



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR  
ELECTROMECHANICO DE DOS COLUMNAS**

**ELABORADO POR:**

**Emilio Absalón Bustos Salazar  
Antonio Mauricio Chacha Pazmiño**

**LATACUNGA - ECUADOR**

**DICIEMBRE DEL 2006**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR ELECTROMECHANICO DE DOS COLUMNAS

CERTIFICACION.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii

#### Capitulo I

1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Justificación .....	1
1.1.2. identificación de la necesidad.....	2
1.1.3. Investigación de la necesidad.....	2
1.2. Objetivos	
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivo específico.....	3
1.3. Alcance.....	3

#### Capitulo II

2. Elevador electromecánico.....	4
2.1. Elevador de dos columnas.....	5
2.2. principio de funcionamiento.....	5
2.3. Ventajas y desventajas.....	5
2.4. Columnas.....	6
2.4.1 Propiedades de la sección transversal de la columna.....	6
2.4.2 Empotramiento o fijación.....	7
2.4.3 Columnas con carga en forma excéntrica.....	8

2.4.4	Esfuerzo máximo para una carga excéntrica.....	9
2.5	Tornillos de potencia.....	10
2.5.1	Coeficiente de rozamiento en tornillos de potencia.....	12
2.5.2	Torque que se requiere para mover una carga .....	12
2.5.3	Torque para levantar una carga.....	13
2.5.4	Torque para bajar una carga.....	13
2.5.5	Eficiencia del tornillo.....	14
2.5.6	Potencia para el impulso del tornillo.....	15
2.5.7	Esfuerzos estáticos en tornillos.....	15
2.6	Vigas de soporte	
2.6.1	Carga en vigas, apoyos y tipos de apoyos.....	19
2.6.2	Tipos de apoyos.....	19
2.6.3	Tipos de vigas.....	19
2.6.4	Fuerzas cortantes.....	20
2.6.5	Momentos flexionantes.....	20
2.6.6	Fuerza y momento flexionante en vigas en voladizo.....	20
2.6.7	Vigas armadas y flujo cortante.....	21
2.6.8	Relación momento curvatura.....	22
2.7	Elementos mecánicos.....	24
2.7.1	Impulsor de banda y cadena.....	24
2.7.2	Impulsor de banda.....	24
2.7.3	Impulsor de banda en V.....	26
2.7.4	Diseño de impulsores de bandas en V.....	29
2.7.5	Impulsores de cadena.....	30
2.7.6	Diseño de impulsores de cadena.....	32
2.7.7	Parámetros de diseño para impulsores de cadena.....	34
2.7.8	Cojinetes.....	36
2.8	Selección de motor.....	39
2.8.1	Factores de selección.....	39
2.8.2	Velocidad de motor.....	39
2.8.3	Rendimiento de motor.....	40

2.8.4 Motores trifásicos de rotor devanado.....	40
2.8.5 Controles para motores CA.....	41
2.9 Soldadura.....	42
2.9.1 Tipo de ensamble.....	42
2.9.2 Puntas a tope.....	43
2.9.3 Flexiones en uniones soldadas.....	44

### Capítulo III

3.1. Parámetros de diseño.....	45
3.2. Diseño de columnas.....	46
3.2.1. Calculo de propiedades de sección transversal.....	46
3.2.2. Calculo de la longitud efectiva.....	50
3.2.3. Calculo del radio de giro.....	51
3.2.4. Calculo de flexión en el punto medio y deflexión.....	51
3.3. Diseño de tornillo de potencia.....	54
3.3.1. Calculo del torque de ascenso.....	55
3.3.2. Calculo del torque de descenso.....	55
3.3.3. Calculo de la potencia requerida.....	56
3.3.4. Calculo de la eficiencia del tornillo.....	57
3.3.5. Calculo de esfuerzos estáticos.....	57
3.4. Diseño de vigas.....	64
3.4.1. Propiedades de la sección transversal.....	64
3.4.2. Calculo de cortante, momento y deflexión.....	66
3.4.3. Calculo de relación momento curvatura.....	67
3.4.4. Calculo de esfuerzo de flexión máximo.....	68
3.4.5. Calculo del flujo cortante.....	69
3.5. Diseño de pines de carro longitudinal.....	71
3.6. Diseño de impulsor de banda.....	72
3.6.1. Calculo de la banda en V.....	73
3.7. Diseño del impulsor de cadena.....	75
3.7.1. Calculo de cadena.....	75

3.8.	Calculo del radio de doblado de la fibra neutra.....	81
3.9.	Diseño de cuñas.....	83
3.10.	Selección de cojinetes.....	89
3.11.	Diseño a través de software.....	92

## **Capitulo IV**

4.1.	Diagrama de flujo de proceso producto .....	119
4.2.	Diagrama de operaciones de proceso.....	121
4.3.	Mantenimiento.....	147
4.4.	Normas de seguridad.....	147
4.5.	Advertencias.....	148
	Conclusiones.....	149
	Recomendaciones.....	150
	Bibliografía.....	151
	Anexos.....	152
	Planos	

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1	Tamaño de cadenas con rodamientos
Tabla 2.2	Tipo de cojinetes
Tabla 2.3	Factores radiales y de empuje para cojinetes de hilera única
Tabla 2.4	Velocidades de motores CA
Tabla 3.1	Calculo del centro de gravedad
Tabla 3.2	Características mecánicas del acero V 945
Tabla 3.3	Valor de en función de la relación e/r

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura 2.1 Elevador de dos columnas
- Figura 2.2 Empotramiento o fijación en un extremo y longitud efectiva
- Figura 2.3 Comportamiento viga columna
- Figura 2.4 Tipo de cuerda (acme, cuadrada)
- Figura 2.5 Análisis de flujo en la cuerda del tornillo
- Figura 2.6 Esfuerzo cortante torcional en una barra circular
- Figura 2.7 Esfuerzo de empuje en la cuerda
- Figura 2.8 Flujo de fuerza en un perno sujeto a tensión
- Figura 2.9 Flexión de una en Viga en voladizo
- Figura 2.10 Relación momento curvatura
- Figura 2.11 Sistema de transmisión de potencia por banda
- Figura 2.12 Sección transversal de una banda en V
- Figura 2.13 Impulsor de cadena
- Figura 2.14 Característica de una cadena de un tramo
- Figura 2.15 Cojinete de bola de hilera única
- Figura 2.16 Tipos de soldadura
- Figura 2.17 Juntas a tope
- Figura 3.1 Propiedades sección transversal de la columna
- Figura 3.2 Propiedades de sección del perfil 300x 100x60x7mm
- Figura 3.3 Propiedades de sección del perfil 125x60x25x3mm
- Figura 3.4 Propiedades de sección del perfil 125x60x25x3mm
- Figura 3.5 Viga en voladizo (brazo)
- Figura 3.6 Diagrama de fuerza y momento(diagrama de cuerpo libre)
- Figura 3.7 Pines del carro elevador
- Figura 3.8 Posición de fibra neutra
- Figura 3.9 Dimensiones para cuñeros paralelos

## LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1	Valores de K para longitud efectiva
Anexo 2	Factores de servicio para bandas en V
Anexo 3	Selección de bandas en V
Anexo 4	Longitud de bandas estándar
Anexo 5	Factor de corrección del ángulo de envolvente
Anexo 6	Factor de corrección para longitud de banda
Anexo 7	Factor de servicio para impulsores de cadena
Anexo 8	Sprocket diametros-USA- Std- N° 40 Roller Chain
Anexo 9	Tamaño de cuña contra tamaño de flecha
Anexo 10	Propiedades de aceros estructurales
Anexo 11	Ruedas dentadas para cadenas a rodillos
Anexo 12	Características principales cadenas y cargas de ruptura
Anexo 13	Datos para selección de cojinetes de bola de hilera única
Anexo 14	Especificaciones de potencia para cadena num. 40, paso de media
Anexo 15	Dimensiones American Standar de cadenas
Anexo 16	Factores de velocidad y vida útil para cojinetes
Anexo 17	Relación e/r valor de radio medio
Anexo 18	Esfuerzos permitidos por el reglamento AISI para metal soldante
Anexo 19	Propiedades mínimas a la tensión del metal soldante
Anexo 20	Formula para fuerza por pulgada de soldadura
Anexo 21	Geometria de la soldadura

## SIMBOLOGIA

A	Área transversal	[mm <sup>2</sup> ]
<i>A<sub>f</sub></i>	Área del patín	[mm <sup>2</sup> ]
<i>A<sub>t</sub></i>	Área de tracción	[mm <sup>2</sup> ]
a	Factor de corrección	
C	Distancia central entre poleas	[mm]
c	Distancia del centroide a la fibra extrema donde actúa $\sigma_{\max}$	[mm]
<i>c<sub>1</sub></i>	Radio de sección transversal	[mm]
<i>c<sub>l</sub></i>	Factor de corrección longitudinal	
<i>c<sub>o</sub></i>	Factor de corrección del ángulo de la envolvente	
<i>D<sub>a\max</sub></i>	Diámetro maximo de cresta	[mm]
<i>D<sub>a\min</sub></i>	Diámetro minimo de cresta	[mm]
<i>D<sub>f</sub></i>	Diámetro de fondo	[mm]
<i>D<sub>p</sub></i>	Diámetro de paso	[mm]
<i>D<sub>1</sub></i>	Diámetro polea conducida	[mm]
<i>d<sub>1</sub></i>	Diámetro de polea conductora	[mm]
E	modulo de elasticidad	[GPa]
e	Excentricidad de la carga	[mm]
<i>e</i>	Eficiencia	[%]
<i>e<sub>1</sub></i>	Espesor de la chapa	[mm]
F	Carga a mover	[ N ]
<i>f</i>	Fuerza de fricción	
<i>f<sub>c</sub></i>	Flujo cortante	[N/mm]
<i>f<sub>d</sub></i>	Factor de diseño	
f	Frecuencia	[ Hz ]
<i>h<sub>a\max</sub></i>	Altura máxima desde el polígono primitivo	[mm]
<i>h<sub>a\min</sub></i>	Altura mínima desde el polígono primitivo	[mm]

I Inercia	[mm <sup>4</sup> ]
J momento polar de inercia	[mm <sup>4</sup> ]
K coeficiente de empotramiento	
<i>k</i> Relación momento-curvatura	[mm <sup>-1</sup> ]
L longitud de la banda y cadena	[mm]
Le Longitud efectiva	[mm]
Ld Longitud desarrollada	[mm]
M Momento	[Nmm]
N Factor de seguridad	
N <sub>1</sub> = N <sub>2</sub> numero de dientes	
n Numero de revoluciones	[rpm]
n <sub>1</sub> = n <sub>2</sub> velocidad de salida	[rpm]
ns Velocidad sincrónica	[rpm]
P Carga excéntrica	[ N ]
P <sub>1</sub> Potencia	[ hp ]
<i>P<sub>c</sub></i> Presión de contacto	[Mpa]
Pd Potencia de diseño	[hp]
<i>p</i> Paso	[mm]
ρ # Polos	
<i>Q</i> Momento estático	[mm <sup>3</sup> ]
r Radio interior del doblado	[mm]
Rf Radio de fibra neutra	[mm]
<i>re<sub>max</sub></i> Radio de flancos maximo	[mm]
<i>re<sub>min</sub></i> Radio de flancos minimo	[mm]
<i>ri<sub>max</sub></i> Radio máximo de asientos de rodillo	[mm]
<i>ri<sub>min</sub></i> Radio mínimo de asientos de rodillo	[mm]
S Longitud de espacio libre entre dos poleas	[mm]
<i>S</i> Modulo de sección	[mm <sup>2</sup> ]

$S_b$	Esfuerzo de flexión en la base de la rosca	[MPa]
SF	Factor de servicio	
$S_s$	Esfuerzo transversal medio	[MPa]
$S_n$	Esfuerzo directo	[MPa]
$S_u$	Resistencia a la tracción	[MPa]
$S_y$	Resistencia a punto cedente	[MPa]
$V=R1$	Fuerza cortante	[ N ]
t	Espesor de la tuerca	[mm]
T	Torque	[Nmm]
$T_u$	Torque de ascenso	[Nmm]
$T_d$	torque de descenso	[Nmm]
$Y_{max}$	Deflexión máxima	[mm]
$\alpha_{max}$	Angulo máximo de asiento de rodillo	[ ° ]
$\alpha_{min}$	Angulo mínimo de asiento de rodillo	[ ° ]
$\tau$	Esfuerzo cortante torcional	[MPa]
$\tau_d$	Esfuerzo de diseño	[MPa]
$\theta$	Angulo de contacto	[ ° ]
$\rho$	Radio de curvatura	[mm]
$\sigma$	Esfuerzo de empuje en la cuerda	[MPa]
$\sigma_d$	Esfuerzo de diseño	[MPa]
$\sigma_{max}$	Esfuerzo máximo de compresión	[MPa]
$\sigma_x$	Esfuerzo de flexión máximo	[MPa]
$\sigma_{1/2}$	Flexión en el punto medio	[MPa]
$\omega$	Velocidad angular	[rpm]

## **CAPITULO I**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, es formar profesional teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo.

La carrera de ingeniería automotriz forma profesionales calificados en el diseño y optimización de sistemas mecánicos aplicados en la industria automotriz.

Este proyecto se orienta a tener un profesional capaz de generar y realizar tareas de diseño persiguiendo la calidad, la creatividad y procura el bienestar propio y el de la sociedad

#### **1.1.1 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto tiene como objeto aplicar los conceptos, procedimientos, la diversa información que se ha sido inculcando en nuestra universidad y las decisiones que se requieren para diseñar y construir un elevador de dos columnas.

La industria automotriz sea desarrollado en forma acelerada dentro de un marco de innovaciones tecnológicas mejorando la calidad de los vehículos, los equipos y herramientas para su mantenimiento. Por lo tanto nace la necesidad de la utilización de estos equipos para ejecutar esta función.

### **1.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD**

La creciente demanda de trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, crea la necesidad de modernizar la infraestructura por lo que es necesario contar con máquinas herramientas y elementos que ahorren el tiempo de ejecución del trabajo, sin descuidar la calidad y eficiencia ya que de éste depende la rentabilidad del taller.

### **1.1.2 INVESTIGACIÓN DE LA NECESIDAD**

Mediante investigación realizada nos damos cuenta que la maquinaria y la calidad del trabajo que ofrecen los talleres en la actualidad no van acorde con el avance mundial en el campo automotriz son pocos los talleres en el Ecuador y en especial la provincia de Cotopaxi que no cuentan con máquinas especializadas capaces de brindar un eficaz y rápida atención al cliente todavía se utiliza maquinaria antigua u obsoleta

## **1.2 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

- Diseño y construcción de un elevador electromecánico de dos torres

### **1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO**

- Diseño y construcción de las torres (columnas)
- Diseño y construcción de los tornillos de potencia
- Diseño y elección de elementos mecánicos
- Diseño del sistema eléctrico

## **1.3 ALCANCES DEL PROYECTO.**

- Elaborar un proyecto de diseño de alto nivel
- Desarrollar destrezas y habilidades
- Montaje de un elevador
- Concluir con el presente proyecto en un plazo de un año

## **CAPITULO II**

### **2. ELEVADOR ELECTROMECHANICO**

#### **2.1 ELEVADOR DE DOS COLUMNAS**

Mediante éste elevador el auto es soportado lateralmente por brazos, que pivotan y se apoyan en dos columnas empotradas al piso, deslizándose a través de éstas, mediante mecanismos hidráulicos o electromecánicos ver figura 2-1, las operaciones de mantenimiento del auto en este tipo de elevador son múltiples, como por ejemplo: sistema de suspensión, sistema de freno, sistema de transmisión motriz y otros.

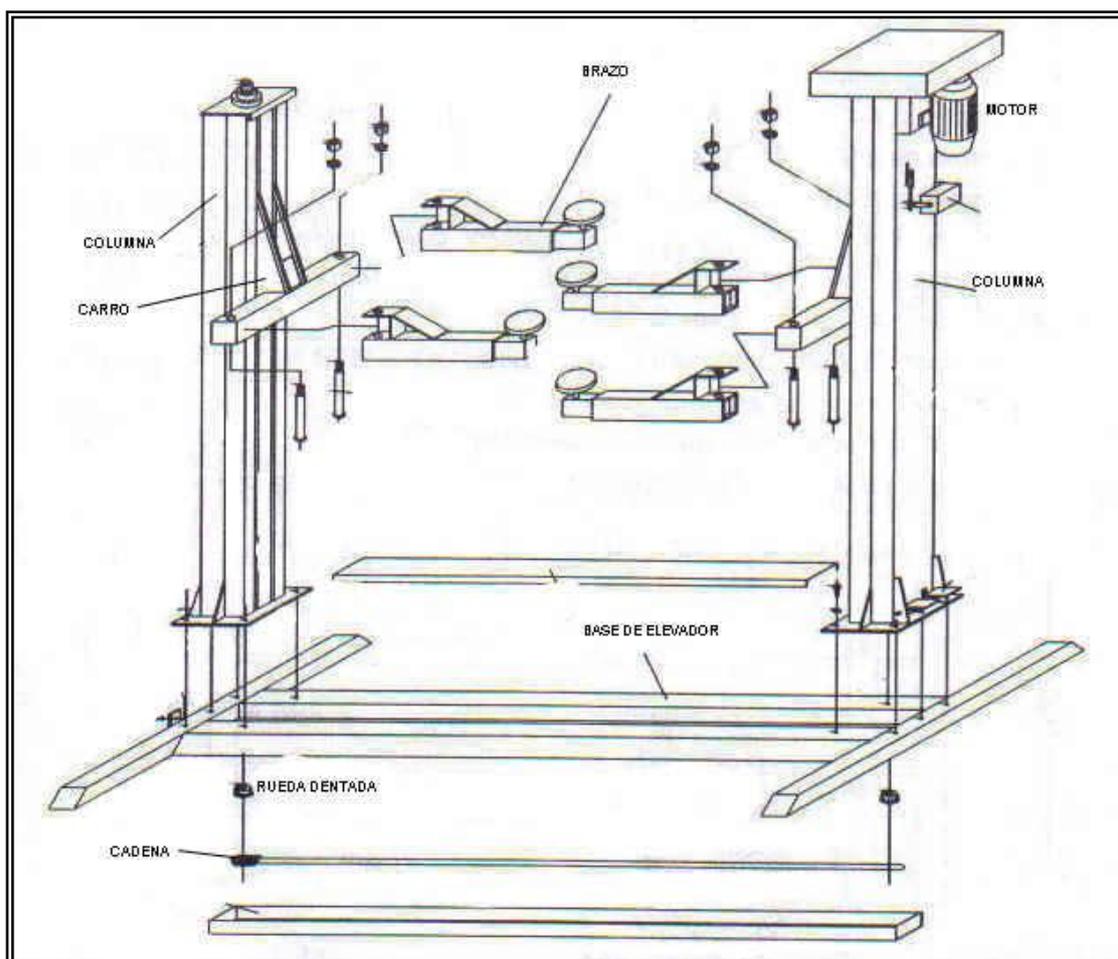


Figura 2-1

## 2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Este equipo eleva un vehículo a través de un accionamiento (giro) de tornillo de potencia que recibe de un motor y comunica el giro a una rueda dentada y cadena que trasmite a la otra columna con total sincronización.

Equipado con un sistema de auto-trabamiento que actua de manera de impedir el descenso debido al peso del vehículo lo que le hace un elevador confiable con total seguridad para el vehículo y las personas

## 2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

### **Ventajas**

1. Es un equipo transportable
2. Buen desenvolvimiento en e área automotriz

### **Desventajas**

1. Costo
2. Capacidad de elevación limitada
3. Mantenimiento mas frecuente
4. Piso compacto y plano para su instalación.

## **2.4 COLUMNAS**

Una columna es una pieza estructural que soporta una carga axial por compresión y tiende a fallar como resultado de inestabilidad elástica, o pandeo, más que por trituración de material.

La inestabilidad elástica es aquella condición de falla en la forma de la columna no es lo suficiente rígida para mantenerla recta bajo la acción de carga

### **2.4.1 PROPIEDADES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA COLUMNA**

La tendencia de una columna a pandearse depende de su forma, dimensiones de su sección transversal conjuntamente con su longitud y la manera en que se une a piezas o soportes adyacentes.

Una columna tiende a pandearse alrededor del eje el cual el radio de giro al igual que el momento de inercia son mínimos.

Sus propiedades son:

1. Área de la sección transversal "A"
2. Momento de inercia respecto al eje alrededor del cual es mínimo el valor de "I"
3. El valor mínimo de radio de giro "r" calculado a partir de:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (2-1)$$

### 2.4.2 EMPOTRAMIENTO O FIJACION EN UN EXTREMO Y LONGITUD EFECTIVA

Indica la manera en que se apoyan o sostienen los extremos de la columna la variable mas importante es la cantidad de sujeción o fijación que se presenta en los extremos de la columna en contra de la tendencia a girar, como se ilustra en la

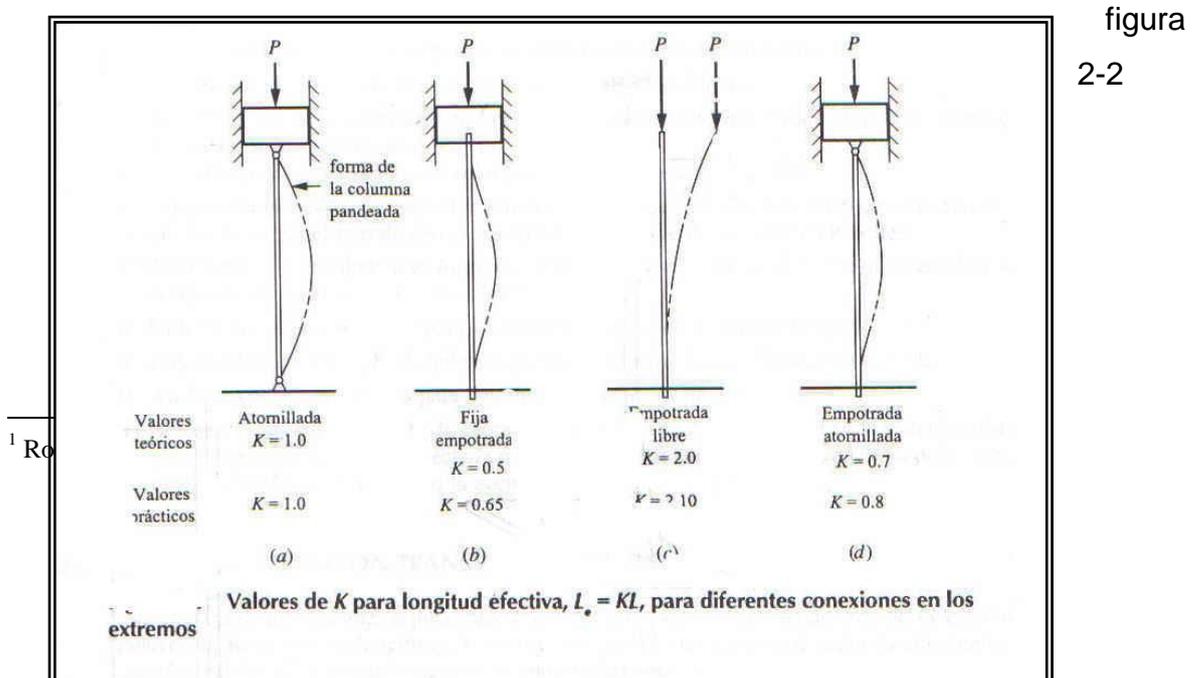


Figura 2-2

La manera en que se apoyan o sustentan ambos extremos de la columna afecta la longitud efectiva, que se define como

$$L_e = L \times K \quad (2-2)$$

Donde:

$L$  = Longitud efectiva

$K$  = Constante de empotramiento

### **2.4.3 COLUMNAS CON CARGA EXCÉNTRICA <sup>3</sup>**

Una carga excéntrica es aquella que se aplica lejos del eje centroidal de la sección transversal.

La tensión o esfuerzo máximo en la columna flexionada se presenta en las fibras que están hacia fuera de la sección transversal en el punto medio de la columna como se ilustra en figura 2-3

Comportamiento viga columna

---

<sup>2</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 176

<sup>3</sup> Roy R Graig Jr, Mecánica de materiales, 2<sup>da</sup> ed, pag 630

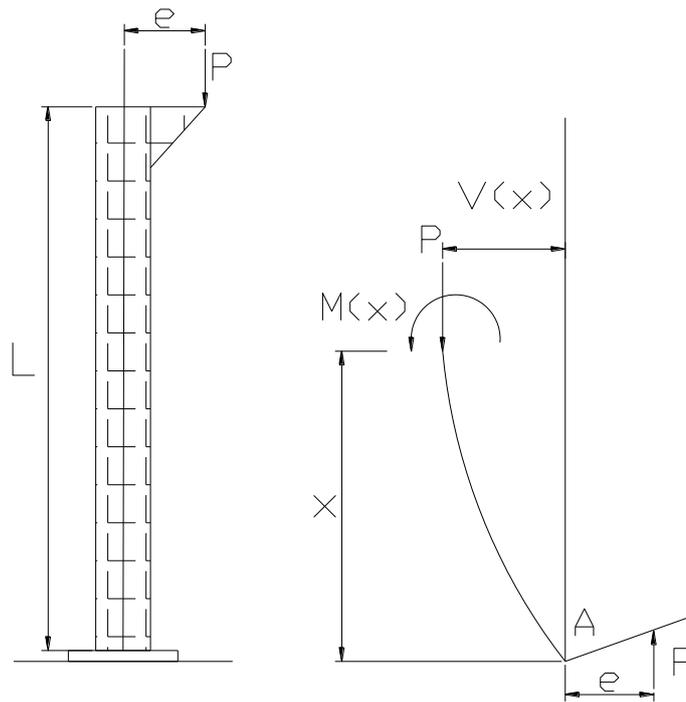


Figura 2-3

$$y_{\max} = e \left[ \sec \left( \frac{Le}{2r} \sqrt{\frac{P}{AE}} \right) - 1 \right] \quad 4 \quad (2-15)$$

#### 2.4.4 ESFUERZO MÁXIMO PARA UNA CARGA EXCÉNTRICA <sup>5</sup>

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} \left[ 1 + \left( \frac{ec}{r^2} \right) \sec \left( \frac{Le}{2r} \sqrt{\frac{P}{AE}} \right) \right] \quad (2-18)$$

Donde:

$\sigma_{1/2}$  = Esfuerzo máximo de compresión en la viga-columna

P = Carga axial (excéntrica) de compresión

<sup>4</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> ed, pag 194

<sup>5</sup> Roy R Graig Jr, Mecánica de materiales, 2<sup>da</sup> ed, pag 633

A = Área transversal del miembro en compresión

e = Excentricidad de la carga

c = Distancia del centroide a la fibra externa, donde actúa  $\sigma \frac{L}{2}$

r = Radio de giro

Le = Longitud efectiva

## **2.5 TORNILLOS DE POTENCIA**

“Un tornillo para la aplicación de fuerza o potencia mecánica es un dispositivo en la maquinaria para convertir un giro o desplazamiento angular en un desplazamiento rectilíneo y transmitir así, generalmente. La acción de fuerza o potencia” operan con base en el principio de la cuerda de tornillo y la tuerca con la que enlaza

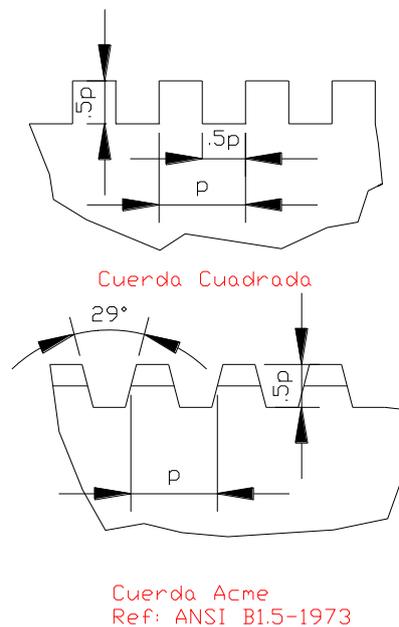


Figura 2-4

### Rosca Cuadrada

Esta rosca puede transmitir todas las fuerzas en dirección casi paralela al eje, a veces se modifica la forma de filete cuadrado dándole una conicidad o inclinación de  $5^\circ$  a los lados ver figura 2-4.

### Rosca Acme

Ha reemplazado generalmente a la rosca de filete truncado. Es más resistente, más fácil de tallar y permite el empleo de una tuerca partida o de desembrague que no puede ser utilizada con una rosca de filete cuadrado.

Las roscas Acme se emplean donde se necesita aplicar mucha fuerza. Se usan para transmitir movimiento en todo tipo de [máquinas herramientas](#), gatos, prensas

grandes "C", tornillos de [banco](#) y sujetadores. Las roscas Acme tienen un ángulo de rosca de 29° y una cara plana grande en la cresta y en la Raíz. Las roscas acme se diseñaron para sustituir la rosca cuadrada, que es difícil de fabricar y quebradiza.

Hay tres clases de rosca acme, 2G, 3G y 4G, y cada una tiene holguras en todas dimensiones para permitir movimiento libre. Las roscas clase 2G se usan en la mayor parte de los conjuntos. Las clases 3G y 4G se usan cuando se permite menos juego u holgura, como por ejemplo en el husillo de un torno o de la mesa de una maquina fresadora.

1. Para obtener una ventaja mecánica mayor con objeto de levantar pesos, como es el caso de los gatos tipo tornillos de lo automóviles.
2. Para ejercer fuerzas de gran magnitud, como en los compactadores caseros o en una prensa.
3. Para obtener un posicionamiento preciso de un movimiento axial, como en el tornillo de un micrómetro o en el tornillo de avance de un torno.

En cada una de estas aplicaciones se utiliza un par de torsión en los extremos de los tornillos por medio de conjuntos de engranajes, creando de esta forma una carga sobre el dispositivo.

### **2.5.1 COEFICIENTES DE ROZAMIENTO EN LOS TORNILLOS DE POTENCIA**

Si las superficies de los hilos de rosca son lisas y están bien lubricadas, el coeficiente de rozamiento puede ser tan bajo como  $f=0.10$ , pero con materiales de mano de obra de [calidad](#) promedio, se recomienda  $f=0.125$ . Si la ejecución es de calidad dudosas se puede tomar  $f=0.15$ .

En base a [experimentos](#) dedujeron que el coeficiente de rozamiento es independiente de la carga axial; que esta sometido a cambios despreciables debido a la [velocidad](#) para la mayoría de los intervalos de ésta que se emplean en la práctica; que disminuye algo con lubricantes espesos(grasa); que la variación es pequeña para los diferentes combinaciones de materiales comerciales , siendo menor la correspondiente al aceros sobre bronce, y que las ecuaciones teóricas dan una buena predicción sobre las ecuaciones reales.

En el caso de los tornillos de fuerza o potencia, la rosca Acme no es tan eficiente como la rosca cuadrada debido al rozamiento extra ocasionado por la acción de cuña; pero suele preferírsela porque es mas fácil de formar a máquina y permite el empleo de una tuerca partida, que puede ajustarse para compensar el desgaste.

Por tanto elegimos la rosca ACME como elemento a diseñar

### **2.5.2 TORQUE QUE SE REQUIERE PARA MOVER UNA CARGA<sup>6</sup>**

Los parámetros mas importantes a considerar fuerza que hay que mover “F” el tamaño del tornillo según lo indica su diámetro de paso “Dp”, el desplazamiento “L” y coeficiente de fricción”*f*”. Obsérvese que al desplazamiento se considera como la distancia axial a lo largo de la cual se moverá el tornillo en una revolución completa en el caso mas común el desplazamiento es igual al paso  $L = p = 1/n$ , como se ilustra en la figura 2-5

---

<sup>6</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 732

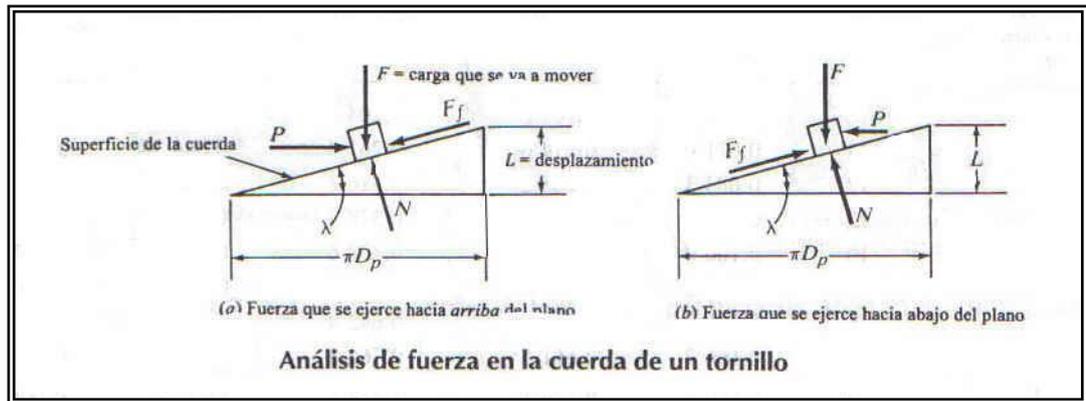


Figura 2-5

### 2.5.3 TORQUE PARA LEVANTAR UNA CARGA

El torque que se necesita para mover la carga a lo largo de la cuerda es

$$Tu = \frac{FDp}{2} \left[ \frac{(\cos\phi \times \tan\lambda + f)}{(\cos\phi - f \times \tan\lambda)} \right] \quad (2-19)$$

### 2.5.4 TORQUE PARA BAJAR UN CARGA

El torque que se necesita para mover la carga hacia afuera de la cuerda es:

$$Td = \frac{FDp}{2} \left[ \frac{(f - \cos\phi \times \tan\lambda)}{(\cos\phi + f \times \tan\lambda)} \right] \quad (2-20)$$

Donde:

$Dp$  = diámetro de paso

$F$  = carga a mover

$\phi$  = ángulo de la cuerda

$f$  = coeficiente de fricción

$\lambda$  = ángulo de desplazamiento

### 2.5.5 EFICIENCIA DE UN TORNILLO DE POTENCIA

Se expresa como la relación del torque que se requiere para mover el tornillo sin fricción con la que se necesita para moverlo donde si existe fricción

Si  $f=0$  el torque es:

$$T' = \frac{FDp}{2} \cdot \frac{L}{\pi Dp} = \frac{FL}{2\pi} \quad (2-21)$$

En consecuencia la eficiencia es.

$$e = \frac{T}{Tu} = \frac{FL}{2\pi Tu} \quad (2-22)$$

Donde:

$F$  = carga a mover

$L$  = desplazamiento

$Tu$  = torque de ascenso

### 2.5.6 POTENCIA QUE SE NECESITA PARA IMPULSAR UN TORNILLO DE POTENCIA

---

<sup>7</sup> Joseph Edgard Shingley, Diseño de Ingeniería Mecánica, 5<sup>ta</sup> Edición, pag 374

La potencia para impulsar el tornillo se determina por medio de

$$P_1 = \frac{Tn}{63000} \quad 8 \quad (2-23)$$

### 2.5.7 ESFUERZOS ESTATICOS EN TORNILLOS <sup>9</sup>

**Torsión** cuando se aplica un torque a una pieza, tiende a deformarse como consecuencia del giro, lo que provoca una rotación de una parte de la pieza en relación a otra. Tal giro genera una tensión por esfuerzo de corte en la pieza, la distribución de la tensión en este caso no es uniforme la figura 2-6 ilustra estas deformaciones.

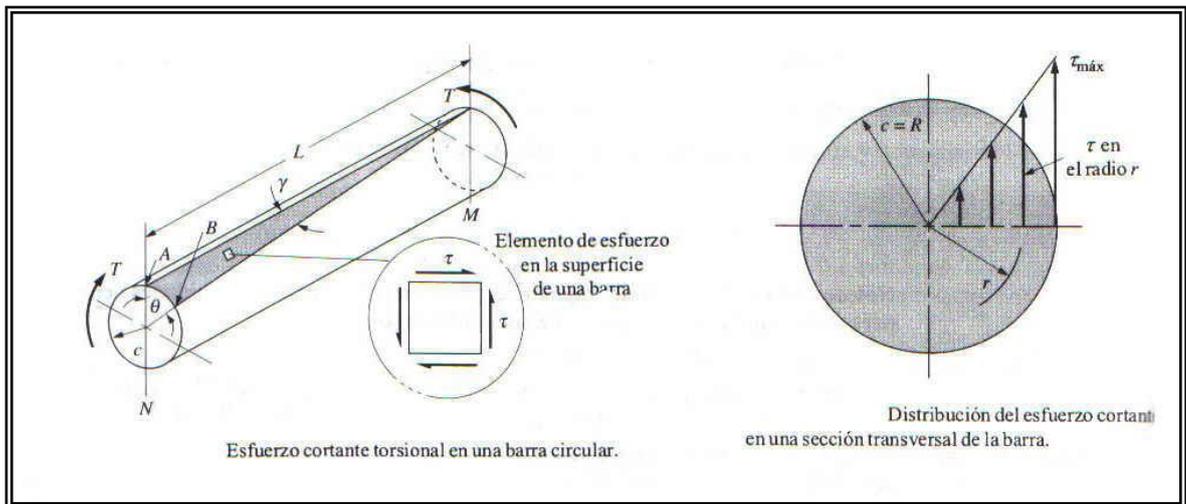


Figura 2-6

$$\tau = \frac{Tc}{J} = \frac{16T}{\pi d^3} \quad (2-24)$$

<sup>8</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 732

<sup>9</sup> Robert C Juvinall, Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica, Edición, pag 326

Donde:

$c$  = es el radio de la flecha o eje

$J$  = momento polar de inercia

$T$  = torqué

### **Esfuerzo de empuje en la cuerda (Compresión) y su distribución entre los hilos en contacto**

La compresión entre los hilos del tornillo y la tuerca existen en los hilos 1, 2 y 3  
El esfuerzo no esta distribuido uniformemente debido a factores como la flexión en los hilos y variaciones de manufactura respecto a la geometría teórica ver figura 2-7

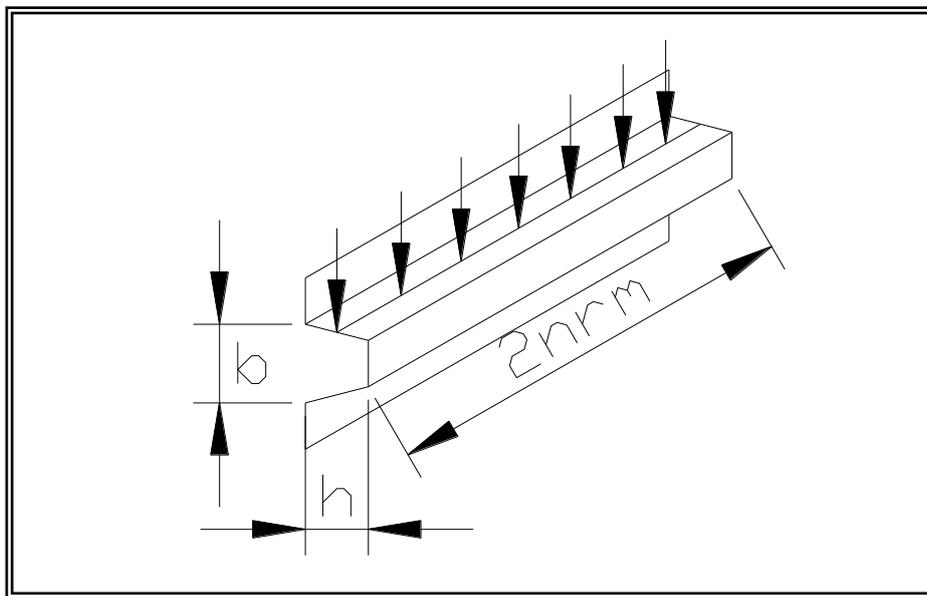


Figura 2-7

$$\sigma = \frac{4P}{\pi(d^2 - d_i^2)} \cdot \frac{p}{t} \quad (2-25)$$

Donde:

$d_i$  = diámetro menor del hilo interno

$P$  = carga

$p$  = paso

$t$  = espesor de la tuerca

### **Esfuerzo cortante en la cuerda y espesor de la tuerca**

La fuerza a tensión requerida en el perno para que ceda toda la sección transversal con rosca del perno es:

$$Ft = At \times St \approx \frac{\pi}{4} \times (0.9d)^2 \times Sy \quad (2-26)$$

La fuerza a tensión requerida en la tuerca para que ceda toda la sección transversal con rosca es:

$$Ft = \pi \times d(0.75t)S_{sy} \approx \pi d(0.75t)(0.58Sy) \quad (2-27)$$

Donde:

$d$  = diámetro de la cuerda

$S_y$  = resistencia a punto cedente

### **Espesor de la tuerca**

$$t = 0.47d \approx 7/8d \quad (2-28)$$

## Flujo de fuerzas en un perno sujeto a tension

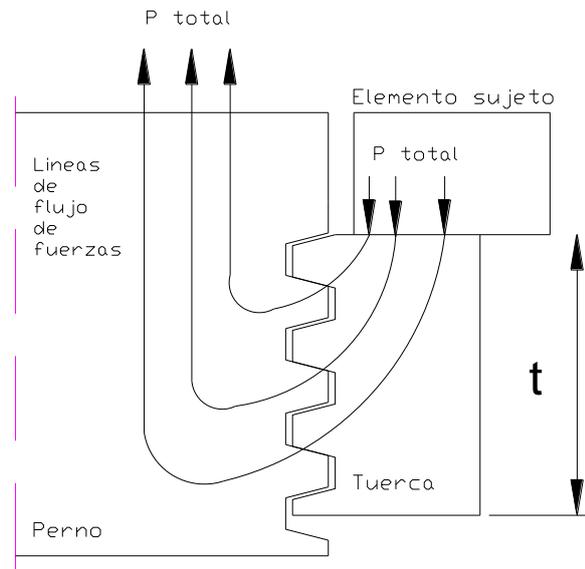


Figura 2-8

## 2.6 VIGAS DE SOPORTE

### 2.6.1 CARGAS EN VIGAS APOYOS Y TIPOS DE VIGAS

Una viga es un miembro que se somete a cargas transversales es decir, perpendiculares a lo largo de su eje.

Tales provocan esfuerzos cortantes en la viga y le imparten su figura característica de pandeo, lo que también da como consecuencia esfuerzos flexionantes.

Las vigas se someten a varios patrones de carga:

- Cargas concentradas normales
- Cargas concentradas con inclinación
- Cargas uniformemente distribuidas
- Cargas variables

### **2.6.2 TIPOS DE APOYOS**

- Apoyo simple de rodillo
- Apoyo de pasador
- Apoyo fijo o empotrado

### **2.6.3 TIPOS DE VIGAS**

- Viga simple
- Viga saliente
- Viga en voladizo
- Viga compuesta
- Vigas continuas

### **2.6.4 FUERZAS CORTANTES**

Las fuerzas cortantes son fuerzas internas que se generan en el material de una viga para equilibrar las fuerzas aplicadas externamente y para garantizar el equilibrio en todas sus partes.

### 2.6.5 MOMENTOS FLEXIONANTES

Se desarrollan en vigas por la aplicación de cargas perpendiculares a la viga. Estos momentos flexionantes son los que hacen que la viga asuma una figura característica de curvado o flexionado

### 2.6.6 CORTANTE, MOMENTO Y DEFLEXIÓN DE VIGAS EN VOLADIZO <sup>10</sup>

La diferencia mas notable entre vigas simplemente apoyadas y vigas en voladizo es que el apoyo es fijo y por lo tanto puede resistir momentos por eso en el extremo fijo de la viga el momento flexionante no es cero como en el caso de vigas simplemente apoyadas. De hecho el momento flexionante en el extremo fijo de la viga es el máximo como ilustra la figura 2-9

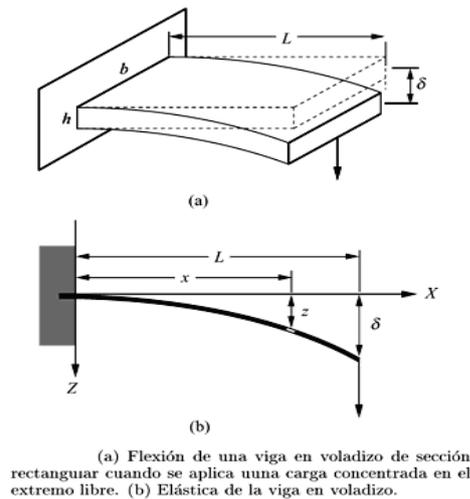


Figura 2-9

$$R_1 = V = F \quad (2-29)$$

<sup>10</sup> Joseph Edgard Shigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, 5<sup>ta</sup> Edición , pag 831

$$M = F(x - l) \quad (2-30)$$

$$y = \frac{Fx^2}{6EI} (x - 3l) \quad (2-31)$$

$$y_{\max} = -\frac{Fl^3}{3EI} \quad (2-32)$$

### 2.6.7 VIGAS ARMADAS Y FLUJO CORTANTE <sup>11</sup>

Se fabrican con dos o mas piezas de material unidas entre si para formar una sola viga. Deben diseñarse de manera que la viga se comporte como un solo miembro.

El flujo de cortante es la fuerza cortante horizontal por unidad, distancia a lo largo del eje horizontal de la viga

$$F = \frac{dM}{I} \int y dA \quad (2-33)$$

$$f = \frac{F}{dx} = \frac{dM}{dx} \left(\frac{1}{I}\right) \int y dA \quad (2-34)$$

$$f = \frac{VQ}{I} \quad (2-35)$$

Donde:

---

<sup>11</sup> Gere and Timoshenko, Mecánica de materiales ,2<sup>da</sup> ed, pag 350

V= Fuerza cortante vertical en la sección de interés

I = Momento de inercia en la sección transversal completa con respecto al eje centroidal

t = Espesor de la sección transversal medido en el eje donde se va a calcular el esfuerzo

Q = Momento estático

$$Q = Af \times df \quad (2-36)$$

### 2.6.8 RELACIÓN MOMENTO CURVATURA <sup>12</sup>

Conocida como la ecuación de momento curvatura la Ec (2-42) muestra que la curvatura es directamente proporcional al momento flexionante M e inversamente proporcional a la cantidad EI, que se llama rigidez por flexión de la viga. La rigidez por flexión es una medida de resistencia de la viga a la flexión; es decir, entre mayor es la rigidez por flexión, menor es la curvatura para un momento flexionante dado (figura 2-10)

#### Relación momento curvatura

---

<sup>12</sup> Gere and Timoshenko, Mecánica de materiales ,2<sup>da</sup> ed, pag 313

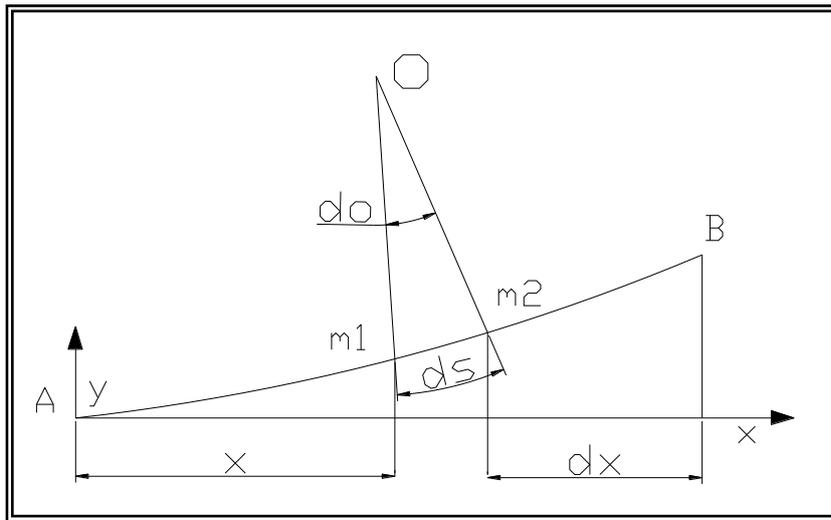


Figura 2-10

$$dM = -\sigma_x y dA \quad (2-37)$$

$$M = -\int_A \sigma_x y dA \quad (2-38)$$

$$M = \int_A k E y^2 dA = k E \int_A y^2 dA \quad (2-39)$$

$$M = k E I \quad (2-40)$$

$$I = \int_A y^2 dA \quad (2-41)$$

$$k = \frac{1}{\rho} = \frac{M}{E I} \quad (2-42)$$

## 2.7 ELEMENTOS MECANICOS

### **2.7.1 IMPULSORES DE BANDA Y CADENA**

Las bandas y las cadenas representan los tipos de elementos flexibles para transmitir potencia. Los impulsores de banda y cadena son capaces de transmitir potencia entre flechas que se encuentran muy separadas. Además, la distancia central es potencialmente ajustable y no necesita ser tan precisa como para los impulsores de engrane.

### **2.7.2 IMPULSORES DE BANDA.**

Una banda es un elemento flexible capaz de transmitir potencia y acopla en forma ajustada sobre un conjunto de poleas o poleas diseñadas a la forma de la banda.

La figura 2-15 muestra su disposición básica. En el caso de reducción de relación de velocidad entre dos ejes se utiliza el caso más común, la polea acanalada mas pequeña se monta en la flecha de alta velocidad, como la flecha de un motor eléctrico. La polea de mayor tamaño se monta en la máquina que es impulsada.

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, por consecuencia, se aplica un toque a la flecha que es impulsada. El lado opuesto de la banda aún está en tensión, pero de menor valor. Por tanto se le da el nombre de "lado flojo". La cual se detalla en la figura 2-11

### Impulsor de banda

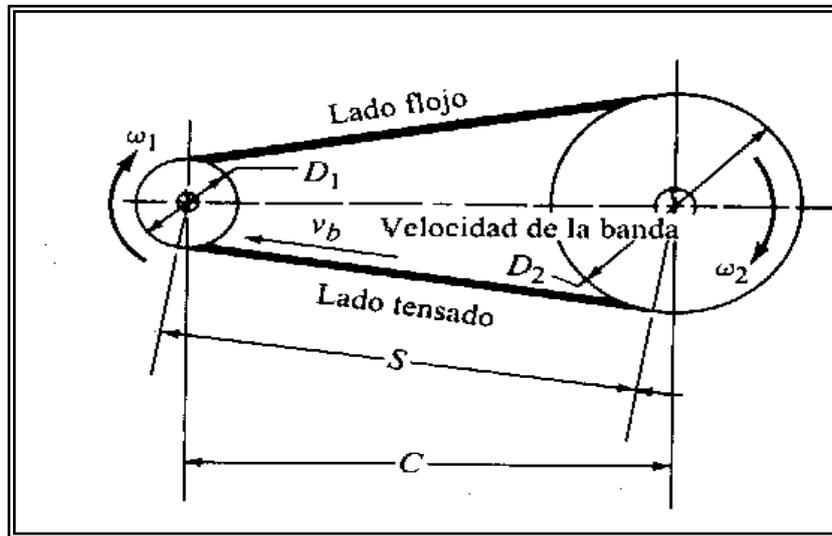


Figura 2-11

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 vehículos, es la banda en V que se ilustra en la figura 2-12

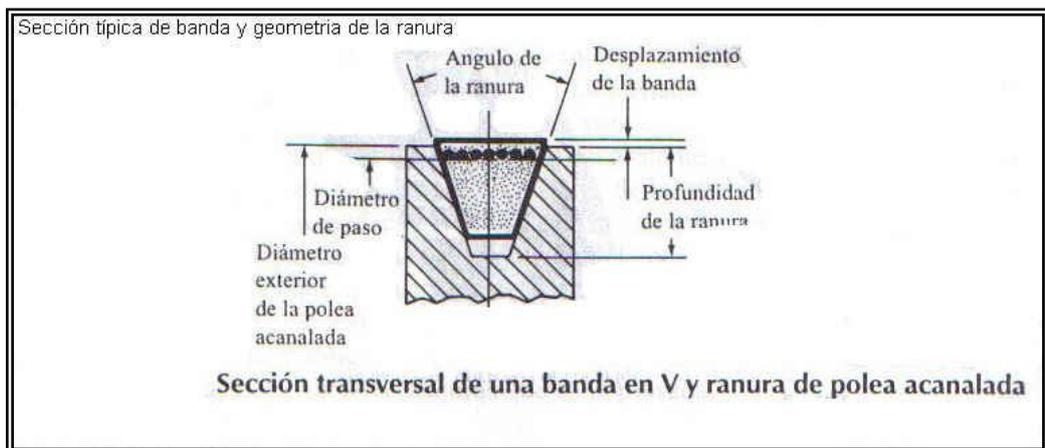


Figura 2-12

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.”

### **2.7.3 IMPULSORES DE BANDA EN V <sup>13</sup>**

Las observaciones importantes que se derivan de una disposición de este tipo se resumen a continuación.

1. La polea, con una ranura circunferencial sobre la que se apoya la banda, se denomina *polea acanalada*.
2. El tamaño de una polea acanalada se indica mediante su diámetro de paso, poco más pequeño que el diámetro exterior de la polea.
4. La relación de velocidad entre la polea acanalada impulsora y la que es impulsada es inversamente proporcional a la relación entre los diámetros de paso de las poleas. Esto se deriva de la observación de que no existe deslizamiento, bajo cargas normales. Por consiguiente la velocidad lineal de la línea de paso de ambas poleas acanaladas es la misma e igual a la velocidad de la banda,  $V_b$  En consecuencia:

---

<sup>13</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 534

$$V_b = R_1\omega_1 = R_2 \omega_2 \quad (2-43)$$

No obstante

$$R_1 = D_1/2 \text{ y } R_2 = D_2/2 \quad (2-44)$$

La relación de velocidad angular es

$$\omega_1/\omega_2 = D_2/D_1 \quad (2-45)$$

Las relaciones entre longitud de paso,  $L$ , distancia central,  $C$ , y los diámetros de las poleas son

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} \quad (2-46)$$

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(D_2 - D_1)^2}}{16} \quad (2-47)$$

El ángulo de contacto de es la banda en cada polea acanalada

$$\Theta_1 = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1} \left[ \frac{D_2 - D_1}{2C} \right] \quad (2-48)$$

$$\Theta_2 = 180^\circ + 2\text{sen}^{-1} \left[ \frac{D_2 - D_1}{2C} \right] \quad (2-49)$$

Los ángulos de contacto son importantes porque las bandas disponibles en el mercado se especifican con un ángulo de contacto supuesto de  $180^\circ$ . Esto ocurrirá sólo si la relación de impulso es 1 (no hay cambio de velocidad). El ángulo de contacto de la más pequeña de las dos poleas acanaladas será siempre menor de  $180^\circ$ , lo que exige una menor especificación en cuanto a potencia.

La longitud del espacio libre entre las dos poleas acanaladas, a lo largo del cual la banda no tiene apoyo alguno, es:

$$S = \sqrt{C^2 - \left[ \frac{D2 - D1}{2} \right]^2} \quad (2-50)$$

Esto es importante por dos razones. La tensión adecuada en la banda puede verificarse midiendo la cantidad de fuerza que se requiere para deflexionar la banda a la mitad del espacio libre en una cantidad específica. A su vez, la tendencia de la banda a vibrar o chicotear depende de esta longitud.

Los factores que contribuyen a que se genere tensión en la banda son.

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

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.

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.

Por consiguiente existen diámetros mínimos de poleas acanaladas que se recomiendan para bandas estándar, Al utilizar poleas acanaladas más pequeñas se reduce en forma radical la vida útil de la banda.

El valor de diseño de la relación de la tensión del lado tensionado con la tensión del lado flojo es de 5.0 para impulsores de banda en V. El valor real puede ser tan alto como 10.

#### **2.7.4 DISEÑO DE IMPULSORES DE BANDA EN V**

A continuación detallamos algunos parámetros para en diseño y selección de bandas en V, así como de las poleas.

- La potencia del motor.
- Las rpm de la flecha impulsora o de la planta impulsora.
- Factor de servicio.
- La distancia central. (distancia entre ejes).
- La longitud de la banda.
- Tamaño de las poleas impulsora e impulsada.
- El Angulo envolvente en la polea mas pequeña debe ser mayor de  $120^{\circ}$ .
- El tiempo de trabajo de la banda y polea (expresado en horas de trabajo diarias).
- El factor espacio es uno de los parámetros que hay que tomar en cuenta así como detalles a la hora de la instalación de la banda como de las poleas.
- Evitar temperaturas altas alrededor de las bandas.
- Verificar el paralelismo entre los ejes que soportan a las poleas acanaladas y que estas estén completamente alineadas.

En el mercado los elementos más utilizados a la hora de construir poleas es el aluminio y el hierro fundido. Las cuales deben limitarse a una velocidad de banda de 2500 a 7500 pies / min.

## 2.7.5 IMPULSORES DE CADENA

Una cadena es un elemento flexible que permite la transmisión de potencias considerables su fabricación trata de serie de eslabones que se unen mediante pernos. El diseño proporciona flexibilidad mientras permite que la cadena transmita fuerzas de tracción cuya magnitud es considerable.

Uno de los tipos más común de cadena es la cadena de rodamientos, en la que el rodamiento de cada perno proporciona una fricción excepcionalmente baja entre la cadena y las ruedas dentadas. La figuras2-13, 2-14

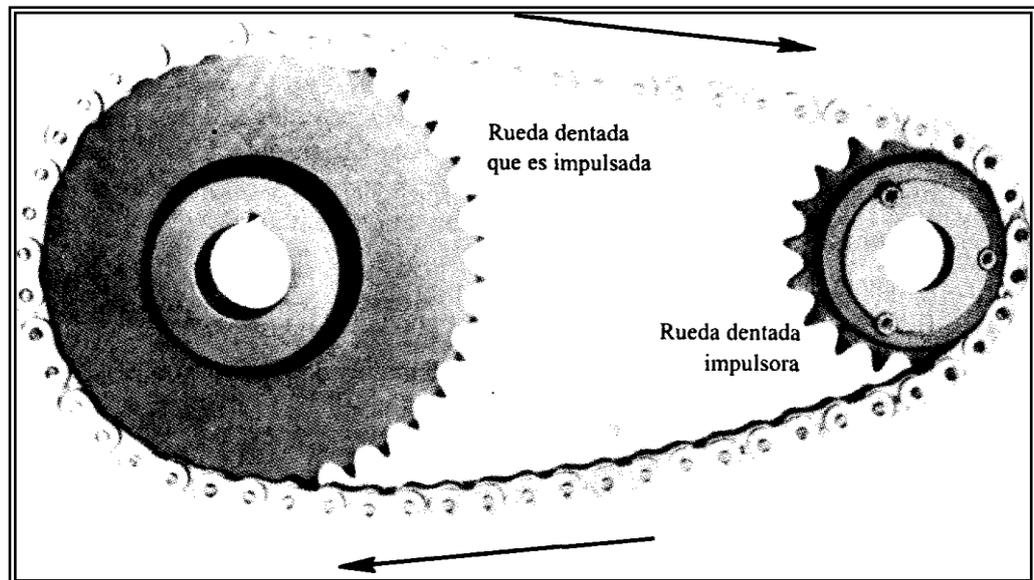


Figura 2-13

La cadena de rodamientos se clasifica con base en su paso, que es la distancia entre eslabones adyacentes.

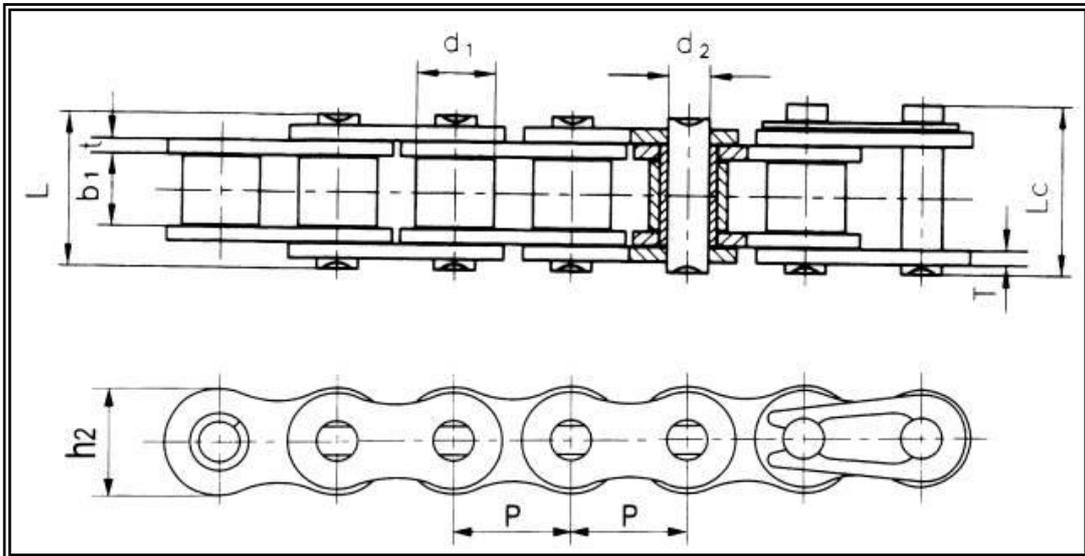


Figura 2-14

Una cadena de rodamientos estándar lleva una designación de tamaño entre 40 y 240 como se enumera en la tabla 2-1.

Tabla 2-1 Tamaño de cadenas por rodamientos

Número de cadena	Paso (pulg)	Resistencia promedio al esfuerzo de tracción (lb)
25	1/4	925
35	3/8	2 100
41	1/2	2 000
40	1/2	3 700
50	5/8	6 100
60	3/4	8500
80	1	14500
100	1	24000
120	1	34000
140	1	46000
160	2	58000
180		80000
200	2	95000
240	3	130000

Las transmisiones por cadenas tienen gran utilidad en las máquinas de transporte (bicicletas, motocicletas y automóviles), en máquinas agrícolas, transportadoras y equipos industriales en general. Algunas de las ventajas que presentan las transmisiones por cadenas al ser comparadas con otras transmisiones de enlace flexible, como las transmisiones por correas y poleas, son:

- Dimensiones exteriores son menores.
- Ausencia de deslizamiento.
- Alto rendimiento.
- Pequeña magnitud de carga sobre los árboles.
- Posibilidad de cambiar con facilidad su elemento flexible (cadena).

En cambio, a las transmisiones por cadenas se les reconoce como inconvenientes que:

- Pueden ser un poco ruidosas.
- Requieren de una lubricación adecuada.
- Presentan cierta irregularidad del movimiento durante el funcionamiento de la transmisión.
- Requiere de una precisa alineación durante el montaje y un mantenimiento minucioso.

#### **2.7.6 DISEÑO DE IMPULSORES DE CADENA.**

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

Las especificaciones se basan en datos empíricos con un impulsor suave y una carga su (factor de servicio = 1.0) y una vida útil especificada de 15,000 horas aproximadamente. Variables importantes son el paso de la cadena y el tamaño y

la velocidad de giro de la rueda dentada más pequeña. La lubricación es de fundamental importancia para la operación satisfactoria de un impulsor de cadena. Los fabricantes recomiendan el tipo de método de lubricación para combinaciones particulares de tamaño de cadena, tamaño de rueda dentada y velocidad. Los detalles se examinan más adelante.

- Las especificaciones se basan en la velocidad de la rueda dentada más pequeña.
- Para una velocidad en particular, la capacidad de potencia se incrementa *con los números de dientes* en la rueda dentada. Desde luego, cuanto mayor sea el número de dientes más grande será el diámetro de la rueda dentada. Debe observarse que el uso de una cadena con un paso pequeño en una rueda dentada de gran tamaño genera un impulso *mas* silencioso.
- Para un tamaño particular de rueda dentada, un número específico de dientes, la capacidad de potencia se incrementa en función del incremento de la velocidad hasta un punto; después, disminuye. La fatiga que se debe a la tensión en la cadena rige a velocidad entre bajas y moderadas; el impacto sobre las ruedas dentadas predomina a velocidades más altas. A cada tamaño de rueda dentada corresponde un límite superior absoluto de velocidad que se debe a la presencia de raspaduras entre los pernos y los bujes en la cadena. Esto explica la caída súbita de la capacidad de potencia hasta cero a la velocidad límite. Ver anexo 12
- Las especificaciones corresponden a un solo tramo de cadena. Si bien tramos múltiple incrementan la capacidad de potencia, no proporcionan un múltiplo directo de la capacidad de un solo tramo. Multiplique la capacidad en las tablas por los factores siguientes:

Dos tramos: factor =1.7

Tres tramos: factor = 2.5

Cuatro tramos: factor =3.3

- Las especificaciones son para un factor de servicio de 1.0. Especifique un factor de servicio, para un uso en particular de conformidad con el anexo 7

### **2.7.7 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA IMPULSORES DE CADENA**

Detallamos algunas recomendaciones generales para diseñar impulsores de cadena.

El número mínimo de dientes en una rueda dentada debe ser 17 a menos que el impulsor esté trabajando a una velocidad muy baja, menor de 100 hp.

La relación de velocidad máxima debe ser 7.0 aunque son factibles relaciones más altas. Se pueden utilizar dos o más fases de reducción para obtener relaciones más altas.

La distancia central entre los ejes de la rueda dentada debe ser de entre 30 y 50 pasos aproximadamente (30 a 50 veces el paso de la cadena).

El arco de contacto de la cadena en la rueda dentada más pequeña no debe ser menor de 120°.

En condiciones normales, la rueda dentada más grande no debe tener menos de 120 dientes.

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

La longitud de la cadena debe ser un múltiplo completo del paso, y se recomiendan número par de pasos.

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

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{0.1013(N_2 - N_1)^2}{4C} \quad 14 \quad (2-51)$$

Calculo de longitud de la cadena cuando la relación es 1:1

$$L = 2C + N \quad 15 \quad (2-52)$$

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

$$C = \frac{1}{4} \left[ L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[ L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 + N_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad 16 \quad (2-53)$$

La distancia central teórica no supone juego ni en el lado tensado ni en el lado flojo de la cadena y por consiguiente es un *máximo*.

El diámetro de paso de una rueda dentada con  $N$  dientes para una cadena con un paso  $p$  es

$$D = \frac{p}{\text{sen}(180^\circ / N)} \quad 17 \quad (2-61)$$

<sup>14</sup> Diamond Chain company 2000, Product Guide, pag 130

<sup>15</sup> Diamond Chain company 2000, Product Guide, pag 130

<sup>16</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 557

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

### 2.7.8 Cojinetes<sup>18</sup>

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 2-2 para una comparación del rendimiento entre ellos

Tabla 2-2 Comparación del tipo de cojinetes

<b>Tipo de cojinete</b>	<b>Capacidad de carga radial</b>	<b>Capacidad de carga de empuje</b>	<b>Capacidad de desalineación</b>
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
Rodamiento ahusado	Excelente	Excelente	Pobre

<sup>17</sup> Joseph Edgard Shingley, Diseño de Ingeniería Mecánica, 5<sup>ta</sup> Edición, pag 768

<sup>18</sup> SNR, El rodamiento nociones básicas, 1<sup>da</sup> Edición, pag 12

## Cojinete de bola de hilera única, ranura profunda

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 fecha. Las piezas giratorias giran dentro de una ranura profunda tanto en lo anillos externo con en los internos. El espaciamiento de las bolas se mantiene mediante dispositivos de retención o “jaulas” como se ilustra en la figura 2-15

Cojinete de bola de hilera unica

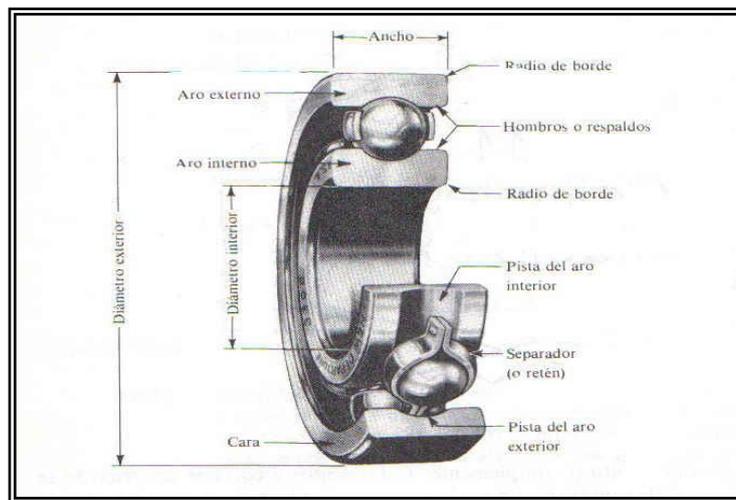


Figura 2-15

Destinados a soportar cargas radiales, pueden, igualmente admitir cargas axiales moderadas, este tipo aporta las características mas 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

## Selección de cojinetes: carga radial y de empuje combinada<sup>19</sup>

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

$$P = VXR + YT \quad (2-54)$$

De donde:

$P$  = 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 2-3

Tabla 2-3

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  $Y$

<sup>19</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 618

## 2.8 SELECCIÓN DEL MOTOR

### 2.8.1 FACTORES DE SELECCIÓN

- Tipo de motor
- Especificación de potencia
- Voltaje y frecuencia de operación
- Tipo de carcasa
- Tamaño del armazón
- Detalles relativos al montaje

### 2.8.2 VELOCIDADES DE MOTORES

Un motor de corriente alterna a carga cero tendera a operara a su velocidad sincrónica  $n_s$ , o a una velocidad muy cercana a esta que se relaciona con al frecuencia de CA y con el numero de polos eléctricos,  $p$ , que se bobina en el motor de acuerdo con la ecuación

$$n_s = \frac{120 * f}{p} \text{ rev/min} \quad ^{20} \quad (2-55)$$

Los motores tienen un número par de polos por lo regular 2 y 12 por lo que da resultado a las velocidades sincrónicas que se indican en la tabla 2-4.

---

<sup>20</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 684

Tabla 2-4

Velocidades de motores CA

<b>Numero de polos</b>	<b>Velocidad sincrónica (rpm)</b>	<b>Velocidad con carga total (rpm)</b>
2	3600	3450
4	1800	1725
6	1200	1140
8	900	850
10	720	690
12	600	575

### **2.8.3 RENDIMIENTO DE MOTORES**

El rendimiento se muestra en una grafica velocidad contra torque. En eje vertical es la velocidad de giro del motor como porcentaje de la velocidad sincrónica.

El eje horizontal es el torque que desarrolla el motor como porcentaje de la carga total o torque especificado.

### **2.8.4 MOTORES TRIFÁSICOS DE ROTOR DEVANADO**

Provisto de un rotor bobinado tienen devanados eléctricos que se conectan mediante anillos deslizantes al circuito de energía externa la inserción selectiva de resistencias en el circuito del rotor permite que el rendimiento del motor se adapte a las necesidades del sistema y que cambie con relativa facilidad para absorber cambios en el sistema o variar en realidad la velocidad del motor. El diseño del rotor devanado se utiliza en aplicaciones como prensas para impresión, equipo para triturar, transportadores y malacates.

## **2.8.5 CONTROLES PARA MOTORES DE CA**

El grado de complejidad del control depende del tamaño y tipo del motor que se use. A veces los motores se pueden poner en marcha mediante un interruptor sencillo o conectando directamente el motor al cable de voltaje total.

Los motores de mayor Tamayo y algunos más pequeños en equipos críticos requieren mayor protección.

Las funciones de los controles son las siguientes:

1. Encender y apagar el motor.
2. Proteger el motor de sobrecargas
3. Proteger al motor contra calentamiento excesivo
4. Proteger al personal
5. Proteger contra el ambiente
6. Evitar que los controles provoquen incendios o explosiones
7. Proporcionar torque aceleración, velocidad o desaceleración controladas
8. Accesibilidad de los controles y limitaciones de espacio.

## 2.9 SOLDADURA

### 2.9.1 TIPOS DE ENSAMBLES

Se refiere a la relación entre las partes (remítase a la figura 2-16, que se enlazan la soldadura a tope permite que un ensamble tenga el mismo espesor nominal que las partes que enlaza y por lo regular se carga en tensión. Si el ensamble se hace en forma correcta con el material de soldadura adecuado el ensamble será mas resistente que el metal original.

“Por consiguiente no se requiere realizar un análisis especial del ensamble si se demuestra que los propios miembros de ensamblado son seguros”<sup>21</sup>

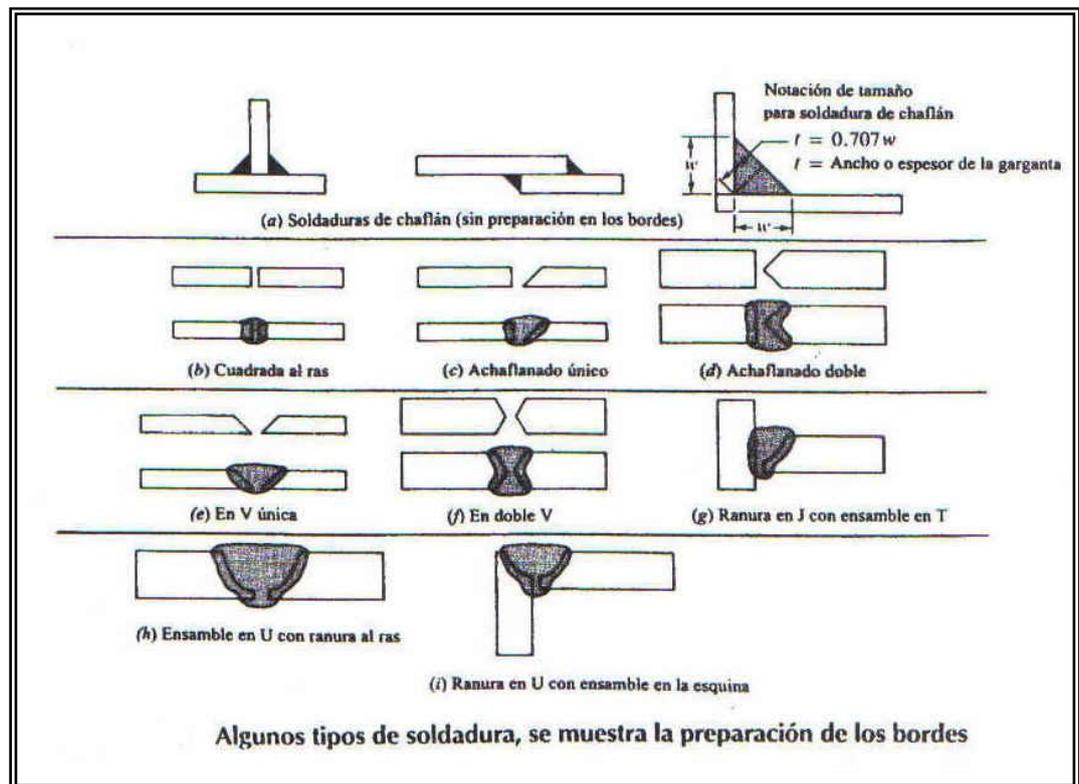


Figura 2-16

<sup>21</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 766, 767

## 2.9.2 JUNTAS A TOPE

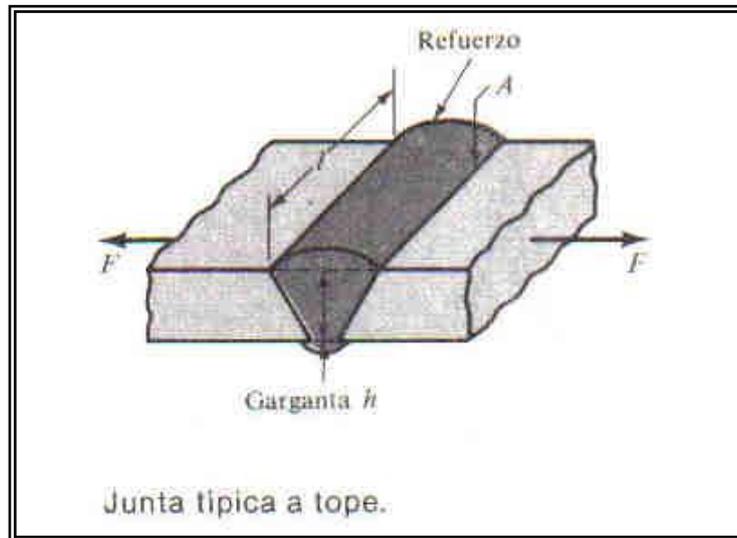


Figura 2-17

Para cargas de tensión o de compresión el esfuerzo normal medio es:

$$\sigma = \frac{F}{hl} \quad (2-56)$$

Donde:

h = Es la garganta

l = Longitud del cordón como indica en la figura 2-17

Si existen cargas de fatiga, una buena practica es esmerilar a maquina el refuerzo emparejando la junta.

El esfuerzo medio en una junta a tope debido a cargas cortantes es:

$$\tau = \frac{F}{hl} \quad (2-57)$$

### **2.9.3 Flexión en uniones soldadas**

La figura representa un voladizo unido a un soporte mediante juntas de filetes o cordón en las partes superior o inferior de la cara del elemento en contacto con el soporte ver anexo 21

## Capítulo III

### DISEÑO DEL ELEVADOR

#### 3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Capacidad máxima de la carga:	(2000 KG)
Altura máxima de elevación:	1900 mm
Altura mínima de elevación:	140 mm
Distancia mínima entre zapatas:	500 mm
Altura total del equipo:	2490 mm
Ancho total del equipo:	3100 mm
Tiempo de elevación:	75 s
Distancia máxima entre ejes del vehículo.	2250 mm
Ancho máxima del vehículo:	1700 mm
Voltaje de alimentación trifásica:	220 V

## 3.2 DISEÑO DE COLUMNAS

### 3.2.1 PROPIEDADES DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA COLUMNA

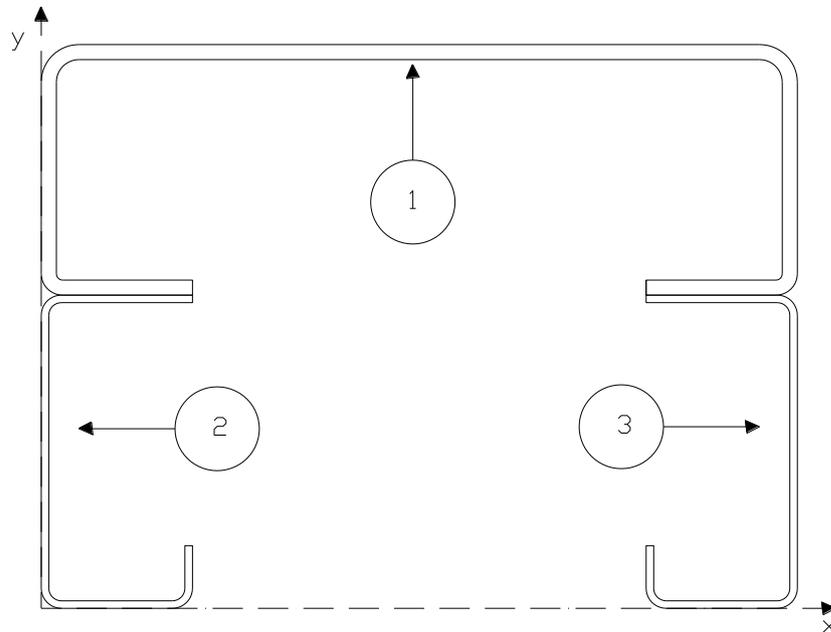


Figura 3-1

Área:	5001.650 mm <sup>2</sup>
Perímetro:	2196.478 mm
Centro de gravedad:	X: 150.000 mm      Y: 149.649 mm
Momentos de inercia:	X: 138870378.396 mm <sup>4</sup> Y: 183990162.947mm <sup>4</sup>
Producto de inercia:	XY: 112273858.186 mm <sup>4</sup>
Radios de giro:	X: 166.628 mm      Y: 191.796 mm
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:	I: 26859180.076 J: 71453028.973

## Propiedades de las secciones individuales

### Sección del perfil 300x100x60x7 mm # 1

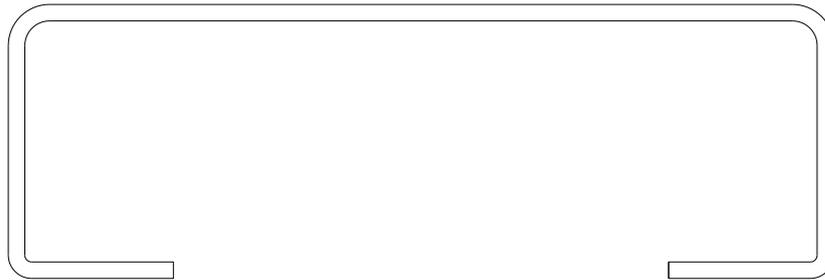


Figura 3-2

Área:	3485.867 mm <sup>2</sup>	
Perímetro:	1173.956 mm	
Centro de gravedad:		
	X: 150.00 mm	Y: 189.083 mm
Momentos de inercia:		
	X: 129975573.199 mm <sup>4</sup>	Y: 123336613.356 mm <sup>4</sup>
Producto de inercia:	XY: 98867500.104 mm <sup>4</sup>	
Radios de giro:		
	X: 193.097 mm	Y: 188.101 mm
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:		
	I: 5348112.457 mm <sup>4</sup>	
	J: 44904600.712 mm <sup>3</sup>	

## Sección del perfil 125x60x25x3 mm # 2

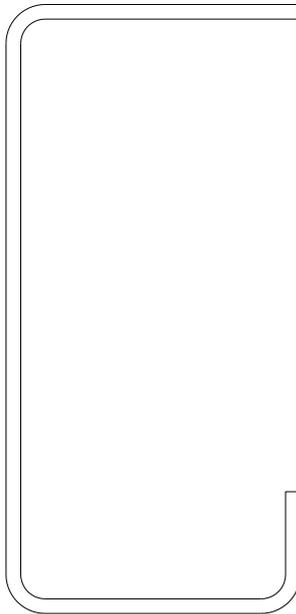


Figura 3-3

Área:	757.892 mm <sup>2</sup>	
Perímetro:	511.261 mm	
Centro de gravedad:	X: 19.385 mm	Y: 58.963 mm
Momentos de inercia:	X: 4447402.598 mm <sup>4</sup>	Y: 629216.244 mm <sup>4</sup>
Producto de inercia:	XY: 762005.953 mm <sup>4</sup>	
Radios de giro:	X: 76.604 mm	Y: 28.814mm
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:	I: 337041.450	J: 1819824.597

### Sección del perfil 125x60x25x3 mm # 3

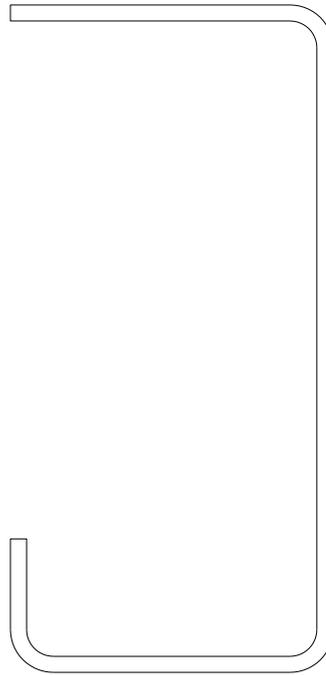


Figura 3-4

Área:	757.892 mm <sup>2</sup>	
Perímetro:	511.261 mm	
Centro de gravedad:		
	X: 280.615 mm	Y: 58.963 mm
Momentos de inercia:		
	X: 4447402.598 mm <sup>4</sup>	Y: 60024333.347 mm <sup>4</sup>
Producto de inercia:	XY: 12644352.129 mm <sup>4</sup>	
Radios de giro:		
	X: 76.604mm	Y: 281.423 mm
Momentos principales y direcciones X-Y alrededor del centro de gravedad:		
	I: 337041.450	
	J: 1819824.597	

Tabla 3-1

Calculo del centroide de la columna

parte	Ai(mm <sup>2</sup> )	Yi(mm)	AiYi(mm <sup>3</sup> )	Ii(mm <sup>4</sup> )	di=ȳ-yi(mm)	Aidi <sup>2</sup> (mm <sup>4</sup> )	Ii+Aidi <sup>2</sup> (mm <sup>4</sup> )
1	3485,867	189	659118,19	129975573,2	39,6351	5476091,92	135451665,1
2	757,892	58,963	44687,586	4447403	9,047062	62032,953	4509435,551
3	757,892	58,963	44687,586	4447403	9,047062	62032,953	4509435,551
área total 5001.651mm <sup>2</sup>		Σ(aiYi)=748493.362mm <sup>3</sup>		Inercia total 144470536.2 mm <sup>4</sup>			
centro de gravedad 149.6492582 mm							

$$AT = 5001.651\text{mm}^2$$

$$\Sigma(A_1 Y_1) = 748493.362 \text{ mm}^3$$

$$IT = 144470536.2 \text{ mm}^4$$

$$\bar{Y} = \frac{748493.362}{5001.651} = 149.649 \text{ mm}$$

### 3.2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EFECTIVA

Datos:

$$L = 2300 \text{ mm}$$

$$k = 2.1 \quad \text{ver figura 2-2}$$

Según Ec (2-2)

$$Le = L \times K$$

$$Le = 2300\text{mm} \times 2.1$$

$$Le = 4800\text{mm}$$

### 3.2.3 CÁLCULO DEL RADIO DE GIRO

Datos:

$$I = 144470536 \text{ mm}^4$$

$$A = 5001 \text{ mm}^2$$

Haciendo uso de la ec (2-1)

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{144470536.2 \text{ mm}^4}{5001.65 \text{ mm}^2}} = 169.955 \text{ mm}$$

### 3.2.4 CÁLCULO DE FLEXIÓN EN EL PUNTO MEDIO

Datos:

$$A = 5001.65 \text{ mm}^2$$

$$c = 126.5 \text{ mm}$$

$$E = 207.10^3 \text{ MPa}$$

$$e = 1000 \text{ mm}$$

$$P = 13734 \text{ N}$$

$$Le = 4830 \text{ mm}$$

$$r = 169.955 \text{ mm}^2$$

Según la ec (2-18)

$$\sigma_{1/2} = \frac{P}{A} \left[ 1 + \frac{ec}{r^2} \sec \left( \frac{Le}{2r} \sqrt{\frac{P}{AE}} \right) \right]$$

$$\sigma_{1/2} = \frac{13734 \text{ N}}{5001.651 \text{ mm}^2} \left[ 1 + \frac{1000 * 126.5}{(169.955)^2} \sec \left( \frac{4830}{2 * 169.955} \sqrt{\frac{13734}{5001.651 * 207.10^3 \text{ MPa}}} \right) \right]$$

$$\sigma_{1/2} = 14.788 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{1/2} = 14.788 \text{ MPa}$$

Cálculo de la deflexión máxima

Usando la ec (2-16)

$$Y_{\text{max}} = e \left[ \sec \left( \frac{Le}{2r} \sqrt{\frac{P}{AE}} \right) - 1 \right]$$

$$Y_{\text{máx}} = 1000 \text{ mm} \left[ \sec \left( \frac{4830 \text{ mm}}{2 * 169.955 \text{ mm}} \sqrt{\frac{13734 \text{ N}}{5001.651 \text{ mm}^2 * 207.10^3 \text{ MPa}}} \right) - 1 \right]$$

$$Y_{\text{max}} = 1,341 \text{ mm}$$

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$S_y = 248MPa$$

Ver anexo 10

$$N = 12$$

$$\sigma_d = \frac{248MPa}{12}$$

$$\sigma_d = 20.6667 MPa$$

Por tanto

$$\sigma_{\frac{1}{2}} \leq \sigma_d$$

$$14.788MPa \leq 20.6667MPa$$

El elemento cumple satisfactoriamente

### 3.3 DISEÑO DE TORNILLOS

#### Acero al carbono V 945 equivalente AISI 1045, DIN SK 45

Acero al carbono de alta calidad empleado en la fabricación de partes de maquinaria sometida a esfuerzos normales, como árboles de transmisión, ejes, pernos, tuercas, pines de sujeción, portamatrices, sus características se especifican en la tabla 3-2.

Tabla 3-2

Estado	Características mecánicas				
	Diámetro mm	Limite de fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (Lo=5d)min%	Concentración min %
Natural		370	650	15	35
Recocido	16-100	340	650-750	17	35
	100-250	330	580-700	18	-

Datos:

Tipo de rosca elegida "rosca acme"

$$F = 13734N$$

$$f = 0.15$$

$$d = 45mm$$

$$\phi = 14.5^\circ$$

$$\lambda = 2.80$$

$$p = L = 6mm$$

$$Dp = d - \frac{p}{2}$$

$$Dp = 45mm - \frac{6mm}{2}$$

$$Dp = 42mm$$

### 3.3.1 CÁLCULO DEL TORQUE DE ASCENSO

Con la ec (2-19)

$$Tu = \frac{FDp}{2} \left[ \frac{(\cos\phi \times \tan\lambda + f)}{(\cos\phi - f \times \tan\lambda)} \right]$$

$$Tu = \frac{13734N \times 39mm}{2} \left[ \frac{(0.968 \times 0.049 + 0.15)}{(0.968 - 0.15 \times 0.049)} \right]$$

$$Tu = 55032.81Nmm$$

$$Tu = 55.032Nm$$

### 3.3.2 CÁLCULO DEL TORQUE DE DESCENSO

Con la ec (2-20)

$$Td = \frac{FDp}{2} \left[ \frac{(f - \cos\phi \times \tan\lambda)}{(\cos\phi + f \times \tan\lambda)} \right]$$

$$Td = \frac{13734N \times 39mm}{2} \left[ \frac{(0.15 - 0.968 \times 0.049)}{(0.968 + 0.15 \times 0.049)} \right]$$

$$Td = 28163.26Nmm$$

$$Td = 28.163Nm$$

### **Cálculo de la velocidad del ascenso**

Datos:

Distancia de ascenso 1780 mm

Tiempo de ascenso 75 s

$$v = \frac{1780 \text{ mm}}{75 \text{ s}} = 23.73 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$$n = 23.73 \frac{\text{mm}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ rev}}{6. \text{mm}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 237.3 \text{ rpm} \approx 240 \text{ rpm}$$

### **3.3.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA**

La potencia que se necesita para impulsar cada tornillo es

$$Tu = 55.032Nm = 487.081Lbf.in$$

$$P = \frac{T \ n}{63000} = \frac{487.081lbf.in * 240rpm}{63000} = 1.85 \text{ Hp}$$

La potencia para los dos tornillos es:

$$\text{Potencia total} = 2 \times 1.85 = 3.71Hp \approx 4Hp$$

### 3.3.4 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DEL TORNILLO

Con la ec (2-22)

$$e = \frac{F.L}{2\pi Tu} = \frac{13734 N \times 6mm}{2 \pi 55.032 Nm} = 0,23$$

$$e = 23\%$$

### 3.3.5. ESFUERZOS ESTÁTICOS

#### Cálculo del área de tracción

$$At = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{Dr + Dp}{2} \right]^2$$

En la cual:

$Dr$  Diámetro de raíz

$Dp$  Diámetro de paso

$$At = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{39mm + 42mm}{2} \right]^2$$

$$At = 1288.24 \text{ mm}^2$$

## Cálculo del esfuerzo de empuje en la cuerda y su distribución entre los hilos en contacto

Con la ec (2-25)

$$\sigma = \frac{4F}{\pi(d^2 - dr^2)} \frac{p}{t}$$

$$\sigma = \frac{4 * 13734 \text{ N}}{\pi(45^2 \text{ mm}^2 - 39^2 \text{ mm}^2)} \frac{6 \text{ mm}}{300 \text{ mm}}$$

$$\sigma = 0.6939 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$S_y = 370 \text{ MPa}$$

Ver tabla 3-2

$$\sigma_d = \frac{370}{12}$$

$$\sigma_d = 30.833 \text{ MPa}$$

$$0.6939 \text{ MPa} \leq 30.833 \text{ MPa}$$

$$\sigma < \sigma_d$$

Por tanto el elemento cumple satisfactoriamente

### Cálculo del esfuerzo cortante

La fuerza a tensión requerida en el perno para que ceda toda la sección transversal con rosca del perno es:

$$F = \frac{\pi}{4} (0.9d)^2 S_y$$

$$F = \frac{\pi}{4} (0.9 \times 45 \text{ mm})^2 370 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F = 476652.255 \text{ N}$$

La fuerza a tensión requerida en la tuerca para que ceda toda la sección transversal con rosca es:

$$F = \pi D (0.75 \times t) \times S_{sy} \approx \pi D (0.75 \times t) (0.58 \times S_y)$$

$$F = \pi \times 45 \text{ mm} (0.75 \times 300 \text{ mm}) \left( 0.58 \times 370 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$F = 6826131.058 \text{ N}$$

### Cálculo del espesor de la tuerca

$$t = 0.47d \approx 7/8d$$

$$t = \frac{7}{8} 45 \text{ mm}$$

$$t = 21.15 \text{ mm}$$

Por conveniencia se escogió  $t = 300 \text{ mm}$

## Cálculo de la tensión de esfuerzo de corte por torsión

Datos:

$$d = 45mm$$

$$T = 55032.81Nmm$$

$$\tau_{\max} = \frac{Tc}{J}$$

$$J = \frac{\pi \times d^4}{32} = \frac{\pi(39)^4}{32} = 227121.539 \text{ mm}^4$$

$$c = \frac{d}{2} = \frac{45mm}{2} = 22.5mm$$

$$\tau_{\max} = \frac{55032.81Nmm * 22.5mm}{227121.539mm^4} = 5.4519 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{S_y}{2N}$$

$$S_y = 370MPa$$

Ver tabla 3-2

$$N = 6$$

$$\tau_d = \frac{S_y}{12}$$

$$\tau_d = \frac{370}{12}$$

$$\tau_d = 30.83 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\max} < \tau_d$$

Por tanto el elemento cumple satisfactoriamente

### **Cálculo de la deformación por torsión**

Datos:

$$G = 207.10^3 \text{ MPa}$$

$$J = 227121.539 \text{ mm}^4$$

$$T = 55032.81 \text{ Nmm}$$

$$L = 2100 \text{ mm}$$

$$\theta = \frac{TL}{GJ} = \frac{55032.81 \text{ Nmm} \cdot 2100 \text{ mm}}{\left(207.10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right) 227121.539 \text{ mm}^4}$$

$$\theta = 0.0025 \text{ rad} \approx 0.143^\circ$$

### **Cálculo del esfuerzo de flexión en la base de rosca**

Datos:

$$b = 3.78mm^2$$

$$F = 13734N$$

$$h = 3mm$$

$$n = 50$$

$$rm = 21mm$$

$$Sb = \frac{3 \times F \times h}{2 \times \pi \times n \times rm \times b^2}$$

$$Sb = \frac{3 \times 13734N \times 3mm}{2 \times \pi \times 50 \times 21mm \times 3.78mm^2}$$

$$Sb = 4.956MPa$$

### **Cálculo del esfuerzo transversal medio**

$$Ss = \frac{F}{2 \times \pi \times n \times rm \times b}$$

$$Ss = \frac{13734N}{2 \times \pi \times 50 \times 21mm \times 3.78mm}$$

$$Ss = 0.5507MPa$$

### **Cálculo de la presión de contacto**

$$P_c = \frac{F}{2 \times \pi \times n \times rm \times h}$$

$$P_c = \frac{13734N}{2 \times \pi \times 50 \times 21mm \times 3mm}$$

$$P_c = 0.6939 MPa$$

### **Esfuerzos en el núcleo del tornillo**

#### **Cálculo del esfuerzo cortante torsional**

Datos:

$$T = 55032.81Nmm$$

$$ri = 19.5mm$$

$$S_s = \frac{2 \times T}{\pi \times ri^3}$$

$$S_s = \frac{2 \times 55032.81Nmm}{\pi \times 19.5mm^3}$$

$$S_s = 1796.665MPa$$

#### **Cálculo del esfuerzo directo**

$$S_n = \frac{F}{areabase} = \frac{F}{\pi \times ri^2}$$

$$S_n = \frac{13734N}{1288.24mm^2} = 10.661MPa$$

### 3.4 DISEÑO DE VIGAS (BRAZOS)

Se utiliza acero estructural ASTM A-36, sus propiedades se especifican en el anexo 10

#### Datos de la viga 600 mm

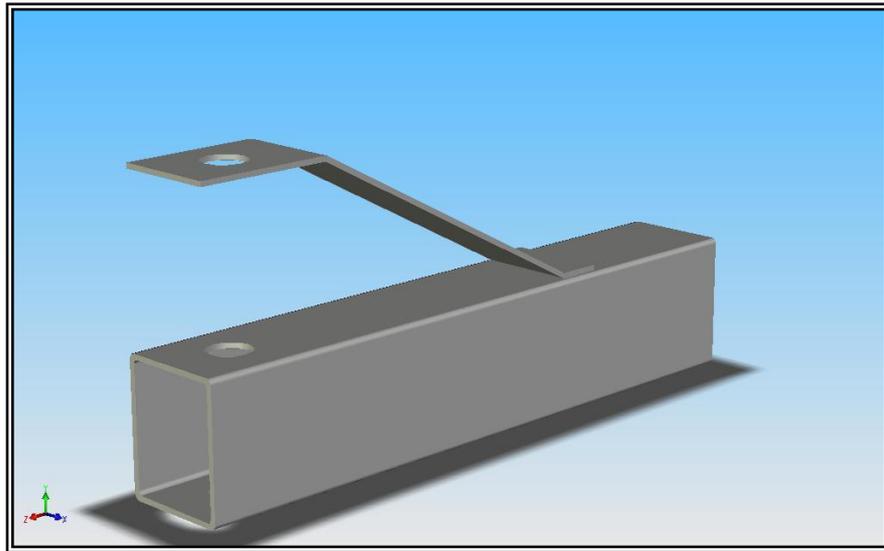


Figura 3-5

#### 3.4.1 PROPIEDADES DE SECCIÓN

Área = 1122.27 mm<sup>2</sup>

Centro de gravedad relativo al origen de pieza: (mm)

X = 600.00

Y = 50.00

Z = -25.00

Momentos de inercia, de un área, en el centro de gravedad: (mm<sup>4</sup>)

Lxx = 1870430.77    Lxy = 0.00    Lxz = 0.00

$$L_{yx} = 0.00 \quad L_{yy} = 464594.30 \quad L_{yz} = 0.00$$

$$L_{zx} = 0.00 \quad L_{zy} = 0.00 \quad L_{zz} = 1405836.47$$

Momento polar de inercia, de un área, en el centro de gravedad = 1870430.77 mm<sup>4</sup>

Momentos principales de inercia, de un área, en el centro de gravedad: (mm<sup>4</sup>)

$$I_x = 464594.30$$

$$I_y = 1405836.47$$

### Calculo de la soldadura

La soldadura escogida es a tope:

Según la ecuación

$$\sigma = \frac{F}{hl}$$

$$\sigma = \frac{2452.5N}{5mm \times 600mm}$$

$$\sigma = 0.817MPa$$

$$\sigma_d = 0.40 \times S_y \quad \text{Según anexo 18}$$

$$\sigma_d = 0.40 \times 400 MPa$$

$$\sigma_d = 160 MPa$$

$$\sigma_d \geq \sigma$$

Cumple satisfactoriamente la unión

### 3.4.2 CÁLCULO DE LA FUERZA CORTANTE, MOMENTO Y DEFLEXIÓN DE VIGA<sup>22</sup>

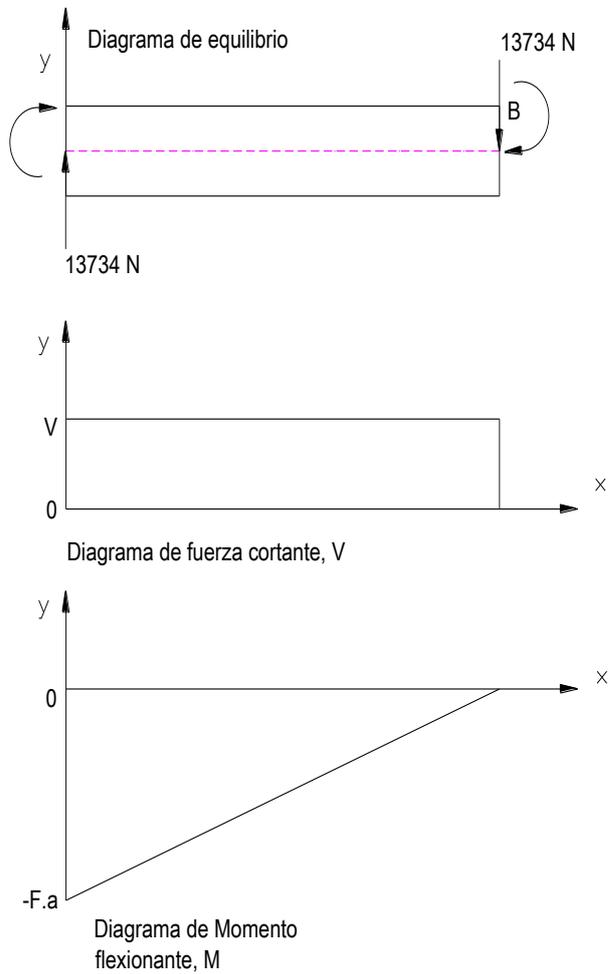


Figura 3-6

Con las siguientes ecuaciones:

$$R = V = F \quad (2-29)$$

<sup>22</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, apéndices A-25

$$M = -FL \quad (2-30)$$

$$Y_{\max} = -\frac{FL^3}{3EI} \quad (2-32)$$

$$R = 6867N$$

$$M = -6867N \times 560mm$$

$$M = -3845520Nmm$$

$$Y_{\max} = -\frac{6867 N \times 560^3}{3 \times 200 \cdot 10^9 Pa \times 1827092 mm^4}$$

$$Y_{\max} = -1,1 \cdot 10^{-3}$$

### 3.4.3 CÁLCULO DE LA RELACIÓN MOMENTO CURVATURA

Datos:

$$M = -8309070$$

$$E = 207 \cdot 10^9$$

$$I = 464594.30$$

$$k = \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$$

$$k = \frac{-8309070}{1.235 \cdot 10^{18}}$$

$$k = 6.72 \cdot 10^{-12}$$

### 3.4.4 CÁLCULO DE ESFUERZO DE FLEXIÓN MÁXIMO

Datos:

$$M = -38455520 \text{ Nmm}$$

$$S_y = 248 \text{ MPa}$$

$$\sigma_x = \frac{M}{S}$$

$$S = \frac{I}{c}$$

$$\sigma_x = -\frac{38455520 \text{ Nmm}}{36541.84 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_x = 105,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_d = \frac{248 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_d = 124 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d > \sigma_x$$

### 3.4.5 CÁLCULO DE FLUJO CORTANTE

$$A_f = 92\text{mm} \times 4\text{mm} = 368\text{mm}^3$$

$$I = 6176863.5133\text{mm}^3$$

Usando la ecuación (2-36)

$$Q = A_f d_f$$

$$Q = 368\text{mm} \times 48\text{mm}$$

$$Q = 368\text{mm} \times 48\text{mm}$$

$$Q = 17664 \text{ mm}^4$$

Usando la ecuación (2-35)

$$f = \frac{VQ}{I}$$

$$f = \frac{13734 \text{ N} \times 17664 \text{ mm}^3}{6176863.5133 \text{ mm}^4}$$

$$f = 39.275 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

### Calculo de soldadura de la viga en travesaño

$$f = \frac{V}{A_w} \quad \text{Por corte vertical directo según el anexo 20}$$

$$A_w = 100+150 \quad \text{Ver anexo 21}$$

$$f = \frac{4905N}{250mm}$$

$$f = 19.62MPa$$

### 3.5 CÁLCULO DE PINES

Pin de rueda del carro

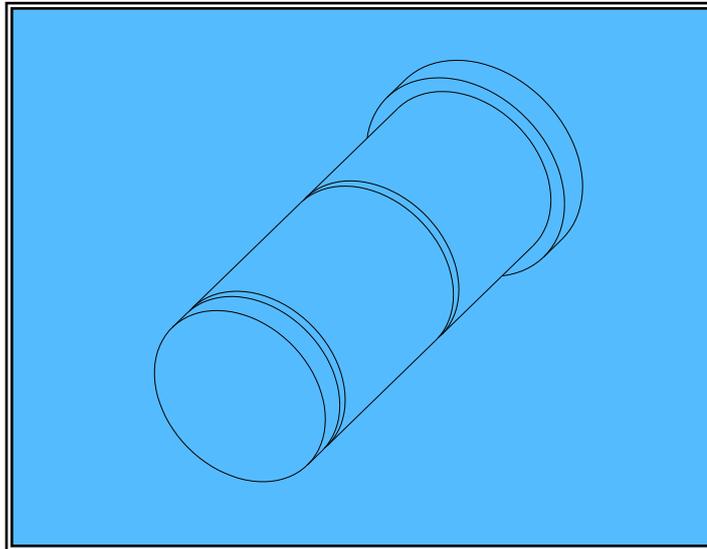


Figura 3-7

$$\sigma_{\max} = Kt\sigma_{\text{nom}}$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{M}{\frac{\pi dg^3}{32}}$$

$$\frac{D}{dg} = \frac{25}{22} = 1.136$$

$$\frac{r}{dg} = \frac{0.2}{22} = 0.009$$

$$\Rightarrow Kt = 1.81$$

$$\sigma_{\text{nom}} = \frac{171675 \text{ Nmm}}{\frac{\pi 22^3 \text{ mm}}{32}} = 164.309 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\max} = 1.81 \times 164.309 \text{ MPa} = 297.399 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_d = \frac{750 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_d = 375 \text{ MPa}$$

$\sigma_d \geq \sigma_{\max}$  por tanto el elemento cumple satisfactoriamente

### 3.6 DISEÑO DE IMPULSOR DE BANDA

#### Datos de diseño

Potencia del motor 4 hp. Basada en la potencia calculada para los tornillos

Rpm (in) = 1700 rpm.

Rpm (out) = 240 rpm.

Tiempo de servicio 2 horas por día.

Distancia central impuesta (C) = 11"

Diámetro de la polea conductora = 18 "

### 3.6.1 CÁLCULO DE LA BANDA V

$$fd = 1.2 \quad \text{según Anexo 2}$$

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

$$Pd = Pn \cdot fd$$

$$Pd = 4 \text{ hp} \cdot 1,2 = 4,8 \text{ hp}$$

- 2.- Selección de banda ver Anexo 3

Banda 3V (grupo A) para 5 hp a 1700 rpm

- 3.- Relación =  $\frac{1750}{240} = 7,29$

- 4.- Utilizando la ec (2-45)

$$d_1 = D_1 \cdot \frac{rpm(out)}{rpm(in)} \quad (\text{Diámetro de la patea conductora})$$

$$d_1 = 18 \cdot \frac{240}{1750} = 2.46''$$

$$3'' = d_1 \quad D = 18''$$

- 5.- Cálculo de la longitud de banda con la ec (2-46).

$$L = 2C + 1,57 (D_2 + d) + \left( \frac{D_2 - d}{4C} \right)^2$$

$$L = 2.11 + 1.57 (18 + 3) + 0.11 = 55.08''$$

$$L = 40''$$

$$L = 43.3'' \text{ longitud de paso ver anexo 4}$$

6. - Cálculo del ángulo envolvente entre la banda y la polea ver ec (2-48)

$$\theta_1 = 180 - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{D-d}{2.C} \right)$$

$$\theta_1 = 180 - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left( \frac{18-3}{2 \times 43,3} \right)$$

$$\theta_1 = 162,69^\circ$$

7.- Cálculo de la potencia corregida = Co CL P

$$Co = 0.96 \text{ para } 40'' \quad \text{ver anexo 5}$$

$$CL = 0.92 \quad \text{ver anexo 6}$$

$$P = 3.7 \text{ hp}$$

$$\text{Potencia corregida} = 0.96 \times 0.92 \times 3.7 = 3.268 \text{ hp}$$

$$8.- \text{N}^\circ \text{ Bandas} = \frac{\text{potencia-entrada}}{\text{potencia-corregida}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Bandas} = \frac{4hp}{3,26} = 1,22 \quad \text{por consiguiente se necesita 2 bandas.}$$

## Resumen de diseño

Entrada: motor eléctrico: 4 hp, a 1750 rpm

Factor de servicio: 1.2

Potencia de diseño: 4.8 hp

Banda: sección transversal 3V, dos bandas

Poleas acanaladas impulsora: 3", 2 ranuras, 3V, impulsada: 18", 2 ranuras, 3V

Distancia centra: 27.9 cm

## 3.7 DISEÑO DEL IMPULSOR Y CADENA

Datos:

Potencia nominal 4 hp.

Relación de velocidad 1:1

### 3.7.1 CÁLCULO CADENA

1.- Potencia de diseño

Factor de servicio (SF) = 1.5      ver Anexo 7

$P_d = (\text{Potencia nominal}) \times (\text{SF})$

$P_d = 4\text{hp} \cdot 1,5 = 6$

2.- Relación = 1 : 1

3.- Rueda de 16 dientes se especifica 1.74 hp a 300 rpm ( $N_1 = 16$  dientes)

Cadena #40 1/2" de paso      Ver Anexo 14

4.-  $N_2 = N_1 * \text{relación}$  (número de dientes de la rueda mas grande)

$$N_2 = 16 \times 1 = 16 \text{ dientes}$$

5.- Velocidad real de salida

$$\eta_2 = \eta_1 (N_1 / N_2)$$

$$\eta_2 = 240 \cdot 1 = 240 \text{ rpm}$$

6.- Diámetro de paso de las ruedas según la ec (2-61).

$$D = \frac{P}{\text{sen}(180 / N)}$$

$$D = \frac{1/2}{\text{sen}(180 / 16)}$$

$$D = 2.563''$$

7.- Distancia central nominal

$$C = 80 \text{ pasos}$$

8.- Longitud de la cadena según ec (2-52).

$$L = 2C + N$$

$$L = 2 * 219 + 16$$

$$L = 454 \text{ pasos}$$

$$L = 227''$$

$$L = 5.766m$$

9.- Número de pasos para la longitud de la cadena.

$$C = 218.346 \text{ pasos}$$

Cálculo geométrico de la rueda dentada y cadena de rodillo

$$D = \frac{P}{\text{sen}(180 / N)}$$

$$D = \frac{1/2}{\text{sen}(180 / 16)}$$

$$D = 2.563''$$

Diámetro de fondo

$$D_f = D - Dr$$

$$D_f = 2.563 - 0.312$$

$$D_f = 2.251$$

Máximo diámetro de cresta

$$D_{a\max} = D + 1.25 \times p - Dr$$

$$D_{a\max} = 2.563 + 1.25 \times 0.5 - 0.312$$

$$D_{a\max} = 2.876$$

Altura máxima desde el polígono primitivo

$$h_{a\max} = 0.625 \times p - 0.5 \times Dr + \frac{0.8 \times p}{2}$$

$$h_{a\max} = 0.625 \times 0.5 - 0.5 \times 0.312 + \frac{0.8 \times 0.5}{2}$$

$$h_{a\max} = 0.357$$

Mínimo diámetro de cresta

$$D_{a\min} = D + p \times \left(1 - \frac{1.6}{N}\right) - Dr$$

$$D_{a\min} = 2.563 + 0.5 \times \left(1 - \frac{1.6}{16}\right) - 0.312$$

$$D_{a\min} = 3.151$$

Altura mínima desde el polígono primitivo

$$h_{a\min} = 0.5 \times (p - Dr)$$

$$h_{a\min} = 0.5 \times (0.5 - 0.312)$$

$$h_{a\min} = 0.094$$

Mínimo espacio entre dientes

Radio de flancos máximos

$$re_{\max} = 0.12 D_1 \times (N + 2)$$

$$re_{\max} = 0.12 \times 2.251 \times (16 + 2)$$

$$re_{\max} = 4.062$$

Radio mínimo de asientos de rodillo

$$ri_{\min} = 0.505 \times Dr$$

$$ri_{\min} = 0.505 \times 0.312$$

$$ri_{\min} = 0.158$$

Angulo máximo de asiento de rodillo

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{N}$$

$$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{16}$$

$$\alpha_{\max} = 134.375^\circ$$

Máximo espacio entre dientes

Radio de flanco máximo

$$re_{\min} = 0.008 \times D_1 \times (N^2 + 180)$$

$$re_{\min} = 0.008 \times 2.251 \times (16^2 + 180)$$

$$re_{\min} = 7.051$$

Radió máximo de asiento de rodillo

$$ri_{\max} = 0.505 \times D_1 + 0.069 \times \sqrt[3]{Dr}$$

Angulo mínimo de asiento de rodillo

$$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{N}$$

## 10.- RESUMEN

Paso: cadena numero 40, paso 1/2"

Longitud: 454 pasos = 454\*0.5= 5.766m

Ruedas dentadas tramo único, numero 40, paso 1/2", 16 dientes  $D_p = 2.563"$

Ver anexo 8

### 3.8 CÁLCULO DE LOS RADIOS DE DOBLADO DE LA FIBRA NEUTRA.<sup>23</sup>

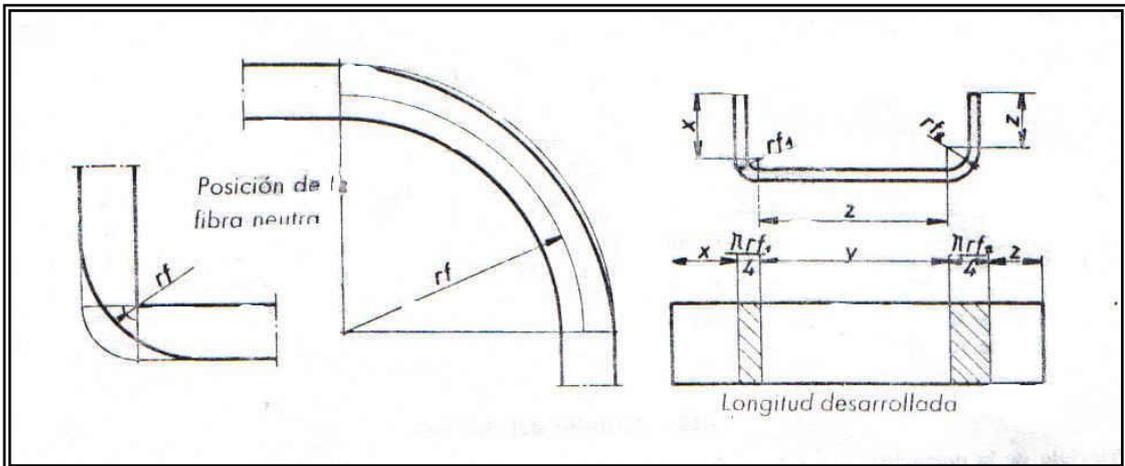


Figura 3-8

$$R_f = r + a \cdot \frac{e}{2}$$

De donde:

$R_f$  = radio fibra neutra mm.

$r$  = radio interior del doblado.

$a$  = factor de corrección

$e$  = espesor de la chapa mm.

Tabla 3-3

Valor de  $a$  en función de la relación  $e/r$

$\frac{r}{e}$ :	Hasta 0.5	0.8	1.2	2	3	5 y mayores
$a$ :	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

<sup>23</sup> J. Koninck. D. Gutter, MANUAL DEL TECNICO MATRICERO, 3<sup>ra</sup> Edicion, pag 97

$$Ld = x + \frac{\pi Rf}{2} + y + \frac{\pi Rf}{2}$$

Doblado:

$$l = \pi \frac{Rf}{2} = \frac{3,14 \cdot 3,46}{2} = 5,435 \text{ mm}$$

$r = 3.6 \text{ mm}$  ver anexo 17

La relación  $\frac{r}{e} = \frac{3.6}{5} = 0.72$

$$Rf = r + a \frac{e}{2} = 3.6 + 0.6 \frac{5}{2} = 5.1 \text{ mm}$$

$$I = \frac{\pi Rf}{2}$$

$$I = \frac{\pi \times 5.1 \text{ mm}}{2}$$

$$I = 8 \text{ mm}$$

$$Ld = 370 + 8 + 140 + 8 + 370 = 895 \text{ mm}$$

### 3.9 DISEÑO DE CUÑAS <sup>24</sup>

Dimensiones para cuñeros paralelos

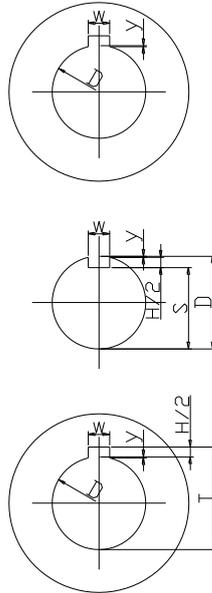


Figura 3-9

$$y = \frac{D - \sqrt{D^2 - W^2}}{2}$$

$$S = D - Y - \frac{H}{2} = \frac{D - H + \sqrt{D^2 - W^2}}{2}$$

<sup>24</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 335

$$T = D - Y + \frac{H}{2} + C = \frac{D + H + \sqrt{D^2 - W^2}}{2} + C$$

Donde:

C = tolerancia +0.005" de espaciamiento para cuñas paralelas

D = diámetro nominal del eje o interior

H = altura nominal de la cuña

W = ancho o espesor nominal

Y = altura de la cuerda

Calculo de la Longitud de la cuña polea conducida

Datos:

$$D = 35mm$$

$$W = 7.938mm \quad \text{Ver anexo 9}$$

$$S_y = 370 \frac{N}{mm^2}$$

$$y = \frac{D - \sqrt{D^2 - W^2}}{2}$$

$$y = \frac{35 - \sqrt{35^2 - 7.950^2}}{2}$$

$$y = 0.46mm$$

$$S = D - Y - \frac{H}{2} = \frac{D - H + \sqrt{D^2 - W^2}}{2}$$

$$S = 35mm - 0.46mm - \frac{7.950}{2}$$

$$S = 30.58mm$$

$$T = D - Y + \frac{H}{2} + C = \frac{D + H + \sqrt{D^2 - W^2}}{2} + C$$

$$T = 35mm - 0.46mm + \frac{7.950}{2} + 0.127$$

$$T = 38.64mm$$

$$L = \frac{4TN}{DWS_y} \quad ^{25}$$

$$L = \frac{4 \times 120000Nmm \times 3.}{35mm \times 7.938mm \times 370 \frac{N}{mm^2}}$$

$$L = 14.01mm$$

---

<sup>25</sup> Robert L Mott, Diseño de Elementos de Maquinas, 2<sup>da</sup> Edición, pag 340

## Calculo de la Longitud de la cuña de rueda dentada

Datos:

$$D = 35mm$$

$$W = 7.938mm \quad \text{Ver anexo 9}$$

$$S_y = 370 \frac{N}{mm^2}$$

$$y = \frac{D - \sqrt{D^2 - W^2}}{2}$$

$$y = \frac{40mm - \sqrt{40^2 mm - 9.525^2}}{2}$$

$$y = 0.5mm$$

$$S = D - Y - \frac{H}{2}$$

$$S = 40mm - 0.5mm - \frac{9.525}{2}$$

$$S = 34.658mm$$

$$T = D - Y + \frac{H}{2} + C$$

$$T = 40mm - 0.5mm + \frac{9.525}{2} + 0.127$$

$$T = 44.310mm$$

$$L = \frac{4 \times 120000Nmm \times 3.}{35mm \times 9.5mm \times 370 \frac{N}{mm^2}}$$

$$L = 11.243m$$

### Calculo de la longitud de la cuña polea conductora

Datos:

$$D = 25.4mm$$

$$W = 6.35mm$$

Ver anexo 9

$$S_y = 370 \frac{N}{mm^2}$$

$$y = \frac{25.4 - \sqrt{25.4^2 - 6.35^2}}{2}$$

$$y = 0.403mm$$

$$S = 25.4 - 0.403 - \frac{06.35}{2}$$

$$S = 21.82mm$$

$$T = 25.4 - 0.403 + \frac{6.35}{2} + 0.127$$

$$T = 28.29mm$$

$$L = \frac{4 \times 120000 \text{ Nmm} \times 3.}{25.4 \text{ mm} \times 6.35 \text{ mm} \times 370 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$L = 24.130 \text{ mm}$$

### **Cálculo y selección de sujetadores**

Datos:

$$D = 15.875 \text{ mm}$$

$$p = 2.3 \text{ mm} \quad \text{Ver anexo 15}$$

$$A_t = (0.7854)(D - 0.9382 p)^2$$

$$A_t = 145.806 \text{ mm}^2 \quad \text{ver anexo 15}$$

$$T = K_1 DP$$

$$K_1 = 0.15$$

$$T = 0.15 \times 0.625 \text{ in} \times 772.25 \text{ lb}$$

$$T = 72 \text{ lb.in} \approx 8.180 \text{ Nm}$$

### **3.10 SELECCIÓN DE COJINETES**

Cojinetes para los tornillos

Según ec (2-54)

$$P = VXR + YT$$

Suponiendo  $Y = 1.5$

$$P = (1.00)(0.56)(3087lb) + (1.5)(153.8lb)$$

$$P = 1959lb$$

$$\left. \begin{array}{l} fN = 0.55 \\ fL = 1.1 \end{array} \right\} \text{Ver anexo 16}$$

$$C = \frac{PfN}{fL}$$

$$C = \frac{1959 \times 1.1}{0.55}$$

$$C = 3918lb$$

$$C_o = 3150lb$$

$$T/C_o = 153.8 / 3150 = 0.049$$

$$Y = 1.8$$

$E = 0.25$  aproximadamente

$$T/R = 153.8 / 3087 = 0.05$$

$$T/R > e$$

$$P = (1.00)(0.56)(3087lb) + (1.8)(153.8lb)$$

$$P = 2005lb$$

$$C = \frac{2065 \times 1.1}{0.55}$$

$$C = 4011.12lb$$

El cojinete numero 6207 y 6209 son satisfactorios ver anexo 13

Cojinetes para el carro longitudinal

$$P = VR$$

$$P = 1 \times 771.882lb$$

$$P = 771.882lb$$

$$fN = 0.44$$

$$fL = 1.11$$

$$C = \frac{771.882 \times 1.1}{0.44}$$

$$C = 1947lb$$

El numero 6205 es satisfactorio ver anexo 13

## 4.2 DIAGRAMA DE OPERACIONES

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 300x100x60x7 mm (dos requeridos)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte de perfil										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC  Termina en : bodega de ensamble	ESPE  Diagrama N°-01		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	9	61								
⇒ TRANSPORTE	6	39								
□ INSPECCION	3	10								
D RETRASOS	5	40								
▽ ALMACENAMIENTOS	1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		6058						Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Salir del vehiculo y caminar a la puerta de bodega		○	⇒	□	D	▽	2	20	
2	Esperar ser atendido por los vendedores		○	⇒	□	D	▽	5		
3	Realizar la compra bajo especificaciones requeridas		○	⇒	□	D	▽	10		
4	esperar el despacho del bodeguero		○	⇒	□	D	▽	10		
5	Inspeccionar si se trata de lo requerido		○	⇒	□	D	▽	2		
6	Mover al oxicorte		○	⇒	□	D	▽	5	5	
7	Esperar al operario		○	⇒	□	D	▽	10		
8	Trazado de dimensiones		○	⇒	□	D	▽	4		
9	Corte del perfil		○	⇒	□	D	▽	10		
10	Ingreso del vehiculo de carga		○	⇒	□	D	▽	5	10	
11	Traslado del perfil al vehiculo y aseguramiento del mismo		○	⇒	□	D	▽	10	4	
12	Esperar guía de salida		○	⇒	□	D	▽	5		
13	Traslado al lugar de trabajo		○	⇒	□	D	▽	15	6000	
14	Ingreso del vehiculo al lugar de trabajo		○	⇒	□	D	▽	2	5	
15	Descarga del perfil		○	⇒	□	D	▽	5	5	
16	Trazado de dimensiones definitivas		○	⇒	□	D	▽	5		

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 300x100x60x7 mm (2 requeridos)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte de perfil										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC  Termina en : bodega de ensamble			
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	9	61					Diagrama N°-01			
⇒ TRANSPORTE	6	39								
□ INSPECCION	3	10								
D RETRASOS	5	40								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		6058				Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO				
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Verificar dimensiones		○	⇒	□	D	∇	3		
2	Esperar la preparación del oxicorte		○	⇒	□	D	∇	10		
3	Corte a dimensiones definitivas		○	⇒	□	D	∇	10		
4	Retiro de residuos		○	⇒	□	D	∇	10		
5	Traslado a la mesa de amolado		○	⇒	□	D	∇	2	5	
6	Amolado de filos cortados		○	⇒	□	D	∇	5		
7	Verificación del acabado		○	⇒	□	D	∇	5		
8	Traslado a bodega de ensamble		○	⇒	□	D	∇	5	4	
9			○	⇒	□	D	∇			
10			○	⇒	□	D	∇			
11			○	⇒	□	D	∇			
12			○	⇒	□	D	∇			
13			○	⇒	□	D	∇			
14			○	⇒	□	D	∇			
15			○	⇒	□	D	∇			
16			○	⇒	□	D	∇			

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 125x60x25x3 mm (dos requeridos)											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado, corte de perfil											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC Termina en : bodega de ensamble	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		5	34					Diagrama N°-02			
⇒ TRANSPORTE		7	44								
□ INSPECCION		3	14								
D RETRASOS		4	21								
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA		6062									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Salir del vehiculo y caminar a la puerta de bodega			○	⇒	□	D	▽	2	20	
2	Esperar ser atendido por los vendedores			○	⇒	□	D	▽	5		
3	Realizar la compra bajo especificaciones requeridas			○	⇒	□	D	▽	10		
4	esperar el despacho del bodeguero			○	⇒	□	D	▽	10		
5	Inspeccionar si se trata de lo requerido			○	⇒	□	D	▽	2		
6	Ingreso del vehiculo de carga			○	⇒	□	D	▽	5	5	
7	Traslado del perfil al vehiculo y aseguramiento del mismo			○	⇒	□	D	▽	10	5	
8	Esperar guía de salida			○	⇒	□	D	▽	4		
9	Traslado al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	6000	
10	Ingreso del vehiculo al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	5	10	
11	Descarga del perfil en mesa de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	4	
12	Trazado de dimensiones definitivas			○	⇒	□	D	▽	5		
13	Verificar dimensiones			○	⇒	□	D	▽	110	5	
14	Esperar la preparación del oxicorte			○	⇒	□	D	▽	2	5	
15	Corte a dimensiones definitivas			○	⇒	□	D	▽	5		
16	Retiro de residuos			○	⇒	□	D	▽	5		

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 125x60x25x3mm (dos requeridos)											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte de perfil											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		5	35					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-02		
⇒ TRANSPORTE		7	44								
□ INSPECCION		3	14								
D RETRASOS		4	21					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
∇ ALMACENAMIENTOS		1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		6062									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Traslado a la mesa de amolado			○	⇒	□	D	∇	2	4	
2	Amolado de filos cortados			○	⇒	□	D	∇	10		
3	Verificación del acabado			○	⇒	□	D	∇	2		
4	Traslado a bodega de ensamble			○	⇒	□	D	∇	5	4	
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 Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 150x50x6 mm											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado, corte de perfil											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		5	35					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-03		
⇒ TRANSPORTE		7	47								
□ INSPECCION		3	9								
D RETRASOS		4	21								
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA		6051									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Salir del vehiculo y caminar a la puerta de bodega			○	⇒	□	D	▽	2	20	
2	Esperar ser atendido por los vendedores			○	⇒	□	D	▽	5		
3	Realizar la compra bajo especificaciones requeridas			○	⇒	□	D	▽	10		
4	esperar el despacho del bodeguero			○	⇒	□	D	▽	10		
5	Inspeccionar si se trata de lo requerido			○	⇒	□	D	▽	2		
6	Ingreso del vehiculo de carga			○	⇒	□	D	▽	5	5	
7	Traslado del perfil al vehiculo y aseguramiento del mismo			○	⇒	□	D	▽	10	2	
8	Esperar guía de salida			○	⇒	□	D	▽	4		
9	Traslado al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	6000	
10	Ingreso del vehiculo al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	5	10	
11	Descarga del perfil en mesa de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	4	
12	Trazado de dimensiones definitivas			○	⇒	□	D	▽	5		
13	Verificar dimensiones			○	⇒	□	D	▽	5		
14	Esperar la preparación del oxicorte			○	⇒	□	D	▽	2	5	
15	Corte a dimensiones definitivas			○	⇒	□	D	▽	5		
16	Retiro de residuos			○	⇒	□	D	▽	5		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 150x50x6									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte de perfil									
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC	ESPE
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo		
○	OPERACIONES	5	35					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-03
⇒	TRANSPORTE	7	46						
□	INSPECCION	3	9						
D	RETRASOS	4	21						
∇	ALMACENAMIENTOS	1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO	
DISTANCIA RECORRIDA		6051							
PASO	DETALLES DEL PROCESO	SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Traslado a la mesa de amolado	○	⇒	□	D	∇	4	5	
2	Amolado de filos cortados	○	⇒	□	D	∇	5		
3	Verificación del acabado	○	⇒	□	D	∇	2		
4	Traslado a bodega de ensamble	○	⇒	□	D	∇	5	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				UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 125x50x3 mm											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado, corte de perfil											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		5	35					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-04		
⇒ TRANSPORTE		7	48								
□ INSPECCION		3	19								
D RETRASOS		4	21								
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA		6055									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Salir del vehiculo y caminar a la puerta de bodega			○	⇒	□	D	▽	2	20	
2	Esperar ser atendido por los vendedores			○	⇒	□	D	▽	5		
3	Realizar la compra bajo especificaciones requeridas			○	⇒	□	D	▽	10		
4	esperar el despacho del bodeguero			○	⇒	□	D	▽	10		
5	Inspeccionar si se trata de lo requerido			○	⇒	□	D	▽	2		
6	Ingreso del vehiculo de carga			○	⇒	□	D	▽	5	5	
7	Traslado del perfil al vehiculo y aseguramiento del mismo			○	⇒	□	D	▽	10	2	
8	Esperar guía de salida			○	⇒	□	D	▽	4		
9	Traslado al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	6000	
10	Ingreso del vehiculo al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	5	10	
11	Descarga del perfil en mesa de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	4	
12	Trazado de dimensiones definitivas			○	⇒	□	D	▽	5		
13	Verificar dimensiones			○	⇒	□	D	▽	10		
14	Esperar la preparación del oxicorte			○	⇒	□	D	▽	2	5	
15	Corte a dimensiones definitivas			○	⇒	□	D	▽	5		
16	Retiro de residuos			○	⇒	□	D	▽	5		

DIAGRAMA DE PROCESO											
METODO ACTUAL				UBICACIÓN Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Perfil 125x50x3 mm											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte de perfil											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega DIPAC	ESPE		
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		5	35					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-04		
⇒ TRANSPORTE		7	48								
□ INSPECCION		3	19								
D RETRASOS		4	21								
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA		6055									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Traslado a la mesa de amolado			○	⇒	□	D	▽	4	5	
2	Amolado de filos cortados			○	⇒	□	D	▽	5		
3	Verificación del acabado			○	⇒	□	D	▽	2		
4	Traslado a bodega de ensamble			○	⇒	□	D	▽	5	4	
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 Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Placa base 450x360x12 mm (2 requeridas)											
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte de la placa											
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega SERVICOR	ESPE		
		num	Tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES		10	39					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-05		
⇒ TRANSPORTE		5	18								
□ INSPECCION		2	3								
D RETRASOS		2	12								
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA		2519									
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Salir del vehiculo y caminar a la puerta de bodega			○	⇒	□	D	▽	2	3	
2	Esperar ser atendido por los vendedores			○	⇒	□	D	▽	2		
3	esperar el despacho del bodeguero			○	⇒	□	D	▽	10		
4	Traslado al vehiculo			○	⇒	□	D	▽	2	3	
5	Traslado al lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	10	2000	
6	Descarga del vehiculo			○	⇒	□	D	▽	2	3	
7	Traslado hasta el lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	2	10	
8	Montaje en la fresa			○	⇒	□	D	▽	5		
9	Desbastado de un lado para cuadrar la placa			○	⇒	□	D	▽	10		
10	Desbaste del lado 2			○	⇒	□	D	▽	10		
11	Inspección de las dimensiones			○	⇒	□	D	▽	2		
12	Cambio de herramienta en la fresa			○	⇒	□	D	▽	5		
13	Montaje de mandril de perforación			○	⇒	□	D	▽	3		
14	Trazado de dimensiones para perforación			○	⇒	□	D	▽	2		
15	Verificación de dimensiones			○	⇒	□	D	▽	1		
16	Perforado con broca de centro			○	⇒	□	D	▽	1		

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL				UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Placa base 450x360x13 mm (2 requeridas)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Traslado y corte dela placa										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega SERVICOR	ESPE	
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES		9	39					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-05	
⇒ TRANSPORTE		5	18							
□ INSPECCION		2	3							
D RETRASOS		2	12					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
∇ ALMACENAMIENTOS		1	5							
DISTANCIA RECORRIDA		2519								
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Perforado pasante con broca de ø 10 mm			○	⇒	□	D	∇	1	
2	Perforado pasante con broca definitiva de ø 20 mm			○	⇒	□	D	∇	1	
3	Desmontaje de la fresa			○	⇒	□	D	∇	1	
4	Traslado a bodega en espera de ensamble			○	⇒	□	D	∇	5	500
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 Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Placa base superior 245x340x4mm									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Placa superior y placa porta cojinetes (2 requeridos)									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega SERVICOR	ESPE	
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES	9	52					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 06	
⇒ TRANSPORTE	3	22							
□ INSPECCION	2	5							
D RETRASOS	3	25							
∇ ALMACENAMIENTOS	1	4					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
DISTANCIA RECORRIDA	2018								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Espera en bodega servicort		○	⇒	□	D	∇	5	
2	Adquisición de placa 245x340x4mm		○	⇒	□	D	∇	10	
3	Proceso de oxicorte		○	⇒	□	D	∇	10	
4	Traslado de placa al vehiculo		○	⇒	□	D	∇	5	5
5	Transporte al lugar de trabajo		○	⇒	□	D	∇	15	2000
6	Descarga del vehiculo y colocar cerca de la fresa		○	⇒	□	D	∇	2	10
7	Espera del operario dla freza		○	⇒	□	D	∇	10	
8	Montaje en la freza		○	⇒	□	D	∇	5	
9	Planeado de la placa		○	⇒	□	D	∇	5	
10	Trazado de centros y perforaciones		○	⇒	□	D	∇	5	
11	Perforar agujero de 45mm Ø		○	⇒	□	D	∇	5	
12	Inspección de dimensiones		○	⇒	□	D	∇	2	
13	Desmontar de la freza		○	⇒	□	D	∇	2	
14	Trazo de dimensiones de placa porta cojinetes		○	⇒	□	D	∇	5	
15	Suelda de la placa porta cojinetes a los dos lados		○	⇒	□	D	∇	5	
16	Enfriamiento de la placa superior		○	⇒	□	D	∇	10	

DIAGRAMA DE PROCESO								
METODO ACTUAL			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE . Placa base superior 245x340x4mm								
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Placa superior y placa porta cojinetes (2 requeridos)								
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega SERVICOR  Termina en : bodega de ensamble	ESPE  Diagrama N°- 06
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo		
○ OPERACIONES	9	52						
⇒ TRANSPORTE	3	22						
□ INSPECCION	8	5						
D RETRASOS	3	25						
∇ ALMACENAMIENTOS	1	4						
DISTANCIA RECORRIDA		2018					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO	
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Verificación de la suelda		○	⇒	■	D	∇	
2	A bodega particular en espera de ensamble		○	⇒	□	D	∇	
3			○	⇒	□	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			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE base del elevador										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de la base del elevador										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble  Termina en : bodega de ensamble  Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	12	180					Diagrama N°-07			
⇒ TRANSPORTE	2	9								
□ INSPECCION	5	25								
D RETRASOS	1	10								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		9								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Traslado de bodega de perfil 150x50x3 a lugar de trabajo		○	⇒	□	D	∇	4	3	
2	Traslado de bodega de perfil 125x50x3 a lugar de trabajo		○	⇒	□	D	∇	5	3	
3	Inspección de dimensiones, niveles		○	⇒	□	D	∇	5		
4	Preparación del equipo de soldadura		○	⇒	□	D	∇	10		
5	Soldadura preliminar		○	⇒	□	D	∇	20		
6	Inspección de la soldadura		○	⇒	□	D	∇	5		
7	Inspección de nivel y dimensiones		○	⇒	□	D	∇	5		
8	Soldadura definitiva electrodo 7018		○	⇒	□	D	∇	30		
9	Inspección de la soldadura		○	⇒	□	D	∇	5		
10	Amolado de superficies		○	⇒	□	D	∇	15		
11	Dimencionamiento para pernos base		○	⇒	□	D	∇	20		
12	Taladrado de agujeros para pernos base		○	⇒	□	D	∇	25		
13	Soldadura de pernos base		○	⇒	□	D	∇	20		
14	Verificación de soldadura pernos base		○	⇒	□	D	∇	5		
15	Soldadura de perno tensor decadena		○	⇒	□	D	∇	5		
16	Verificación de soldadura y dimensiones perno tensor		○	⇒	□	D	∇	5		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE base del elevador									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de la base del elevador									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble	ESPE	
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES	12	180					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-07	
⇒ TRANSPORTE	2	9							
□ INSPECCION	5	25							
D RETRASOS	1	10					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5							
DISTANCIA RECORRIDA		9							
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	lijado de superficies lija de hierro		○	⇒	□	D	∇	15	
2	Lijado final lija de agua		○	⇒	□	D	∇	10	
3	Recubrimiento de antioxidante con soplete		○	⇒	□	D	∇	10	
4	Pintura de acabado esmalte color azul		○	⇒	□	D	∇	5	
5	Traslado a bodega y espera para ensamblado final		○	⇒	□	D	∇	5	3
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 Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Columnas longitud 2300mm. (2 requeridas)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de columnas										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble  Termina en : bodega de ensamble	ESPE  Diagrama N°-08		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	9	132								
⇒ TRANSPORTE	2	10								
□ INSPECCION	4	17								
D RETRASOS	1	10								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		9					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Traslado de bodega a puesto de trabajo		○	⇒	□	D	∇	5	3	
2	Inspección de dimensiones y pandeo		○	⇒	□	D	∇	5		
3	Soldadura preliminar puntos de suelda		○	⇒	□	D	∇	20		
4	Verificar dimensiones, niveles, ángulos		○	⇒	□	D	∇	5		
5	Soldadura definitiva de perfiles columna		○	⇒	□	D	∇	30		
6	Traslado de la placa base al puesto de trabajo		○	⇒	□	D	∇	5	3	
7	Trazado de dimensiones para placa porta cojinete		○	⇒	□	D	∇	5		
8	Soldadura placa porta cojinete a placa base inferior		○	⇒	□	D	∇	3		
9	Enfriamiento de las placas		○	⇒	□	D	∇	10		
10	Montaje del cojinete 6207 a la placa base inferior		○	⇒	□	D	∇	4		
11	Verificación de dimensiones		○	⇒	□	D	∇	2		
12	Soldadura preliminar entre base y perfiles de columna		○	⇒	□	D	∇	10		
13	Verificación de dimensiones		○	⇒	□	D	∇	5		
14	Soldadura definitiva		○	⇒	□	D	∇	15		
15	Amolado de superficies		○	⇒	□	D	∇	15		
16	Lijado final lija de agua		○	⇒	□	D	∇	10		

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Columnas longitud 2300mm. (2 requeridas)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de columnas										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble  Termina en : bodega de ensamble	ESPE  Diagrama N°- 08		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	9	132								
⇒ TRANSPORTE	2	10								
□ INSPECCION	4	17								
D RETRASOS	1	10								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		9					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Recubrimiento de antioxidante con soplete		○	⇒	□	D	∇	10		
2	Pintura de acabado esmalte color azul		○	⇒	□	D	∇	10		
3	Traslado a bodega y espera para ensamblado final		○	⇒	□	D	∇	5	3	
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 Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Brazos transversales y brazos articulados										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamble de los brazos transversales y brazos articulados										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de Ensamble	ESPE		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	17	67					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 09		
⇒ TRANSPORTE	1	5								
□ INSPECCION	4	12								
D RETRASOS	0	0								
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA	6									
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Trasladar perfiles 150x50x5 mm 100x50x4mm y 80x40x4mm		○	⇒	□	D	∇	5	3	
2	Trazo de dimensiones de 600mm en el perfil de 150x50x5mm (4req)		○	⇒	□	D	∇	5		
3	Cortar de acuerdo a las medidas establecidas		○	⇒	□	D	∇	10		
4	verifica las medidas de ,los cortes		○	⇒	□	D	∇	2		
5	Soldar los perfiles cortados para formar el brazo transversal		○	⇒	□	D	∇	10		
6	Verificar las sueldas		○	⇒	□	D	∇	2		
7	Pulir las superficies		○	⇒	□	D	∇	5		
8	Taladrar con broca de 1pul en los brazos para perno pasante		○	⇒	□	D	∇	5		
9	Trazo de dimensiones de 600mm en el perfil de 100x50x4mm (8req)		○	⇒	□	D	∇	2		
10	Cortar de acuerdo a las medidas establecidas		○	⇒	□	D	∇	5		
11	verifica las medidas de los cortes		○	⇒	□	D	∇	2		
12	Soldar los perfiles cortados para formar el brazo articulados		○	⇒	□	D	∇	10		
13	Verificar las sueldas		○	⇒	□	D	∇	2		
14	Pulir las superficies		○	⇒	□	D	∇	5		
15	Corte de placa refuerzo para brazo articulado		○	⇒	□	D	∇	5		
16	Suelda de placa refuerzo del brazo		○	⇒	□	D	∇	5		

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL				UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Brazos transversales y brazos articulados									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamble de los brazos transversales y brazos articulados									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de Ensamble	ESPE	
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES	7	75					Termina en : Bodega de Ensamble	Diagrama N°- 09	
⇒ TRANSPORTE	2	8							
□ INSPECCION	8	24							
D RETRASOS	1	10							
▽ ALMACENAMIENTOS	1	4					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
DISTANCIA RECORRIDA		6							
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Trazo de dimensiones de 600mm en el perfil de 80x40x4mm (8req)		○	⇒	□	D	▽	2	
2	Cortar de acuerdo a las medidas establecidas		○	⇒	□	D	▽	5	
3	verifica las medidas de los cortes		○	⇒	□	D	▽	2	
4	Soldar los perfiles cortados para formar el brazo articulado peque.		○	⇒	□	D	▽	10	
5	Verificar las sueldas		○	⇒	□	D	▽	2	
6	Pulir las superficies		○	⇒	□	D	▽	5	
7	Colocar antioxidante en todos los brazos		○	⇒	□	D	▽	5	
8	A bodega de ensamble en espera de los demás elementos		○	⇒	□	D	▽	5	3
9			○	⇒	□	D	▽		
10			○	⇒	□	D	▽		
11			○	⇒	□	D	▽		
12			○	⇒	□	D	▽		
13			○	⇒	□	D	▽		
14			○	⇒	□	D	▽		
15			○	⇒	□	D	▽		
16			○	⇒	□	D	▽		

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL				UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Carro longitudinal (2requeridos)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamble del carro longitudinal										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega SERVICOR	ESPE	
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES		8	70					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 10	
⇒ TRANSPORTE		1	15							
□ INSPECCION		3	6							
D RETRASOS		3	40							
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
DISTANCIA RECORRIDA		2005								
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	En bodega de servicort hasta adquisición			○	⇒	□	D	▽	10	
2	Adquisición placa 52x92x5mm			○	⇒	□	D	▽	10	
3	Transporte placas a lugar de trabajo			○	⇒	□	D	▽	15	2000
4	Trazo de medidas en las placas			○	⇒	□	D	▽	5	
5	Proceso de doblado			○	⇒	□	D	▽	10	
6	Inspección de dimensiones			○	⇒	□	D	▽	2	
7	Trazado de dimensiones y taladrado para pines del carro			○	⇒	□	D	▽	10	
8	Proceso de soldadura de ejes longitudinales			○	⇒	□	D	▽	10	
9	Enfriamiento del carro			○	⇒	□	D	▽	15	
10	Verificación de medidas de pines y agujeros			○	⇒	□	D	▽	2	
11	Soldadura del conjunto ruedas y pines al carro			○	⇒	□	D	▽	10	
12	Inspección de la soldadura y niveles			○	⇒	□	D	▽	2	
13	Enfriamiento del carro			○	⇒	□	D	▽	15	
14	Trazo y corte dela placa de 100x150mm			○	⇒	□	D	▽	5	
15	Soldadura del brazo transversal de 100x150mm			○	⇒	□	D	▽	10	
16	Bodega particular en espera de los demás elementos			○	⇒	□	D	▽	5	5

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL				UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Eje Ø 45mm, V945, L=2500mm										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Manufacturación del tornillo de potencia (2requeridos)										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: BOHLER	ESPE	
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES		6	252					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 11	
⇒ TRANSPORTE		4	75							
□ INSPECCION		4	11							
D RETRASOS		2	15					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
▽ ALMACENAMIENTOS		1	5							
DISTANCIA RECORRIDA		7020								
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	En almacén bohler hasta adquisición			○	⇒	□	D	▽	10	
2	Adquisición y cargar al vehiculo			○	⇒	□	D	▽	5	
3	2 pedazos de 2500mm al torno			○	⇒	□	D	▽	60	10
4	Descargar del vehiculo y colocar cerca del torno			○	⇒	□	D	▽	5	5000
5	Esperar al operador			○	⇒	□	D	▽	5	10
6	Montaje del eje en el torno			○	⇒	□	D	▽	5	
7	Inspección de centrado y alineamiento			○	⇒	□	D	▽	5	
8	Cilindrado de 0.01mm			○	⇒	□	D	▽	10	
9	Verificar dimensiones de Ø45mm			○	⇒	□	D	▽	2	
10	Desbaste de roscad6mm de paso			○	⇒	□	D	▽	180	
11	Verificar acabado de rosca			○	⇒	□	D	▽	2	
12	Cilindrado extremo del eje Ø40mm			○	⇒	□	D	▽	30	
13	Cilindrado extremo del eje Ø30mm			○	⇒	□	D	▽	25	
14	Verificar dimensiones			○	⇒	□	D	▽	2	
15	Desmontar del torno el tornillo			○	⇒	□	D	▽	2	
16	A bodega particular en espera de ensamble			○	⇒	□	D	▽	5	2000

DIAGRAMA DE PROCESO									
METODO ACTUAL				UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Tornillo de potencia y carro longitudinal.									
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del tornillo de potencia y carro longitudinal en las columnas (2 requeridos)									
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble	Termina en : bodega de ensamble	ESPE  Diagrama N°- 12
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES	7	75							
⇒ TRANSPORTE	2	8							
□ INSPECCION	7	21							
D RETRASOS	1	10							
∇ ALMACENAMIENTOS	1	4							
DISTANCIA RECORRIDA		6						Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO	
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Traslado de bodega a puesto de trabajo			○	⇒	□	D	∇	
2	inspección de dimensiones			○	⇒	□	D	∇	
3	Ensamblaje del tornillo hembra en el carro longitudinal			○	⇒	□	D	∇	
4	Verificación de medidas			○	⇒	□	D	∇	
5	Colocación del corro longitudinal en el interior de la columna			○	⇒	□	D	∇	
6	Inspección de medidas			○	⇒	□	D	∇	
7	Ensamblaje del tornillo de potencia en el carro longitudinal			○	⇒	□	D	∇	
8	Inspección de medidas			○	⇒	□	D	∇	
9	Colocar cojinetes en la placa base superior			○	⇒	□	D	∇	
10	Inspección del juego de los cojinetes			○	⇒	□	D	∇	
11	Centramiento del tornillo de potencia en las placas extremas			○	⇒	□	D	∇	
12	Verificación de medidas			○	⇒	□	D	∇	
13	Preparación de la maquina soldadora			○	⇒	□	D	∇	
14	suelda preliminar de las placas extremas con la columna			○	⇒	□	D	∇	
15	Verificación de alineamiento del tornillo respecto a la columna			○	⇒	□	D	∇	
16	Suelda definitiva			○	⇒	□	D	∇	

DIAGRAMA DE PROCESO								
METODO ACTUAL			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2	
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Tornillo de potencia y carro longitudinal.								
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del tornillo de potencia y carro longitudinal en las columnas (2 requeridos)								
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble  Termina en : bodega de ensamble	ESPE  Diagrama N°- 12
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo		
○ OPERACIONES	7	75						
⇒ TRANSPORTE	2	8						
□ INSPECCION	7	21						
D RETRASOS	1	10						
∇ ALMACENAMIENTOS	1	4						
DISTANCIA RECORRIDA		6					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO	
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN
1	Verificación de la suelda		○	⇒	■	D	∇	
2	Traslado a bodega y espera para ensamblado final		○	⇒	□	D	∇	
3			○	⇒	□	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			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje de bandas trapezoidales y motor eléctrico										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del motor y bandas trapezoidales ruedas dentadas										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble	ESPE		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	14	85					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 13		
⇒ TRANSPORTE	1	7								
□ INSPECCION	4	9								
D RETRASOS	0	0					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
∇ ALMACENAMIENTOS	1	5								
DISTANCIA RECORRIDA		7								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Traslado de columnas a puesto de trabajo		○	⇒	□	D	∇	2	3	
2	Inspección de medidas de poleas ruedas dentadas y ejes		○	⇒	□	D	∇	2		
3	Ensamblaje de polea conducida 18pul		○	⇒	□	D	∇	5		
4	Verificación de la distancia central. 11pul.		○	⇒	□	D	∇	1		
5	Dimensionar y corte de las bases del motor		○	⇒	□	D	∇	5		
6	Suelda preliminar de la base del motor en la columna		○	⇒	□	D	∇	2		
7	Verificación de medidas		○	⇒	□	D	∇	2		
8	Suelda definitiva de la base del motor a la columna		○	⇒	□	D	∇	5		
9	Preparación de superficie de la base aplicación de antioxidante		○	⇒	□	D	∇	10		
10	Pintar la base del motor		○	⇒	□	D	∇	5		
11	Montaje del motor y polea conductora		○	⇒	□	D	∇	10		
12	Montaje de las rueda dentadas		○	⇒	□	D	∇	8		
13	Verificación de niveles y distancias		○	⇒	□	D	∇	2		
14	Apriete de las tuerca de sujeción		○	⇒	□	D	∇	15		
15	Colocación de las bandas trapezoidales		○	⇒	□	D	∇	5		
16	Inspección de dimensiones y ajustes		○	⇒	□	D	∇	3		

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL				UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 2 DE 2		
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje de bandas trapezoidales y motor eléctrico										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje del motor y bandas trapezoidales ruedas dentadas										
RESUMEN		ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: Bodega de ensamble	ESPE	
		num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo			
○ OPERACIONES								Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°-13	
⇒ TRANSPORTE										
□ INSPECCION										
D RETRASOS										
▽ ALMACENAMIENTOS								Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO		
DISTANCIA RECORRIDA		7								
PASO	DETALLES DEL PROCESO			SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Montar los controles del motor en lugar estratégico de la columna			○	⇒	□	D	▽	5	
2	Realizar instalaciones eléctricas.			○	⇒	□	D	▽	5	
3	Pruebas ordinarias			○	⇒	□	D	▽	5	
4	A bodega de ensamble			○	⇒	□	D	▽	5	4
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 Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Ensamblaje de la base del elevador										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de las columnas y base elevador (2 requeridos)										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: bodega de ensamble	ESPE		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	3	14					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 14		
⇒ TRANSPORTE	2	7								
□ INSPECCION	2	4								
D RETRASOS	1	30								
∇ ALMACENAMIENTOS	0	0					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
DISTANCIA RECORRIDA		6								
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO				TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN	
1	Traslado de bodega de la base a lugar de trabajo		○	⇒	□	D	∇	2	3	
2	Preparación del piso		○	⇒	□	D	∇	4		
3	Traslado de bodega columnas armadas a lugar de trabajo		○	⇒	□	D	∇	2	3	
4	Inspección de medidas		○	⇒	□	D	∇	5		
5	Preparación de superficies		○	⇒	□	D	∇	10		
6	Ensamble columnas sobre pernos guías base		○	⇒	□	D	∇	5		
7	Verificación de dimensiones, niveles		○	⇒	□	D	∇			
8	En espera para otros ensambles		○	⇒	□	D	∇			
9			○	⇒	□	D	∇			
10			○	⇒	□	D	∇			
11			○	⇒	□	D	∇			
12			○	⇒	□	D	∇			
13			○	⇒	□	D	∇			
14			○	⇒	□	D	∇			
15			○	⇒	□	D	∇			
16			○	⇒	□	D	∇			

DIAGRAMA DE PROCESO										
METODO ACTUAL			UBICACION Quito		FECHA DIC/2006		PAG 1 DE 2			
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE Montaje cadena										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN Ensamblaje de cadena y ajuste de base elevador y columna										
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA		Empieza en: bodega de ensamble	ESPE		
	num	tiempo	num	tiempo	num	tiempo				
○ OPERACIONES	6	16					Termina en : bodega de ensamble	Diagrama N°- 15		
⇒ TRANSPORTE	1	20								
□ INSPECCION	2	5								
D RETRASOS	1	60					Elaborado por: BUSTOS EMILIO CHACHA ANTONIO			
∇ ALMACENAMIENTOS	0	0								
DISTANCIA RECORRIDA	2000									
PASO	DETALLES DEL PROCESO		SÍMBOLO DE EVENTO			TIEMPO min	DIST m	RECOMENDACIÓN		
1	Transporte de cadena al sitio de trabajo		○	⇒	□	D	∇	20	2000	
2	Montaje de la cadena en la rueda dentada columna principal		○	⇒	□	D	∇	3		
3	Montaje de la cadena en la rueda dentada columna secundaria		○	⇒	□	D	∇	3		
4	Verificación de medidas entre columnas		○	⇒	□	D	∇	2		
5	Instalar candado de sujeción en la cadena		○	⇒	□	D	∇	3		
6	Ajuste de pernos de sujeción de la columna principal		○	⇒	□	D	∇	2		
7	Tensor la cadena a través de perno tensor		○	⇒	□	D	∇	5		
8	Verificación de la tensada de la cadena		○	⇒	□	D	∇	3		
9	Ajuste de pernos de sujeción de la columna secundaria		○	⇒	□	D	∇	2		
10	En espera para pruebas		○	⇒	□	D	∇	60		
11			○	⇒	□	D	∇			
12			○	⇒	□	D	∇			
13			○	⇒	□	D	∇			
14			○	⇒	□	D	∇			
15			○	⇒	□	D	∇			
16			○	⇒	□	D	∇			

### **4.3 MANTENIMIENTO**

- Revise los brazos por una restricción de operación apropiada
- Revisar las conexiones, pernos, cadenas, bandas, por apropiado montaje
- Lubrique las columnas con grasa
- Inspeccionar los pernos sujetadores de los brazos
- Revise las columnas que cuadren y estén a plomo
- Revise los pernos de las bases que se encuentren apropiadamente asegurados
- Chequear los tacones de hule, reemplace si es necesario
- Revisar y engrasar la ruedas dentadas y cadena

### **4.4 NORMAS DE SEGURIDAD**

1. Lea y entienda todos los procedimientos de seguridad antes de operar el elevador.
2. Mantenga manos y pies alejados de cualquier parte movable. Aleje los pies del elevador cuando este bajando.
3. Mantenga limpia área de trabajo. Áreas sucias pueden provocar accidentes.
4. Revise el área de trabajo. No exponga el elevador a la lluvia. No coloque el elevador en lugares húmedos. Mantenga el área iluminada.
5. Solamente personal calificado deberá operar el elevador. No permita el acceso a personas ajenas al área de trabajo
6. Use la rampa en forma correcta. Nunca use el elevador para otros fines diferentes para los que fue diseñado.

7. No altere el sistema de controles.
8. Mantenga libre el elevador cuando suba o baje un vehículo.
9. Remueva el vehículo si corre riesgo de caída.
10. Peligro la fuente de poder utilizada en este elevador contiene alto voltaje. Desconecte la electricidad y esté seguro que no se re-establezca por accidente.
11. Mantenga el elevador limpio para su buen funcionamiento. Siga las recomendaciones para la lubricación y mantenimiento.
12. Manténgase alerta. Cuide lo que este haciendo. Use su sentido común. Tome precauciones.
13. Revise partes dañadas, revise la alineación de las partes movibles, partes rotas o cualquier condición que pudiera afectar la operación del elevador. No lo use si algún componente esta roto o dañado.

#### **4.5 ADVERTENCIA**

- Si las anclas del cemento están flojas o cualquier componente del elevador
- Nunca opere el elevador con una persona o equipo por debajo
- No exceda la capacidad de carga
- No permita que el motor se moje

## CONCLUSIONES

- El elevador que hemos diseñado y construido, presenta varias aplicaciones para el mantenimiento de un vehículo en un taller mecánico como servicio de neumáticos, frenos, amortiguación, carrocería, motor y transmisión.
- Este elevador nos permite elevar 1.8m de altura
- El equipo permite elevar vehículos de hasta 1 tonelada de peso.
- El elevador se ha concebido para prestar gran confiabilidad y seguridad con relación, tanto a su funcionamiento como a sus aplicaciones.
- El mantenimiento del elevador requiere un mínimo de servicio, siendo la tarea principal la de lubricar el tornillo de potencia y sus respectivas tuercas.
- El uso del software SolidWorks® 2004 permitió la automatización del diseño mecánico, experimentando con operaciones y produciendo modelos 3D, dibujos detallados y el análisis de esfuerzos, evitando así las pruebas de campo.

## RECOMENDACIONES

- No sobrepasar la capacidad de carga del elevador.
- Se recomienda hacer un mantenimiento semanal al elevador, dando prioridad al engrase del tornillo, tuercas, cojinetes y ruedas dentadas.
- El espacio físico requerido para su instalación es: altura 4m, ancho 3.5m, largo 4m.
- Se debe controlar la posición del vehículo (centro de gravedad) en el elevador, para que no exista ningún problema en el funcionamiento del elevador.
- Haga una inspección visual del sitio donde la base del elevador será Colocada y revise defectos de nivel y calidad en el cemento.
- No instale el elevador en exteriores tome en cuenta consideraciones especiales de clima, proteger la fuente de poder.
- Se recomienda el uso del software SolidWorks® 2004 con su herramienta COSMOSXpress ofrece el análisis de esfuerzos. Puede ayudarle a reducir el coste y el tiempo, probando sus diseños en el sistema en lugar de realizar pruebas de campo costosas y que requieren una gran cantidad de tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AISC: Manual of Steel Construction, 8<sup>th</sup> ed, Chicago, 1982
- Beer, Ferdinand P y E. Russell Johnston: Mecánica de materiales, 2<sup>da</sup> ed; McGraw-Hill, Bogotá, 1993
- Blodgett, O: Desing of Welded Structures, 12<sup>th</sup> ed, The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Ohio,1982
- BOHLER: Manual de Aceros Especiales, 2005
- Deutche Gesellschaft: Dibujo Técnico metal 2, Republica Federal alemana, 1985
- Diamond Chain Company: Product Guide 1097, 2000
- J. a, Tajadura: Autocad avanzado 2002, 2002
- J. de Koninck.. Manual del Matrícero, 3<sup>ra</sup> ed, José Monteso, Barcelona, 1977
- Mott, R: Diseño de Elementos de Máquinas, 2<sup>da</sup> ed, Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México, 1995
- Mott, R: Resistencia de Materiales Aplicada, 3<sup>ra</sup> ed, Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México, 1996
- Roy R. Craig: Mecánica de materiales, 2<sup>da</sup> ed, CECSA, México DF, 2002
- Shigley, J: Diseño en Ingeniería Mecánica, 2<sup>da</sup> ed, McGraw-Hill, México, 1980
- Timoshenko, S: Mecánica de materiales, 2<sup>da</sup> ed, Grupo Editorial Ibero América, México,1984

# Anexos

## Anexo 1

### Valores de K para longitud efectiva $L_e = KL$

	Atornillada	Fija empotrada	Empotrada libre	Empotrada atornillada
Valores críticos	1.0	0.5	2.0	0.7
Valores prácticos	1.0	0.65	2.10	0.8

## Anexo 2

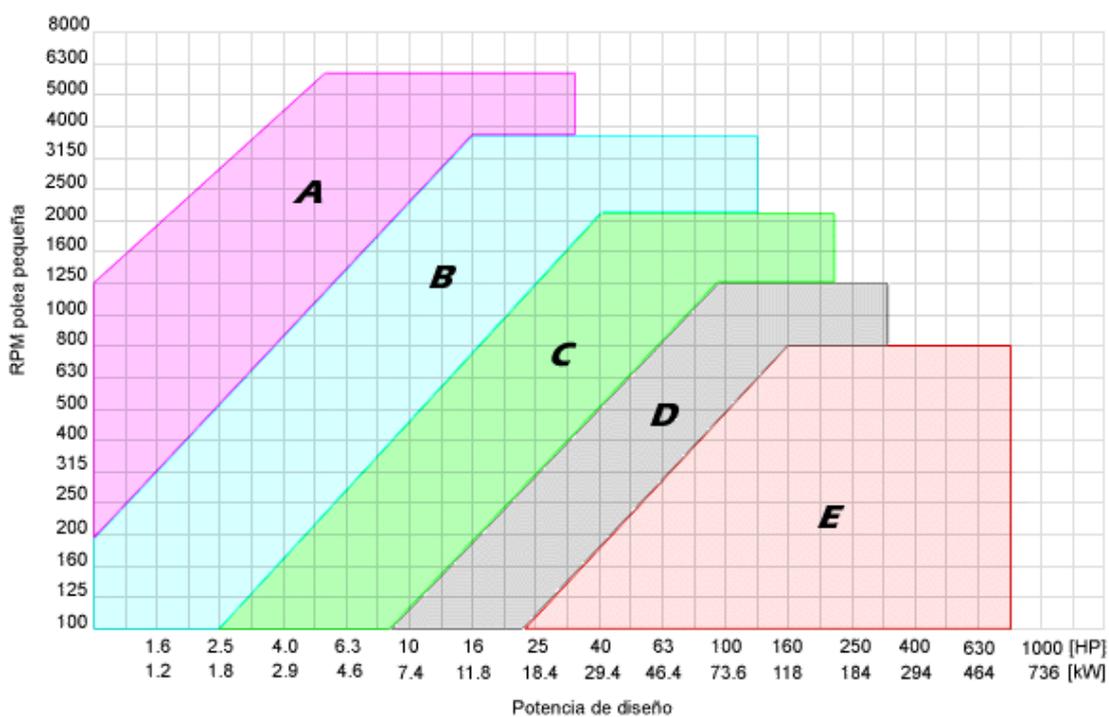
### FACTORES DE SERVICIO PARA BANDAS EN V

	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 centrífugas 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 3

**Gráfico de selección del perfil de correa**



Fuente: Catálogo Roflex de correas trapezoidales

### Anexo 4

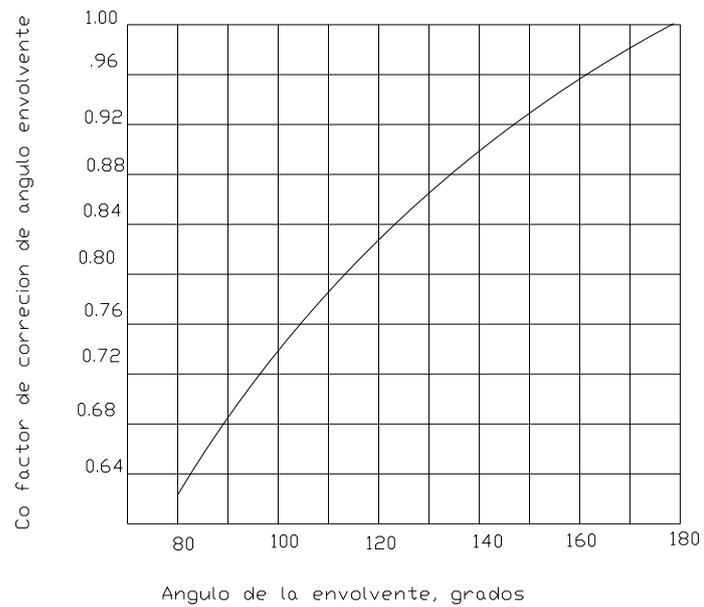
#### LONGITUDES DE BANDAS ESTÁNDAR

Solo 3V	3v y 5V	3V, 5V, 8V	5V, 8V	Solo 8V
25	50	100	150	375
26.5	53	106	160	400
28	56	112	170	425
30	60	118	180	450
31.5	63	125	190	475
33.5	67	132	200	500
35.5	71	140	212	

37.5	75		224	
40	80		236	
42.5	85		250	
45	90		265	
47.5	95		280	
			300	
165			315	
			335	
			355	

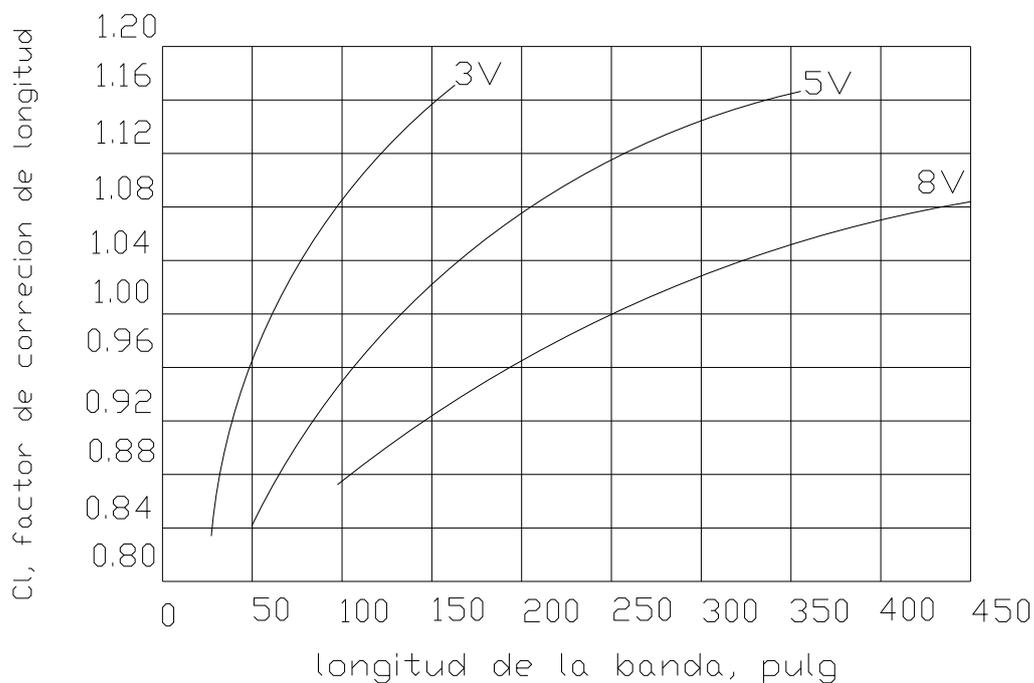
**Anexo 5**

**FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ANGULO DE LA ENVOLVENTE**



**Anexo 6**

## FACTOR DE CORRECCIÓN PARA LONGITUD DE LA BANDA



## Anexo 7

### FACTOR DE SERVICIO PARA IMPULSORES DE CADENA

TIPO DE IMPULSOR			
TIPO DE CARGA	IMPULSOR HIDRAULICO	MOTOR ELECTRICO O TURBINA	MOTOR DE COMBUSTION INTEGRAL CON IMPULSOR MECANICO
<b>Ligera</b> (agitadores, transportadores que se someten a la acción uniforme de cargas ligeras)	1.0	1.0	1.2
<b>Choque moderado</b> herramientas mecánicas grúas transportadores pesados mezcladores y moladoras de alimentos	1.2	1.3	1.4
<b>Choque pesado</b> (prensas de punzón molinos de martillo)	1.4	1.5	1.7

transportadores recíprocos impulsor de molino giratorio)			
--	--	--	--

## Anexo 8

### SPROCKET DIAMETERS – USA- STD. NO 40 ROLLER CHAIN

No of teeth	Pitch diameter	Outside diameter	Botton diam for even the caliper diam. For odd teeth
6	1.000	1.170	0.688
7	1.152	1.340	0.811
8	1.307	1.510	0.995
9	1.462	1.670	1.128
10	1.618	1.840	1.306
11	1.775	2.00	1.445
12	1.962	2.170	1.620
13	2.089	2.330	1.762
14	2.247	2.490	1.935
15	2.405	2.650	2.080
16	2.563	2.810	2.251

17	2.721	2.980	2.397
18	2.879	3.140	2.567
19	3.038	3.300	2.716
20	3.196	3.460	2.884
21	3.355	3.620	3.034
22	3.513	3.780	3.201
23	3.672	3.940	3.351
24	3.831	4.100	3.519
25	3.989	4.260	3.669
26	4.148	4.420	3.836
27	4.307	4.580	3.988
28	4.406	4.740	4.154

**Diamond Chain Company, Product Guide 1097**

**Anexo 9**

**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
$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{32}$	
$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$
$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$

2¼	2¾	5/8	5/8	7/16
2¾	3¼	¾	¾	½
3¼	3¾	7/8	7/8	5/8
3¾	4½	1	1	¾
4½	5½	1¼	1¼	7/8
5½	6½	1½	1½	1
6½	7½	1¾	1¾	1½
7½	9	2	2	1½
9	11	2½	2½	1¾
11	13	3	3	2
13	15	3½	3½	2½
15	18	4		3
18	22	5		3½
22	26	6		4
26	30	7		5

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

## Anexo 10

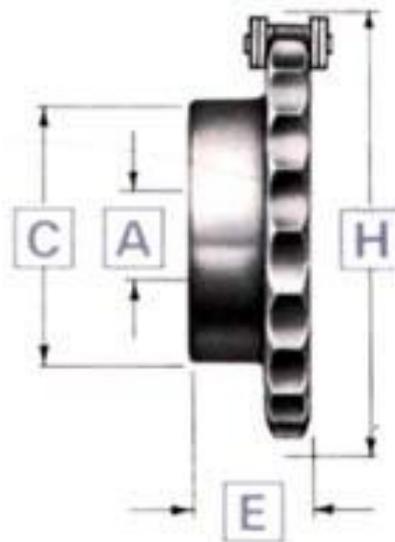
### PROPIEDADES DE ACEROS ESTRUCTURALES

Numero de designación del material (numero ASTM)	Grado o espesor	Resistencia a la tracción		Resistencia a punto cedente		Ductibilidad(elongación porcentual en 8 pulg)
		Ksi	MPa	Ksi	MPa	
A36	t ≤ 8"	58	400	36	248	20
A242	T ≤ 3/4"	70	485	50	345	18
A242	T ≤ 1½"	67	460	46	315	–
A242	T ≤ 4"	63	485	42	290	–
A441	T ≤ 4"	63	435	42	290	18
A514	Inmerso y	115	800	100	700	18 % (2")

	templado $t \leq 2\frac{1}{2}"$					
A572	42, $t \leq 6"$	60	414	42	290	—
A572	50, $t \leq 4"$	65	448	50	345	—
A572	60, $t \leq 1\frac{1}{4}"$	75	517	60	414	—
A572	65, $t \leq 1\frac{1}{4}"$	80	552	65	448	—
A588	$t \leq 4"$	70	485	50	345	18

## Anexo 11

### Piñones y ruedas dentadas para cadenas a rodillo, tabla de medidas



Tipo Simple	nº de	A	Agujero	C	E	H
-------------	-------	---	---------	---	---	---

	dientes		max			
Paso 12.7 mm Ancho 7.8 mm Rodillo 8.51 mm	8	12	13	22	25	41
	10	12.7	14	26	27	46
	11	12.7	16	30	27	50
	12	12.7	19	34	27	54
	13	12.7	22	38	27	58
	14	15	26	42	27	62
	15	15	28	46	27	66
	16	15	32	50	27	70
	17	15	35	54	27	74
	18	15	37	58	27	78
	19	15	40	62	27	83
	20	16	42	65	27	86
	21	16	42	65	27	90
	22	16	42	65	27	94
	23	16	42	65	27	99
	24	16	42	65	27	103
	25	16	42	65	27	106
	26	16	42	65	30	110
	27	16	52	70	30	115
	28	16	52	70	30	119
	29	16	52	70	30	123
	30	16	52	70	30	127
	32	16	52	76	34	135
	35	16	52	76	40	147
	38	16	45	83	40	159
	40	16	45	83	40	167
	45	16	46	85	40	187
	50	19	50	89	40	208
	57	19	50	89	40	236
	60	19	50	89	40	248
76	19	51	90	40	312	
95	22	52	92	54	389	
114	22	53	95	54	466	
150	22	53	95	54	612	

**Anexo 11-B**



Tipo Doble	nº de dientes	A	Agujero max	C	E	H
Paso 12.7 mm Ancho 7.8 mm Rodillo 8.51 mm	15	15	26	46	38	66
	17	15	35	54	38	74
	19	16	40	62	38	83
	21	16	44	70	38	90
	23	16	51	78	38	99
	25	16	53	86	38	106
	38	19	44	87	45	159
	57	19	51	90	45	236
	76	22	57	100	52	312
	95	25	59	102	60	389
	114	25	62	104	60	466

### Anexo 11-C



Tipo Triple	n° de dientes	A	Agujero max	C	E	H
Paso 12.7 mm Ancho 7.8 mm Rodillo 8.51 mm	15	15	26	46	52	66
	17	15	35	54	52	74
	19	16	40	62	52	83
	21	16	44	70	52	90
	23	16	51	78	52	99
	25	16	53	86	52	106
	38	19	51	90	60	159
	57	19	57	100	60	236
	76	22	57	100	62	312
	95	25	66	110	62	389
114	25	67	115	75	466	

## Anexo 12

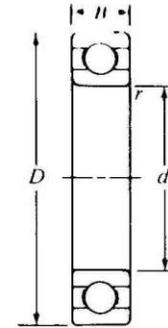
### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CADENAS Y CARGAS DE ROTURA

Cadena	Paso	Ancho interior	Rodillos Ø	Pernos Ø	Largor de pernos	Ancho sobre medida	Ancho de malla	Espesor de mallas	Superficie de trabajo	Peso	Carga de rotura
	P	b1 min.	d1 max.	d2 max.	L max.	Lc max.	h2 max.	t/T	S	q	Q0
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup>	kg/m	N
25ZP*	6,350	3,18	3,30	2,31	7,90	8,40	6,00	0,80	•	0,14	4.600
35ZP*	9,525	4,77	5,08	3,58	12,40	13,17	9,00	1,30	•	0,33	10.800
41ZP	12,700	6,25	7,77	3,58	13,75	15,00	9,91	1,30	•	0,41	12.600
40ZP	12,700	7,85	7,95	3,96	16,60	17,80	12,00	1,50	•	0,62	17.500
50ZP	15,875	9,40	10,16	5,08	20,70	22,20	15,09	2,03	•	1,02	29.400
60ZP	19,050	12,57	11,91	5,94	25,90	27,70	18,00	2,42	•	1,50	41.500
80ZP	25,400	15,75	15,88	7,92	32,70	35,00	24,00	3,25	•	2,60	69.400
100ZP	31,750	18,90	19,05	9,53	40,40	44,70	30,00	4,00	•	3,91	109.200
04BZP	6,000	2,80	4,00	1,85	6,80	7,80	5,00	0,60	•	0,11	3.200
05BZP	8,000	3,00	5,00	2,31	8,20	8,90	7,10	0,80	•	0,20	5.900
#06BZP	9,525	5,72	6,35	3,28	13,15	14,10	8,20	1,30	•	0,41	10.400
08BZP	12,700	7,75	8,51	4,45	16,70	18,20	11,80	1,60	•	0,69	19.400
10BZP	15,875	9,65	10,16	5,08	19,50	20,90	14,70	1,70	•	0,93	27.500
12BZP	19,050	11,68	12,07	5,72	22,50	24,20	16,00	1,85	•	1,15	32.200
16BZP	25,400	17,02	15,88	8,28	36,10	37,40	21,00	4,15/3,1	•	2,71	72.800
20BZP	31,750	19,56	19,05	10,19	41,30	45,00	26,40	4,5/3,5	•	3,70	106.700

**Anexo 13**

**DATOS PARA SELECCIÓN PARA COJINETE DE BOLA, HILERA ÚNICA, RANURA PROFUNDA**

Serie 6200												
Número de cojinete	Dimensiones nominales de los cojinetes						Diámetro de hombro que se prefiere		Peso del cojinete	Especif. básica en cuanto a carga estática	Especif. básica en cuanto a carga dinámica	
	d		D		B		r*	Flecha				Carcasa
	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	pulg	pulg				pulg
6200	10	0.393 7	30	1.181 1	9	0.354 3	0.024	0.500	0.984	0.07	520	885
6201	12	0.472 4	32	1.259 8	10	0.393 7	0.024	0.578	1.063	0.08	675	1 180
6202	15	0.590 6	35	1.378 0	11	0.433 1	0.024	0.703	1.181	0.10	790	1 320
6203	17	0.669 3	40	1.574 8	12	0.472 4	0.024	0.787	1.380	0.14	1 010	1 660
6204	20	0.787 4	47	1.850 4	14	0.551 2	0.039	0.969	1.614	0.23	1 400	2 210
6205	25	0.984 3	52	2.047 2	15	0.590 6	0.039	1.172	1.811	0.29	1 610	2 430
6206	30	1.181 1	62	2.440 9	16	0.629 9	0.039	1.406	2.205	0.44	2 320	3 350
6207	35	1.378 0	72	2.834 6	17	0.669 3	0.039	1.614	2.559	0.64	3 150	4 450
6208	40	1.574 8	80	3.149 6	18	0.708 7	0.039	1.811	2.874	0.82	3 650	5 050
6209	45	1.771 7	85	3.346 5	19	0.748 0	0.039	2.008	3.071	0.89	4 150	5 650
6210	50	1.968 5	90	3.543 3	20	0.787 4	0.039	2.205	3.268	1.02	4 650	6 050
6211	55	2.165 4	100	3.937 0	21	0.826 8	0.059	2.441	3.602	1.36	5 850	7 500
6212	60	2.362 2	110	4.330 7	22	0.866 1	0.059	2.717	3.996	1.73	7 250	9 050
6213	65	2.559 1	120	4.724 4	23	0.905 5	0.059	2.913	4.390	2.18	8 000	9 900
6214	70	2.755 9	125	4.921 3	24	0.944 9	0.059	3.110	4.587	2.31	8 800	10 800
6215	75	2.952 8	130	5.118 1	25	0.984 3	0.059	3.307	4.783	2.64	9 700	11 400
6216	80	3.149 6	140	5.511 8	26	1.023 6	0.079	3.504	5.118	3.09	10 500	12 600
6217	85	3.346 5	150	5.905 5	28	1.102 4	0.079	3.740	5.512	3.97	12 300	14 600
6218	90	3.543 3	160	6.299 2	30	1.181 1	0.079	3.937	5.906	4.74	14 200	16 600
6219	95	3.740 2	170	6.692 9	32	1.259 8	0.079	4.213	6.220	5.73	16 300	18 800
6220	100	3.937 0	180	7.086 6	34	1.338 6	0.079	4.409	6.614	6.94	18 600	21 100
6221	105	4.133 9	190	7.480 3	36	1.417 3	0.079	4.606	7.008	8.15	20 900	23 000
6222	110	4.330 7	200	7.874 0	38	1.496 1	0.079	4.803	7.402	9.59	23 400	24 900
6224	120	4.724 4	215	8.464 6	40	1.574 8	0.079	5.197	7.992	11.4	26 200	26 900



# Anexo 14

## Especificaciones de potencia, cadena estándar de tramo único con rodamientos, número 40, paso de 1/2"

No. de dientes en la rueda dentada pequeña	Revoluciones por minuto—rueda dentada pequeña																								
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 100	2 400	2 700	3 000	3 500	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000
9	0.04	0.10	0.19	0.35	0.65	0.93	1.21	1.48	2.00	2.51	2.75	3.25	3.73	4.12	3.45	2.74	2.24	1.88	1.60	1.27	1.04	0.75	0.57	0.45	0.37
10	0.05	0.11	0.21	0.39	0.73	1.04	1.35	1.65	2.24	2.81	3.09	3.64	4.18	4.71	4.04	3.21	2.63	2.20	1.88	1.49	1.22	0.87	0.66	0.53	0.43
11	0.05	0.12	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66	3.70	3.03	2.54	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50
12	0.06	0.14	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31	4.22	3.45	2.89	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57
13	0.06	0.15	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99	4.76	3.89	3.26	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64
14	0.07	0.16	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70	5.31	4.35	3.65	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71
15	0.07	0.17	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43	5.89	4.82	4.04	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79
16	0.08	0.19	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18	6.49	5.31	4.45	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87
17	0.08	0.20	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96	7.11	5.82	4.88	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96
18	0.09	0.21	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76	7.75	6.34	5.31	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0
19	0.09	0.22	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5	8.40	6.88	5.76	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0
20	0.10	0.24	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1	9.07	7.43	6.22	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0
21	0.11	0.25	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	9.76	7.99	6.70	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0
22	0.11	0.26	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	10.5	8.57	7.18	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0
23	0.12	0.27	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	11.2	9.16	7.68	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0
24	0.13	0.29	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	11.9	9.76	8.18	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0
25	0.13	0.30	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	12.7	10.4	8.70	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0	
26	0.14	0.31	0.58	1.09	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7	13.5	11.0	9.23	7.88	6.25	5.12	3.66	2.79	0	
28	0.15	0.34	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	15.0	12.3	10.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0	
30	0.16	0.37	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	16.7	13.6	11.4	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0	
32	0.17	0.39	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	18.4	15.0	12.6	10.8	8.64	6.99	5.00	0		
35	0.19	0.43	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	21.0	17.2	14.4	12.3	9.76	7.99	5.72	0		
40	0.22	0.50	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	25.7	21.0	17.6	15.0	11.9	9.76	6.99	0		
45	0.25	0.57	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6	30.5	25.1	21.0	17.9	14.2	11.7	0			

TIPO I

TIPO II

TIPO III

Fuente: se reimprime de *Chains for Power Transmission and Material Handling*, p. 147, por cortesía de Marcel Dekker, Inc.

TIPO I: Lubricación manual o por goteo

TIPO II: Lubricación por disco o baño

TIPO III: lubricación por flujo de aceite

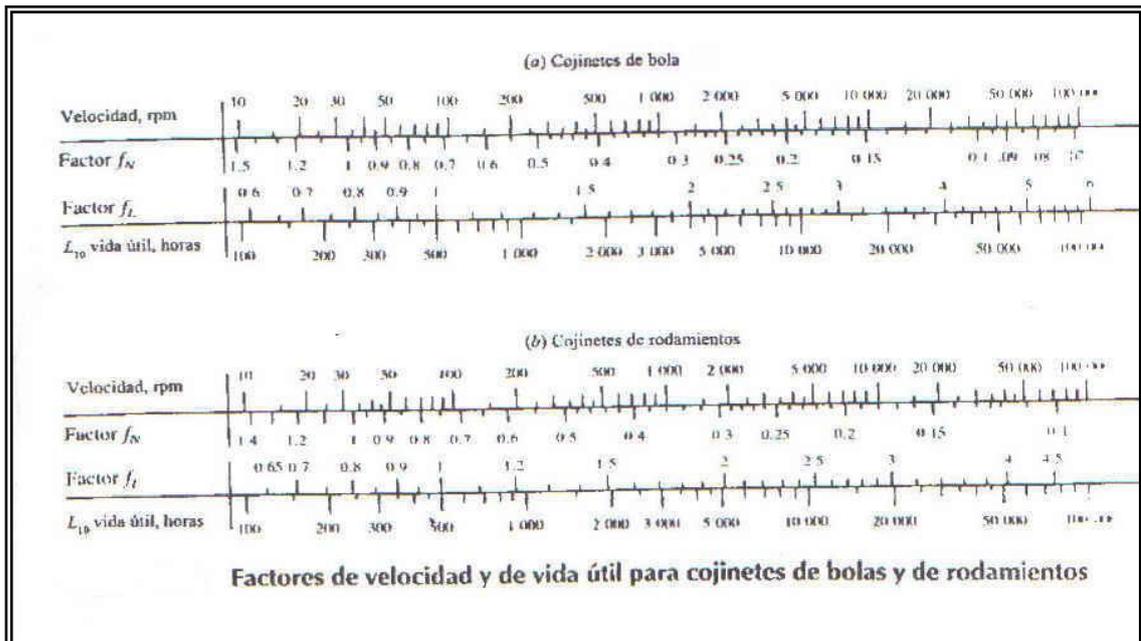
El límite de rpm para cada tipo de lubricación se lee a partir de la columna hacia la izquierda de la línea límite que se ilustra.

## Anexo 15

DIMENSIONES AMERICAN STANDARD DE CUERDAS, TAMAÑOS FRACCIONARIOS					
tamaño	Diámetro mayor básico	Cuerdas gruesas: UNC		Cuerdas finas: UNF	
		Hilos de cuerda por pulgada	Área de esfuerzo de tracción(in <sup>2</sup> )	Hilos de cuerda por pulgada	Área de esfuerzo de tracción(in <sup>2</sup> )
¼	0.250	20	0.0318	28	0.0364
5/16	0.3125	18	0.0524	24	0.0580
3/8	0.3750	16	0.0775	24	0.0878
7/16	0.4375	14	0.1063	20	0.1187
½	0.5000	13	0.1419	20	0.1599
9/16	0.5625	12	0.182	18	0.203
5/8	0.6250	11	0.226	18	0.256
¾	0.7500	10	0.334	16	0.373
7/8	0.8750	9	0.462	14	0.509
1	1.000	8	0.606	12	0.663
1 1/8	1.125	7	0.763	12	0.856
1 1/4	1.250	7	0.969	12	1.073
1 3/8	1.375	6	1.155	12	1.315
1 1/2	1.500	6	1.405	12	1.581
1 3/4	1.750	5	1.90	-	-
2	2	4 1/2	2.50	-	-

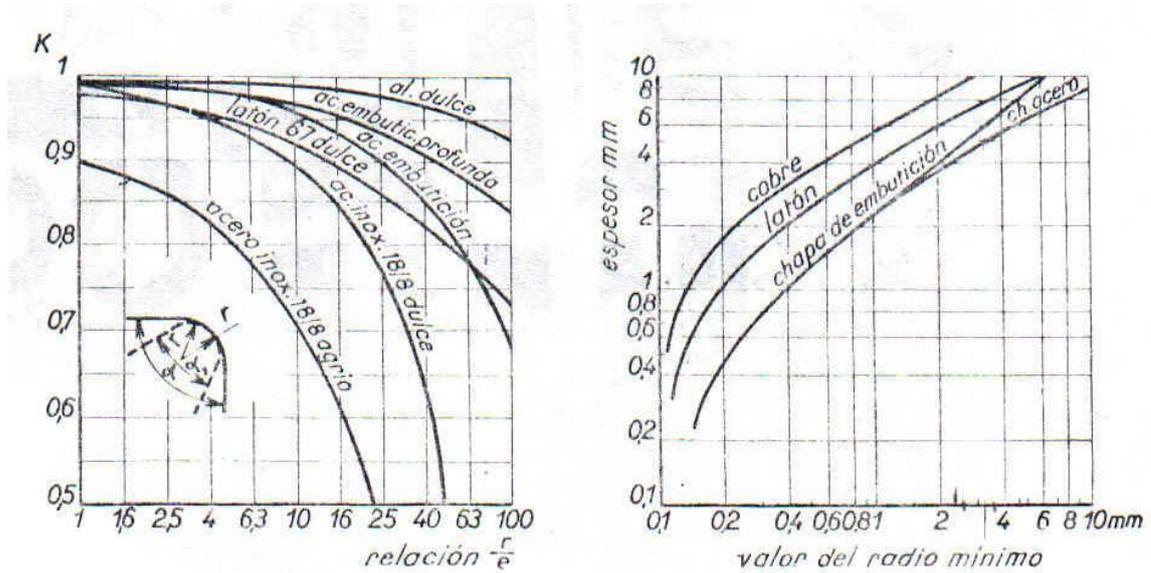
## Anexo 16

### Factores de velocidad y de vida útil para cojinetes de bola y de rodamiento



## Anexo 17

### RELACIÓN $r/e$ Y VALOR DE RADIO MEDIO



## Anexo 18

### ESFUERZO PERMITIDOS POR EL REGLAMENTO AISI PARA METAL SOLDANTE

Tipo de carga	Tipo de junta	Esfuerzos permisibles	N
Tensión	Tope	0.60Sy	1.67
Aplastamiento	Tope	0.90Sy	1.11
Flexión	Tope	0.60-0.66Sy	1.52-1.67
Compresión simple	Tope	0.60Sy	1.67
cortante	Tope	0.40Sy	1.44

## Anexo 19

### PROPIEDADES MÍNIMAS A LA TENSIÓN DEL METAL SOLDANTE PARA SOLDADURAS AL ARCO

Numero de electrodo(AWS)	Resistencia ultima MPa	Resistencia de fluencia	Elongación %
E60xx	427	345	17-25
E70xx	482	393	22
E80xx	551	462	19
E90xx	620	531	14-17
E100xx	689	600	13-16
E120xx	827	737	14

## Anexo 20

### FORMULA PARA FUERZA POR PULGADA DE SOLDADURA

Tipo de carga	Formula para fuerza por pulgada de soldadura
Tensión directa o compresión	$f = P / A_w$
Corte vertical directo	$f = V / A_w$
Flexión	$f = M / Z_w$
Torsión	$f = T_c / J_w$

# Anexo 21

## FACTORES DE GEOMETRÍA PARA ANÁLISIS DE SOLDADURA

