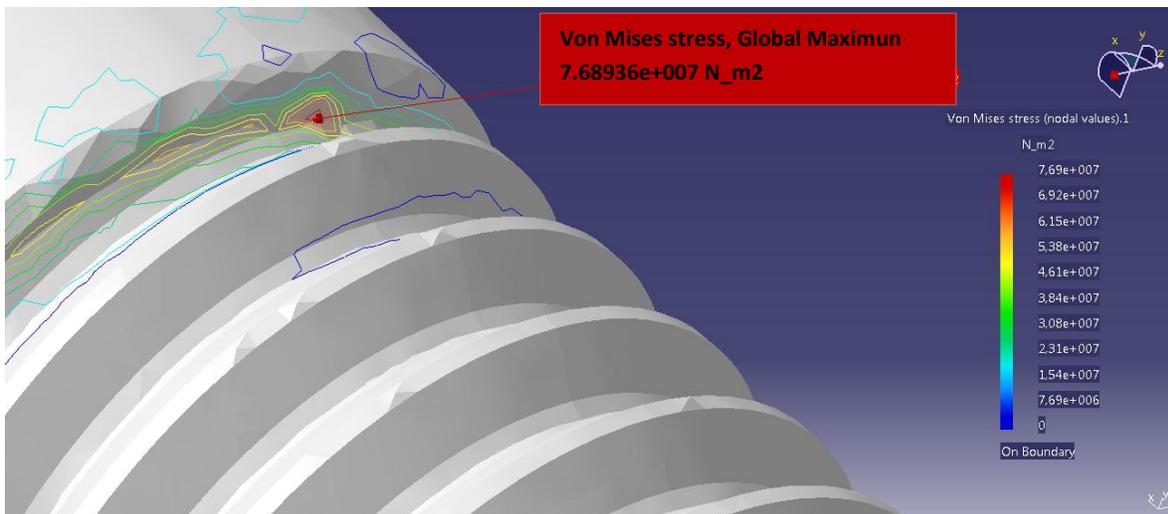


Figura 3- 81 Análisis de elemento finito del perno, Catia V5.19.

De esta forma el esfuerzo máximo que se presenta en el perno es de 76.89 MPa, el factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{247}{76.89} = 3.212$$

De tal manera que el elemento se desempeñara de buena manera.

### Pernos del tope de resorte

La función de estos elementos es soportar las fuerzas que recibe el tope de resorte debido a la acción de corte, la fuerza máxima que se presentara en este sistema es FR la cual se calculó anteriormente. Los resultados se presentan en la figura 3-82.

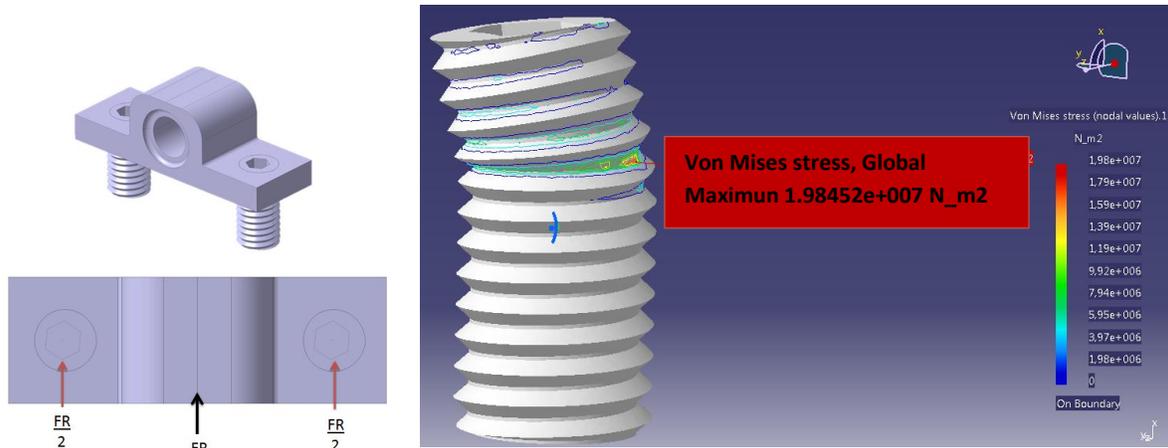


Figura 3- 82 Cargas y Análisis de elemento finito del perno de tope, (Catia V5.19)

Estos análisis se realizaron en el programa de computación Catia® V5.19, con elementos lineales con un tamaño de maya de 0.3mm.

### Elementos de unión y rodamiento

SISTEMA/ SUBSISTEMA	COMPONENTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTRIBUIDOR
Interface D-G	<b>Rodamiento</b>	Rodamiento de contacto angular timken Mod. LL35149-LL352110	2	<a href="http://www.timken.com/">http://www.timken.com/</a>
Sistema A	<b>Tornillo</b>	Cabeza de botón. Norma ASME B 18.3 clave XABM04006	3	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>
Interface A-D	<b>Opresor</b>	Norma ASME B 18.3 clave XAOM03010	12	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>
Interface A-E	<b>Tornillo</b>	Cabeza de botón. Norma ASME B 18.3 clave XABM04010	3	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>
Interface B-D	<b>Opresor</b>	Norma ASME B 18.3 clave XABM08016	6	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>
Sistema D	<b>Tornillo</b>	Hexagonal Norma ASME B 18.2.1 clave XEM14040	3	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>
Sistema G	<b>Tornillo</b>	Hexagonal Norma ASME B 18.2.1 clave XEM08070	2	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>
Interface E- SPCC	<b>Opresor</b>	Norma ASME B 18.3 clave XAOM03003	3	<a href="http://www.fijatec.com">http://www.fijatec.com</a>

Tabla 3 - 30 Elementos de catalogo

## Resultados

Se desarrolló una metodología de rediseño que se basa en la identificación de sistemas a través de las herramientas de análisis de mercado y análisis funcional, el resultado de esta metodología fue la propuesta de diseño de un mecanismo capaz de cortar maíz de una mazorca partiendo una prototipo de maquina construida. Este nueva propuesta de mecanismo consta de un total de 77 partes de las cuales 34 son de catálogo (tornillos, opresores, rodamientos y banda V). Este mecanismo funciona con la misma transmisión de potencia que el prototipo existente, es decir, con una polea acoplada a un motor eléctrico, situado en la parte superior de un chasis de PTR.

La polea de transmisión hace girar la cabeza de corte y sus componentes, de esta forma las cuchillas alcanzan una velocidad de corte de 1.8 m/s, de esta manera la mazorca, que es recibida longitudinalmente, encara las navajas de corte las cuales separan el maíz del bagazo (residuo), el primero es proyectado hacia afuera del mecanismo mientras el segundo es empujado hacia la parte posterior del mecanismo, las navajas dibujan circunferencias en su movimiento de corte, el diámetro de estas circunferencias esta controlado por una leva, la cual al cambiar su posición en el eje X, transmite una posición Y a las cuchillas, las cuales al interactuar con los demás elementos logran que las navajas cambien su radio de giro y así soportar los diferentes diámetros en las mazorcas.

Todas las piezas se han desglosado en las etapas anteriores y la figura 3- 83 presenta un dibujo explosivo del mecanismo.

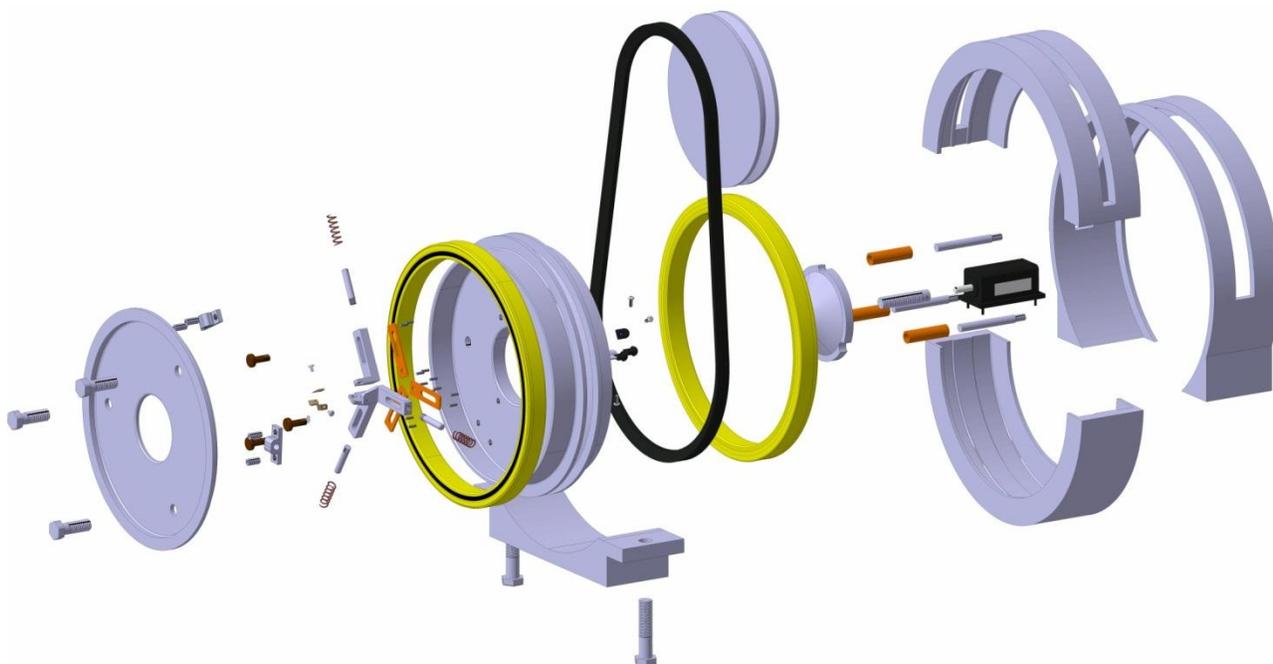


Figura 3- 83 Explosivo del mecanismo

Haciendo un ejercicio de comparación con el mecanismo anterior, presentado en la figura 3-84, se tiene que; en este mecanismo se realiza un corte radial y no lineal como el anterior, de este último se sustituyeron las 4 estaciones de corte, los volantes (a), la cierra cinta (b), los rodamientos (c) y el eje conducido (d), así como también diversos aditamentos para el control de profundidad que se encontraban a los costados €. El sistema de extracción de polvo es independiente de este trabajo dado que la estructura de PTR (f) sigue guardando la misma forma, este sistema puede funcionar normalmente.

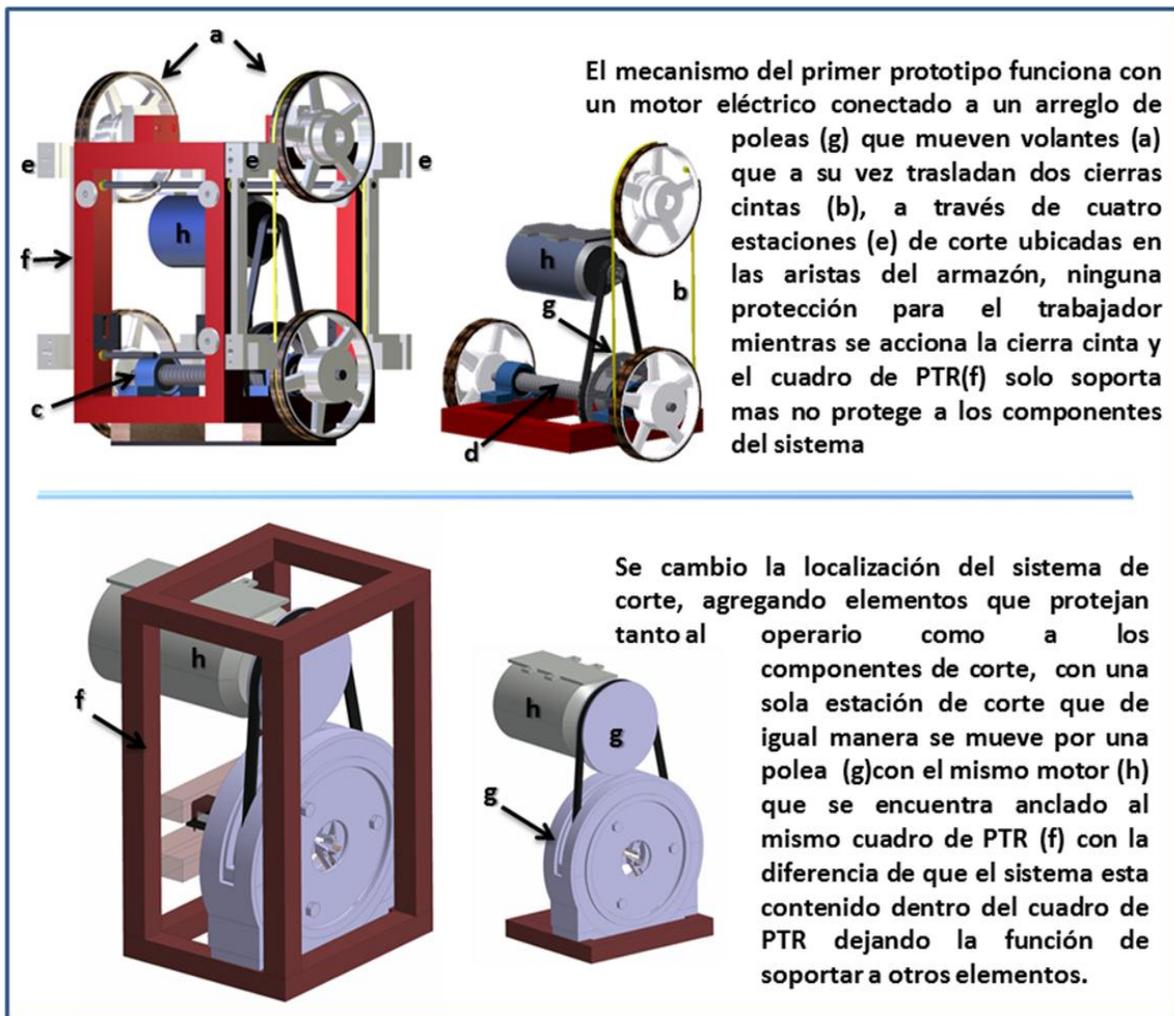


Figura 3- 84 Comparación prototipo existente - mecanismo propuesto

## Conclusiones

Las metodologías de diseño se basan primordialmente en el aprendizaje que se tiene en cada una de las etapas, no se busca tener un resultado tangible al final de una etapa de diseño, se busca tener una directriz que marque el camino que se seguirá en lo posterior, esta directriz marca la entrada hacia una etapa más del diseño.

La segmentación de un problema en partes esenciales o grupos hace que el camino de la investigación tenga estas directrices marcadas por estos grupos o partes esenciales. En un problema de diseño, en este caso una máquina cortadora de maíz, la identificación de sistemas, hizo que el camino de la investigación estuviera dirigido hacia cada uno de éstos sistemas, logrando de alguna manera filtrar la información obtenida.

El análisis funcional otorga al diseñador una visión amplia de un elemento mucho antes de su concepción geométrica, definir que función se realizará, resulta mucho mejor que saber como realizarla, pues en el ¿Cómo? Existen variantes, mientras que la función es totalmente objetiva.

El prototipo de mecanismo cortador de maíz existente, tenía la necesidad de una nueva concepción, el objetivo de este trabajo fue realizar un diseño y se logró satisfactoriamente, hasta el punto de dejar plasmados los documentos necesarios para su construcción física y pruebas, mismas que en trabajos posteriores deberán sentar las mejoras correspondientes que puedan desembocar en una máquina funcional.

## Referencias

### Publicaciones

- [1] Tim Brown , *Design Thinking*, Harvard Business Review, 1998
- [2] Otto Kevin N., Wood Kristin L., , *A reverse engineering and redesign methodology for product evolution*, Proceedings of The 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences and Design Theory and Methodology Conference August 18-22, 1996, Irvine, California
- [3] Vicente Borja, Robert Bell , Marcelo López, Saúl Santillán y Leopoldo González. *Estado del arte y tendencias futuras en ingeniería inversa.*, Centro de Diseño y Manufactura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1994.
- [4] Ramos Barbero, Basili, *The recovery of design intent in reverser engineering problems*, Elsevier, Computers & industrial engineerin, 2008.
- [5] Chikofsky, E., J., & Cross, J., H., II. *Reverse Engineering and Redesing recovery: A Taxonomy*. IEEE Software 7 13-17, 1990.
- [6] Mostow J. *Design by derivational analogy: Issues in the automated replay of design plans*. Artificial Intelligence, 40, pp. 119-184, 1989.
- [7] Lefever, D. and Wood, K.L., *Design for Assembly Techniques in Reverse Engineering and Redesign*, ASME Design Theory and Methodology Conference, Irvine, CA, Paper No. DETC/DTM-1507. 199
- [13] Gerard Jounghyun Kim, *Case-based desing for assembly*. Computer Aided Desing, vol. 29, No. 7 pp. 497-506, 1997.

### Libros

- [8] Alejandro Ojeda Ortiz, *Diseño y fabricación de un prototipo de una maquina cortadora de maíz (Cacahuazintle)*, Tesis UNAM, 2009.
- [9] Flores Calderón, Alejandro. *Rediseño para desensamble de una bomba tipo estrella considerando su ciclo de vida*, Tesis UNAM, 2001
- [10] Pahl, G. & Beitz,W., 1977, *Engineering Design A systematic Approach*.
- [11] Jorge Alcaide Marzal, Jose A. Diego Más, Miguel A. Artacho Ramirez. *Diseño de productos- métodos y técnicas*. Edit. Alfaomega, 2004.
- [12] Ulrich T. Karl & Eppinger D. Steven, *Diseño y desarrollo de productos*. Edit. McGraw Hill, 2009.
- [14] Ed. Richard C. Nelson & Chaucey A. Morehouse, *Biomechanics IV: Proceodings of the fourth International Seminar on biomechanics, University Park Pennsylvania, Editorial University Park Prees, 197*.
- [15] Richard G. Budynas & J. Keith Nisbett. *Diseño en ingeniería mecanica de Shigley*, octava edición. Edit. Mc. Graw Hill, 2008.

## Lista de figuras

FIGURA 1- 1 MODELO DE CAJA NEGRA [3]	3
FIGURA 1- 2 MECANISMO CORTADOR DE MAÍZ	4
FIGURA 1- 3 CONFIGURACIÓN DEL MECANISMO	4
FIGURA 1- 4 DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIA, ENERGÍA E INFORMACIÓN	5
FIGURA 1- 5 MATRIZ DE RELACIONES	6
FIGURA 1- 6 MODELADO DEL MECANISMO DE CORTE	7
FIGURA 1- 7 REDISEÑO PARAMÉTRICO [2]	9
FIGURA 1- 8 REV_ENGE [6]	10
FIGURA 1- 9 PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE REDISEÑO	12
FIGURA 2- 1 ANÁLISIS MATRICIAL [11]	15
FIGURA 2- 2 ENFOQUE PAHL & BETIZ [10]	17
FIGURA 2- 3 EJEMPLO DE CONVERSOR [10]	17
FIGURA 2- 4 CUMPLIMIENTO DE LAS SUB-FUNCIONES MEDIANTE PRINCIPIOS DE SOLUCIÓN CONSTRUIDOS A PARTIR DE PRINCIPIOS FÍSICOCARACTERÍSTICAS DE FORMA [10]	18
FIGURA 3- 1 CATÁLOGO DE MAQUINARIA KRONEN	21
FIGURA 3- 2 MÁQUINA PELADORA DE ZANAHORIAS	22
FIGURA 3- 3 MÁQUINA PELADORA SORMAC	23
FIGURA 3- 4 PATENTE NÚMERO US-2699191 “MÁQUINA PROCESADORA DE FRUTAS”	26
FIGURA 3- 5 MECANISMO ACTUAL	27
FIGURA 3- 6 PATENTE NÚMERO US-2188020 “CORTADOR DE MAÍZ MANUAL”	30
FIGURA 3- 7 PATENTE NÚMERO US-247718 “MÁQUINA CORTADORA DE MAÍZ”	31
FIGURA 3- 8 MECANISMOS CORTADORES DE MAÍZ DE FUNCIONAMIENTO TIPO TORNO	32
FIGURA 3- 9 PATENTE NÚMERO US-02169963 “CABEZA DE CORTE Y CONTROL DE PROFUNDIDAD”	33
FIGURA 3- 10 PATENTE NÚMERO US-06644180 “CORTADOR DE MAÍZ MANUAL”	34
FIGURA 3- 11 PATENTE NÚMERO US-04753159 “MÁQUINA CORTADORA DE MAÍZ”	35
FIGURA 3- 12 PATENTE NÚMERO US-02767716 “MÁQUINA CORTADORA DE MAÍZ DE MOVIMIENTO RECIPROCANTE”	36
FIGURA 3- 13 PATENTE US-04943259 “MAQUINA CORTADORA DE MAÍZ DE MÚLTIPLES ESTACIONES”	37
FIGURA 3- 14 PATENTE NÚMERO US-0261669A1 “MECANISMO CORTADOR DE MAÍZ AUTOMATIZADO”	38
FIGURA 3- 15 SISTEMA DE CORTE DE LA SIERRA CINTA	39
FIGURA 3- 16 FUNCIONAMIENTO DE LA CABEZA DE CORTE	40
FIGURA 3- 17 PATENTE NÚMERO US- 2787273 “CABEZA DE CORTE Y CUCHILLA”	41
FIGURA 3- 18 PATENTE NÚMERO US-4943259 “CABEZA DE CORTE”	42
FIGURA 3- 19 PATENTE NÚMERO US-3625223 “ARREGLO DE ENGRANES EN CABEZA DE CORTE”	42
FIGURA 3- 20 PATENTE NÚMERO US-4943259 “RODILLOS CONDUCTORES DE CABEZA DE CORTE”	43
FIGURA 3- 21 PATENTE NÚMERO US- 5830060 “MÁQUINA CORTADORA DE MAÍZ (VISTA FRONTAL)”	43

FIGURA 3- 22 PATENTE NÚMERO US-4943259 “CONTROL DE PROFUNDIDAD”	44
FIGURA 3- 23 PATENTE NÚMERO US-4143664 “EXPLOSIVO DE CABEZA DE CORTE”	45
FIGURA 3- 24 PRIMER PROPUESTA CONCEPTUAL DE CABEZA DE CORTE	47
FIGURA 3- 25 ENVOLVENTE DE UN OBTURADOR	48
FIGURA 3- 26 PRIMER PROPUESTA DE CUCHILLAS DE CORTE	49
FIGURA 3- 27 DIAGRAMA DEL FILO DE NAVAJA	50
FIGURA 3- 28 PRIMER CONCEPTO DE CONTROL DE PROFUNDIDAD	50
FIGURA 3- 29 MAZORCA DE MAÍZ CACAHUAZINTLE	51
FIGURA 3- 30 RESORTE	51
FIGURA 3- 31 CURVA ENVOLVENTE	51
FIGURA 3- 32 INVESTIGACIÓN DE CURVAS ENVOLVENTES	52
FIGURA 3- 33 MECANISMO DE LEVA	53
FIGURA 3- 34 SEGUNDA PROPUESTA DE ELEMENTO DE CONTROL DE PROFUNDIDAD	53
FIGURA 3- 35 CONTROL DE PROFUNDIDAD - SEGUIDOR DE BOLAS	54
FIGURA 3- 36 SEGUIDOR PRISMÁTICO	55
FIGURA 3- 37 CONFIGURACIÓN FINAL DEL RESORTE	56
FIGURA 3- 38 RANURA Y PERNO GUÍA	56
FIGURA 3- 39 PROPUESTA CONCEPTUAL DE CABEZA DE CORTE	57
FIGURA 3- 40 RELACIONES DE CONTACTO Y FUERZA	58
FIGURA 3- 41 MODELO DE CAJA NEGRA	59
FIGURA 3- 42 ESTRUCTURA FUNCIONAL DE LA 1ER PROPUESTA	60
FIGURA 3- 43 ESTRUCTURA FUNCIONAL DEL SISTEMA PRINCIPAL DE CONTROL DE CORTE	61
FIGURA 3- 44 DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL SISTEMA PRINCIPAL DE CORTE	62
FIGURA 3- 45 ESTRUCTURA FUNCIONAL CON SISTEMAS	63
FIGURA 3- 46 MODELO DE ESTRUCTURA DE LAS SUB-FUNCIONES	64
FIGURA 3- 47 INTERFACES	64
FIGURA 3- 48 ESTRUCTURA FUNCIONAL DEL SISTEMA PRINCIPAL DE CORTE Y LAS INTERFACES	65
FIGURA 3- 49 ESTRUCTURA DEL SISTEMA "A"	66
FIGURA 3- 50 ESTRUCTURA DEL SISTEMA "B"	68
FIGURA 3- 51 ESTRUCTURA DEL SISTEMA "C"	69
FIGURA 3- 52 ESTRUCTURA DEL SISTEMA "D"	71
FIGURA 3- 53 ESTRUCTURA DEL SISTEMA "E"	74
FIGURA 3- 54 ESTRUCTURA DEL SISTEMA "F"	76
FIGURA 3- 55 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ "A -B"	78
FIGURA 3- 56 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ "A - D"	79
FIGURA 3- 57 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ "A -E"	81
FIGURA 3- 58 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ "B -D"	81
FIGURA 3- 59 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ "D - C"	82
FIGURA 3- 60 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ "D - G"	83
FIGURA 3- 61 ESTRUCTURA Y RELACIÓN ENTRE LAS INTERFACES "E - G", "E - SPCC", "G - SPCC"	84
FIGURA 3- 62 ESTRUCTURA FUNCIONAL DEL MECANISMO	85
FIGURA 3- 63 DIÁMETROS EN MAZORCA DE MAÍZ	86
FIGURA 3- 64 SECCIONES DE UNA MAZORCA DE MAÍZ CACAHUAZINTLE	86
FIGURA 3- 65 PROFUNDIDAD DE CORTE DE CUCHILLAS	87
FIGURA 3- 66 ANÁLISIS DE FUERZAS	88
FIGURA 3- 67 DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS	88
FIGURA 3- 68 PROYECCIÓN EN EL SISTEMA XY	89
FIGURA 3- 69 NAVAJA DE CORTE	91

FIGURA 3- 70 CUCHILLA DE CORTE	91
FIGURA 3- 71 PLACA DE DESGASTE SKF	91
FIGURA 3- 72 PUENTE DE LA LEVA	92
FIGURA 3- 73 ESFERA SEGUIDORA / DESGASTE	92
FIGURA 3- 74 VARILLA DE RESORTE	92
FIGURA 3- 75 RESORTE DE COMPRESIÓN	94
FIGURA 3- 76 TOPE DE RESORTE	94
FIGURA 3- 77 ARREGLO DE POLEAS Y BANDA V	95
FIGURA 3- 78 ARREGLO DE LEVA, GUÍAS, BUJES Y TORNILLO	96
FIGURA 3- 79 ARREGLO DE TAPA DE CABEZA DE CORTE Y BANCADA	96
FIGURA 3- 80 CARGAS EN EL PERNO	97
FIGURA 3- 81 ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO DEL PERNO, CATIA V5.19.	97
FIGURA 3- 82 CARGAS Y ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO DEL PERNO DE TOPE, (CATIA V5.19)	98
FIGURA 3- 83 EXPLOSIVO DEL MECANISMO	99
FIGURA 3- 84 COMPARACIÓN PROTOTIPO EXISTENTE - MECANISMO PROPUESTO	100

## Lista de tablas

TABLA 3 - 1 FUNCIONES EVALUADAS EN MECANISMOS CORTADORES Y PELADORES DE FRUTAS Y VERDURAS	25
TABLA 3 - 2 FUNCIONES EVALUADAS EN MECANISMOS CORTADORES DE MAÍZ	28
TABLA 3 - 3 DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL SISTEMA PRINCIPAL DE CORTE	61
TABLA 3 - 4 SISTEMAS Y SUS FUNCIONES	62
TABLA 3 - 5 MODELO DE DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DE LOS SUB-SISTEMAS	63
TABLA 3 - 6 FUNCIÓN PRINCIPAL DEL SISTEMA "A"	66
TABLA 3 - 7 DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA "A"	67
TABLA 3 - 8 FUNCIÓN PRINCIPAL DEL SISTEMA "B"	67
TABLA 3 - 9 DESCOMPOSICIÓN SISTEMA "B"	68
TABLA 3 - 10 FUNCIÓN PRINCIPAL SISTEMA "C"	69
TABLA 3 - 11 DESCOMPOSICIÓN SISTEMA "C"	70
TABLA 3 - 12 FUNCIONES PRINCIPALES SISTEMA "D"	70
TABLA 3 - 13 FUNCIONES PRINCIPALES SISTEMA "D" – (CONTINUACIÓN)	71
TABLA 3 - 14 DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA "D"	72
TABLA 3 - 15 DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL SISTEMA "D" – (CONTINUACIÓN)	72
TABLA 3 - 16 FUNCIONES PRINCIPALES SISTEMA "E"	73
TABLA 3 - 17 DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA "E"	74
TABLA 3 - 18 DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA "E" – (CONTINUACIÓN I)	75
TABLA 3 - 19 DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA "E" – (CONTINUACIÓN II)	75
TABLA 3 - 20 FUNCIONES PRINCIPALES SISTEMA "F"	76
TABLA 3 - 21 FUNCIÓN PRINCIPAL DEL SISTEMA "G"	77
TABLA 3 - 22 DESCOMPOSICIÓN DE LA INTERFAZ "A -B"	78
TABLA 3 - 23 DESCOMPOSICIÓN DE LA INTERFAZ "A - D"	79
TABLA 3 - 24 DESCOMPOSICIÓN DE LA INTERFAZ "A - E"	80
TABLA 3 - 25 DESCOMPOSICIÓN DE LA INTERFAZ "B -D"	81
TABLA 3 - 26 DESCOMPOSICIÓN DE LA INTERFAZ "D -C"	82
TABLA 3 - 27 DESCOMPOSICIÓN DE LA INTERFAZ "D - G"	83
TABLA 3 - 28 DESCOMPOSICIÓN DE LAS INTERFACES "E - G", "E -SPCC", "G - SPCC"	84
TABLA 3 - 29 MEDICIONES EN MAZORCAS DE MAÍZ CACAHUAZINTLE	87
TABLA 3 - 30 ELEMENTOS DE CATALOGO	98

# ANEXOS

- A CUESTIONARIO DE PREGUNTAS AL CLIENTE
- B HOJA DE ESPECIFICACIONES DE CORTADORES DE FRUTAS
- C LISTA DE PATENTES CONSULTADAS
- D MATRIZ DE FUNCIONES Y COMPETENCIA
- E MEDICIONES EN GRANOS Y DIÁMETROS DE MAZORCAS
- F HOJAS DE DATOS TÉCNICOS DE LOS MATERIALES DE LAS PIEZAS
- G PIEZAS DEL MECANISMO
- H DATOS TECNICOS DE PLACA DE DESLIZAMIENTO SKF

# Anexo A

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS AL CLIENTE

## **Cuestionario de preguntas al cliente**

### **1.- ¿El presupuesto es relevante para usted?**

Es importante, sin embargo es flexible de acuerdo a los beneficios que me otorgue la máquina

### **2.- De serlo ¿este es bajo o alto?**

El presupuesto no se considera alto, debido a que el salario de los empleados tampoco lo es

### **3.- ¿Que limitaciones de peso y/o espacio tiene?**

Ninguna, con el volumen que se ocupa actualmente con el mecanismo existente no se tiene ningún problema, la relación de espacio/ peso, es solamente relevante cuando el mecanismo no pueda ser manejado por dos personas.

### **4.- ¿El prototipo será empleado en exteriores o interiores?**

Interiores, el único residuo volátil sera el polvo proveniente del corte de maíz pero existe ventilación

### **5.- ¿Cuales son las condiciones de operación de la maquina?**

El operador la encenderá y esta deberá trabajar sin tener que hacer algo extra.

### **6.- ¿Quién va operar la maquina?**

Sera operada por un trabajador sin experiencia con maquinaria grande, operación durante todo su turno

### **7.- ¿Alguna restricción que se haya omitido?**

Que no sea peligrosa para el trabajador

**Realizado por: Marco Antonio Cruz Alejandro**

# Anexo B

## HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA SORMAC Y KRONEN

### Maquinaria Sormac®

Peladoras

Cortadora

### Maquinaria Kronen®

Peladoras

Cortadora Manual

Cortadora semiautomática

Cortadora automática

Capacidades de corte

# sormac

## PELADORAS DE CEBOLLAS:

Disponemos de tres modelos de peladoras de cebollas. Todos ellos funcionan con el mismo sistema y los diferencia únicamente su capacidad de producción y el sistema de carga de las cebollas. El modelo más pequeño requiere del suministro manual del producto y los modelos superiores incorporan una tolva de carga que conduce automáticamente las cebollas hasta la zona de corte. El sistema de corte es ajustable en función del calibre de la cebolla (de 40 a 140 mm) y las capacidades de producción oscilan entre los 3.000 y los 6.000 Kg hora. Un sistema de aire incorporado separa la piel de la cebolla ofreciendo un producto final limpio y de aspecto impecable. Es importante calibrar las cebollas antes de su procesamiento.



Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros.

**DANMIX, S.L.**

Pol. Ind. Sud C/. Pep Ventura, 8 Apdo. Correos, 5 08440 – Cardedeu (Barcelona)  
Tel. 93 871 11 77 Fax 93 871 28 19  
danmix@danmix.es

# sormac

The Sormac logo consists of a stylized, orange letter 'S' with a white outline, positioned to the right of the brand name 'sormac'.

## **PELADORAS DE CUCHILLAS:**

Las peladoras con cuchillas sirven para el pelado en continuo de tubérculos prelavados o precortados. Dependiendo del modelo, no es necesaria esta condición. El tambor de pelado contiene cuchillas todo alrededor y adentro y un sinfín transporta el producto hacia la salida. Las peladoras disponen de boquillas para rociar de agua el producto durante el pelado si se desea. Los residuos se eliminan mediante una válvula en la parte inferior. La capacidad de producción de los diferentes modelos (desde 250 hasta 1.500 kg/h) depende de si el producto está prelavado o prepelado y del tamaño (entre 30 y 200 mm de diámetro).



Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros.

**DANMIX, S.L.**

Pol. Ind. Sud C/. Pep Ventura, 8 Apdo. Correos, 5 08440 – Cardedeu (Barcelona)  
Tel. 93 871 11 77 Fax 93 871 28 19  
danmix@danmix.es

# sormac

The Sormac logo consists of a stylized, orange letter 'S' with a white outline, positioned to the right of the brand name.

## PELADORA DE CUCHILLAS:

La peladora de cuchillas es ideal para productos alargados como zanahorias o calabacines. Estos se colocan en la mesa de entrada y son conducidos hacia unos rodillos transportadores que llevan el producto horizontalmente hacia la zona de pelado, en donde se encuentran cuchillas colocadas en diferentes ángulos que cortan la pieza en toda su circunferencia. Los residuos del pelado se recogen en un contenedor colocado debajo de la máquina.

Si la alimentación es manual o automática, se pueden alcanzar producciones de entre 2.000 y 2.500 Uds./h o bien entre 4.500 y 5.000 Uds./h respectivamente, teniendo siempre en cuenta que el diámetro del producto debe estar entre los 15 y los 60 mm y la longitud no debe ser menor de 150 mm.

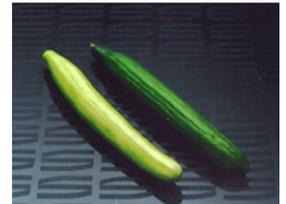


Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros.

**DANMIX, S.L.**

Pol. Ind. Sud C/. Pep Ventura, 8 Apdo. Correos, 5 08440 – Cardedeu (Barcelona)  
Tel. 93 871 11 77 Fax 93 871 28 19  
danmix@danmix.es

## Knife peeler KP-60/HS



### Operating principle

The knife peeler KP-60 is suitable for peeling long-shaped products such as carrots, salad cucumbers, white radish etc. The product to be peeled is placed on the infeed table and manually moved into the first pair of transport rollers, or onto the V-belt (option).

The machine is equipped with nine pairs of transport rollers, which convey the product horizontally through the peeling machine. Pneumatic pressure holds the product in place as it is driven through the 8 knife holders, which are placed at different angles and peel the product on all sides along the circumference.

The knife holders and the transport rollers are equipped with a quick release system, which allows easy removal for replacement or cleaning etc.

The pneumatic pressure to the rollers is fully adjustable to suit variations in product sizes, this is easily accessible on the control panel.

The peeling waste is delivered through a waste chute beneath the machine.

### Capacity

Based on manual infeed approx. 2.000 - 2.500 pcs/hr. When using the V-belt (option) you can reach a capacity of approx. 4.500 - 5.000 pcs/hr.

### Scope of supply

- > control panel
- > 4 coarse peeling stations (G), 4 medium peeling stations (M)
- > product infeed table
- > service set

### Features

- > totally dry peeling
- > perfect peeling quality (as if peeled by hand)
- > smooth peeled surface for extended shelf life
- > solid dry waste, easy to handle
- > hygienic design (easy to clean and disinfect)
- > simple operation
- > extremely durable, hard-wearing and reliable
- > ease of access

### Options

- > V-belt
- > other combination of peeling stations

### Product specification

The knife peeler KP-60 is suitable for processing of carrots, salad cucumbers, white radish etc. The product diameter needs to be between 15 - 60 mm (0,6"-2,36"). The minimum length should be 150 mm (5,9").

### Technical data

Voltage:	230/400 V, 50/60 Hz, 3 ph.
Total installed power:	0.73 kW with V-belt
Air pressure:	6 bar (87 psi)
Air consumption:	± 4 NI/min (0,14 scf/min)
Weight:	± 195 kg (incl. V-belt) (430 lbs)
Dimensions (LxWxH):	2.500 x 850 x 1.450 mm (98"x33"x57") with V-belt
Product infeed height:	930 mm (37")

European patent EP 0799 580, US Nr. 08/855,231 / CND Nr. 2,204,940.

Other patents pending

## Revolver peeler CRR-25/250



### Operating principle

The Sormac revolver roller peeler type CRR consists of a number of peeling rollers: forming an elongated drum. The drum and rollers rotate separately and have independent adjustable speed control through a series of heavy duty V-belts.

Each roller is has a double bearing arrangement and can be dismantled very quickly by virtue of an unique clamping device (loosening of expander arrangements at drive and discharge ends). The stability of the drum makes it possible to keep the distance between the rollers very small. Side access for cleaning and maintenance to the peeler is gained through large side doors on either side of the machine.

The retention time in the peeler is controlled by means of a horizontal auger screw. There are two separate water spray systems, which apply water to either the outer side of the roller drum or internally through the axle of the auger screw on the inside of the roller peelers.

The motors are build in a separate and hygienic compartment above the peeling area.

### Capacity

The capacity of the peeler depends on the realized peeling waste. Depending of carborundum size 600 to 4.500 kg (1,320 - 10,000 lbs/hr) can be peeled.

### Features

- > peeling with or without water
- > quick mounting / de-mounting of the peeling rollers
- > all rollers double beared
- > all V-belts run through a V-belt pulley
- > very low noise level
- > small opening between the rollers (? 4 mm)
- > motors and drive in separate compartment

### Options

- > control panel with frequency controllers
- > frame for heightened position
- > platform with stairs

### Product specification

The revolver peeler type CRR is specially designed for peeling small diameter sized products like small potatoes and carrots.

The recommended product diameter is between 5 and 45 mm (0,2" - 1,77").

### Technical data

Installed power:	6,4 kW
Water connection:	1" BSP
Roller length:	2.500 mm (98")
Roller diameter:	75 mm (3")
Opening between rollers:	=/ < 4 mm
number of rollers:	25
Dimensions (LxWxH):	4.020 x 1.315 x 2.500 mm (158"x52"x98")
Infeed height:	1.500 mm (59")
Outfeed height:	900 mm (35")
Noise level:	< 69 dB(A)

---

**Sormac B.V.**

P.O. Box 149  
NL-5900 AK Venlo

Telephone: +31 (0)77 351 84 44  
Fax: +31 (0)77 320 48 01

Huiskensstraat 68  
NL-5916 PN Venlo

E-mail: [info@sormac.nl](mailto:info@sormac.nl)  
Internet: [www.sormac.nl](http://www.sormac.nl)

# sormac

The Sormac logo consists of a stylized, orange letter 'S' with a white outline, positioned to the right of the word "sormac" in a bold, black, sans-serif font.

## **CORTADORA DE MITADES Y CUARTOS:**

La cortadora de mitades y cuartos consiste de unos rodillos alineadores con capacidad de hasta 4 patatas a lo ancho de la cinta. La posición de los rodillos bajo las cuchillas y la activación de las mismas se controla mediante un codificador rotativo. Opcionalmente, se pueden cortar mitades en un lado del bloque de corte y 4, 6 u 8 segmentos en el lado opuesto. También, se puede anular la sección de corte y trabajar sólo como cinta de alineación o también colocar una tolva vibratoria para llenar de patatas los rodillos de forma equitativa. La cortadora de mitades y cuartos puede alcanzar una capacidad de producción de entre 15.000 y 18.000 patatas por hora.



Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros.

**DANMIX, S.L.**

Pol. Ind. Sud C/. Pep Ventura, 8 Apdo. Correos, 5 08440 – Cardedeu (Barcelona)  
Tel. 93 871 11 77 Fax 93 871 28 19  
danmix@danmix.es

# TMS 210

## Schälmaschine für Langprodukte



zum Schälen von:

- Karotten
- Gurken
- Zucchini
- Rettich
- Schwarzwurzeln
- Spargel

Die TMS 210 Schälmaschinen sind in 3 Varianten und den entsprechenden mobilen Versionen lieferbar:

- TMS 210A zum Schälen von Spargel (Ø 8 – 45 mm)
- TMS 210C zum Schälen von Karotten, Gurken, Zucchini, usw. (Ø 20 – 65 mm)
- TMS 210 Vario zum Schälen von Karotten, Gurken, Zucchini, Rettichen, Schwarzwurzeln, usw. UND Spargel (Ø 8 – 65 mm):
  - ◆ zusätzlicher Einzugsgreifer für den einfachen Schälbeginn (abschaltbar für das Schälen von Spargel)
  - ◆ 3 voreinstellbare Schäldrücke für das Schälen von unterschiedlichen Spargel-Stangendicken ermöglichen einen Schnellstart und sorgen für einen äußerst geringen Abfallanteil
  - ◆ serienmäßig mit 2 Schälarmsätzen sowie 2 verschiedenen Transportrollen mit Schnellwechselsystem (Spargelrollensatz und Gemüserollensatz aus Edelstahl)
  - ◆ internationale Bedienerführung mit Touch Screen
  - ◆ serienmäßig mit 2 unterschiedlichen Bedienoberflächen ausgestattet (Anwahl je nach Gemüse)
  - ◆ einzelne Stationen im Programm abwählbar, z.B. bei dünnem Gemüse oder für eine „Streifen“-Optik bei geschälten Gurken / Zucchini
  - ◆ eigene Programme können abgespeichert werden

8 Schälstationen mit insgesamt 16 Klingen sorgen für ein perfektes Schälergebnis. Des Weiteren verfügt die TMS 210 über eine einstellbare Transportgeschwindigkeit. Pendelnd aufgehängte Transportrollen sorgen für einen optimalen Transport auch von krummen Gemüsen und für ein noch besseres Schälergebnis.

Die TMS 210 ist standardmäßig ausgestattet mit einem Schalenwagen, Auffangbecken, Touch-Display, internationaler Bedienerführung und ist optional als mobile, fahrbare Variante (auf 8 Lenkrollen) erhältlich.



### Technische Daten:

Kapazität, z.B. Gurken/Karotten:	bis zu 1000 kg / Stunde
Wasseranschluss:	1/2"
Spannung:	230 V, 50 Hz
Elektrische Leistung:	1 kW
Druckluft:	6 bar
Maße B x L x H:	1150 x 1900 x 1390 mm
Gewicht:	185 kg



schneiden · waschen · trocknen · schälen · teilen · mischen · verpacken

- **Bandschneidemaschinen**  
GS 10, GS 18, GS 25, GS 25V, GS 30
- **Scheiben- und Eckenschneider**  
Tona S180K, Tona S, Tona E
- **Spezialschneide- und Stanzmaschinen**  
Tona Rapid, Tona Rapid 3D, Tona Rapid XL, Multicorer, Mult slicer, TT 450
- **Würfel- und Streifenschneider** KUJ
- **Universalschneidemaschine** SN100
- **Krautschneider** CAP 68
- **Kohlstrunkbore** KSB
- **Gitter-, Teil- und Stanzmaschine** PGW, HGW
- **Gemüse- und Salat-Waschtechnik**
- **Schälmaschinen**  
für Zitrusfrüchte, Melonen, Äpfel, Kartoffeln, Karotten, Gurken, Rettich, Sellerie, u.a.
- **Zentrifugen**
- **Verpackungsmaschinen**
- **Sondermaschinen**
- **komplette Produktionslinien**

Wir entwickeln und produzieren Einzelmaschinen, Sondermaschinen und komplette Verarbeitungslinien für die Nahrungsmittelindustrie.

Wir bieten Ihnen Einzellösungen, ganz speziell für Ihren Betrieb. Oder wir planen und realisieren komplette Produktionsabläufe für Sie.

Wir freuen uns  
auf Ihre Anfrage!



Weitere Informationen zu unseren Produkten finden Sie auf unserer Webseite unter:

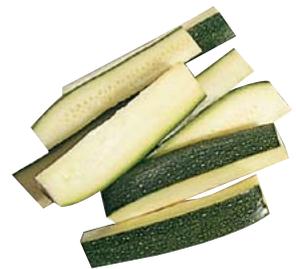
[www.kronen.eu](http://www.kronen.eu)



## Maschinen für die Obst- und Gemüseverarbeitung in Großküchen



Waschen · Schälen · Trocknen · Schneiden  
von Lebensmitteln für Industrie, Catering und  
Großküchen



### **KRONEN GmbH**

Römerstraße 2a  
D-77694 Kehl am Rhein  
Telefon: +49 (0) 7854/96 46-0  
Telefax: +49 (0) 7854/96 46-50  
info@kronen.eu

Ein Unternehmen der  
Zillgith Beteiligungs GmbH

[www.kronen.eu](http://www.kronen.eu)

# Professionelle Küchentechnik zur ...

GS 10



## Multifunktions-Schneidemaschine

- Schneiden, Würfeln, Streifenschneiden, Raffeln und Reiben von Gemüse, Salat, Kräutern, Obst, Fisch, Fleisch, Blättchenschneiden von Salat
- Messerwechsel in Sekundenschnelle
- stufenlose Schnittstärkenregulierung von 1-50 mm über Digitalanzeige
- schnelle und einfache Reinigung ohne Werkzeug
- Kapazität (Beispiele):  
Salat – bis zu 1.000 kg/h  
Petersilie – 120 kg/h  
Blättchenschnitt – 1.500 kg/h  
Kartoffelwürfel – bis 1.800 kg/h  
Kohl – 800 kg/h
- Stromanschluss: 230 V/50 Hz
- Stellfläche: 1496 x 635 mm

SN 100



## Salat- und Gemüseschneidemaschine

- einfache Bedienung
- große Einfülltüre mit 3 unterschiedlichen Öffnungen:
  - 150 x 200 mm Öffnung für Kohl und Blattgemüse
  - Ø 110 mm Öffnung für verschiedene Salatsorten
  - Ø 50 mm Öffnung für Gurken, Zucchini, Karotten, usw.
- Kapazität (Beispiele):  
Salat/Endivien – 150 kg/h  
Wurzelgemüse in Stiften – 130 kg/h  
Schnittbohnen – 120 kg/h  
Kohl – 350 kg/h
- Stromanschluss: 400 V/50 Hz
- Stellfläche: 790 x 500 mm

KUJ



## Würfel- und Streifenschneidemaschine

- Walzenwechsel in nur drei (3) Minuten
- schneidet 3x3mm bis zu 20x20 mm Würfel und Streifen von 2 bis 20 mm
- Kapazität (Beispiele):  
Brunoise 3 x 3 mm – 700 kg/h  
5 x 5 mm – 1000 kg/h  
10 x 10 mm – 2100 kg/h  
15 x 15 mm – 2500 kg/h  
20 x 20 mm – 3000 kg/h
- einfach zu bedienen und zu reinigen
- Stromanschluss: 380 V/50 Hz
- Stellfläche: 980 x 885 mm

Tona S 180K



## Gemüse- und Früchteverarbeitungsmaschine

- verarbeitet Gemüse und Früchte in Ecken, Scheiben, Sticks, Figuren, usw.
- getakteter Drehteller, automatische Zuführung des Produkts
- unterschiedliche Werkzeugeinsätze erhältlich, es wird nur ein Einsatz + ein Stößel benötigt
- mit 20 Takten pro Min. können bis zu 1200 Stück pro Stunde verarbeitet werden
- mit fahrbarem Untergestell
- optionaler Separierungseinsatz erhältlich zum Ausscheiden von z.B. Apfelkerngehäuse
- Stromanschluss: 230 V/50 Hz
- Stellfläche: 800 x 1000 mm

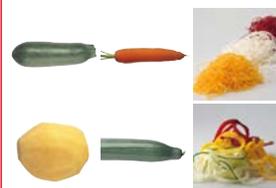
S 198



## Stickschneider (pneumatisch) halbautomatisches Tischgerät

- einfaches Schneiden von Gemüse in Sticks (ca. 600 St/h)
- Standardmessereinsätze: 8 x 8 mm oder 10 x 10 mm weitere Größen sind verfügbar
- Messereinsatz zum Längsschneiden von Gurken
- zwei unterschiedliche Modelle erhältlich (100 mm oder 200 mm)
- unterschiedliche Figureneinsätze erhältlich (Herz, Stern, Blume, usw.)
- Stellfläche: 530 x 250 mm

S 021



## Gemüsespiralen-Schneidemaschine, Tischgerät

- zum Schneiden von dekorativen Spiralen aus Karotten, Kartoffeln, Kürbis, Rettichen, Rote Beete, Sellerie, Zucchini, usw.
- durch unterschiedliche Einsätze können verschiedene Spiralen-Stärken (z.B. 2 x 2 mm, 2 x 8 mm, 2 x 10 mm - weitere Ausführungen auf Anfrage) mit einer maximalen Produktlänge von 250 mm produziert werden
- pneumatisch
- Stellfläche: 1050 x 270 mm

## ... rationellen Lebensmittelverarbeitung

KT 80



### Kohl- und Melonenteiler, Tischgerät

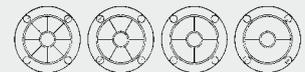
- zum einfachen und schnellen Schneiden von ganzen Produkten (300 mm Ø) wie Kohl, Melonen, Kürbis, usw. in 2, 4, 6, 8 oder 10 Teile
- Drehteller (300 mm) mit verstellbaren Halteplatten
- Messerschutz mit Arretierung
- Stellfläche: 500 x 290 mm

Teileinsatz 3-fach

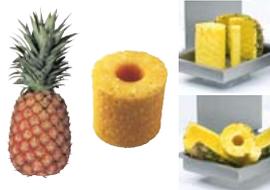


### Teileinsatz 3-fach zur Tischbefestigung

- für lange Produkte wie Gurken, Zucchini, Lauch
- schälen, teilen, Zentrum ausstechen: schälen - Ø 86 mm, Reduzierungen zu 30mm, 40mm oder 50 mm erhältlich teilen - 2, 4, 6, 8 oder 10 Segmente ausstechen - Ø 18 mm



AS 1



### Ananasschäler mit Ausstechfunktion, Tischgerät

- einfache, leichte Bedienung durch hohe Übersetzung
- leichter Messerwechsel
- Ananas wird direkt in GN-Behälter aufgefangen
- 3 verschiedene Einsätze erhältlich:

Zentrum Ø	Schäl Ø	max. Ø Produkt	
25 mm	84 mm	150 mm	standard
25 mm	74 mm	150 mm	optional
25 mm	102 mm	150 mm	optional

- Stellfläche: 270 x 420 mm

Ananasköpfer



Ananas-Scheibenschneider



Ananasköpfer, Tischgerät

- manuelles Tischgerät
- einfache Bedienung
- einstellbare Schnittstärke

Ananas-Scheibenschneider, Tischgerät

- manuelles Tischgerät
- zum Scheibenschneiden (10 mm) von geschälten und/oder entstrunkten Ananas
- andere Schnittgrößen lieferbar auf Anfrage
- einfache Bedienung

HGW, PGW



### Handstanze (HGW) und Pneumatische Stanze (PGW)

- Vielfalt an Schnittformen (mehr als 200 Variationen!) für Obst und Gemüse
- spezielle Einsätze für ganze Ananas-Zylinder, Krautentstrunker / -teiler, Blumenkohlteiler, Mango-Entkerner, usw.
- 600 Hübe/h (PGW)
- Stellfläche: 483 x 950 mm (HGW) 925 x 850 mm (PGW)

S 195



Handstanze, Tischgerät

- Gemüse und Früchte in Segmente (2 - 24) mit und ohne Zentrum schneiden
- Figuren ausstanzen
- Sticks schneiden: 8 x 8 mm 10 x 10 mm andere Größen auf Anfrage
- Stellfläche: 360 x 210 mm

# funktional – vielseitig – effizient

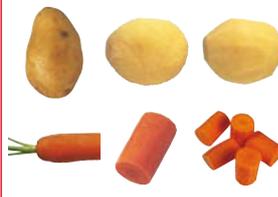
AS 4



## Apfelschälmaschine, Tischgerät

- Schälen, Scheibenschneiden, Segmentieren und Entkernen in einem Arbeitsgang
- bis zu 600 Äpfel pro Stunde
- federnd gelagertes Schälmesser passt sich allen natürlichen Unebenheiten an
- regulierbare Schälstärke (sehr dünn)
- 3 verschiedene Scheibenstärken
- 9 verschiedene Teilungsmöglichkeiten
- einfache Bedienung
- Stromanschluss: 400 V/50 Hz (Standard)  
115 V/60 Hz (Anfrage)
- Stellfläche: 600 x 300 mm

PL 25 K, PL 40 K



## Kartoffel- und Karottenschäler

- Korundschälung  
Messerschälung auf Anfrage
- automatisches, stufenlos einstellbares Zeitschaltwerk
- pneumatischer Türöffnungs- und Schließmechanismus
- Kapazität: 400 bzw. 600 kg/h
- robuste Edelstahlbauweise
- Stromanschluss: 400 V/50 Hz
- Stellfläche:  
815 x 705 mm (PL 25 K)  
930 x 910 mm (PL 40 K)

DS 1000,  
DS 1000 mobil



## Gebälse-Wascheinheit

- sprudelnde Reinigung von Salat, Kräutern und Gemüse
- kleine Mengen sauber und hygienisch waschen
- lieferbar als Komplettsystem (DS 1000 mobil) oder integrierbar in vorhandenes Waschbecken (DS 1000)
- Nutzvolumen: 45 Liter
- Stellfläche DS 1000 mobil:  
850 x 680 mm (1240 mm Höhe)
- Stellfläche DS 1000:  
500 x 500 mm (300 mm Höhe)

GEWA 2600



## Salat- und Gemüsewaschmaschine

- Salat, Kräuter, Gemüse, Früchte, usw.
- rotierendes Waschsystem und einstellbares Luftsprudelsystem zum schonenden Waschen empfindlicher Produkte
- kontinuierliches Durchflussverfahren mit Vibrations- oder Bandaustrag
- Dosierpumpe (optional)
- Tankvolumen: 525 Liter
- Insektenaustragsystem bei größeren Modellen
- Kapazität (Beispiele):  
Salat – 200 kg/h,  
Blattgemüse – 400 kg/h,  
Wurzelgemüse – 600 kg/h
- Stromanschluss: 400 V/50 Hz
- Stellfläche: 2726 x 952 mm

K 50



## Korb-Zentrifuge

- zum Trocknen und Abschleudern von knackigen Salaten und Gemüse wie z.B. Lauch, Paprika, Karotten, Gurken, Zwiebeln, Pilze, Ananas, usw.
- niedrige Einhubhöhe und leichte Körbe zum bequemen Einheben
- Auswahl verschiedener Modelle mit festen Geschwindigkeiten oder stufenlos wählbaren Schleudergeschwindigkeiten und mit Programmsteuerung (100 Speicherplätze)
- hygienisch, äußerst stabiles Edelstahl-Design
- Stromanschluss: 230 V/50 Hz
- Nutzvolumen: 30 l
- Stellfläche: 620 x 880 mm

K 120, K 230



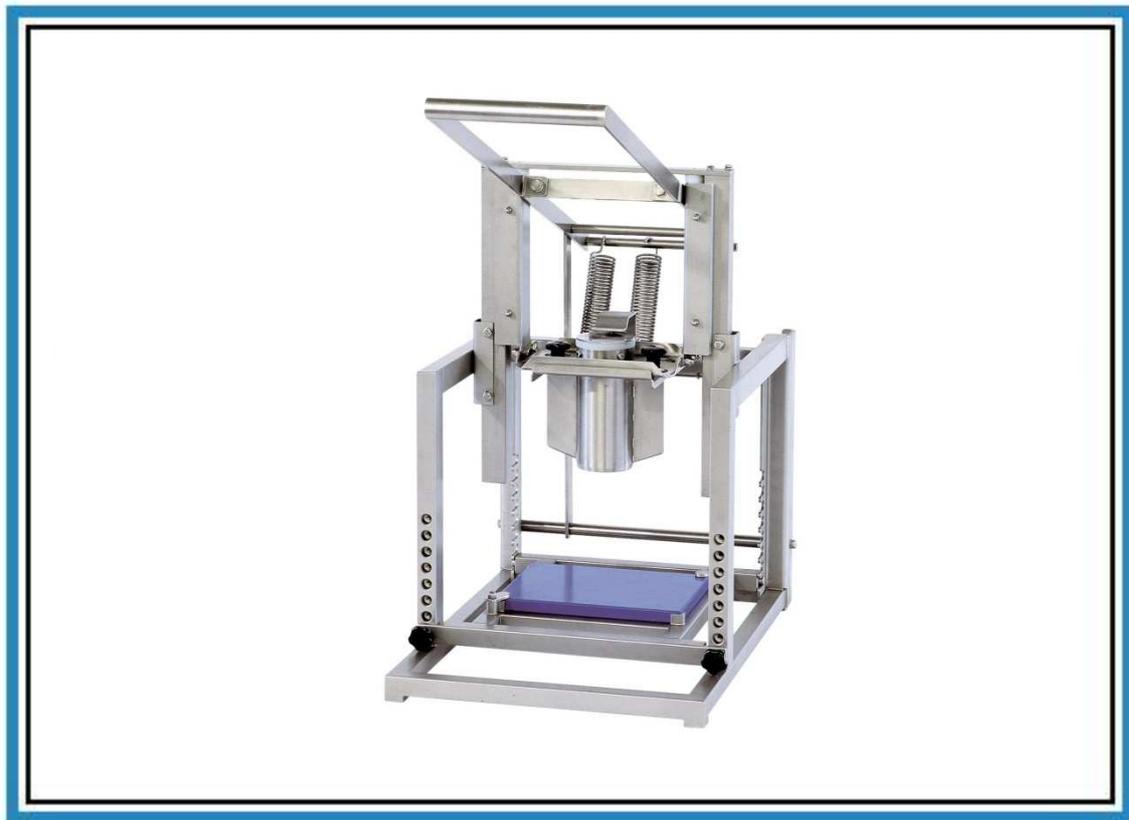
## Mischtechnik für den universellen Einsatz

- schonendes und homogenes Mischen von Gemüse, Salat, Kräutern, Feinkost oder Wurstwaren, Hamburgern oder Zutaten für die Pizzaherstellung
- optimale Entleerung durch große Entleerungsöffnung
- Mischvolumen:  
160 Liter (K 120), 300 Liter (K 230)  
größere Modelle lieferbar auf Anfrage
- komplett in Edelstahlausführung
- Stellfläche:  
1400 x 690 mm (K120)  
1500 x 2090 mm (K230)

**KRONEN**<sup>®</sup>  
Nahrungsmitteltechnik

### **CORTADORAS MANUALES:**

Las cortadoras manuales para producciones menores tienen múltiples aplicaciones tales como pelar, descorazonar, corte en gajos, rodajas, bastones o barritas, con una amplia variedad de frutas, vegetales y hortalizas como lechuga, col, coliflor, cebolla, zanahoria, y un largo etcétera.



Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros.

**DANMIX, S.L.**

Pol. Ind. Sud C/. Pep Ventura, 8 Apdo. Correos, 5 08440 – Cardedeu (Barcelona)  
Tel. 93 871 11 77 Fax 93 871 28 19  
danmix@danmix.es



Las cortadoras semiautomáticas alcanzan producciones más elevadas entre 400 y 800 unidades a la hora. Al igual que las manuales, las cortadoras semiautomáticas pueden pelar, cortar gajos, rodajas, segmentos, cubos, etc.



Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros

**DANMIX S.L.**

C/ Pep Ventura, 8. Pol. Ind. Sud - Sector P1 (A) Ap. de correos nº5. 08440. Cardedeu. Barcelona  
Tel. 938 711 177 / Fax. 938 712 819 - danmix@danmix.es

**KRONEN**<sup>®</sup>  
Nahrungsmitteltechnik

### **CORTADORAS AUTOMATICAS:**

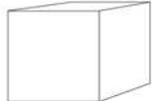
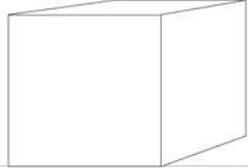
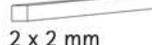
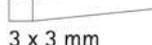
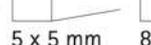
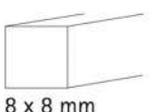
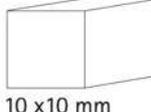
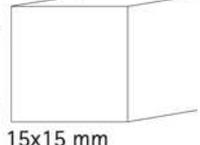
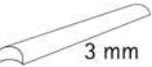
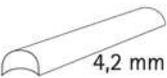
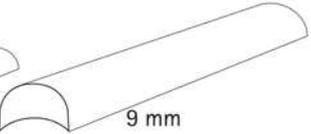
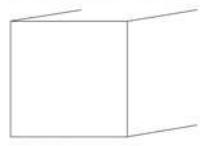
Destacan entre las cortadoras automáticas la gama GS, concretamente la versátil GS 10 para producciones entre 600 y 1.000 Kg a la hora. Es ideal para empresas de catering, industrias procesadoras de vegetales, cocinas industriales, hoteles, etc. ya que puede procesar una gran variedad de frutas, verduras y hortalizas simplemente cambiando los discos de corte, disponibles también en una gran variedad de tipos (rodajas, cubos, barritas, rallado, juliana,...). El resto de la gama de cortadoras automáticas lo conforman otros modelos con capacidades de producción de hasta 3.600 unidades a la hora en función de la cortadora. Consulten la tabla adjunta.



Para más información sobre modelos y datos técnicos no dude en contactar con nosotros.

**DANMIX, S.L.**

Pol. Ind. Sud C/. Pep Ventura, 8 Apdo. Correos, 5 08440 – Cardedeu (Barcelona)  
Tel. 93 871 11 77 Fax 93 871 28 19  
danmix@danmix.es

	tiras	ajustable de 1 hasta 50 mm	
	rodajas y aros	1,3 mm 	2,3 mm 
		1,8 mm 	2,8 mm 
		2 mm 	5 mm 
		3 mm 	6 mm 
		4 mm 	
	ondas		4 mm 
	cubos	12 x 12 x 12 mm 	20 x 20 x 20 mm 
	juliana french fries	2 x 2 mm 	3 x 3 mm 
		5 x 5 mm 	8 x 8 mm 
			10 x 10 mm 
			15x15 mm 
	rallado y tiras	2 mm 	3 mm 
		4,2 mm 	6 mm 
			9 mm 
	rodajas	ajustable hasta 12 mm 	ajustable hasta 24 mm 
	rodajas	10 mm 	15 mm 
	juliana french fries		15x15 mm 

FRUTAS									
	piña	mango	manzana	kiwi	cítricos (inc. pomelo)	pera	melón	sandía	fresas
<b>HGW (manual)</b>	pela, ●, gajos, rodajas, segmentos	●, gajos, rodajas, cubos	●, gajos, rodajas, bastones	pela, gajos y rodajas	gajos, rodajas, corte extremos	●, gajos, rodajas, bastones	0	0	rodajas
HGW -máx.Ø 85mm de manzana, naranja y pomelo // HGW-mínimo Ø 85mm- máx.Ø 114mm de piña, y máx. 200mm tras cortar ambos extremos									
<b>PGW (semi-automática) neumática</b>	pela, ●, gajos, rodajas, segmentos	●, gajos, rodajas, cubos	●, gajos, rodajas, bastones	pela, gajos y rodajas	gajos, rodajas, corte extremos	●, gajos, rodajas, bastones	porciones	porciones	rodajas
PGW -máx.Ø 85mm de manzana, naranja y pomelo // PGW-máx. altura melones y sandías 200mm tras cortar ambos extremos									
<b>AS2</b>	0	0	pela, ●, gajos	0	0	pela, ●, gajos	0	0	0
<b>AS4</b>	0	0	pela, ●, gajos, rodajas y porciones	0	0	pela, ●, gajos, rodajas y porciones	0	0	0
AS2-AS4 máx.Ø 75 - 80mm de manzana // corta <b>pera</b> lo más redondeada posible // <b>melocotón</b> no hay maq. disponibles									
<b>AS16</b>	0	0	pela, ●, gajos, rodajas y porciones	0	0	pela, ●, gajos, rodajas y porciones	0	0	0
AS16 máx.Ø 60 - 120mm de manzana // corta pera lo más redondeada posible									
<b>TONA E (gajos)</b>	0	0	●, gajos	gajos	gajos	gajos	0	0	gajos
TONA E -máx.Ø 85mm de manzana, naranja y pomelo									

	piña	mango	manzana	kiwi	cítricos (inc. pomelo)	pera	melón	sandía	fresas
<b>TONA S (rodajas)</b>	0	0	rodajas	rodajas	rodajas	rodajas	0	0	0
TONA S - longitud máx.80mm de manzana, naranja y pomelo									
<b>TONA RAPID S145</b>	0	0	●, gajos, rodajas y bastones	gajos/rodajas	gajos/rodajas	●, gajos, rodajas y bastones	0	0	0
TONA RAPID -máx.Ø 85mm de manzana, naranja y pomelo									
<b>TONA RAPID 3D</b>	0	0	●, gajos, rodajas, corte transversal en porciones	gajos, rodajas, corte transversal en porciones	gajos/rodajas	●, gajos, rodajas, corte transversal en porciones	0	0	0
TONA RAPID 3D - corte transversal en 2 porciones o 4 porciones (no en 3 porciones) // Diámetro máx 70mm - Altura producto máx. 90mm									
<b>TONA S180 K</b> 			●, gajos, rodajas						
<b>DESHUESADORA CEREZAS KM100</b>									
<b>FE-MP400</b>	0	pela	0	0	0	0	pela	pela	0
CP-45 los extremos no los llega a pelar, pelarlos manualmente									
<b>PELADORA CITRICOS CP45</b>	0	0	pela	pela	pela, accesorio para palitos	mejor AS2/AS4	pela	0	0

Nomenclatura: Descorazonador ●

**VEGETALES**

	cebolla	pepino	calabacín	berenjena	zanahoria	patata	pimiento	tomate	champiñón	col/coliflor/repollo
<b>HGW (manual)</b>	gajos y rodajas	rodajas, bastones, porciones	rodajas, porciones, bastones	rodajas, bastones	rodajas, bastones, porciones	gajos, rodajas y bastones	●, gajos, rodajas, cubos, bastones, porciones	gajos y rodajas	gajos y rodajas	●, porciones
<b>PGW (semi-automática)</b>	gajos y rodajas	rodajas, bastones y porciones	rodajas, bastones y porciones	rodajas y bastones	rodajas, bastones y porciones	gajos y rodajas	●, gajos, rodajas, cubos, bastones, segmentos y porciones	gajos y rodajas	gajos y rodajas	0
<b>CAP68</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	cortadora
<b>KSB</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	●
<b>AS2/AS4 (automáticas)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TONA E (gajos)</b>	gajos	gajos	gajos	gajos	gajos	0	gajos	gajos	gajos	
<b>TONA S (rodajas)</b>	rodajas	rodajas	rodajas	rodajas	rodajas	rodajas	0	rodajas	0	
<b>TONA RAPID S145</b>	gajos, rodajas y bastones	rodajas y bastones	rodajas y bastones	rodajas, bastones y lonchas	rodajas y bastones	rodajas y bastones	gajos	gajos/rodajas	gajos/rodajas	
<b>TONA RAPID 3D</b>	gajos, rodajas y corte transversal en porciones	rodajas y bastones	rodajas y bastones	0	0	gajos, rodajas y corte transversal en porciones (patata brava)	0	●, gajos, rodajas, corte transversal en porciones	0	

# Anexo C

## LISTA DE PATENTES CONSULTADAS

Mecanismos cortadores de maíz

Mecanismos de Procesamiento de frutas y verduras

Mecanismos desgranadores

Mecanismos cortadores de frutas, vegetales y carne.

Mecanismos cortadores de maíz	
Número de patente	Nombre
27718	GREEN CORN CUTTER
276054	MACHINE FOR CUTTING GREEN CORN FROM THE COB
346585	CORN SHAVER
1127548	CORN CUTTER
2063483	GREEN CORN TRIMMER
2169963	GREEN CORN CUTTING MACHINE
2188020	CORN CUTTER
2566568	CORN CUTTER
261699A1	AUTOMATIC CORN CUTTER APPARATUS AND METHOD
2767716	CORN CUTTING MACHINE
2787273	GREEN CORN CUTTING MACHINE
3455307	CORN CUTTING MACHINE
3625223	SELF CLEARING CORN CUTTERHEAD
4143664	CORN CUTTING JAM CLEARING SYSTEM
4753159	AUTOMATED CORN CUTTER
4943259	CORN CUTTER AND SYSTEM
5830060	MACHINE FOR CUTTING KERNELS FROM THE EARS OF CORN
6644180	CORN CUTTING ASSEMBLY

Mecanismos de de procesamiento de frutas y verduras	
Número de patente	Nombre
1001931	MACHINE FOR CORING AND SIZING PINEAPLES
1090988	CORN FOWARDING DEVICE FOR GREEN CORN CUTTING MACHINES
2365358	CUTTING MEAT EXTRACTOR
2998833	CORN COB HANDLE FORMING DEVICE
4802495	METHOD AND APARATUS FOR RENEWING CUTTING IN CORN PROCESSING EQUIPMENT
6305276	APPARATUS FOR EXTRACTING CREAMED CORN
6463845	DEVICE FOR MAKING CREAM-STYLE CORN
7788890	CORN STALK ROLL, CORN STALK HEAD AND RELATED CORN STALK MACHINE

Mecanismos desgranadores de maíz	
Número de patente	Nombre
14771	CORN SHELLER
19253	CORN SHELLER
77494	CORN HUSKER, SHELLER
240052	CORN SHELLER
228660	CORN SLICER, SHREDDER AND SCRAPER
2326873	DEVICE FOR REMOVING CORN FORM EARS
2477445	METHOD OF AND APPARATUS FOR REMOVING KERNEL FROM CORNCOBS
6073429	MACHINE FOR MOWING CORN AND SIMILAR STALK-LINE HARVESTED CROPS INDEPENDENTLY OF THE ROW

Mecanismos procesadores y cortadores de frutas, vegetales y carnes

Número de patente	Nombre
110322	FRUIT PARER
260263	APPLE PARER, CORER AND SLICER
315158	FRUIT PARING MACHINE
430139	POTATO PARER
759264	FRUIT OR VEGETABLE PARER
879417	COMBINED GRATER, PARER AND CORER
1008555	ORANGE PARER
1365697	MACHINE FOR PARING NUTS
1604347	ARTICHOKE TRIMMER
1951804	PARING DEVICE
1982709	FRUIT AND VEGETABLE PEELER
2156645	CULINARY DEVICE
2182688	PARING MACHINE
2299761	DEVICE FOR PEELING POTATOES AND THE LIKE
2361241	FRUIT PARING AND CUTTING MECHANISM
2699191	FEEDING, STEM END TRIMMING, AND TRANSFER MEANS FOR ROTATORY TURRET TYPE FRUIT PREPARATION MACHINES
3067791	ROTATORY PEELING CUTTER
3211202	POTATO PEELING AND CUTTING MACHINE
3237664	APPARATUS FOR AND METHOD OF TRIMMING FAT FROM HAMS AND THE LIKE
3744408	COCONUT PARING MACHINE
3753397	APPARATUS FOR SECTIONIZING CITRUS FRUIT
3881406	APPARATUS FOR PEELING FRUIT OR VEGETABLES
3951054	MEAT SLICER
3982482	FRUIT PEELING APPARATUS
4350088	COCONUT SHREDDER AND CUTTER APPLIANCE
4591990	VEGETABLE AND FRUIT SLICING APPARATUS
4628808	CUTTING DEVICE
4771682	PEELING MACHINE
5097758	FRUIT AND VEGETABLE PEELER
6854383	APPLE/POTATO PEELER
7077058	FRUIT AND VEGETABLE PEELER
71854436	MULTI-POSITION PEELER APPARATUS

# Anexo D

## MATRIZ FUNCIONES VS COMPETENCIA

Mecanismos cortadores

Mecanismos cortadores y peladores de  
frutas y verduras

	00247718- cortadora de maiz- 1881	00276054- cortadora 1883	00346585- cortadora de maiz- 1886	01127548- cortadora de maiz- 1915	02063483- cortadora de maiz tierno - 1936	02169963- cortadora de maiz tierno- 1939	02188020- cortadora de maiz 1940	02566568- cortadora de maiz 1951	0261669A1- cortadora de maiz automatica -2008	02767716- cortadora de maiz- 1956	02787273-cotadora de maiz tierno- 1957	03455307- cortadora de maiz- 1969	03625223- cortadora de maiz 1971	04143664- cortadora de maiz- 1979	04753159- cortadora de maiz automatica- 1986	04943259- cortadora de maiz y sus sistemas -1990	05830060-maquina cortadora de maiz- 1998	06644180- ensamble cortador de maiz manual- 2003	CASO DE ESTUDIO MECANISMO CORTADOR DE MAIZ ojeda 2009		
mecanismos cortadores de funciones o características maiz																					
<b>tipo de energia para funcionar</b>						<b>mecanismo para el control de las hojas de corte</b>															
eléctrica									si	si	si	si	si	si	si	si	si		si	10	55.56%
Mecánica	si	si	si	si	si		si	si										si	8	44.44%	
<b>general</b>																					
Accionamiento manual	si	si	si	si	si		si	si										si	8	44.44%	
accionamiento semi-automático														si					si	2	11.11%
accionamiento automático									si	si	si	si	si	si		si	si		8	44.44%	
requiere instalación especial (simentación, base, etc) para funcionar									si	si	si	si	si	si		si	si		8	44.44%	
bastidor de una sola pieza	si	si		si	si			si										si	7	38.89%	
bastidor tipo bancada					si					si	si		si		si		si		6	33.33%	
bastidor anclado a tierra		si		si				si								si			4	22.22%	
bastidor desmontable (varias piezas)			si						si			si	si			si			5	27.78%	
<b>sistema de alimentación de la mazorca</b>																					
se utiliza un mecanismo alimentador									si	si	si	si	si	si	si	si	si		7	38.89%	
se alimenta manualmente	si	si	si	si	si		si	si		si					si		si	si	11	61.11%	
el retiro del residuo se realiza mediante un mecanismo											si	si	si	si		si	si		7	38.89%	
el residuo se retira manualmente	si	si	si	si	si			si							si		si	si	9	50.00%	
el residuo se retira por gravedad							si			si									2	11.11%	
<b>sistema de posicionamiento de la mazorca</b>																					
la mazorca se posiciona automáticamente previo al corte									si	si	si	si	si	si		si	si		8	44.44%	
la mazorca se posiciona manualmente	si	si	si	si	si		si	si						si				si	10	55.56%	
la mazorca gira a bajas revoluciones	si	si		si				si										si	6	33.33%	
la mazorca gira a altas revoluciones			si		si									si					3	16.67%	
la mazorca se desplaza linealmente				si					si	si	si	si	si	si	si	si	si		10	55.56%	
el movimiento de la mazorca se genera a partir o en conjunto con el de la herramienta	si		si						si	si	si	si	si	si	si	si	si		11	61.11%	
el movimiento de la mazorca es independiente al movimiento de la herramienta				si	si			si										si	5	27.78%	
el movimiento de la mazorca se genera manualmente	si	si	si	si	si			si										si	7	38.89%	
el movimiento de la mazorca se genera por medio de un motor									si	si	si	si	si	si	si	si	si		10	55.56%	
el movimiento es transmitido por medio de engranes	si	si	si							si	si	si	si	si	si	si	si		12	66.67%	
el movimiento es transmitido por cadenas														si					1	5.56%	
el movimiento es transmitido por poleas				si						si	si		si	si	si	si			6	33.33%	
el movimiento es transmitido por tornillo sin fin														si					2	11.11%	
el movimiento es transmitido de manera directa (solo flecha)					si			si										si	3	16.67%	
el movimiento es transmitido por rodillos									si	si	si	si	si		si	si			7	38.89%	
la mazorca es empujada con un vástago										si									1	5.56%	

la velocidad el movimiento de la mazorca se controla manualmente	si	si	si	si	si			si									si		7	38.89%
la velocidad el movimiento de la mazorca se controla automáticamente								si		si	9	50.00%								
la velocidad del movimiento de la mazorca es constante								si		si	10	55.56%								
<b>sistema de corte de maiz</b>																				
el principio de corte es por buril(navaja, cortador)	si	si	si	si	si			si	17	94.44%										
el principio de corte es por cierra cinta																		si	1	5.56%
la herramienta de corte es una sola pieza	si		si	si	si			si	si									si	6	33.33%
la herramienta de corte es un ensamble		si		si					si		si	11	61.11%							
la herramienta de corte actua de manera manual																		si	1	5.56%
existe un mecanismo que actua la herramienta de corte	si	si	si	si	si			si		si	15	83.33%								
el mecanismo que actua la herramienta de corte se desplaza linealmente	si	si	si	si	si			si						si				si	7	38.89%
se utilizan guías en este movimiento o desplazamiento	si	si	si	si	si			si						si				si	7	38.89%
el mecanismo que actua la herramienta de corte gira										si	si	si	si		si	si		si	7	38.89%
la velocidad de giro se controla automáticamente										si	si	si	si		si	si		si	7	38.89%
el mecanismo que actua la herramienta puede tambien desplazarse en otra direccion																			0	0.00%
la profundidad de corte se actua de forma automatica	si	si	si	si	si			si			14	77.78%								
el mecanismo solo sigue una trayectoria establecida por default	si													si				si	3	16.67%
se utiliza mecanismo con resorte para controlar la profundidad de corte		si						si	si	si	si	si	si		si	si			8	44.44%
se utiliza un mecanismo seguidor para controlar la profundidad de corte		si	si					si	si						si				5	27.78%
se utiliza un sensor para controlar la profundidad de corte								si		si		si							3	16.67%
la profundidad de corte se actua de forma manual				si		si											si	si	4	22.22%
el movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado por un motor										si		si	8	44.44%						
el movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado manualmente	si	si	si	si	si			si									si		6	33.33%
la transmision de este movimiento es por medio de engranes		si	si							si		si	si	si	si	si			8	44.44%
la transmision de este movimiento es por medio de poleas													si					si	2	11.11%
la transmision de este movimiento es por medio de tornillo sin fin		si	si											si					3	16.67%
la transmision es generada por mecanismo vuela.-manivela	si																		1	5.56%
la transmision es generada por cadenas															si				1	5.56%
la transmision es directa																	si		1	5.56%
<b>extraccion del producto</b>																				
el maiz cae por gravedad(colector total)	si	si	si	si	si			si	18	100.00%										
el maiz se direcciona o restringe su trayectoria al ser cortado			si					si	11	61.11%										
<b>otros parametros</b>																				
existe un mecanismo que extraiga solidos que se desprendan de la accion de corte								si										si	2	11.11%
este mecanismo funciona con energia electrica																		si	1	5.56%
este mecanismo funciona con energia mecanica (manual)								si											1	5.56%
la energia electrica es independiente de los otros mecanismos																		si	1	5.56%

	00110322- peladora de frutas- 1870	00260236-pelador de manzana-1882	00315158-pelador de frutas-1885	00430139-pelador de papas-1890	00759264-peladora de frutas y vegetales- 1904	00879417-peladora y ralladora-1908	01008555-pelador de tornillo guia- 1911	01365397-pelador de frutas-1921	01604347- cortadora de alcachofas-1926	01951804-peladora de cocos-1934	01951804-peladora de cocos-1934 (2)	1982709-pelador de frutas y vegetales-1934	02156645- cortador, pelador y rebanador de frutas-1937	02182688-peladora 1936	02299761-peladora de papas-1942	02361421-pelador frutas y cortador- 1944
funciones																
o																
características																
mecanismos																
cortadores y peladores																
de																
frutas y																
verduras																
<b>tipo de energía para funcionar</b>																
eléctrica								si	si	si	si					
Mecánica	si	si	si	si	si	si	si					si	si	si	si	si
<b>general</b>																
el producto que procesa es suave		si		si	si	si	si						si	si	si	si
el producto que procesa es duro									si	si	si					
Accionamiento manual	si	si	si	si	si	si	si					si	si	si	si	si
accionamiento semi-automático								si	si	si						
accionamiento automático											si					
requiere instalación especial (simulación, base, etc) para funcionar																
bastidor de una sola pieza																
bastidor tipo bancada						si		si	si	si	s					
bastidor anclado a tierra	si	si		si	si		si						si	si	si	si
bastidor desmontable (varias piezas)												si				
<b>sistema de alimentación del producto</b>																
se utiliza un mecanismo alimentador											si					
se alimenta manualmente	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
el retiro del producto se realiza mediante un mecanismo																
el producto se retira manualmente	si	si		si	si	si	si		si	si		si	si	si	si	si
el producto se retira por gravedad																
<b>sistema de posicionamiento del producto</b>																
el producto se posiciona automáticamente previo al corte								si			si					
se requiere actuar algún tipo de mecanismo para posicionar el producto										si						
el producto se posiciona manualmente	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
el producto gira a bajas revoluciones						si		si	si	si	si		si	si		
el producto gira a altas revoluciones	si	si	si	si	si		si								si	si
el producto se desplaza linealmente							si	si				si	si	si		
el movimiento del producto se genera a partir o en conjunto con el de la herramienta	si	si	si	si	si		si	si	si	si				si	si	si
el movimiento del producto es independiente al movimiento de la herramienta						si		si			si		si			
el movimiento del producto se genera manualmente	si	si	si	si	si	si	si	si				si	si	si	si	si
el movimiento del producto se genera por medio de un motor								si	si	si	si					
el movimiento es transmitido por medio de engranes	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si				si	si
el movimiento es transmitido por cadenas																
el movimiento es transmitido por poleas									si	si	si					
el movimiento es transmitido por tornillo sin fin			si										si	si		



	02699191-pelador de frutas mec avanzado-1955	03067791-pelador de cortador rotatorio-1962	03211202-peladora y cortadora de papas-1965	03237664-pelador-1966	03744408-maquina peladora de cocos-1971	03753397-cortador de frutas-1973	03881406-pelador de frutas y vegetales-1975	03951054-cortador de carne-1976	03982482-pelador de frutas-1976	04350088-pelador de frutas-1982	04581990-pelador y corte de frutas-1986	04628808-cortadora en espiral de zanahoria-1986	047711682-peladora de superficies suaves-1986	05097758-peladora de frutas y vegetales-1990	06854383-pelador de papas-2005	07077058-pelador de frutas y vegetales-2006		
funciones o características																		
mecanismos																		
cortadores y peladores de frutas y verduras																		
<b>tipo de energia para funcionar</b>																		
<b>electrica</b>	si		si	si	si	si	si	si	si	si		si	si	si			16	50.00%
<b>Mecanica</b>											si				si	si	15	46.88%
<b>general</b>																		
<b>el producto que procesa es suave</b>	si		si	si		si	si	si	si		si	si	si	si	si	si	22	68.75%
<b>el producto que procesa es duro</b>					si					si							5	15.63%
<b>Accionamiento manual</b>						si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	19	59.38%
<b>accionamiento semi-automatico</b>													si				6	18.75%
<b>accionamiento automatico</b>	si			si	si				si								5	15.63%
<b>requiere instalacion especial(simentacion, base, etc) para funcionar</b>				si	si	si							si			si	8	25.00%
<b>bastidor de una sola pieza</b>							si			si	si						3	9.38%
<b>bastidor tipo bancada</b>									si					si		si	7	21.88%
<b>bastidor anclado a tierra</b>	si		si					si				si			si		15	46.88%
<b>bastidor desmontable (varias piezas)</b>																si	2	6.25%
<b>sistema de alimentacion del producto</b>																		
<b>se utiliza un mecanismo alimentador</b>	si			si	si				si				si				6	18.75%
<b>se alimenta manualmente</b>			si			si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	25	78.13%
<b>el retiro del producto se realiza mediante un mecanismo</b>									si	si		si		si	si	si	7	21.88%
<b>el producto se retira manualmente</b>									si	si		si		si	si	si	22	68.75%
<b>el producto se retira por gravedad</b>			si														1	3.13%
<b>sistema de posicionamiento del producto</b>																		
<b>el producto se posiciona automaticamente previo al corte</b>	si			si	si	si			si				si				8	25.00%
<b>se requiere actuar algun tipo de mecanismo para posicionar el producto</b>								si									2	6.25%
<b>el producto se posiciona manualmente</b>			si				si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	22	68.75%
<b>el producto gira a bajas revoluciones</b>	si		si	si			si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	17	53.13%
<b>el producto gira a altas revoluciones</b>					si							si		si			11	34.38%
<b>el producto se desplaza linealmente</b>	si		si	si		si	si	si	si	si		si		si	si		15	46.88%
<b>el movimiento del producto se genera a partir o en conjunto con el de la herramienta</b>							si	si								si	15	46.88%
<b>el movimiento del producto es independiente al movimiento de la herramienta</b>	si		si	si	si	si			si	si	si	si	si	si	si		15	46.88%
<b>el movimiento del producto se genera manualmente</b>										si	si	si			si	si	18	56.25%
<b>el movimiento del producto se genera por medio de un motor</b>	si		si	si	si		si	si	si			si	si	si			14	43.75%
<b>el movimiento es transmitido por medio de engranes</b>	si		si	si	si		si	si					si			si	20	62.50%
<b>el movimiento es transmitido por cadenas</b>	si			si	si												3	9.38%
<b>el movimiento es transmitido por poleas</b>																	3	9.38%
<b>el movimiento es transmitido por tornillo sin fin</b>	si		si								si				si		7	21.88%

el movimiento es transmitido de manera directa (solo flecha)										si		si		si			3	9.38%
el movimiento es transmitido por rodillos					si												1	3.13%
el producto es empujada con un bastago	si																2	6.25%
la velocidad el movimiento del producto se controla manualmente											si	si			si	si	15	46.88%
la velocidad el movimiento del producto se controla automáticamente	si		si	si	si		si	si	si			si	si	si			15	46.88%
la velocidad del movimiento del producto es constante	si		si	si	si		si	si	si			si	si	si			14	43.75%
<b>sistema de corte del producto</b>																		
el principio de corte es por buri(navajo, cortador)	si		si	29	90.63%													
el principio de corte es por disco		si															3	9.38%
el principio de corte es por cierra cinta																	0	0.00%
la herramienta de corte es una sola pieza																	2	6.25%
la herramienta de corte es un ensamble	si	30	93.75%															
existe un mecanismo que actua la herramienta de corte	si	si		si		si	si	si	si	25	78.13%							
el mecanismo que actua la herramienta de corte se desplaza linealmente				si		si	si	si	si			si				si	18	56.25%
se utilizan guias en este movimiento o desplazamiento				si		si	si	si				si					11	34.38%
el mecanismo que actua la herramienta de corte se desplaza angularmente	si			si	si		si	si					si	si	si	si	18	56.25%
el mecanismo que actua la herramienta de corte gira	si	si		si						si						si	6	18.75%
la velocidad de giro se controla manualmente																si	2	6.25%
la velocidad de giro se controla automáticamente		si		si						si							3	9.38%
el mecanismo que actua la herramienta puede desplazarse en otra direccion	si			si											si		5	15.63%
la profundidad de corte se actua de forma automatica	si		si			si	si		si	si	26	81.25%						
el mecanismo solo sigue una trayectoria establecida por default			si			si			si		si						6	18.75%
se utiliza mecanismo con resorte para controlar la profundidad de corte	si				si			si							si	si	15	46.88%
se utiliza un mecanismo seguidor para controlar la profundidad de corte					si		si	si							si		7	21.88%
se utiliza un sensor para controlar la profundidad de corte									si								1	3.13%
la profundidad de corte se actua de forma manual										si				si			4	12.50%
el movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado por un motor	si	si		si		si	si	si		si							11	34.38%
el movimiento (giro y/o desplazamiento) es generado manualmente												si				si	11	34.38%
la transmision de este movimiento es por medio de engranes	si	si		si		si	si	si			si		si			si	20	62.50%
la transmision de este movimiento es por medio de poleas																	1	3.13%
la transmision de este movimiento es por medio de tornillo sin fin	si					si	si	si			si						9	28.13%
la transmision es generada por mecanismo viela y/o manivela																si	8	25.00%
la transmision es generada por cadenas				si		si											2	6.25%
la transmision es directa										si							2	6.25%
<b>extraccion del residuo (cascara)</b>																		
el residuo cae por gravedad(colector total)	si		si		si	30	93.75%											
el residuo se direcciona o restringe su trayectoria al ser cortado	si		si	si	si		si		13	40.63%								

# Anexo E

## MEDICIONES DE GRANOS Y DIAMETROS DE MAZORCAS

Medición de longitudes en 16 mazorcas

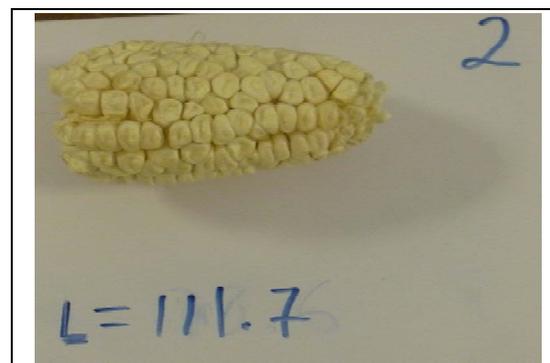
Medición de masas en 25 mazorcas

### Medición de longitudes en 16 mazorcas

# de mazorca	D inicio de maiz	D bagazo seccion delantera	D bagazo seccion Media	D bagazo seccion Trasera	Longitudes	Dmayor	Dmedio	Dmenor
1	34.9	19.25	19	21.25	115.7	53.6	50.45	47.8
2	40.4	24	31.45	30	111.7	61	61.2	51.65
3	27.8	24	27.4	26.6	112.6	56.6	55.45	49.4
4	29.6	14	24.8	24	129.4	57	51.6	38
5	35.4	17.2	22.4	21.4	119.25	57	55	50
6	37.9	24.45	23.2	30.45	145.2	64.2	56.6	52.65
7	40	22.4	27.4	26.2	172	58.6	60	41.4
8	36.4	20.65	22.2	24.4	142.15	54.4	49.2	47.8
9	42.2	26	35.4	33	175	65	57	45.6
10	29	18.4	26	24.4	117	57.4	50.4	36.6
11	32.6	18	23.6	20.8	187	60.5	57.2	43.6
12	27	26	23.05	27	175	65.8	63	54.8
13	32	20.2	27.4	22.8	197	50	53	37
14	33.8	22.6	29.25	25.2	185	58.05	56.2	46.05
15	33.95	16.8	24.4	21.6	189	58.25	58	39.2
16	32.8	14.8	22.6	17.05	196	55.05	48.4	39.25
Maximos	42.2	26	35.4	33	197	65.8	63	54.8
minimos	27	14	19	17.05	111.7	50	48.4	36.6



mazorca	1	Dmayor	53.6		
longitud	115.7	Dmedio	50.45		
D inicio de maiz	34.9	dmenor	47.8		
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	19.25	Dbazo	19	Dbagazo	21.25
1	9.15	1	9.5	1	11.2
2	8.3	2	10.45	2	11.45
3	10.25	3	9.8	3	7.6
4	9.45	4	10.5	4	10
5	10.65	5	10.8	5	9.5
6	11.2	6	10.1	6	11.45
7	9.6	7	10.9	7	10.3
8	11.15	8	12.4	8	9.5
9	9.35	9	11.5	9	11.2
10	10.5	10	10	10	10.5
11	9.95	11	10.9	11	7.3
12	9	12	11.8	12	9.8
13	7.6	13	9.9	13	9.2
14	9.55	14	9.8	14	8.7
15	10.25	15	9.55	15	6.3
maximo	11.2		12.4		11.45
minimo	7.6		9.5		6.3
promedio	9.73		10.5266667		9.6



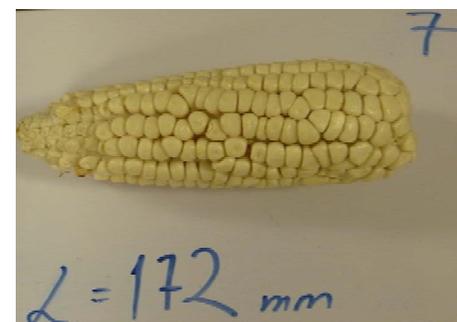
mazorca	2	Dmayor	61		
longitud	111.7	Dmedio	61.2		
D inicio de maiz	40.4	Dmenor	51.65		
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	24	dbagazo	31.45	dbagazo	30
1	11.2	1	10.3	1	11.3
2	8.1	2	9.5	2	9.2
3	9.5	3	12	3	10.7
4	10.4	4	10.9	4	12
5	11.5	5	12.5	5	13.1
6	8	6	12.2	6	9.6
7	9.45	7	11.4	7	11.9
8	11.6	8	13	8	12.1
9	11.6	9	11.6	9	10
10	12.3	10	9	10	12.5
11	11.5	11	9.6	11	12.05
12	9	12	11.5	12	11.5
13	11	13	11.2	13	10
14	9.5	14	12.2	14	8.4
15	9.4	15	9.5	15	11.6
maximo	12.3		13		13.1
minimo	8		9		8.4
promedio	10.27		11.09333333		11.06333333



mazorca		3	traser	56.6	
longitud		112.6	medio	55.45	
D inicio de maiz		27.8	delantero	49.4	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
bagazo	24	dbagazo	27.4	dbagazo	26.6
1	10.8	1	12	1	12.4
2	10.8	2	12.6	2	11.2
3	9.6	3	11.6	3	11.45
4	9.8	4	12.4	4	11.2
5	10.4	5	11.6	5	12
6	11.4	6	10.45	6	11.4
7	11.2	7	12	7	11.2
8	9	8	12.05	8	9.05
9	10.8	9	10.8	9	11
10	9.4	10	11.4	10	11.05
11	10.8	11	12.6	11	10.45
12	10.45	12	9.25	12	11.6
13	11	13	10.2	13	9.6
14	12.4	14	12.4	14	11.45
15	11.6	15	12	15	12
maximo	12.4		12.6		12.4
minimo	9		9.25		9.05
promedio	10.63		11.5566667		11.1366667



mazorca		4	Dmayor	57	
longitud		129.4	Dmedio	51.6	
D inicio de maiz		29.6	dmenor	38	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	14	Dbazo	24.8	Dbagazo	24
1	10	1	11.9	1	12.4
2	10.3	2	12.1	2	13.8
3	9.8	3	11.7	3	11.6
4	9	4	11.7	4	12.2
5	10.9	5	11.2	5	13.2
6	11	6	11.5	6	11.25
7	8.5	7	12.8	7	12.9
8	10.25	8	11.4	8	11.1
9	9.6	9	12.15	9	11.2
10	10.7	10	12.8	10	9.9
11	8.9	11	11.8	11	12.9
12	9.8	12	11.5	12	12.9
13	8.5	13	10.1	13	11.1
14	8.6	14	10.5	14	12.1
15	10.25	15	10.9	15	11.2
maximo	11		12.8		13.8
minimo	8.5		10.1		9.9
promedio	9.74		11.6033333		11.9833333



mazorca	5	Dmayor	57
longitud	119.25	Dmedio	55
D inicio de maiz	35.4	dmenor	50
seccion delantera	seccion media	seccion trasera	
Dbagazo	17.2	Dbazo	21.4
1	9.1	1	10.1
2	6.9	2	8.2
3	8.7	3	11.1
4	8.5	4	7.6
5	9.2	5	8.2
6	6.8	6	10.4
7	7.4	7	10
8	8.4	8	7.5
9	10.4	9	10.3
10	9.4	10	8.4
11	7.1	11	7.8
12	7.9	12	7.1
13	6.5	13	9.7
14	9.7	14	7.1
15	7	15	9.85
maximo	10.4	11.1	9.9
minimo	6.5	7.1	7.65
promedio	8.2	8.89	8.59666667

mazorca	6	Dmayor	64.2
longitud	145.2	Dmedio	56.6
D inicio de maiz	37.9	dmenor	52.65
seccion delantera	seccion media	seccion trasera	
Dbagazo	24.45	Dbazo	23.2
1	13	1	14.8
2	10.2	2	16
3	12.4	3	14.4
4	13	4	15.4
5	10.6	5	14.45
6	11.6	6	15
7	10.6	7	15.6
8	11	8	14.8
9	11.6	9	15.8
10	12.4	10	14.4
11	12.4	11	14.2
12	13.4	12	14.25
13	13.8	13	15
14	12.6	14	15.8
15	13.4	15	13
maximo	13.8	16	16.6
minimo	10.2	13	9.45
promedio	12.1333333	14.86	13.7366667

mazorca	7	Dmayor	58.6
longitud	172	Dmedio	60
D inicio de maiz	40	Dmenor	41.4
seccion delantera	seccion media	seccion trasera	
	22.4		26.2
1	9.65	1	11
2	9.2	2	10.6
3	8.6	3	9.25
4	9.4	4	10.4
5	9.4	5	10.2
6	10.2	6	10
7	9.25	7	11.2
8	10.6	8	10.8
9	10.6	9	10.8
10	11.2	10	10
11	10.4	11	9.8
12	8.6	12	13
13	9.8	13	10.8
14	11.2	14	9.8
15	8.6	15	10
maximo	11.2	13	11.8
minimo	8.6	9.25	8.8
promedio	4.89	5.255	5.15333333



mazorca		8	Dmayor	54.4	
longitud		142.15	Dmedio	49.2	
D inicio de maiz		36.4	dmenor	47.8	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	20.65	Dbazo	22.2	Dbagazo	24.4
1	9	1	11.2	1	11
2	9.2	2	11.7	2	10.95
3	11.2	3	10.4	3	8.5
4	11.1	4	9.1	4	11
5	9.4	5	11.4	5	10.5
6	10.5	6	10.7	6	11.55
7	8	7	9	7	10.95
8	9.1	8	10.1	8	11.8
9	9.5	9	9.2	9	11.9
10	11	10	11	10	11.7
11	8.8	11	9.3	11	10.9
12	9.7	12	11.7	12	9.9
13	10	13	12	13	10.85
14	9.2	14	11.6	14	9.65
15	11.6	15	10	15	8.8
maximo	11.6		12		11.9
minimo	8		9		8.5
promedio	9.82		10.56		10.6633333

mazorca		9	Dmayor	65	
longitud		175	Dmedio	57	
D inicio de maiz		42.2	dmenor	45.6	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	26	Dbazo	35.4	Dbagazo	33
1	9	1	13.6	1	10.8
2	11.2	2	13.5	2	9.4
3	11.6	3	12.3	3	11
4	14	4	12.6	4	11.7
5	10.2	5	11.7	5	10.65
6	11.1	6	12.3	6	10.8
7	11.8	7	11.75	7	9.5
8	12.3	8	12.65	8	9.9
9	11.3	9	11.3	9	12.65
10	11.7	10	12.8	10	12.6
11	11.1	11	11.4	11	12
12	13.1	12	11.5	12	11.1
13	11.1	13	11.4	13	8.35
14	11.2	14	10.7	14	11.3
15	10	15	11.9	15	12.7
maximo	14		13.6		12.7
minimo	9		10.7		8.35
promedio	11.38		12.0933333		10.9633333



mazorca		10	Dmayor	57.4	
longitud		177	Dmedio	50.4	
D inicio de maiz		29	dmenor	36.6	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	18.4	Dbazo	26	Dbagazo	24.4
1	9.6	1	10.6	1	10.2
2	9.8	2	9.6	2	9.8
3	8.6	3	7.8	3	9
4	9.8	4	11.9	4	9.6
5	9.9	5	9.2	5	9.25
6	9.5	6	9.4	6	12.4
7	9.9	7	10.6	7	9.3
8	9.65	8	9.2	8	11
9	9	9	10.3	9	10.5
10	9.45	10	10.8	10	12.2
11	8.6	11	9.9	11	8.9
12	8.9	12	9.3	12	10.5
13	9.7	13	9.7	13	12.1
14	8.8	14	10	14	8.6
15	9.55	15	8.7	15	9.6
maximo	9.9		11.9		12.4
minimo	8.6		7.8		8.6
promedio	9.38333333		9.8		10.19666667

mazorca		11	Dmayor	60.5	
longitud		187	Dmedio	57.2	
D inicio de maiz		32.6	dmenor	43.6	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	18	Dbazo	23.6	Dbagazo	20.8
1	11.45	1	12.3	1	13.2
2	11.5	2	14.3	2	13.9
3	12.9	3	13.6	3	14.4
4	12.25	4	13.5	4	13.6
5	11.4	5	13.8	5	14
6	12.8	6	12.8	6	14.9
7	13.3	7	14	7	15.25
8	13.1	8	14.05	8	13.1
9	12.8	9	14.1	9	12.8
10	11.8	10	13.9	10	13.3
11	12.15	11	14.05	11	14.1
12	10.9	12	14	12	15.5
13	11.7	13	15.4	13	14
14	11.2	14	14.4	14	13.45
15	13.1	15	14	15	15.2
maximo	13.3		15.4		15.5
minimo	10.9		12.3		12.8
promedio	12.1566667		13.88		14.0466667



mazorca	12		Dmayor	65.8	
longitud	175		Dmedio	63	
D inicio de maiz	27		dmenor	54.8	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	26	Dbazo	23.05	Dbagazo	27
1	10.4	1	12.4	1	11
2	11.2	2	13.3	2	13.4
3	11.4	3	14.4	3	11.4
4	11	4	12	4	12.4
5	12.4	5	14	5	13.2
6	11.2	6	13.6	6	14.5
7	10.1	7	12.5	7	9.6
8	11.3	8	9.3	8	12.7
9	11	9	11.8	9	11.5
10	10.4	10	14.1	10	13
11	10.8	11	12.15	11	12.1
12	11.6	12	14	12	11
13	11.1	13	13.8	13	13.4
14	10	14	13	14	11
15	10	15	12.4	15	11.1
maximo	12.4		14.4		14.5
minimo	10		9.3		9.6
promedio	10.9266667		12.85		12.0866667

mazorca	13		Dmayor	50	
longitud	197		Dmedio	53	
D inicio de maiz	32		dmenor	37	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	20.2	Dbazo	27.4	Dbagazo	22.8
1	10.6	1	11.1	1	10.2
2	10.1	2	11.2	2	9.8
3	10.7	3	11.1	3	9.8
4	10.1	4	11.4	4	8.7
5	10	5	11.5	5	10.4
6	10	6	10.7	6	9.8
7	9.8	7	11.4	7	10
8	9.4	8	10.6	8	9.9
9	10.4	9	11.2	9	11
10	10.5	10	11	10	10.8
11	9	11	11	11	10.6
12	9.4	12	9.6	12	10.2
13	9.8	13	10.8	13	9.8
14	10	14	11.1	14	9.6
15	10.1	15	11	15	9.2
maximo	10.7		11.5		11
minimo	9		9.6		8.7
promedio	9.993333333		10.98		9.98666667

mazorca	14		Dmayor	58.05	
longitud	185		Dmedio	56.2	
D inicio de maiz	33.8		dmenor	46.05	
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	22.6	Dbazo	29.25	Dbagazo	25.2
1	11	1	8.6	1	11
2	9.5	2	12	2	8.2
3	10.5	3	11.4	3	11.6
4	10.4	4	10.1	4	7.8
5	10.1	5	11.4	5	9.4
6	8	6	8.2	6	10
7	10.7	7	10.9	7	10.7
8	11.1	8	8.2	8	8.6
9	9	9	12.6	9	10.4
10	10.1	10	8	10	10.2
11	10.2	11	8.4	11	10.3
12	11.4	12	9	12	11.4
13	10.2	13	12	13	11
14	9	14	11.8	14	10.7
15	9.8	15	10	15	8
maximo	11.4		12.6		11.6
minimo	8		8		7.8
promedio	10.0666667		10.17333333		9.953333333



mazorca	15	Dmayor	58.25		
longitud	189	Dmedio	58		
D inicio de maiz	33.95	dmenor	39.2		
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	16.8	Dbazo	24.4	Dbagazo	21.6
1	11.45	1	10.7	1	12.9
2	10.8	2	11.2	2	12
3	12.1	3	11.2	3	11
4	9	4	12.7	4	11
5	12.2	5	11.6	5	10.5
6	12.7	6	11.7	6	11.1
7	9.7	7	11.4	7	10.5
8	11.25	8	10.55	8	11.9
9	11.15	9	12.7	9	11
10	11.4	10	11.7	10	11.7
11	10.1	11	12.8	11	10.7
12	10.7	12	11.8	12	10
13	11	13	12.85	13	13.45
14	10.3	14	11.55	14	12.55
15	10.8	15	12.5	15	12.2
maximo	12.7		12.85		13.45
minimo	9		10.55		10
promedio	10.9766667		11.7966667		11.5

mazorca	16	Dmayor	55.05		
longitud	196	Dmedio	48.4		
D inicio de maiz	32.8	dmenor	39.25		
seccion delantera		seccion media		seccion trasera	
Dbagazo	14.8	Dbazo	22.6	Dbagazo	17.05
1	10.2	1	11.8	1	9.2
2	9.5	2	11.2	2	9.3
3	8.7	3	10.25	3	11.3
4	9.1	4	12.9	4	12
5	11.55	5	12.3	5	11.7
6	11.4	6	12.4	6	9.4
7	12.25	7	12.5	7	10
8	11.25	8	11.6	8	12
9	10.9	9	10.7	9	9.9
10	11.2	10	11	10	9.1
11	10.9	11	11.7	11	9.95
12	10	12	11.95	12	12.5
13	11.1	13	11.3	13	11.6
14	9.2	14	12.7	14	10.5
15	8.35	15	11.5	15	11.6
maximo	12.25		12.9		12.5
minimo	8.35		10.25		9.1
promedio	10.3733333		11.72		10.67

## Medición de masa de las mazorcas

mazorca	masa (grms)
1	103.8
2	55.7
3	98.5
4	110.4
5	110.2
6	86.9
7	64
8	91.1
9	145.8
10	122.3
11	116
12	91.1
13	91.5
14	138.4
15	95.4
16	95.2
17	140.5
18	90.7
19	134.5
20	133
21	101.1
22	209
23	138.8
24	190.9
25	177.6

Desviación estándar	36.03263499
promedio	117.296
Máximo absoluto	209
Mínimo absoluto	55.7

# Anexo F

## HOJA DE DATOS TÉCNICOS DE LOS MATERIALES DE LAS PIEZAS

Acero inoxidable 304

Acero A2 No. 484

Acero A228 (alambre de piano)

Acero AISI 1020 Cold rolled

Acero A4118

Latón

## 304 Stainless Steel

**Categories:** [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [Heat Resisting](#); [Stainless Steel](#); [T 300 Series Stainless Steel](#)

**Material Notes:** Austenitic Cr-Ni stainless steel. Better corrosion resistance than Type 302. High ductility, excellent drawing, forming, and spinning properties. Essentially non-magnetic, becomes slightly magnetic when cold worked. Low carbon content means less carbide precipitation in the heat-affected zone during welding and a lower susceptibility to intergranular corrosion.

**Applications:** beer kegs, bellows, chemical equipment, coal hopper linings, cooking equipment, cooling coils, cryogenic vessels, dairy equipment, evaporators, flatware utensils, feedwater tubing, flexible metal hose, food processing equipment, hospital surgical equipment, hypodermic needles, kitchen sinks, marine equipment and fasteners, nuclear vessels, oil well filter screens, refrigeration equipment, paper industry, pots and pans, pressure vessels, sanitary fittings, valves, shipping drums, spinning, still tubes, textile dyeing equipment, tubing.

**Corrosion Resistance:** resists most oxidizing acids and salt spray.

UNS S30400; AMS 5501, 5513, 5560, 5565; ASME SA182, SA194 (8), SA213, SA240; ASTM A167, A182, A193, A194

**Key Words:** aisi304, AISI 304, T304, T 304, SUS304, SS304, 304SS, 304 SS, UNS S30400, AMS 5501, AMS 5513, AMS 5560, AMS 5565, AMS 5566, AMS 5567, AMS 5639, AMS 5697, ASME SA182, ASME SA194 (8), ASME SA213, ASME SA240, ASME SA249, ASME SA312, ASME SA320 (B8), ASME SA358, ASME SA376, ASME SA403, ASME SA409, ASME SA430, ASME SA479, ASME SA688, ASTM A167, ASTM A182, ASTM A193, ASTM A194, ASTM A666, FED QQ-S-763, MILSPEC MIL-S-5059, SAE 30304, DIN 1.4301, X5CrNi189, B.S. 304 S 15, EN 58E, PN 86020 (Poland), OH18N9, ISO 4954 X5CrNi189E, ISO 683/13 11, 18-8

**Vendors:** [Click here to view all available suppliers for this material.](#)

 New suppliers have been added for this product during the past 60 days.

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	8.00 g/cc	0.289 lb/in <sup>3</sup>	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	123	123	Converted from Rockwell B hardness.
Hardness, Knoop	138	138	Converted from Rockwell B hardness.
Hardness, Rockwell B	70	70	
Hardness, Vickers	129	129	Converted from Rockwell B hardness.
Tensile Strength, Ultimate	505 MPa	73200 psi	
Tensile Strength, Yield	215 MPa @Strain 0.200 %	31200 psi @Strain 0.200 %	
Elongation at Break	70.0 %	70.0 %	in 50 mm

Modulus of Elasticity	193 - 200 GPa	28000 - 29000 ksi
Poissons Ratio	0.290	0.290
Charpy Impact	325 J	240 ft-lb
Shear Modulus	86.0 GPa	12500 ksi

Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity 	0.0000720 ohm-cm @Temperature 20.0 °C	0.0000720 ohm-cm @Temperature 68.0 °F	
	0.000116 ohm-cm @Temperature 650 °C	0.000116 ohm-cm @Temperature 1200 °F	
Magnetic Permeability	1.008	1.008	at RT

Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear 	17.3 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0.000 - 100 °C	9.61 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 212 °F	
	17.8 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0.000 - 315 °C	9.89 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 599 °F	
	18.7 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{°C}$ @Temperature 0.000 - 650 °C	10.4 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{°F}$ @Temperature 32.0 - 1200 °F	
Specific Heat Capacity	0.500 J/g-°C @Temperature 0.000 - 100 °C	0.120 BTU/lb-°F @Temperature 32.0 - 212 °F	
Thermal Conductivity 	16.2 W/m-K @Temperature 0.000 - 100 °C	112 BTU-in/hr-ft <sup>2</sup> -°F @Temperature 32.0 - 212 °F	
	21.5 W/m-K @Temperature 500 °C	149 BTU-in/hr-ft <sup>2</sup> -°F @Temperature 932 °F	
Melting Point	1400 - 1455 °C	2550 - 2651 °F	
Solidus	1400 °C	2550 °F	
Liquidus	1455 °C	2651 °F	

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	<= 0.080 %	<= 0.080 %	
Chromium, Cr	18.0 - 20.0 %	18.0 - 20.0 %	
Iron, Fe	66.345 - 74.0 %	66.345 - 74.0 %	
Manganese, Mn	<= 2.0 %	<= 2.0 %	
Nickel, Ni	8.0 - 10.5 %	8.0 - 10.5 %	
Phosphorous, P	<= 0.045 %	<= 0.045 %	
Silicon, Si	<= 1.0 %	<= 1.0 %	
Sulfur, S	<= 0.030 %	<= 0.030 %	

[References](#) for this datasheet.

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

## Carpenter No. 484® Air-Hard) (AISI A2)

Categories: [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [Tool Steel](#); [Air-Hardening Steel](#)

**Material Notes:** **Description:** No. 484 tool steel is an air hardening steel capable of hardening throughout in heavy sections. It has been used for those applications in which the sections are very large and those involving extreme accuracy of size extreme hazards in hardening. It has a good balance between hardness and toughness. It is available as a DeCarb-Free product. DCF bars have been cold-finished in the mill therefore eliminating the need for bar bark removal. Iron calculated as balance.

**Applications:** Large blanking dies, Thread roller dies, Long punches, Rolls, Master hubs, Trimming dies, Forming dies, Precision tools, Gauges, Coining dies

Information provided by Carpenter Technology Corporation.

No. 484® is a registered trademark of Carpenter Technology Corporation.

**Key Words:** UNS T30102

**Vendors:** [Click here to view all available suppliers for this material.](#)

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Specific Gravity	7.87 g/cc	7.87 g/cc	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Rockwell C	44.0 - 45.0	44.0 - 45.0	Tempered at 1200°F
Tensile Strength, Ultimate	63.0 - 64.0 2050 MPa	63.0 - 64.0 297000 psi	As hardened when tempered at 400°F
Tensile Strength, Yield	1580 MPa	229000 psi	when tempered at 400°F
Elongation at Break	1.00 %	1.00 %	when tempered at 400°F
Reduction of Area	2.00 %	2.00 %	when tempered at 400°F
Modulus of Elasticity	203.4 GPa	29500 ksi	
Izod Impact Unnotched	100 J	73.8 ft-lb	when tempered at 400°F
Abrasion	57.7 107.7	57.7 107.7 loss in mm <sup>3</sup> , Tempered at 1200°F; ASTM G65	loss in mm <sup>3</sup> , As-Hardened; ASTM G65
Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear 	10.7 µm/m-°C @Temperature 20.0 - 100 °C	5.94 µin/in-°F @Temperature 68.0 - 212 °F	
	13.2 µm/m-°C @Temperature 20.0 - 400 °C	7.33 µin/in-°F @Temperature 68.0 - 752 °F	

14.4  $\mu\text{m}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$       8.00  $\mu\text{in}/\text{in}\cdot^{\circ}\text{F}$   
 @Temperature 20.0 - 750  $^{\circ}\text{C}$  @Temperature 68.0 - 1380  $^{\circ}\text{F}$

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	1.0 %	1.0 %	
Chromium, Cr	5.25 %	5.25 %	
Iron, Fe	91.35 %	91.35 %	
Manganese, Mn	0.80 %	0.80 %	
Molybdenum, Mo	1.10 %	1.10 %	
Silicon, Si	0.30 %	0.30 %	
Vanadium, V	0.20 %	0.20 %	

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

## ASTM A228

**Categories:** [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [ASTM Steel](#); [Carbon Steel](#); [High Carbon Steel](#)

**Material Notes:** Cold drawn. High tensile strength and uniform mechanical properties. Music wire springs are not recommended for service temperatures above 121°C (250°F).

**Applications:** High quality springs and wire forms subject to high stresses or requiring good fatigue properties.

**Key Words:** spring steel, music wire, AMS 5112

**Vendors:** No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in <sup>3</sup>	Typical of ASTM Steel
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Rockwell C	41.0 - 60.0	41.0 - 60.0	
Tensile Strength, Yield	1590 - 2750 MPa	231000 - 399000 psi	Referred to as minimum tensile strength for music wire, varies within the given range according to wire diameter.
Modulus of Elasticity	210 GPa	30500 ksi	
Poissons Ratio	0.313	0.313	Calculated
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	
Thermal Properties	Metric	English	Comments
Maximum Service Temperature, Air	120 °C	248 °F	
Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.70 - 1.0 %	0.70 - 1.0 %	
Iron, Fe	>= 98.4 %	>= 98.4 %	
Manganese, Mn	0.20 - 0.60 %	0.20 - 0.60 %	

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

## AISI 1020 Steel, cold rolled

**Categories:** [Metal](#); [Ferrous Metal](#); [Carbon Steel](#); [AISI 1000 Series Steel](#); [Low Carbon Steel](#)

**Material Notes:** 1020 steel responds well to cold work and heat treating. Weldability is fair.

**Applications:** Shafts, lightly stressed gears, hard wearing surfaces, pins, chains and case hardened parts where core strength is not critical.

1020 is suitable for case hardened parts where core strength is not critical.

**Key Words:** UNS G10200, AMS 5032, AMS 5045, ASTM A29, ASTM A108, ASTM A510, ASTM A519, ASTM A29, A108, A510, A512, A513, A519, A544, A575 M10120, A576, A635, A659, A827, A830, BS 970 040A20, 050A20 (En2C), 050A20 (En2D), 060A20, BS 970 Part 1 070M20, DEF STAN95-1-1 C1020, SAE J412, SAE J414, DIN 1.0402, AFNOR CC 20, UNI C 20, SS14 1450 (Sweden), SAE J403

**Vendors:** No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.87 g/cc	0.284 lb/in <sup>3</sup>	

Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	121	121	
Hardness, Knoop	140	140	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell B	68	68	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Vickers	126	126	Converted from Brinell hardness.
Tensile Strength, Ultimate	420 MPa	60900 psi	
Tensile Strength, Yield	350 MPa	50800 psi	
Elongation at Break	15.0 %	15.0 %	In 50 mm
Reduction of Area	40.0 %	40.0 %	
Modulus of Elasticity	205 GPa	29700 ksi	Typical for steel
Bulk Modulus	140 GPa	20300 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	0.290	0.290	
Machinability	65 %	65 %	Based on AISI 1212 steel. as 100% machinability
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	Typical for steel

Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.0000159 ohm-cm	0.0000159 ohm-cm	condition unknown; 0°C (32°F)
	0.0000219 ohm-cm @Temperature 100 °C	0.0000219 ohm-cm @Temperature 212 °F	condition unknown
	0.0000292 ohm-cm @Temperature 200 °C	0.0000292 ohm-cm @Temperature 392 °F	condition unknown

Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear 	11.7 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 100 °C	6.50 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 212 °F	
	12.8 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 300 °C	7.11 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 572 °F	
	13.9 µm/m-°C @Temperature 0.000 - 500 °C	7.72 µin/in-°F @Temperature 32.0 - 932 °F	
Specific Heat Capacity	0.486 J/g-°C	0.116 BTU/lb-°F	condition unknown; 50-100°C (122-212°F)
	0.519 J/g-°C @Temperature 150 - 200 °C	0.124 BTU/lb-°F @Temperature 302 - 392 °F	
	0.599 J/g-°C @Temperature 350 - 400 °C	0.143 BTU/lb-°F @Temperature 662 - 752 °F	
Thermal Conductivity	51.9 W/m-K	360 BTU-in/hr-ft <sup>2</sup> -°F	Typical steel

Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.17 - 0.230 %	0.17 - 0.230 %	
Iron, Fe	99.08 - 99.53 %	99.08 - 99.53 %	As remainder
Manganese, Mn	0.30 - 0.60 %	0.30 - 0.60 %	
Phosphorous, P	<= 0.040 %	<= 0.040 %	
Sulfur, S	<= 0.050 %	<= 0.050 %	

[References](#) for this datasheet.

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

## AISI 4118 Steel, direct quenched from pot, carburized, 150°C (300°F) temper

**Categories:** [Metal](#); [Ferrrous Metal](#); [Alloy Steel](#); [AISI 4000 Series Steel](#); [Low Alloy Steel](#); [Carbon Steel](#); [Low Carbon Steel](#)

**Material Notes:** Heat treatment: Direct quenched from pot, carburized at 925°C for 8 hrs., quenched in agitated oil, 150°C (300°F) temper, 1.6 mm case depth.

**Key Words:** alloy steels, UNS G41180, ASTM A322, ASTM A331, ASTM A505, ASTM A519

**Vendors:** No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in <sup>3</sup>	
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Brinell	352	352	
Hardness, Knoop	381	381	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell B	99	99	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Rockwell C	39	39	Converted from Brinell hardness.
Hardness, Vickers	372	372	Converted from Brinell hardness.
Tensile Strength, Ultimate	1225 MPa	177700 psi	
Tensile Strength, Yield	903 MPa	131000 psi	
Elongation at Break	9.00 %	9.00 %	in 50 mm
Reduction of Area	42.3 %	42.3 %	
Modulus of Elasticity	205 GPa	29700 ksi	Typical for steel
Bulk Modulus	140 GPa	20300 ksi	Typical for steel
Poissons Ratio	0.290	0.290	Calculated
Fatigue Strength	758 MPa	110000 psi	specimen with 1.02 mm case depth, 64 HRC case hardness
	772 MPa	112000 psi	specimen with 0.33 mm case depth, HRC 63 case hardness
Machinability	60 %	60 %	hot rolled and cold drawn. Based on 100% machinability for AISI 1212 steel.
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi	Typical for steel
Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.0000245 ohm-cm	0.0000245 ohm-cm	Typical 4000 series steel
Thermal Properties	Metric	English	Comments
Specific Heat Capacity	0.475 J/g-°C	0.114 BTU/lb-°F	Typical 4000 series steel
Thermal Conductivity	44.5 W/m-K	309 BTU-in/hr-ft <sup>2</sup> -°F	Typical steel
Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	0.18 - 0.230 %	0.18 - 0.230 %	
Chromium, Cr	0.40 - 0.60 %	0.40 - 0.60 %	
Iron, Fe	97.7 - 98.49 %	97.7 - 98.49 %	As remainder
Manganese, Mn	0.70 - 0.90 %	0.70 - 0.90 %	
Molybdenum, Mo	0.080 - 0.15 %	0.080 - 0.15 %	
Phosphorous, P	<= 0.035 %	<= 0.035 %	
Silicon, Si	0.15 - 0.35 %	0.15 - 0.35 %	
Sulfur, S	<= 0.040 %	<= 0.040 %	

[References](#) for this datasheet.

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

## Overview of materials for Brass

Categories: [Metal](#); [Nonferrous Metal](#); [Copper Alloy](#); [Brass](#)

**Material Notes:** This property data is a summary of similar materials in the MatWeb database for the category "Brass". Each property range of values reported is minimum and maximum values of appropriate MatWeb entries. The comments report the average value, and number of data points used to calculate the average. The values are not necessarily typical of any specific grade, especially less common values and those that can be most affected by additives or processing methods.

**Vendors:** No vendors are listed for this material. Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	7.60 - 8.75 g/cc	0.275 - 0.316 lb/in <sup>3</sup>	Average value: 8.48 g/cc Grade Count:291
Mechanical Properties	Metric	English	Comments
Hardness, Rockwell B	25.0 - 133	25.0 - 133	Average value: 69.8 Grade Count:165
Hardness, Rockwell F	54.0 - 100	54.0 - 100	Average value: 68.7 Grade Count:64
Hardness, HR30T	8.00 - 240	8.00 - 240	Average value: 51.8 Grade Count:105
Tensile Strength, Ultimate	159 - 896 MPa	23000 - 130000 psi	Average value: 440 MPa Grade Count:300
Tensile Strength, Yield	69.0 - 683 MPa	10000 - 99100 psi	Average value: 247 MPa Grade Count:268
Elongation at Break	3.00 - 68.0 %	3.00 - 68.0 %	Average value: 35.4 % Grade Count:296
Reduction of Area	40.0 - 60.0 %	40.0 - 60.0 %	Average value: 52.4 % Grade Count:53
Modulus of Elasticity	97.0 - 115 GPa	14100 - 16700 ksi	Average value: 104 GPa Grade Count:264
Poissons Ratio	0.280 - 0.375	0.280 - 0.375	Average value: 0.318 Grade Count:235
Charpy Impact	43.0 - 69.0 J	31.7 - 50.9 ft-lb	Average value: 48.8 J Grade Count:98
Izod Impact	43.0 - 45.0 J	31.7 - 33.2 ft-lb	Average value: 44.0 J Grade Count:22
Fatigue Strength	22.0 - 360 MPa	3190 - 52200 psi	Average value: 106 MPa Grade Count:93
Machinability	30.0 - 106 %	30.0 - 106 %	Average value: 45.7 % Grade Count:273
Shear Modulus	35.0 - 44.0 GPa	5080 - 6380 ksi	Average value: 39.1 GPa Grade Count:259
Shear Strength	205 - 415 MPa	29700 - 60200 psi	Average value: 273 MPa Grade Count:208
Electrical Properties	Metric	English	Comments
Electrical Resistivity	0.00000470 - 0.0000280 ohm-cm	0.00000470 - 0.0000280 ohm-cm	Average value: 0.00000678 ohm-cm Grade Count:246
Magnetic Susceptibility	-1.00e-6	-1.00e-6	Average value: -1.00e-6 Grade Count:40
Thermal Properties	Metric	English	Comments
CTE, linear	18.7 - 26.0 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$	10.4 - 14.4 $\mu\text{in}/\text{in}\cdot\text{F}$	Average value: 20.4 $\mu\text{m}/\text{m}\cdot\text{C}$ Grade Count:281
Specific Heat Capacity	0.375 - 0.380 J/g $\cdot\text{C}$	0.0896 - 0.0908 BTU/lb $\cdot\text{F}$	Average value: 0.380 J/g $\cdot\text{C}$ Grade Count:254
Thermal Conductivity	26.0 - 159 W/m $\cdot\text{K}$	180 - 1100 BTU-in/hr $\cdot\text{ft}^2\cdot\text{F}$	Average value: 119 W/m $\cdot\text{K}$ Grade Count:285
Melting Point	820 - 1030 $^{\circ}\text{C}$	1510 - 1880 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 917 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:264
Solidus	820 - 990 $^{\circ}\text{C}$	1510 - 1810 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 904 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:286
Liquidus	890 - 1030 $^{\circ}\text{C}$	1630 - 1880 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 930 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:286
Processing Properties	Metric	English	Comments
Processing Temperature	260 $^{\circ}\text{C}$	500 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 260 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:5
Annealing Temperature	425 - 750 $^{\circ}\text{C}$	797 - 1380 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 538 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:253
Hot-Working Temperature	625 - 900 $^{\circ}\text{C}$	1160 - 1650 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 770 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:226
Recrystallization Temperature	10.0 - 400 $^{\circ}\text{C}$	50.0 - 752 $^{\circ}\text{F}$	Average value: 237 $^{\circ}\text{C}$ Grade Count:214
Component Elements Properties	Metric	English	Comments
Antimony, Sb	0.0200 - 0.100 %	0.0200 - 0.100 %	Average value: 0.0600 % Grade Count:20
Copper, Cu	55.0 - 86.0 %	55.0 - 86.0 %	Average value: 66.4 % Grade Count:299
Iron, Fe	0.0500 - 2.10 %	0.0500 - 2.10 %	Average value: 0.101 % Grade Count:290
Lead, Pb	0.0500 - 5.00 %	0.0500 - 5.00 %	Average value: 0.590 % Grade Count:297
Other	0.150 - 0.500 %	0.150 - 0.500 %	Average value: 0.412 % Grade Count:98
Phosphorous, P	0.0200 - 0.100 %	0.0200 - 0.100 %	Average value: 0.0600 % Grade Count:20
Silicon, Si	3.50 - 4.50 %	3.50 - 4.50 %	Average value: 4.00 % Grade Count:5
Tin, Sn	0.250 - 5.00 %	0.250 - 5.00 %	Average value: 0.783 % Grade Count:100
Zinc, Zn	5.00 - 43.5 %	5.00 - 43.5 %	Average value: 32.7 % Grade Count:299

Some of the values displayed above may have been converted from their original units and/or rounded in order to display the information in a consistent format. Users requiring more precise data for scientific or engineering calculations can click on the property value to see the original value as well as raw conversions to equivalent units. We advise that you only use the original value or one of its raw conversions in your calculations to minimize rounding error. We also ask that you refer to MatWeb's [terms of use](#) regarding this information. [Click here](#) to view all the property values for this datasheet as they were originally entered into MatWeb.

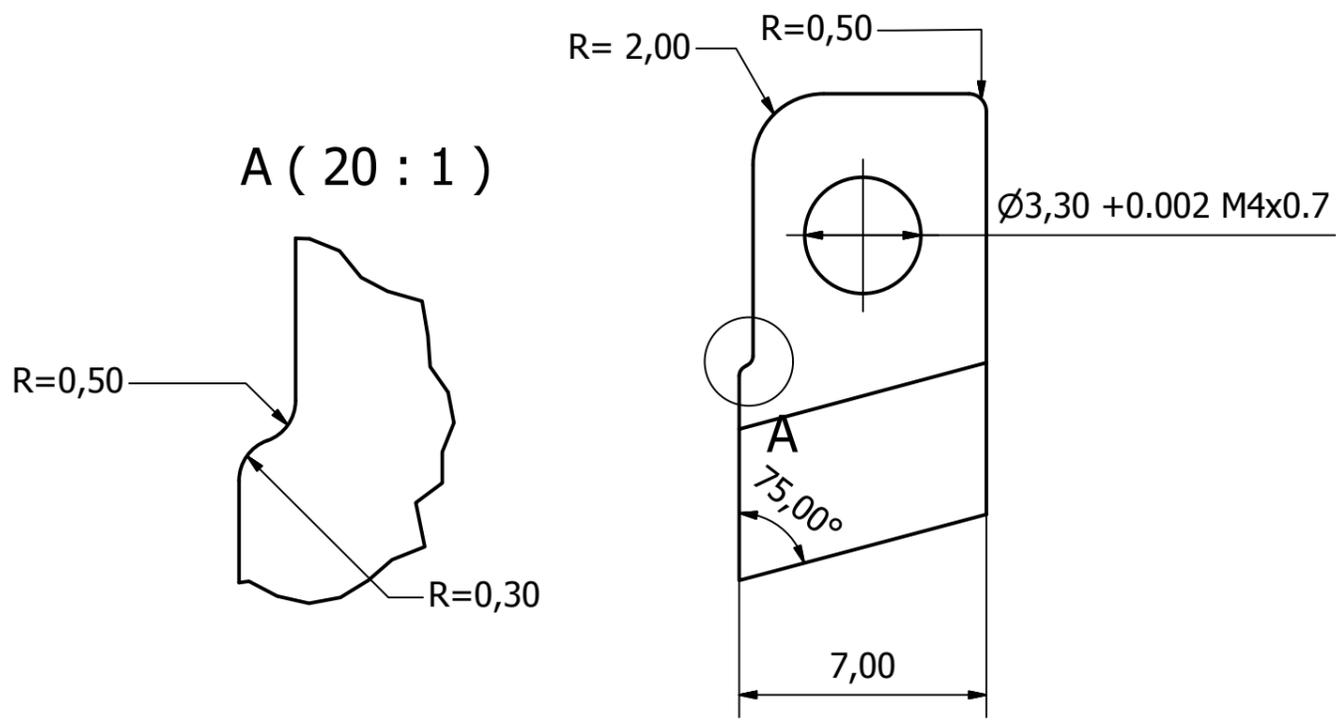
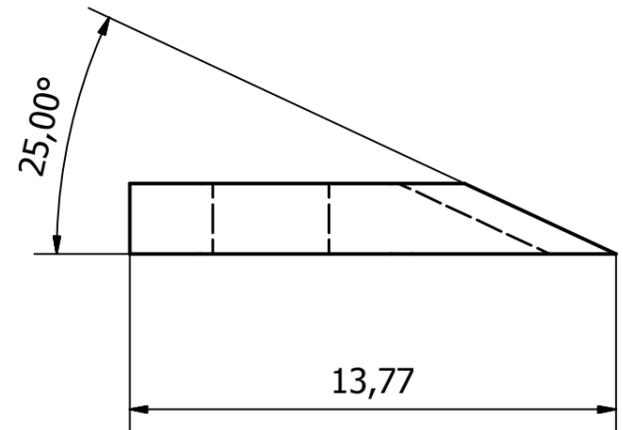
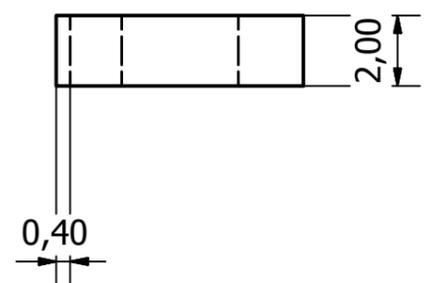
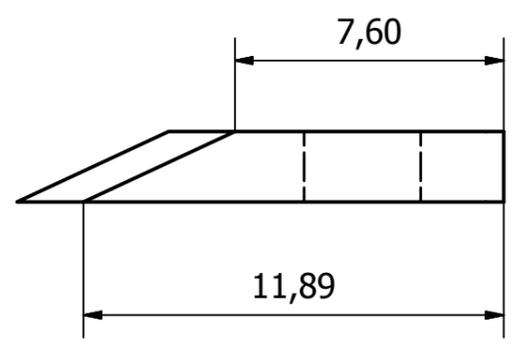
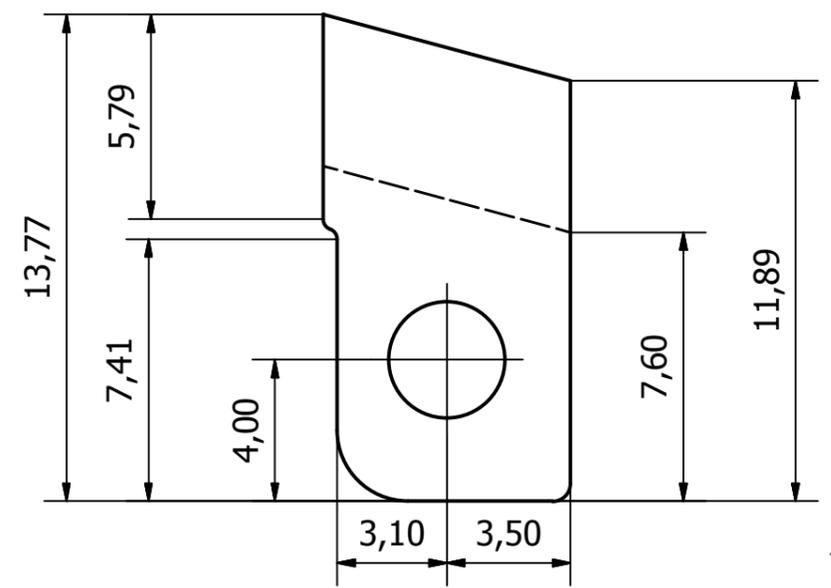
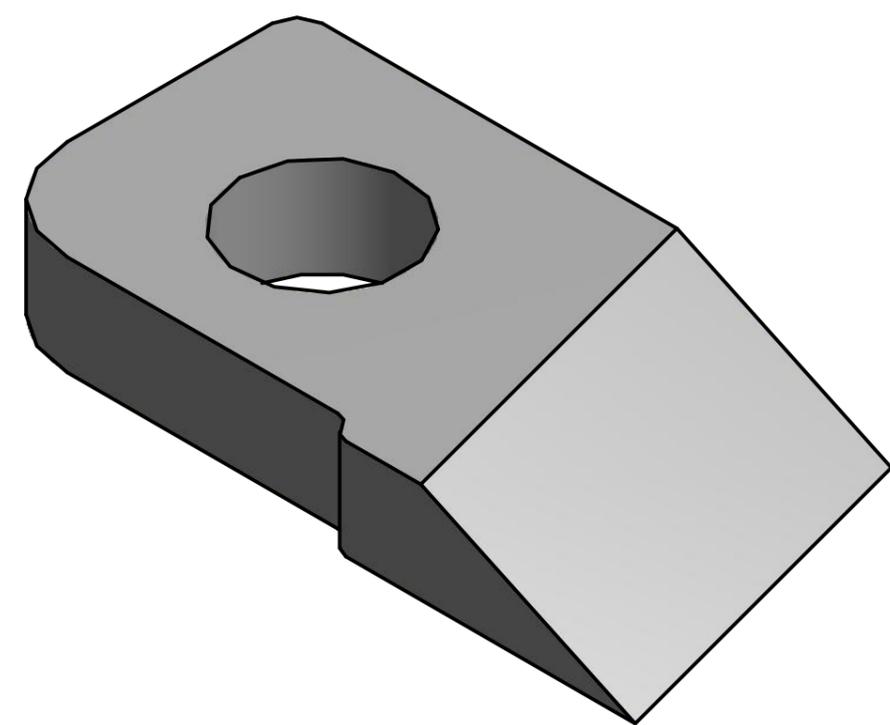
# Anexo G

PIEZAS DEL MECANISMO

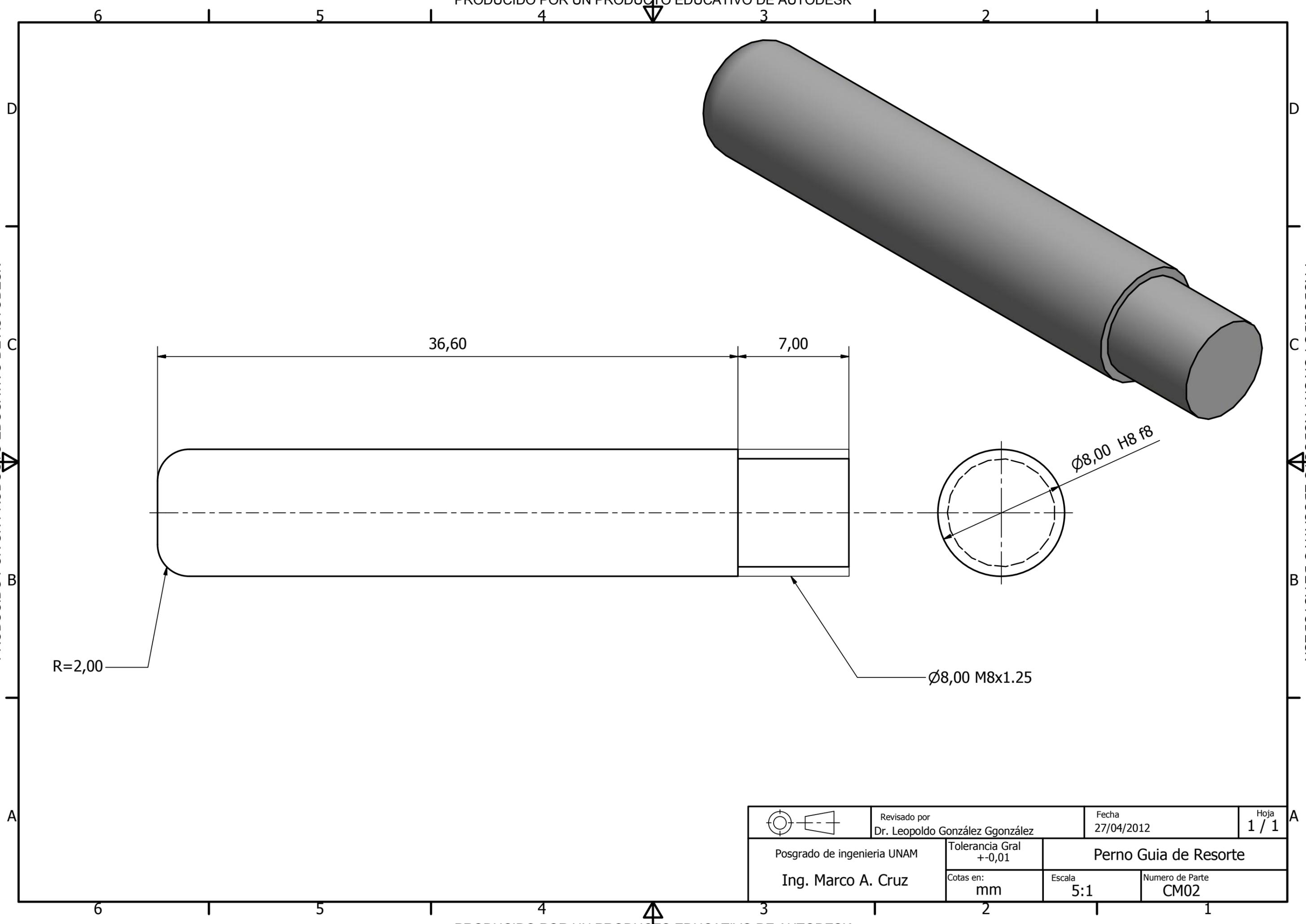
LISTA DE PIEZAS Y MATERIALES

PLANOS DE LAS PIEZAS

# de elemento	Nombre	Cantidad	Material
CM01	Navaja de corte	3	AISI A2 Air hard Carpenter No. 484
CM02	Perno de resorte	3	AISI 1020 cold rolled
CM03	Perno guia de cuchilla	3	Latón
CM04	Tope de resorte	3	AISI 1020 cold rolled
CM05	Placa de desgaste	3	SKF compuond material
CM06	Puente de leva	3	AISI 1020 cold rolled
CM07	Esfera	3	AISI 4118 steel, carburized
CM08	Leva	1	AISI 4118 steel, carburized
CM09	Varilla roscada	1	Latón
CM10	Buje	3	Latón
CM11	Guias de leva	3	AISI 1020 cold rolled
CM12	Cuchilla de corte	3	AISI 1020 cold rolled
CM13	Cabeza de corte	1	AISI 1020 cold rolled
CM14	Tapa	1	AISI 1020 cold rolled
CM15	Bancada bipartida superior	1	AISI 1020 cold rolled
CM16	Bancada bipartida inferior	1	AISI 1020 cold rolled
CM17	Base	1	AISI 1020 cold rolled
CM18	Hogar	1	AISI 1020 cold rolled
CM19	Polea	1	AISI 1020 cold rolled



	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 26/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de Ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Navaja de corte Escala 10:1 Numero de Parte CM01



R=2,00

36,60

7,00

Ø8,00 M8x1.25

Ø8,00 H8 f8

	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Perno Guia de Resorte Escala 5:1 Numero de Parte CM02

D

C

B

A

D

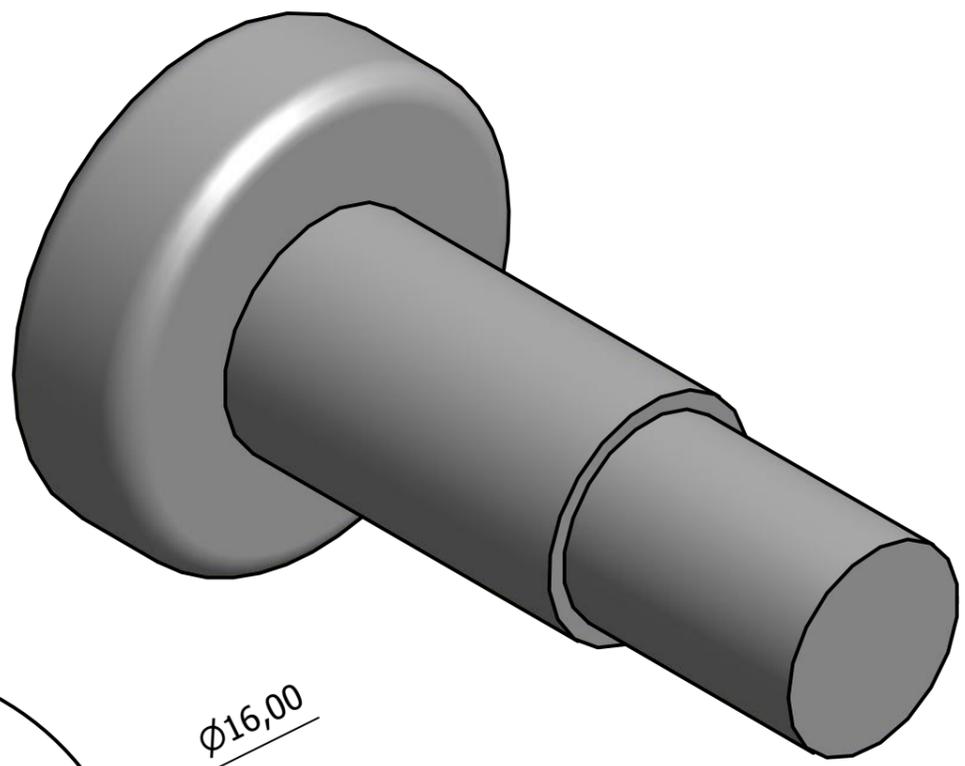
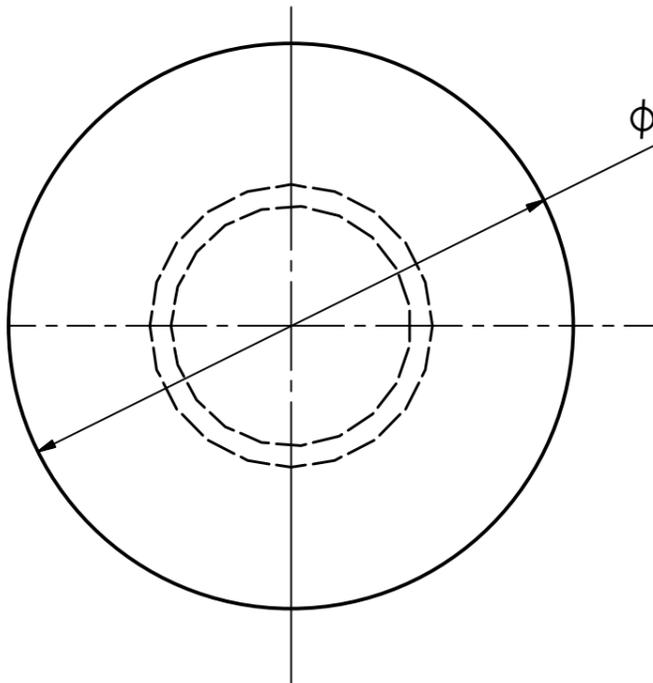
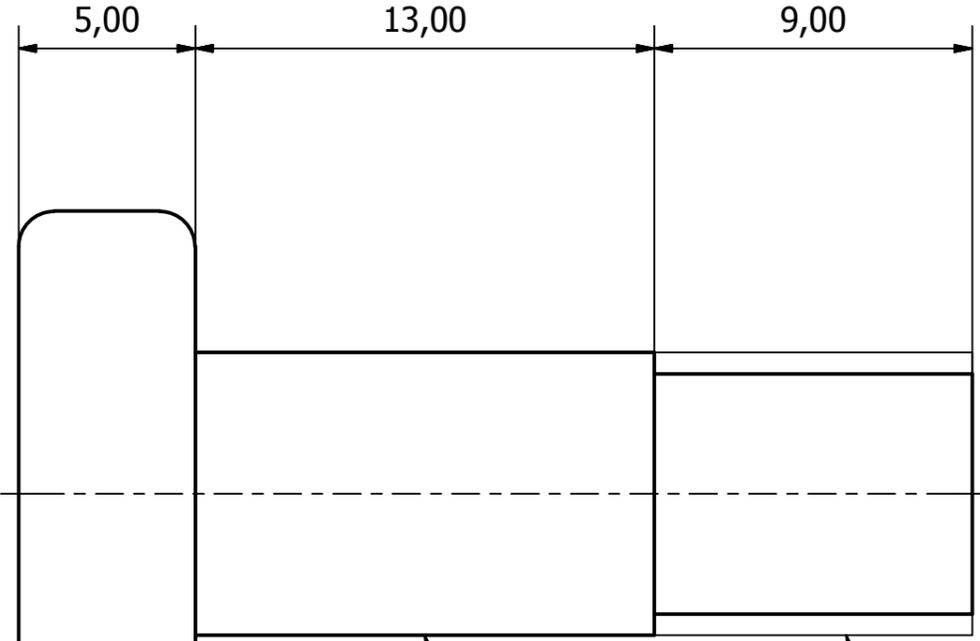
C

B

A

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

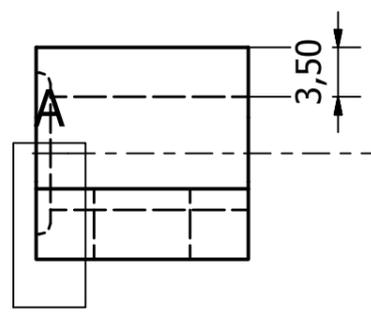
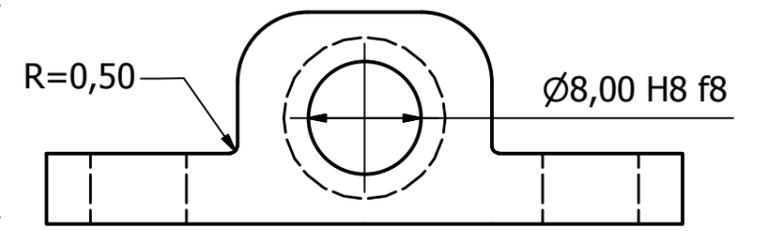
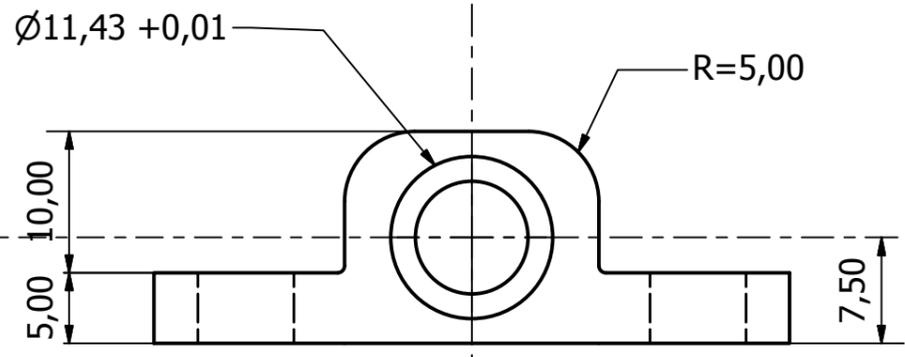
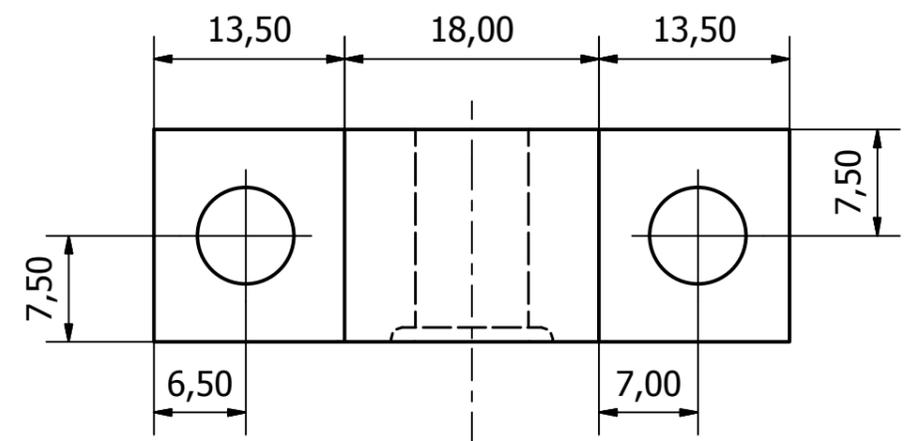
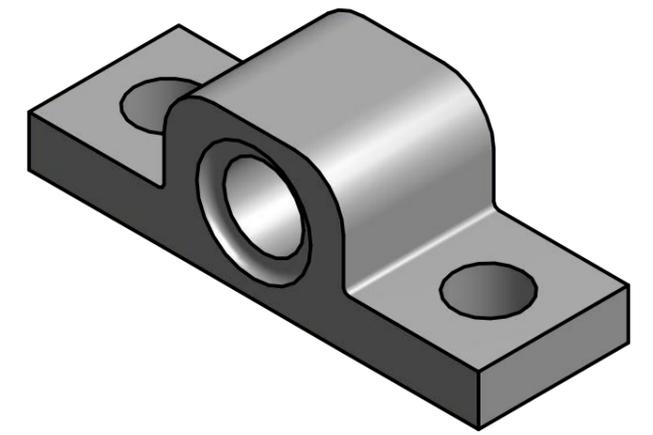


R=1,00

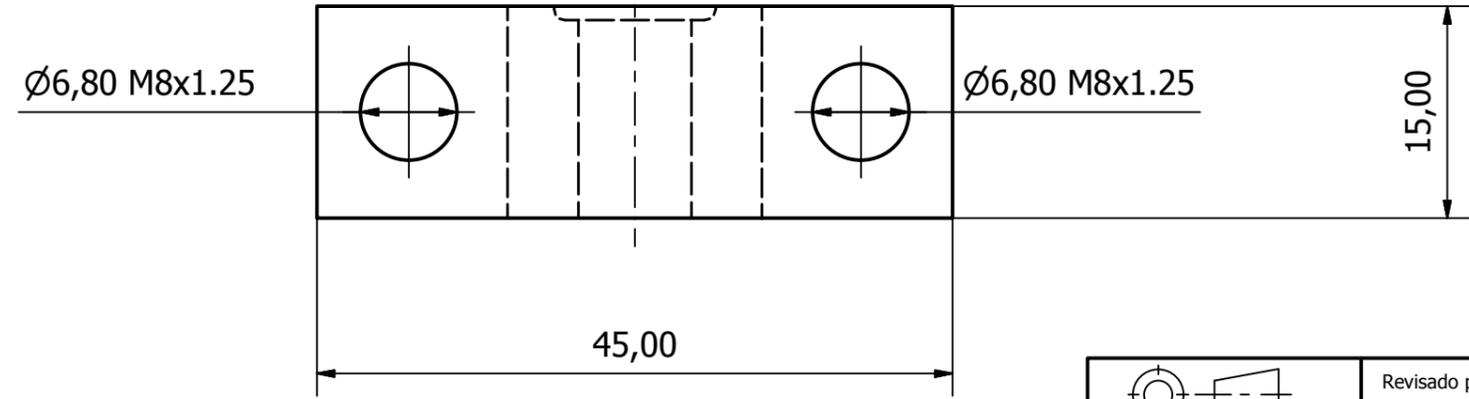
$\phi 8,00$  H8 f8

$\phi 8,00$  M8x1.25

	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	<b>Perno Guia de Cuchilla</b> Escala 5:1 Numero de Parte CM03



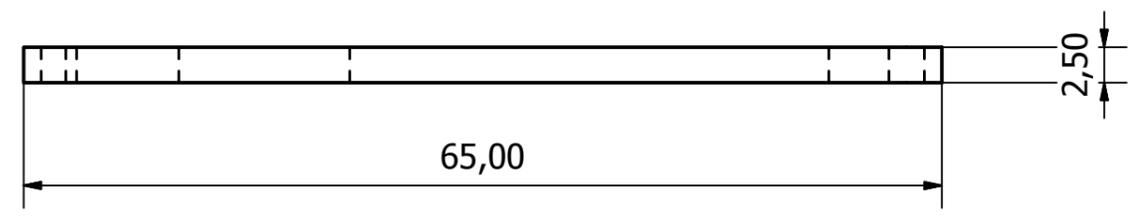
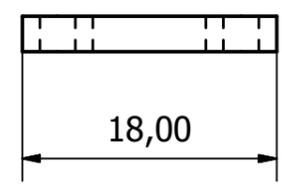
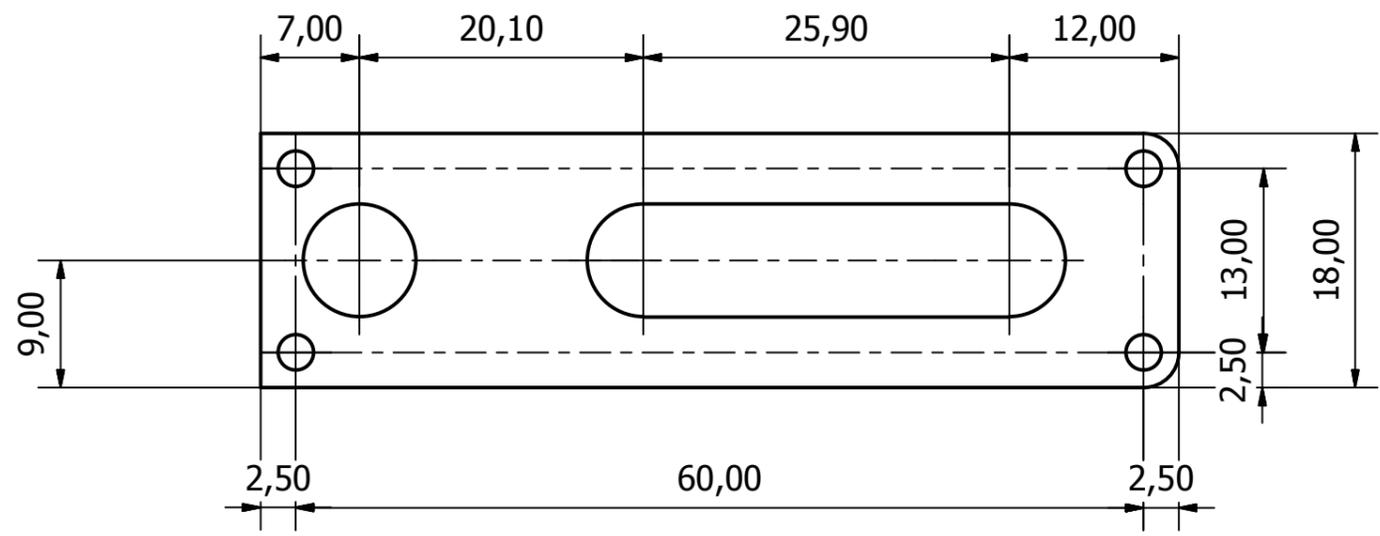
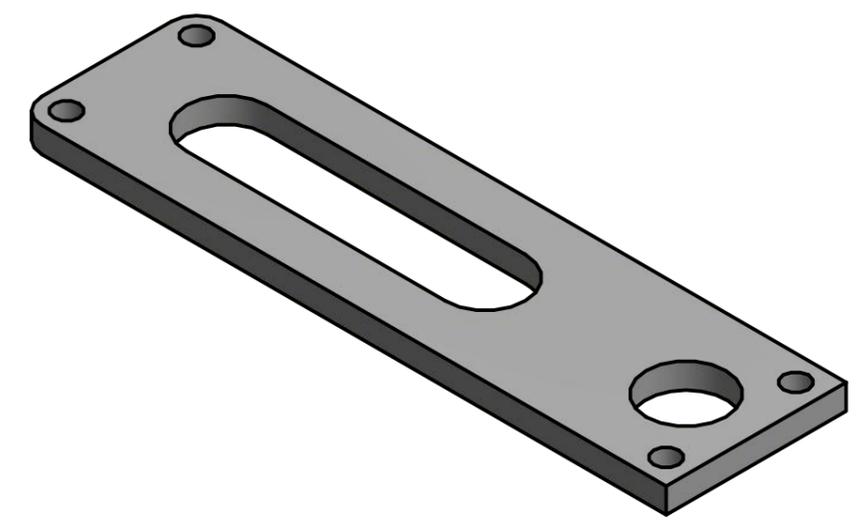
A (4:1)



	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Toper de resorte Escala 2:1 Numero de Parte CM04

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



4 Barrenos  $\varnothing 2.5$  M3x1.25

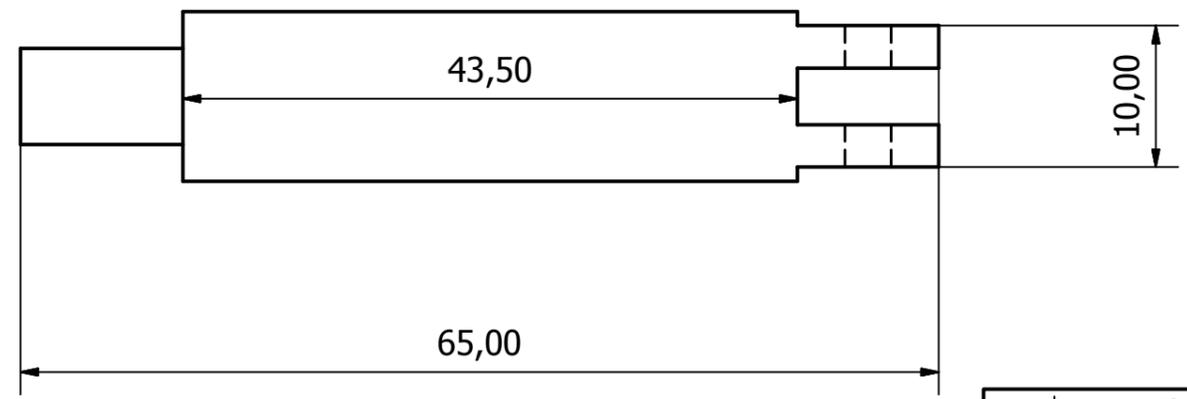
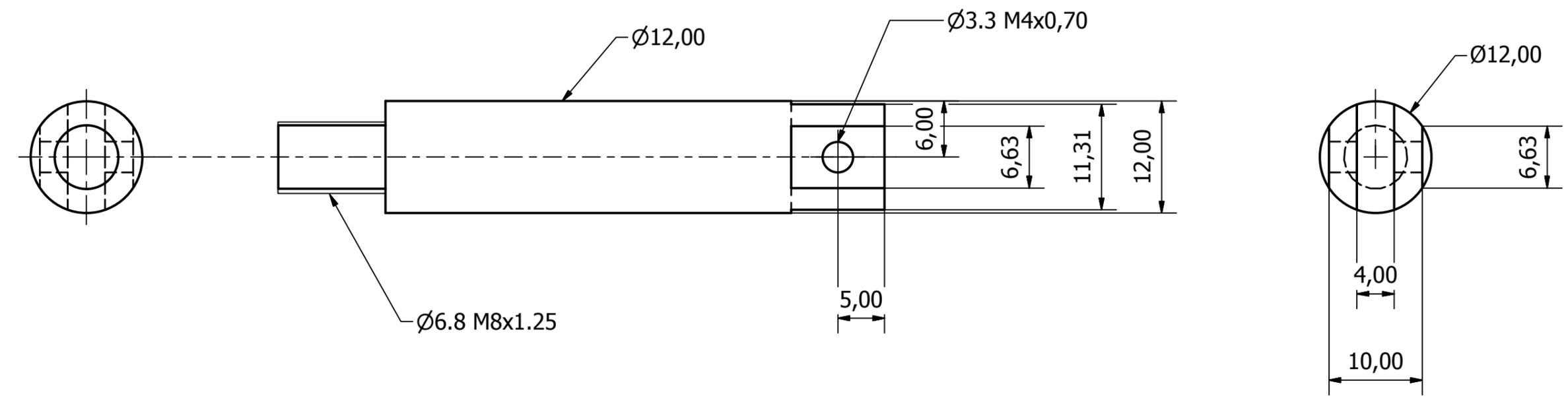
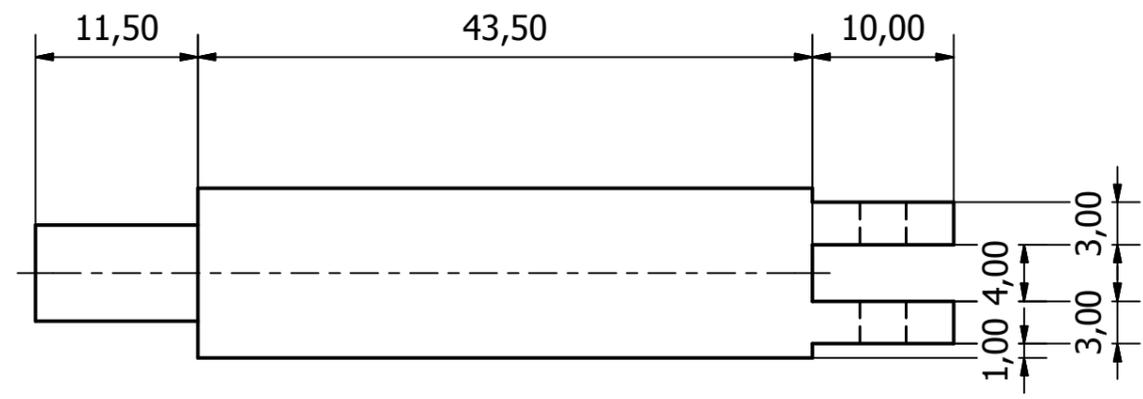
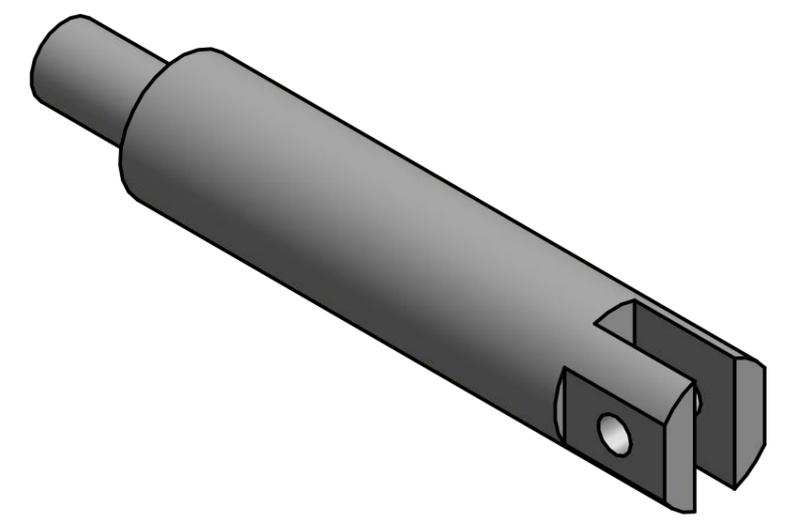
$\varnothing 8,00$  H8 f8

R=4,00 H8 f8

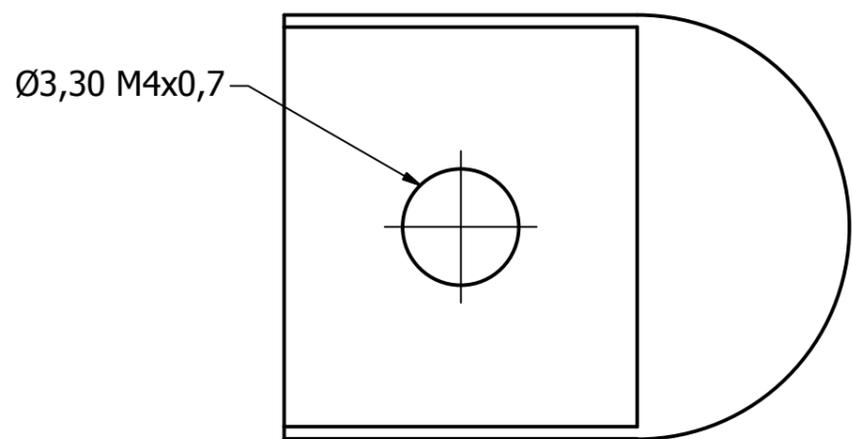
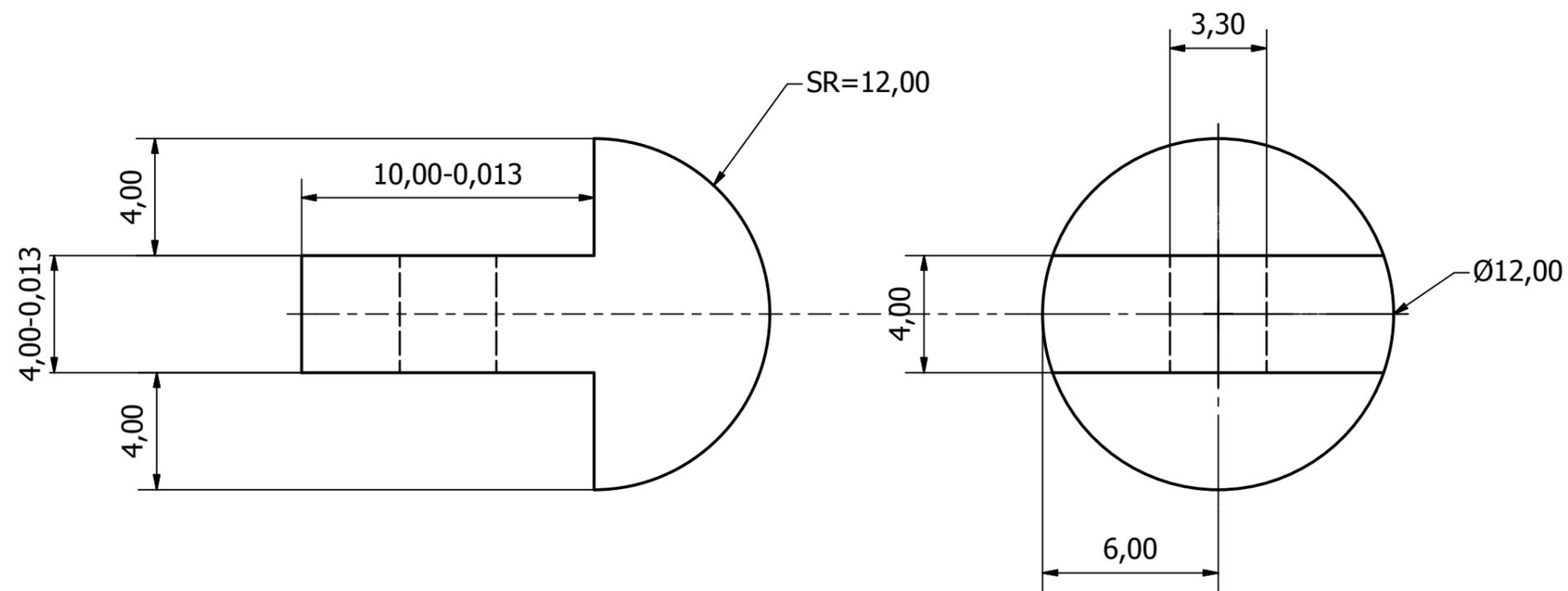
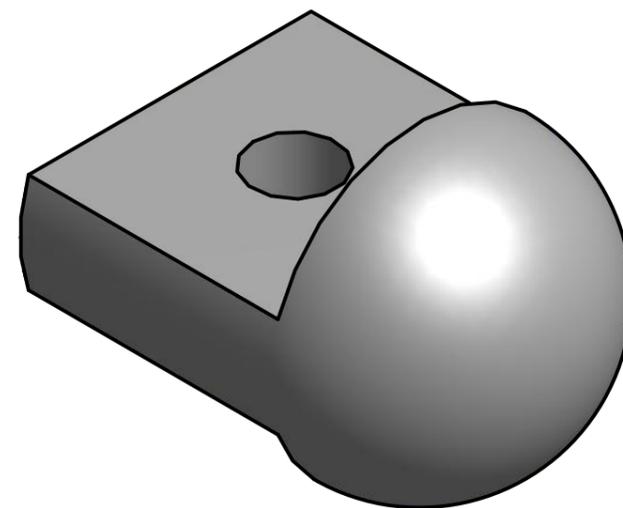
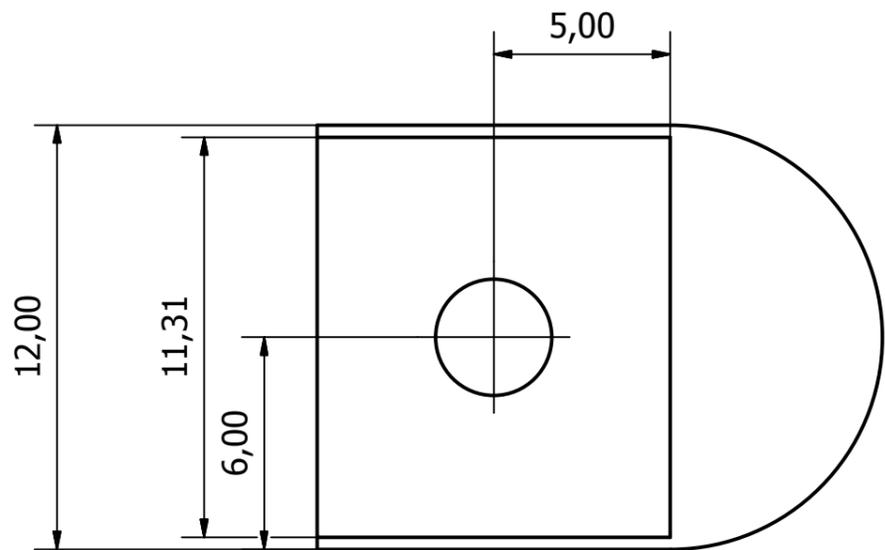
$\varnothing 2,50$

8,00 +0.022

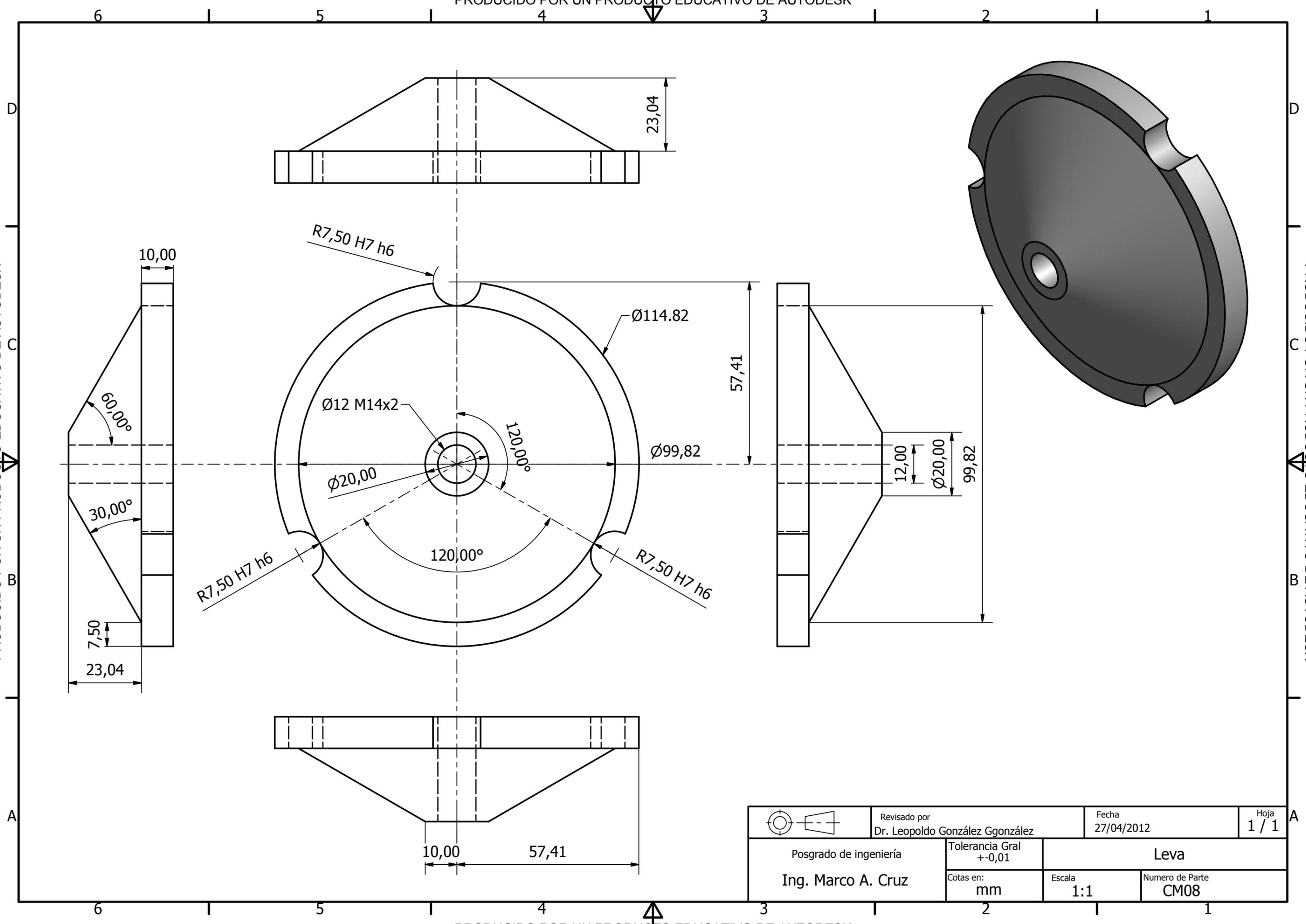
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Placa de desgaste
	Cotas en: mm	Escala 2:1	Numero de Parte CM05



	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Punte de leva Escala 2:1 Numero de Parte CM06



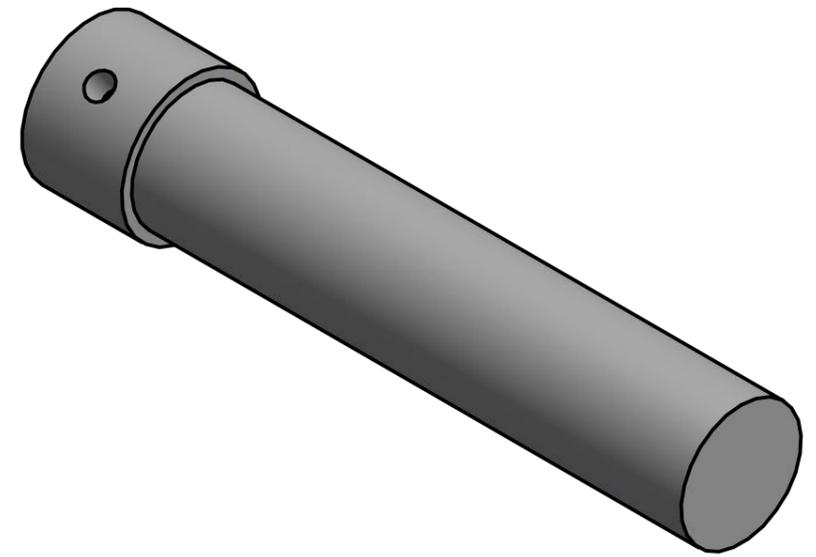
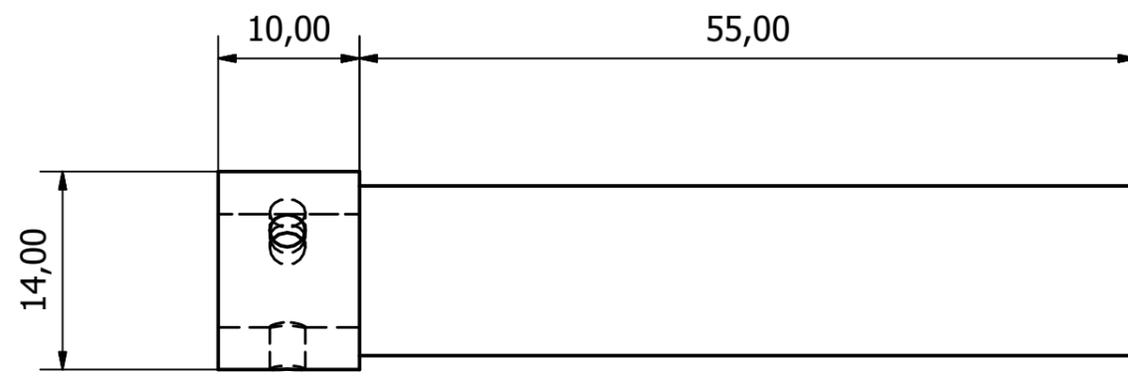
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +-0,01 Cotas en: mm	Esfera de desgaste/seguidora Escala 5:1 Numero de Parte CM07



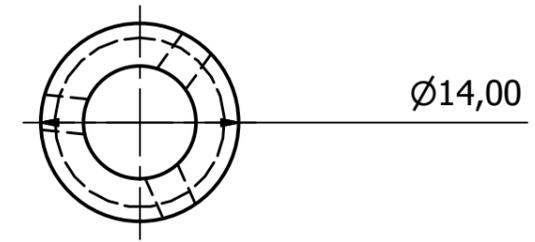
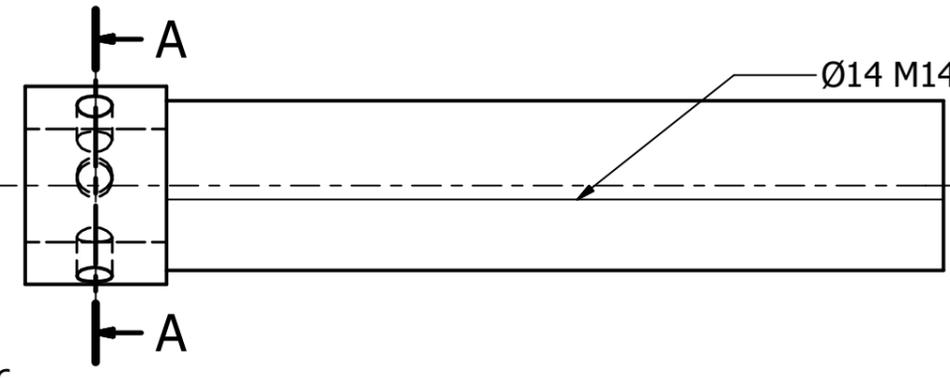
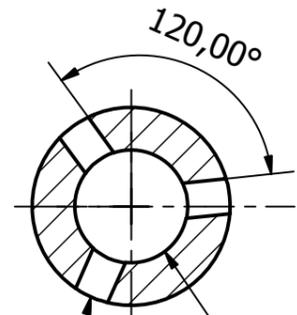
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 27/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Leva
	Cotas en: mm	Escala 1:1	Numero de Parte CM08



A-A ( 2 : 1 )



Ø2,50 M3x0,5

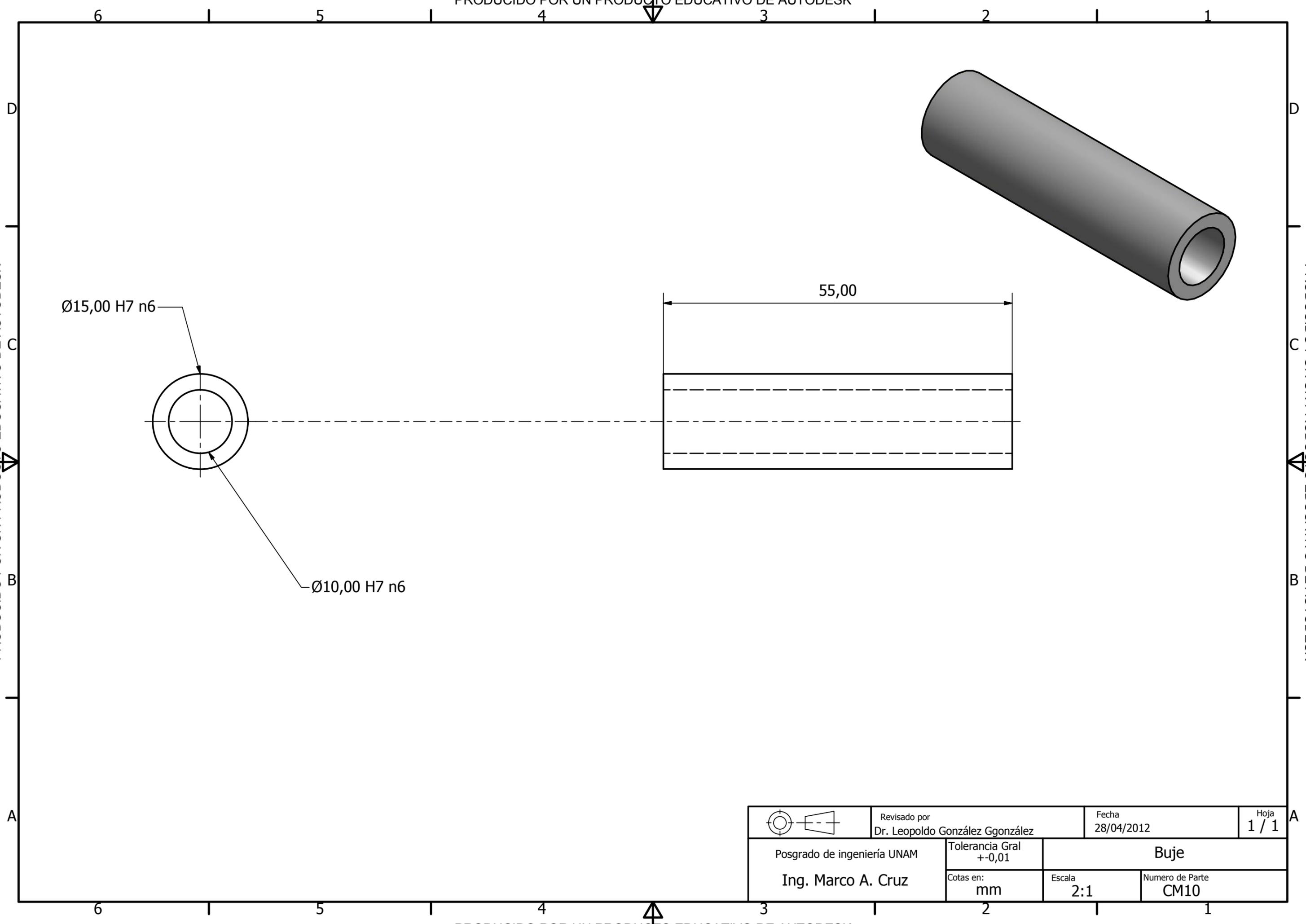
Ø8,00 H7 j6

Ø14 M14x2

Ø14,00

65,00

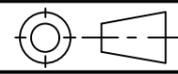
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 28/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Varilla Roscada y cople Escala 2:1 Numero de Parte CM09



Ø15,00 H7 n6

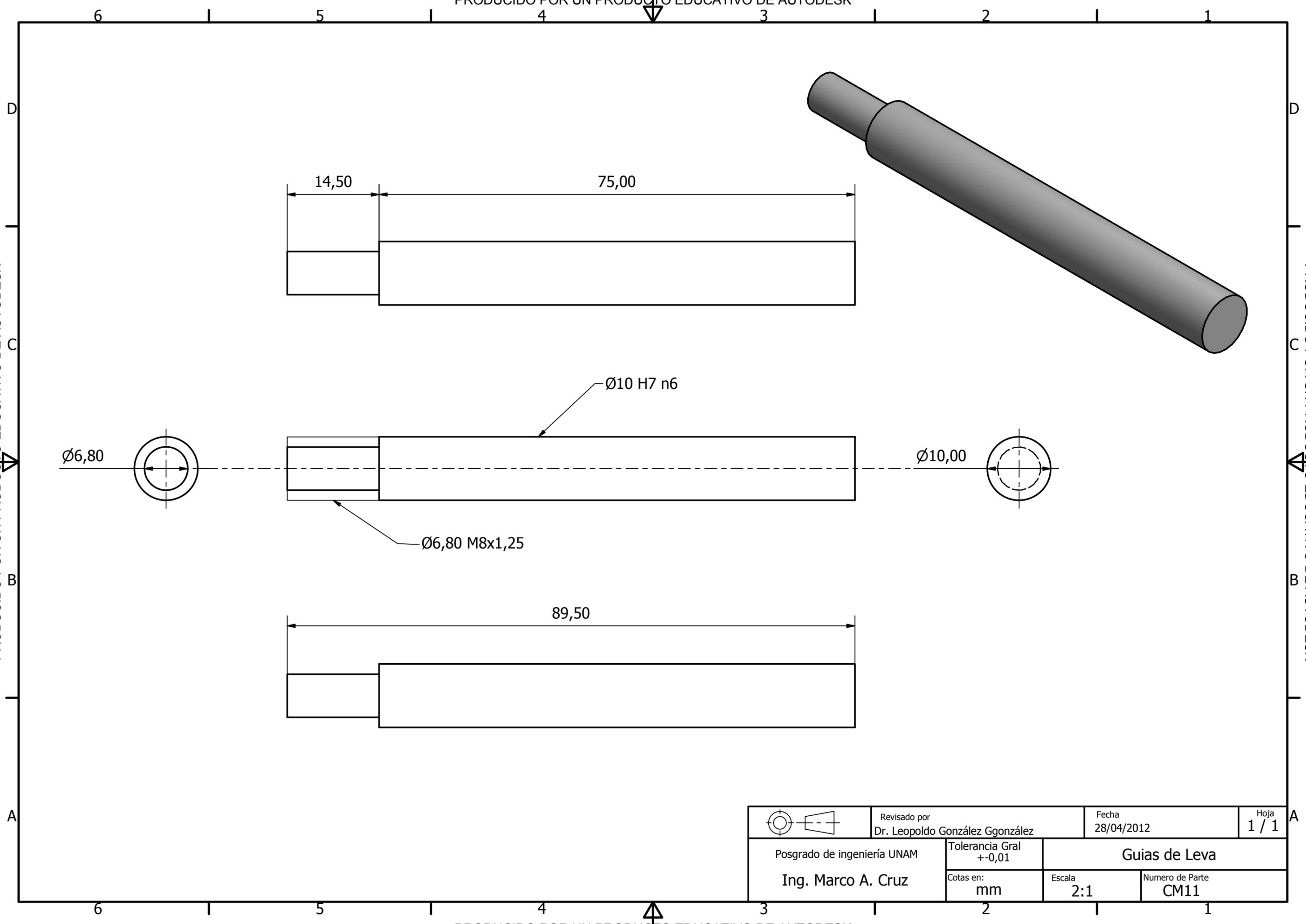
Ø10,00 H7 n6

55,00

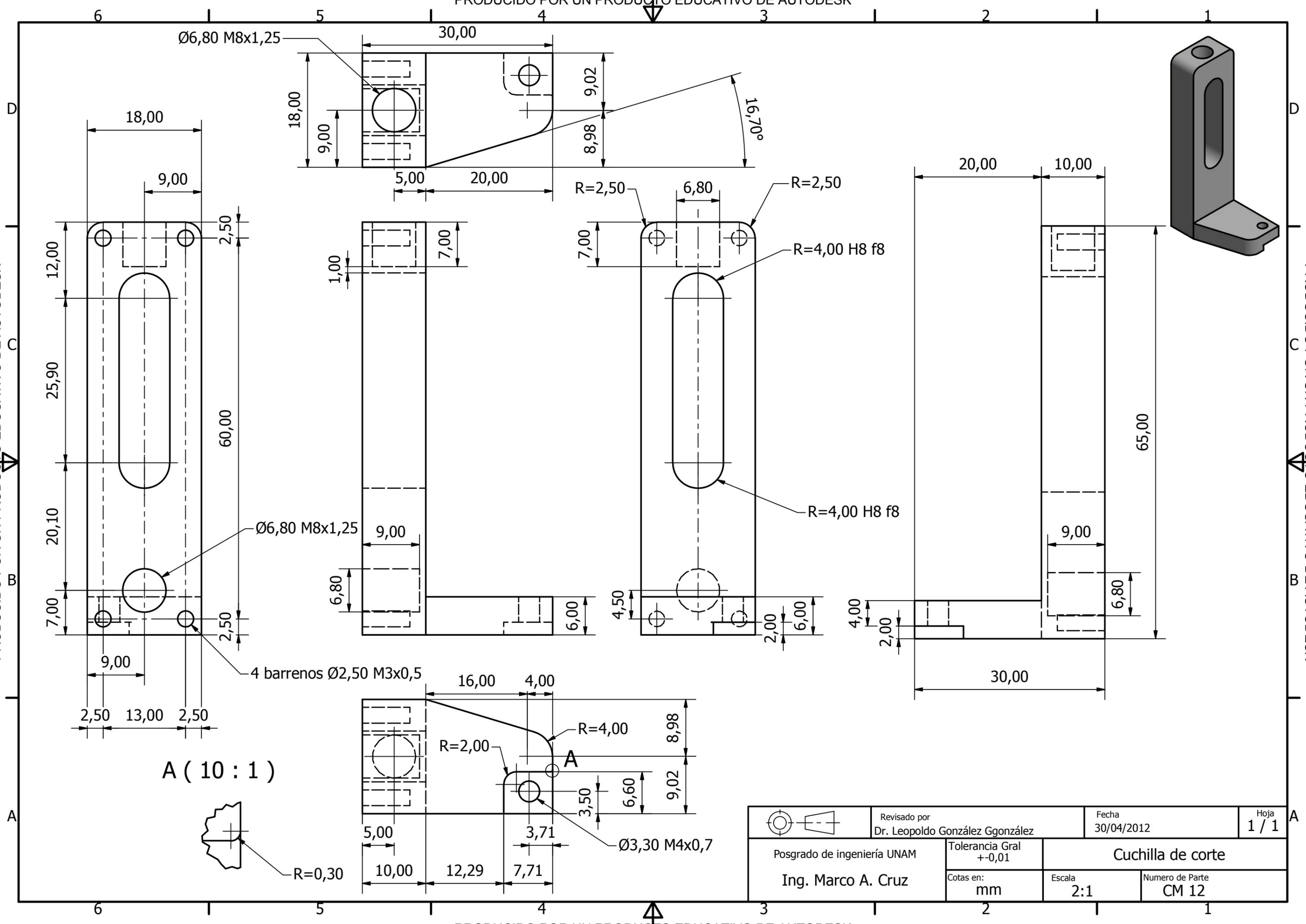
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 28/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Buje
	Cotas en: mm	Escala 2:1	Numero de Parte CM10

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

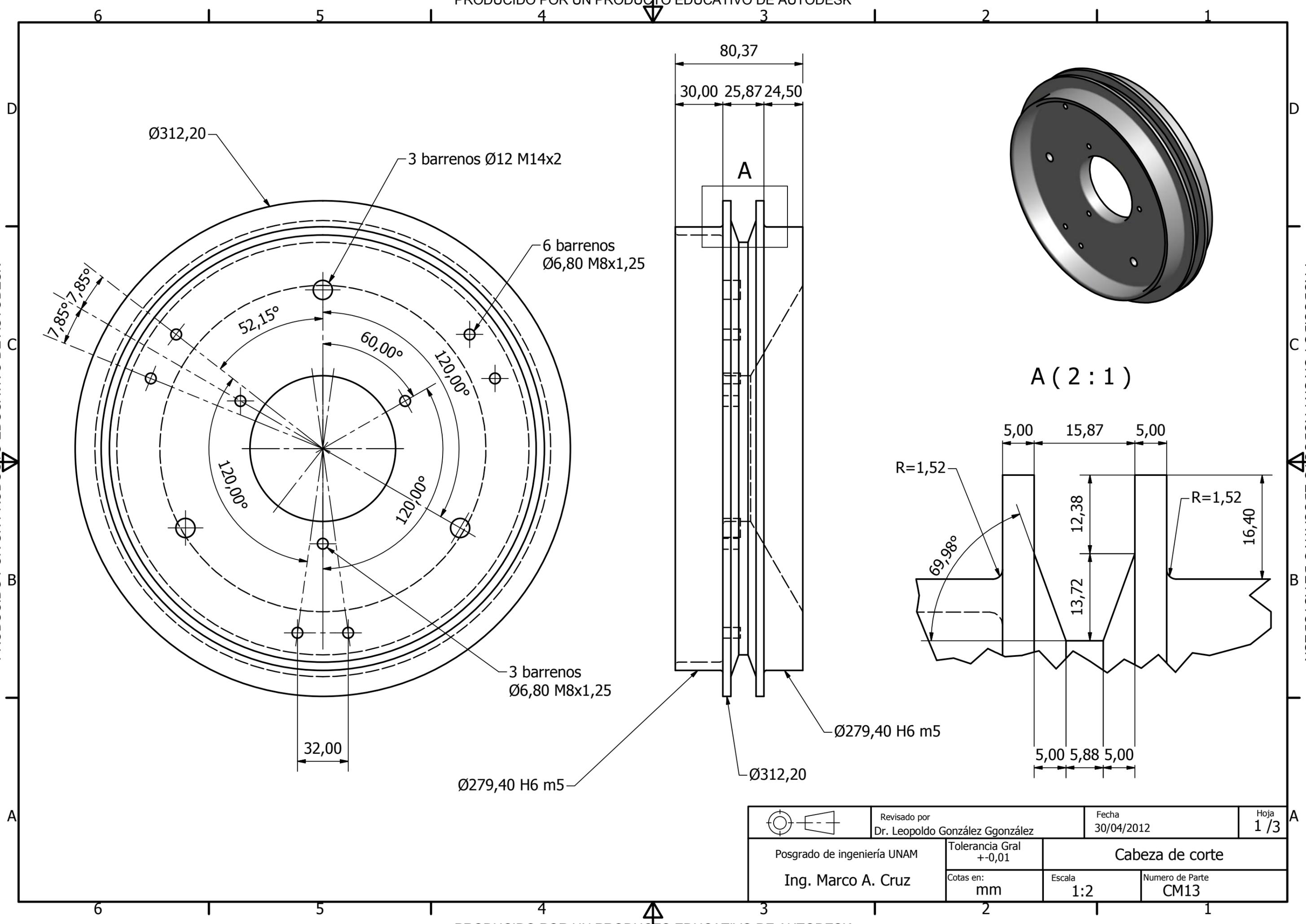
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 28/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Guías de Leva Escala 2:1 Numero de Parte CM11



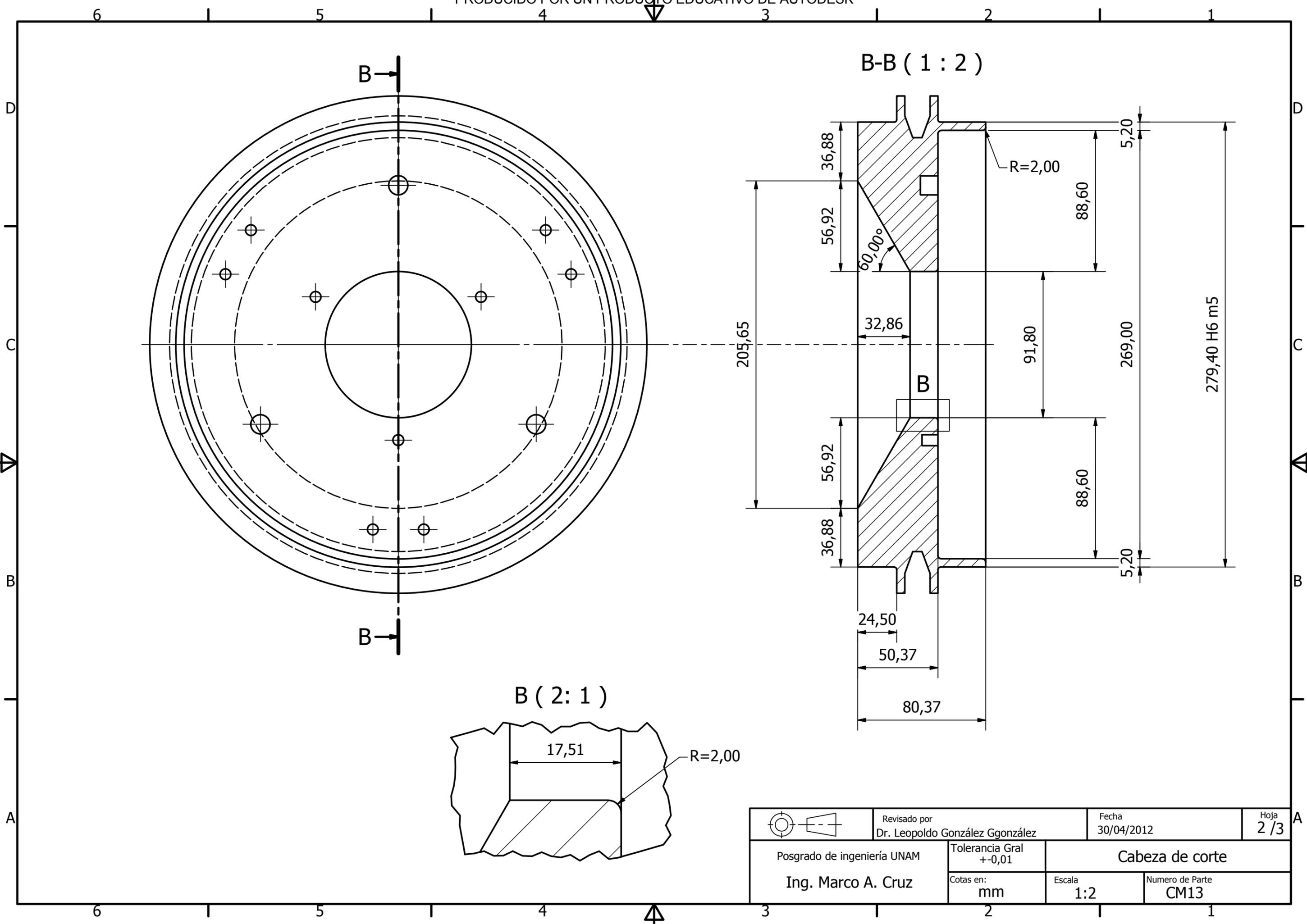
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Cuchilla de corte
	Cotas en: mm	Escala 2:1	Numero de Parte CM 12



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

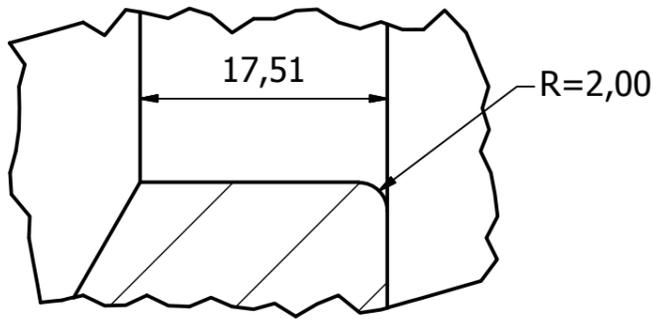
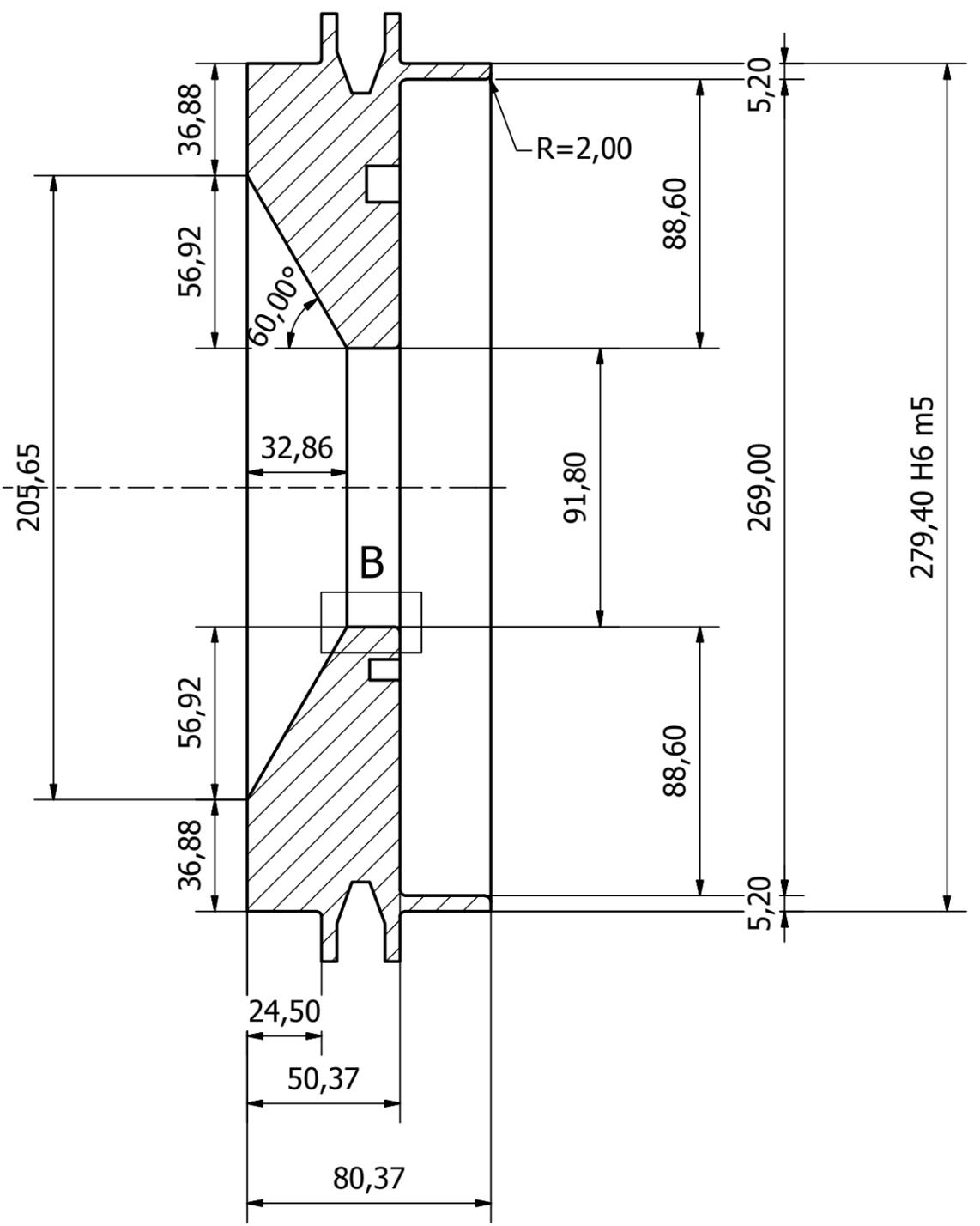
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 3
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Cabeza de corte
	Cotas en: mm	Escala 1:2	Numero de Parte CM13

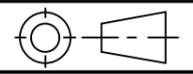


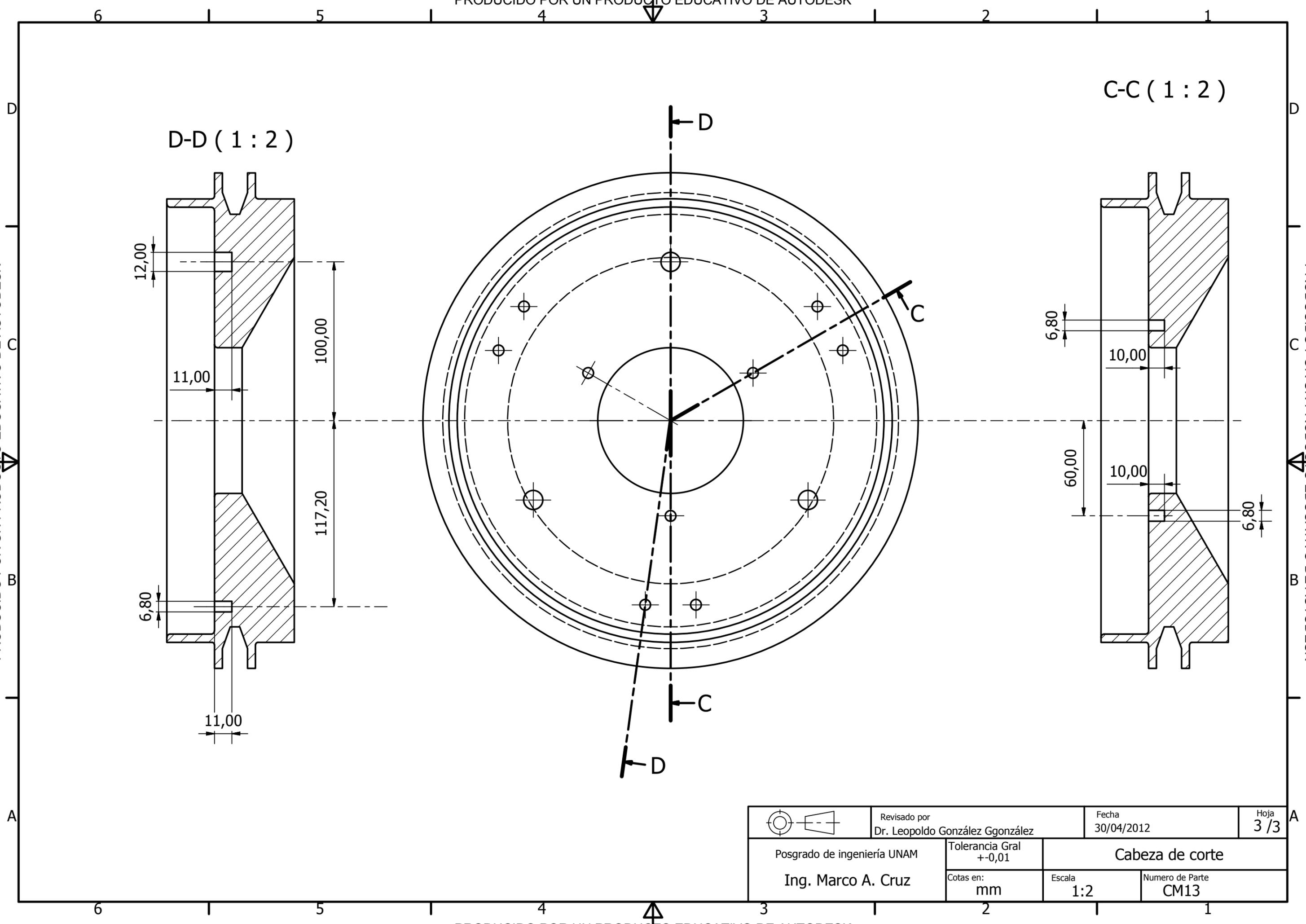
B  
B

B-B ( 1 : 2 )

B ( 2 : 1 )

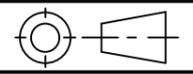


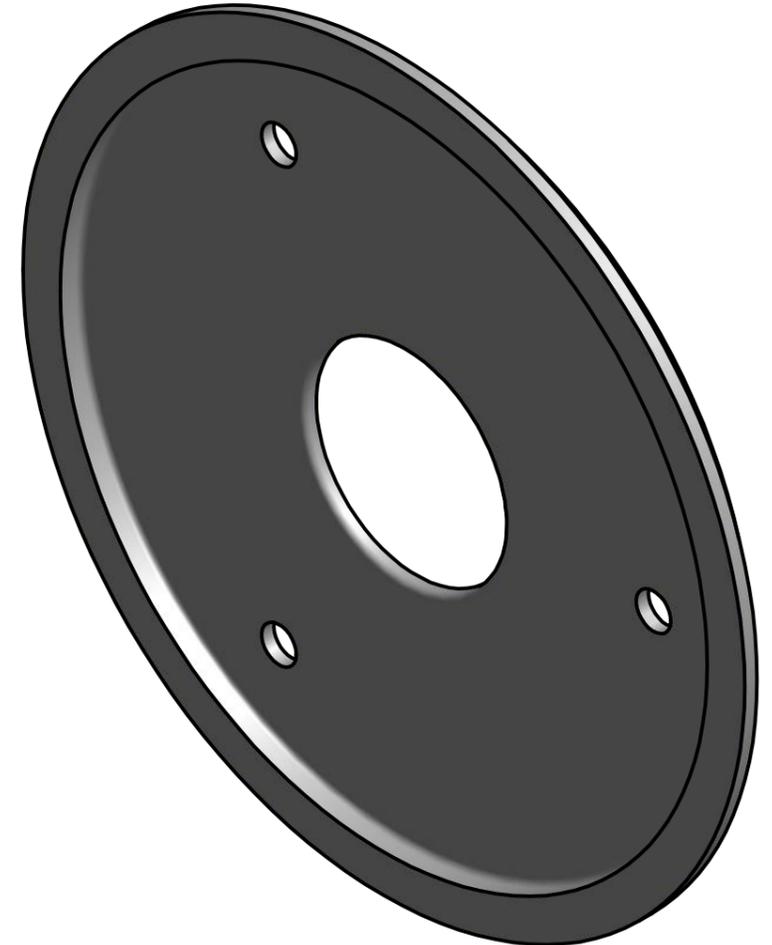
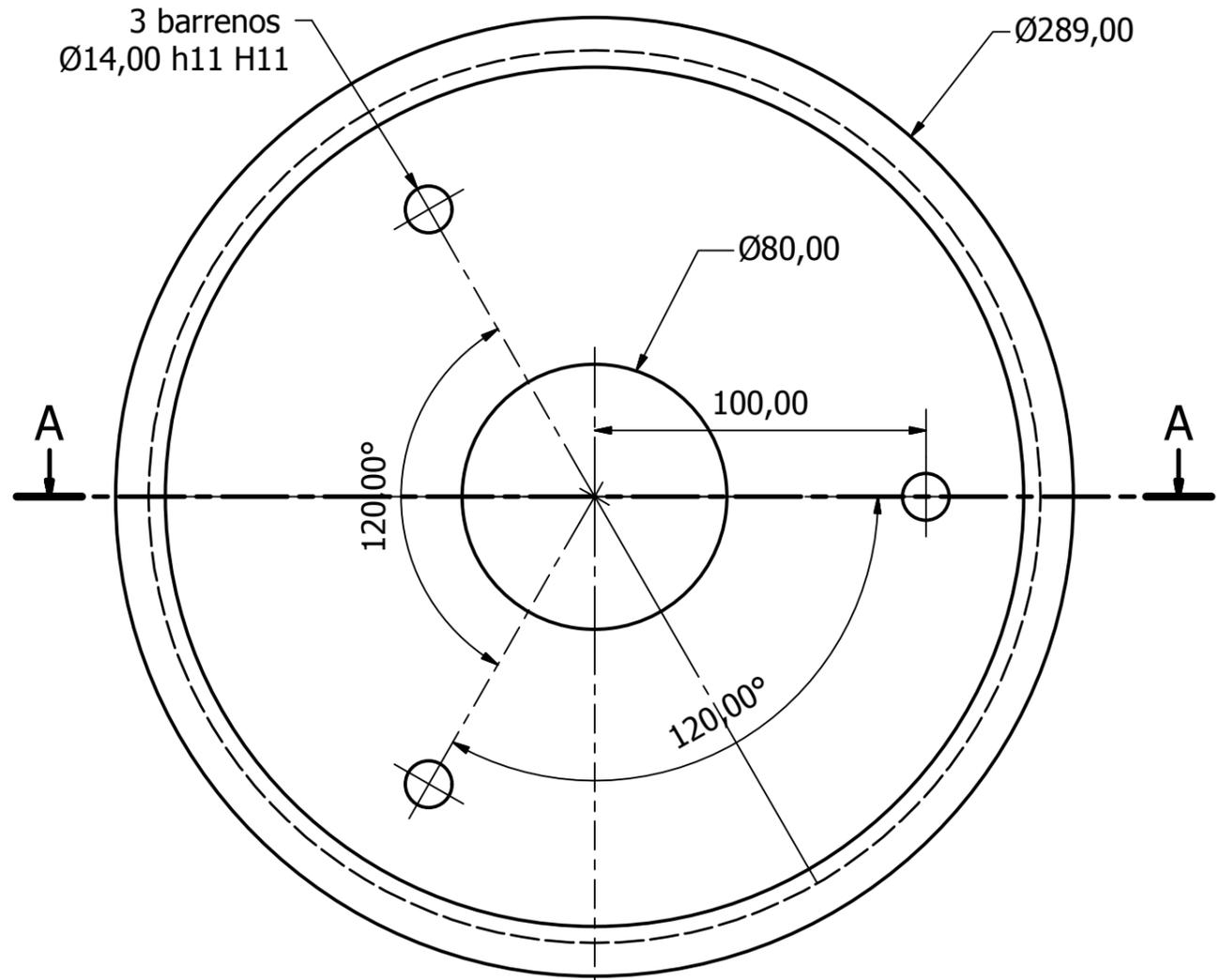
	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 30/04/2012	Hoja 2 / 3
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Cabeza de corte Escala 1:2 Numero de Parte CM13



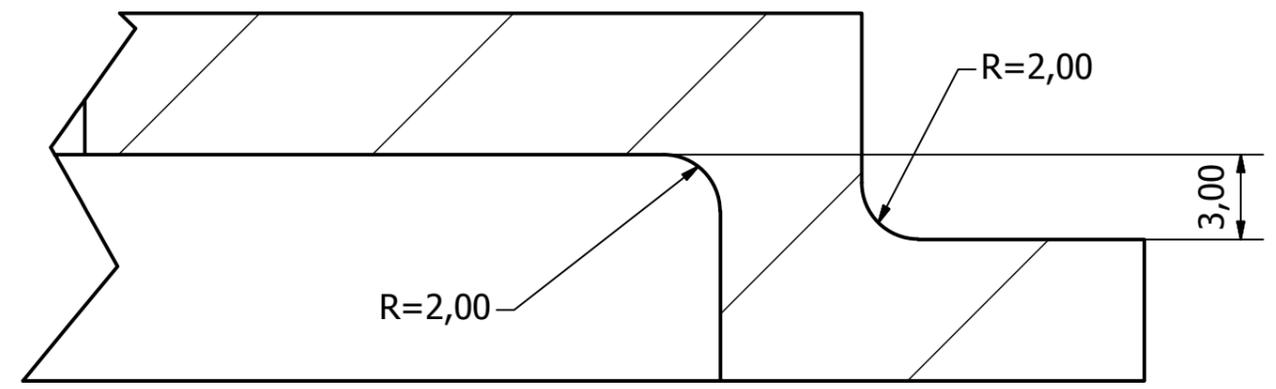
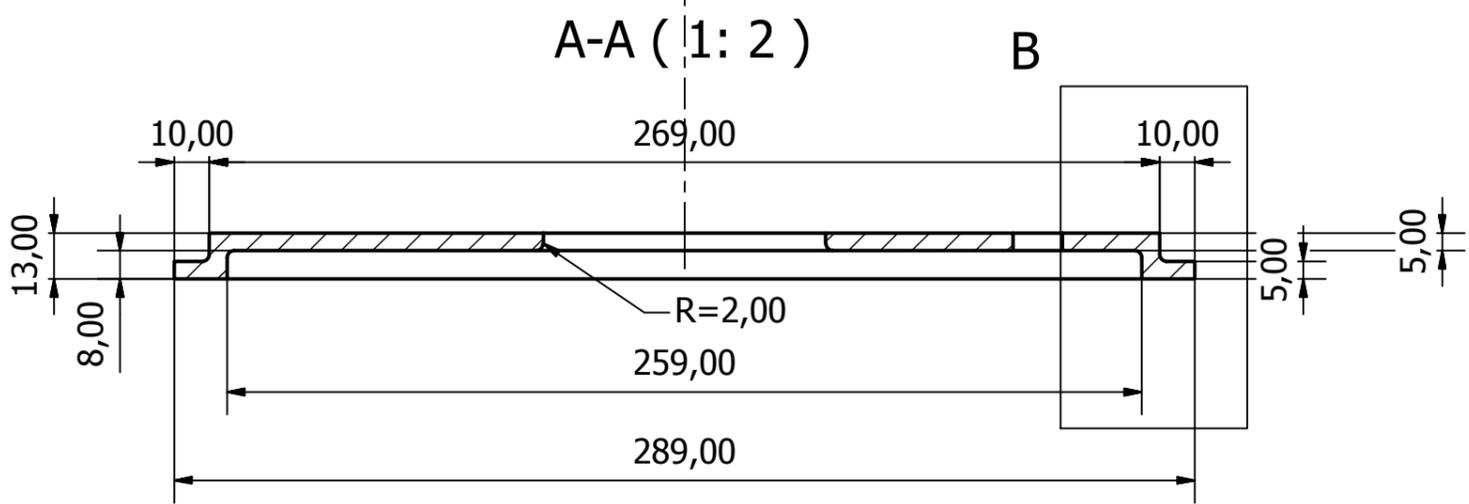
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	Revisado por Dr. Leopoldo González Ggonzález	Fecha 30/04/2012	Hoja 3 / 3
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Escala 1:2 Numero de Parte CM13

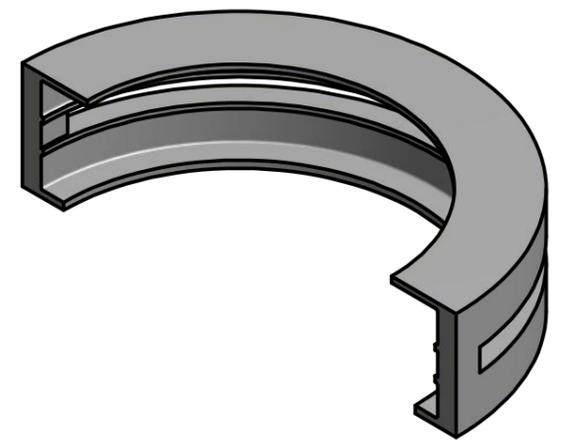
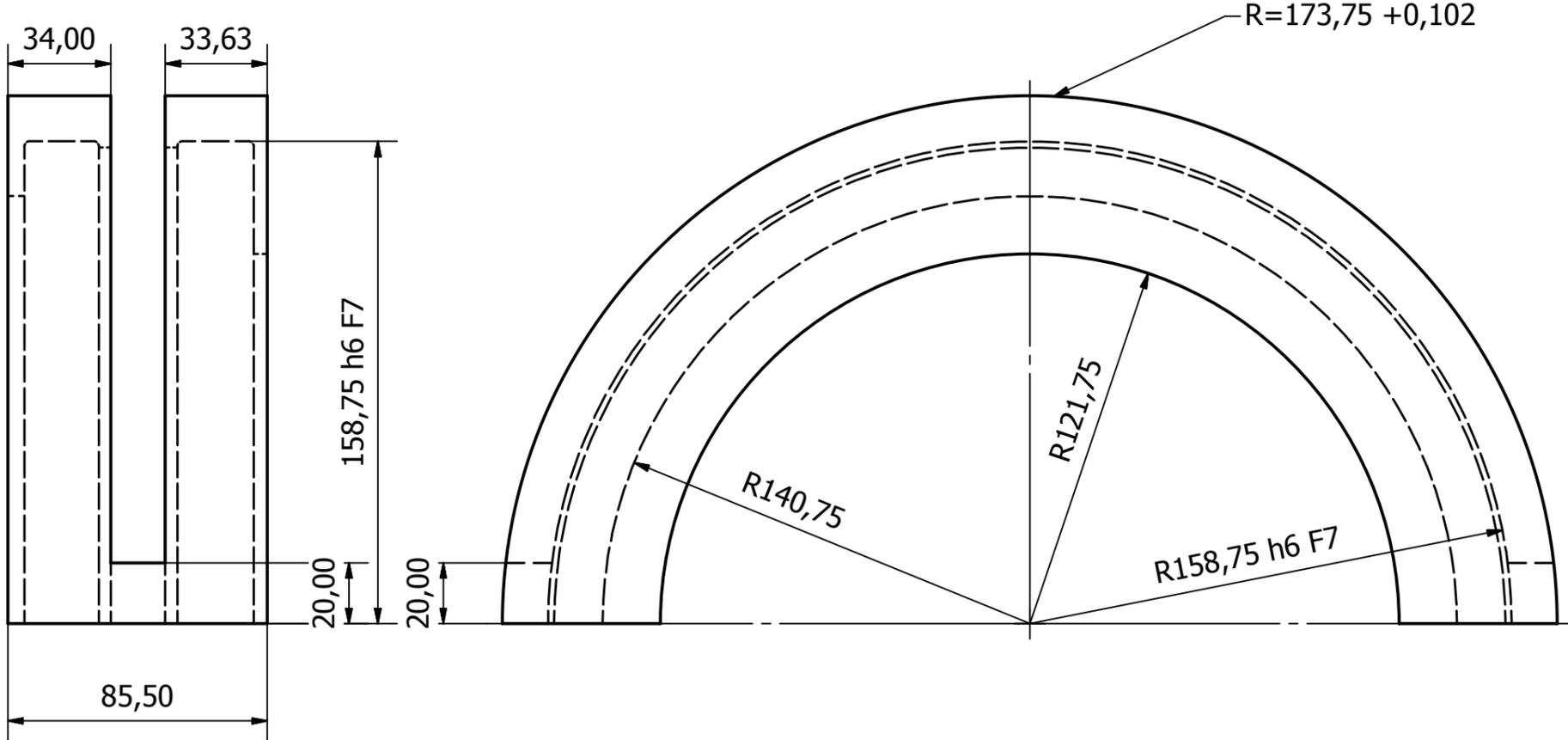


B ( 4: 1 )

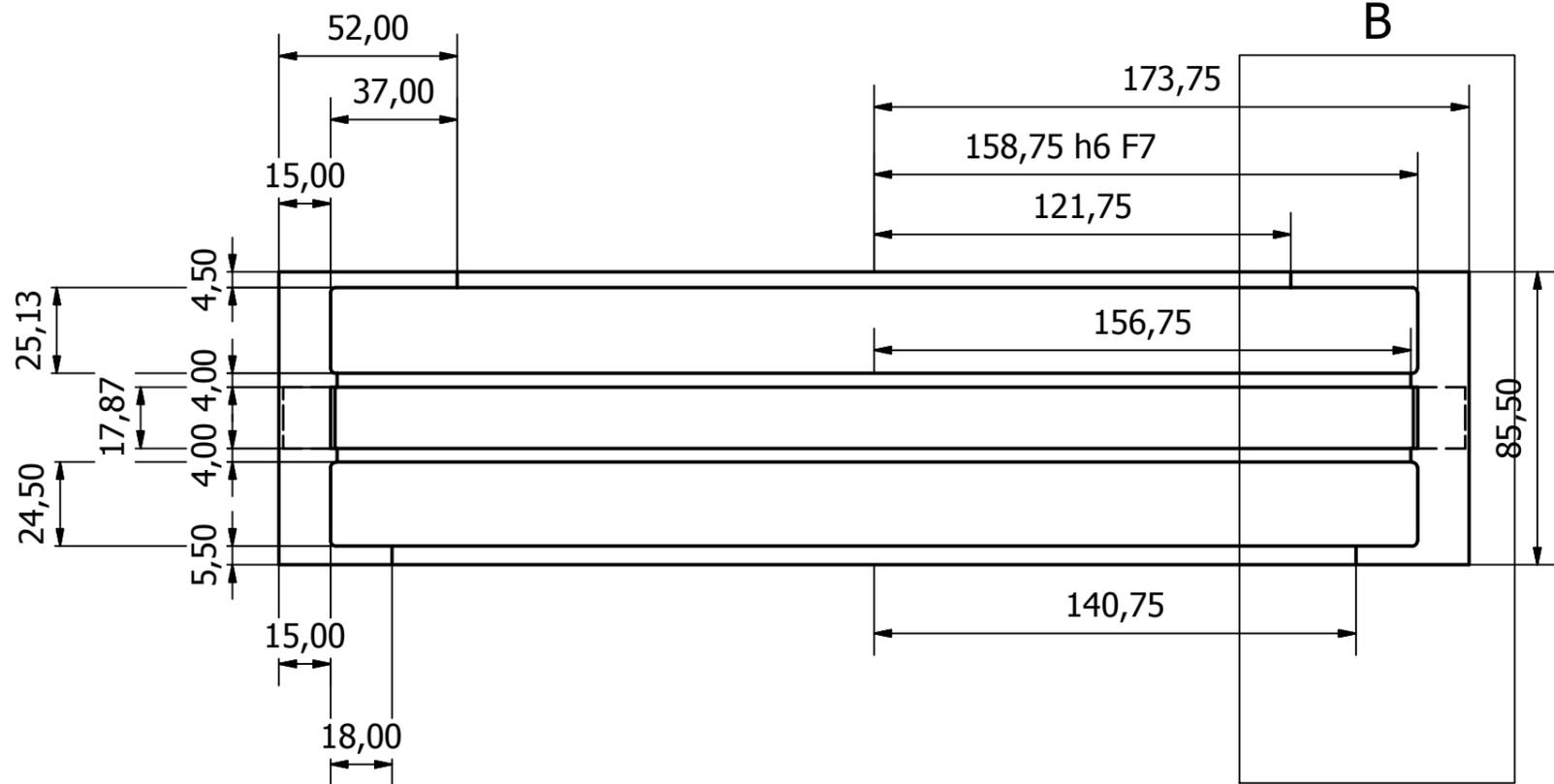


	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Tapa Escala 1:2 Numero de Parte CM14

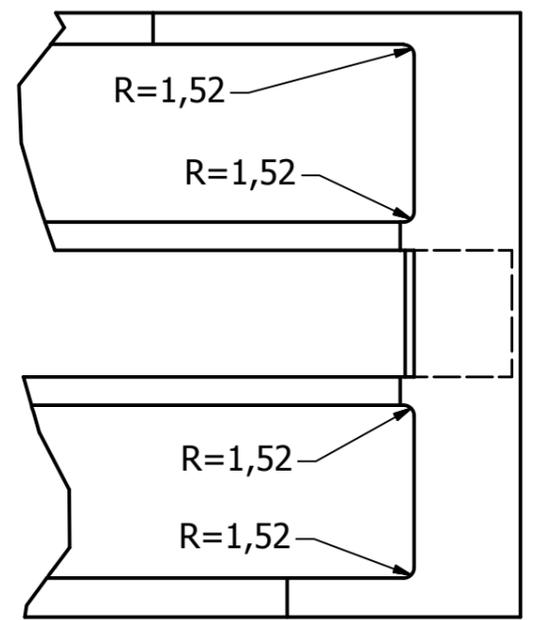
6 5 4 3 2 1



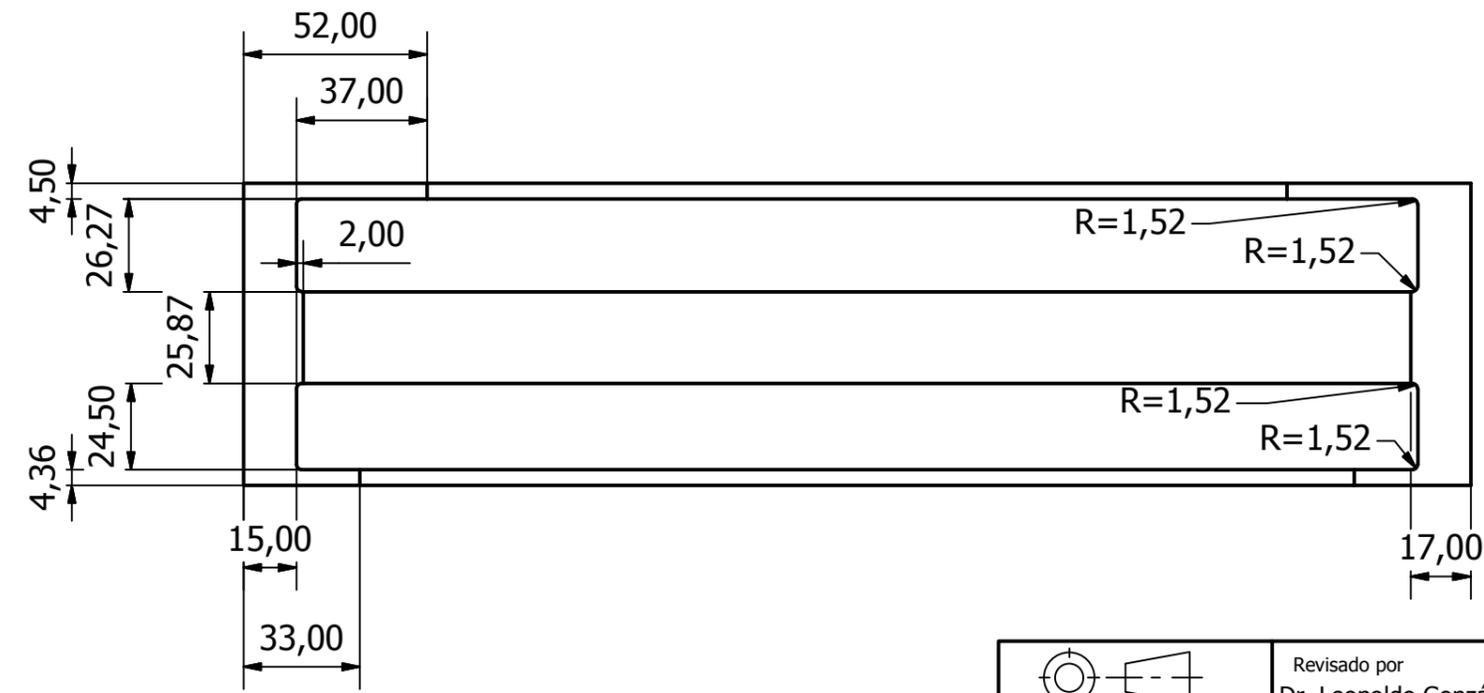
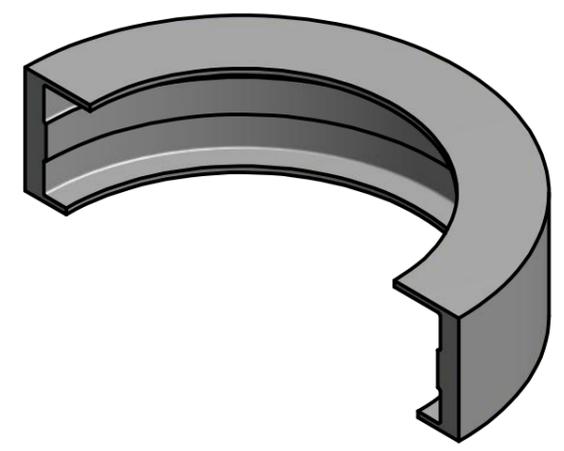
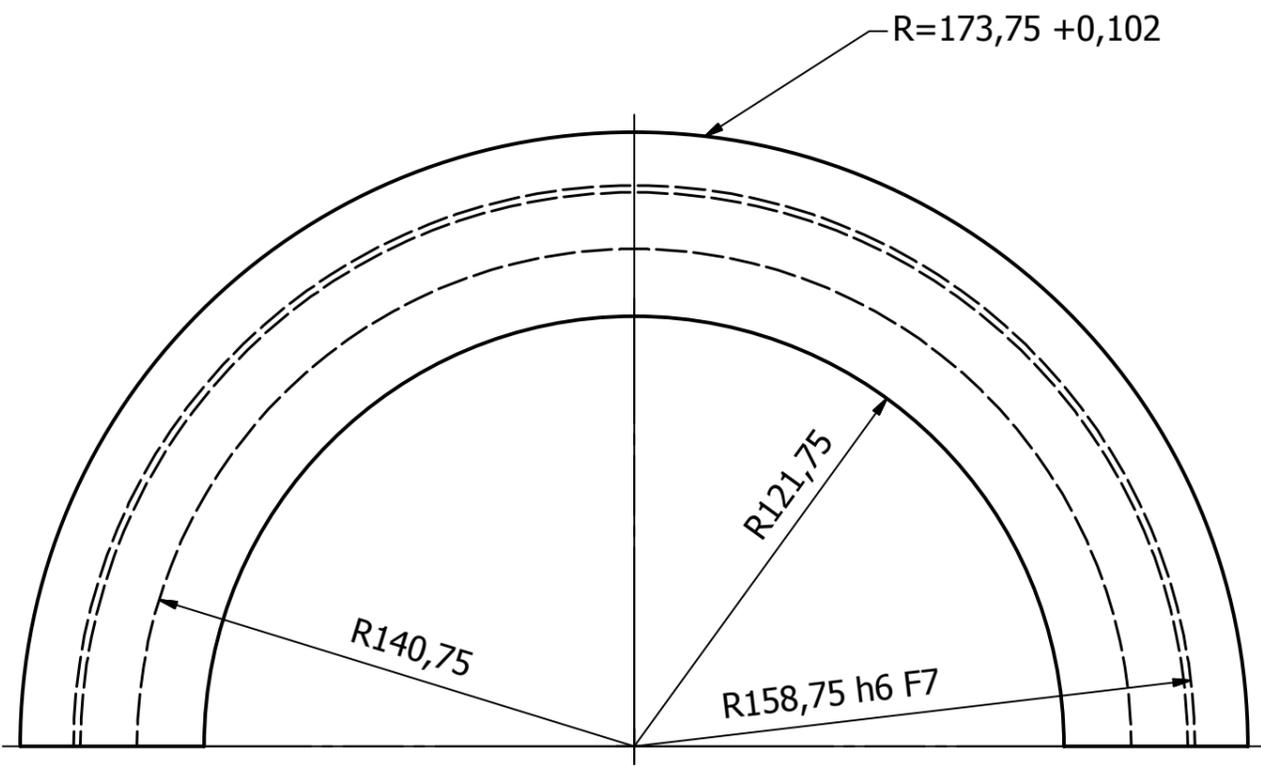
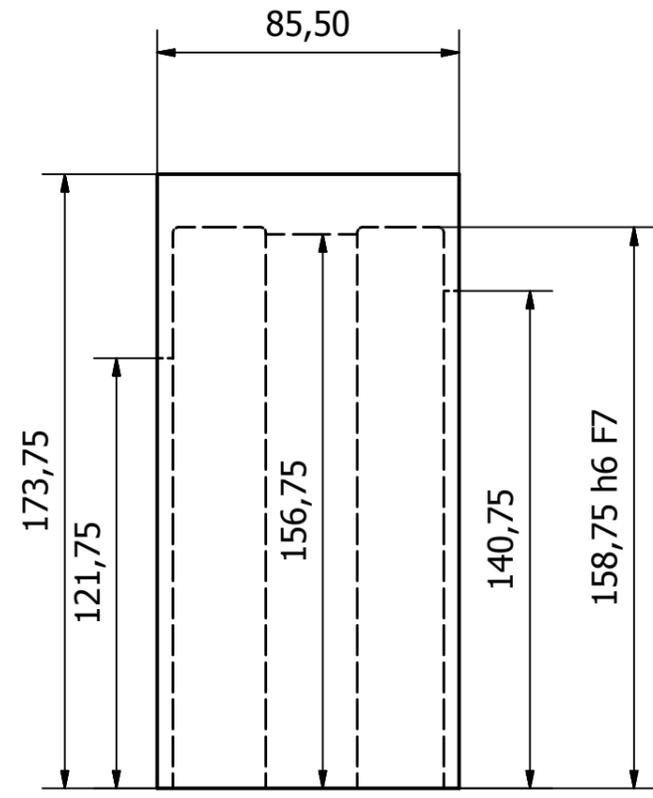
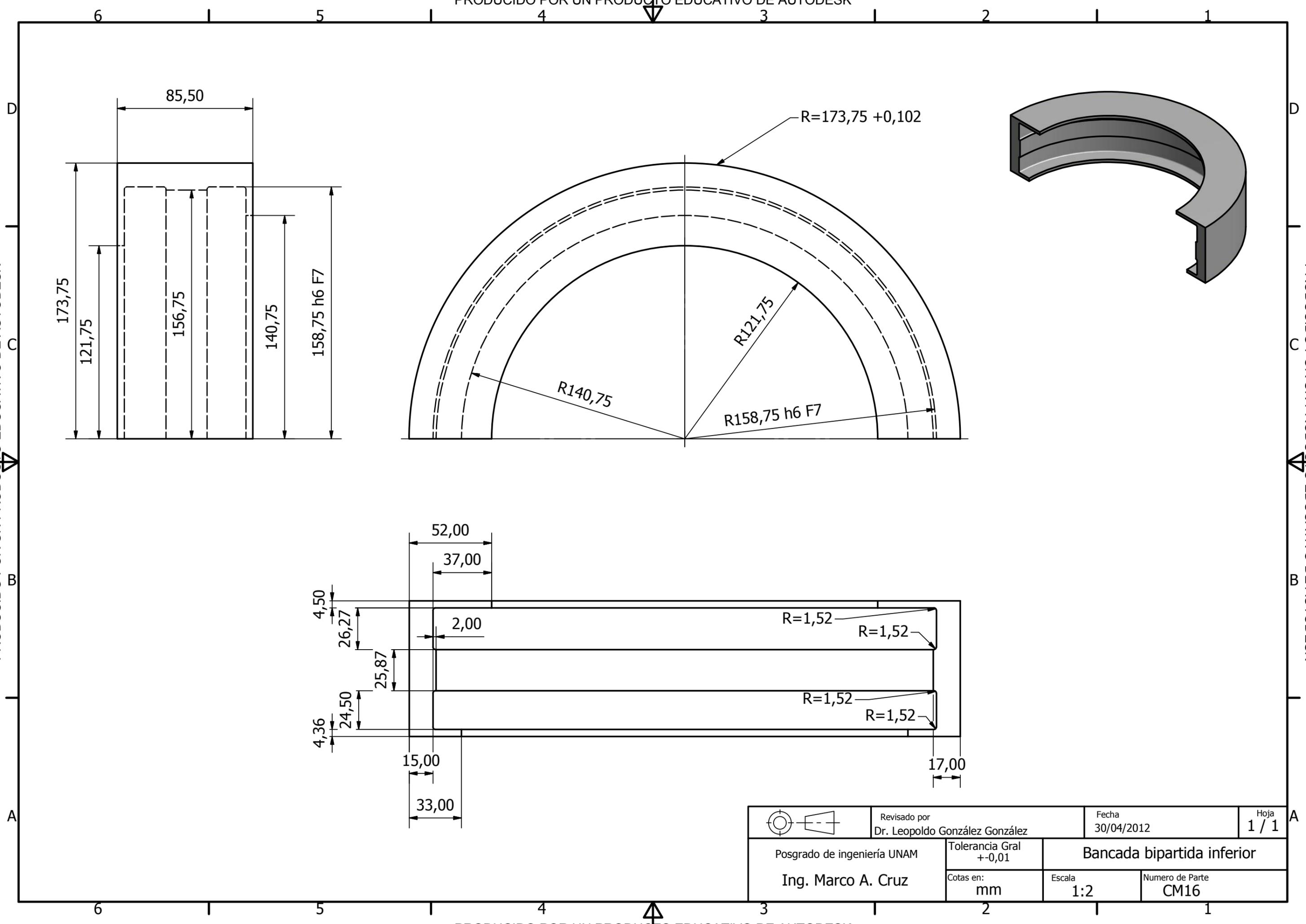
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



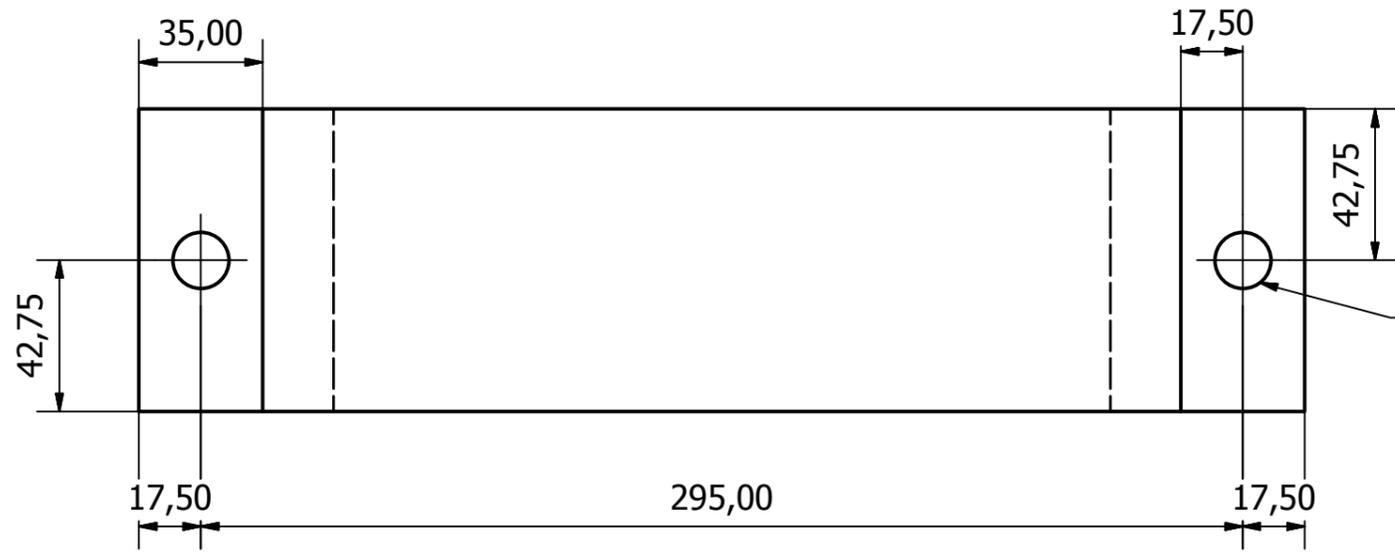
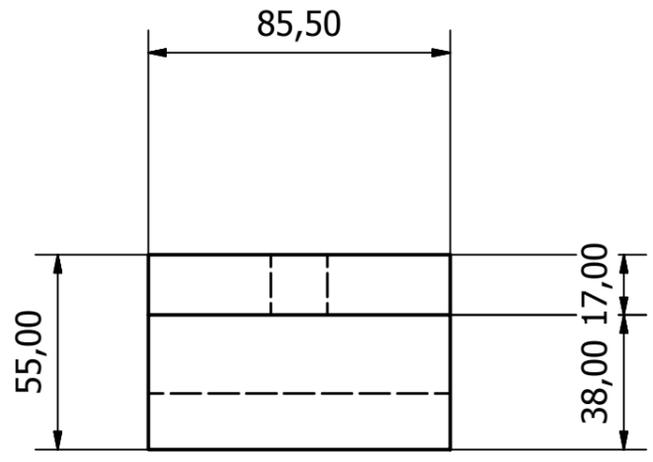
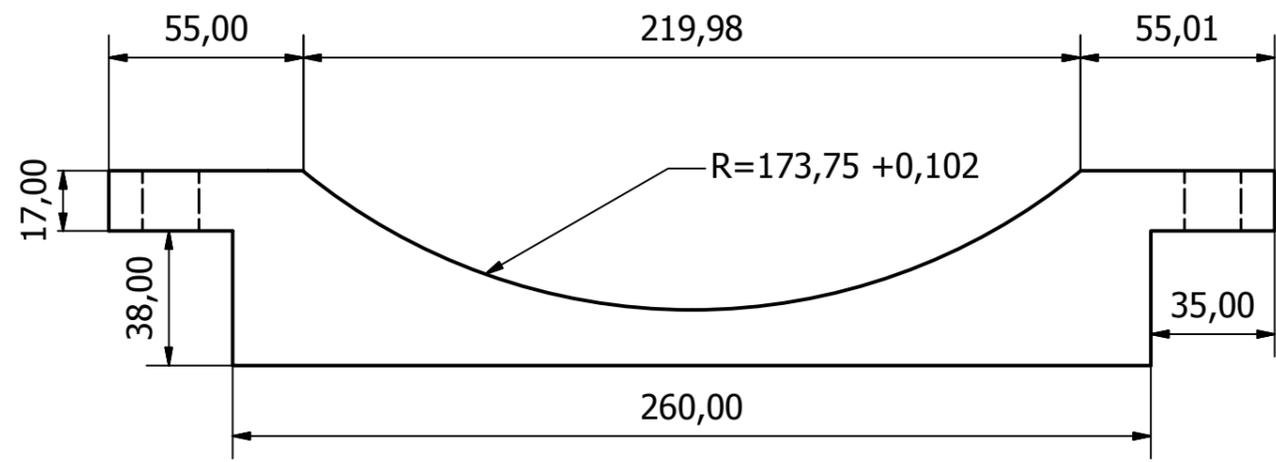
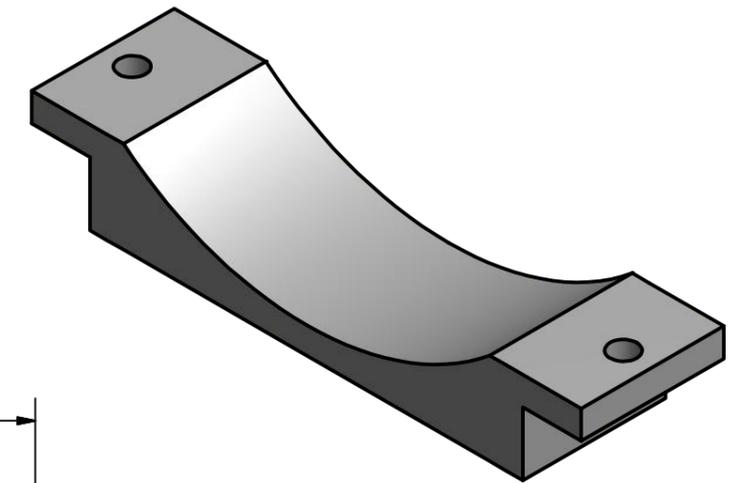
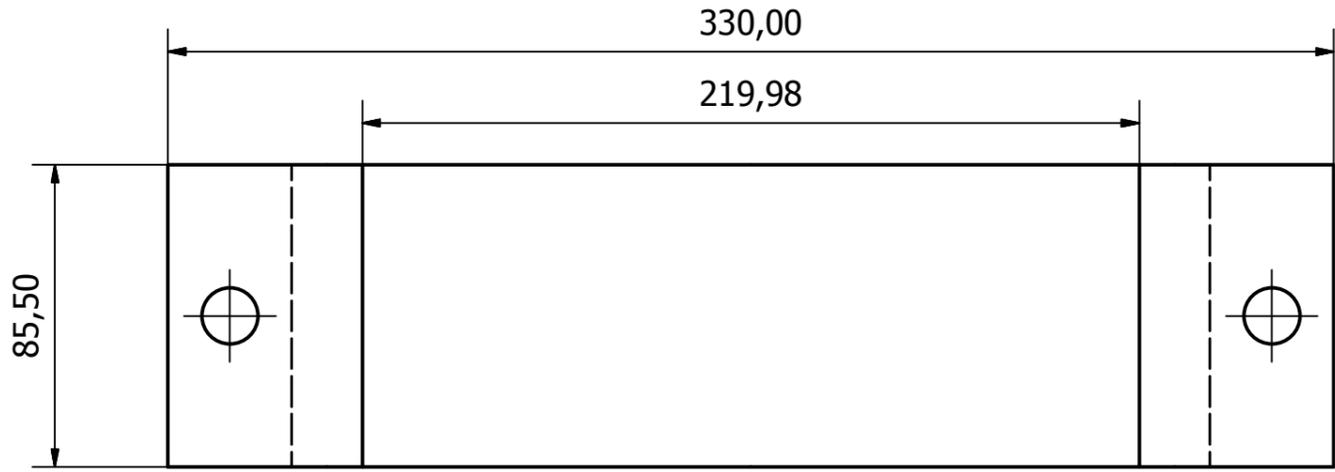
B ( 1 : 1 )



	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Bancada bipartida superior Escala 1:2 Numero de Parte CM15

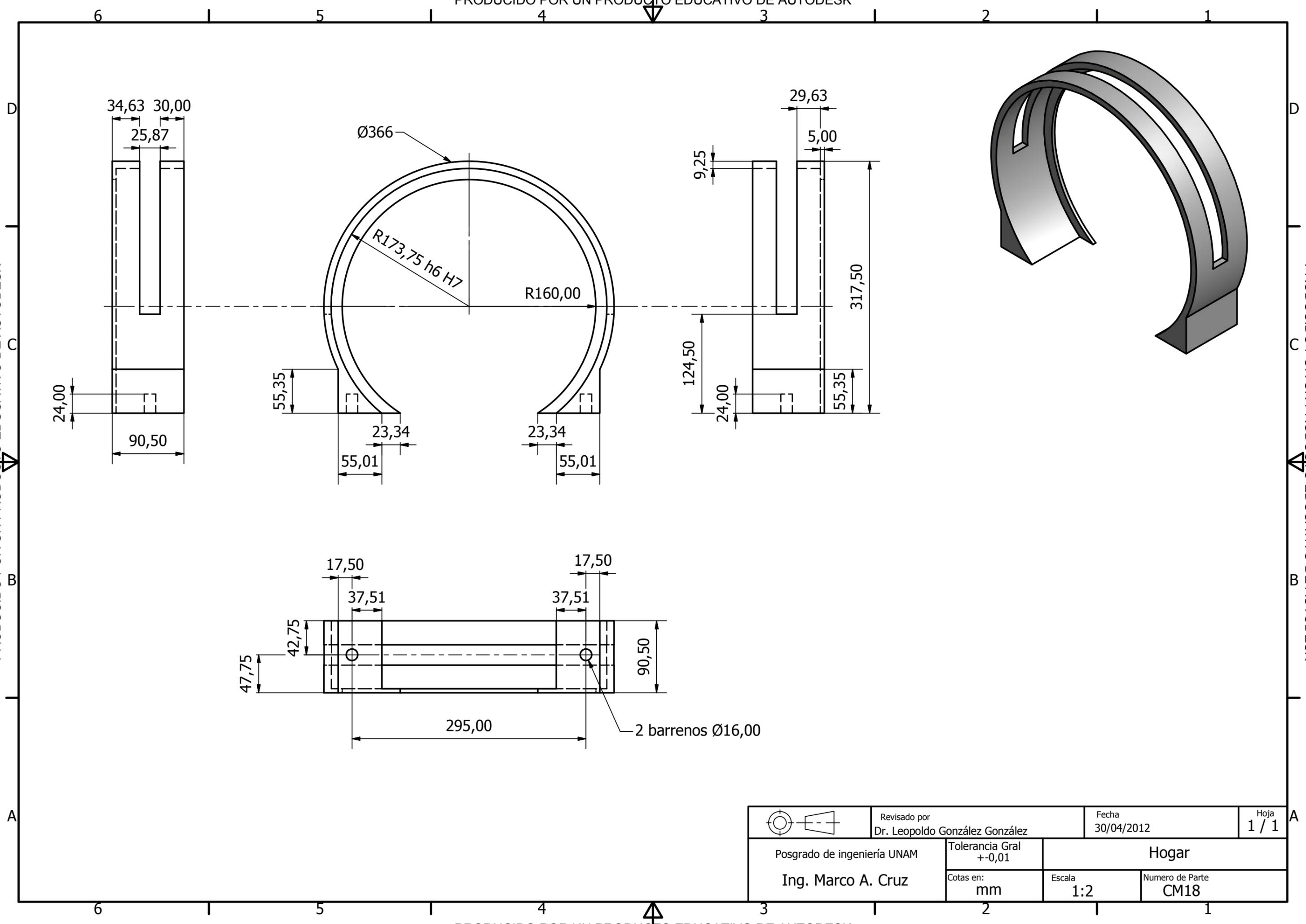


	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Bancada bipartida inferior
	Cotas en: mm	Escala 1:2	Numero de Parte CM16

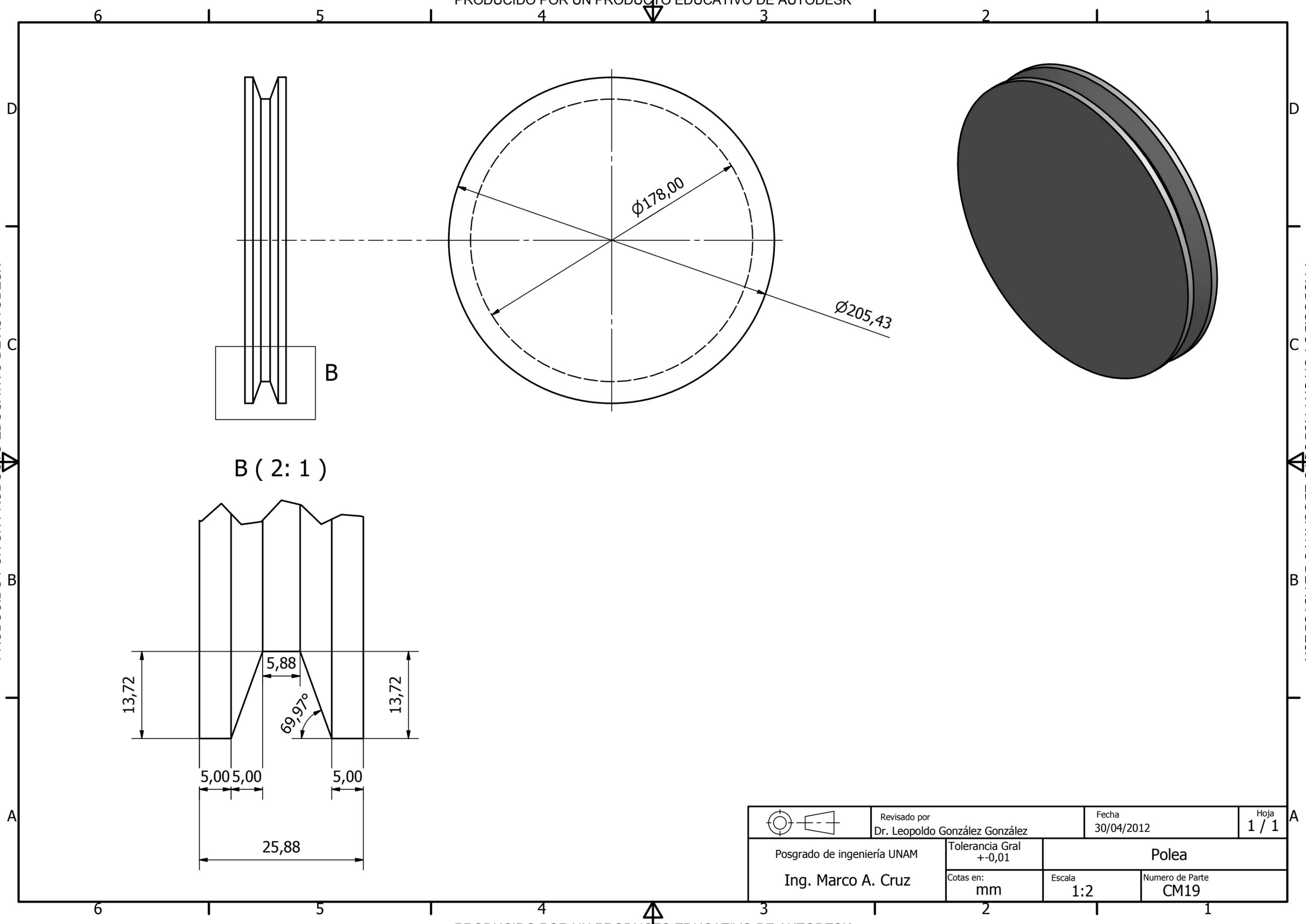


2 barrenos Ø16,00

	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Base de bancada Escala 1:2 Numero de Parte CM17

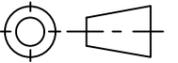


	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01	Hogar
	Cotas en: mm	Escala 1:2	Numero de Parte CM18



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

	Revisado por Dr. Leopoldo González González	Fecha 30/04/2012	Hoja 1 / 1
	Posgrado de ingeniería UNAM Ing. Marco A. Cruz	Tolerancia Gral +0,01 Cotas en: mm	Escala 1:2 Numero de Parte CM19

# Anexo H

## DATOS TÉCNICOS DE LA PLACA DE DESLIZAMIENTO

Características de los materiales

Lista de placas disponibles

Fuente: <http://www.skf.com>

**Características de los materiales compuestos de deslizamiento en seco y FW de SKF**

Características	Material B	Material M	Material FW (Filamentos bobinados)
Composición	Refuerzo de acero con recubrimiento de bronce sinterizado, relleno poroso y recubrimiento de teflón con aditivos para la reducción de la fricción (5 a 30 µm)	Refuerzo de acero con recubrimiento de bronce sinterizado, relleno poroso y recubrimiento de resina acetal (~0,3 mm)	Filamentos continuos de fibra de vidrio (refuerzo) con filamentos de fibra de poliéster y teflón (recubrimiento deslizante) en una matriz de resina epoxídica
Carga estática específica permisible (N/mm <sup>2</sup> )	250	250	200 (resistencia a la rotura 500)
Carga dinámica específica permisible (N/mm <sup>2</sup> )	80	120	140 (véase el margen de funcionamiento pv)
Velocidad máxima de deslizamiento (m/s)	2	2,5	0,5
Temperatura de funcionamiento permisible (°C)	-200 a +250	-40 a +110 (+130 durante breves periodos de tiempo)	-50 a +140
Coefficiente de fricción	0,03 a 0,25	0,02 a 0,20	0,03 a 0,08
Efecto de adhesión-deslizamiento	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Espesor de la capa de desgaste (mm)	0,2	~0,3	1 (aprox.)
Lubricación	No requerida	Lubricación inicial requerida	No requerida
Capacidad para soportar cargas en los bordes (por ejemplo, como resultado de las desalineaciones)	Aceptable	Buena	Muy buena
Capacidad para incorporar suciedad y partículas extrañas	Aceptable	Buena	Limitada
Capacidad para soportar cargas alternantes	Buena	Aceptable	Muy buena
Capacidad para soportar movimientos lineales	Aceptable	Buena	Limitada (bajo cargas ligeras y bajas velocidades de deslizamiento)
Mecanizado de la superficie deslizante tras el montaje	Calibración	Mecanizado, véase "Mecanización"	-
Tolerancia recomendada del alojamiento para los cojinetes de fricción	H7	H7	H7
Tolerancia recomendada del eje para los cojinetes de fricción	f7 (para d ≤ 75 mm) h8 (para d > 75 mm)	h8	h8
Rugosidad superficial requerida para la superficie de contacto (µm)	R <sub>z</sub> ≤ 3 R <sub>a</sub> ≤ 0,4	R <sub>z</sub> ≤ 6 R <sub>a</sub> ≤ 0,8	R <sub>z</sub> ≤ 6 R <sub>a</sub> ≤ 0,8
Mecanizado de la superficie permisible para la superficie de contacto	Rectificado (trefilado)	Trefilado	Véase "Diseño de los componentes"

[Tablas de productos](#)[IMP](#)[PDF](#)[Imprimir](#)[Cerrar](#)**Lámina de deslizamiento en seco, de materiales compuestos**[Tolerancias](#) , ver también el [texto](#)

Dimensiones			Masa	Designación
B	L	H		
mm			kg	
100	500	1	0,35	PCMS 1005001.0 B
100	500	1	0,35	PCMS 1005001.0 E
100	500	1	0,28	PCMS 1005001.0 M
100	500	1,5	0,55	PCMS 1005001.5 B
100	500	1,5	0,55	PCMS 1005001.5 E
100	500	1,5	0,46	PCMS 1005001.5 M
100	500	2	0,75	PCMS 1005002.0 B
100	500	2	0,75	PCMS 1005002.0 E
100	500	2	0,65	PCMS 1005002.0 M
100	500	2,5	0,95	PCMS 1005002.5 B
100	500	2,5	0,95	PCMS 1005002.5 E
100	500	2,5	0,85	PCMS 1005002.5 M
100	500	3,06	1,15	PCMS 1005003.06 B
100	500	3,06	1,05	PCMS 1005003.06 M
200	500	1	0,70	PCMS 2005001.0 B
200	500	1	0,70	PCMS 2005001.0 E
200	500	1	0,56	PCMS 2005001.0 M
200	500	1,5	1,10	PCMS 2005001.5 B
200	500	1,5	1,10	PCMS 2005001.5 E
200	500	1,5	0,92	PCMS 2005001.5 M
200	500	2	1,50	PCMS 2005002.0 B
200	500	2	1,50	PCMS 2005002.0 E
200	500	2	1,30	PCMS 2005002.0 M
200	500	2,5	1,90	PCMS 2005002.5 B
200	500	2,5	1,90	PCMS 2005002.5 E

1 2

