

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL

EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

DISEÑO DEL SISTEMA TRANSPORTADOR Y

SEPARADOR DE DESECHOS DE UNA MAQUINA

COSECHADORA DE CEREALES

DIEGO BERNANDINO TAPIA ESPINOSA

LATACUNGA - ECUADOR

OCTUBRE 2007

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA TRANSPORTADOR Y SEPARADOR DE DESECHOS DE LA MÁQUINA COSECHADORA DE CEREALES

CERTIFICACION.....

..... I

AGRADECIMIENTO.....

..... II

DEDICATORIA.....

..... III

Antecedentes

..... 1

Justificación.....

..... 1

Objetivo General del

proyecto..... 2

Objetivos específicos del

proyecto..... 2

Capitulo I

1. Características generales de la máquina

cosechadora..... 3

1.1.Introducción.....

..... 3

1.2.Principio de funcionamiento.....

5

1.3. Tipos.....	5
1.3.1. De arrastre.....	6
1.3.2. Autopropulsadas.....	6
1.4. Aplicaciones.....	6

Capítulo II

2. Elementos mecánicos que le componen al sistema.....	8
2.1. Motor diesel.....	8
2.1.1 Características.....	8
2.2. Impulsores de banda en V.....	9
2.2.1. Tensores.....	14
2.3 Ejes cigüeñales.....	15
2.3.1 Momentos de flexión y torsión.....	16
2.3.1.1 Teoría de la energía de distorsión.....	18
2.3.2 Parámetros de diseño.....	19
2.4 Cojinetes.....	20

2.4.1	Cojinetes de bola hilera única ranura, profunda.....	20
	2.4.1.1. Selección de cojinetes: Carga radial y de empuje.....	21
2.5	Selección de chumaceras.....	22
2.6	Cuñas.....	24
2.7	Sacapajas.....	25

Capítulo III

3.	Diseño y selección de materiales del sistema transportador y separador de desechos.....	27
3.1	Parámetros de diseño.....	27
3.2	Diseño de impulsores de banda.....	28
	3.2.1 Cálculo de la banda en V.....	28
3.3.	Diseño mediante software.....	33
	3.3.1. Análisis de esfuerzos sometidos a flexión y torsión.....	33
	3.3.2. Introducción.....	33
	3.3.3. Propiedades del material.....	33

3.3.3.1. Acero AISI 4340, equivalente al V155.....	33
3.3.4. Geometría del cigüeñal.....	35
3.3.5. Información de archivo.....	35
3.3.6. Materiales.....	36
3.3.7. Cargas y restricciones.....	36
3.3.8. Propiedades de estudio.....	40
3.3.9. Contacto.....	41
3.3.10 Resultados.....	41
3.3.11. Apéndice.....	47
3.3.12. Conclusiones del informe.....	48
3.4. Selección de cojinetes.....	49
3.5 Diseño de cuñas.....	50

Capítulo IV

4. Construcción y montaje de elementos mecánicos.....	53
4.1. Diagrama de proceso de la operación.....	53

4.2. Diagrama de flujos de proceso.....	55
--	----

Capítulo V

5.1. Pruebas de funcionamiento del sistema.....	
74	
5.2. Mantenimiento del sistema.....	75
5.2. 1. Cronograma de mantenimiento.....	75
5.3. Normas de seguridad.....	
76	
5.4. Conclusiones.....	
76	
5.5. Recomendaciones.....	
77	

Bibliografía.....	
78	

Anexos.....	
79	

Planos

Imágenes

LISTADO DE TABLAS

Tabla II.1. Comparación del tipo de cojinetes

Tabla II.2. Factores radiales y de empuje para cojinetes

Tabla II.3. Factores radiales y de empuje para cojinetes

Tabla III.1. Propiedades del material

LISTADO DE FIGURAS

- Figura 1.1 Cosechadora Massey Ferguson17
- Figura 1.2 Mecanismo del sistema transportador y separador
- Figura 1.3 Cosechadora de cereales
- Figura 1.4 Cosechadora de maíz
- Figura 2.1 Motor Perkins 79 hp
- Figura 2.2 Banda cruzada
- Figura 2.3 Sección de una banda en V
- Figura 2.4 Ángulo de cobertura
- Figura 2.5 Tensión de la banda en V
- Figura 2.6 Mecanismo de aseguramiento de la tensión inicial
- Figura 2.7 Diagrama de cuerpo libre y momentos
- Figura 2.8 Cojinete de ranura profunda
- Figura 2.9 Chumacera milimétrica
- Figura 2.10 Cojinete provisto de pestaña reborde con cuatro tornillos
- Figura 2.11 Ensamble de una cuña plana
- Figura 2.12 Sacapaja de transporte
- Figura 3.1 Distancia entre centros de poleas
- Figura 3.2 Polea motriz
- Figura 3.3 Polea tensora
- Figura 3.4 Cigüeñal motriz
- Figura 3.5 Cargas dinámicas
- Figura 3.6 Cargas y restricciones
- Figura 3.7 Tensiones de Von Misses
- Figura 3.8 Desplazamiento estático
- Figura 3.9 Deformaciones unitarias
- Figura 3.10 Escenario de diseño
- Figura 3.11 Verificación de diseño
- Figura 3.12 Ensamblaje de una cuña cuadrada

REGISTRO DE ANEXOS

Anexo 1	Factores de servicio para bandas en V
Anexo 2	Factor de servicios K_s para transmisiones de bandas en V
Anexo 3	Longitud de paso
Anexo 4	Circunferencias interiores de bandas en V
Anexo 5	Factor de corrección del ángulo de contacto k_1
Anexo 6	Factor de corrección de longitud de banda k_2^*
Anexo 7	Potencias nominales de bandas en V estándar
Anexo 8	Factor de corrección del ángulo de envolvente
Anexo 9	Factor de corrección para longitud de la banda
Anexo 10	Factor de corrección del ángulo de contacto de K_b y K_c Para Transmisiones de banda en plana VV^* y en V
Anexo 11	Factor de corrección de longitud de banda k_2^*
Anexo 12	Desviación para asegurar la tensión inicial
Anexo 13	Factores de velocidad y d vida útil para cojinetes de bola
Anexo 14	Datos para selección de cojinetes bola, de hilera única
Anexo 15	Tamaño de cuña contra tamaño de flecha
Anexo 16	Aceros laminados extruidos en HR y CD
Anexo 17	Chumaceras milimétricas base
Anexo 18	Chumaceras cuadradas con cuatro tornillos

SIMBOLOGIA

A =Aceleración	[pies/s ²]
A_C =Área de apoyo	[pulg ²]
A_t =Área de tracción	[pulg ²]
C =Distancia entre centros de poleas	[pulg]
c_o =Factor de corrección del ángulo de la envolvente	
C_o =Carga dinámica de los cojinetes	[lb]
D =Diámetro polea conducida	[pulg]
d = Diámetro de polea conductora	[pulg]
F =Fuerza de inercia	[lbf]
F_c =Fuerza centrífuga	[lbf]
F_1 =Tensión mayor	[lbf]
F_2 =Tensión menor	[lbf]
f = Coeficiente de fricción eficiente	
f_N = Factor de velocidad	
f_L = Factor de vida útil	
H_d =Potencia de diseño	[hp]
H_a =Potencia permitida	[hp]
H_{Tab} = Potencia tabulada	[hp]
H_{nom} = Potencia nominal	[hp]
h =Altura nominal de la cuña	[pulg]
I = Inercia	[mm ⁴]
J =momento polar de inercia	[mm ⁴]
k_c = Factor de potencia	
k_s = Factor de servicio sugerido	
k =Parámetro de durabilidad	
L = longitud de la banda	[pulg]
L_p Longitud de paso	[pulg]
l = Longitud de cuña	[pulg]
M =Momento	[Nmm]

N=Factor de seguridad	
n=velocidad de salida	[rpm]
Np=Número de pasadas	
Nb=Número de bandas	
Nd=Factor de ser vicio por horas de trabajo	
Ssy=Resistencia máxima al esfuerzo cortante	[Ksi]
Su=Resistencia a la tracción	[Ksi]
Sys=Resistencia máxima al esfuerzo	[MPa]
T=Torque	[Nmm]
T ₁ =Tensión mayor equivalente	[lb]
T ₂ =Tensión menor equivalente	[lb]
t=Vida de la banda	[h]
ϕ_{σ} =Angulo de inclinación de los planos principales	[°]
τ =Esfuerzo cortante torcional	Ksi]
τ_d =Esfuerzo de diseño	Ksi]
τ_{max} =Tensión máxima por esfuerzo de corte	[Ksi]
θ =Angulo de contacto	[°]
σ_d = Esfuerzo de diseño	[Ksi]
σ_{max} =Esfuerzo máximo de compresión	[Ksi]
σ_x =Esfuerzo de flexión normal	[Ksi]
V=Velocidad del eslabón en el eje	[pie/s]
ω =Velocidad angular	[rpm]
W=Ancho nominal de la cuña	[pulg]
σ_e =Esfuerzo de Von Misses	[psi]

- **ANTECEDENTES**

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, es formar profesionales teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo del país.

La carrera de Ingeniería Automotriz forma profesionales calificados en el diseño, construcción y re potenciación de sistemas de sistemas mecánicos aplicados en la industria automotriz.

La agroindustria como parte importante del desarrollo del país ha tenido un avance tecnológico y económico por que en las últimas décadas se ha venido implementando maquinaria y equipos para fortalecer y mejorar la producción agrícola, por lo que se ha implementado diferentes tipos de mantenimiento entre ellos el mantenimiento correctivo dando lugar a la reconstrucción de lo que implicará la aplicación de los conocimientos en áreas como diseño, materiales, fundición y otros para la cual está formado el futuro Ingeniero Automotriz.

- **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER.**

El proyecto tiene como objeto aplicar los conocimientos, conceptos, procedimientos, la diversa información entregada por los docentes de la universidad y el empuje para tomar las decisiones que se requieren para el diseño y construcción del sistema transportador y separador de desechos de una máquina cosechadora de cereales

La no existencia de mano calificada para el diseño y construcción de elementos mecánicos agrícolas, nos abierto la posibilidad de aportar con nuestro conocimiento para dar soluciones en este campo. Especialmente en el diseño y construcción de elementos como cigüeñal, codo de cigüeñal, bancadas, poleas, cuñas v bocines como parte importante del sistema de transportación y separación de desechos de cereales.

El diseño y construcción de los diferentes elementos mecánicos será un aporte de gran importancia para el sector agrícola de nuestro medio.

- **OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

- Diseñar y construir un sistema transportador y separador de desechos de una máquina cosechadora de cereales.

- **OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO.**

- Diseñar y construir cigüeñales.
- Diseñar y construir impulsores de banda
- Diseñar y elegir elementos mecánicos

CAPITULO I

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MAQUINA COSECHADORA DE CEREALES

1.1 INTRODUCCIÓN

- La maquina cosechadora está provista de un cabezal flotante accionado por un brazo hidráulico en forma vertical, con barra de corte de acero flexible, el molinete retractilé introduce la planta hacia el sinfín de alimentación, los cuales son movidos por un sistema de impulsores de banda, la planta cortada es transportada a través de un acarreador provisto de una rastra que es desplazado por cadenas de rodillos.
- El proceso de trilla se encarga el sistema incorporado por un cilindro trillador y un cóncavo que abraza al mismo, el sistema está provisto por un variador de velocidad que es accionado por una botella electromagnética y transmitido por un mecanismo de poleas, la mezcla de paja y granos caen sobre los saca pajas, para que estos con el movimiento alternativo que lo transmiten sus ejes cigüeñales logren separar la paja, la que es enviada hacia la cola de la cosechadora.
- La mayor parte de los granos trillados se cuelan por las rejillas del cóncavo junto a la granza y caen al cajón plano. Desde allí, por acción del movimiento alternativo son llevados a la zaranda, donde además de continuar siendo zarandeados y sacudidos son sometidos a la acción de la corriente de aire que produce el ventilador, lo que expulsara toda la paja hacia el exterior.
- El tanque de almacenamiento de granos o tolva es el lugar que permite almacenar Los granos trillados, hasta que se efectúe la descarga a un

carro de transporte, La descarga de los granos almacenados en la tolva se realiza por la acción de los sinfines, como se ilustra en la figura 1.1.

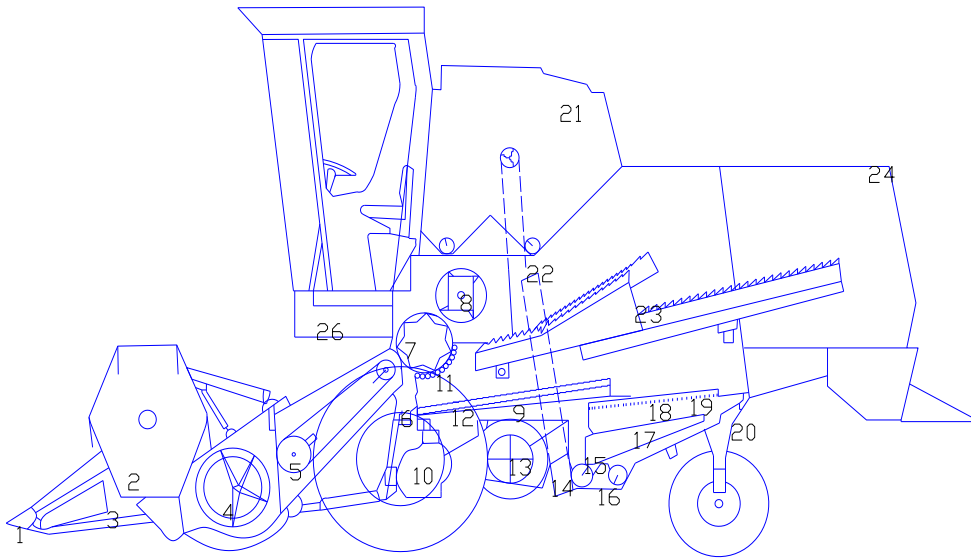


Figura 1.1.- Cosechadora Massey Ferguson 17

- | | |
|------------------------------|--|
| 1.- Divisor de paja | 2.- Molinete retráctil |
| 3.- Barra de corte | 4.- Sinfín de alimentación |
| 5.-Acarreador | 6.-Trampa de tierra |
| 7.- Cilindro de trilla | 8.- Rolo quitador |
| 9.- Motor | 10.- Caja de cambios |
| 11.- Cóncavo | 12.- Batea de grano |
| 13.- Ventilador | 14.- Elevador de grano |
| 15.- Retorno de granza | 16.- Acumulador del elevador de granos |
| 17.- Desparramador de granza | 18.- Zaranda de granza |
| 19.- Cedazo de retorno | 20.- Extensión de cribas |
| 21.- Tolva | 22.- Cortina posterior |
| 23.-Transportador de paja | 24.- Alarma por acumulación de paja |
| 25.- Hacha | 26.- Cabina |

1.2.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

El mecanismo de transporte y separación de desechos esta accionado por el motor de combustión interna el mismo que transmite el movimiento radial al sistema a través de los impulsores de banda en V, los saca pajas van montados en cigüeñales con rodamientos de bolas y en su exterior alojadas en cajas de fundición, componen entre sí un monoblock de acción conjunta los cuales separan, mediante orificios de diferentes formas y tamaños el grano de la paja. Su movimiento es oscilante para impulsar la paja hacia la cola de la maquina, se ilustra en la figura 1-2

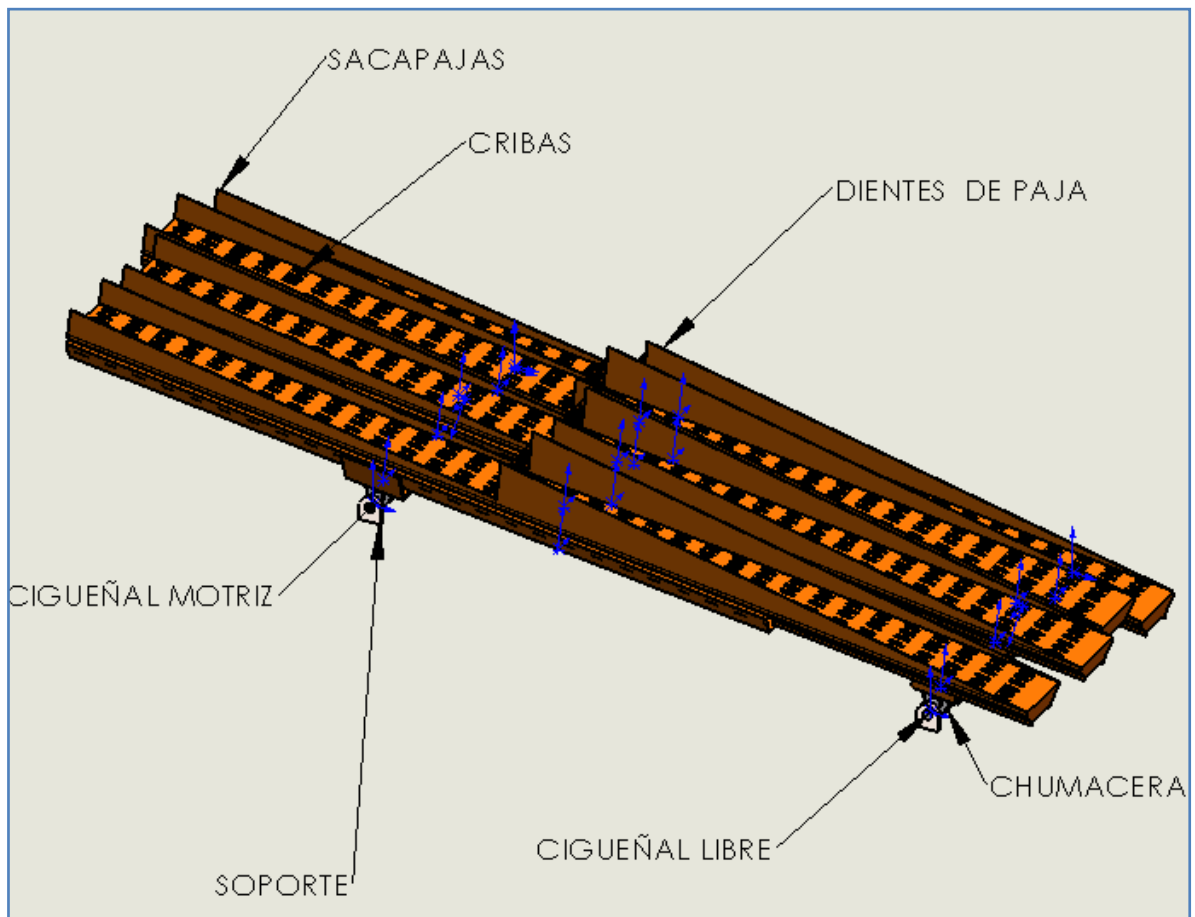


Figura 1.2.- Mecanismo del sistema separador y transportador de desechos

1.3 TIPOS

1.3.1. DE ARRASTRE

Necesitan de un tractor para poder cumplir con sus operaciones, La principal ventaja de las de arrastre es su bajo costo, y resultan económicas pero reduce la maniobrabilidad y es bastante perjudicial en parcelas pequeñas

1.3.2. COSECHADORA AUTOPROPULSADA¹

Tiene normalmente tres marchas adelante y una atrás, cada una de las cuales puede ser regulada de modo continuo en la relación 1:2, e incluso 1:2,5, mediante cambio continuo de correa trapezoidal. De este modo se tiene la potencia máxima del motor con una variación de velocidad de avance entre 2 y 16 km/hrs.

Según el tipo de cosecha, se varía la separación entre el cóncavo con el cilindro desgranado. También, se puede variar las revoluciones del cabezal de recogida e incluso se sustituye la barra de corte por un cilindro recogedor.

En las cosechadoras que suelen trabajar en terrenos con pendiente, se coloca una pantalla longitudinal de separación, con objeto de que el material no se acumule solamente a un lado, y de este modo poder aprovecharse mejor la superficie de los sacudidores.

Existen también cosechadoras para extrema ladera que se auto nivelan mediante unos cilindros hidráulicos que modifican la posición de las ruedas con respecto al cuerpo de la máquina, de forma que éste se mantenga siempre en posición vertical. La plataforma de corte se mantiene paralela a la superficie del terreno.

1.4 APLICACIONES

Son utilizados por lo general en la cosecha de cereales, gramíneas, maíz, girasol, soya, etc. Figura 1-3 y 1-4.

¹ Combine Massey Ferguson 17

www.bernardin.com.ar

www.viarural.com.ar



Figura 1.3.- Cosechadora de cereales



Figura 1.4.- Cosechadora de maíz

CAPITULO II

2 ELEMENTOS MECANICOS QUE COMPONEN AL SISTEMA.

2.1 MOTOR DIESEL

Motor diseñado para maquinaria agrícola camiones ligeros, figura 2-1

2.1.1 CARACTERISTICAS

- Inyección indirecta y bomba con pare de accionamiento eléctrico.
- Potencia del motor: 58 KW(79 HP)
- Revoluciones del motor: 2500 rpm.

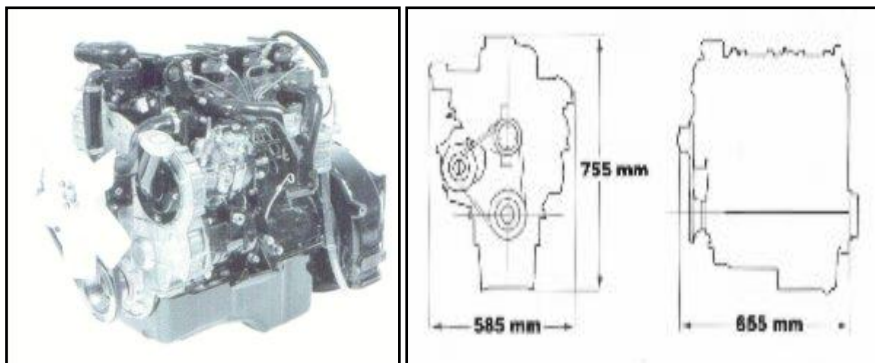


Figura 2.1.- Motor Perkins 79 hp

- Cilindros: 4 en línea
- Ciclo: 4 tiempos
- Aspiración: Natural
- Cilindrada: 3.33 Litros
- Diámetro de Cilindros: 91.44 mm.
- Carrera de compresión: 127 mm.
- Inyección: Indirecta
- Relación de compresión: 17.4:1
- Orden de encendido: 1-3-4-2
- Rotación (visto de frente): horaria

- Enfriamiento: con líquido
- Masa: 236 Kg.
- Equipo eléctrico: 12 voltios.

2.2 IMPULSORES DE BANDA EN V.²

Una banda es un elemento flexible capaz de transmitir potencia y acopla en forma ajustada sobre un conjunto de poleas diseñadas a la forma de la banda. La figura 2-2 muestra su disposición inversa de la difusión del movimiento. En el caso de reducción de relación de velocidad entre dos ejes se utiliza el caso más común, la polea acanalada más pequeña se monta en la flecha de alta velocidad, como la flecha de un motor de combustión interna. La polea de mayor tamaño se monta en el mecanismo que es impulsado. La banda se diseña de manera que gire alrededor de las dos poleas sin que patine o se deslice.

La banda se instala colocándola entre las dos poleas mientras la distancia central entre ellas se regula. Se separan las dos poleas acanaladas colocando la banda con una tensión inicial relativamente alta. Cuando se transmite potencia, la fricción provoca que la banda se adhiera a la polea impulsora, y, a su vez, se incrementa la tensión en un lado al que se denomina el "lado tensionado del impulsor". La fuerza de tracción que se genera en la banda ejerce una fuerza tangencial sobre la polea acanalada que es impulsada, en consecuencia, se aplica un torque a la flecha que es impulsada. El lado opuesto de la banda aún está en tensión, pero de menor valor.

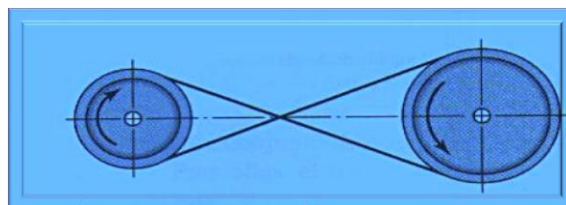


Figura 2.2.- Banda cruzada

² Joseph. E. Shingley Diseño de Ingeniería Mecánica, 7^{ma} Edición, Pág. 1062
Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2^{da} Edición; Pág. 533

Existe gran variedad de banda en el mercado, por ejemplo bandas tipo planas, dentadas bandas en V y algo muy importante, el tipo de banda que más se utiliza, en el campo industrial y aplicaciones en maquinaria agrícola, es la banda en V que se ilustra en la figura 2-3

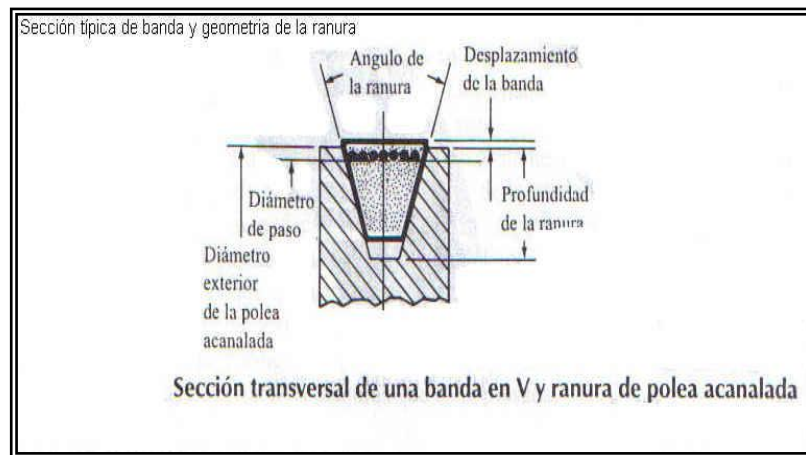


Figura 2.3.- Sección de una banda en V

La forma en V de la banda se inserta apretadamente en la ranura de la polea, ello aumenta la fricción y permite transmitir torques considerables antes que se presente el defecto de deslizamiento.

Las bandas en su mayoría se fabrican de fibras naturales, hebras sintéticas o acero, se impregnan con un compuesto de hule duro para proporcionar la flexibilidad que se requiere para permitir que la banda pase alrededor de la polea. A menudo se agrega una cubierta exterior de tela para darle una durabilidad satisfactoria a la banda.”

La velocidad de la banda se calcula a partir de la ecuación

$$V_b = \pi \cdot d \cdot n / 12 \quad (2-1)$$

La relación de velocidad angular es

$$W_1 / W_2 = D_1 / D_2 \quad (2-2)$$

La longitud de la bandas cruzadas se determina mediante

$$L = \sqrt{C^2 - \left(\frac{D-d}{2}\right)^2} + \frac{\theta}{2}(D+d) \quad (2-$$

3)

D= Diámetro de paso de la polea mayor

d= Diámetro de paso de la polea menor

La longitud de paso y la distancia entre centros se determina mediante

$$L_p = 2C + 1.57(D-d) \sqrt{C} \quad (2-4)$$

Lp = longitud de paso

C = Distancia entre centros

$$C = 0.25 \left\{ \left[\frac{\pi}{2}(D+d) - L_p \right] + \sqrt{\left[\frac{\pi}{2}(D+d) - L_p \right]^2 - 2(D-d)^2} \right\} \quad (2-$$

5)

El ángulo de cobertura resulta el mismo que para ambas poleas, figura 2-4

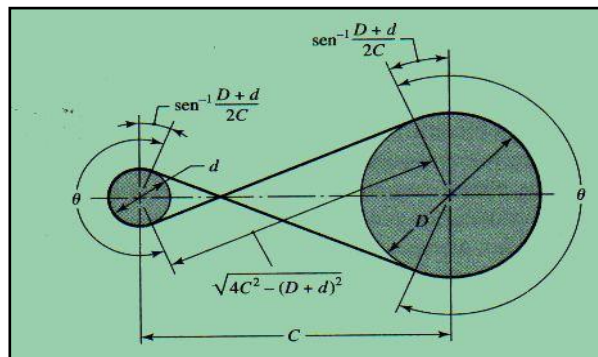


Figura 2.4.- Ángulo de cobertura

$$\theta = \pi + 2 \operatorname{sen}^{-1} \frac{D+d}{2C} \quad (2-$$

6)

En el cual θ = ángulo de contacto

³ Joseph. E. Shingley Diseño de Ingeniería Mecánica, 7^{ma} Edición, Pág. 1063, 1080

Los ángulos de contacto son importantes porque las bandas disponibles en el mercado se especifican con un ángulo de contacto supuesto de 180°. Esto ocurrirá sólo si la relación de impulso es 1 (no hay cambio de velocidad).

$$\theta_1 = 180 - 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{D_2 - d_1}{2C} \right] \quad (2-$$

7)

$$\theta_2 = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1} \left[\frac{D_2 - d_1}{2C} \right] \quad (2-$$

8)

La fuerza de tracción en la banda, que alcanza su máxima magnitud en el lado tensionado de la banda.

La tensión de las bandas en V se muestra en la figura 2-5

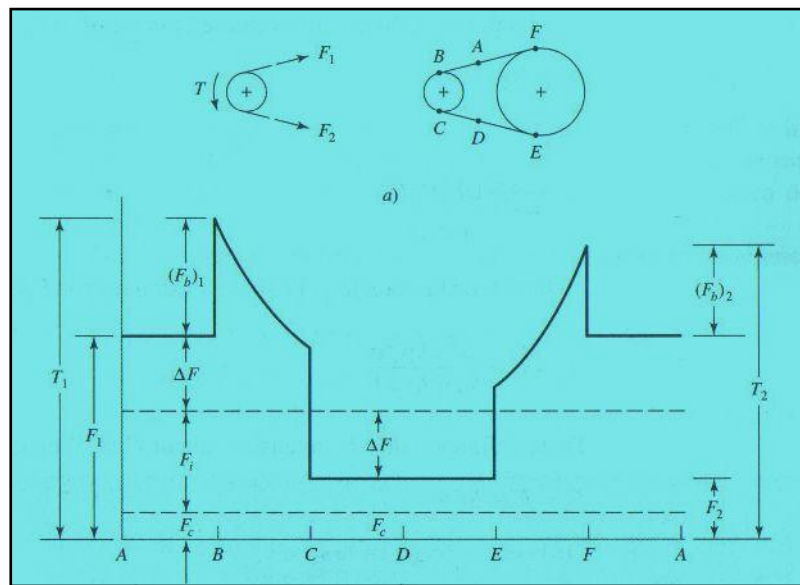


Figura 2.5.- Tensión de la banda en V

La flexión de la banda alrededor de las poleas acanaladas, alcanza su magnitud máxima conforme el lado tensionado de la banda se flexiona alrededor de la polea más pequeña.

La potencia tabulada se ajusta como sigue:

$$H_a = K_1 K_2 H_{tab} \quad (2-$$

9)

H_a = potencia permitida, por banda

K_1 = factor de corrección del ángulo de cobertura

K_2 = Factor de corrección de la longitud de la banda

La potencia permitida es aproximadamente igual H_{tab} , en función de las condiciones.

En una banda en V el coeficiente de fricción efectivo f' está dado por $f / \sin \phi$ lo que corresponde a un factor de aumento de aproximadamente 3, debido a las ranura de la polea de 30° , 34° 38° , siendo los valores tabulados 0.50, 0.45 y 0.40, respectivamente lo que revela un coeficiente de fricción efectivo f' del material de la banda sobre metal de 0.13, 0.13, 0.13 respectivamente, Gatees Rubber Company declara que su coeficiente de fricción efectivo es de 0.5123 para ranuras.

Así

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = \exp(0.5123 \phi) \quad (2-$$

10)

Fuerzas centrífugas que se generan a medida que la banda se desplaza alrededor de las poleas.

La tensión máxima total se genera cuando la banda entra en la polea más pequeña y la tensión por esfuerzo de flexión es una gran parte de esa tensión, la tensión centrífuga F_c está dada por

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2 \quad (2-11)$$

La potencia que se transmite se basa en $\Delta F = F_1 - F_2$, considerando

$$H_d = H_{nom} * K_s * n_d \quad (2-12)$$

⁴ Joseph. E. Shingley Diseño de Ingeniería Mecánica, 7^{ma} Edición, Pág. 1084

$$\Delta F = \frac{63025 H_d / N_b}{n \left(\frac{d}{2} \right)} \quad (2-13)$$

ΔF = Diferencia de tensiones

La tensión mayor F_1 está tratada por

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp f \phi}{\exp f - 1} \quad (2.14)$$

De la definición de ΔF , la tensión menor F_2 se obtiene mediante

$$F_2 = F_1 - \Delta F \quad (2-$$

15)

La tensión se expresa de la siguiente manera

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c \quad (2-$$

16)

El factor de seguridad se calcula como

$$fs = \frac{HaNb}{HnomKs} \quad (2-$$

17)

Las reciprocidades de durabilidad se complica por el hecho de que la flexión induce a esfuerzos de flexión en la banda; la tensión correspondiente en la banda que induce el mismo esfuerzo de tensión máximo es F_{b1} en la polea impulsora y F_{b2} en la polea impulsada. Tales tensiones equivalentes se suman a F_1 a modo

$$T_1 = F_1 + \frac{Kb}{d} \quad (2-$$

18)

$$T_2 = F_1 + \frac{Kb}{D} \quad (2-$$

19)

Donde b es aproximadamente 11

⁵ Joseph. E. Shingley Diseño de Ingeniería Mecánica, 7^{ma} Edición, Pág. 1085

$$Np = \left[\left(\frac{k}{T_1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T_2} \right)^{-b} \right]^{-1} \text{ Pasadas} \quad (2-$$

20)

Las constantes K y b tienen sus intervalos de validez. Si $Np > 10^9$, se informa que $Np > 10^9$ y $t > Np Lp(720v)$ sin confianza en los valores numéricos que están más allá del intervalo de validez. La vida en horas t está dada por:

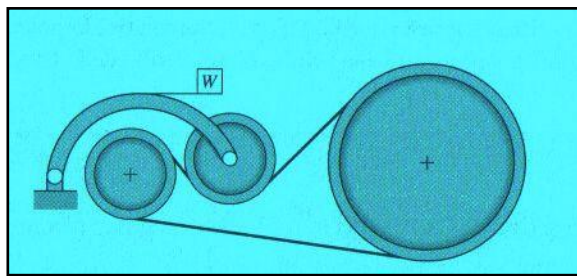
$$t = \frac{NpLp}{720V} \quad (2-$$

21)

2.2.1. TENSORES.⁶

Una parte integral de cualquier diseño de banda consiste en proporcionar un método para imponer la tensión inicial, así como para mantenerla.

- Una manera es colocar el motor y la polea de impulsión en una placa articulada de montaje, de manera que el peso del motor, de la polea y de la placa de montaje, y una parte el peso de la banda, induzca la tensión inicial correcta y la mantenga.
- Otra forma es mediante una polea tensora accionada por resorte, ajustada para realizar la misma tarea, figura 2-6
- Los fabricantes de las bandas en los catálogos proporcionan la tensión adecuada para el ajuste respectivo de los tensores para mantener la tensión adecuada.



⁶ Joseph. E. Shingley Diseño de Ingeniería Mecánica, 7^{ma} Edición, Pág. 1072

Figura 2-6.- Mecanismo de aseguración de la tensión inicial

2.3 EJES CIGUEÑALES.⁷

En el proceso de transmisión de potencia a una velocidad rotacional dada, un cigüeñal puede estar sujeto a un movimiento de torsión. De esta forma, en el eje se desarrolla un esfuerzo cortante.

De igual forma, algunos elementos de máquinas cuando se montan sobre un eje ejercen fuerzas sobre éste en dirección perpendicular al eje. Así en el eje se desarrollan momentos flexionantes es decir se ejercen tensiones combinadas. Los cigüeñales soportan los esfuerzos producidos por los sacapajas. Deben montarse en cojinetes, los cuales proporcionan un soporte radial para limitar la flexión y la deflexión en el eje a niveles aceptables.

El término factor de diseño es una medida de seguridad relativa de un componente que soporta carga.

Para el diseño de elementos de máquinas con materiales dúctiles con incertidumbre en relación a alguna combinación de propiedades, cargas o análisis de tensión del material, en particular bajo condiciones de choque o carga por impacto se utiliza un factor de seguridad 4 o mayor.

2.3.1 MOMENTOS DE FLEXIÓN Y TORSIÓN

La potencia transmitida genera torsión y las fuerzas transversales en los elementos originan flexión, no todas las fuerzas transversales actúan en el mismo plano.

Se elaboran las gráficas de momento de flexión para dos planos perpendiculares, se calcula el momento de flexión resultante en cada punto.

Para determinar el torque se utiliza la ecuación.

⁷ Bernard J. Hamrock , Elementos de máquinas, 2^{ma} Edición, pág. 425
Robert L Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, 2^{da} Edición; Pág. 287

$$T = 63000 \frac{P}{n} \quad (2-$$

22)

T= torque: Lb-pulg.

P= potencia: hp

n= velocidad angular: rpm

La fuerza de inercia indica simplemente que su sentido es opuesto al de la aceleración y se determina con la ley de newton expresada así:

$$F = m * a \frac{lb.ft}{s^2} \quad (2-23)$$

F= Fuerza

m= masa del cuerpo

a= aceleración

Los momentos flexionantes en los planos x-y y x-z como se indica en la figura 2-7.

El momento interno resultante en cualquier sección a lo largo de eje se expresa como

$$MT = \sqrt{M_{xy}^2 + M_{xz}^2} \quad (2-$$

24)

Se desarrolla un diagrama de los pares de torsión

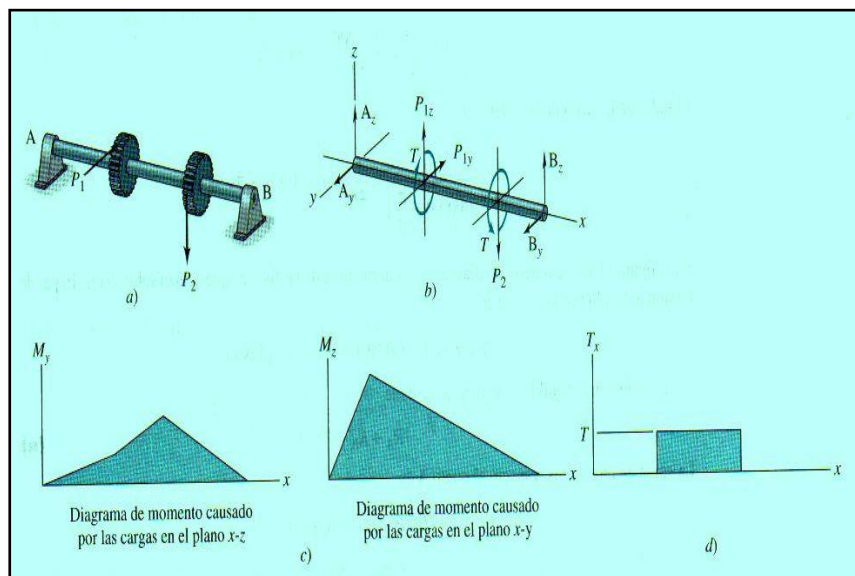


Figura 2.7.- Diagramas de cuerpo libre y momentos

La fuerza que se ejerce sobre un eje en la dirección transversal produce, según la ecuación (2.25), un esfuerzo máximo de

$$\sigma_x = \frac{Mc}{I} \quad (2-25)$$

$$\tau_{xy} = \frac{Tc}{J} \quad (2-26)$$

$$c = \frac{d}{2} \quad I = \frac{\pi d^4}{64} \quad J = \frac{\pi d^4}{32} \quad (2-$$

27)

c = Distancia desde eje neutro

J = Momento polar de inercia del área

I = Momento de inercia del área

Para una sección transversal circular. Sustituyendo las ecuaciones (2-27) las ecuaciones (2-25 y 2-26)

$$\sigma_x = \frac{32Md}{\pi d^3} \quad (2-28)$$

$$\tau_{xy} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (2-29)$$

Para el estado del plano de esfuerzos $\sigma_y = 0$, los esfuerzos normales principales son:

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (2-$$

30)

Sustituyendo las ecuaciones (2-28) y (2-29) En La (2-30) resulta

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{16M}{\pi d^3} \left[M \pm \sqrt{M^2 + T^2} \right] \quad (2-31)$$

Los esfuerzos cortantes principales

⁸ Bernard J. Hamrok , Elementos de maquinas, 2^{da} Edición, pág. 428

$$\tau_1, \tau_2 = \pm \sqrt{\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2} \quad (2-32)$$

Sustituyendo las ecuaciones (2-30), (2-31) y (2-32) se obtiene

$$\tau_1, \tau_2 = \pm \frac{16}{\pi d^3} \sqrt{M^2 + T^2} \quad (2-33)$$

2.3.1.1 TEORÍA DE LA ENERGÍA DE DISTORSIÓN⁹

La falla se presenta cuando la tensión de Von Mises, excede a la resistencia a punto cedente por tracción del material. La ventaja que ofrece esta teoría es que además de constituir un previsor más preciso de falla permite utilizar la resistencia a punto cedente por tracción para análisis.

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \quad (2-34)$$

En consecuencia el factor de diseño se encuentra a partir de

$$N = \frac{S_y}{\sigma_e} \quad \sigma_e = \frac{S_y}{N} \quad (2-35)$$

Se puede predecir la falla si

$$\sigma_e = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2)^{1/2} \geq \frac{S_y}{N} \quad (2-36)$$

σ_e = esfuerzo de von mises

S_y = resistencia a la fluencia del material

N = factor de seguridad

σ_1 = tensión principal máxima

σ_2 = tensión normal mínima

De esta forma, la teoría de la distorsión de la energía predice el diámetro más pequeño donde la falla empezara a ocurrir como

⁹ Bernard J. Hamrock, Elementos de maquinas, 2^{ma} Edición, pág. 429

$$d = \left(\frac{32N}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + \frac{3}{4}T^2} \right)^{1/3} \quad (2-$$

37)

2.3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

1. Determinar la velocidad de giro del cigüeñal.
2. Calculo del torque que transmite el eje.
3. Establecer el diseño de los componentes transmisores de potencia y el mecanismo que se montara en el cigüeñal con su respectiva ubicación.
4. Especificar la ubicación de los cojinetes en los que se apoyará el cigüeñal.
5. Bosquejar la forma general de la geometría del eje, considerando la manera que se mantendrá en posición axial y la transmisión de potencia a través del los Impulsores de banda.
6. Calculo de la magnitud del torque en todos los puntos del eje.
7. Calculo de fuerzas que ejercen acción sobre el eje, tanto radial como axialmente.
8. Calculo de las reacciones en todos los cojinetes de soporte en cada plano.
9. Elaborar las gráficas de fuerza, corte y de momento de flexión.
10. Elegir el material con que se va a fabricar el cigüeñal
11. Calcular la tensión de diseño adecuada.
12. Analizar cada punto crítico del cigüeñal para determinar el diámetro mínimo aceptable.
13. Establecer las dimensiones finales para cada punto.

2.4 COJINETES

Es un componente intermedio entre dos elementos de un mecanismo girando uno en relación al otro, con un frotamiento mínimo destinados a garantizar sus posiciones relativas bajo carga.

Remítase a la tabla 2-1 para una comparación del rendimiento entre ellos.

Tabla II.1 Comparación del tipo de cojinetes

Tipo de cojinete	Capacidad de carga radial	Capacidad de carga de empuje	Capacidad de desalineación
Bola de hilera única, ranura profunda	Buena	Aceptable	Aceptable
Bola de doble hilera, ranura profunda	Excelente	Buena	Aceptable
Contacto angular	Buena	Excelente	Pobre
Rodamiento cilíndrico	Excelente	Pobre	Aceptable
Aguja	Excelente	Pobre	Pobre
Rodamiento esférico	Excelente	Aceptable-buena	Excelente

2.4.1 COJINETE DE BOLA DE HILERA ÚNICA, RANURA PROFUNDA ¹⁰

La pista de rodamientos interna se presiona contra la fecha en el asiento del cojinete con un ajuste de interferencia pequeño para asegurar que gire junto con el eje o flecha. Las piezas giratorias giran dentro de una ranura profunda tanto en lo añillos externo como en los internos.

El espaciamiento de las bolas se mantiene mediante dispositivos de retención o “jaulas” como se ilustra en la figura 2-8

¹⁰ Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2^{da} Edición; Pág. 602, 603

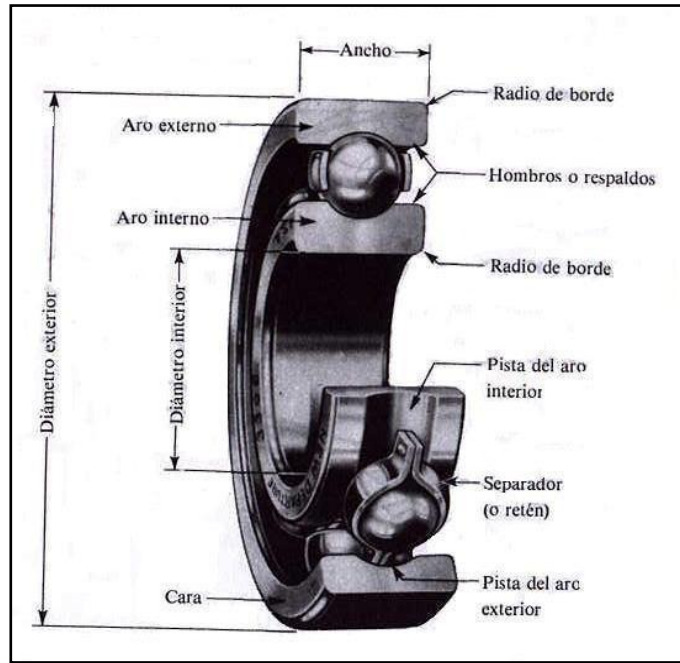


Figura 2.8.-Cojinete de ranura profunda

Destinados a soportar cargas radiales, pueden, igualmente admitir cargas axiales moderadas, este tipo aporta las características más buscadas en un apoyo, a saber:

- Rozamiento mínimo, por tanto, posibilidad de velocidad elevada
- Rigidez que le autoriza a soportar todo tipo de cargas, radiales y/o axiales
- Facilidad en los montajes

2.4.1.1 SELECCIÓN DE COJINETES: CARGA RADIAL Y DE EMPUJE COMBINADA

La carga equivalente es la carga radial constante que generaría la misma vida útil especificada para el cojinete que la carga combinada

$$P = VXR + YT \tag{2-38}$$

P = Carga equivalente

V = Factor de rotación

R = Carga radial aplicada

T = Carga de empuje aplicada

X = Factor radial

Y = Factor de empuje remítase a la tabla 2-2

Tabla II.2. Factores radiales y de empuje para cojinetes de hilera única, ranura profunda

E	T/C _o	Y	E	T/C _o	Y
0.19	0.014	2.30	0.34	0.170	1.31
0.22	0.028	1.99	0.38	0.280	1.15
0.26	0.056	1.71	0.42	0.420	1.04
0.28	0.084	1.55	0.44	0.560	1.00
0.30	0.110	1.45			

Nota x= 0.56 para todos los valores de Y

Los factores corresponden a la relación carga /vida útil que se plantea en la ecuación

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^k \quad (2-39)$$

39)

k= 3.33 para cojinetes de rodamientos

La especificación básica que se requiere de carga dinámica, C, para que un cojinete soporte una carga de diseño.

$$C = \frac{P_d f_L}{f_N} \quad (2-40)$$

f_N = Factor de velocidad

f_L = Factor de vida útil

2.5 SELECCIÓN DE CHUMACERAS¹¹

En muchos tipos de maquinaria pesada y máquinas especiales, se seleccionan cojinetes montados. Los cojinetes montados incorporan métodos para unir la unidad de cojinetes directamente al armazón de la máquina mediante tornillos.

¹¹ ¹¹ Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2^{da} Edición; Pág. 607

La figura 2-9 muestra la configuración más común para un cojinete montado, la caja de chumacera. La carcasa se fabrica con acero formado, hierro fundido o acero fundido con orificios o ranuras que se hacen para conexión durante el ensamble de la máquina, momento en el cual se ajusta la alineación de la unidad de cojinetes. La capacidad de desalineación es una consideración importante en la aplicación debido a las condiciones en que se van a utilizar esos cojinetes.

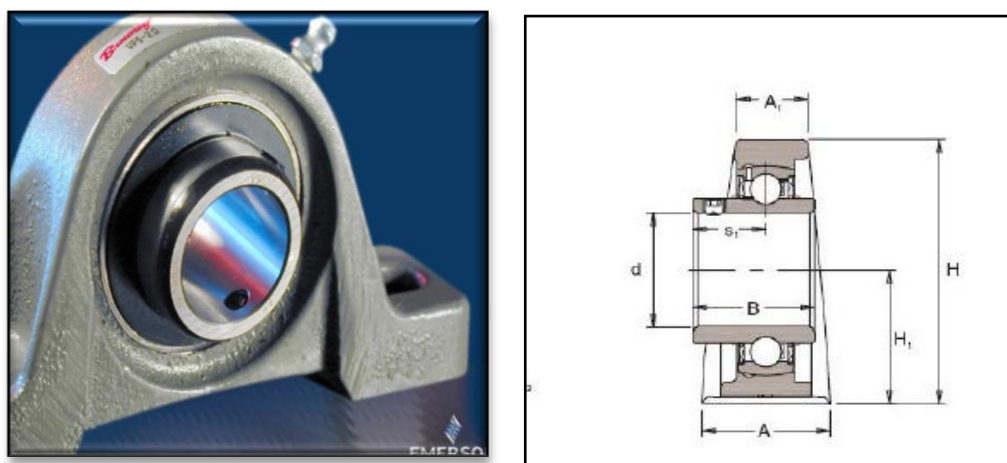


Figura 2.9.- Chumacera milimétrica

En la figura 2-10 se muestran las unidades provistas de pestaña o reborde, se diseñan para montarse en los armazones verticales laterales de máquinas, para que sostengan flechas o ejes.

El término unidad de compensación se refiere a un cojinete que se monta en una carcasa, la cual, a su vez, se monta en un armazón que permite el movimiento del cojinete con la flecha en su lugar.

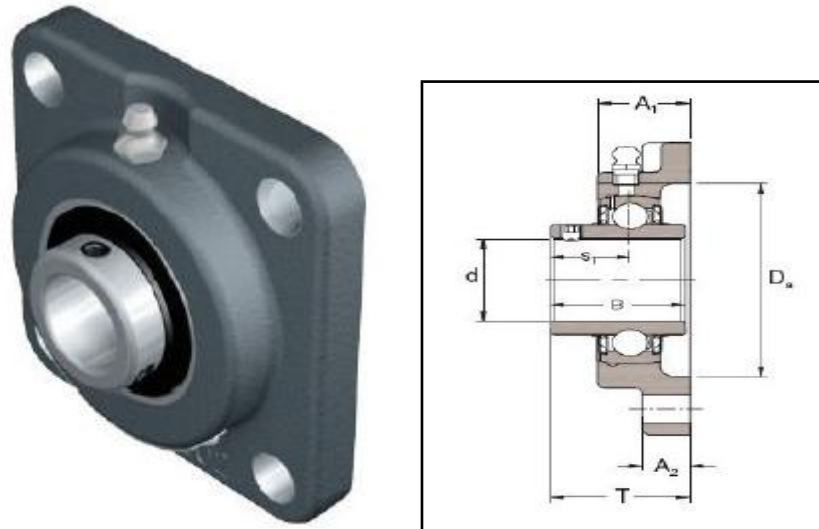


Figura 210.- Cojinete provisto de pestaña reborde con cuatro tornillos

2.6 CUÑAS

La polea es el elemento que transmite potencia, se montan sobre ejes giratorios. A la porción del miembro montado en contacto con el eje se le denomina masa. La cuña es la que se utilizara en el diseño, figura (2-11)

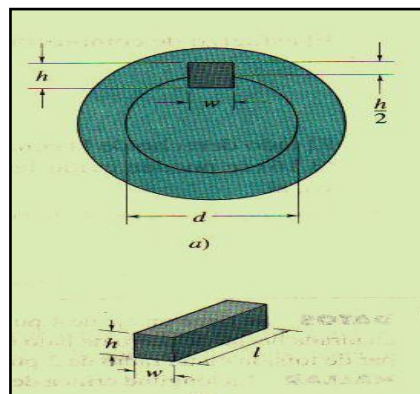


Figura 2.11.-Ensamble de una cuña plana

El objetivo principal de una cuña consiste en prevenir el movimiento entre el eje y el elemento de máquina contactado a través de cual se transmite el par de torsión.

Una cuña también tiene la función de un sistema de seguridad.

La mayoría de las maquinas tienen una velocidad de operación y par de torsión que definen el tamaño requerido de la cuña. Sin embargo, en el caso de un incremento drástico en las condiciones de carga, la cuña fallara por cortante antes de que falle el eje o la polea.

Las cuñas se fabrican de acero de bajo carbono (AISI 1020 CD) y tienen un acabado estirado en frio. Las se deben ajustar fuertemente de manera que no sea posible su rotación.

Las cuñas fallan principalmente por corte o por compresión, ambos casos se consideran así. El par de torsión se obtiene mediante la ecuación de la potencia.

$$T = \frac{63000P}{n}$$

La fuerza en la superficie del eje está dada por

$$F = \frac{T}{r} \quad (2-$$

41)

r= Radio de giro del eje

Mediante la teoría de la energía de distorsión, la resistencia al cortante corresponde a

$$S_{sy} = 0.577 S_y \quad (2-42)$$

Sy= Limite a la fluencia

La falla por cortante a lo largo del área hl creara un esfuerzo se $\tau = F / wl$ sustituyendo τ por la resistencia dividida entre el factor de seguridad, de tiene

$$\frac{S_{sy}}{n} = \frac{F}{wl} \quad (2-$$

43)

w = Espesor de la cuña

l = Longitud de la cuña

2.7 SACAPAJAS.

Luego del proceso de trilla, donde se realiza una separación del grano, ocurren los de separación y limpieza del resto.

El sacudidor está formado por un conjunto de rejillas calibradas que permiten el paso del grano y la paja corta puede formarse por uno o varios elementos en forma de rampas accionadas por un cigüeñal cuyo radio de la muñequilla varía entre 40mm y 55mm desplazándose adelante y atrás a un ritmo de 200 a 250 revoluciones por minuto, en la figura (2-12) se muestra el conjunto de sacapajas. Por último, el grano y la paja corta e impurezas son vertidos al sistema de limpieza donde se produce la separación del grano de la paja. Los sacapajas se construyen de acero AISI 1010 CD

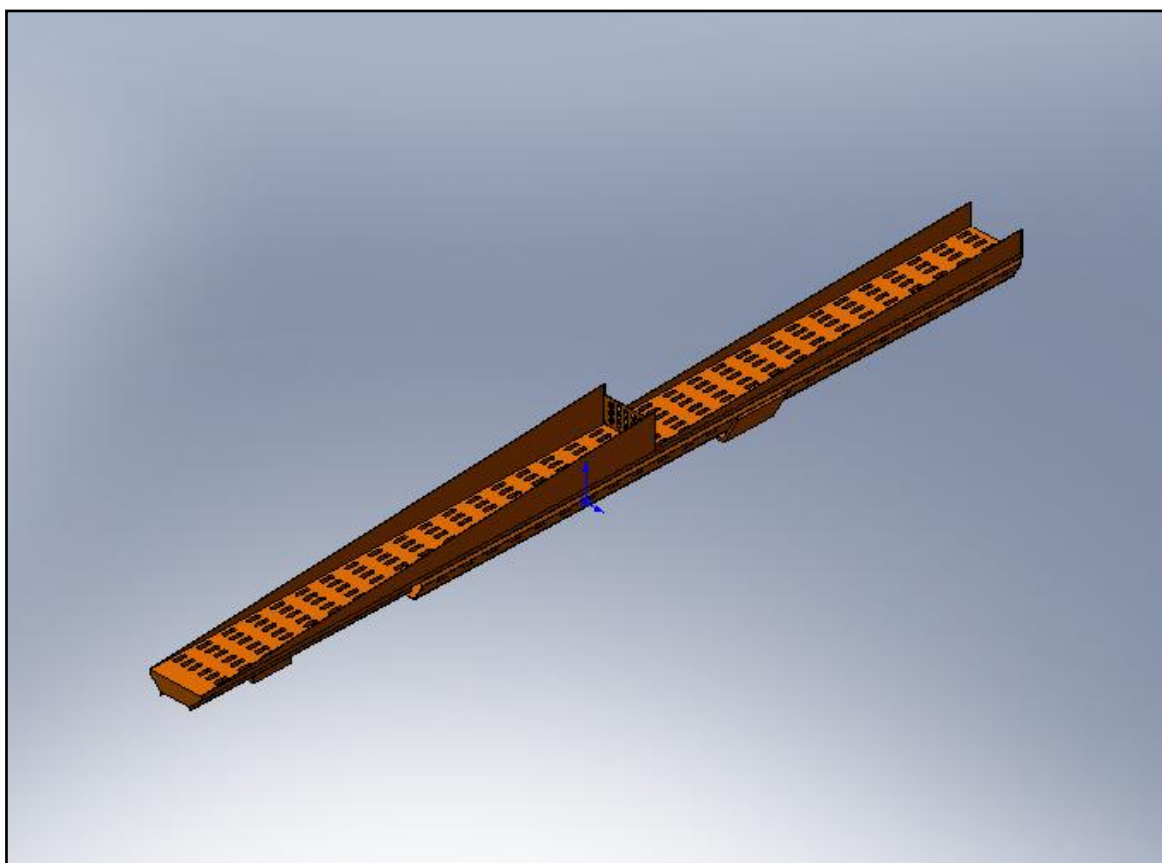


Figura 2.12.-Sacapaja de transporte

CAPITULO III

3. DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA TRANSPORTADOR Y SEPARADOR DE DESECHOS DE LA MAQUINA COSECHADORA DE CEREALES

3.1 PARAMETROS DE DISEÑO

Longitud del sistema	3348 mm
Área total mecanismo	3150 mm²
Altura máxima de elevación:	95 mm
Distancia entre cigueñales	1942 mm
Altura total del mecanismo:	345 mm
Ancho total del mecanismo:	945 mm
Velocidad angular:	210 rpm
Potencia del motor.	79 hp
Número de sacapajas	4
Espacio libre entre sacapajas	5 mm
Potencia de entrada al sistema	2.89 hp
Carga que soportan los codos	140 Kg c/u
Masa del cigüeñal	7.18 Kg

3.2 DISEÑO DE IMPULSOR DE BANDA

DATOS DE DISEÑO

Potencia de entrada al sistema 2.89 hp basado en el manual de mantenimiento de la cosechadora MF/17

$n(\text{in}) = 305\text{rpm}$

$n(\text{out}) = 210\text{ rpm}$

Tiempo de servicio: 10 horas por día

Distancia entre centros (C)= 70.55pulg

Diámetro de la polea conducida 15.16pulg

3.2.1 CALCULO DE LA BANDA EN V

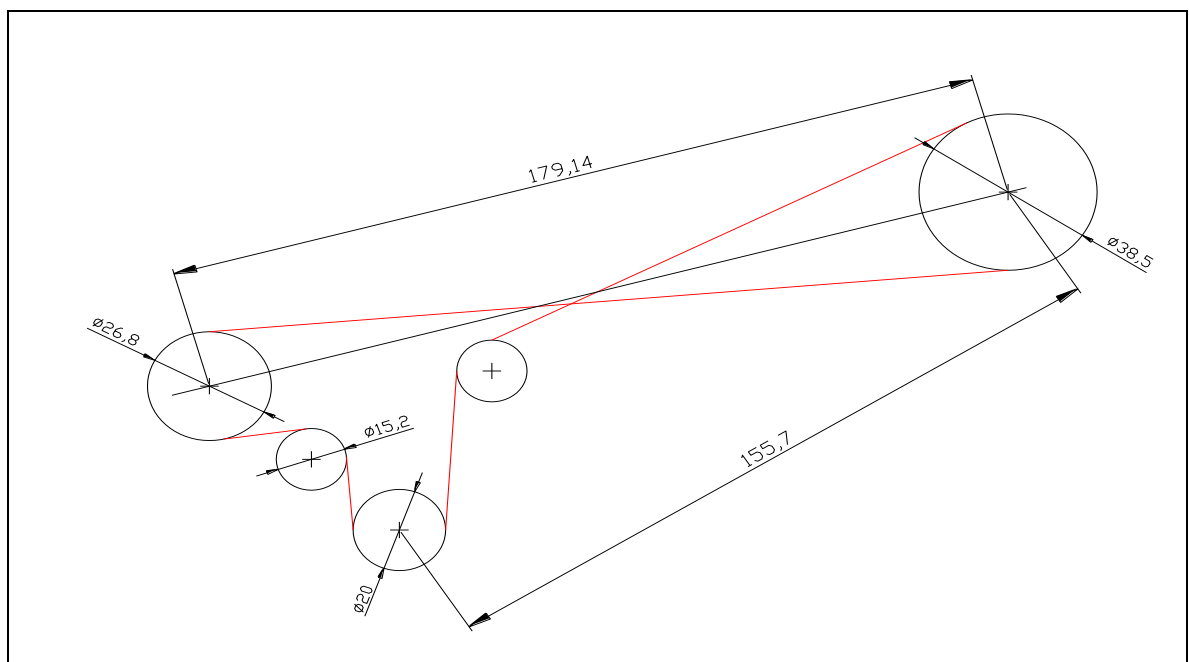


Figura3.1.- Distancia entre centros de las poleas

$$fd = 1.2$$

Anexo

1

$$K_s = 1$$

Anexo

2

1.- La potencia de diseño se calcula a partir de la siguiente ecuación

$$Hd = H_{nom} K_s n_d$$

$$Hd = 2.89 \times 1 \times 1.2 = 3.47hp$$

$$Relación = \frac{305}{210} = 1.45$$

3.-Utilizando la ecuación (2-2)

$$d_1 = D_1 \frac{rpm(out)}{rpm(in)}$$

$$d_1 = 15.16 \times \frac{210}{305} = 10.55 pulg$$

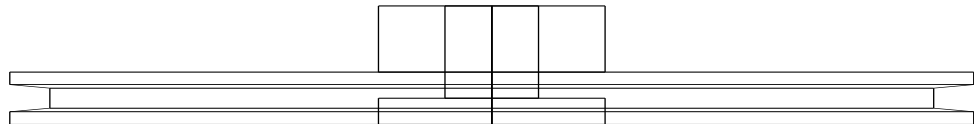


Figura 3.2.- Polea motriz

4.- velocidad de la banda según la ec (2-1)

$$V_b = \pi \cdot d_1 \cdot n_1 / 12$$

$$V_b = \frac{\pi \times 10.55 \times 305}{12} = 842.4 ft / min$$

5.-Calculo de la longitud de la banda con la ec(2-5)

$$L = \sqrt{C^2 - \left(\frac{D_2 - D_1}{2} \right)^2} + \frac{\theta}{2} (D_2 + D_1)$$

θ = Se obtiene a partir de ec(2-6)

$$\theta = \pi + 2\text{sen}^{-1} \frac{D+d}{2C}$$

$$\theta = \pi + \frac{2\text{sen}^{-1} .25,71}{141,1} = 3,32\text{rad}$$

Para obtener el ángulo de cobertura transformo π en 180°

$$\theta = 180 + 2\text{sen}^{-1} \frac{D+d}{2C}$$

$$\theta = 180^\circ + \frac{2\text{sen}^{-1} .25,71}{141,1} = 200,73^\circ$$

$$L = \sqrt{70,55^2 - (5,6 - 10,55)^2} + \frac{3,32}{2} (5,16 + 10,55) = 183,69\text{ pulg}$$

$$L_p = L + LC$$

$$LC = 1.8$$

anexo 3

$$L_p = 183,69 + 1.8 = 185,49\text{ pulg}$$

Longitud

estándar=

B195pulg

anexo4

6.-Según Gates Rubber Company el coeficiente de fricción es así

$$\exp(0,5123 \phi)$$

$$\theta_d = \phi$$

$$\exp(0,5123 .3,32) = 5,47$$

7.-La potencia permitida se calcula a partir de la ec(2-9)

$$H_a = K_1 K_2 H_{tab}$$

$$K_1 = 0,99$$

Anexo

5

$$K_2 = 1,15$$

Anexo 6

$$H_{tab} = 2.01$$

Anexo

7

$$H_a = 0,99 \times 1,15 \times 2,01 = 2,39\text{hp}$$

Cálculo de la potencia corregida= $CO.CLP$

$$Co = 0,98$$

Anexo

8

$$CL = 1,18$$

Anexo

9

$$P = 0.98 \times 1.07 \times 2.5 = 2.62hp$$

$$8.-N^{\circ} \text{ Banda} = \frac{\text{Potencia} - \text{entrada}}{\text{Potencia} - \text{corregida}}$$

$$N^{\circ} = \frac{3.47hp}{2.62} = 1.32 \text{ En consecuencia se necesita 1 banda}$$

9.-La tensión centrífuga está calculada a partir de la ec (2-11)

$$F_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2$$

$$K_c = 2.01$$

Anexo

7

$$F_c = 2.01 \left(\frac{842.4}{1000} \right)^2 = 1.42lb$$

10.-La potencia transmitida se calcula en base a (2-13)

$$\Delta F = \frac{63025 H_d / N_b}{n \left(\frac{1}{2} \right)}$$

$$\Delta F = \frac{63025 \times 3.46 / 1}{305 \left(\frac{0.55}{2} \right)} = 135.85lb$$

11.- La tensión mayor según la ec (2-14)

$$F_1 = F_c + \frac{\Delta F \exp f \phi}{\exp f - 1}$$

$$F_1 = 1.42 + \frac{135.85(5.47)}{5.47 - 1} = 167.66lb$$

12.-La tensión menor se obtiene a partir de la ec(2-15)

$$F_2 = F_1 - \Delta F$$

$$F_2 = 167.66 - 135.85 = 31.81lb$$

13.-La tensión inicial se calcula a partir de la ec(2-16)

$$F_i = \frac{F_1 + F_2}{2} - F_c$$

$$F_i = \frac{167.66 + 31.81}{2} - 1.42 = 98.31lb$$

14.-El factor de seguridad se determina con la ec(2-17)

$$fs = \frac{HaNb}{HnomKs}$$

$$fs = \frac{2.39 \times 1}{2.89 \times 1,2} = 0,68$$

15.- La tensión equivalente T_1 se obtiene de las ec(2-18y 2-19)

$$T_1 = F_1 + \frac{Kb}{d}$$

$$Kb = 576 =$$

Anexo 10

Donde se obtiene primero la el esfuerzo de tensión máxima

$$Fb_1 = \frac{K_b}{d}$$

$$Fb_1 = \frac{576}{10.55} = 54,59lb$$

$$T_1 = 167.66 + 54.59 = 222.25lb$$

$$Fb_2 = \frac{K_b}{d}$$

$$Fb_2 = \frac{576}{15,16} = 37,99lb$$

$$T_2 = 167.66 + 37,99 = 205.65lb$$

16.- Vida de la banda en V

El número de pasadas esta dado por la ec(2-20)

$$Np = \left[\left(\frac{k}{T_1} \right)^{-b} + \left(\frac{K}{T_2} \right)^{-b} \right]^{-1}$$

$$b = 10,926$$

Anexo 11

$$K = 1193$$

Anexo 11

$$Np = \left[\left(\frac{1193}{222.25} \right)^{-10,926} + \left(\frac{1193}{205.65} \right)^{-10,926} \right]^{-1} = 113.87 \text{ Pasadas}$$

Como Np esta fuera del intervalo de validez de la ecuación (2-20), se tiene que la vida es mayor que 10^9 pasadas .entonces:

Aplico la ecuación (2-21)

$$t = \frac{NpLp}{720V}$$

Donde

Para obtener la vida real de la banda, calculo la velocidad de la banda con la revoluciones de salida del motor a todos los sistemas que es de 2575rpm

$$t = \frac{10^9 \times 195}{720 \times 842} = 36000 \text{ h}$$

17.- La tensión inicial de la banda se asegura mediante la utilización de una polea tensora (figura 3-3) que se ubicara desplazado a una distancia de la línea de acción de los impulsores, la que esta especificada en el manual de mantenimiento de la máquina de acuerdo a la distancia entre centros: Polea tensora

Diámetro=151.64mm

Desviación= 70mm

Anexo 12

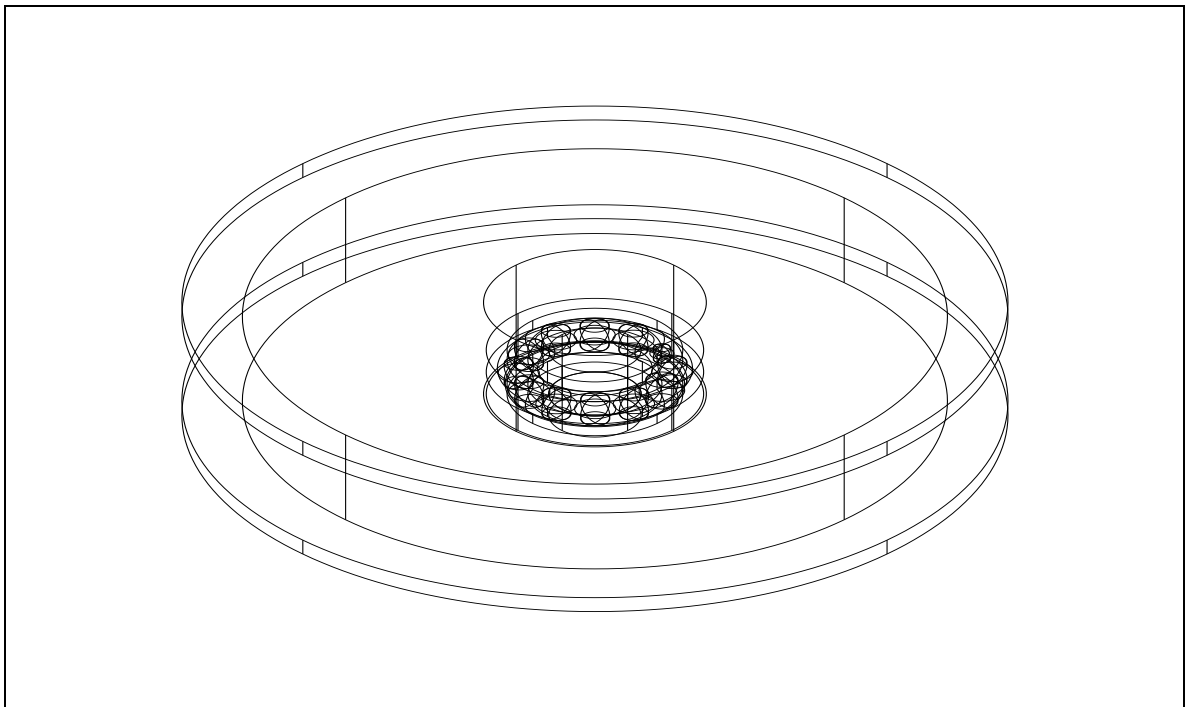


Figura3.3.- Polea tensora.

3.3 DISEÑO MEDIANTE SOFTWARE

3.3.1 ANÁLISIS DE ESFUERZOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Y TORSIÓN

3.3.2 INTRODUCCIÓN.

La aplicación de un programa de diseño mecánico permite obtener resultados confiables, complementados con el trabajo de campo con lo cual se logra alcanzar un producto de calidad.

3.3.3 PROPIEDADES DEL MATERIAL.

3.3.3.1 Acero AISI 4340, Equivalente al V155

Acero especial bonificado aleado al cromo- níquel- molibdeno especialmente apto para altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes, como tracción, torsión y flexión. Gracias a su contenido de molibdeno es insensible a la fragilidad del revenido.

TRATAMIENTO TERMICO

Forjado:	1050-850 °C
Recocido:	650-700 °C
Enfriamiento lento en el horno (248 HB máx)	
Normalizado: °C	850-880
Distensionado: °C	500
Temple:	830-860 °C
Enfriamiento al aceite, baño de sal (180- 220° C)	
Dureza obtenible: 56 HRC	54-
Revenido: °C	540-680

Tabla III.1. Propiedades del material

Diámetro	Límite de fluencia N/mm ²	Resistencia a la tracción N/mm ²	Elongación N/mm ² , min.			Reducción de área N/mm ²			Resistencia al impacto (ISO-V)J		
	min.		L	Q	T	L	Q	T	L	Q	T
≤16	1000	1200-1400	9	-	-	40	-	-	35	-	-
≤16≤40	900	1100-1300	10	-	-	45	-	-	45	-	-
≤40≤100	800	1000-1200	11	-	-	50	-	-	45	-	-
≤100≤160	700	900-1100	12	-	-	55	-	-	45	-	-
≤160≤250	600	800-950	13	-	-	55	-	-	45	-	-

L = Longitud

Q = Transversal

T = Tangencial

3.3.4. GEOMETRÍA DEL CIGÜEÑAL

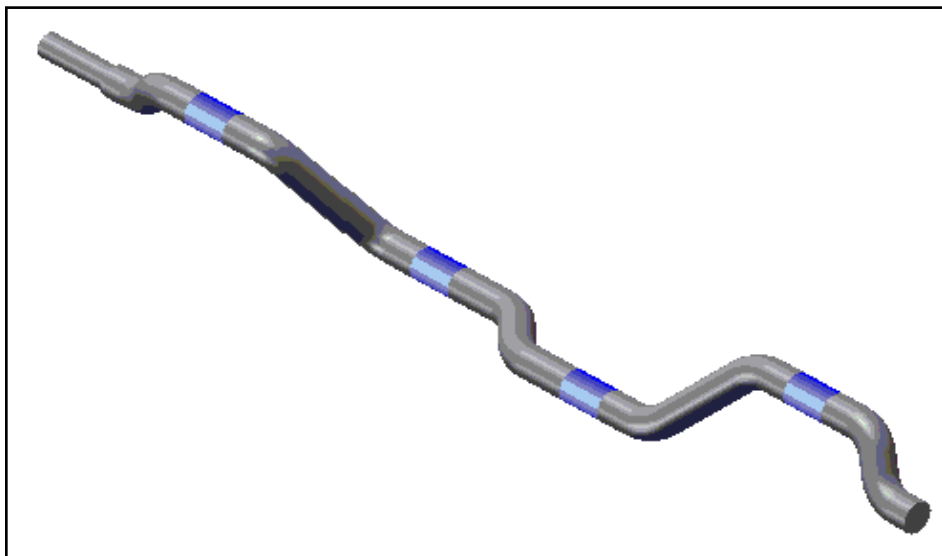


Figura 3.4.- Cigüeñal motriz

3.3.5. INFORMACIÓN DE ARCHIVO

Nombre del modelo : Cigüeñal motriz

Ubicación del modelo: C:\Documents and Settings\pc\Mis documentos\Diseño Cigüeñal Cosmos\Cigüeñal motriz. SLDPRT

Ubicación de resultados: C:\Archivos de programa\SolidWorks\COSMOS\work

Nombre de estudio: ALT-Frames-1-73-3 (-Predeterminado-)

3.3.6 MATERIALES

Nº	Nombre de pieza	Material	Masa	Volumen
1	Cigüeñal motriz	AISI 4340 DIN SK	7.18192 kg	0.000914894 m ³

3.3.7. INFORMACIÓN DE CARGAS Y RESTRICCIONES

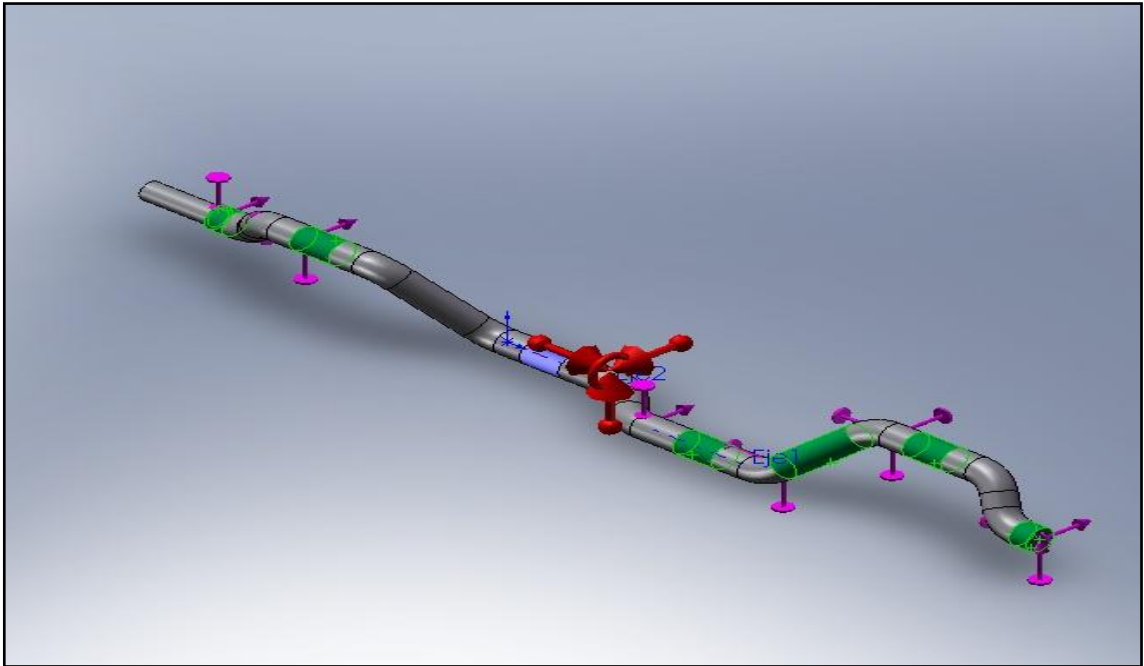


Figura 3.6.- Cargas y restricciones

Carga		
ALT-Gravity	Gravedad con respecto con la aceleración de la gravedad 18.164 m/s² a lo largo del plano Dir. 220.558 m/s² normal a plano de referencia	Carga secuencial
Descripción:		
ALT-CentriFugal	Centrífuga con respecto con la velocidad angular 21.991 rad/s	Carga secuencial
Descripción:		
ALT-RemoteLoads-4 <Cigüeñal	Carga (Transferencia directa) activar 2 Cara(s) aplicar fuerza -5.2253e-005 N momento -	Carga secuencial

motriz>	3.1855e-014 N-m a lo largo de la dirección X fuerza -334.16 N momento -1.7841e-013 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza -1743.2 N momento 3.4201e-014 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (-0.314017 m, 0.0385348 m, 0.0222481 m) Masa remota de 0 kg y momento de inercia de (0, 0, 0, 0, 0, 0) kg.m ²	
Descripción:		
ALT-RemoteLoads-8 <Cigüeñal motriz>	Carga (Transferencia directa) activar 1 Cara(s) aplicar fuerza -7.4733e-009 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección X fuerza -8226.9 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza -538.51 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (0.202633 m, 2.08167e-017 m, 0.0444961 m) Masa remota de 0 kg y momento de inercia de (0, 0, 0, 0, 0, 0) kg.m ²	Carga secuencial
Descripción:		
ALT-RemoteLoads-5 <Cigüeñal	Carga (Transferencia directa) activar 1 Cara(s) aplicar fuerza 3.2538e-011 N momento	Carga secuencial

motriz>	8.3626e-013 N-m a lo largo de la dirección X fuerza 6527.4 N momento 4.2059e-014 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza - 60.613 N momento 4.5293e-012 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (-0.187013 m, 0.0822664 m, 0.0474965 m) Masa remota de 0 kg y momento de inercia de (0, 0, 0, 0, 0, 0) kg.m ²	
Descripción:		
ALT-RemoteLoads-10 <Cigüeñal motriz>	Carga (Transferencia directa) activar 2 Cara(s) aplicar fuerza 3.4002e-008 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección X fuerza 3797 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza -1393.9 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (0.64165 m, 0.0385348 m, 0.0222481 m) Masa remota de 0 kg y momento de inercia de (0, 0, 0, 0, 0, 0) kg.m ²	Carga secuencial
Descripción:		
ALT-RemoteLoads-2 <Cigüeñal	Carga (Transferencia directa) activar 1 Cara(s) aplicar fuerza 1.4631e-009 N momento 0 N-m	Carga secuencial

motriz>	a lo largo de la dirección X fuerza 928.27 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza 215.73 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (0.444646 m, 0.0822664 m, -0.0030004 m) Masa remota de 0 kg y momento de inercia de (0, 0, 0, 0, 0, 0) kg.m ²	
Descripción:		
ALT- RemoteLoads-9 <Cigüeñal motriz>	Carga (Transferencia directa) activar 1 Cara(s) aplicar fuerza 0 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección X fuerza 0 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Y fuerza 0 N momento 0 N-m a lo largo de la dirección Z en la ubicación (0.358275 m, 0.0123742 m, 0.0373519 m)	Carga secuencial
Descripción:		

3.3.8. PROPIEDAD DEL ESTUDIO

Información de malla	
Tipo de malla:	Malla con elementos sólidos tetraédricos
Mallado utilizado:	Estándar
Transición automática:	Desactivar
Superficie suave:	Activar
Verificación jacobina:	4 Points
Tamaño de elementos:	9.7101 mm
Tolerancia:	0.48551 mm
Calidad:	Alta
Número de elementos:	7451
Número de nodos:	12760
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:04
Nombre de computadora:	PERSONAL-808844

Información del solver	
Calidad:	Alta
Tipo de solver:	Solver tipo FFEPlus

Opción:	Incluir efectos térmicos
Opción térmica:	Introducir temperatura
Opción térmica:	Temperatura de referencia a deformación unitaria cero: 298 Kelvin

3.3.9. CONTACTO

Estado de contacto: Caras en contacto - Unido

3.3.10 RESULTADOS

Predeterminado Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2.05797 N/mm ² (MPa) Nodo: 9731	(- 380.017 mm, 26.0348 mm, 22.2481 mm)	259.162 N/mm ² (MPa) Nodo: 821	(252.633 mm, 16 mm, 44.4961 mm)
Desplazamientos 1	URES: Desplazamientos resultantes	0.265221 mm	(- 106.832 mm,	2.90276 mm	(641.65 mm, 34.3937

		Nodo: 11242	66.9698 mm, 54.6651 mm)	Nodo: 8817	mm, 6.79325 mm)
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	7.38466e -006 Elemento : 7279	(- 273.485 mm, 45.4354 mm, 11.4047 mm)	0.00088892 4 Elemento: 6253	(247.247 mm, -13.6335 mm, 46.3715 mm)

Cigueñal motriz-ALT-Frames-1-73-3-Tensiones-Tensiones1

JPEG

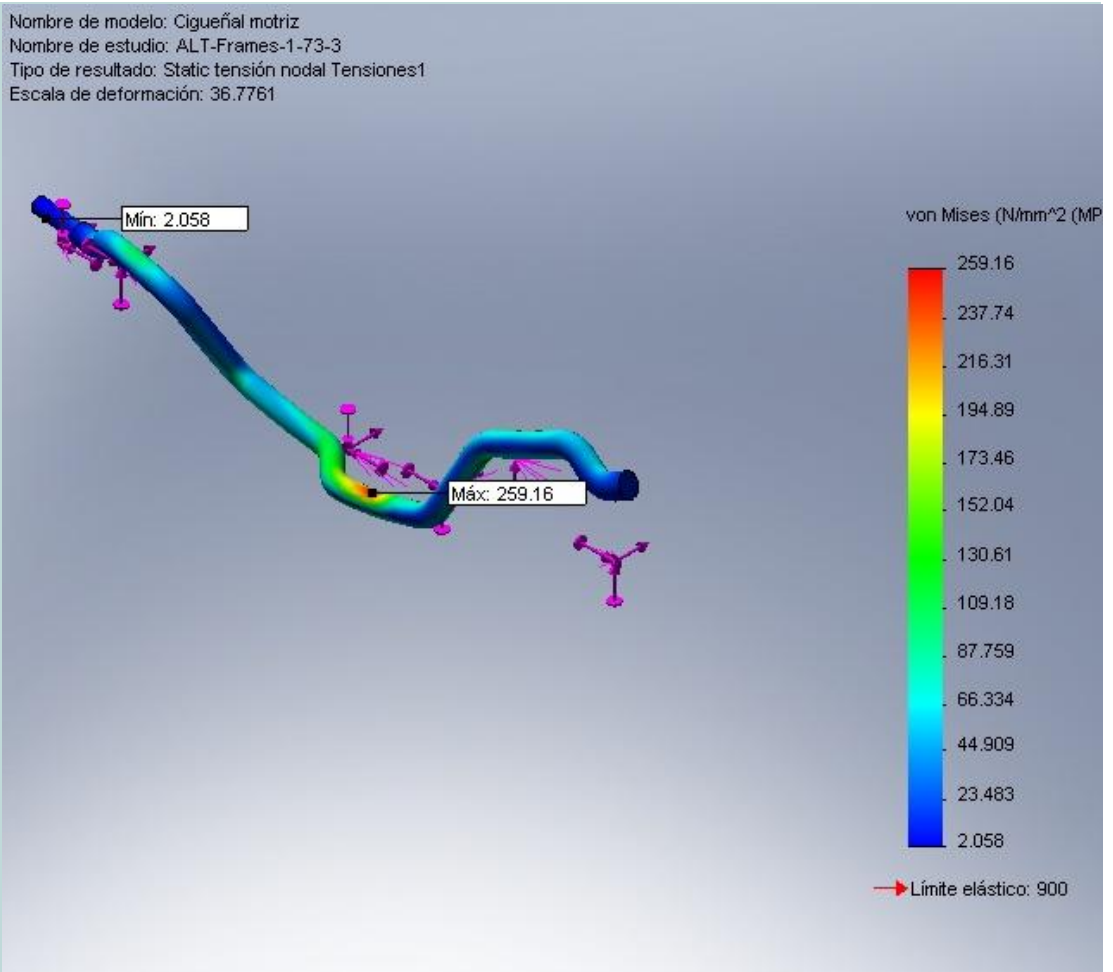


Figura3.7.- Tensiones de Von Misses

Cigueñal motriz-ALT-Frames-1-73-3-Desplazamientos-Desplazamientos1

JPEG

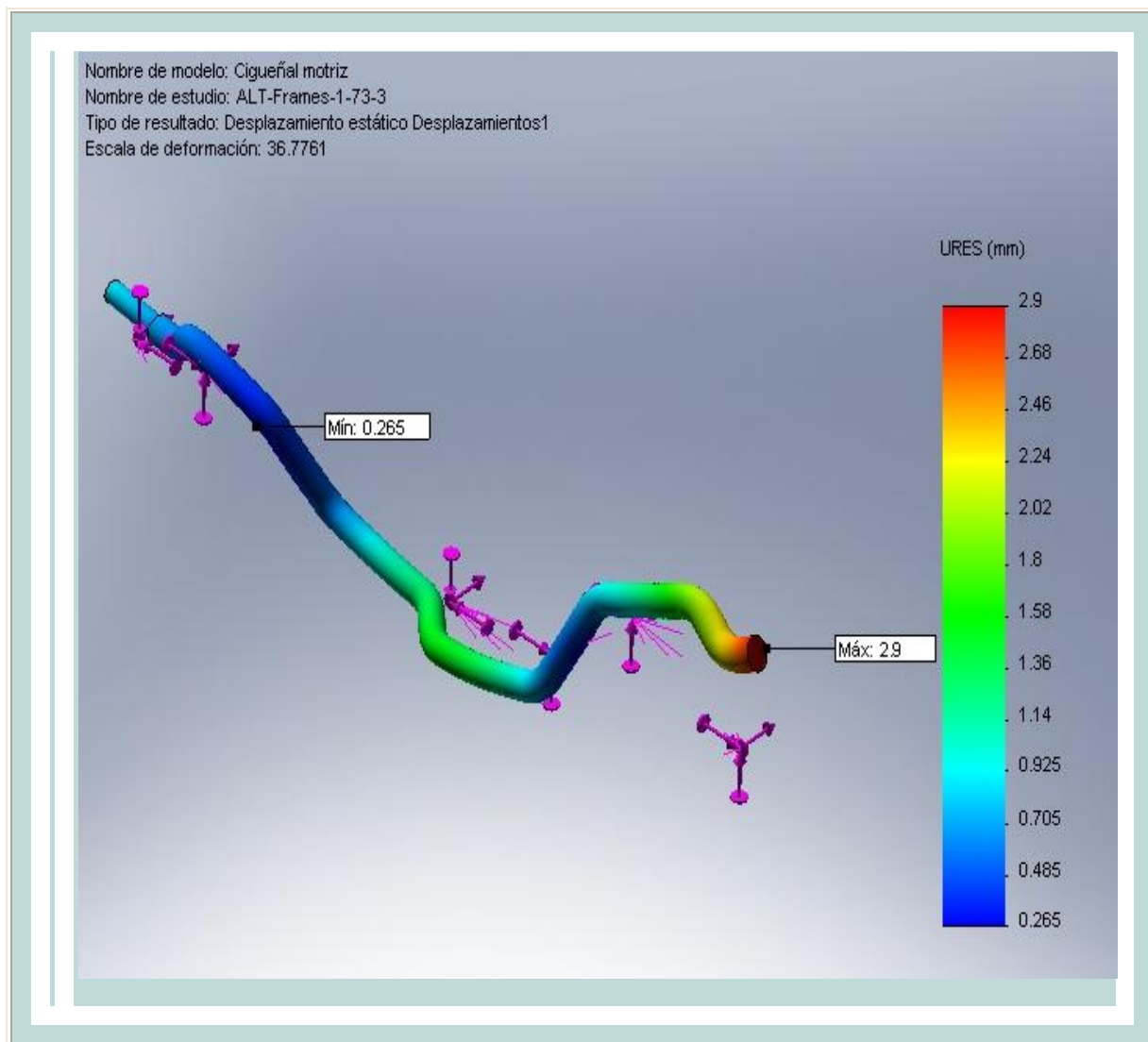


Figura 3.8.- Desplazamiento estático

Cigueñal motriz-ALT-Frames-1-73-3-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

JPEG

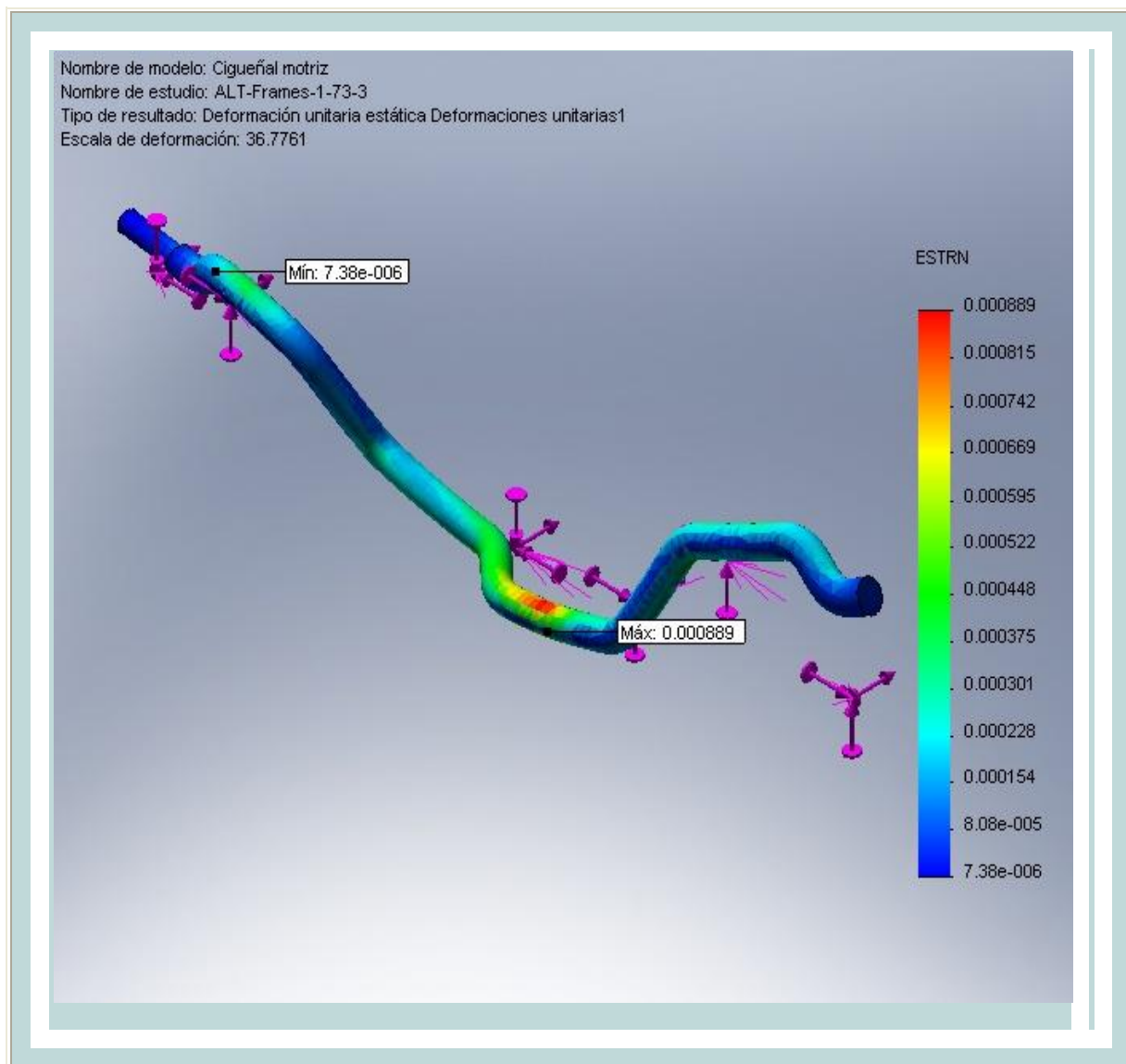


Figura 3.9.- Deformaciones unitarias

Cigueñal motriz-ALT-Frames-1-73-3-Resultados del escenario de diseño-Gráfica1

JPEG

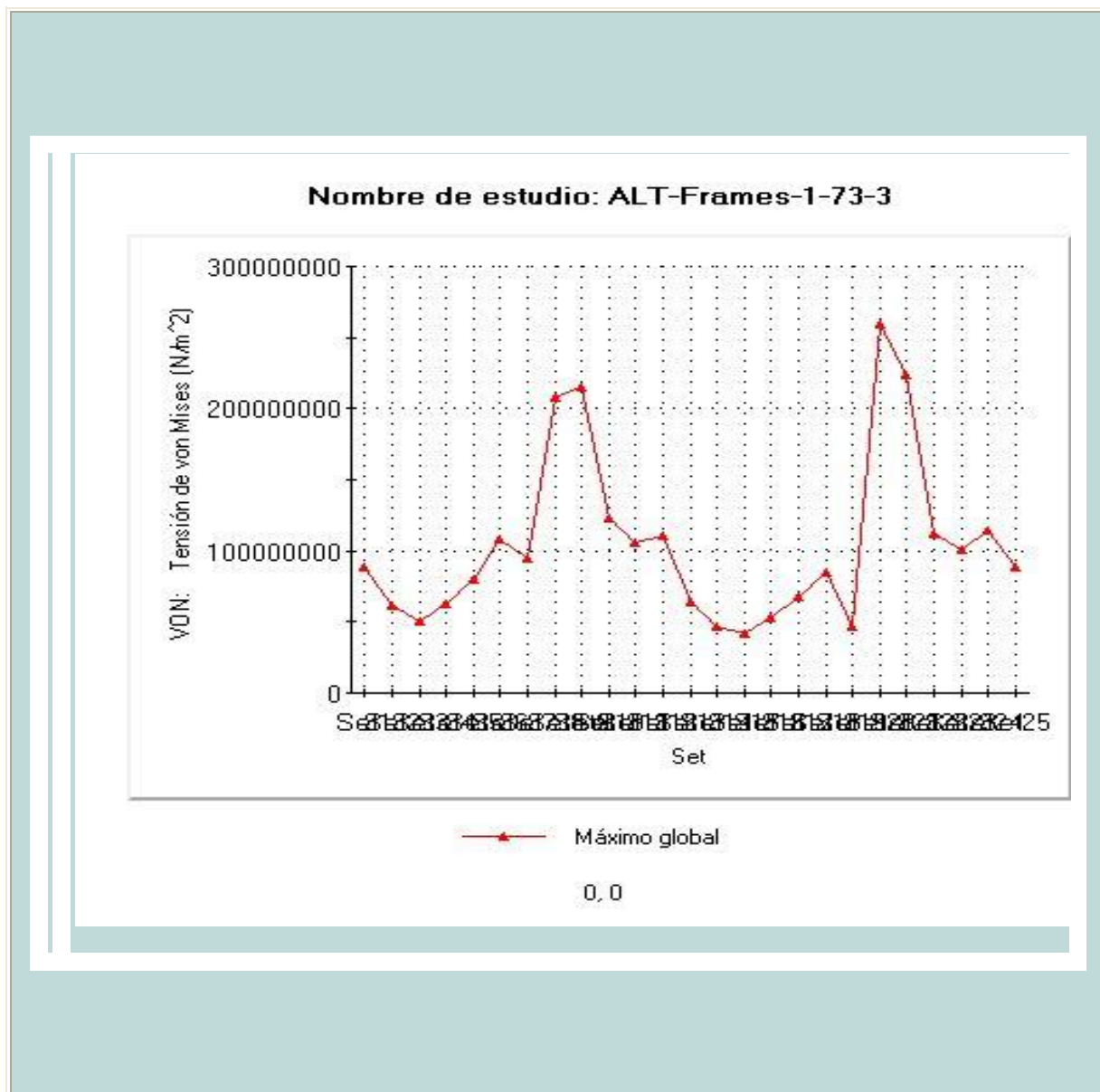


Figura 3.10.- Escenario de diseño

Cigüeñal motriz-ALT-Frames-1-73-3-Verificación de diseño-Verificación de diseño1

JPEG

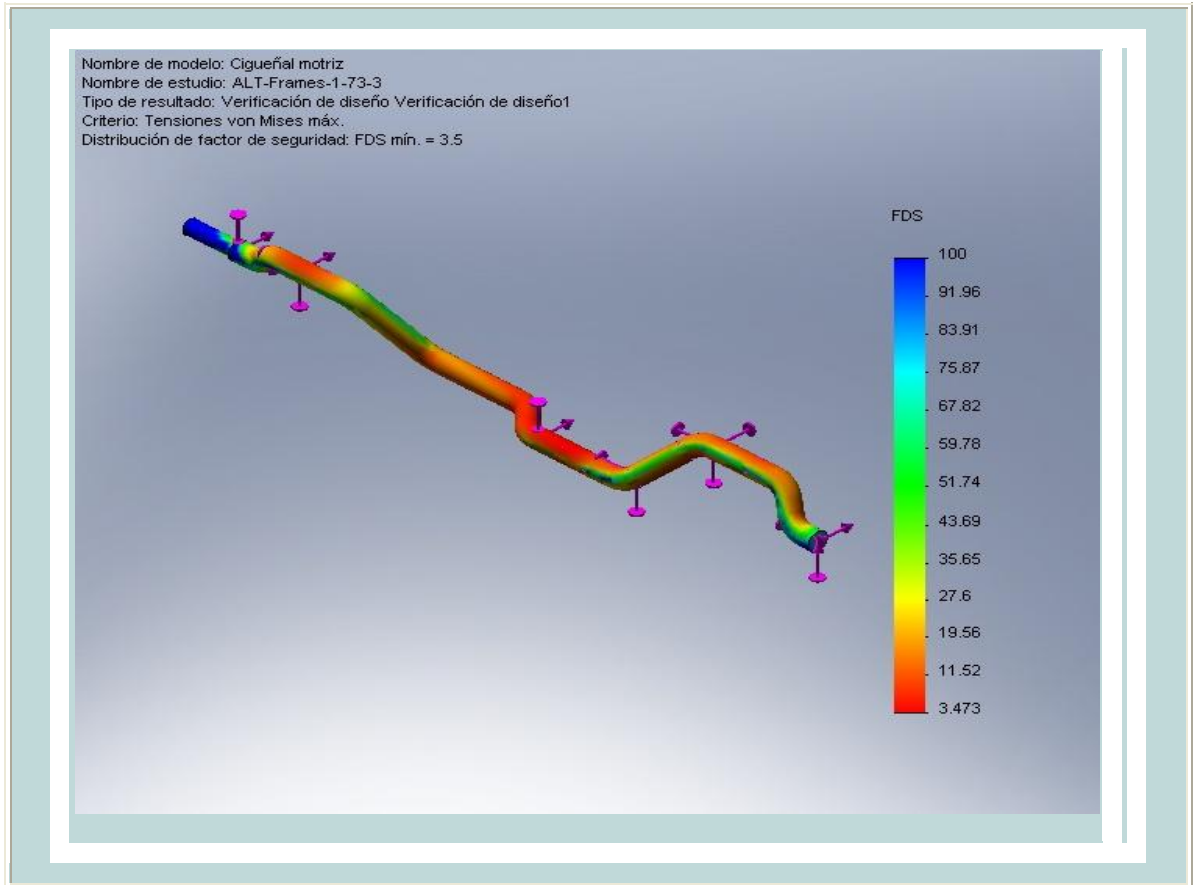


Figura 3.11.- Verificación de diseño

3.3.11 APÉNDICE

Nombre de material: AISI 4340 DIN SK

Descripción:

Origen del material: Introducir

Tipo de modelo del material: Isotrópico elástico lineal

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2.05e+011	N/m ²	Constante

Coeficiente de Poisson	0.29	NA	Constante
Módulo cortante	8e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	1.11e+009	N/m ²	Constante
Límite elástico	9e+008	N/m ²	Constante
Coeficiente de dilatación térmica	1.23e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	44.5	W/(m.K)	Constante
Calor específico	475	J/(kg.K)	Constante

3.3.12. CONCLUSIONES DEL INFORME

- Los nodos donde están montados los sacapajas son los que soportan los esfuerzos máximos.
- El factor de seguridad mínimo es de 3.5
- Los resultados obtenidos del software están dentro de los parámetros de diseño.
- El factor de seguridad nos da una confianza de resistencia del material, los mismos que permiten el paso a la construcción del cigüeñal con la posibilidad de reducir al mínimo las desviaciones, como excentricidades de carga.

3.4. SELECCIÓN DE COJINETES

Cojinetes para los cigüeñales Según ec (2-47)

$$P = VXR + YT$$

Datos:

R=510lb asumido

T=310lb carga de los sacapajas

n=210rpm

D del eje=1,25pulg

V=1

X=0,

Suponiendo Y=1,5

$$P = (0,56)(510) + (1,5)(308) = 747,6lb$$

$$fN = 0,5$$

$$fL = 3$$

Anexo 13

$$C = \frac{747,6 \times 3}{0,5} = 4485,6lb$$

C_o=5800

$$\frac{T}{c_o} = \frac{308}{0,55} = 5072,04lb$$

e = .30 Aproximadamente

$$\frac{T}{R} = \frac{308}{3150} = 0,053$$

$$\frac{T}{R} > e$$

Y=1.97

$$P = (0,56)(510) + (1,97)(308) = 892,36$$

$$c = \frac{892,36 \times 3}{0,5} = 5354lb$$

El cojinete número SY30TF cumple con las exigencias de trabajo

Anexo17

Cálculo de chumaceras en las puntas de ejes con la herramienta toolbox de solidWorks

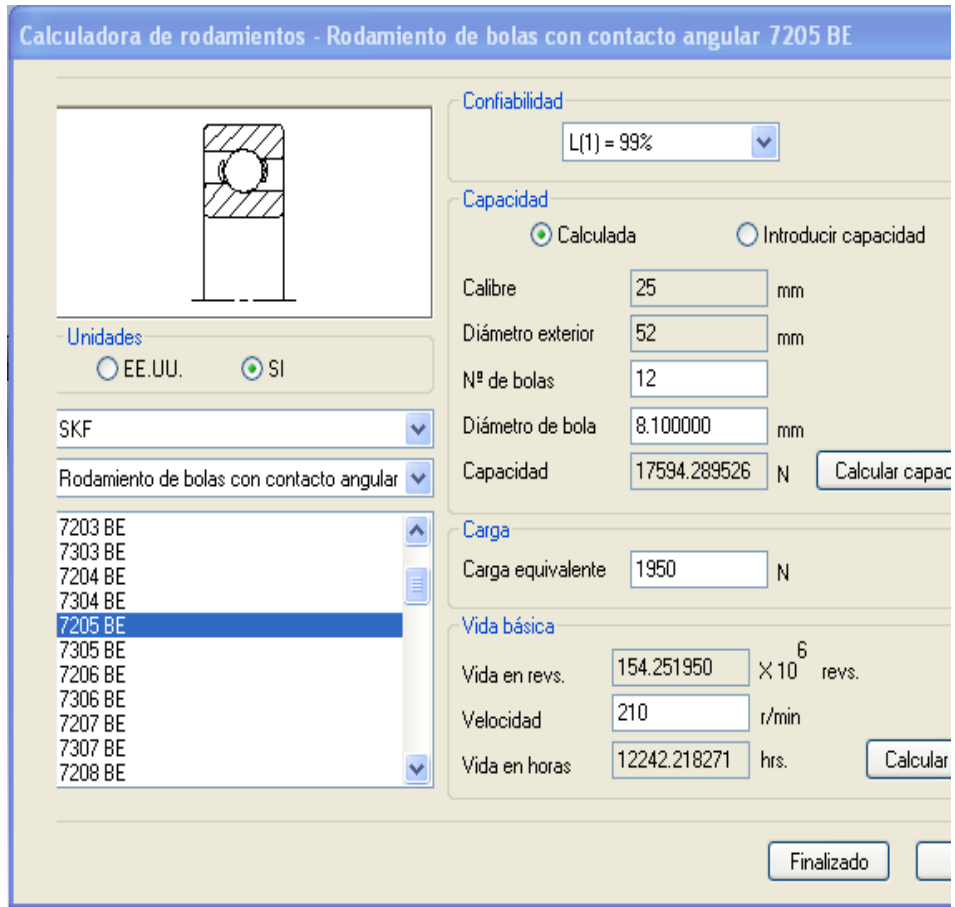


Figura 3.12.- Calculadora de rodamientos

La chumacera FY25TF satisface las necesidades de diseño

Anexo 18

3.5. DISEÑO DE CUÑAS

3.13.1 Calculo de cuña entre el eje y patea

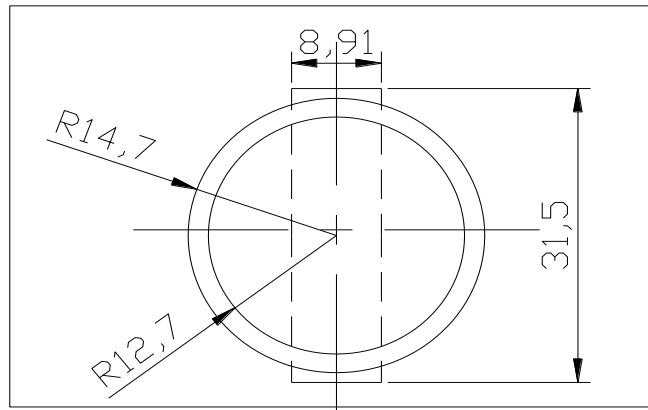


Figura 3.13.- Ensamblaje de una cuña cuadrada

Datos:

$$r = 0.5\text{pulg}$$

$$n=210\text{RPM}$$

$$W=5/16\text{pulg}$$

$$15$$

$$N= 8$$

Material AISI 1020

$$SY = 51\text{Kpsi}$$

Por intermedio de la ecuación (2-22)

$$T = \frac{63000 \times 2.39\text{hp}}{210\text{RPM}} = 717\text{lb.pulg}$$

Anexo

Anexo 16

A partir de la ecuación (2-41)

$$F = \frac{T}{r}$$

$$F = \frac{717}{0.5} = 1434\text{lb}$$

Mediante la ecuación (2-42) se obtiene

$$S_{sy} = 0.577 S_y$$

$$S_{sy} = 0.577 \times 51 = 29.427 \text{Kpsi}$$

A lo largo del área hl creara un esfuerzo de $\tau = F/wl$ sustituyendo τ por la resistencia dividida entre el factor de seguridad, se obtiene la longitud

$$\frac{S_{sy}}{N} = \frac{F}{wl}$$

$$\frac{29427}{8} = \frac{1434}{0.325l}$$

$$l = 1.24\text{Pulg}$$

CAPITULO IV

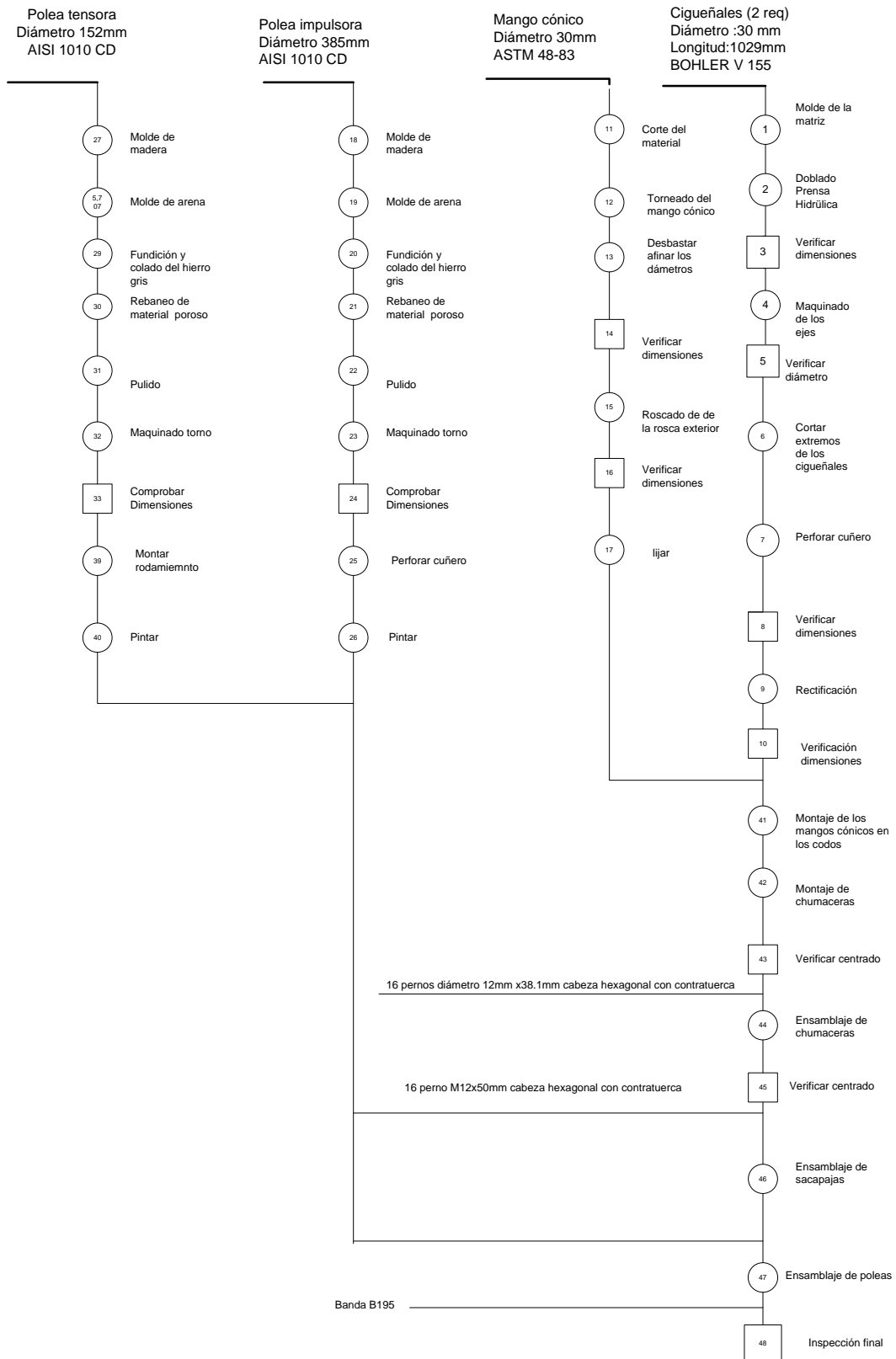
4. COSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ELEMENTOS MECANICOS

4.1 DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

El esquema de proceso de la operación muestra la serie cronológica de todas las operaciones, inspecciones, Holguras y materiales que se usan en el proceso de manufactura.

Desde la llegada de la materia prima Hasta el presencia del producto terminado.
El esquema describe la entrada de todos los componentes y sub. Ensamblés al
ensamble principal

Diagrama de operaciones de proceso



4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

El esquema de flujo proceso contiene mucho mas detalles de la operaciones de procesos que se emplea en elementos de ensamble completo, es un sistema que permite el ahorro en la manufactura y en trabajos específicos.

El diagrama de flujo proceso es ventajoso en el registro de costos ocultos no productivos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales, con lo cual se puede tomar medidas que disminuyan los costos e incrementen la productividad.

CAPITULO V

5.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1. Asegurarse que el mecanismo de Transporte y separación de desechos este adecuadamente montado.
2. Verificar la distancia de los saca pajas los mismos que deben tener una separación uniforme para poder moverse libre y alternativamente.
3. Inspeccionar que los rodamientos mantengan la fijeza en las cuñas.
4. Comprobar la alineación de los rodamientos con los centros de los muñones de los dos cigüeñales.
5. Encender el motor
6. Accionar la palanca de acoplamiento del sistema con el movimiento radial que sale del motriz del motor
7. Mantener en neutro la transmisión del motor
8. Observar el movimiento alternativo de los cigüeñales y saca pajas, estos no deben rozar porque destruirían al sistema.
9. Desacoplar la palanca de accionamiento y apagar el motor.
10. Verificar los ajustes de las chumaceras con los sacapajas y las bridas con los rodamientos en los extremos del cigüeñal con el chasis.
11. Verificar los ajustes de las poleas que no tengan juego excesivo.
12. Encender el motor y accionar el sistema.
13. Prestar atención al movimiento de los cigüeñales y sacapajas.
14. Apagar el motor y dejar listo para operaciones de trabajo.

5.3 NORMAS DE SEGURIDAD

Para empezar a realizar cualquier actividad de trabajo en la máquina tenga presente las siguientes consideraciones:

- Cuando esté operando la maquina mantener alejadas las manos, pies ropa de las piezas en movimiento.
- La cosechadora debe ser manejada por una persona calificada en el área.
- Para los trabajos de mantenimiento la unidad debe conservarse completamente detenida.
- La operación y mantenimiento de la cosechadora se debe utilizar equipo de protección como guantes, gafas, orejeras, overol y mascarilla.
- El desmontaje de los sacapajas se requiere de por lo menos de una persona que ayude para evitar accidentes.
- Los asistentes en el trabajo de trilla deben recibir una charla previa de las normas de seguridad para evitar accidentes.

5.4 CONCLUSIONES

- ❖ El Sistema transportador y separador de desechos demuestra que es factible el aporte a la agroindustria mediante el diseño y construcción de elementos mecánicos.
- ❖ Con el proyecto se ha demostrado que es posible aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación, a través de los cuales se ha contribuido en la construcción mecánica.
- ❖ A través de la aplicación del software se obtiene resultados confiables del diseño.
- ❖ El diseño y construcción de piezas mecánicas ha permitido dejar matrices para la producción en serie de las mismas para otras maquinas de características similares que se encuentran averiadas dentro del país.
- ❖ El sistema proporciona gran confiabilidad y seguridad en las operaciones de trabajo.

- ❖ La reconstrucción del sistema de transporte y separación de la máquina cosechadora de cereales optimiza la producción y reduce el tiempo y mano de obra
- ❖ La rehabilitación de la máquina cosechadora fortalecerá el desarrollo y producción agrícola en el centro del país

5.5 RECOMENDACIONES

- ❖ Después de cada jornada de trabajo hacer funcionar todo el mecanismo por algún tiempo, que se evacue todo el resto del material existente dentro de los sacapajas.
- ❖ Cuando la máquina cosechadora permanezca por un tiempo prolongado sin actividad hay que protegerle bajo techo para evitar la corrosión de las piezas.
- ❖ Cuando esta mojada la paja de los cereales no realizar la cosecha, se produce acumulación de material en los sacapajas los mismos que producen graves daños en el sistema
- ❖ Para realizar el mantenimiento se debe contar con personal calificado.
- ❖ Se debe utilizar herramientas específicas para cada parte de desmontaje.
- ❖ Es importante que el operador de la máquina detecte el ruidos anormales en el funcionamiento del sistema transportador y separador de desechos.

BIBLIOGRAFÍA

- BOHLER, Manual de Aceros Especiales, 2006
- Massey Ferguson, Manual de mantenimiento, MF17/19
- J. a, Tajadura, Autocad avanzado 2002
- Mott, R: Diseño de Elementos de Máquinas; 2^{da} ED., Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México, 1995
- Mott, R: Resistencia de Materiales Aplicada; 3^{ra} ED., Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México, 1996
- Shigley, J: Diseño en Ingeniería Mecánica; 6^{ta} ED., McGraw-Hill, México
- Timoshenko, S: Mecánica de materiales; 2^{da} ED., Grupo Editorial Ibero América, México, 1984
- Bernard J, Hamrock, J Acobson, Schmid: Elementos de Máquinas; 2^{da} ED., McGraw Hill, México
- Spotts, Shoup: Elementos de Máquinas; 7^{ma} ED., Prentice Hall
- Nivel Benjamín: Ingeniería Industrial; 10^{ma} ED., Grupo editor Alfa omega
- Bartsch: Alrededor del Torno; ED., Reverte S.A.
- Gerling H: Alrededor de las Maquinas y herramientas; 3^{ra} ED., Editorial Reverte
- <http://www.Bernardin.com>

ANEXOS

ANEXO 1.- FACTORES DE SERVICIO PARA BANDAS EN V

	TIPOS IMPULSORES					
	Motores de CA: torque normal. Motores de CD: bobinado en derivación Motores de cilindros múltiples Motores de CA: torque alto.			Motores de CD: bobinado en serie Bobinado compuesto Motores de 4 o menos cilindros.		
Tipo de maquina que es impulsada	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, ventiladores, ventiladores con tolva , bombas centrifugas transportadores, ligeras	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, herramientas para maquinas, mezcladoras, transportadores, grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de baldes o recipientes, maquinas textiles, molinos de martillo, transportadores, pesadas.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradora, molinos de bola, malacates, extruidoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Cualquier maquina que puede ahogarse	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

ANEXO 2.- FACTOR DE SERVICIOS SUGERIDOS KS PARA TRANSMISIONES DE BANDA EN V

	Fuente de potencia	
Maquinaria impulsada	Características de par	Par de torsión alto
	de torsión normal	o no uniforme
Uniforme	1,0 a 1,2	1,1 a 1,3
Impacto ligero	1,1 a 1,3	1,2 a 1,4
Impacto medio	1,2 a 1,4	1,4 a 1,6

ANEXO 3.- DIMENSIONES DE CONVERSIÓN DE LONGITUD PARA OBTENER LA LONGITUD DE PASO EN PULGADAS

Sección de la banda	A	B	C	D	E
Cantidad a sumar	1.3	1.8	2.9	3.3	4.5

ANEXO 4.- CIRCUNFERENCIAS INTERIORES DE BANDAS EN V

Sección	circunferencia, pulgadas
A	26, 31, 33, 35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 80, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128
B	35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 71, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 90, 93, 97, 100, 103, 105, 112, 120, 128, 131, 136, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300
C	51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128, 136, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420
D	120, 128, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660
E	180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660

**ANEXO 5.- FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE CONTACTO K_1
PARA TRANSMISIONES DE BANDA PLANA VV* Y EN V**

D-d C	θ ,grados	K_1	
		VV	Plana en V
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79
0.40	156.9	0.94	0.80
0.50	151.0	0.93	0.81
0.60	145.1	0.91	0.83
0.70	139.0	0.91	0.84
0.80	132.8	0.91	0.85
0.90	126.5	0.85	0.85
1.00	120.0	0.82	0.82
1.10	113.3	0.80	0.80
1.20	106.3	0.77	0.77
1.30	98.9	0.73	0.73
1.40	91.1	0.70	0.70
1.50	82.8	0.65	0.65

ANEXO 6.- FACTOR DE CORRECCIÓN DE LONGITUD DE BANDA K_2^*

Factor	Longitud nominal de la banda, pulg				
De longitud	Bandas A	Bandas B	Bandas C	Bandas D	Bandas E

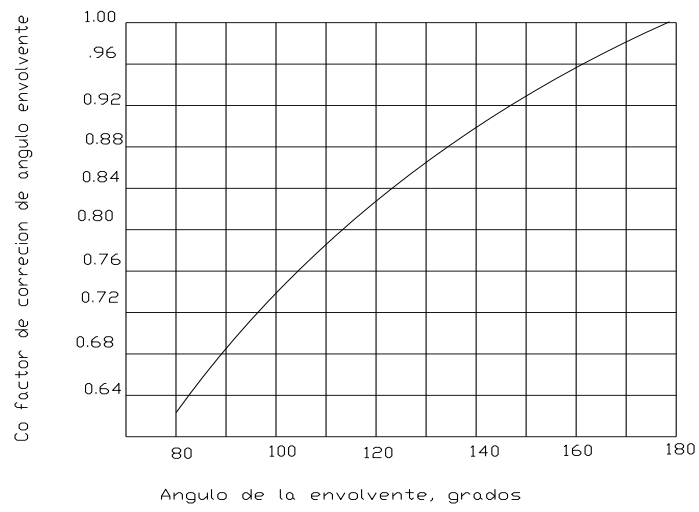
0.85	Hasta 35	hasta 46	Hasta 75	Hasta 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Hasta 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 y mayor	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 y mayor	330 y mayor	540 y mayor	660

Multiplique la potencia nominal de banda por este factor para obtener la potencia coregida

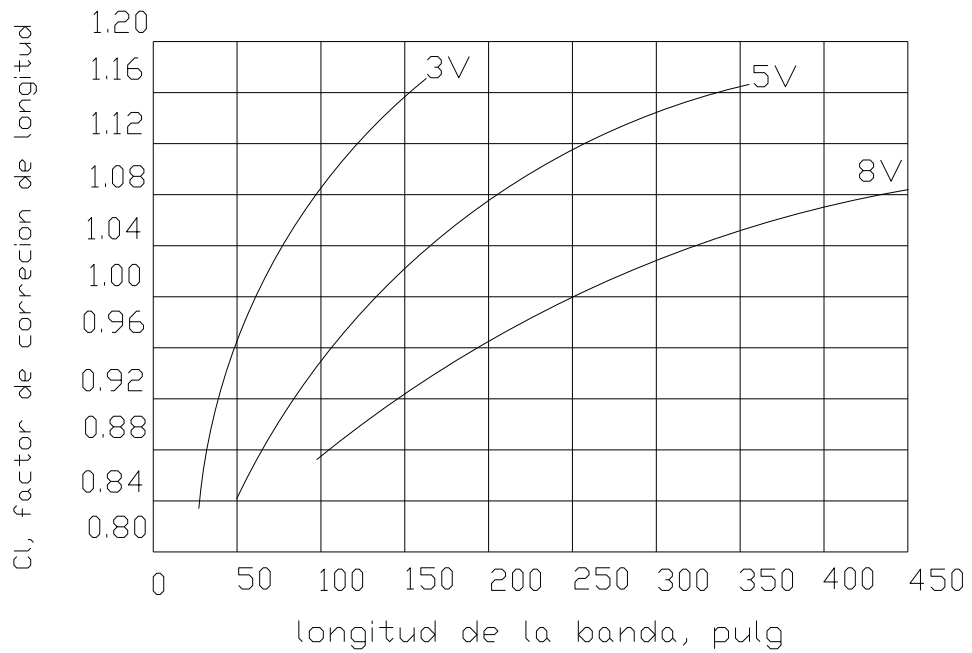
ANEXO 7.- POTENCIAS NOMINALES DE BANDAS EN V ESTÁNDAR

Sección de banda	Diámetro de paso de polea, pulg	Velocidad de la banda, ft/min				
		1000	2000	3000	4000	5000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
B	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
	6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48
7.0 y mayor	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90	
C	6.0	1.84	2.66	2.72	1.87	
	7.0	2.48	3.94	4.64	4.44	3.12
	8.0	2.96	4.90	6.09	6.36	5.52
	9.0	3.34	5.65	7.21	7.86	7.39
	10.0	3.64	6.25	8.11	9.06	8.89
	11.0	3.88	6.74	8.84	10.0	10.1
	12.0 y mayor	4.09	7.15	9.46	10.9	11.1
D	10.0	4.14	6.13	6.55	5.09	1.35
	11.0	5.00	7.83	9.11	8.50	5.62
	12.0	5.71	9.26	11.2	11.4	9.18
	13.0	6.31	10.5	13.0	13.8	12.2
	14.0	6.82	11.5	14.6	15.8	14.8
	15.0	7.27	12.4	15.9	17.6	17.0
	16.0	7.66	13.2	17.1	19.2	19.0
17.0 y mayor	8.01	13.9	18.1	20.6	20.7	
E	16.0	8.68	14.0	17.5	18.1	15.3
	18.0	9.92	16.7	21.2	23.0	21.5
	20.0	10.9	18.7	24.2	26.9	26.4
	22.0	11.7	20.3	26.6	30.2	30.5
	24.0	12.4	21.6	28.6	32.9	33.8
	26.0	13.0	22.8	30.3	35.1	36.7

ANEXO 8.- FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE LA ENVOLVENTE



ANEXO 9.- FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LONGITUD DE LA BANDA



ANEXO 10.- FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE CONTACTO DE K_B Y K_C PARA TRANSMISIONES DE BANDA EN PLANA VV^* Y EN V

Sección de banda	K_b	K_c
A	220	0.561
B	576	0.965
C	1600	1.716
D	5680	3.498
E	10850	5.041
3V	230	0.425
5V	1098	1.217
8V	4830	3.288

ANEXO 11.- FACTOR DE CORRECCIÓN DE LONGITUD DE BANDA K_2^*

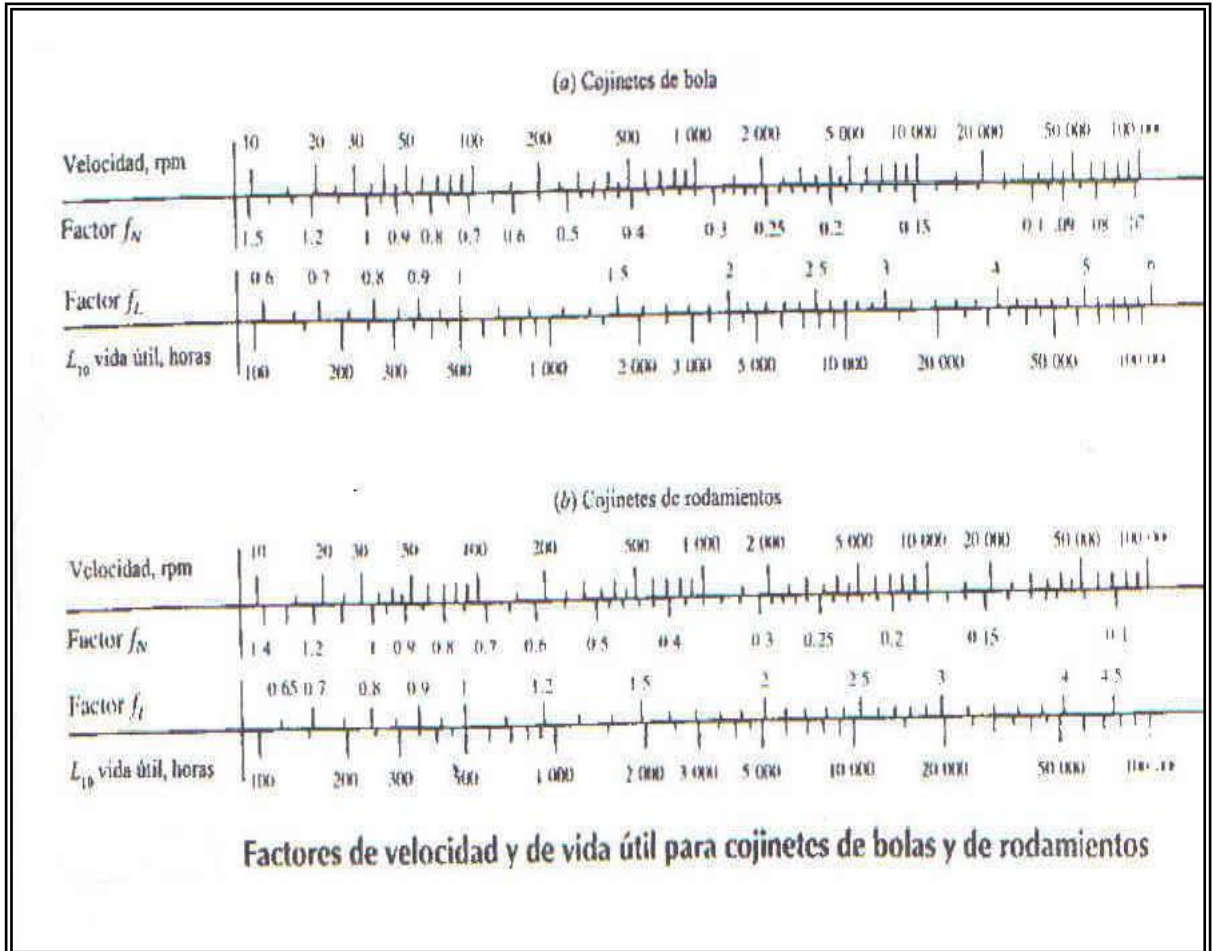
Sección de banda	10^8 a 10^9 picos de fuerza		10^9 a 10^{10} picos de fuerza		Diámetro mínimo
	K	b	k	b	De polea, pulg
A	674	11.089			3.0
B	1193	10.926			5.0
C	2038	11.173			8.5
D	4208	11.105			13.0
E	6061	11.100			21.6
3V	728	12.464	1062	10.153	2.65
5V	1654	12.593	2394	10.283	7.1
8V	3638	12.629	5253	10.319	12.5

Multiplique la potencia nominal de banda por este factor para obtener la potencia corregida

ANEXO 12.- DESVIACIÓN PARA ASEGURAR LA TENSIÓN INICIAL

Distancia entre centros c/mm	Desviación f/mm
menos de 500	20
500-1000	30
1000-1500	50

ANEXO 13.- FACTORES DE VELOCIDAD Y DE VIDA ÚTIL PARA COJINETES DE BOLA Y DE RODAMIENTO



ANEXO 14.- DATOS PARA SELECCIÓN DE COJINETES BOLA, DE HILERA ÚNICA, RANURA PROFUNDA

<i>Serie 6200</i>												
Número de cojinete	<i>Dimensiones nominales de los cojinetes</i>							<i>Diámetro de hombro que se prefiere</i>		Peso del cojinete <i>lb</i>	<i>Especif. básica en cuanto a carga estática lb</i>	<i>Especif. básica en cuanto a carga dinámica lb</i>
	<i>d</i>		<i>D</i>		<i>B</i>		<i>r*</i>	<i>Flecha</i>	<i>Carcasa</i>			
	<i>mm</i>	<i>pulg</i>	<i>mm</i>	<i>pulg</i>	<i>mm</i>	<i>pulg</i>	<i>pulg</i>	<i>pulg</i>	<i>pulg</i>			
6226	130	5.118 1	230	9.055 1	40	1.574 8	0.098	5.669	8.504	12.7	29 100	28 700
6228	140	5.511 8	250	9.842 5	42	1.653 5	0.098	6.063	9.291	19.6	29 300	28 700
6230	150	5.905 5	270	10.629 9	45	1.771 7	0.098	6.457	10.079	25.3	32 500	30 000
6232	160	6.299 2	290	11.417 3	48	1.889 8	0.098	6.850	10.886	32.0	35 500	32 000
6234	170	6.692 9	310	12.204 7	52	2.047 2	0.118	7.362	11.535	38.5	43 000	36 500
6236	180	7.086 6	320	12.598 4	52	2.047 2	0.118	7.758	11.929	41.0	46 500	39 000
6238	190	7.480 3	340	13.385 8	55	2.165 4	0.118	8.150	12.717	50.5	54 500	44 000
6240	200	7.874 0	360	14.173 2	58	2.283 5	0.118	8.543	13.504	61.5	60 000	46 500
<i>Serie 6300</i>												
6300	10	0.393 7	35	1.378 0	11	0.433 1	0.024	0.563	1.181	0.12	805	1 400
6301	12	0.472 4	37	1.456 7	12	0.472 4	0.039	0.656	1.220	0.13	990	1 680
6302	15	0.590 6	42	1.653 5	13	0.511 8	0.039	0.781	1.417	0.18	1 200	1 980
6303	17	0.669 3	47	1.850 4	14	0.551 2	0.039	0.875	1.614	0.25	1 460	2 360
6304	20	0.787 4	52	2.047 2	15	0.590 6	0.039	1.016	1.772	0.32	1 730	2 760
6305	25	0.984 3	62	2.440 9	17	0.669 3	0.039	1.220	2.165	0.52	2 370	3 550
6306	30	1.181 1	72	2.834 6	19	0.748 0	0.039	1.469	2.559	0.76	3 150	4 600
6307	35	1.378 0	80	3.149 6	21	0.826 8	0.059	1.688	2.795	1.01	4 050	5 800
6308	40	1.574 8	90	3.543 3	23	0.905 5	0.059	1.929	3.189	1.40	5 050	7 050
6309	45	1.771 7	100	3.937 0	25	0.984 3	0.059	2.126	3.583	1.84	6 800	9 150
6310	50	1.968 5	110	4.330 7	27	1.063 0	0.079	2.362	3.937	2.42	8 100	10 700
6311	55	2.165 4	120	4.724 4	29	1.141 7	0.079	2.559	4.331	2.98	9 450	12 300
6312	60	2.362 2	130	5.118 1	31	1.220 5	0.079	2.835	4.646	3.75	11 000	14 100
6313	65	2.559 1	140	5.511 8	33	1.299 2	0.079	3.031	5.039	4.63	12 600	16 000
6314	70	2.755 9	150	5.905 5	35	1.378 0	0.079	3.228	5.433	5.51	14 400	18 000
6315	75	2.952 8	160	6.299 2	37	1.456 7	0.079	3.425	5.827	6.61	16 300	19 600

Fuente :Hoover –NSK Bearing Company, Ann Arbor, Mich.

ANEXO 15.- TAMAÑO DE CUÑA CONTRA TAMAÑO DE FLECHA

Diámetro nominal de la flecha		Tamaño nominal de la cuña		
Mas de	Hasta (incluso)	Espesor, W	Altura H	
			Cuadrada	rectangular
$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	
$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$
$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{16}$
$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
$3\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{8}$
$3\frac{3}{4}$	$4\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{3}{4}$
$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{7}{8}$
$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	1
$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$
$7\frac{1}{2}$	9	2	2	$1\frac{1}{2}$
9	11	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$
11	13	3	3	2
13	15	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$
15	18	4		3
18	22	5		$3\frac{1}{2}$
22	26	6		4
26	30	7		5

Nota: se recomienda los valores que no aparecen en las áreas sombreadas

ANEXO 16.- RESISTENCIAS MÍNIMAS DETERMINADAS A LA TENSIÓN Y A LA CADENCIA ASTM PARA ALGUNOS ACEROS LAMINADOS EN CALIENTE (HR) Y ESTIRADOS EN FRÍO (CD).

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS núm.	Núm. SAE y/o AISI	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la cedencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300(43)	170(24)	30	55	86
		CD	330(48)	280(41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320(47)	180(26)	28	50	95
		CD	370(53)	300(44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340(50)	190(27.5)	28	50	101
		CD	390(56)	320(47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400(58)	220(32)	25	50	116
		CD	440(64)	370(54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380(55)	210(30)	25	50	111
		CD	470(68)	390(57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470(68)	260(37.5)	20	42	137
		CD	520(76)	440(64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500(72)	270(39.5)	18	40	143
		CD	550(80)	460(67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520(76)	290(42)	18	40	149
		CD	590(85)	490(71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570(82)	310(45)	16	40	163
		CD	630(91)	530(77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620(90)	340(49.5)	15	35	179
		CD	690(100)	580(84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680(98)	370(54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770(112)	420(61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830(120)	460(66)	10	25	248

ANEXO 17.- CHUMACERAS MILIMÉTRICAS BASE

Diametro del eje (d)		Capacidad		Régimen de Velocidad*	Intercambios Dimensionales		
mm	in	Dinámica C (N)	Estática C _o (N)		Rollway	SKF	INA
20		11 600	6 400	6 500	RPS 20	SY 20 TF	RASEY 20
25		12 500	7 300	5 500	RPS 25	SY 25 TF	RASEY 25
	1	12 500	7 300	5 500	RPS 1.	SY 1. TF	RASEY 1
30		19 500	11 400	4 500	RPS 30	SY 30 TF	RASEY 30
	1 1/4	25 700	15 500	4 000	RPS 1.1/4	SY 1.1/4 TF	RASEY 1-1/4
35		25 700	15 500	4 000	RPS 35	SY 35 TF	RASEY 35
	1 1/2	32 600	19 900	3 500	RPS 1.1/2	SY 1.1/2 TF	RASEY 1-1/2
40		32 600	19 900	3 500	RPS 40	SY 40 TF	RASEY 40
	1 3/4	35 100	22 900	3 000	RPS 1.3/4	SY 1.3/4 TF	RASEY 1-3/4
45		35 100	22 900	3 000	RPS 45	SY 45 TF	RASEY 45
50		35 100	23 200	3 000	RPS 50	SY 50 TF	RASEY 50
	2	43 400	29 400	2 500	RPS 2.	SY 2. TF	RASEY 2
55		43 400	29 400	2 500	RPS 55	SY 55 TF	RASEY 55
60		52 400	36 300	2 500	RPS 60	SY 60 TF	RASEY 60

ANEXO 18.- CHUMACERAS CUADRADAS CON CUATRO TORNILLOS

Diametro del eje (d)		Capacidad		Régimen de Velocidad*	Intercambios Dimensionales		
mm	in	Dinámica C (N)	Estática C _o (N)		Rollway	SKF	INA
20		11 600	6 400	6 500	RFS 20	FY 20 TF	RCJY 20
25		12 500	7 300	5 500	RFS 25	FY 25 TF	RCJY 25
	1	12 500	7 300	5 500	RFS 1.	FY 1. TF	RCJY 1
30		19 500	11 400	4 500	RFS 30	FY 30 TF	RCJY 30
	1 1/4	25 700	15 500	4 000	RFS 1.1/4	FY 1.1/4 TF	RCJY 1-1/4
35		25 700	15 500	4 000	RFS 35	FY 35 TF	RCJY 35
	1 1/2	32 600	19 900	3 500	RFS 1.1/2	FY 1.1/2 TF	RCJY 1-1/2
40		32 600	19 900	3 500	RFS 40	FY 40 TF	RCJY 40
	1 3/4	35 100	22 900	3 000	RFS 1.3/4	FY 1.3/4 TF	-
45		35 100	22 900	3 000	RFS 45	FY 45 TF	-
50		35 100	23 200	3 000	RFS 50	FY 50 TF	RCJY 50
	2	43 400	29 400	2 500	RFS 2.	FY 2. TF	RCJY 2
55		43 400	29 400	2 500	RFS 55	FY 55 TF	RCJY 55
60		52 400	36 300	2 500	RFS 60	FY 60 TF	RCJY 60

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Ambato		FECHA Mayo-2007		PAG 1 DE 4			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Eje ø32mm, V155, L=1035mm (dos requeridos)											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Manufacturación del cigüeñal											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: BOHLER	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		8	201					Termina en : Centro Mecanizado Pérez	Diagrama N°-01		
⇒ TRANSPORTE		4	130								
□ INSPECCION		2	75								
D RETRASOS		2	32								
▽ ALMACENAMIENTOS		0	0					Elaborado por: Diego Tapia Espinosa			
DISTANCIA RECORRIDA		80027									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Salir del vehiculo y caminar a la puerta deL almacén			○	⇒	□	D	▽	5	20	
2	Esperar ser asistido por los proveedores			○	⇒	□	D	▽	2		
3	Adquisición bajo especificaciones técnicas			○	⇒	□	D	▽	3		
4	Inspeccionar las características del material			○	⇒	□	D	▽	4		
5	Subir dos pedazos de 1035mm al vehículo			○	⇒	□	D	▽	2		
6	Traslado del material al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	120	80000	
7	Bajar el material del vehículo y llevar al taller			○	⇒	□	D	▽	3		
8	Disponer de la prensa hidráulica			○	⇒	□	D	▽	30		
9	Verificar los radios, ángulos y longitudes de la matriz			○	⇒	□	D	▽	60		
10	Colocar el eje en la matriz			○	⇒	□	D	▽	20	5	
11	Montar la matriz con el eje en la bancada de la prensa hidráulica			○	⇒	□	D	▽	30		
12	Colocar el teclee en travesaño de la prensa hidráulica			○	⇒	□	D	▽	10	2	
13	Inspeccionar centrado y alineamiento			○	⇒	□	D	▽	15		
14	Encendido de la presa			○	⇒	□	D	▽	4		
15	Control de la operación			○	⇒	□	D	▽	120		
16	Aumentar la presión de la presa hasta el doblado final			○	⇒	□	D	▽	10		

DIAGRAMA DE PROCESO

METODO ACTUAL		UBICACIÓN Ambato		FECHA Mayo/2007		PAG 2 DE 4			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Eje ø32mm, V155, L=1035mm									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Manufacturación del cigüeñal									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega BOHLER Termina en : Centro mecanizado Pérez		
	num	tiempo	num	tiempo	num	Tiempo			
○ OPERACIONES	6	75					Diagrama N°-01		
⇒ TRANSPORTE	1	2							
□ INSPECCION	8	84							
D RETRASOS	1	8							
∇ ALMACENAMIENTOS	0	0					Elaborado por: Diego Tapia Espinosa		
DISTANCIA RECORRIDA	5								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Apagar la prensa hidráulica y desmontar el mecanismo		○	⇒	□	D	∇	20	
2	Verificación la deformación del eje		○	⇒	□	D	∇	15	
3	Radios de los codos de cigüeñal de 40mm		○	⇒	□	D	∇	10	
4	Longitud de los muñones de 105mm		○	⇒	□	D	∇	10	
5	Longitud del centro al muñón de 19,36mm		○	⇒	□	D	∇	10	
6	Longitud de un muñón a otro de 86.7mm		○	⇒	□	D	∇	10	
7	Angulo del cigüeñal con el plano Z de 60°		○	⇒	□	D	∇	8	
8	Ângulo de doblado entre 55,50 y 45 grados em los codos		○	⇒	□	D	∇	9	
9	Traslado al torno el cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	2	5
10	Preparativo del torno		○	⇒	□	D	∇	8	
11	Montaje del cigüeñal en el torno		○	⇒	□	D	∇	7	
12	Abrir centros		○	⇒	□	D	∇	20	
13	Refrendado de las puntas		○	⇒	□	D	∇	6	
14	Asegurar el eje en los centros abiertos		○	⇒	□	D	∇	4	
15	Cilindrado de los extremos del cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	18	
16	Inspección del desbastado de 2mm		○	⇒	□	D	∇	12	

DIAGRAMA DE PROCESO										
EMETODO ACTUAL				UBICACIÓN Ambato		FECHA May/2007		PAG 3 DE 4		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Eje ø32mm, V155, L=956 mm										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Manufacturación del cigüeñal										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: BOHLER	ESPE	
		num	tiempo	num	tiempo	num	Tiempo			
○ OPERACIONES		9	81					Termina en : Centro Mecanizado Pérez	Diagrama N°-01	
⇒ TRANSPORTE		0	0							
□ INSPECCION		7	36							
D RETRASOS		0	0							
∇ ALMACENAMIENTOS		0	0					Elaborado por :Diego Tapia		
DISTANCIA RECORRIDA		0								
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Desplazamiento del plato de torno Del centro			○	⇒	□	D	∇	12	
2	Determinar la excentricidad respectiva del cigüeñal			○	⇒	□	D	∇	8	
3	Cilindrado de los codos			○	⇒	□	D	∇	20	
4	Desbastado de 2mm			○	⇒	□	D	∇	6	
5	Diámetro del eje de30mm			○	⇒	□	D	∇	6	
6	Desmontaje del cigüeñal			○	⇒	□	D	∇	4	
7	Longitud de los extremos del cigüeñal es de 22mm			○	⇒	□	D	∇	10	
8	Corte de los extremos sobrantes del cigüeñal			○	⇒	□	D	∇	11	
9	Refrentado de las puntas			○	⇒	□	D	∇	12	
10	Longitud final 956mm			○	⇒	□	D	∇	6	
11	Longitud de la punta en la que va montada la polea conducida			○	⇒	□	D	∇	4	
12	Longitud de una punta de cigüeñal de 100.18mm			○	⇒	□	D	∇	4	
13	Longitud de la otra punta del cigüeñal de 22mm			○	⇒	□	D	∇	2	
14	Colocar el cigüeñal en el soporte de la sierra de Bay ven			○	⇒	□	D	∇	5	3
15	Cortado del extremo sobrante			○	⇒	□	D	∇	5	
16	Longitud total final 1035mm			○	⇒	□	D	∇	2	

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Ambato		FECHA Mayo/2007		PAG 4 DE 4			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Eje ø32mm, V155, L=1035mm											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Manufacturación del cigüeñal											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega BOHLER Termina en : Centro mecanizado Pérez		ESPE Diagrama N°-01	
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		8	24								
⇒ TRANSPORTE		0	0								
□ INSPECCION		1	2								
D RETRASOS		2	10								
∇ ALMACENAMIENTOS		1	2								
DISTANCIA RECORRIDA		7								Elaborado por: Diego Tapia Espinosa	
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Ubicación del cuñero entre la masa y el cigüeñal			○	⇒	□	D	∇	2		
2	Preparación del taladradora			○	⇒	□	D	∇	6		
3	Situación del cigüeñal en el taladro de pedestal			○	⇒	□	D	∇	3	2	
4	Perforación con una broca de ¼ de pulg. en el eje			○	⇒	□	D	∇	4		
5	Disponer en la mortajadora			○	⇒	□	D	∇	3		
6	Preparativo de la maquina mortajadora			○	⇒	□	D	∇	4		
7	Sujeción del cigüeñal			○	⇒	□	D	∇	2		
8	Ajuste de la carrera de la mortajadora			○	⇒	□	D	∇	2		
9	Mortajado en la ranura del cigüeñal			○	⇒	□	D	∇	5		
10	Dar forma del cuñero en la perforación en área de 50,06mm			○	⇒	□	D	∇	3		
11	Verificar el cuñero			○	⇒	□	D	∇	2		
12	A bodega de ensamble			○	⇒	□	D	∇	2	5	
13				○	⇒	□	D	∇			
14				○	⇒	□	D	∇			
15				○	⇒	□	D	∇			
16				○	⇒	□	D	∇			

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACIÓN Ambato		FECHA Junio/2007		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Cigüeñal ø30mm, V155, L=1035mm y 956mm										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Rectificación del cigüeñal										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Centro mecanizado Pérez Termina en : Rectificadora Noboa	ESPE Diagrama N°-02		
	nu m	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	11	115								
⇒ TRANSPORTE	2	12								
□ INSPECCION	2	5								
D RETRASOS	1	30								
∇ ALMACENAMIENTOS	0	0								
DISTANCIA RECORRIDA		2510					Elaborado por: Diego Tapia			
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓ N		
1	Traslado desde centro mecanizado hasta rectificadora Noboa		○	⇒	□	D	∇	10	2500	
2	Recepción en la oficina		○	⇒	□	D	∇	4		
3	Llevado el cigüeñal hasta la bodega		○	⇒	□	D	∇	2		
4	Espera en la antesala de rectificación		○	⇒	□	D	∇	30		
5	Preparación de la rectificadora		○	⇒	□	D	∇	10		
6	Ajuste de los mandriles en los extremos del cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	6		
7	Centrado de los codos de cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	10		
8	Los centros del cigüeñal están desplazados		○	⇒	□	D	∇	2		
9	Ajuste del numero de revoluciones		○	⇒	□	D	∇	4		
10	Ajuste del avance de la carrera		○	⇒	□	D	∇	4		
11	Profundidad de corte 0.02mm		○	⇒	□	D	∇	5		
12	Hacer girar la rueda abrasiva		○	⇒	□	D	∇	1		
13	Desbastado de los diámetros		○	⇒	□	D	∇	56		
14	Diámetro final en 29.98mm		○	⇒	□	D	∇	3		
15	Desmontaje del cigüeñal de la maquina rectificadora		○	⇒	□	D	∇	2		
16	Subir al carro		○	⇒	□	D	∇	3	10	

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Ambato		FECHA Julio/2007		PAG 2 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Cigüeñal ø30mm, V155, L=956mm y 1035mm									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Rectificación del cigüeñal									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Centro mecanizado Pérez Termina en : Rectificadora Noboa	ESPE
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo		
○ OPERACIONES		1	10					Diagrama N°-02	
⇒ TRANSPORTE		1	10						
□ INSPECCION									
D RETRASOS		0	0						
▽ ALMACENAMIENTOS		1	2					Elaborado por: Diego Tapia	
DISTANCIA RECORRIDA		2515							
PASO				SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Trasladar al centro mecanizado			○	⇒	□	D	▽	
2	Bajar del auto			○	⇒	□	D	▽	
3	Traslado a bodega y espera para ensamblado final			○	⇒	□	D	▽	
4				○	⇒	□	D	▽	
5				○	⇒	□	D	▽	
6				○	⇒	□	D	▽	
7				○	⇒	□	D	▽	
8				○	⇒	□	D	▽	
9				○	⇒	□	D	▽	
10				○	⇒	□	D	▽	
11				○	⇒	□	D	▽	
12				○	⇒	□	D	▽	
13				○	⇒	□	D	▽	
14				○	⇒	□	D	▽	
15				○	⇒	□	D	▽	
16				○	⇒	□	D	▽	

DIAGRAMA DE PROCESO

METODO ACTUAL		UBICACIÓN Ambato		FECHA Junio/2007		PAG 1 DE 3				
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Polea $\phi=152$ mm, AISI 1010 CD										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Fundición de la polea										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en Fundición Pérez Termina en centro mecanizado P.			
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	9	212					Diagrama N°-03			
⇒ TRANSPORTE	1	8								
□ INSPECCION	3	6								
D RETRASOS	1	360								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	10					Elaborado por: Diego Tapia Espinosa			
DISTANCIA RECORRIDA	47									
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Transporte del material de moldeado		○	⇒	□	D	∇	8	20	
2	Diámetro de la polea 152mm		○	⇒	□	D	∇	2		
3	Diámetro interno de la polea de 40mm		○	⇒	□	D	∇	2		
4	Moldeado en madera		○	⇒	□	D	∇	60		
5	Molde en arena		○	⇒	□	D	∇	50		
6	Fundición y colado del Hierro gris		○	⇒	□	D	∇	50		
7	Esperar que enfríe el material		○	⇒	□	D	∇	360		
8	Separación del molde y rebaneo		○	⇒	□	D	∇	30		
9	Traslado al taller		○	⇒	□	D	∇	8	20	
10	Montar en el torno		○	⇒	□	D	∇	4	2	
11	Refrentado de las superficies externas		○	⇒	□	D	∇	6		
12	Pulido del canal interno		○	⇒	□	D	∇	4		
13	Maquinado		○	⇒	□	D	∇	3		
14	Comprobar dimensiones		○	⇒	□	D	∇	2		
15	Pintado		○	⇒	□	D	∇	5	2	
16	A bodega de ensamble hasta esperar los demás elementos		○	⇒	□	D	∇	10	5	

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Ambato		FECHA Junio/2007		PAG 2 DE 3			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Polea $\varnothing=385$ mm, AISI 1010 CD											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Fundición y maquinado de la polea											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en Fundición Pérez	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	Tiempo				
○ OPERACIONES		10	222					Termina en centro mecanizado P.	Diagrama N°-03		
⇒ TRANSPORTE		2	41								
□ INSPECCION		3	6								
D RETRASOS		1	360					Elaborado por: Diego Tapia Espinosa			
▽ ALMACENAMIENTOS		0	0								
DISTANCIA RECORRIDA		40									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Transporte del material de moldeado			○	⇒	□	D	▽	8	20	
2	Diámetro de la polea 385mm			○	⇒	□	D	▽	2		
3	Diámetro interno de la polea de 72mm			○	⇒	□	D	▽	2		
4	Molde en madera, molde arena			○	⇒	□	D	▽	120		
5	Fundición y colado del Hierro gris			○	⇒	□	D	▽	50		
6	Colocar el material fundido en el molde de arena			○	⇒	□	D	▽	20		
7	Esperar que enfríe el material			○	⇒	□	D	▽	360		
8	Separación del molde y rebaneo			○	⇒	□	D	▽	8		
9	Traslado al taller			○	⇒	□	D	▽	8	20	
10	Montar en el torno			○	⇒	□	D	▽	2		
11	Pulido			○	⇒	□	D	▽	5		
12	Maquinado			○	⇒	□	D	▽	4		
13	Comprobar dimensiones			○	⇒	□	D	▽	2		
14	Trazar el cuñero			○	⇒	□	D	▽	2		
15	Sujetar el cigüeñal en el taladro			○	⇒	□	D	▽	3		
16	Perforar con broca de ¼ de pulgada			○	⇒	□	D	▽	8		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL			UBICACIÓN Ambato		FECHA Julio/2007		PAG 3 DE 3		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Polea $\phi=385$ mm, AISI 1010 CD									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Fundición y maquinado de la polea									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Centro Mecanizado Pérez Termina en : bodega de ensamble		
	num	tiempo	num	tiempo	num	Tiempo			
○ OPERACIONES	5	20					Diagrama N°-03		
⇒ TRANSPORTE	0	0							
□ INSPECCION	1	1							
D RETRASOS	1	1							
∇ ALMACENAMIENTOS	1	1					Elaborado por: Diego Tapia		
DISTANCIA RECORRIDA	5								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Retirar de la maquina taladradora		○	⇒	□	D	∇	4	
2	Preparar la mortajadora		○	⇒	□	D	∇	5	
3	Colocar el cigüeñal en carro porta útil		○	⇒	□	D	∇	3	
4	Ajuste de la carrera que se va desplazar en el bocin		○	⇒	□	D	∇	2	
5	Mortajado de la ranura		○	⇒	□	D	∇	6	
6	Verificación del cuñero		○	⇒	□	D	∇	1	
7	A bodega de ensamble hasta esperar los demás elementos		○	⇒	□	D	∇	1	5
8			○	⇒	□	D	∇		
9			○	⇒	□	D	∇		
10			○	⇒	□	D	∇		
11			○	⇒	□	D	∇		
12			○	⇒	□	D	∇		
13			○	⇒	□	D	∇		
14			○	⇒	□	D	∇		
15			○	⇒	□	D	∇		
16			○	⇒	□	D	∇		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL			UBICACIÓN Ambato		FECHA Julio/2007		PAG 1 DE 1		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Chumacera SKF SY30TF									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Selección de Chumacera									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega Centro mecanizado P. Termina en : bodega de ensamble Elaborado por: Diego Tapia	ESPE Diagrama N°-04	
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES	8	15							
⇒ TRANSPORTE	2	30							
□ INSPECCION	1	2							
D RETRASOS	1	5							
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5							
DISTANCIA RECORRIDA		5400							
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Determinación del diámetro interno de la Chumacera de 30mm		○	⇒	□	D	∇	4	
2	Ancho de la chumacera de 23mm		○	⇒	□	D	∇	2	
3	Radio del chaflán de 0.039pulg		○	⇒	□	D	∇	2	
4	Altura desde la base hasta al centro, 45 mm		○	⇒	□	D	∇	1	
5	Diámetro de orificios, 10mm		○	⇒	□	D	∇	1	
6	Altura desde la base hasta la corona central 85mm		○	⇒	□	D	∇	1	
7	Material, hierro fundido		○	⇒	□	D	∇	2	
8	Trasladar a comprar la chumacera		○	⇒	□	D	∇	15	2700
9	Esperar ser atendido por el vendedor		○	⇒	□	D	∇	5	
10	Comprar chumacera		○	⇒	□	D	∇	2	
11	Verificar de acuerdo a las especificaciones técnicas		○	⇒	□	D	∇	2	
12	Llevar hasta el centro mecanizado		○	⇒	□	D	∇	15	2700
13	Dejar en bodega de ensamble		○	⇒	□	D	∇	1	5
14			○	⇒	□	D	∇		
15			○	⇒	□	D	∇		
16			○	⇒	□	D	∇		

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Ambato		FECHA Julio/2007		PAG 1 DE 1		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Cigüeñales, Mango cónico, rodamientos, chumaceras (dos requeridos)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del cigüeñal cuñas ahusadas rodamientos, chumaceras y seguros										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble	ESPE	Diagrama N°-05	
	num	Tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	7	116					Termina en : bodega de ensamble			
⇒ TRANSPORTE	1	2								
□ INSPECCION	3	9								
D RETRASOS	0	0								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	1					Elaborado por: Diego Tapia			
DISTANCIA RECORRIDA		10								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Traslado de bodega a puesto de trabajo		○	⇒	□	D	∇	2	5	
2	Inspección de dimensiones		○	⇒	□	D	∇	2		
3	Ensamblaje del mango cónico en el centro cada muñón del cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	12		
4	Ajuste de las tuercas sobre cada muñón del cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	4		
5	Verificación del centrado		○	⇒	□	D	∇	2		
6	Montaje de los rodamientos en cada codo		○	⇒	□	D	∇	20		
8	Alinear los rodamientos del cigüeñal posterior con el delantero		○	⇒	□	D	∇	10		
9	Montaje de las chumaceras		○	⇒	□	D	∇	40		
10	Centrado de las chumaceras		○	⇒	□	D	∇	20		
11	Asegurar con Las tuercas de los mangos		○	⇒	□	D	∇	10		
12	Comprobar el alineamiento de las chumaceras de los dos cigüeñales		○	⇒	□	D	∇	5		
13	Traslado a bodega y espera a ensamble final		○	⇒	□	D	∇	1	5	
14			○	⇒	□	D	∇	2		
15			○	⇒	□	D	∇	1		
16			○	⇒	□	D	∇	1		

DIAGRAMA DE PROCESO

METODO ACTUAL		UBICACION Ambato		FECHA Julio/2007		PAG 1 DE 1		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Polea tensora, cojinete y seguro								
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de polea tensora, cojinete y seguro								
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo	
○ OPERACIONES		2	4					
⇒ TRANSPORTE		0	0					
□ INSPECCION		1	1					
D RETRASOS		1	5					
▽ ALMACENAMIENTOS		0	0					
DISTANCIA RECORRIDA		5						
						Empieza en: Bodega Ensamble		
						Termina en : bodega de ensamble		
						Elaborado por: Diego Tapia		
PASO	DETALLES DEL PROCESO	SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Verificación de medidas	○	⇒	□	D	▽	1	
2	Montaje del rodamiento	○	⇒	□	D	▽	2	
3	Asegurar con el anillo de sujeción	○	⇒	□	D	▽	2	
4	A bodega de ensamble	○	⇒	□	D	▽	1	5
5		○	⇒	□	D	▽		
6		○	⇒	□	D	▽		
7		○	⇒	□	D	▽		
8		○	⇒	□	D	▽		
9		○	⇒	□	D	▽		
10		○	⇒	□	D	▽		
11		○	⇒	□	D	▽		
12		○	⇒	□	D	▽		
13		○	⇒	□	D	▽		
14		○	⇒	□	D	▽		
15		○	⇒	□	D	▽		
16		○	⇒	□	D	▽		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL				UBICACION Sal cedo		FECHA Julio/2007		PAG 1 DE 1	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje, mecanismo cigüeñal delantero con los laterales del chasis									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del conjunto montado en el cigüeñal con los laterales del chasis									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega. Centro mecanizado Pérez Termina en : bodega del centro agrícola	ESPE Diagrama N°- 07
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo		
○ OPERACIONES		9	46						
⇒ TRANSPORTE		1	30						
□ INSPECCION		1	4						
D RETRASOS		1	15						
∇ ALMACENAMIENTOS		0	0					Elaborado por: Diego Tapia	
DISTANCIA RECORRIDA		20010							
PASO	DETALLES DEL PROCESO	SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Recoger las piezas de bodega	○	⇒	□	D	∇	10		
2	Subir al automóvil	○	⇒	□	D	∇	5		
3	Trasladar al Centro Agrícola Salcedo	○	⇒	□	D	∇	30	20000	
4	Bajar piezas del vehículo	○	⇒	□	D	∇	5	10	
5	Esperar a la bodeguera	○	⇒	□	D	∇	15		
6	Colocar el cigüeñal delantero en las abullonadas del chasis	○	⇒	□	D	∇	4		
7	Colocar las chumaceras SKF FY25TF en las puntas de los ejes	○	⇒	□	D	∇	4		
8	Alinear en centro del agujero	○	⇒	□	D	∇	6		
9	Perforar orificios para los pernos M12 de la chumacera	○	⇒	□	D	∇	2		
10	Instalar con los pernos M12 en las bridas	○	⇒	□	D	∇	4		
11	Dar el ajuste necesario	○	⇒	□	D	∇	6		
12	Inspección del alineamiento de los centros	○	⇒	□	D	∇	4		
13	En espera de otros ensambles	○	⇒	□	D	∇	15		
14		○	⇒	□	D	∇			
15		○	⇒	□	D	∇			
16		○	⇒	□	D	∇			

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACION Salcedo		FECHA Julio/2007		PAG 1 DE 1			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje, mecanismo cigüeñal con los laterales del chasis de la máquina										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del mecanismo cigüeñal posterior en los laterales del chasis de la máquina										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega Centro Mecanizado P Termina en : Centro Agrícola Elaborado por: Diego Tapia	ESPE Diagrama N°- 08		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	15	62								
⇒ TRANSPORTE	2	35								
□ INSPECCION	1	5								
D RETRASOS	1	5								
∇ ALMACENAMIENTOS	0	0								
DISTANCIA RECORRIDA		20020								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Recoger las piezas de bodega		○	⇒	□	D	∇	5	10	
2	Subir al automóvil		○	⇒	□	D	∇	2		
3	Trasladar al Centro Agrícola Salcedo		○	⇒	□	D	∇	30	20000	
4	Bajar piezas del vehículo		○	⇒	□	D	∇	6	10	
5	Esperar a la bodeguera		○	⇒	□	D	∇	5		
6	Colocar el cigüeñal delantero en las abullonadas del chasis		○	⇒	□	D	∇	4		
7	Colocar las chumaceras en las puntas de los ejes y chasis		○	⇒	□	D	∇	3		
8	Alinear en centro del agujero		○	⇒	□	D	∇	5		
9	Perforación de agujeros nuevos para los pernos M12		○	⇒	□	D	∇	2		
10	Instalar los pernos en las chumaceras		○	⇒	□	D	∇	3		
11	Alinear con el cigüeñal delantero		○	⇒	□	D	∇	15		
12	Inspección del alineamiento de los centros de los muñones		○	⇒	□	D	∇	5		
13	Ajustar los pernos con el torque necesario		○	⇒	□	D	∇	7		
14	Verificar el alineamiento de los cigüeñales		○	⇒	□	D	∇	6		
15	Ensamblaje de la polea de accionamiento		○	⇒	□	D	∇	3		
16	Colocar cuna en el cuñero de la masa y el eje		○	⇒	□	D	∇	4		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL			UBICACION Salcedo		FECHA Julio/2007		PAG 2 DE 2		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje, mecanismo cigüeñal con los laterales del chasis de la máquina									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del mecanismo cigüeñal posterior con los laterales del chasis de la máquina									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega centro mecanizado Pérez Termina en : bodega del Centro Agrícola de salcedo	ESPE Diagrama N°-08	
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES	2	4							
⇒ TRANSPORTE	0	0							
□ INSPECCION	0	0							
D RETRASOS	1	12							
∇ ALMACENAMIENTOS									
DISTANCIA RECORRIDA							Elaborado por: Diego Tapia		
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Ajustar la cuña con una herramienta de impacto		○	⇒	□	D	∇	2	
2	Hacer girar la polea con el cigüeñal		○	⇒	□	D	∇	2	
3	En expectativa para otros ensambles		○	⇒	□	D	∇	12	
4			○	⇒	□	D	∇		
5			○	⇒	□	D	∇		
6			○	⇒	□	D	∇		
7			○	⇒	□	D	∇		
8			○	⇒	□	D	∇		
9			○	⇒	□	D	∇		
10			○	⇒	□	D	∇		
11			○	⇒	□	D	∇		
12			○	⇒	□	D	∇		
13			○	⇒	□	D	∇		
14			○	⇒	□	D	∇		
15			○	⇒	□	D	∇		
16			○	⇒	□	D	∇		

DIAGRAMA DE PROCESO

METODO ACTUAL		UBICACION Salcedo		FECHA Julio2007		PAG 1DE 1		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje de los sacapajas en los cigüeñales								
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de los sacapajas en los cigüeñales								
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		ESPE	
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo		
○ OPERACIONES	4	95					Diagrama N°-09	
⇒ TRANSPORTE	1	20						
□ INSPECCION	3	30						
D RETRASOS	1	10						
▽ ALMACENAMIENTOS	0	0					Elaborado por: Diego Tapia	
DISTANCIA RECORRIDA	5							
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Retiro de los sacapajas desde la bodega al lugar de trabajo		○	⇒	□	D	▽	
2	Perforación de los orificios para los pernos de la chumacera		○	⇒	□	D	▽	
3	Reintegrar cada sacapaja y montar en las chumaceras		○	⇒	□	D	▽	
4	Ajustar los pernos de las chumaceras con el sacapajas		○	⇒	□	D	▽	
5	Montar el resto de sacapajas en forma sucesiva		○	⇒	□	D	▽	
6	Ajustar los pernos con un par de 25Nm		○	⇒	□	D	▽	
7	Comprobar la separación entre uno y otro 5mm		○	⇒	□	D	▽	
8	Girar los cigüeñales y comprobar la separación uniforme		○	⇒	□	D	▽	
9	Entre si constituyen un monoblock		○	⇒	□	D	▽	
10	En espera para otros ensambles		○	⇒	□	D	▽	
11			○	⇒	□	D	▽	
12			○	⇒	□	D	▽	
13			○	⇒	□	D	▽	
14			○	⇒	□	D	▽	
15			○	⇒	□	D	▽	

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACION Salcedo		FECHA Agosto/2007		PAG 1 DE 1			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje polea tensora lado izquierdo del chasis											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de polea tensora en el chasis											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Centro Mecanizado	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		4	15					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-10		
⇒ TRANSPORTE		1	3								
□ INSPECCION		1	1								
D RETRASOS		1	5								
▽ ALMACENAMIENTOS								Elaborado por Diego Tapia			
DISTANCIA RECORRIDA		5									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Traslado de bodega a puesto de trabajo			○	⇒	□	D	▽	3	5	
2	Montaje del perno Eje			○	⇒	□	D	▽	2		
3	Montaje en el chasis			○	⇒	□	D	▽	3		
4	Alinear con el resto de poleas			○	⇒	□	D	▽	8		
5	Ajustar el perno eje			○	⇒	□	D	▽	2		
6	Verificar la suavidad del giro			○	⇒	□	D	▽	1		
7	En aguardo para otros ensambles			○	⇒	□	D	▽	5		
8				○	⇒	□	D	▽			
9				○	⇒	□	D	▽			
10				○	⇒	□	D	▽			
11				○	⇒	□	D	▽			
12				○	⇒	□	D	▽			
13				○	⇒	□	D	▽			
14				○	⇒	□	D	▽			
15				○	⇒	□	D	▽			
16				○	⇒	□	D	▽			

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACION Salcedo		FECHA Julio/2007		PAG 1 DE 1			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje banda B195										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de la banda B195										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble	ESPE		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	4	17					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 11		
⇒ TRANSPORTE	1	5								
□ INSPECCION	1	3								
D RETRASOS	1	4								
∇ ALMACENAMIENTOS	0	0					Elaborado por Diego Tapia			
DISTANCIA RECORRIDA	5									
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Adquirir de bodega la banda		○	⇒	□	D	∇	5	5	
2	Ingresar el la ranura de la polea conductora		○	⇒	□	D	∇	2		
3	Colocar la polea conducida, hacer girar hasta que ingrese en la ranura		○	⇒	□	D	∇	5		
4	Ubicar en cada uno de los tensores		○	⇒	□	D	∇	6		
5	Asegurar la tensión inicial		○	⇒	□	D	∇	5		
6	Verificar		○	⇒	□	D	∇	3		
7	En espera hasta pruebas		○	⇒	□	D	∇	4		
8			○	⇒	□	D	∇			
9			○	⇒	□	D	∇			
10			○	⇒	□	D	∇			
11			○	⇒	□	D	∇			
12			○	⇒	□	D	∇			
13			○	⇒	□	D	∇			
14			○	⇒	□	D	∇			
15			○	⇒	□	D	∇			
16			○	⇒	□	D	∇			

CAPITULO V

5.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

15. Asegurarse que el mecanismo de Transporte y separación de desechos este adecuadamente montado.
16. Verificar la distancia de los saca pajas los mismos que deben tener una separación uniforme para poder moverse libre y alternativamente.
17. Inspeccionar que los rodamientos mantengan la fijeza en las cuñas.
18. Comprobar la alineación de los rodamientos con los centros de los muñones de los dos cigüeñales.
19. Encender el motor
20. Accionar la palanca de acoplamiento del sistema con el movimiento radial que sale del motriz del motor
21. Mantener en neutro la transmisión del motor
22. Observar el movimiento alternativo de los cigüeñales y saca pajas, estos no deben rozar porque destruirían al sistema.
23. Desacoplar la palanca de accionamiento y apagar el motor.
24. Verificar los ajustes de las chumaceras con los sacapajas y las bridas con los rodamientos en los extremos del cigüeñal con el chasis.
25. Verificar los ajustes de las poleas que no tengan juego excesivo.
26. Encender el motor y accionar el sistema.
27. Prestar atención al movimiento de los cigüeñales y sacapajas.
28. Apagar el motor y dejar listo para operaciones de trabajo.

5.6 NORMAS DE SEGURIDAD

Para empezar a realizar cualquier actividad de trabajo en la máquina tenga presente las siguientes consideraciones:

- Cuando esté operando la maquina mantener alejadas las manos, pies ropa de las piezas en movimiento.
- La cosechadora debe ser manejada por una persona calificada en el área.
- Para los trabajos de mantenimiento la unidad debe conservarse completamente detenida.
- La operación y mantenimiento de la cosechadora se debe utilizar equipo de protección como guantes, gafas, orejeras, overol y mascarilla.
- El desmontaje de los sacapajas se requiere de por lo menos de una persona que ayude para evitar accidentes.
- Los asistentes en el trabajo de trilla deben recibir una charla previa de las normas de seguridad para evitar accidentes.

5.7 CONCLUSIONES

- ❖ El Sistema transportador y separador de desechos demuestra que es factible el aporte a la agroindustria mediante el diseño y construcción de elementos mecánicos.
- ❖ Con el proyecto se ha demostrado que es posible aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación, a través de los cuales se ha contribuido en la construcción mecánica.
- ❖ A través de la aplicación del software se obtiene resultados confiables del diseño.
- ❖ El diseño y construcción de piezas mecánicas ha permitido dejar matrices para la producción en serie de las mismas para otras maquinas de características similares que se encuentran averiadas dentro del país.
- ❖ El sistema proporciona gran confiabilidad y seguridad en las operaciones de trabajo.
- ❖ La reconstrucción del sistema de transporte y separación de la maquina cosechadora de cereales optimiza la producción y reduce el tiempo y mano de obra

- ❖ La rehabilitación de la máquina cosechadora fortalecerá el desarrollo y producción agrícola en el centro del país

5.8 RECOMENDACIONES

- ❖ Después de cada jornada de trabajo hacer funcionar todo el mecanismo por algún tiempo, que se evacue todo el resto del material existente dentro de los sacapajas.
- ❖ Cuando la maquina cosechadora permanezca por un tiempo prolongado sin actividad hay que protegerle bajo techo para evitar la corrosión de las piezas.
- ❖ Cuando esta mojada la paja de los cereales no realizar la cosecha, se produce acumulación de material en los sacapajas los mismos que producen graves daños en el sistema
- ❖ Para realizar el mantenimiento se debe contar con personal calificado.
- ❖ Se debe utilizar herramientas específicas para cada parte de desmontaje.
- ❖ Es importante que el operador de la maquina detecte el ruidos anormales en el funcionamiento del sistema transportador y separador de desechos.

BIBLIOGRAFÍA

- BOHLER, Manual de Aceros Especiales, 2006
- Massey Ferguson, Manual de mantenimiento, MF17/19
- J. a, Tajadura, Autocad avanzado 2002
- Mott, R: Diseño de Elementos de Máquinas; 2^{da} ED., Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México, 1995
- Mott, R: Resistencia de Materiales Aplicada; 3^{ra} ED., Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México, 1996
- Shigley, J: Diseño en Ingeniería Mecánica; 6^{ta} ED., McGraw-Hill, México
- Timoshenko, S: Mecánica de materiales; 2^{da} ED., Grupo Editorial Ibero América, México, 1984
- Bernard J, Hamrock, J Acobson, Schmid: Elementos de Máquinas; 2^{da} ED., McGraw Hill, México
- Spotts,Shoup:Elementos de Máquinas;7^{ma} ED.,Prentice Hall
- Nievel Benjamín: Ingeniería Industrial; 10^{ma} ED.,Grupo editor Alfa omega
- Bartsch: Alrededor del Torno; ED., Reverte S.A.
- Gerling H: Alrededor de las Maquinas y herramientas; 3^{ra} ED., Editorial Reverte
- <http://www.Bernardin.com>

