



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**Rediseño Conceptual y Adaptación de una  
Zanjadora a una Motosegadora 650**

Por:

**BENJAMÍN PALMA ROSAS**

**T E S I S**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA

**Rediseño Conceptual y Adaptación de una Zanjadora a una  
Motosegadora 650**

Por:

**BENJAMÍN PALMA ROSAS**

**T E S I S**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

Aprobada por el comité de tesis:

Presidente del Jurado

---

M.C. B. Elizabeth de La Peña Casas

Sinodal

Sinodal

---

M.C. Tomás Gaytán Muñiz

---

Ing. Juan Arredondo Valdez

Coordinador de la División de Ingeniería

---

Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Octubre de 2006.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a DIOS por darme la gran dicha de vivir, disfrutarla y vivirla con mis seres queridos, mil gracias por todo lo que me ha permitido hacer y por lo que vendrá.

A mi ALMA TERRA MATER, por darme la oportunidad de superarme, y forjar parte de mi vida en sus aulas, e instalaciones y sobre todo por tener la carrera de ING. MECÁNICO AGRÍCOLA la cual me lleno de conocimientos y esperanza para el mañana y por ayudarme a superarme profesionalmente.

M.C. Blanca Elizabeth De La Peña Casas, por todas las facilidades prestadas y por aceptarme como tesista en esta investigación por su paciencia, consejos, amistad, para la culminación de esta tesis.

Al Ing. Juan Arredondo Valdez, por sus sugerencias y aportaciones que recibí en la elaboración de este proyecto y su amistad brindada en mi estancia en la carrera. Gracias.

Al M.C. Tomás Gaytán Muñiz, por su apoyo durante la revisión de ésta investigación por sus sugerencias y recomendaciones.

Al M.C. Héctor Uriel Serna Fernández, por todos los consejos y la ayuda recibida de su persona y por todo el apoyo incondicional brindado en toda mi carrera y trabajo de tesis.

Al Ing. Jorge Aurelio Reyes Morales, por su apoyo y atención brindada en la realización de este trabajo de tesis

A mis Amigos y compañeros de generación C, de la carrera de Ing. Mecánico Agrícola: Neftalí, Mario, Julio César, José Luís, Enrique, Cirilo, Genaro, Yoni, Henry, César, Santos, David, Azael, Rudy, Aarón, Sergio, Esteban, Alejandro, Carlos.

A mis compañeros y amigos (as) de Tepalcingo y sus alrededores con los que tuve el gusto de conocer en la narro y de los cuartos el paraíso numero dos, cuatro, siete y a la madriguera gracias por todos los problemas, tristezas, fiestas y risas que compartimos juntos, por darme la oportunidad de convivir con ellos y sobre todo la amistad que me brindaron.

A todos los Ing. Del departamento de Maquinaria Agrícola. Por haberme transmitido sus conocimientos y brindarme su amistad durante mi estancia.

A la secretaria Juana Ma. Valenzuela, "Juanita", del departamento de maquinaria agrícola por su ayuda, sus consejos y su sincera amistad.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera intervinieron en mi vida durante mi estancia en la universidad.

## DEDICATORIA

Con Amor, Cariño y respeto a las personas más importantes de mi vida.

A MIS PADRES.

Sr. Benigno palma Vargas.

Sra. Sabina Rosas Duran.

A quien les debo la vida, quienes depositaron en mí su confianza y por haberme brindado su apoyo, su tiempo, sus corajes, sus desvelos y preocupaciones que siempre ocasioné, sus consejos, y todas sus esperanzas, por ser unos excelentes padres logrando que no desistiera en mi camino, dándome todo a cambio de nada y han logrado con su buena perseverancia darme la herencia mas valiosa que un padre ofrece a sus hijos:

"una profesión"

A mi hermana Virginia Palma Rosas, gracias por alentarme, por aconsejarme. Admiro mucho tu bondad, tu fortaleza, tu cariño, eres como una segunda madre para mí.

A mis hermanos: Antonio, José Luís, Javier, José Manuel, les agradezco toda la ayuda que me han brindado, tanto económica como moral, sin su ayuda no habría sido posible esto. Gracias por confiar en mí. Gracias por ser, además de hermanos, mis amigos.

A todos mis sobrinos (as). Gracias por su cariño, por su ternura, por hacer de mi paso por esta vida mas grato, en pocas palabras gracias por alegrar mi vida.

A todos mis tíos (as), por el apoyo moral y sus consejos, a todos ellos gracias.

A mis primos (as) por compartir momentos felices y experiencias en el transcurso de mi vida.

A mis cuñados(as) gracias por todo.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA .....	v
INDICE DE CONTENIDO .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	7
1.3.1. Objetivos.....	7
1.3.2. Hipótesis.....	7
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
2.1. IMPORTANCIA DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA.....	8
2.2. EL CULTIVO DEL NOGAL .....	8
2.2.1. Clasificación Taxonómica .....	9
2.2.2. Descripción Botánica .....	9
2.2.2.1. Raíz.....	9
2.2.2.2. Tronco y Ramas.....	9
2.2.2.3. Follaje.....	10
2.2.2.4. Flores .....	10
2.2.2.5. Fruto y semillas .....	10
2.2.2.6. Propagación .....	11
2.3. CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL NOGAL .....	11
2.4. GENERALIDADES DEL NOGAL .....	11
2.5. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL NOGAL .....	12
2.6. TIPOS DE TRACTORES .....	14
2.6.1. Motocultor .....	14
2.7. TIPOS DE ZANJADORAS EXISTENTES.....	15
2.7.1. Las Zanjadoras .....	15
2.7.2. Zanjadoras Grandes .....	15
2.7.2.1. Zanjadoras Grandes Compactas.....	16
2.7.2.2. Zanjadoras de Alta Potencia .....	16
2.7.2.3. Zanjadoras de Doble Cabina.....	16
2.7.2.4. Zanjadoras con una Cabina con dos Vistas .....	17
2.7.3. Zanjadoras Medianas .....	17
2.7.3.1. Zanjadora con Embrague Deslizante Hidráulico .....	18
2.7.3.2. Zanjadoras con Pedal de Desplazamiento.....	18
2.7.4. Zanjadoras Compactas.....	18

2.8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZANJADORA A REDISEÑAR .....	19
2.8.1. Motosegadora 650 .....	19
2.8.2. Descripción general del prototipo de la Maquina Davis .....	21
2.9. PARTES DE UNA ZANJADORA .....	23
2.9.1. Transmisión de la Zanjadora .....	24
2.9.2. Contrapesos .....	24
2.9.3. Transmisión por cadena .....	25
2.10. FUNCIONES DE LAS PIEZAS DE LA CADENA .....	27
2.10.1. Placa exterior e interior .....	27
2.10.2. Pasador .....	27
2.10.3. Casquillo .....	28
2.10.4. Rodillo .....	28
2.11. CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....	30
2.12. DISEÑO DE IMPULSORES DE CADENA .....	31
2.13. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA IMPULSORES DE CADENA .....	32
2.14. LUBRICACIÓN .....	34
2.14.1. Tipo I .....	34
2.14.2. Tipo II .....	34
2.14.3. Tipo III .....	35
2.15. FUNCIONAMIENTO DE LOS TRANSPORTADORES HELICOIDALES .....	36
2.15.1. Sentido de la Rosca del Sinfín .....	36
2.15.2. Rosca Derecha .....	36
2.15.3. Rosca Izquierda .....	37
2.16. CATARINA .....	38
2.17. CUCHILLA .....	40
2.18. PROPIEDADES DE LOS METALES .....	41
2.18.1. Resistencia a la Deformación .....	42
2.18.1.1. Ductilidad .....	42
2.18.1.2. Dureza .....	42
2.18.2. Propiedades Físicas .....	42
2.18.2.1. Densidad .....	42
2.18.2.2. Coeficiente de Dilatación Térmica .....	42
2.18.2.3. Resistividad Eléctrica .....	43
2.18.2.4. Tratamiento térmico .....	43
2.18.2.5. Maquinabilidad .....	43
2.19. RESISTENCIA DEL SUELO .....	43
2.19.1. Resistencia específica .....	44
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>46</b>
3.1. MATERIALES .....	46
3.2. METODOLOGÍA .....	46
3.2.1. Fases del Diseño .....	47
3.2.1.1. Reconocimiento de la necesidad .....	48
3.2.1.2. Definición del problema .....	49
3.2.1.3. Formulación del problema .....	49
3.2.1.4. Síntesis .....	53

3.2.1.5. Análisis y optimización .....	53
3.3. DISEÑO Y CALCULO DE LAS MODIFICACIONES.....	54
3.3.1. Modificación de la distancia de profundidad en la zanjadora.....	54
3.3.2. Trabajo de la Maquina”DAVIS FLEETLI N 10+2” .....	55
3.3.3. Motosegadora 650 .....	61
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>64</b>
4.1. RESULTADO DE ENTREVISTA CON PRODUCTORES.....	64
4.2. PROPUESTA DEL DISEÑO CONCEPTUAL .....	64
4.2.1. Barra de acero PTR.....	65
4.2.2. La cadena.....	65
4.2.3. Catarina .....	66
4.2.4. Rueda de transporte .....	67
4.2.5. Sin Fin.....	67
4.2.6. Transmisión .....	68
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>69</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA. ....</b>	<b>70</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>75</b>



## INDICE DE CUADROS

### Página

Cuadro 2.1 Superficie sembrada a nivel nacional.....	13
Cuadro 2.2 Superficie sembrada en el estado de Coahuila .....	13
Cuadro 2.3 Tipos de Motocultores.....	15
Cuadro 2.4 Características Generales de la motosegadora 650 .....	20
Cuadro 2.5 Características Generales del Prototipo.....	23
Cuadro 2.6 trabajos con y sin contrapesos.....	25
Cuadro 2.7 Tamaño de cadenas con rodamientos.....	29
Cuadro 2.8 Factores de servicio para impulsores de cadena.....	32
Cuadro 2.9 Resistencia al corte de diferentes suelos.....	44
Cuadro 2.10 valores medios para la resistencia específica .....	45
Cuadro 4.1 Materiales Requeridos .....	64
Cuadro 4.2 Diámetros de Catarinas de Cadena de Rodillos .....	66

## INDICE DE FIGURAS

### Página

Fig.1.1 La locomotora, construida por Stephenson en 1825, sobre el primer puente ferroviario.....	3
Fig.1.2 La máquina segadora o gavilladora (1950).....	4
Fig.1.3 Zanjadora.....	5
Fig. 2.1. Zanjadora Grande.....	16
Fig. 2.2. Zanjadora Mediana.....	17
Fig. 2.3. Zanjadora Compacta.....	19
Fig. 2.4. Motosegadora 650.....	20
Fig. 2.5. Zanjadora Prototipo A), B), C) y D).....	22
Fig. 2.6. Zanjadora Prototipo.....	23
Fig. 2.7. Composición de una Cadena.....	27
Fig. 2.8. Sin Fin (Rosca derecha). ....	37
Fig. 2.9. Sin Fin (Rosca Izquierda).....	37
Fig. 2.10. Sin Fin.....	38
Fig. 2.11. Catarina a utilizar.....	39
Fig. 2.12. Cuchilla.....	41
Fig. 3.1. Esquema del proceso de diseño.....	47
Fig. 3.2. Diagrama de la definición del problema.....	49
Fig. 3.3. Plantas de nogal en crecimiento.....	50
Fig. 3.4. A y B. Parcela transplantada de nogal.....	51
Fig. 3.5. Esquema representativo de la profundidad de Zanqueo.....	54
Fig. 3.6. Triangulo Rectángulo.....	54
Fig. 3.7. Zanjadora.....	56
Fig. 3.8. zanjadora.....	57
Fig. 3.9. zanjadora.....	58
Fig. 4.1. dibujo conceptual del rediseño auto CAD.....	65
Fig. 4.2. Catarina a utilizar.....	66
Fig. 4.3. especificaciones de la Catarina.....	67
Fig. 4.4. transmisión del Rotocultivador.....	68

## RESUMEN

Las zanjadoras son una nueva alternativa que se esta planteando entre los nogaleros de la región de Montemorelos Nuevo León, para dar un paso mas en la agricultura. El problema que ellos se enfrentan es en la trasplantación de sus nogales, se nos comentó que el material que actualmente usan para el trasplante de la plántula es manualmente por medio de palas y por lo mismo es requerida mucha mano de obra para el respectivo zanjeo.

Por lo tanto la zanjadora nos facilitara el transplante de la planta, cuando la planta se encuentre en estado óptimo, la planta se desprenderá del suelo en donde se encuentra y se llevará a la parcela de traslado. Con la zanjadora se pretende realizar una zanja de 15cm. de ancho y 60 cm. de profundidad. En la zanja se introducirá la plántula en donde terminará su estado de desarrollo óptimo, además nos ayudará en las labores de su desarrollo.

El Objetivo principal de éste trabajo fue realizar un rediseño conceptual de la maquina zanjadora Davis Fleetline 10+2 ya existente en el mercado con ayuda de sus dos manuales del operador y el de partes y poder adaptar el rediseño a una motosegadora 650.

Para lograr este objetivo, primero acudimos a visitar al productor el cual radica en la región de Montemorelos Nuevo León, donde el nos dio un panorama a grandes rasgos que es lo que se realiza en la producción de la plántula del nogal.

Se realizaron cálculos básicos y necesarios para poder comparar y conocer el funcionamiento de la maquina Davis y la motosegadora y así tomar decisiones en su rediseño.

Los resultados de este trabajo incluyen materiales propuestos para su construcción, planos y características del mecanismo propuesto.

## I. INTRODUCCIÓN

México atraviesa actualmente una crisis financiera y económica que está afectando a toda la población, sobre todo a los de más bajos recursos económicos.

Esta crisis ha repercutido directamente en todos los sectores productivos del país; el industrial, el ganadero y agrícola, etc. Esto ha traído como consecuencia un incremento en los costos de producción, disminución en la comercialización de los productos, y en general, un estancamiento de todos los sectores.

Para reactivar la producción se buscan nuevas alternativas de solución para cada sector. En el caso particular de la agricultura, se pretende abatir costos de producción, para que de esta manera se puedan obtener mayores ganancias. Para lograr esto, se deben generar nuevas tecnologías de producción o adaptar las ya existentes a las condiciones específicas de cada lugar. Se plantea una manera de abatir dichos costos mediante la realización de las labores agrícolas en forma más económica, sin dejar de ser de excelente calidad. Esto solamente se puede lograr mediante la introducción de maquinas o equipos a los procesos agrícolas, que realicen las labores de manera oportuna, eficiente y económica. (García y Ucan, 1997).

En cada cultivo, existe una labor agrícola que representa los mayores costos de producción, ya sea por el tiempo de duración, o por la mano de obra requerida. En el caso del nogal se cuenta con poca maquinaria y la ya existente es de medio uso y se encuentra en condiciones muy inaccesibles por los productores de la región. (García y Ucan, 1997).

El nogal es un árbol de gran importancia económica, tanto por la producción de los frutos como por el leño, siendo una de las especies frutales más rentable actualmente.

A nivel nacional se tiene una producción en hectáreas de nogal en los estados de: Durango, Chihuahua, Sonora, Nuevo León y Coahuila de aproximadamente 15, 547,722 ha, considerando aproximadamente 213 nogales por ha. (INEGI 2003, 2004). Nuevo León es el segundo productor de nogal con aproximadamente 19,135 ha dedicadas a la producción de nogal.

Los productores de plántula de nogal en particular (Nuevo León), en “El Rancho vivero Santa Rita”, se tiene una gran problemática, la superficie de los productores se implementa en pequeños lotes de producción, particularmente al efectuar las labores requeridas para el cultivo de dicha plántula se requiere la utilización de maquinaria pequeña como son los motocultores. Debido a esta inquietud se plantea presentar un rediseño de una zanjadora ya existente en el mercado y lograr adaptársela a un motocultor logrando un aprovechamiento de la maquinaria ya existente y utilizándola en las respectivas labores de zanjeo requeridas en el cultivo e instalaciones de riego antes mencionados.

El cultivo de nogal es típico en el norte del país por las situaciones climáticas de este, actualmente la superficie sembrada de nogal en el país es de 72994 ha., y la producción es de 59521 Ton. Obteniéndose un valor de \$1567152.6 (miles de pesos) (2003, 2004. INEGI).

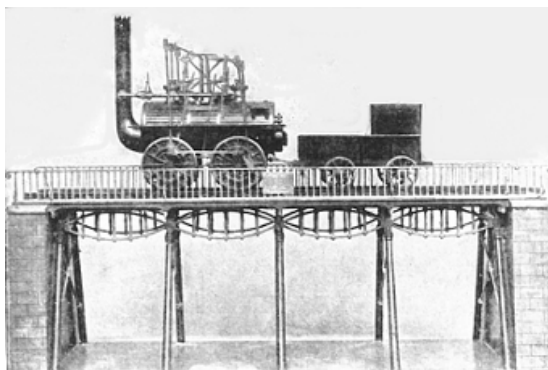
En el cultivo del nogal es lograr una mecanización en la siembra para agilizar la producción de plántulas, En pequeñas extensiones de cultivo por medio de invernaderos, y una de las ventajas que ofrece la maquinaria pequeña como son los motocultores que nos permiten trabajar en reducido espacio. El zanjeo es una de las opciones que se presenta en las labores en la agricultura que es la Incorporación de una zanjadora, con esto nos permitiría dar labores culturales como son escarda y la fácil colocación de sistemas de riego.

## 1.1. Antecedentes

Cañavate (1989), Indica que en el año 3000 a.c. en Mesopotamia se verifica la transición de las herramientas manuales a las de tracción animal y prácticamente, salvo pequeñas mejoras o modificaciones, la evolución de la mecanización del agro se detuvo allí hasta la Edad Moderna, por otro lado también nos dice que Antiguamente los rudimentarios aperos utilizados en la agricultura permitían que un operario agrícola produjera alimento fibras tan sólo para si mismo y otras 2 ó 3 personas más. Actualmente en los países de la comunidad Económica (CE), pueden producir la cantidad de alimentos y fibras textiles que son necesarios para él y otras 10 a 15 personas más (en España 7 y en Estados Unidos 30).

Para facilitar los trabajos pesados, disminuir los gastos que implica la utilización de mano de obra y realizar las actividades en menor tiempo, fue necesario la creación de maquinas e implementos para realizar las labores del campo.

La invención de la máquina de vapor por Watt y de la locomotora de vapor por Stephenson en Inglaterra (Fig.1.1), a fines del siglo XVIII marca un hábito fundamental en la mecanización de todas las labores realizadas por el hombre.



**Fig.1.1 La locomotora, construida por Stephenson en 1825, sobre el primer puente ferroviario.**

Pratt (Inglaterra) en 1810, realizó el primer arado alternativo arrastrado mediante cable por dos máquinas de vapor situadas en los extremos del campo, este sistema se perfeccionó hacia 1850 por John Fowler (Inglaterra) y Máx. Eyth (Alemania).

En 1834, McCormick (Estados Unidos) obtuvo una patente de la máquina segadora tirada por caballos (Fig. 1.2). En 1844 existía ya la fábrica de trilladoras Case en Racine, Wisconsin (Estados Unidos).



**Fig.1.2 La máquina segadora o gavilladora (1950).**

En España, en el año 1863, G. Fernández de la Rosa y los hermanos Guerrero, de Jerez de la frontera, introdujeron las primeras máquinas agrícolas (segadoras y trilladoras a vapor). La invención de los motores de combustión interna, hacia los años de 1876 por Otto y en 1892 por Diesel (Alemania), crea la base para el desarrollo del tractor tal como lo concebimos hoy en día. (Cañavate, 1989).

Por otro lado la seguridad y ergonomía en el manejo de las máquinas agrícolas toma un papel relevante en el diseño, sin duda impuesto por los continuos accidentes que año tras año se vienen produciendo entre los agricultores.

La mecanización agropecuaria ha permitido mejorar significativamente la producción y la productividad del sector agrario beneficiando a grandes y pequeños propietarios que le abren las puertas a la

tecnología, quienes conociendo los altos precios de la maquinaria, invierten en ella pues saben que todo será retribuido a mediano y largo plazo. (Fuente: [http://paginas.usco.edu.co/~juvela/implementos\\_de\\_labranza\\_secundaria.html](http://paginas.usco.edu.co/~juvela/implementos_de_labranza_secundaria.html), cónsul-tada el día 16/08/06)

Para el caso de las labores de preparación de suelos es necesario realizar otro tipo de labores orientadas a la adecuación de los terrenos para facilitar el desarrollo, mantenimiento y recolección de los cultivos, tales como la nivelación de suelos, el control mecánico de malezas y construcción de zanjas, como lo será el caso en estudio.

Las zanjadoras se utilizan para la elaboración de canales o zanjas para riego o drenaje de un lote. El cuerpo roturador, consta de una doble reja que se prolonga en dos vertederas, izquierda y derecha; la rejilla o cuchilla es de hierro acerado y realiza el corte, rotura o fragmenta el suelo; las vertederas separan y transportan hacia los lados del suelo fragmentado, en algunos casos puede ajustarse la separación entre las dos vertederas Fig.1.3, para variar el tamaño del surco o la zanja. Las zanjadoras pueden ser de tiro, semi-integrales ó integrales.



**Fig.1.3 Zanjadora**

Para nuestro caso en estudio este implemento se utilizará en plántula de nogal y considerando los estudios realizados por Cañavate (1989), donde indica



que la mecanización agraria ha sido posible gracias a un avance paralelo en las ciencias biológicas.

Los mejoradores de plantas han producido variedades más aptas de ser manipuladas mecánicamente.

## **1.2. Justificación**

En México, tenemos una gran variedad de maquinas importadas y que son sumamente costosas y muy difícil de ser adquiridas por los productores, además, no se adaptan a las condiciones de nuestro país debido al diseño de origen, es por eso que se pretende realizar un rediseño de las mismas. Por otra parte las maquinas existentes son de dimensiones no aptas para las labores requeridas en las parcelas de los productores de plántula de nogal.

Con las adecuaciones en estudio se pretende dar un paso para después realizar la construcción de la misma obteniendo las siguientes ventajas:

- Aprovechamiento de las maquinas ya existentes en el mercado como es el motocultor.
- Una mayor rapidez en el zanjeo y bordeado de la plántula de nogal
- Una calidad similar a la que se obtendría con algún otro implemento existente en el mercado.
- Fuente motriz obtenida por medio del motocultor.

### **1.3. Objetivos e Hipótesis**

#### **1.3.1. Objetivos**

1. Proporcionar los elementos fundamentales del diseño para una maquina zanjadora de acuerdo a sus requerimientos de economía, funcionalidad y eficiencia en el trabajo.
2. Hacer el diseño conceptual de la maquina.
3. Presentar la información ante los productores de nogal y/o representante de empresa distribuidora de motocultores.

#### **1.3.2. Hipótesis**

El diseño conceptual de una zanjadora facilitará las labores culturales en el desarrollo de plántula de nogal en el transplante y acondicionamiento de la misma durante el desarrollo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia de la Mecanización Agrícola

En el proceso agrícola de la producción es importante tomar en cuenta a la maquinaria, ya que con ella la producción de alimentos y materias primas se puede lograr en gran escala a costos menores que las obtenidas con las prácticas manuales de la producción y cosecha. Los adelantos en el equipo mecánico agrícola, así como el desarrollo de la fuerza motriz y la obtención de nueva tecnología, han originado el incremento del uso de la maquinaria agrícola trayendo como consecuencia una reducción de la necesidad de la mano de obra. Sin embargo, los adelantos de la mecanización para subsanar las necesidades alimenticias de la población no han sido factores decisivo para sustituir totalmente los sistemas tradicionales de producción, ya que estos últimos se siguen usando en algunas regiones, ya sea por carencia de maquinaria o por desconocimiento de la técnica moderna.( Cadena, 1985 ).

### 2.2. El Cultivo del Nogal

El nogal pecanero (*carya illinoensis*) es originario del sureste de los estados unidos y del Norte de México; introduciéndose en la republica mexicana en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luís Potosí, Sonora y Tamaulipas, en donde representa una importante fuente de dinero y trabajo, además, de ser una alternativa, que en la actualidad presenta un auge bastante notable en comparación con otros frutales, principalmente en el norte del país (CONAFRUT, 1973).

Hace miles de años, antes del descubrimiento de América, ciertas tribus de indios norteamericanos eran los únicos que realizaban la explotación del nogal dentro de sus comunidades, nadie en otra parte del mundo había visto ese tipo de nuez, por lo que en años posteriores portó el nombre de nuez pecanera, donde pecan viene del lenguaje de los indios algonquin derivado del

origen “parcan” que se refiere a nueces duras de su corteza (banco Agropecuario, 1970).

### **2.2.1. Clasificación Taxonómica**

(Pimentel, 1976).

Reino.....vegetal

División.....Spermatophitas

Clase.....Dicotiledóneas

Familia..... Jungladaceas

Genero.....Junglas, Carya

Especie.....Regia, Cordiformes,  
Illinoensis, Lacinosa, Ovalis, Glabra.

### **2.2.2. Descripción Botánica**

#### **2.2.2.1. Raíz.**

De raíz pivotante. Desde el primer año, la raíz principal puede alcanzar 50 a 80 centímetros, para continuar creciendo hasta 3, 4 ó 5 metros si el suelo se lo permite. Las raíces se extienden horizontalmente, más allá de lo que delimita la proyección de la copa y en algunos casos puede llegar a 20m de distancia del tronco. (Muncharaz, 2001).

#### **2.2.2.2. Tronco y Ramas.**

La raíz se comunica con el follaje por medio del tronco y las ramas que constituyen el esqueleto del árbol y la base de las hojas. La raíz y el follaje son los órganos de nutrición; el tronco y las ramas son los órganos del sostén. El

crecimiento anual que tengan las ramas y el tronco pueden servir como una guía para programar o preparar su fertilización (CONAFRUT, 1970).

### **2.2.2.3. Follaje**

En todo nogal maduro, el follaje es espeso con copa semirredonda. Las hojas son caedizas, compuestas emparipinadas, con cinco a diecinueve (hojillas) grandes, ovaladas, lanceoladas y dentadas, que al tallarlas despiden un olor característico. El follaje de los nogales nativos comparados con los injertos es una característica útil para diferenciarlos hasta antes de los cinco o seis años de edad (CONAFRUT, 1970).

### **2.2.2.4. Flores**

Son muy pequeñas, apétalas, monoicas y se encuentran agrupadas en amentos (zarcillos) cilíndricos colgantes; son muy notables en primavera y al cortarlas dejan un polvo amarillento en las manos (polen). Las masculinas nacen en madera del año anterior, de las ramas mientras que las femeninas crecen en inflorescencia en forma de espiga en un número de dos a ocho pegadas a un péndulo corto; son de color verde claro y los pistilos tienen forma de mota amarilla en la punta cuando ya están maduros (Juscafresa, 1986).

### **2.2.2.5. Fruto y semillas**

El fruto es una drupa en forma ovoide u oblongada compuesta por cuatro valvas, llamadas rueznos, son verdes carnosas, de sabor amargo, que al madurar se vuelven de color café o negro y se parten a lo largo dejando el fruto libre (dehiscencia).

La semilla presenta dos cotiledones (almendra o parte comestible), con un alto contenido de aceite que es protegido por la cáscara que dependiendo de la variedad es el grosor (CONAFRUT, 1970).

#### **2.2.2.6. Propagación**

La propagación del nogal se efectúa por semilla y por injertos, los patrones que se emplean deben ser los más adaptados al medio, como aquellos provenientes del área donde se cultiva, el injerto de parches es el más usado en los viveros (Barrera Guerra, 1976).

#### **2.3. Características Importantes del Nogal**

Uno de los aspectos fundamentales para el éxito en la explotación de los nogales, además de un buen suelo, humedad óptima y un buen manejo de los cultivos es la selección de una buena variedad.

#### **2.4. Generalidades del Nogal**

Luna et. al. (1990), El nogal fue utilizado por las antiguas culturas indígenas norteamericanas para su alimentación a partir de ejemplares nativos hasta la actualidad que se cultivan en forma comercial, mientras que en el continente Europeo fue muy apreciada por su madera, más que por su fruto, de allí que en Francia se le denominó “Árbol de oro”, hoy orientada a la producción de frutos

En la actualidad existen varios países productores de nuez, de los cuales Estados Unidos de Norte América ocupa el primer lugar con un 90.5% de la producción mundial, le sigue México con un 7.5% (25,000 ton.); y por último Australia, Israel y otros países, que aportan el 2 % restante.

En México los estados productores de nuez son Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Durango y en menor importancia Aguascalientes, Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco y Oaxaca.

El cultivo de nogal pecanero en México ha tenido un fuerte incremento durante los últimos 15 años, actualmente se cuenta con 48 000 hectáreas de las cuales, 18 000 corresponden a nogales nativos y criollos y las restantes 30

000 corresponden a nogales mejorados. De estos últimos el 30% se encuentra en producción (mayores de 6 años) (CIAN, 1985).

A nivel mundial se producen 770,000 Ton., comercializándose solo una quinta parte. El principal país productor es Estados Unidos con 204,000 Ton., continua Turquía con 130,000 Ton., luego china con 127,000 Ton., o Italia con 13,000 Ton. (Hasta 1986) En Europa la producción ha ido disminuyendo debido a la escasa oferta de variedades igualmente productivas como las californianas, siendo actualmente Francia quien está analizando nuevas variedades para su incorporación.

## **2.5. Importancia Económica del Nogal**

Es un árbol de gran importancia económica, tanto por la producción de los frutos como por el leño, siendo una de las especies frutales más rentable actualmente. La mayoría de los países productores de nueces han aumentado su escala operativa para reducir el costo en la adquisición de los insumos, así como para el procesamiento de la nuez, donde se ha logrado avanzar tanto en la presentación del producto como en la diversificación de usos para lograr un producto diferenciado. (Fuente: [http://www.infoagro.com/frutas/frutos\\_secos/nogal.htm#1.%20ORIGEN](http://www.infoagro.com/frutas/frutos_secos/nogal.htm#1.%20ORIGEN)).

El cultivo de nogal es típico en el norte del país por las situaciones climáticas de este, actualmente la superficie sembrada de nogal en el país es de 72994 Has., y la producción es de 59521 Ton. Obteniéndose un valor de \$1567152.6 (miles de pesos) (2003 Y 2004, INEGI). Como lo muestra el cuadro siguiente:

Cuadro 2.1 Superficie sembrada a nivel nacional

<b>Cultivo del Nogal</b>	<b>Sup. Sembrada en (ha)</b>	<b>Valor (miles de pesos)</b>
Durango	3288	83679
Chihuahua	38445	1080804.7
Sonora	213	160678
Nuevo León	19135	56478.9
Coahuila	11913	185512
<b>Total</b>	<b>72994</b>	<b>1567152.6</b>
	Nogales / ha.	213
	Plántulas	15547722

Fuente: Anuarios estadísticos INEGI, 2003 Y 2004

En específico en el estado de Coahuila la superficie sembrada es de 11913 Has., y la producción es de 9912 Ton. Obteniéndose un valor de \$185512 (miles de pesos) (2004, INEGI). Como lo indica el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Superficie sembrada en el estado de Coahuila

<b>Coahuila (2004) Cultivo de Nogal</b>		
<b>Distrito Desarrollo</b>	<b>Sup. Sembrada (ha)</b>	<b>Valor (miles de pesos)</b>
San Pedro	1852	23732
Parras	1677	62542
Zaragoza	1246	11310
Morelos	659	5345
Matamoros	620	5042
Saltillo	594	16364
Allende	582	4903
Torreón	521	5688
Villa Unión	519	4473
Muzquiz	464	232
Francisco I. Madero	367	7182
Resto de Municipios	2812	38699
<b>Total</b>	<b>11913</b>	<b>185512</b>
	Nogales / ha.	213
	Plántulas	2537469

Fuente: Anuarios estadísticos INEGI, 2004.



## 2.6. Tipos de Tractores

Cañavate (1989), el tractor, desde el punto de vista de los trabajos que realiza, puede ser considerado:

- Como vehículo de tracción que arrastra aperos, tal como se concibió en su origen y de donde ha recibido su nombre tractor.
- Como vehículo de motor que acciona máquinas móviles.
- Como vehículo de motor que acciona máquinas fijas.

En cuanto a su sistema de rodadura, distinguiremos:

- Tractores de rueda.
- Tractores de cadenas.
- Motocultor.

Tractores especiales:

- Tractores de gran potencia.
- Tractores forestales.
- Tractores estrechos o viñeros.
- Tractores porta aperos.
- Tractores de cabina frontal.

### 2.6.1. Motocultor

Tractor de un eje y potencia reducida, ya que no suelen sobrepasar los 15 KW (20 CV) de potencia. En el cuadro 2.3 (Cañabate, 1989) se pueden distinguir tres tipos de motocultores en relación a su masa y a la potencia de su motor.

Cuadro 2.3 Tipos de Motocultores.

<b>Modelo</b>	<b>Masa Kg.</b>	<b>Potencia Kw. (CV)</b>	<b>Tipo de motor</b>
Pequeño	Hasta 80	Hasta 4,5 (6)	Gasolina
Mediano	80 – 250	4,5 – 9 (6-12)	Gasolina o Diesel
Grande	Más de 250	Más de 9 (12)	Diesel

Uno de los mayores inconvenientes de los motocultores es su falta de normalización fundamentalmente en relación a la toma de fuerza, lo cual resulta agravado por la profusión de marcas que existe. De este modo no cabe la ínter cambiabilidad entre los motocultores y las máquinas de marcas distintas.

## **2.7. Tipos de Zanjadoras Existentes**

### **2.7.1. Las Zanjadoras**

Las zanjadoras son maquinas especialmente diseñadas para realizar zanjas de distinto diámetro y profundidad, dependiendo de su diseño estas pueden estar montadas sobre ruedas u orugas.

Los distintos fabricantes de zanjadoras combinan diseño y tecnología innovadora, sea cual sea la necesidad de zanjado, existe una amplia gama de diseños dispuestos en el mercado para satisfacer diversas necesidades, estas se clasifican en tres grandes grupos según la profundidad y ancho de excavación, de acuerdo a lo anterior se tienen zanjadoras grandes, medianas y compactas, como se describen a continuación:

### **2.7.2. Zanjadoras Grandes**

Las zanjadoras grandes ofrecen alta resistencias para trabajos difíciles, poseen gran potencia, la que fluctúa entre 125 a 700 HP, permiten alcanzar profundidades de excavación de unos 6,4 metros y un ancho de 142 centímetros. La fig. 2.1 Muestra una de la gama de zanjadoras grandes

permiten usos que van desde trabajos de cable de fibra óptica a trabajos de alcantarillado y conducciones principales. (Fuente:<http://html.rincondelvago.com/zanjadoras-y-dragas.html>).



**Fig. 2.1. Zanjadora Grande**

### **2.7.2.1. Zanjadoras Grandes Compactas**

Las zanjadoras grandes compactas disponen de un mecanismo hidráulico de desplazamiento lateral que permite una completa gama de movimientos para poder acercarse a obstáculos difíciles tales como quitamiedos en carreteras o aceras en las calles de las ciudades.

### **2.7.2.2. Zanjadoras de Alta Potencia**

Las zanjadoras grandes de alta potencia disponen de una potencia adicional y un diseño de alta resistencia que le permite abordar proyectos de excavación difíciles, incluso en rocas macizas.

### **2.7.2.3. Zanjadoras de Doble Cabina**

Los diseños de doble cabina proporcionan dos posiciones para el operador con un panel giratorio que facilita el control de las zanjas descentradas. Las cabinas ofrecen una mayor comodidad para el operador y una excelente visibilidad para poder controlar e inspeccionar mejor las operaciones de excavación.

#### 2.7.2.4. Zanjadoras con una Cabina con dos Vistas

Estas zanjadoras disponen de cabinas que se elevan y se ajustan a la preferencia del operador para poder visualizar mejor el trabajo que se está realizando.

Existente gran variedad de fabricantes de zanjadoras en el mercado, por lo tanto para realizar un análisis más detallado de este tipo de máquinas nos hemos centrado en las zanjadoras Vernier, estas poseen un sistema de control TEC 2000 que supervisa las condiciones de funcionamiento para obtener una mayor productividad y reducir el desgaste de la máquina. Las características tales como las cadenas para orugas de gran resistencia y una construcción duradera aumentan la longevidad de la máquina.

#### 2.7.3. Zanjadoras Medianas

Las zanjadoras medianas combinan un gran rendimiento en máquinas versátiles y resistentes. Permiten un mayor control de operación, facilidad de mantenimiento, mayor adaptación a las necesidades individuales de la obra. La potencia de estas zanjadoras según los modelos van de 43,5 a 116 HP, permite alcanzar profundidades de 1,83 metros y anchos de 46 centímetros, como lo muestra la Fig. 2.2 (Fuente: <http://html.rincondelvago.com/zanjadoras-y-dragas.html>).



**Fig. 2.2. Zanjadora Mediana.**

Las zanjadoras medianas ofrecen una gama de accesorios que permiten que una máquina lleve a cabo muchas funciones diferentes. Desde la

instalación de conducciones de fibra óptica, agua o gas, proporcionan la flexibilidad para terminar múltiples trabajos de manera productiva.

#### **2.7.3.1. Zanjadora con Embrague Deslizante Hidráulico**

Las unidades de tamaño mediano disponen de una transmisión para la zanjadora con un embrague deslizante hidráulico diseñado para activarse al pulsar un interruptor, ofreciendo una reducción de mantenimiento en comparación con las máquinas con embrague deslizante con transmisión por correa o mecánico.

#### **2.7.3.2. Zanjadoras con Pedal de Desplazamiento**

El pedal de desplazamiento con controles de avance lento patentados controla el movimiento de avance, retroceso y la velocidad sin cambios manuales dejando las manos libres para controlar los accesorios.

#### **2.7.4. Zanjadoras Compactas**

Construidas para obtener un rendimiento versátil, las zanjadoras compactas de control posterior o lateral, las zanjadoras de control posterior ofrecen fiabilidad y producción en proyectos en los que no se necesiten zanjadoras grandes. Las zanjadoras compactas están diseñadas para soportar aplicaciones rigurosas, al mismo tiempo que mantienen la maniobrabilidad, potencia, facilidad de operación y bajo mantenimiento. Con opciones automáticas flexibles, controles inteligentes y diseños modernos, las zanjadoras atienden a las necesidades del lugar de trabajo. Ideales para el mercado de alquiler y de la pequeña construcción. La Fig. 2.3 muestra un ejemplo de ellas: (Fuente: <http://html.rincondelvago.com/zanjadoras-y-dragas.html>).



**Fig. 2.3. Zanjadora Compacta.**

Una de las primeras compañías que se ha dedicado a la construcción de zanjadoras es la compañía Ditch – Witch en el transcurso del tiempo.

## **2.8. Características Generales de la Zanjadora a Rediseñar**

En 1942, en una ciudad que cultiva que prospera en el valle de Poriver, muy cerca de Milano, un ingeniero joven llamó a Luigi Castoldi diseño y construyó el primer cortacésped completamente italiano del motor. Una pasión profundamente arraigada para las materias técnicas que el mundo que cultivaba estimuló y que dirigió a este segundo pionero valeroso del siglo que, a pesar de la depresión de esos años cuando era imposible "planear para el futuro", decidía establecer BCS, una de las compañías italianas más famosas del mundo de la mecanización agrícola internacional. (Manual, DAVIS Fleetline 10+2, 1974.).

### **2.8.1. Motosegadora 650**

Motosegadora 650, tiene una columna reversible de la barra de la manija. Esta máquina puede trabajar fácilmente con ambos instrumentos montados en la parte delantera y las montadas atrás, gracias a la barra ciega de la manija, con sus manijas ajustables y reversibles (Fig. 2.4). Los motores a gasolina provisionados de combustible que se pueden instalar en la MOD. 650 son: la

ACME A360 de 6.5 kilovatios y 8.1KW el tipo de la ACME ACT340 (también disponible con un arranque eléctrico a petición) y la VANGUARDIA OHV de 9.5kw BRIGGS y de STRATTON. Los motores diesel, todos con la inyección directa, son: los 5.5 kilovatios LOMBARDINI 15LD350 y los 7.5 kilovatios YANMAR L100 (este último está también disponible con un arranque eléctrico).

La caja de engranajes y los instrumentos son igual que las que están disponibles para la MOD. 630 más una amplia gama de los instrumentos a montar en la parte posterior de las máquinas, cuando está utilizado en la versión "reversa" (Revista de empresa, BCS MOTOFALCIATRICI.).



Fig. 2.4. Motosegadora 650

En el siguiente cuadro 2.4 se muestra un resumen general de las características de la motosegadora 650.

Cuadro 2.4 Características Generales de la motosegadora 650

<b>Características Generales de la motosegadora 650</b>	
Motor a Gasolina 6,6-8,1-9,5 Kw. Motor diesel 5,5-7,5 Kw.	Toma de fuerza independiente 990 rpm. Toma de fuerza independiente 860 rpm
Con 3600 rpm. Con cuatro velocidades delanteras	Ruedas neumáticas 20x8.00x10 ajustables Rin de 49 cm.
1 <sup>ra</sup> 4.0,10 – 2 <sup>da</sup> 1,1 – 3 <sup>ra</sup> 2.7-4 <sup>ta</sup> 3.8 (Km./h)	Frenos de tambor independiente de las dos ruedas
Con tres velocidades de reversa 1 <sup>ra</sup> 1,2 - 2 <sup>da</sup> 2,4 - 3 <sup>ra</sup> 4 (Km./h)	Con un peso total de 92 Kg. con el motor a gasolina. Ruedas 4.0-10 sin implementos.

Fuente: Revista de empresa, BCS motofalciatrici.

### **2.8.2. Descripción general del prototipo de la Maquina Davis**

Antes de comenzar la operación con su Maquina Davis, necesitamos conocer los procedimientos técnicos y prácticos del manual.

Davis Fleetline 10+2 se construye en una fábrica moderna, equipado con la maquinaria más actual disponible. Solamente son utilizados los materiales más finos, satisfaciendo lo mejor posible para cada parte particular que se utiliza. La calidad y las capacidades de esta máquina son el resultado de dirigir experiencia y diseño en el campo agrícola. Sin embargo, como toda la maquinaria fina, el Fleetline 10+2 se debe tener cuidado al regular y al funcionamiento de acuerdo con las instrucciones.

La Davis 10+2 es el único acercamiento práctico moderno a una maquina compacta que no requiere de la manipulación para mantener el auge de la tierra. Su funcionamiento es simple la maquina trabaja con tranquilidad, su funcionamiento es realizado con 10hp. El aire de la maquina Kohler, refresca el motor. La gasolina proporciona toda la energía de la cual necesita, al realizar el zanjeo, es efectuado con una gran tranquilidad.

La impulsión de sus dos ruedas entrega el esfuerzo de torsión igual a las ruedas para la tracción superior. La eficacia superior de la propulsión de la maquina 10+2 con sus características y una rueda rígida montada de la guía para un control mejor. Una vez que se fije el curso, apenas deje el foso de la máquina por sí mismo, cava a partir de 4 pulg, de par en par, hasta 36 pulg. profundamente y de 6 pulg. de par en par, hasta 36 pulg. Profundamente,

A partir de 3.9 ft/min (pies/minuto) a 10 ft/min (pies/minuto) es el trabajo recomendado. Apenas ponga la transmisión en baja, entonces seleccione la velocidad necesaria para que cave, a la derecha a través del transeje de cuatro velocidades para emparejar las condiciones del suelo. No tiene necesidad de



preocuparse de usar una cuerda para encender la máquina. La maquina 10+2 tiene un arranque eléctrico de 12 voltios para el comienzo sin esfuerzo, igual que el tiempo en frío.

La protección de la carga del choque al tren entero de la impulsión que cava es proporcionada por un arreglo de la correa y de la rueda loca del resbalón. La máquina es estrecha deslizándose fácilmente a través de las puertas estándar de la maquina, es la máquina ideal para manejar en trabajos de áreas pequeñas. Su primer diseño fue de dos ruedas por impulsión de la maquina con excedente adentro esta es otra razón por la que todo equipo subterráneo es país de Davis el cuadro 2.5 muestra las características generales del prototipo.

La Fig. 2.5 A), B), C) y D), muestran el prototipo de la zanjadora que se desea rediseñar y adaptar ala motosegadora 650.



Fig. 2.5. Zanjadora Prototipo A), B), C) y D).

Cuadro 2.5 Características Generales del Prototipo.

<b>Características Generales del Prototipo.</b>	
Motor a Gasolina Kohler 10 HP.	Con un tanque de Gasolina de 1 ½ gal (5.67 l.).
Arranque electrónico de 12 V.	Un alternador de 15 A.
Con 3600 rpm. Recomendada 3200 rpm.	Cuenta con tres velocidades 1 <sup>ra</sup> 3.9 fpm, 2 <sup>da</sup> 6.1fpm. y 3 <sup>ra</sup> 9.2 fpm (ft/min.).
Con un Mecanismo reductor integrado de 4.05:1.	Con un peso total de 745 lb. (338kg).

Fuente: Manual, DAVIS Fleetline 10+2, año 1974. Manual del Operador.

Es la parte Principal que se desea rediseñar (Fig. 2.6).



**Fig. 2.6. Zanjadora Prototipo**

## 2.9. Partes de una Zanjadora

- Transmisión de la Zanjadora.
- Transmisión por Cadenas.
- Transporte helicoidal sin fin.
- Sprocket o Catarina.
- Cuchillas para corte del suelo.

### **2.9.1. Transmisión de la Zanjadora**

La transmisión de potencia del tractor a través del cambio de velocidades puede realizarse por medio de las ruedas motrices y de la barra de tiro para llevar a cabo esfuerzos por tracción, o bien utilizando la toma de fuerza, la polea o el sistema hidráulico. La toma de fuerza es la que se pretende utilizar en este proyecto. Todo el esfuerzo que el tractor tiene que efectuar para arrastrar aperos, debe apoyarse en el suelo a través de las ruedas motrices, dependiendo el esfuerzo de tracción de las condiciones de terreno, del estado de las ruedas y de su carga Cañavate (1989).

### **2.9.2. Contrapesos**

Cañavate (1989), dice que todos modos, para los trabajos de tiro, el tractor puede ser lastrado hasta con un 30 por 100 adicional a su peso inicial. Ello consigue colocando contrapesos en la parte frontal del tractor o en las llantas de las ruedas y también llenando los neumáticos con agua.

La relación masa/potencia es muy importante para conocer el vehículo que estamos estudiando, los tractores antiguos eran muy pesados (del orden de 170 – 220 Kg. /Kw.), pues estaban destinados casi exclusivamente a la tracción. En los tractores modernos, este índice ha descendido al intervalo 50 – 80 Kg. /Kw. Según la utilización a que se destine.

A continuación en el Cuadro 2.6 se muestra cuándo se debe y cuándo no se debe lastrar un tractor en función de los objetivos establecidos de mayor rendimiento superficial menor consumo energético y presión sobre el terreno y resbalamiento reducidos:

Cuadro 2.6 trabajos con y sin contrapesos

<b>trabajos sin contrapesos</b>	<b>Trabajos con contrapesos</b>
Marcha en vacío ó con cargas ligeras	Subsolado
labores superficiales y rápidas	Laboreos con arados y aperos pesados
Labores con aperos accionados por tdf	Arrastre de Maquinaria Pesada
Siembra, Abonado, labores de Cultivo y tratamientos	Transporte pesado en el campo y por carretera
Recolección de forrajes y de productos no enterrados	

**Fuente: Cañavate, 1989.**

La transmisión de la potencia mediante la toma de fuerza tiene gran importancia. En su origen sirvió para sustituir a la transmisión de la fuerza a través de la polea en las máquinas de recolección. La potencia transmitida para estos fines varía entre el 20 y el 25 por 100 de la potencia del motor e incluso el 60 por 100. Se consideran tomas de fuerza traseras (con modelos normalizados a 540 y 1000 r/min.). Intermedias y delanteras.

### **2.9.3. Transmisión por cadena**

Una cadena es un elemento de transmisión de potencia que se fabrica como una serie de eslabones que se unen mediante pernos. El diseño proporciona flexibilidad mientras permite que la cadena transmita fuerzas de tracción cuya magnitud es considerable. Cuando transmite potencia entre flechas o ejes que giran, la cadena activa ruedas dentadas que se enlazan, se conocen como ruedas dentadas (Mott, 1992).

En la maquinaria agrícola, se emplean tres tipos de cadenas:

- 1) Cadenas de eslabones desmontables.
- 2) Cadenas de rodillos.
- 3) Cadenas articuladas.

La cadena de eslabones desmontables, tipo estadounidense consta de eslabones rectangulares, con un gancho en uno de los lados menores. Los eslabones pueden ser desacoplados cuando se les pone bajo un ángulo. Estas cadenas se aplican solo cuando la velocidad no sobrepase 2.5 m/seg. No son adecuadas para la transferencia de grandes fuerzas. Son aplicadas en muchas maquinas como cadenas de cangilones y cadenas de mando de sembradoras (Berlijn, 1987).

Las cadenas de rodillos son de mayor resistencia y precisión. Constan de eslabones interiores y exteriores. Los eslabones son conectados entre si por medio de pernos. Alrededor de los pernos se encuentran rodillos. Además de las cadenas simples, existen también cadenas duplex y triples para transferir grandes fuerzas. La carga aplicable es mucho más grande que la carga que permite la cadena tipo estadounidense. La velocidad admisible es de esta 20 m/seg.

Las cadenas de rodillos deben tener una longitud que permita un número par de eslabones, porque consta de eslabones interiores y exteriores. En caso necesario, se debe eliminar dos eslabones a la vez. Se puede aplicar un eslabón excéntrico, aunque no es conveniente.

Las cadenas articuladas se aplican en las orugas de tractores. Constan de eslabones similares, tipo excéntrico. En uno de sus extremos tienen un perno, en el otro una bocina o buje. Una de las ruedas de estas orugas es dentada para dar el mando. La otra es una rueda tensora. Siendo que el tractor se mueve mayormente hacia delante, el desgaste de las bocinas y de los pernos se manifiesta aun lado. Al sacar los pernos y las bocinas y al girarlas, se puede usar la oruga nuevamente hasta que también el otro lado se desgaste (Berlijn, 1987).

El tipo más común de cadena es la cadena de rodamientos, en la que el rodamiento de cada perno proporciona una fricción excepcionalmente baja entre la cadena y las ruedas dentadas.

La cadena del rodillo es una cadena que tiene una placa interior, placa exterior, casquillo, pasador y rodillo (Fig.2.7).

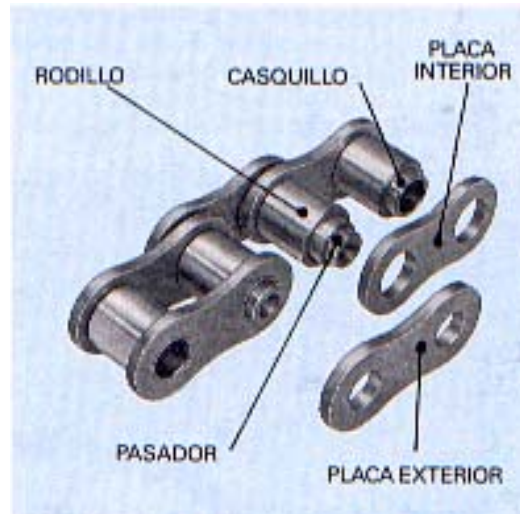


Fig. 2.7. Composición de una Cadena.

## 2.10. Funciones de las piezas de la cadena

### 2.10.1. Placa exterior e interior

La placa es un componente que soporta la tensión que se ejerce en la cadena. Estas generalmente están sometidas a cargas de fatiga y acompañado a veces por fuerzas de choque. Por lo tanto, la placa debe tener no solamente gran fuerza extensible estática, sino que también debe soportar a las fuerzas dinámicas de las cargas de choque. Además, la placa debe soportar condiciones ambientales, las que podrían provocar por ejemplo, corrosión, abrasión, etc.

### 2.10.2. Pasador

El pasador está conforme a las fuerzas que se ejercen sobre ella y de flexiones transmitidas por la placa. Este a su vez actúa junto al casquillo como arco de contacto de los dientes del piñón, cuando las flexiones de la cadena se ejercen durante el contacto con el piñón. Por lo tanto, las necesidades el

pasador deben soportar toda la fuerza de transmisión, resistencia a la flexión, y también deben tener suficiente resistencia contra fuerzas de choque.

### **2.10.3. Casquillo**

El casquillo es de estructura sólida y se rectifican si son curvados, con el resultado que da una base cilíndrica perfecta para el rodillo. Esta característica

Maximiza la duración del rodillo en condiciones de alta velocidad y da una seguridad más consistente de la placa interior sobre el casquillo.

### **2.10.4. Rodillo**

El rodillo está sometido a la carga de impacto cuando esta en contacto con los dientes del piñón con la cadena. Después del contacto, el rodillo cambia su punto del contacto y de balance. Se sostiene entre los dientes del piñón y del casquillo, y se mueve en la cara del diente mientras que recibe una carga de compresión.

Además, la superficie interna del rodillo constituye una pieza del cojinete junto con la superficie externa del buje cuando el rodillo rota en el carril. Por lo tanto, debe ser resistente al desgaste y todavía tener fuerza contra choque, fatiga, y la compresión.

Otros tipos incluyen una variedad de diseños extendidos de eslabones que casi siempre se emplean en transportadores.

Algunos tipos de cadenas con rodamientos:

- Cadena con rodamientos estándar, tramo único.
- Cadena con rodamientos estándar, dos tramos (disponible también con tres y cuatro tramos).
- Cadena con rodamientos de la serie para trabajo pesado.
- Cadena impulsora de doble paso.

- Cadena transportadora de doble paso.

La cadena de rodamientos se clasifica con base en su paso, la distancia entre partes correspondientes de eslabones adyacentes. El paso se ejemplifica, por lo regular, como la distancia entre pernos adyacentes. Una cadena de rodamientos estándar lleva una designación de tamaño entre 40 y 240, como se muestra en el cuadro 2.7.

Cuadro 2.7 Tamaño de cadenas con rodamientos.

Número de cadena	Paso (pulg.)	Resistencia promedio Al esfuerzo de tracción (lb.)
25	¼	925
35	3/8	2100
41	½	2000
40	½	3700
50	5/8	6100
60	¾	8500
80	1	14500
100	1 ¼	24000
120	1 ½	34000
140	1 ¾	46000
160	2	58000
180	2 ¼	80000
200	2 ½	95000
240	3	130000

Fuente: Mott, Robert L., 1992.

Los dígitos, distintos al cero final, indican el paso de la cadena en octavos de pulgada, igual que en la tabla. Por ejemplo, la cadena número 100 tiene un paso de 10/8 o 1 ¼ “. Una serie de tamaños para trabajo pesado, con el sufijo H en la designación (60H – 240H), tiene las mismas dimensiones básicas que la cadena estándar del mismo número, a excepción de las placas laterales de mayor espesor.

Además existen los tamaños más pequeños y ligeros: 25, 35 y 41. Las resistencias promedio al esfuerzo de tracción de los distintos tamaños de



cadena. Para transmisión de potencia, debe calcularse la especificación de un tamaño específico de cadena como una función de la velocidad de giro.

### 2.11. Consideraciones de diseño

Shigley (1990). Dice que a veces la resistencia de un elemento en un sistema es un asunto muy importante para determinar la configuración geométrica y las dimensiones que tendrá dicho elemento. En tal caso se dice que la resistencia es un factor importante de diseño. Cuando se usa la expresión consideración de diseño se está refiriendo a una característica que influye en el diseño de un elemento o, quizá, en todo el sistema.

Generalmente se tiene que tomar en cuentas varias de estos factores en un caso de diseño determinado. Algunos de los más importantes son los siguientes:

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| 1.-Resistencia             | 13.-Ruido                  |
| 2.-Confiabilidad           | 14.-Estilización           |
| 3.-Propiedades térmicas    | 15.-Forma                  |
| 4.- Corrosión              | 16.-Tamaño                 |
| 5.-Desgaste                | 17.-Flexibilidad           |
| 6.-Fricción (o rozamiento) | 18.-Control                |
| 7.-Procesamiento           | 19.-Rigidez                |
| 8.-Utilidad                | 20.-Acabado de superficies |
| 9.-Costo                   | 21.-Lubricación            |
| 10.-Seguridad              | 22.-Mantenimiento          |

11.-Peso

23.-Volumen

12.-Duración

24.-Responsabilidad legal

## **2.12. Diseño de Impulsores de Cadena**

Mott, 1992.dice que la especificación de la cadena en relación a su capacidad para transmitir potencia considera tres modos de falla: fatiga de las placas de los eslabones por aplicación sucesiva de la tensión en el lado flojo de la cadena, impacto en los rodamientos conforme se enlazan con los dientes de la rueda dentada y raspaduras entre los pernos de cada eslabón y los bujes en los pernos.

Las especificaciones se basan en datos empíricos con un impulsor suave y una carga suave (factor de servicio = 1.0) como la muestra el cuadro 2.8 y una vida útil especificada de 15,000 horas aproximadamente. Las variables importantes son el paso de la cadena y el tamaño y la velocidad de giro de la rueda dentada más pequeña. La lubricación es de fundamental importancia para la operación satisfactoria de un impulsor de cadena.

Cuadro 2.8 Factores de servicio para impulsores de cadena.

Tipo de carga	Tipos de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión integral con impulsor mecánico
Ligera (agitadores, ventiladores, transportadores que se someten a la acción uniforme de cargas ligeras)	1	1	1.2
Choque moderado (herramientas mecánicas, grúas, transportadores pesado, mezcladoras y moledoras de alimentos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensa de punzón, molinos de martillo, transportadores recíprocos, impulsor de molino giratorio)	1.4	1.5	1.7

Fuente: Mott, Robert L., 1992.

### 2.13. Parámetros de diseño para impulsores de cadena

Las siguientes son recomendaciones generales para diseñar impulsores de cadena:

- El número mínimo de dientes en una rueda dentada debe ser 17 a menos que el impulsor esté trabajando a una velocidad muy baja, o menor de 100 HP.
- La relación de velocidad máxima debe ser 7.0 aunque son factibles relaciones más altas. Se pueden utilizar dos o más fases de reducción para obtener relaciones más altas.
- La distancia central entre los ejes de la rueda dentada debe ser de entre 30 y 50 pasos aproximadamente (30 a 50 veces el paso de la cadena).
- El arco de contacto de la cadena en la rueda dentada más pequeña no deba ser menor de 120°.
- En condiciones normales, la rueda dentada más grande no debe tener menos de 120 dientes.

- f) La disposición más favorecida para un impulsor de cadena es con la línea central de las ruedas dentadas horizontal y con el lado tensado en la parte superior.

La longitud de la cadena debe ser un múltiplo completo del paso, y se recomienda un número par de pasos. La distancia central debe hacerse ajustable para adaptar la longitud de la cadena y compensar tolerancias y desgaste. Un juego excesivo en el lado flojo debe evitarse, sobre todo en impulsores no horizontales. Una relación conveniente entre la distancia central (C), la longitud de la cadena (L), número de dientes en la rueda dentada pequeña ( $N_1$  o  $n$ ) y número de dientes en la rueda dentada grande ( $N_2$ ), expresada en pasos, es:

$$L = \frac{2C + N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \dots\dots\dots (2.1)$$

Ó

$$L = 2C + \frac{N + n}{2} + \frac{.1013(N - n)^2}{4C} \dots\dots\dots (2.2)$$

La distancia central teóricamente exacta para una longitud particular de cadena, de nuevo en paso, es:

$$C = \frac{1}{4} \left( \frac{L - N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left( \frac{L - N_2 + N_1}{2} \right)^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right) \dots\dots\dots (2.3)$$

La distancia central teórica no supone juego ni en el lado tensado ni en el lado flojo de la cadena y por consiguiente es un máximo. Se deben prever tolerancias o ajustes negativos.

El diámetro de paso de una que está rueda dentado con N dientes para una cadena con un paso p es:

$$D = \frac{p}{\text{Sen}(180^\circ / N)} \dots\dots\dots (2.4)$$

El diámetro mínimo de una rueda dentada y por tanto el número mínimo de dientes en una rueda dentada está, con frecuencia, limitado por el tamaño de la flecha en la que se monta.

## **2.14. Lubricación**

Mott, (1992), dice que los fabricantes de cadenas recomiendan tres métodos distintos para aplicar lubricación, dependiendo de la velocidad lineal de la cadena. Un suministro constante de aceite limpio es fundamental para una operación suave y una vida útil satisfactoria del impulsor de cadena. Si bien pueden existir diferencias mínimas entre fabricantes, los siguientes son los parámetros generales que corresponden a límites de velocidad.

### **2.14.1. Tipo I (170 a 650 pies / minuto)**

Lubricación manual o por goteo. Para lubricación, manual el aceite se aplica con una brocha o un pitón surtidor, de preferencia cuando menos cada ocho horas de operación. Para alimentación por goteo de la lubricación, el aceite es alimentado directamente hacia las placas de los eslabones de cada tramo de cadena.

### **2.14.2. Tipo II (170 a 650 pies / minuto)**

Lubricación por baño o disco: la cubierta de la cadena proporciona un colector de aceite en el que la cadena se sumerge en forma constante. Como alternativa, un disco o eslinga puede conectarse a uno de los ejes para levantar aceite hacia un conducto arriba del tramo inferior de la cadena. Después la

cadena transporta una corriente de aceite hacia la cadena, por consecuencia, la propia cadena no necesita sumergirse en aceite.

### 2.14.3. Tipo III (por arriba de 1500 pies / minuto)

Lubricación por flujo de aceite. Una bomba de aceite alimenta un flujo continuo de aceite en la parte inferior de la cadena.

Berlijn en 1987. Dice que en comparación con la transmisión por engranes, la cadena tiene algunas de las mismas características. Cumple las siguientes funciones:

1. Conexión entre ejes.
2. Transferencia de potencia de un eje al otro.
3. Cambio de la velocidad de rotación.
4. Cambio del momento de la fuerza, par o torque.
5. Sincronización de los movimientos de los ejes.

La transmisión por cadenas se emplea en los casos en que la distancia entre los ejes es tal que el uso de engranes no resulta practico. Normalmente, la transmisión por cadenas se aplica entre ejes paralelos que giran en el mismo sentido. Para invertir el sentido de giro, se necesita una construcción complicada con dos catalinas, piñones o ruedas extras (Berlijn, 1987).

La transmisión por cadenas permite una sincronización de los movimientos de los ejes, igual que la transmisión por engranajes. Por esto, se emplea la transmisión de cadena en el mando del mecanismo de válvulas de algunos motores.

La relación de entre las revoluciones por minuto ( $t_1$ ) y el número de dientes de las catalinas de la transmisión ( $n_1$ ), es igual a la utilizada en las transmisiones de dos engranajes, es decir:

$$t_1 * n_1 = t_2 * n_2 \dots \dots \dots (2.5)$$

La diferencia es el sentido de giro. En una transmisión de dos engranajes, los que giran en sentidos opuestos. En la transmisión de cadenas, los ejes giran en el mismo sentido.

La transmisión consta de una rueda de cadena o catarina de mando, una catarina mandada, la cadena y una rueda tensora.

## **2.15. Funcionamiento de los transportadores helicoidales**

### **2.15.1. Sentido de la Rosca del Sinfín**

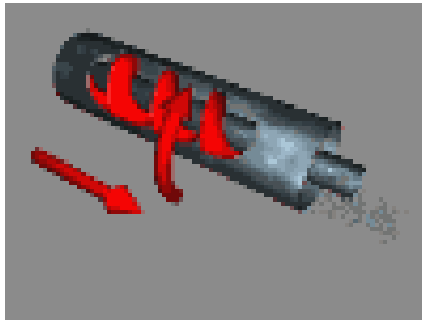
Los transportadores helicoidales de tamaño estándar deben ser utilizados siempre que sea posible para reducir el número de colgantes requeridos. El uso de transportadores helicoidales continuos o seccionales es en general una cuestión de preferencia.

El transportador helicoidal de mano derecha arrastra el material hacia el extremo que está siendo girado en dirección a las manecillas del reloj. Si la rotación es en reversa (dirección opuesta al reloj) el material es empujado en dirección opuesta a ese extremo.

En transportadores helicoidales de mano izquierda, el flujo de material es opuesto al de los transportadores helicoidales derechos, pero la dirección de rotación no cambia.

### **2.15.2. Rosca Derecha**

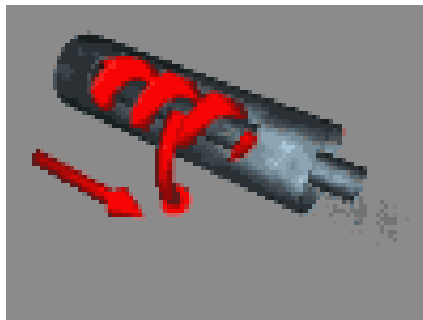
Para reconocer los sinfines con rosca derecha debemos imaginar que sujetamos con nuestra mano izquierda y el pulgar extendido, el eje del sinfín. Así, nuestros dedos señalarán el sentido de giro del sinfín, mientras que el pulgar nos muestra el sentido de circulación del material transportado, como se ilustra con la Fig. 2.8 Siguiendo con flechas rojas.



**Fig. 2.8. Sin Fin (Rosca derecha).**

### 2.15.3. Rosca Izquierda

Para reconocer los sinfines con rosca izquierda debemos hacer lo mismo que en el caso anterior, pero utilizando en cambio la mano derecha. Como lo ilustra la Fig. 2.9



**Fig. 2.9. Sin Fin (Rosca Izquierda).**

Así, nuestros dedos señalarán el sentido de giro del sinfín, y el pulgar el sentido de circulación del material como indican las flechas rojas.

El material se lleva de un lado del helicoide del transportador en sistemas que llevan al material en una dirección, por lo que los talones en extremos de transportadores están localizados en la cara opuesta para facilitar el libre flujo del material. Las secciones del transportador deben ser instaladas de tal manera que todos los talones en los extremos del transportador. Las secciones del transportador no deben cambiarse de extremo sin invertir la dirección de



rotación, o a la inversa; la dirección de rotación no debe ser invertida sin cambiar las secciones del transportador de extremo a extremo.

Para poder pedir un sinfín se deberá contar con las siguientes dimensiones como lo indica la Fig. 2.10

- A. Diámetro total del sinfín.
- B. Paso del sinfín
- C. Ala del sinfín.
- D. Largo total del sinfín
- E. Espesor. Sentido de rotación (rosca).



Fig. 2.10. Sin Fin.

## 2.16. Catarina

La relativa sencillez de los engranajes cilíndricos o rectos y la facilidad con que pueden fabricarse e instalarse los hacen muy populares como piezas de transmisión de potencia en el diseño mecánico (Fig. 2.11).

Especificaciones Dimensionales de Catarinas del CATALOGO 1090 martin SPROCKET & GEAR, INC.



**Fig. 2.11. Catarina a utilizar**

**Diámetro de la Raíz.** El diámetro del círculo tangente a las partes inferiores de los espacios de los dientes (o D. R.).

**Diámetro de Calibre.** Ya que el diámetro de la raíz de una Catarina con números impares de dientes no puede ser medido directamente, los diámetros de calibre son las medidas a través de los espacios de los dientes opuestos entre sí.

**Diámetro de paso.** El diámetro a través del círculo de paso que es el círculo al cual le sigue los centros de los pernos de cadena cuando la Catarina gira en engranaje con la cadena (D. P.).

$$DP = \frac{PASO}{SENO(180/Nd)} \dots\dots\dots(2.6)$$

**Diámetro exterior.** La medida de la punta del diente de la Catarina hasta el punto correspondiente directamente a través de la Catarina. Comparativamente carece de importancia ya que el largo del diente no es vital para la interacción con la cadena. El diámetro exterior puede variar dependiendo del tipo cortador utilizado (D. E.).

$$DE = (Paso)(.6 + COT[180/Nd]) \dots\dots\dots (2.7)$$

Diámetro de maza. La distancia a través de la maza de un lado a otro. Este diámetro no debe exceder el diámetro calculado del interior de las placas laterales de la cadena (D. E. M.).

Barreno Máximo de la Catarina. El barreno Máximo de la Catarina se determina por el grosor requerido de las paredes de la maza para su adecuada fuerza. Debe permitirse un espacio para el cuñero y el opresor.

Ancho de cara. El ancho de cara se encuentra limitado por su dimensión máxima para permitir el espacio adecuado el cual proporciona el enganche y desenganche de la cadena. El ancho mínimo se encuentra limitado para proporcionar la fuerza adecuada para soportar las cargas impuestas.

Largo Total del Barreno. El Largo Total del Barreno (o L. T. B.) debe ser suficiente para permitir que una cuña larga soporte el torque transmitido por el eje. Esto también asegura la estabilidad del sprocket en el eje.

Catarina ó Sprocket. Si la traducción es para México, también puede ser rueda dentada o rueda Catarina.

## **2.17. Cuchilla**

Su misión es cortar el prisma o banda de la tierra verticalmente; por eso va situado generalmente delante de las otras piezas de trabajo Fig. 2.12. La forma de la cuchilla y, en especial, la elección de los ángulos de ataque han sido los problemas más interesantes desde el punto de vista de la construcción teórica de la máquina.



**Fig. 2.12. Cuchilla**

Los materiales seleccionados para las cuchillas son aceros especiales para herramientas.

### **2.18. Propiedades de los Metales**

Los elementos de maquinaria se fabrican a menudo de uno de los metales o de aleaciones de metales como acero, aluminio o bronce. Por lo regular, las propiedades de resistencia, elasticidad y ductilidad de los metales y otro tipos de materiales se determinan a partir de una prueba de tracción o ensayo traccional en la cual una muestra del material, casi siempre en forma de barra redonda o plana, se sostiene con prensas y se jala hasta que se rompe como consecuencia de la tensión. Se hace un seguimiento de la magnitud de la fuerza en la barra y el correspondiente cambio en longitud (esfuerzo de tirantez) y se registran en forma continua mientras transcurre la prueba. Como la tensión en la barra es igual a la fuerza que se aplica entre el área, la tensión es proporcional a la fuerza aplicada. La información relativa a tal prueba de tracción se muestra a menudo en diagramas de tensión y esfuerzo de tirantez (Mott, 1992).

### **2.18.1. Resistencia a la Deformación**

Esta propiedad indica que, en realidad, el material se ha deformado o dado de sí (elongado) plásticamente, en forma permanente y en un grado significativo. Si el punto de deformación es lo suficiente notorio, la propiedad se denomina punto de deformación en lugar de resistencia la deformación.

#### **2.18.1.1. Ductilidad**

Es el grado en el cual se deformara un material antes que se fracture. Fragilidad es lo opuesto a ductilidad. Cuando en elementos de maquinaria se utilizan materiales dúctiles, la fractura inminente se detecta con facilidad y es poco probable que tenga lugar una falla.

#### **2.18.1.2. Dureza**

Es la resistencia de un material a ser rayado o perforado (indentación) por un agente penetrante es una indicación de su dureza. El aparato para medir la dureza de Brinell y el de Rockwel se utilizan a menudo para elementos de maquinaria.

### **2.18.2. Propiedades Físicas**

#### **2.18.2.1. Densidad**

La densidad se define como la masa por unidad de volumen del material. Sus unidades comunes son  $\text{kg. /m}^3$  en el sistema de unidades SI y  $\text{lb. /pul}^3$  en el sistema británico.

#### **2.18.2.2. Coeficiente de Dilatación Térmica**

El coeficiente de dilatación térmica es una medida del cambio en longitud en un material que es sometido a un cambio de temperatura.

### **2.18.2.3. Resistividad Eléctrica**

La resistividad eléctrica es una medida de la resistencia que ofrece un espesor específico del material y se mide en ohms por centímetros cúbicos ( $\Omega \cdot \text{cm}^3$ ).

### **2.18.2.4. Tratamiento térmico**

Es el proceso en el que el acero se somete a la acción de temperaturas elevadas para modificar sus propiedades.

### **2.18.2.5. Maquinabilidad**

La maquinabilidad se relaciona con la facilidad con la que puede maquinarse un material hasta obtener un buen acabado superficial con una vida útil razonable de la herramienta. Las tasas de producción se ven afectadas de manera directa por la maquinabilidad. Es difícil definir propiedades susceptibles de ser cuantificadas en relación a maquinabilidad, por tanto ésta se reporta, por lo general, en términos comparativos, al desempeño o rendimiento de un material particular tomado como estándar (Mott, 1992).

## **2.19. Resistencia del Suelo**

El primer trabajo en que seriamente trató de explicarse la génesis de la resistencia de los suelos es debido al conocido físico e ingeniero francés Coulom (1776). La primera idea de Coulomb consistió en atribuir a la fricción entre las partículas del suelo la resistencia al corte del mismo y en extender a este orden de fenómenos las leyes que sigue la fricción entre cuerpos, según la Mecánica elemental (Juárez, 1973).

La resistencia de un suelo a la deformación por compresión o deformación por cizalla Cuadro 2.9, está determinada por su resistencia mecánica, los valores varían considerablemente y dependen del contenido de

humedad, tamaño de las partículas, tamaño y forma de los agregados y el grado de consolidación.

Cuadro 2.9 Resistencia al corte de diferentes suelos

Tipo de suelo	Resistencia en Kilos por centímetro Cuadrado.	
	Suelo seco	Suelo húmedo
Arenoso	0,21 - 0,25	0,25 - 0,30
arcillo arenoso	0,42 - 0,49	0,21 - 0,28
arcilloso limoso	0,40 - 0,60	0,40 - 0,50
arcillo limo arenoso	0,40 - 0,50	0,35 - 0,40
arcilloso	0,60 - 0,70	0,50 - 0,60

Fuente: Biblioteca Digital de la Universidad de Chile, Sistemas de servicios de información y Bibliotecas, SISIB.

Los suelos tienen los estados físicos definidos como sólido o cementado, sólido elástico o friable, plástico, y líquido viscoso. Un suelo en estado cementado presenta una elevada resistencia a la deformación y se caracteriza por su muy poca deformación elástica antes que ocurra una desintegración de su estructura. En cambio el estado friable demuestra un rango de elasticidad mucho mayor, en la cual la deformación es proporcional a la carga aplicada, y se recupera rápidamente al remover la carga.

El estado plástico se caracteriza por que la masa del suelo se sigue deformando lentamente bajo la acción de la carga aplicada y no se recupera cuando ésta es removida; la magnitud de la deformación depende de la duración y de la magnitud de la carga.

En el estado líquido el suelo demuestra una resistencia proporcional a la rapidez de la aplicación de la carga; el suelo tiene alta humedad y actúa como un fluido viscoso (Ashburner, 1984).

### 2.19.1. Resistencia específica

Cañavate, 1995. Define la resistencia específica del terreno  $\mu$  como la fuerza de tracción necesaria para realizar una labor (F), por unidad de sección de la misma (S), expresándose en kPa ( $\approx$  kg /dm<sup>2</sup>):

$$\mu = \frac{F}{S} \dots\dots\dots (2.8)$$

El valor de la resistencia específica depende de la naturaleza y de las condiciones del terreno, especialmente de la humedad, así como del tipo de apero y de su forma de trabajo, para aquellas condiciones en que la resistencia específica es mínima para un suelo dado, se dice que hay tempero.

Como valores medios para la resistencia específica, se pueden mostrar en el cuadro 2.10 siguiente:

Cuadro 2.10 valores medios para la resistencia específica

suelos arenosos, ligeros	20 - 30	kPa	(2 - 3 N/cm <sup>2</sup> )
Suelos medios.	30 - 40	kPa	(3 - 4 N/cm <sup>2</sup> )
Suelos arcillosos, pesados	40 - 70	kPa	(4 - 7 N/cm <sup>2</sup> )

**Fuente: Cañavate, 1995.**



### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Materiales**

Para las modificaciones necesarias y la elaboración del prototipo se requiere el siguiente material:

Software:

1. Dibujo Asistido por computadora auto CAD 2006.  
Para el diseño del mecanismo
2. Pro/ENGINEER.  
Programa auxiliar de dibujo para el diseño del mecanismo.
3. Office 2003 (Word, Excel, power point).  
Para facilitar elaboración del proyecto.
4. Zanjadora a modificar.  
Se requiere necesariamente ya que es el prototipo a rediseñar.
5. manual de partes de la maquina davis fleetline 10+2, 1974.  
Este manual nos auxilia en el conocimiento del prototipo de trabajo.
6. manual del operador de la maquina davis fleetline 10+2, 1974.  
Con el manual del operador nos permitirá tomar en cuenta las especificaciones de la maquina a rediseñar
7. Herramienta manual (llaves).
8. Cinta métrica y vernier  
Para la medición de las piezas que se utilizaron para hacer el diseño en auto CAD.

#### **3.2. Metodología**

La metodología utilizada en el rediseño es la que muestran en el libro de Shigley, 1990, así como la que presenta Ucan y García en su Tesis en el año de 1997.

### 3.2.1. Fases del Diseño

El término diseño implica un proceso que involucra planes y estrategias para llevar a cabo la solución de problemas específicos que aún son resueltos, o requieren nuevas soluciones.

Diseño de ingeniería (Fig. 3.1), se puede definir como el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización. El objetivo ultimo en el diseño de maquinas es dimensionar y formar las piezas (elementos de maquinas), escoger los materiales y procesos de manufactura apropiados, de manera que la maquina resultante se comporte sin fallas y lleve a cabo su función pretendida.

El proceso de diseño, es un proceso iterativo, de una manera general que se muestra en el siguiente esquema:

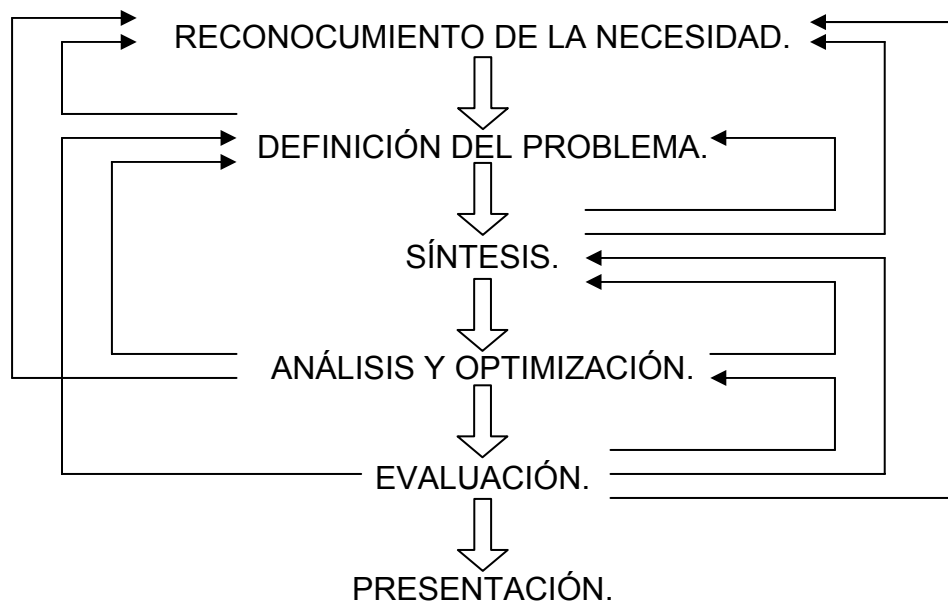


Fig. 3.1. Esquema del proceso de diseño

En el diseño de maquinaria Agrícola se debe hacer uso de las ciencias utilizadas en cualquier diseño mecánico. "El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica: maquinas, aparatos, estructuras, dispositivos e instrumentos. En su mayor parte el diseño mecánico hace uso de las matemáticas, la ciencia de los materiales y la ciencia mecánica aplicada" además, de tener un conocimiento en la rama agronómica, para obtener un mejor resultado en la concepción y materialización de maquinas y/o mecanismos utilizados en la actividad agropecuaria o forestal. El propósito fundamental de todo diseño es la creación de algo que tenga realidad física y que pueda satisfacer la necesidad planteada en un inicio.

Después de muchas iteraciones, el proceso finaliza con la presentación de los planes para satisfacer tal necesidad.

#### **3.2.1.1. Reconocimiento de la necesidad**

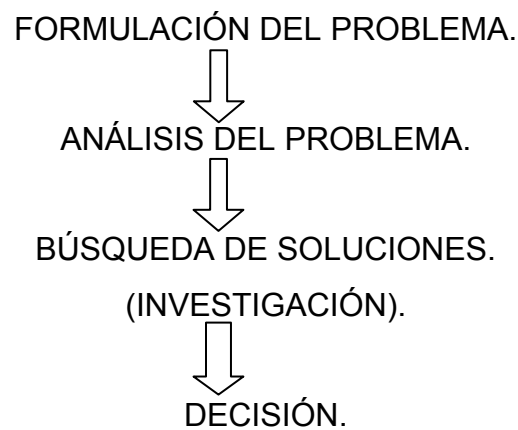
El reconocimiento de la necesidad empieza en el momento en que alguien quiera satisfacer una demanda humana, Descubre una dificultad o descontento hacia alguna actividad, funcionamiento de algún dispositivo o las condiciones bajo las cuales se vive, trabaja y desarrolla la persona. Por lo general, la necesidad se reconoce o se identifica repentinamente a partir de una circunstancia adversa o de una serie de circunstancias fortuitas que surgen casi al mismo tiempo. La identificación de la necesidad se realiza con facilidad después de que alguien la ha planteado.

En este caso fue por los productores de plántula de nogal. En particular, el rancho vivero Santa Rita propiedad del Ing. Daniel Fernández Meneses en la comunidad de Montemorelos Nuevo León. Se trata de adaptar una zanjadora a una de sus motosegadoras con el fin de realizar más rápidamente su trasplante de la plántula de nogal y sus labores culturales de su cultivo.

### 3.2.1.2. Definición del problema

Un problema proviene del deseo de lograr la transformación de un estado de cosas en otro. En ésta etapa como se puede Observar en la Fig.3.2 se formula el problema para dar solución a la necesidad antes planteada, la formulación se lleva acabo tomando en cuenta las restricciones, variables, así como el dimensionamiento y las cantidades de entrada y salida. Debe abarcar todas las condiciones para el objeto que ha de ser diseñado. Una solución es un medio de lograr la transformación deseada, ahora bien, en un problema existen muchas soluciones posibles de las cuales solo se toma una por medio de una selección en base al criterio del diseñador.

De manera general, la definición del problema se lleva a cabo bajo el siguiente diagrama:



**Fig. 3.2. Diagrama de la definición del problema**

### 3.2.1.3. Formulación del problema

En el análisis del problema se busca tomar en cuenta la naturaleza del problema.

Este proyecto está desarrollando de manera que pueda cumplir con todas las expectativas y requerimientos que los productores de dicha región están solicitando, para satisfacer sus necesidades.

Como estamos manejando maquinaria de bajo caballaje como son los motocultores, y de alguna manera la zanjadora se le deberá acoplar a la toma de fuerza de dicho motocultor.

### **Primera fase:**

Primeramente el inicio del anteproyecto fue visitar al productor el cual radica en la región de Montemorelos Nuevo León, donde el nos dio un panorama a grandes rasgos que es lo que se realiza en la producción de la plántula del nogal.

Las parcelas de vivero Santa Rita propiedad del Ing. Daniel Fernández Meneses son de aproximadamente 77 metros de largo y 130 metros de ancho, y la producción de plántulas de nogal es de 50000 plantas por hectárea (Fig.3.3).



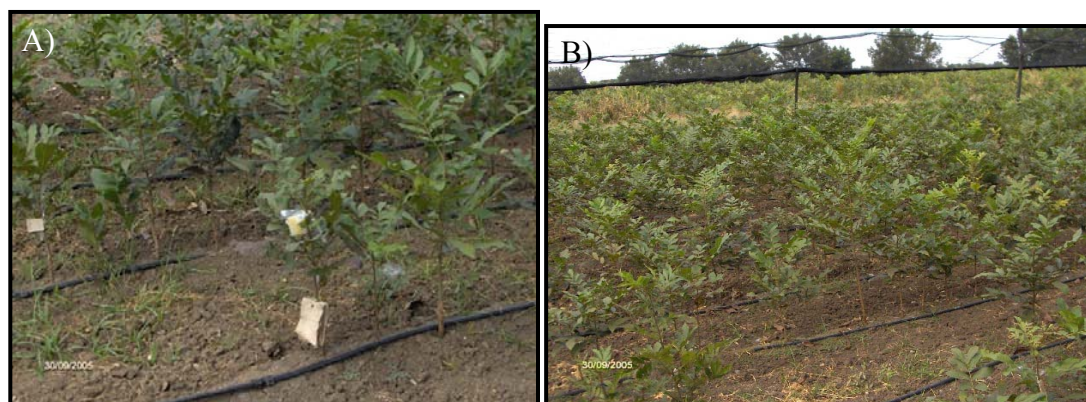
**Fig. 3.3. Plantas de nogal en crecimiento.**

El productor apoyara en la fabricación del equipo y facilitara la evaluación del mismo en los rubros antes mencionados.

### **Análisis del problema**

#### **Segunda fase:**

En seguida el productor nos indicó de una manera específica, a que dificultades o problemas se enfrenta al trabajar con la producción de plantas de nogal. Nos señalo que uno de los problemas fundamentales es la trasplantación de la plántula de una parcela a la otra para terminar su desarrollo antes mencionados (Fig. 3.4 A y B), ya que la siembra de la plántula se realiza en lotes separados con una mayor densidad de siembra y por lo mismo la planta deberá ser trasplantada a sus parcelas de crecimiento, ya que de ahí dependerá la prosperidad de nuestra producción.



**Fig. 3.4. A y B. Parcela trasplantada de nogal**

La zanjadora nos facilitara el transplante de la planta, cuando la planta se encuentre en estado optimo, la planta se desprenderá del suelo en donde se encuentra plantada y se llevara a la parcela de traslado, con la zanjadora se pretende realizar una zanja de 15cm. De ancho y 60 cm. De profundidad. En la

zanja se introducirá la plántula en donde terminara su estado de desarrollo óptimo, además nos ayudara en las labores de su desarrollo.

Se nos comentó que el material que actualmente usa para el trasplante de la plántula es manualmente por medio de palas y por lo mismo es requerida mucha mano de obra para el respectivo zanjeo.

### **Búsqueda de soluciones (investigación)**

Posteriormente en la búsqueda de soluciones lo que se realiza es recabar información para generar un gran número de alternativas de solución.

Con los datos antes mencionados nos dimos a la tarea de empezar a buscar información en fuentes como revistas, se adquirieron dos manuales de la maquina davis Fleetline (del operador y el de partes) por vía correo con ayuda del departamento de maquinaria enviados de New York EUA, Catálogos, libros, artículos, tesis, monografías y la sofisticada herramienta del Internet: sobre los tipos de zanjadoras (componentes y funcionamiento) que hay en la actualidad, los tipos de zanjadoras que existen es muy grande y la información es escasa y no existe equipo pequeño para este tipo de trabajos para los zanjeos mencionados, que es el desarrollo o crecimiento del nogal etcétera.

### **Cuarta fase:**

Se presentara al productor un prototipo del diseño conceptual para conjuntar con él la viabilidad del mismo.

Para el diseño conceptual utilizaremos las herramientas actuales como son la computadora, escáner, impresora y cámara fotográfica digital y para la elaboración del dibujo, ensamble y forma de acoplamiento se utilizaran programas como el Auto CAD 2006, y lo auxiliara el programa Pro/ENGINEER.

De ser favorable esta evaluación se entregara al productor un informe técnico conceptual para su conocimiento y tomar las acciones que considere apropiadas para su construcción al respecto.

En esta etapa se desarrolla la ingeniería conceptual en donde se propone la configuración general del equipo, así como los sistemas, subsistemas y mecanismos que lo conforman, a la vez que se plantean diferentes posibilidades de combinación entre ellos.

La parte final de la definición del problema es prácticamente la síntesis del proceso de diseño que se encarga de tomar la mejor solución.

#### **3.2.1.4. Síntesis**

En esta etapa, se analiza y evalúa cada una de las alternativas propuestas en la etapa anterior para determinar si su funcionamiento cumplirá las especificaciones antes planteadas.

#### **3.2.1.5. Análisis y optimización**

En esta etapa se deben idear e imaginar modelos abstractos, el análisis podría revelar que el sistema es o no optimo, y al crearlos se espera encontrar alguno que produzca lo mejor posible al sistema físico real. Si el diseño no resulta satisfactorio en una de dichas pruebas o en ambas, el procedimiento de síntesis deberá iniciarse otra vez.

En este paso lo que deseamos es obtener el rediseño conceptual propuesto para esta investigación que es el rediseño de profundidad y acoplamiento del mismo al motocultor.



### 3.3. Diseño y Calculo de las Modificaciones

#### 3.3.1. Modificación de la distancia de profundidad en la zanjadora

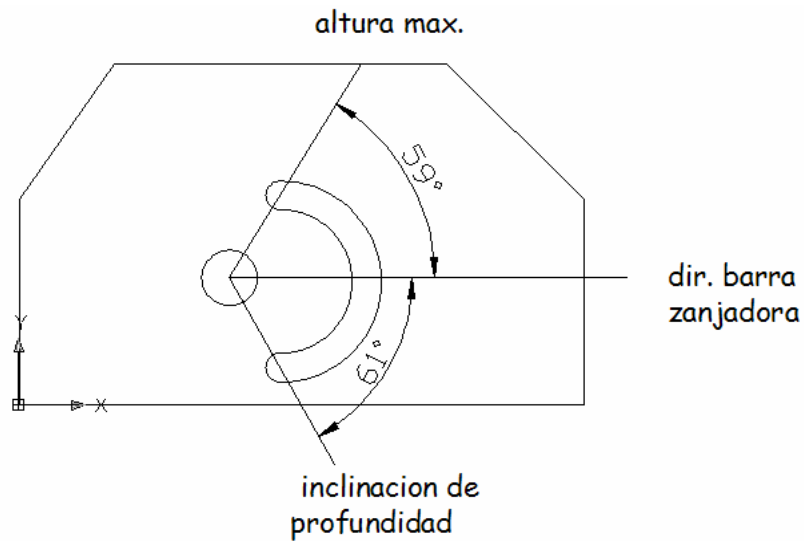
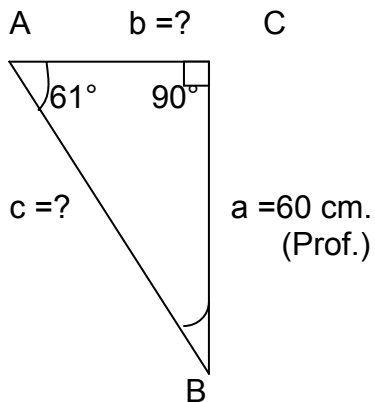


Fig. 3.5. Esquema representativo de la profundidad de Zanjeo.

Esta es la imagen de una de las partes de la zanjadora es aquella en donde van localizados os ángulos, Máx. y min. De levantamiento de la barra.



Datos: a =60cm. Profundidad deseada  
 b =? Nueva distancia de la cuchilla.  
 c =? Máx. Inclinación de la cuchilla  
 A =61°  
 B =?  
 C =90°

Fig. 3.6. Triangulo Rectángulo

Solución de triángulos rectángulos.

$$\text{Seno } \phi = \text{op} / \text{hip}$$

$$\text{Cos } \phi = \text{ad} / \text{hip}$$

$$\text{Tan } \phi = \text{op} / \text{ad}$$

Solución.

$$B = 180^\circ - 90^\circ - 61^\circ \\ = 29^\circ$$

$$\text{Seno } \phi = \text{op} / \text{hip} \therefore \text{seno } 61^\circ = 60 / c \longrightarrow c = 60 / \text{sen } 61^\circ \therefore c = 68.60 \approx 69\text{cm.}$$

longitud de la barra.

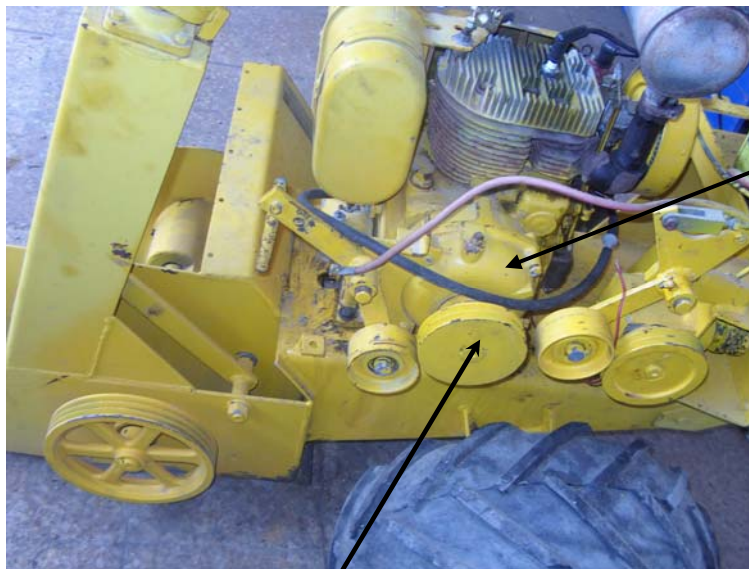
$$\text{Cos } \phi = \text{ad} / \text{hip} \therefore \text{cos } 61^\circ = b / 69 \longrightarrow b = 69 * \text{Cos } 61^\circ b = 33.5\text{cm.}$$

### 3.3.2. Trabajo de la Maquina "DAVIS FLEETLI N 10+2" (cálculos)

- Máxima Velocidad 3600 rpm.
- Velocidad recomendada 3200 rpm.
- Motor Kohler 10 HP.
- Mecanismo reductor 4.01:1
- Capacidad de Combustible 1 ½ gal.
- Alternador 15 A.
- Batería 12 Volts.

Con los siguientes puntos nos dimos a la tarea de calcular la velocidad de salida como lo muestra la Fig. 3.7 aplicando el reductor que trae la maquina integrada que es de 4.01:1 según el manual del operador de la maquina Davis Fleetline 10+2.

Aplicando el reductor de Salida en 3600rpm (reductor 4.05:1).



Reductor de velocidad  
(4.05:1)

Fig. 3.7. Zanjadora.

$$salida = \frac{3600}{4.05} = 888.88rpm \text{ En la salida.}$$

Ahora con la velocidad recomendada de 3200rpm.

$$salida = \frac{3200}{4.05} = 790.12rpm$$

Después por falta de equipo de metrología se requirió de calcular los diámetros de la polea manualmente por medio de Circunferencias como lo muestra la Fig. 3.8, 3.9.



Fig. 3.8. zanjadora

$C_1, C_2$ =circunferencia.  
 $C_1 = 20\text{cm}$ .  
 $C_2 = 75\text{cm}$ .

**Formula:**

$$c = 2 * \pi * r = \pi * d$$

Donde:

$C$ = circunferencia  
 $\pi = 3.1416$   
 $r$  = radio.

$$r = \frac{C}{2\pi}$$

$$r = \frac{20\text{cm.}}{2\pi}$$

$$r = (3.18)(2)$$

$$\phi = \frac{6.36\text{cm}}{2.54}$$

$$\phi_1 = 2.5\text{pug.}$$

$$r = \frac{C}{2\pi}$$

$$r = \frac{75\text{cm.}}{2\pi}$$

$$r = (11.93)(2)$$

$$\phi = \frac{23.87\text{cm}}{2.54}$$

$$\phi_2 = 9.5\text{pug.}$$



**Fig. 3.9. Zanjadora**

Una vez conociendo los diámetros de la polea motriz y accionada proseguimos a calcular la relación de reducción que existe entre las poleas.

Donde:

$i$  = relación que existe entre las poleas.

$\phi_1$  = Polea motriz.

$\phi_2$  = Polea accionada.

$$i = \frac{\phi_1}{\phi_2} = \frac{2.5 \text{ pul.}}{9.5 \text{ pulg.}} = 0.26 \text{ Relación } 1: 0.26$$

$$i = \frac{\phi_2}{\phi_1} = \frac{9.5 \text{ pul.}}{2.5 \text{ pulg.}} = 3.8 \text{ Relación } 3.76:1$$

Oberg (1984). Según su Manual Universal de la Técnica Mecánica. Dice que si el diámetro y la velocidad de la polea motriz son conocidos entonces podemos aplicar las siguientes reglas para conocer la velocidad de entrada a la flecha de la zanjadora.

$$\text{Regla}_1: \emptyset_1 \text{polea motriz (velocidad rpm)} / \emptyset_2 \text{polea accionada} = 2.5 \text{ pu lg} \frac{888.88}{9.5}$$

Regla relación = 233.91 rpm es la velocidad con que gira la flecha de la zanjadora

Comprobación de la Velocidad de la polea motriz.

Son conocidos los dos  $\emptyset$  de ambas poleas y la velocidad accionada.

$$\text{Regla}_2: \emptyset_2 \text{ accionada (por su velocidad)} / \emptyset \text{ de la motriz} = 9.5 \text{ pu lg} \frac{233.91 \text{ rpm}}{2.5}$$

Regla relación = 888.86  $\approx$  888.88 rpm

**El diámetro y la velocidad de la polea motriz son conocidos ahora con velocidad recomendada de 790.12 rpm.**

$$\text{Regla: } \emptyset_1 \text{ polea motriz (velocidad rpm)} / \emptyset_2 \text{ polea accionada} = 2.5 \text{ pu lg} \frac{790.12 \text{ rpm}}{9.4}$$

Regla relación = 210.13 rpm. Es la velocidad recomendada de giro de la zanjadora

A continuación conociendo la velocidad de entrada de la zanjadora nos propusimos a calcular los siguientes parámetros para conocimiento a fondo de la maquina Davis Fleetlin 10+2.

$$P = TW$$

Donde:

P= potencia.

T= trabajo.

W= velocidad angular.

Datos:

$$P = 10\text{HP}$$

$$W_{\text{Optimó}} = 210.13 \text{ rpm.}$$

$$W_{\text{max}} = 236.5 \text{ rpm}$$

**$W_{\text{Optimó}} = 210.13 \text{ rpm}$**

$$T = FD \therefore F = \frac{T}{r} = \frac{250 \text{ pies} * lb}{1.25 \text{ pulg.}}$$

$$F_{\text{motriz}} = 200 \frac{\text{pies} * lb}{\text{pulg.}}$$

$$P = 10\text{hp} \left( \frac{550 \text{ pies} * \text{libras} / s}{1\text{hp}} \right) = 5500 \text{ pies} * \text{libras} / s$$

$$W = \frac{210.13 \text{ rev}}{\text{min}} \left( \frac{2 * 3.1416 \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = 22 \text{ rad} / s$$

$$T = P/W$$

$$T = \frac{5500 \text{ pies} * \text{libras} / s}{22 \text{ rad} / s} = 250 \text{ pies} * \text{libras.}$$

**$W_{\text{max.}} = 236.5 \text{ rpm.}$**

$$P = 10\text{hp} \left( \frac{550 \text{ pies} * \text{libras} / s}{1\text{hp}} \right) = 5500 \text{ pies} * \text{libras} / s$$

$$W = \frac{236.5 \text{ rev}}{\text{min}} \left( \frac{2 * 3.1416 \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \left( \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = 24.76 \text{ rad} / s$$

$$T = P/W$$

$$T = \frac{5500 \text{ pies} * \text{libras} / s}{24.76 \text{ rad} / s} = 222.13 \text{ pies} * \text{Libras.}$$

$$T=Fd \quad F = \frac{T}{r} \quad F = \frac{222.13 \text{ pies} * \text{lb}}{4.7 \text{ pulg}} \quad F_{\text{accionada}} = 47.26 \text{ pies} * \text{lb. /pulg.}$$

### 3.3.3. Motosegadora 650 (cálculos)

Datos:

Motor diesel 5,5 – 7,5 Kw.

Toma de Fuerza independiente 860 rpm

Transmisión del Rotocultivador a utilizar con una relación de 3.125:1

Con las especificaciones antes mostradas de acuerdo a la revista de empresa, BCS MOTOFALCIATRICI. Calculamos la reducción con la transmisión del Rotocultivador para conocer su velocidad de salida.

Aplicando el reductor de la transmisión.

$$\text{Salida} = \frac{860}{3.125} = 275.2 \text{ rpm}$$

Motor Diesel Conversión (hp) (745.7) = Watts.

7.5 Kw.  $\approx$  10 hp

P = 10hp

W = 275.2 rpm.

Con los datos Obtenidos de igual forma calculamos los parámetros que a continuación se muestran:

P=TW

Donde:

P= potencia.

T= trabajo.

W= velocidad angular.



$$P = 10hp \left( \frac{550 \text{ pies} * \text{libra} / s}{1hp} \right) = 5500 \text{ pies} * \text{libras} / s$$

$$W = 275.2 \text{ rev} / \text{min} \left( \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \right) \left( \frac{1 \text{ min}}{60s} \right) = 28.818 \text{ rad} / \text{seg}$$

$$T = \frac{P}{W}$$

$$T = \frac{5500 \text{ pies} * \text{libra} / s}{28.818 \text{ rad} / s}$$

$$T = 190.852 \text{ pies} * \text{lb}$$

Por último con los anteriores datos y con ayuda de los siguientes cálculos se hizo una comparación para conocer su velocidad de avance de las dos maquinas de la zanjadora (davis fleetline) con la motosegadora 650 para establecer un avance adecuado para el rediseño de la nueva maquina.

Velocidades de la Maquina Davis Fleetline.

$$V_1 = 3.9 \text{ ft} / \text{min} \cdot \left( \frac{1 \text{ min.}}{60s} \right) = 0.065 \text{ ft} / s$$

$$V_2 = 6.1 \text{ ft} / \text{min} \cdot \left( \frac{1 \text{ min.}}{60s} \right) = 0.101667 \text{ ft} / s$$

$$V_3 = 9.2 \text{ ft} / \text{min} \cdot \left( \frac{1 \text{ min.}}{60s} \right) = 0.1533 \text{ ft} / s$$

Velocidades de la Motosegadora 650.

$$V_1 = 1.2 \text{ km} / h = 1,200 \text{ m} / h \left( \frac{3.2808 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) \left( \frac{1h}{60 \text{ min.}} \right) \left( \frac{1 \text{ min.}}{60s} \right) = 1.0936 \text{ ft} / s$$

$$V_2 = 2.4 \text{ km} / h = 2,400 \text{ m} / h \left( \frac{3.2808 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) \left( \frac{1h}{60 \text{ min.}} \right) \left( \frac{1 \text{ min.}}{60s} \right) = 2.1872 \text{ ft} / s$$

Como se puede mostrar en los cálculos obtenidos la motosegadora tiene un avance mayor comparada con la maquina Davis así que tratamos de regular su avance por medio de su rodado obteniendo los siguientes cálculos

Rin de trabajo para las diferentes velocidades mostradas.

Rin de 23x8.50x12 Maquina davis.

Rin de 20x8.00x10 Motosegadora.

$$\text{Circunferencia} = 2\pi r = \pi d$$

$$C = \pi(23) = 72.2568 \text{ pulg.} = 183.53 \text{ cm. Maquina Davis.}$$

$$C = \pi(20) = 62.832 \text{ pulg.} = 159.59 \text{ cm. Motosegadora.}$$

$$V_3 = 0.1533 \text{ ft/s} \quad V_1 = 1.0936 \text{ ft/s}$$

$$\text{Relación} = \frac{1.0936}{0.1533} = 7.1337 \therefore 1:7.1337$$

$$\text{Rin} = 23 \text{ pulg. } \emptyset = 1.9159 \text{ ft} \quad \text{radio} = 0.95795 \text{ ft. Maquina Davis.}$$

$$\text{Rin} = 20 \text{ pulg. } \emptyset = 1.666 \text{ ft} \quad \text{radio} = 0.833 \text{ ft Motosegadora.}$$

$$V = Wr \quad W = \frac{V}{r} = \frac{0.1533 \text{ ft/s}}{0.95795 \text{ ft/s}} \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min.}} \right) = 9.60 \text{ rpm Maquina Davis.}$$

$$V = Wr \quad W = \frac{V}{r} = \frac{1.0936 \text{ ft/s}}{0.833 \text{ ft/s}} \left( \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min.}} \right) = 78.77 \text{ rpm Motosegadora.}$$

$$1.0936 \text{ ft/s} \dots \dots \dots \rightarrow 20 \text{ pulg.}$$

$$0.5468 \text{ ft/s} \dots \dots \dots \rightarrow X$$

$$\underline{\underline{X = 10 \text{ pulg.} = 25.4 \text{ cm. de } \phi \text{ rueda de avance.}}$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Resultado de entrevista con productores

Primeramente el inicio del anteproyecto fue visitar al productor el cual radica en la región de Montemorelos Nuevo León, donde el nos dio un panorama a grandes rasgos que es lo que se realiza en la producción de la plántula del nogal.

En seguida el productor nos indico de una manera específica, a que dificultades o problemas se enfrenta al trabajar con la producción de plantas de nogal.

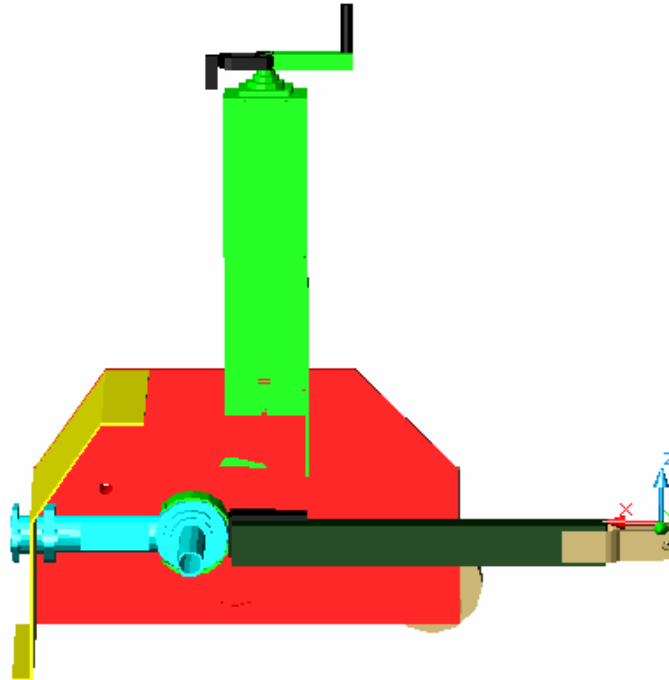
Las entrevistas que se realizaron con los productores fueron de gran ayuda para el conocimiento de la problemática a la cual nos íbamos a enfrentar tomando en consideración las especificaciones que el agricultor nos planteó.

### 4.2. Propuesta del diseño conceptual

Como resultado del proceso de diseño se obtuvo el mecanismo mostrado en la Fig. 4.1 Que conceptualmente, simula el prototipo de la zanjadora rediseñada. Estos materiales que presenta el cuadro 4.1 se refieren directamente al rediseño planteado.

Cuadro 4.1 Materiales Requeridos

ARTÍCULO	CANTIDAD
Una barra de acero PTR	1
Cadena	1
Catarina	2
Rueda guía.	1
Elevador del implemento	1
Transportador sin fin	1
Guardas de protección de trabajo	1
transmisión a utilizar del Rotocultivador	1



**Fig. 4.1. dibujo conceptual del rediseño auto CAD.**

El equipo en forma compacta consta del siguiente material: Barra de acero PTR, una cadena, dos catarinas una rueda guía, un sin fin, una transmisión, a continuación se describen en la forma mas detallada posible cada una de las partes mencionadas.

#### **4.2.1. Barra de acero PTR**

Barra de acero PTR 65x65, con una longitud de 600mm. Con un espesor de 5mm. Es la parte en donde va colocada la cadena y en sus extremos se encuentran sujetos por dos catarinas que son los que transmiten el movimiento de la cadena.

#### **4.2.2. La cadena**

La cadena que se desea utilizar debe tener un diámetro de paso de 1 1/2"

### 4.2.3. Catarina

La Catarina Accionada e impulsada. Que debemos utilizar de acuerdo a sus características que presenta el cuadro 4.2 siguiente de el CATALOGO 1090 martin SPROCKET & GEAR, INC. Con el paso de cadena 1 1/2" es el siguiente:

Nº de paso 1 1/2" 120

Cuadro 4.2 Diámetros de Catarinas de Cadena de Rodillos

Nº de dientes	Diámetro de Paso	Diámetro Exterior	Diámetro Calibre
5	2.552	2.964	1.552
6	3	3.498	2.125
7	3.458	4.014	2.496
8	3.92	4.521	3.045
9	4.386	5.022	3.444
10	4.854	5.517	3.979
11	5.325	6.009	4.392
12	5.796	6.498	4.921
13	6.269	6.986	5.347
14	6.741	7.472	5.866

Fuente: CATALOGO 1090 martin SPROCKET & GEAR, INC.

Datos de la Catarina:



Fig. 4.2. Catarina a utilizar.

- N° 120 Paso de cadena 1 1/2"
- N° de dientes =10
- Diámetro exterior = 5.517
- Diámetro de paso = 4.854
- Diámetro de calibre = 3.979

#### 4.2.4. Rueda de transporte

Debe ser de 12 pulg. (30.5 cm. Min.) de diámetro, 16 pulg. de diámetro máximo (40.6 cm. máx.) sus dimensiones son (16x6.50x12).

#### 4.2.5. Sin Fin

Utilizar un sin fin con las siguientes características (Fig. 4.3).



Fig. 4.3. especificaciones de la Catarina.

A= 125mm. Diámetro total del sinfín.

B= 100 mm. Paso del sinfín

C= 120 mm. Ala del sinfín.

D= 205 mm. Largo total del sinfín

E= 45 mm. Espesor. Sentido de rotación derecho (rosca).

#### 4.2.6. Transmisión

De acuerdo a los resultados presentados se dice que la transmisión mas adecuada es la del Rotocultivador Fig.4.4 A) y B). Que es la que presenta mejor características y adaptación de acuerdo a los resultados de la velocidad angular obtenida (W):

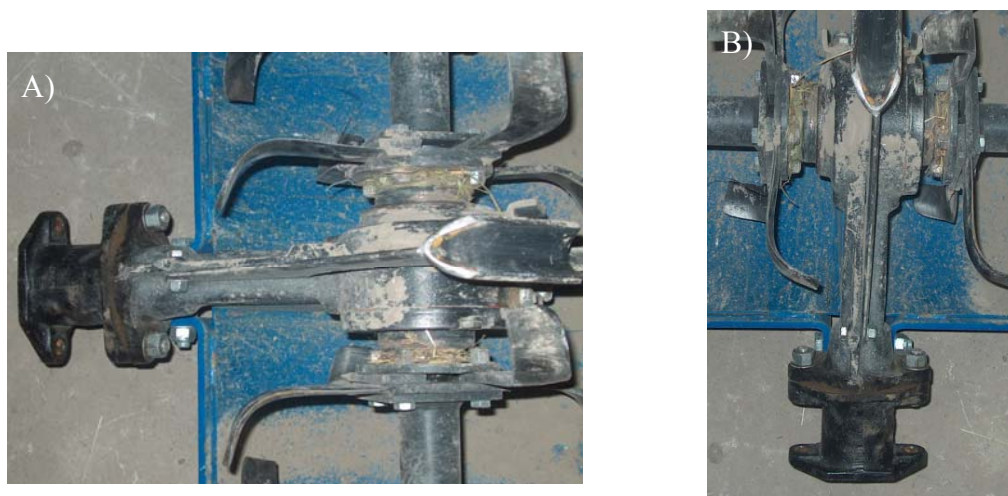


Fig. 4.4. Transmisión del Rotocultivador

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La cadena debe de trabajarse con un diámetro de paso de 1 1/2" El cual se encuentra comercialmente en el mercado o puede ser adquirida con ayuda del el CATALOGO 1090 martin SPROCKET & GEAR, INC.

La transmisión que se presenta si cumple con los objetivos planteados en este proyecto.

El motor con que se esta propuesto a trabajar es de diesel pero por su facilidad de cambio de motor que cuenta la motosegadora 650, también es posible adaptarle un motor de gasolina para trabajar con el.

El trabajo fue con especificación de la motosegadora 650 pero puede trabajar con motocultores de la misma especificación debido a su gran relación que existe entre ellos ya que el funcionamiento es muy similar al de la motosegadora.

De acuerdo a los datos obtenidos la velocidad de avance optima para la Motosegadora la da el tipo de rodado el cual debe de ser de 25.5 cm.  $\approx$  30 cm.

En teoría este mecanismo funciona de forma adecuada pero aun ay que realizar la construcción y evaluación para que el proyecto continuara con lo propuesto desde el principio.

Es recomendable que la longitud de la cadena sea nuevamente calculada en la construcción debido a la intersección exacta del diámetro de paso o a las diferencias de corte que sucedan en la construcción al momento de cortar la barra.

Varios de los elementos para construir el mecanismo los puede encontrar en [www.grainger.com.mx](http://www.grainger.com.mx) ubicada en Monterrey Nuevo León.



## VI. LITERATURA CITADA.

1. **Amstead, B. H., 1982.** Procesos de Manufactura Versión SI. Editorial CECSA. Segunda Edición. México. pp. 820.
2. **Ashburner, John E., 1984.** Elementos de Diseño del Tractor y Herramientas de Labranza, instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. pp. 474.
3. **Banco agropecuario del Norte S. A., 1970.** La nuez pecanera, volumen numero 22. Pg. 7 - 13, 31 – 40. México.
4. **Barrera Guerra José Luís, 1976.** Evaluación de la calidad de la Nuez (*Carya illinoensis*) en Bustamante N.L. Tesis ITESM. Pg 6 – 7.
5. **Berlijn D. Johan, 1987.** Elementos de Maquinaria Agrícola. Editorial trillas Primera edición. México. pp. 45 – 46.
6. **Cañavate Ortiz, J. y Hernández, J. L., 1989.** Técnica de la mecanización Agraria. Ediciones mundi – prensa, tercera edición. Madrid, España. pp. 643 (25-28).
7. **Cañavate Ortiz, J. 1995.** las Maquinas Agrícolas y su Aplicación. Ediciones mundi – prensa, quinta edición. Madrid, España.
8. **CIAN, INIA, SARH, 1985.** Guía técnica del nogalero. Publicación especial número 15, Febrero 1985. Campo Agrícola Experimental de la Laguna Matamoros, Coahuila. México.

9. **CONAFRUT, SAG/México, 1970.** Folleto número 10 de la serie técnica. Pg 13.
10. **CONAFRUT, SAG/México, 1973.** Folleto número 15 de la serie técnica. Pg 5-9.
11. **García Luís, J. y Ucan Chi, J., 1997.** Rediseño y Construcción de una Trilladora Estacionaria de Cacahuate. Tesis. Departamento de ingeniería Mecánica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 137.
12. **Juárez Badillo E. y Rico Domínguez A., 1973.** MECANICA DE SUELOS, Fundamentos De la mecánica de suelos. Tercera Edición. Editorial Limusa. México. Pp. 642.
13. **Juscafresa Baudillo, 1986.** Árboles frutales y explotación comercial. Octava edición. Editorial AEDOS. Barcelona, España. Pp. 271 – 272.
14. **Luna Lorente francisco, 1990.** El nogal, producción de frutos y madera. Ediciones mundi - prensa segunda edición. Madrid, España. Pág. 153
15. **Mott L. Robert, 1992.** Diseño de Elementos de Máquinas. Ediciones Prentice hall Hispanoamericana, S.A. segunda edición. México. pp. 787
16. **Mendoza M. Víctor, 1969.** La Nuez pecanera. Banco agropecuario del norte s. a. impreso en Máquinas Reproductoras BANAGRO. pp.57.

17. **Muncharaz pou Manuel, 2001.** El NOGAL Técnica de cultivo para la producción frutal. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid. España. Pp. 299.
18. **Oberg Eric, Franklin D. Jones., 1984.** Manual Universal de la Técnica Mecánica. Editorial Labor, Segunda Edición. Barcelona, España. pp.2446.
19. **Pimentel González Jesús Octavio, 1976.** Tesis de licenciatura, rehabilitación y manejo de una huerta de nogal en Ramos Arizpe, Coahuila, México.
20. **Shigley E., Joseph D. y Mischke R. C. 1990.** Diseño en Ingeniería Mecánica. 5° Edición, Ed. Mc graw Hill.

#### **Manuales Consultados.**

21. **Manual, DAVIS Fleetline 10+2 y Fleetline 12+2, año 1974.** Modelo R96 y S75, Catálogo de Partes N° H006577, pp. 22.
22. **Manual, DAVIS Fleetline 10+2, año 1974.** Manual del Operador N° H005900, pp. 24.
23. **Revista de empresa, BCS MOTOFALCIATRICI,** Concesionaria Reyes Salcedo S.A. de CV.

24. **CATALOGO 1090** martin SPROCKET & GEAR, INC. Arlington, Texas. 1995.

#### **Anuarios Estadísticos Consultado.**

25. ANUARIOS ESTADISTICOS INEGI COAHUILA 2004.  
26. ANUARIOS ESTADISTICOS INEGI CHIHUAHUA 2004.  
27. ANUARIOS ESTADISTICOS INEGI DURANGO 2004.  
28. ANUARIOS ESTADISTICOS INEGI NUEVO LEÓN 2003.  
29. ANUARIOS ESTADISTICOS INEGI SONORA 2004.

#### **Paginas Web consultadas.**

30. [http://www.infoagro.com/frutas/frutos\\_secos/nogal.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutos_secos/nogal.htm)  
(Consultada el día 4 de febrero).
31. [http://canales.hoy.es/canalagro/datos/frutas/frutos\\_secos/nogal3.htm](http://canales.hoy.es/canalagro/datos/frutas/frutos_secos/nogal3.htm)  
(Consultada el día 4 de febrero).
32. <http://www.infojardin.com/Frutales/fichas/nuez-nueces-nogal-nogales.htm>  
(Consultada el día 17 de febrero).
33. [http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi\\_biosfera/flora/nogal/info.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/flora/nogal/info.htm)  
(Consultada el día 3 de Marzo).

34. <http://html.rincondelvago.com/zanjadoras-y-dragas.html>  
(Consultada el día 13 de Marzo).

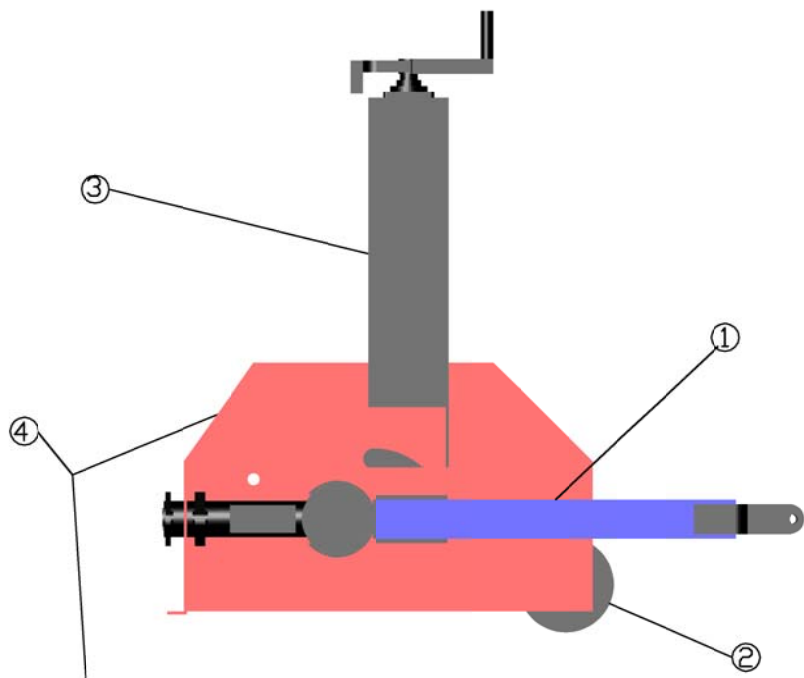
35. <http://www.sinfinesfas.com.ar/soptfunc.html>  
(Consultada el día 21 de Marzo).

36. <http://www.sinfinesfas.com.ar/elerosc.html>  
(Consultada el día 28 de Abril).

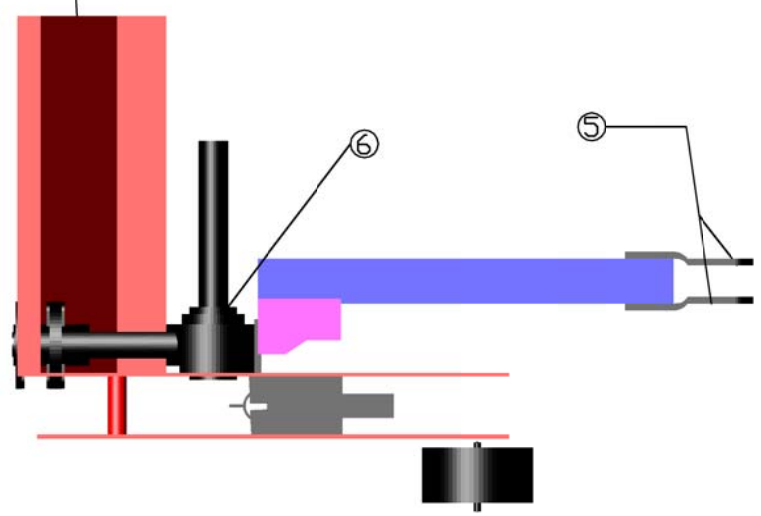
37. <http://www.arrakis.es/~avdoadl/ruenuv-l.doc>  
(Consultada el día 30 de Abril).



38. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile Sistemas de servicios e información y Bibliotecas, SISIB  
(Consultada el día 10 de Junio).

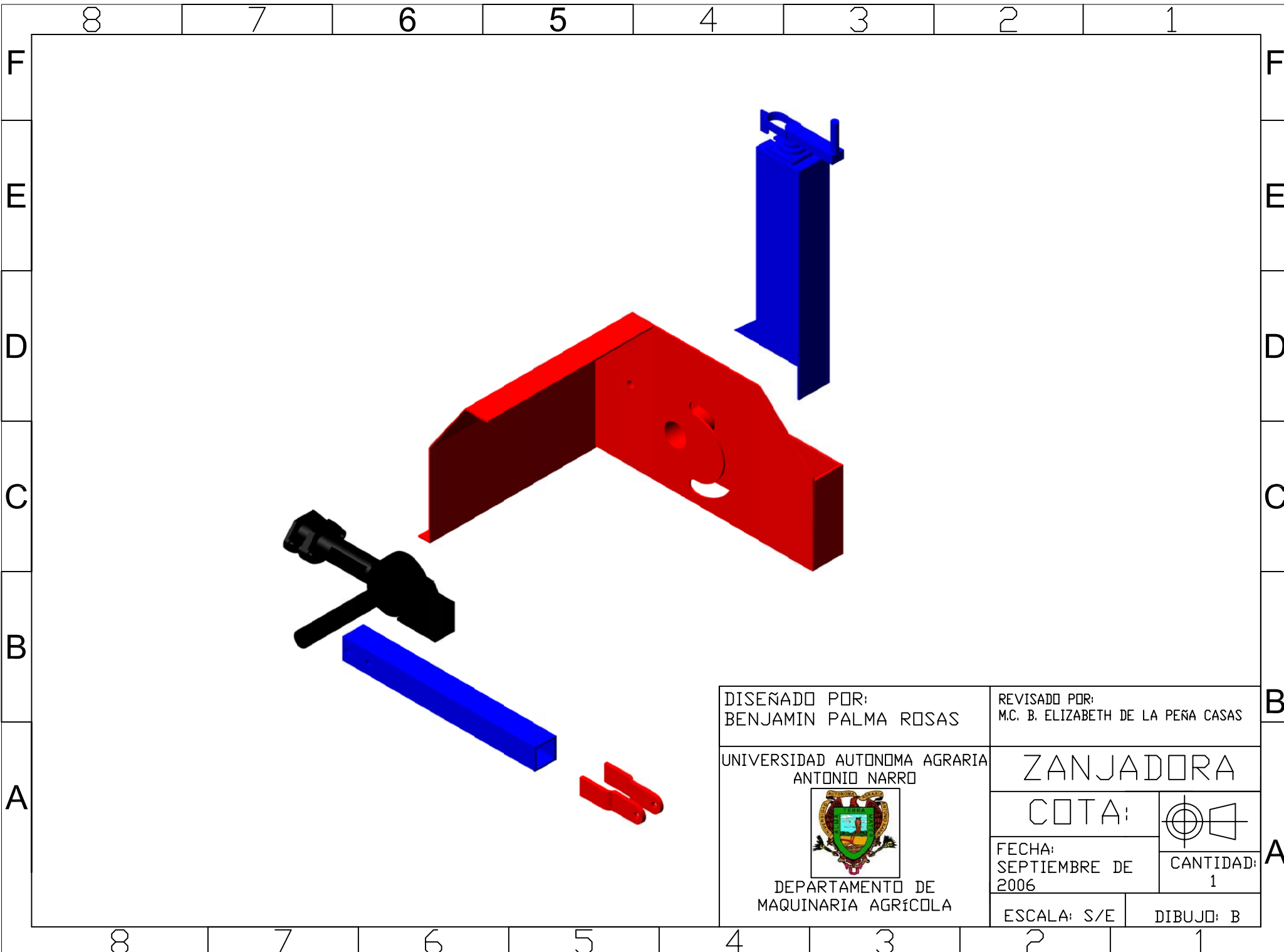
**ANEXOS.**



Prototipo Zanjadora		
Pieza	Descripción	Cantidad
1	Barra de Acero PTR (2 1/2')	1
2	Rueda Guía	1
3	Elevador (placa 3/16)	1
4	Guardas (placa 3/16)	1
5	Punta de la barra	2
6	Transmisión	1



DISEÑADO POR: BENJAMIN PALMA ROSAS		REVISADO POR: M.C. B. ELIZABETH DE LA PEÑA CASAS	
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"		PROTOTIPO DE LA ZANJADORA	
 DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRICOLA		COTA:	
		FECHA: SEPTIEMBRE DE 2006	CANTIDAD 1
ESCALA S/E		DIBUJO "A"	



DISEÑADO POR:  
BENJAMIN PALMA ROSAS

REVISADO POR:  
M.C. B. ELIZABETH DE LA PEÑA CASAS

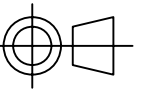
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

ZANJADORA



DEPARTAMENTO DE  
MAQUINARIA AGRÍCOLA

COTA:



FECHA:  
SEPTIEMBRE DE  
2006

CANTIDAD:  
1

ESCALA: S/E

DIBUJO: B

F  
E  
D  
C  
B  
A

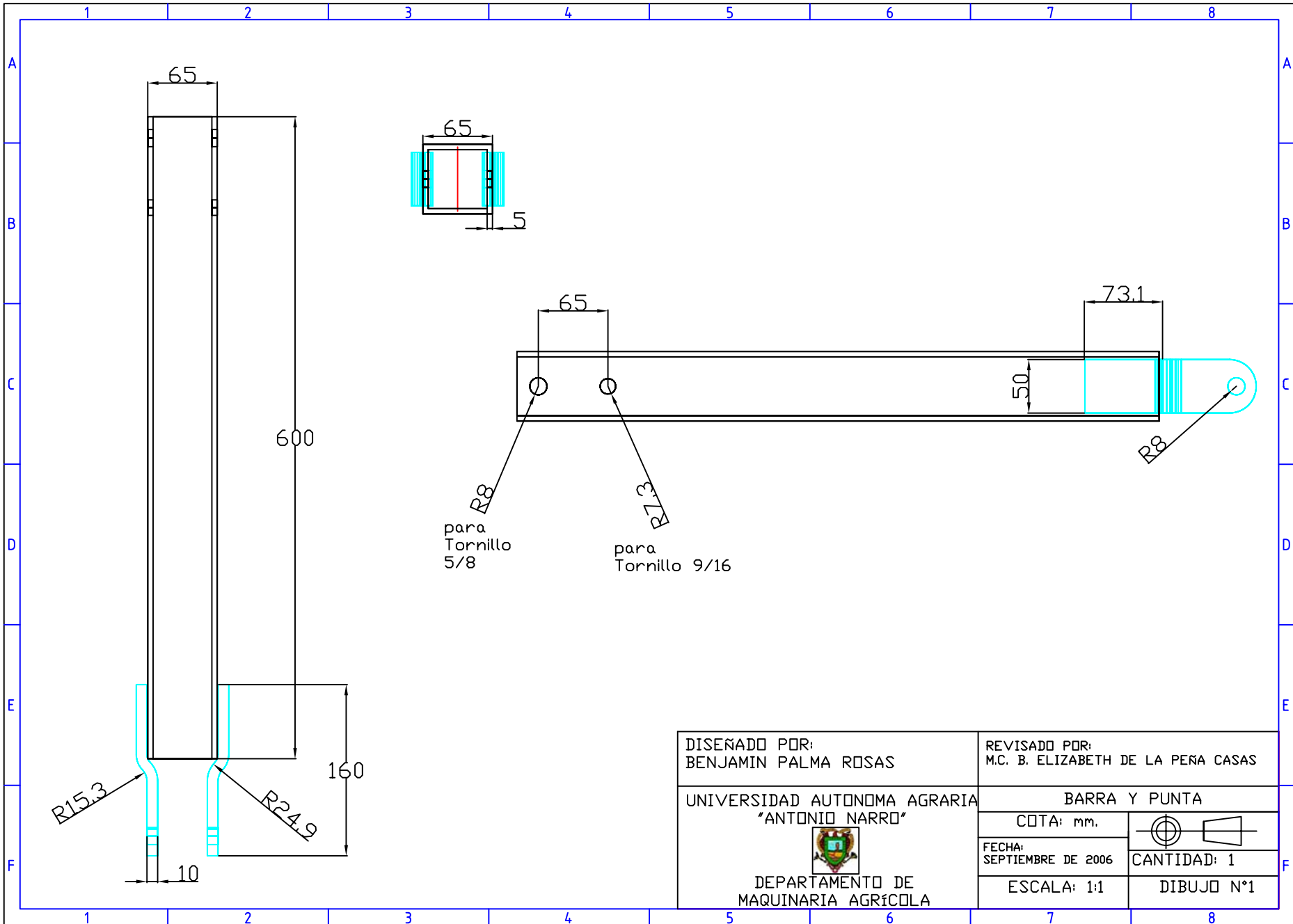
F  
E  
D  
C  
B  
A


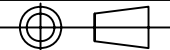
8 7 6 5 4 3 2 1

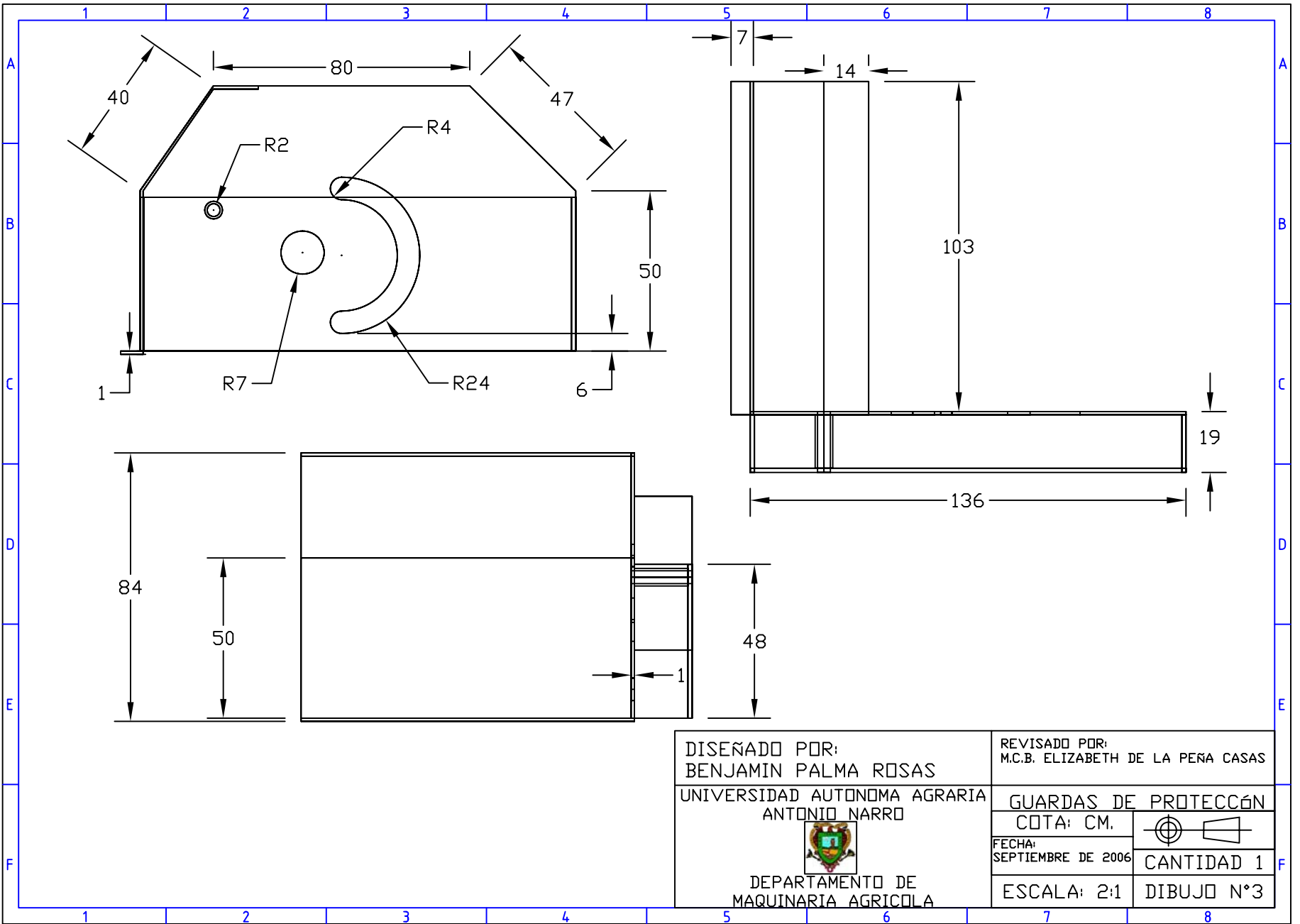
8 7 6 5 4 3 2 1



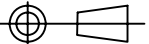




DISEÑADO POR: BENJAMIN PALMA ROSAS		REVISADO POR: M.C. B. ELIZABETH DE LA PEÑA CASAS	
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"		BARRA Y PUNTA	
 DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA		COTA: mm.	
		FECHA: SEPTIEMBRE DE 2006	CANTIDAD: 1
		ESCALA: 1:1	DIBUJO N°1



DISEÑADO POR:  
 BENJAMIN PALMA ROSAS  
 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
 ANTONIO NARRO  
  
 DEPARTAMENTO DE  
 MAQUINARIA AGRICOLA

REVISADO POR: M.C.B. ELIZABETH DE LA PEÑA CASAS	
GUARDAS DE PROTECCIÓN	
COTA: CM.	
FECHA: SEPTIEMBRE DE 2006	CANTIDAD 1
ESCALA: 2:1	DIBUJO N°3

