

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“DISEÑO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE UN  
TRANSPORTADOR DE FAJA DE 10 500  
TM/DIA PARA TRANSPORTE DE MINERAL  
POLIMETALICO CHANCADO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**RAUL MARTIN PEREZ NEGREIROS**

**PROMOCION 1992-II**

**LIMA-PERU**

**2009**

*A mi querida esposa Silvia, por su esfuerzo,  
apoyo y paciencia, que ha permitido mi  
desarrollo personal y profesional.*

**INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos y limitaciones	4
1.3 Alcance del informe	5
<b>CAPITULO 2: DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL TRANSPORTADOR DE FAJA Y SU FUNCIONAMIENTO.</b>	<b>6</b>
2.1 Formas Principales Existentes	6
2.2 Partes del Transportador	9
2.2.1 Estructura de soporte	12
2.2.2 Poleas	12
2.2.3 Rodillos	13
2.2.4 Sistemas de Accionamiento	15

	<b>Pág.</b>
2.2.5 Correa Transportadora	15
2.2.6 Templadores de Correa	16
2.2.7 Limpiadores de Correa	16
2.2.8 Faldón de carga	16
2.2.9 Chute	17
2.2.10 Cobertura	17
2.2.11 Accesorios Eléctricos de Seguridad	17
2.3 Operación del Transportador de Faja	18
<b>CAPITULO 3: DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS</b>	<b>19</b>
<b>COMPONENTES DEL TRANSPORTADOR</b>	
<b>DE FAJA</b>	
3.1 Especificaciones Técnicas	19
3.2 Características del Material a transportar	20
3.3 Verificación de la capacidad con velocidad y el ancho de la correa especificado	21
3.4 Verificación de la selección de los Rodillos especificado	22
3.5 Cálculo de la Potencia	26
3.5.1 Método Gráfico	27
3.5.2 Método Analítico	33



3.6 Cálculo de las Tensiones	44
3.6.1 Cálculo de la tensión $T_2$	45
3.6.2 Cálculo de la tensión $T_1$	47
3.6.3 Cálculo de la tensión $T_3$	48
3.7 Selección de las Poleas	49
3.7.1 Selección del Diámetro de las Poleas	49
3.7.2 Selección del Diámetro del Eje de las Poleas	52
3.8 Selección de la Correa Transportadora	73
3.8.1 Características del material a transportar	73
3.8.2 Resistencia a la rotura	73
3.8.3 Temperatura de Operación	74
3.8.4 Selección de la correa.	74
3.9 Selección del Sistema de Accionamiento	74
3.9.1 Cálculo de la potencia del motor	74
3.9.2 Cálculo del número de vueltas (RPM) de la polea de mando	74
3.9.3 Calculo de acoples.	76
3.9.4 Calculo del freno.	77
3.10 Templador de Gravedad	79

3.11 Distancias mínimas de transición	81
3.12 Radio de curvatura (cóncava)	81
3.12.1 Calculo de la tensión en el punto de giro	82
3.12.2 Proceso de cálculo	84
3.13 Limpiador de correa	86
3.14 Faldón de carga	86
3.15 Estructura Soporte	86
3.15.1 Consideraciones de Diseño	86
3.15.2 Resultados de la Estructura Soporte	87
3.16 Planos para Fabricación y Montaje	87
3.16.1 Planos de Fabricación	87
3.16.2 Planos de Montaje	88
<b>CAPITULO 4: FABRICACION DEL TRANSPORTADOR</b>	<b>89</b>
4.1 Códigos y estándares aplicables	89
4.1.1 General	90
4.1.2 Acero estructural	90
4.2 Materia prima	90
4.2.1 Acero Estructural ASTM A36, de 36000 lb/pulg <sup>2</sup> de esfuerzo de fluencia	91
4.2.2 Soldadura según especificaciones AWS D1.1/94	91

4.2.3 Perno	91
4.2.4 Acero AISI 1020	92
4.2.5 Acero AISI 1045	92
4.2.6 Pintura	92
4.2.7 Mano de Obra	92
4.3 Máquinas y Equipos requeridos	94
4.4 Plan de Aseguramiento de Calidad	94
4.5 Áreas de Fabricación	95
4.6 Procesos de Fabricación de los Componentes	96
<b>CAPITULO 5: MONTAJE DEL TRANSPORTADOR DE FAJA</b>	<b>101</b>
5.1 Mano de Obra	101
5.2 Máquinas y Equipos	103
5.3 Montaje de los Componentes	104
5.4 Pruebas	116
<b>CAPITULO 6: EVALUACION ECONOMICA</b>	<b>119</b>
6.1 Costo Primo	120
6.1.1 Materia Prima	120
6.1.2 Mano de Obra directa	121
6.2 Costo de Fabricación	121

6.3 Costo de Producción	122
6.4 Costo de Hacer y Vender	122
6.5 Valor de Venta	123
6.6 Estructuración de Costos	123
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>125</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>127</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>PLANOS</b>	

## PROLOGO

El presente estudio se presenta ante un plan de expansión de la Planta de Chancado que forma parte de la ampliación de la Planta Concentradora Huaraucaca, el requerimiento de muchos equipos nuevos, siendo uno de estos equipos diseñado y fabricado por nosotros, como fue la faja transportadora N° 6 para mineral polimetalico chancado, motivo del presente informe.

En él mostramos el proceso general seguido para el diseño y selección electromecánica de cada uno de sus componentes a partir de las especificaciones técnicas dadas por el cliente, hasta el punto que permita la fabricación y montaje.

En el **Capítulo 1**, se presenta una introducción, indicando los antecedentes, el objetivo y limitaciones, con una descripción de las etapas de la ampliación de la Planta de Chancado y alcance del proyecto

En el **Capítulo 2**, se muestra las formas generales existentes de transportadores de faja, mostrándose mediante una figura las partes y componentes de un transportador de faja, así como la descripción de cada una de sus partes.

En el **Capítulo 3**, se presenta el diseño y selección de cada uno de los componentes del transportador de faja, a partir de ecuaciones y tablas dadas por CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association) y otras informaciones. Solo la parte estructural fue realizada por otra área, indicando en el presente informe las consideraciones de diseño empleadas con sus resultados obtenidos.

El **Capítulo 4**, muestra las consideraciones generales para la fabricación del transportador de faja, con indicaciones de las materias primas, mano de obra, maquinarias, equipos requeridos, con definición del Plan de Aseguramiento de Calidad.

En el **capítulo 5**, se muestran los pasos para el montaje y las consideraciones a tomar.

El **Capítulo 6**, muestra una evaluación económica como costo primo, costo de fabricación, costo de producción, costo de hacer y vender y valor de venta. Finalmente se anotan, las conclusiones y recomendaciones del presente informe.

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La planta de chancado materia del presente informe, forma parte de la planta concentradora Huaraucaca, ubicado en la localidad de Huaraucaca, distrito de Tinyahuarco, departamento de Cerro de Pasco.

En el año 2003, la planta de chancado, tenía una producción diaria de 3300 TMD de mineral polimetalico chancado, después de la instalación de la planta de chancado nueva en el año 2004 – 2005 por parte de la empresa BBA ingenieros s.a., empresa en la cual trabajamos, donde se realizó el diseño, la fabricación y montaje, del transportador, incrementándose la producción a 4 500 TMD.

En el año 2006, utilizando los mismos equipos se llega a ampliar la producción a 6 000TMD, siendo BBA ingenieros la empresa que realiza la operación y mantenimiento de la planta de chancado desde el 2004, requiriéndose la ampliación a 10 500 TMD en el año 2007 – 2008,

habiéndose determinado que la parte crítica dentro del proceso de chancado eran la chancadora secundaria y la capacidad de las fajas transportadoras.

La planta concentradora adquirió una chancadora hidrocónica H-6800 Sandvik en reemplazo de la chancadora Symons 4 ¼ Std, aumentando su producción de mineral chancado de 4 500 TMD a 10 500 TMD es por lo que requeriría nuevas Fajas de acuerdo a la nueva capacidad de la Planta de Chancado, siendo la faja N° 6 materia del presente informe.

## **1.2 OBJETIVOS Y LIMITACIONES**

En el objetivo fundamental es diseñar, fabricar y hacer el montaje de una de las fajas transportadoras, a fin de cumplir con los requerimientos de producción de 10 500 TMD señalada por la planta concentradora.

El Transportador de Faja N° 6 materia del presente informe, fue diseñado, fabricado y realizada la instalación (montaje), cumpliendo con las especificaciones técnicas dadas por el cliente como, la capacidad de transporte, longitud, ancho, velocidad del transportador, etc.

Entre las limitaciones tenemos que la parte estructural fue realizada por otra empresa, indicando en el presente informe las consideraciones de diseño empleadas con sus resultados respectivos obtenidos.



Habiendo cumplido con el encargo de diseñar, fabricar e instalar la Faja Transportadora N° 6, para de esta manera tener una producción de 10 500 TMD, requerida por el cliente.

### **1.3 ALCANCE DEL INFORME**

El alcance del presente informe de suficiencia, se centra en el diseño, selección de componentes mecánicos, así como la instalación del mismo en su emplazamiento, según la norma CEMA (CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION) 5<sup>ta</sup> edición, partir de las especificaciones técnicas dadas por el cliente hasta el punto que permita la fabricación y montaje.

## **CAPITULO 2**

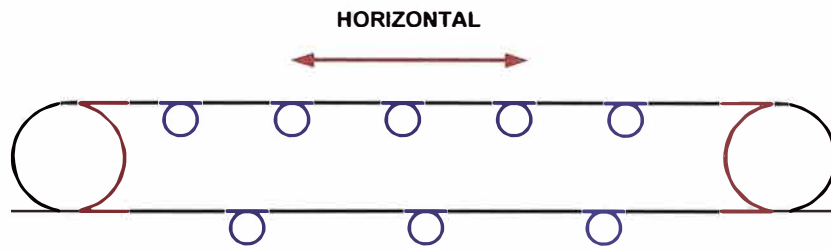
### **DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL TRANSPORTADOR DE FAJA Y FUNCIONAMIENTO**

Las cintas transportadoras, se han afianzado como un medio seguro y económico de transporte, en multitud de industrias y procesos de fabricación, su crecimiento tanto en capacidad como en distancias, ha sido espectacular en los últimos 30 años.

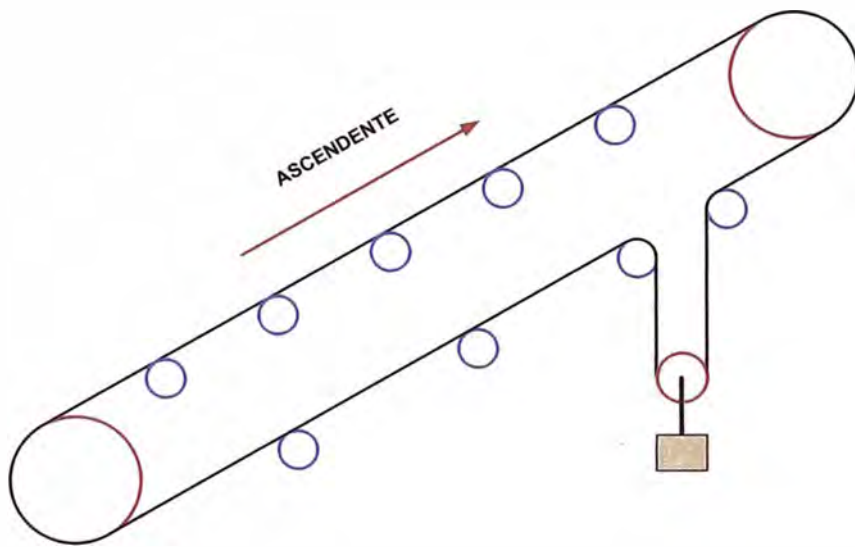
El transportador de faja (cinta transportadora), es un sistema de transporte continuo de materiales para grandes longitudes y capacidades existiendo las siguientes formas:

#### **2.1 FORMAS PRINCIPALES EXISTENTES**

Horizontal	(FIGURA N° 2.1)
Ascendente	(FIGURA N° 2.2)
Descendente	(FIGURA N° 2.3)
Horizontal y ascendente	(FIGURA N° 2.4)
Ascendente y horizontal	(FIGURA N° 2.5)



*Figura N° 2.1 Faja horizontal*



*Figura N° 2.2 Faja ascendente*

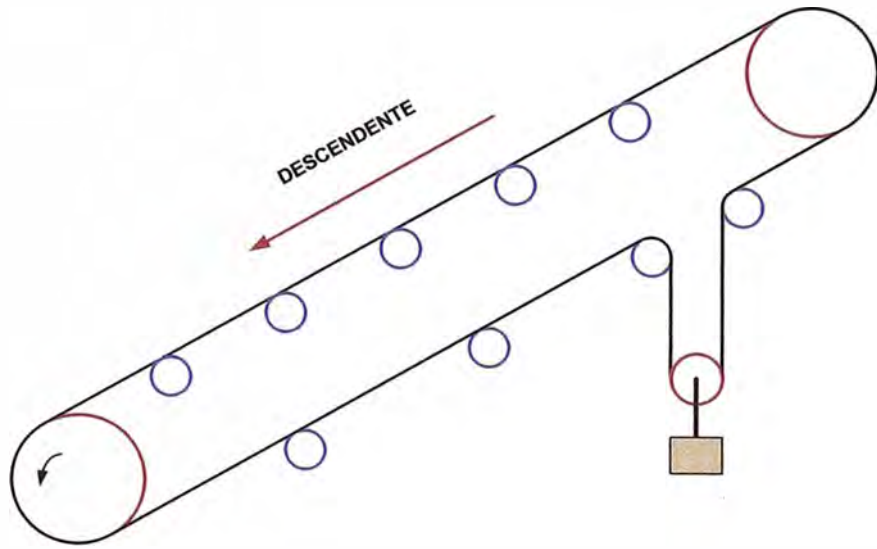


Figura N° 2.3 Faja descendente

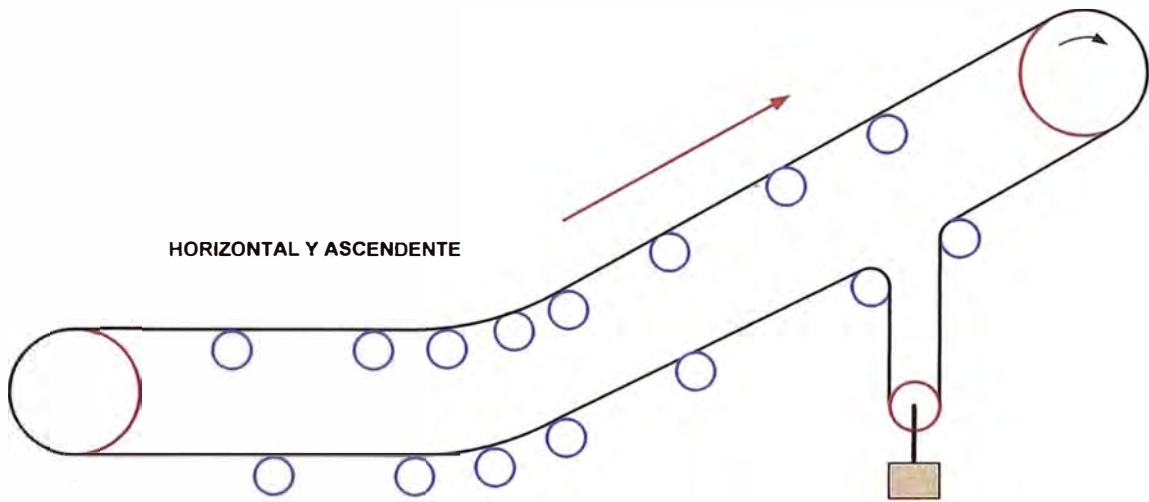
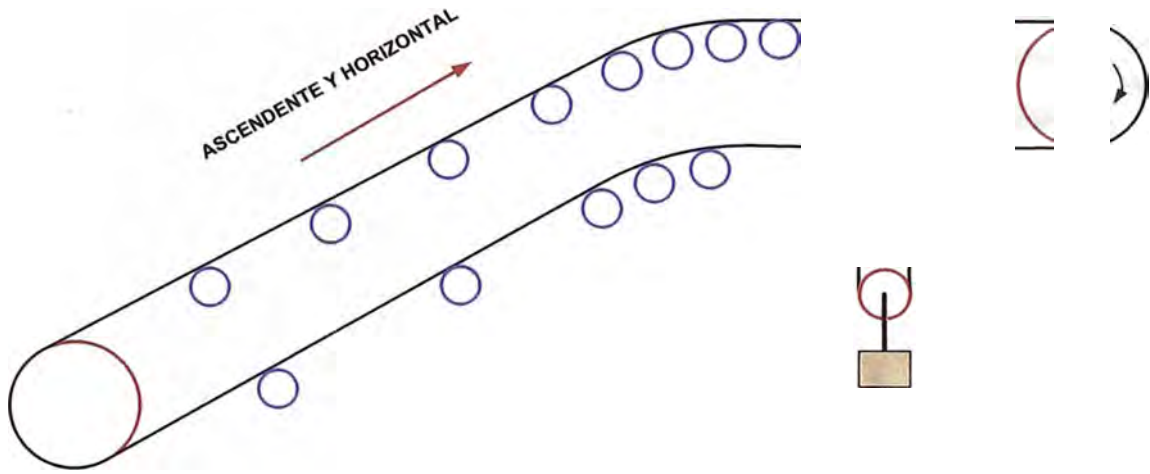


Figura N° 2.4 faja horizontal ascendente



*Figura N° 2.5 Faja ascendente horizontal*

## 2.2 PARTES DEL TRANSPORTADOR

(Ver Figura N° 2.6 y Figura N° 2.7)

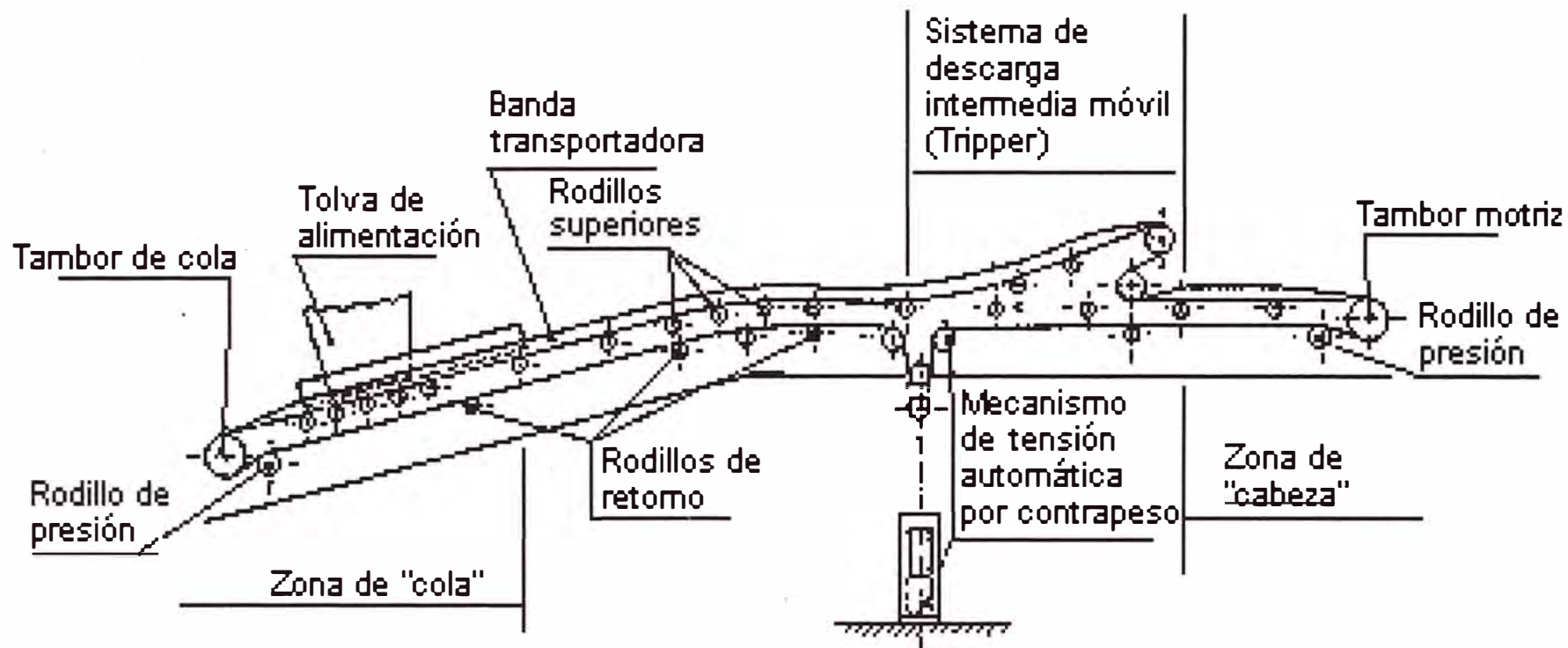
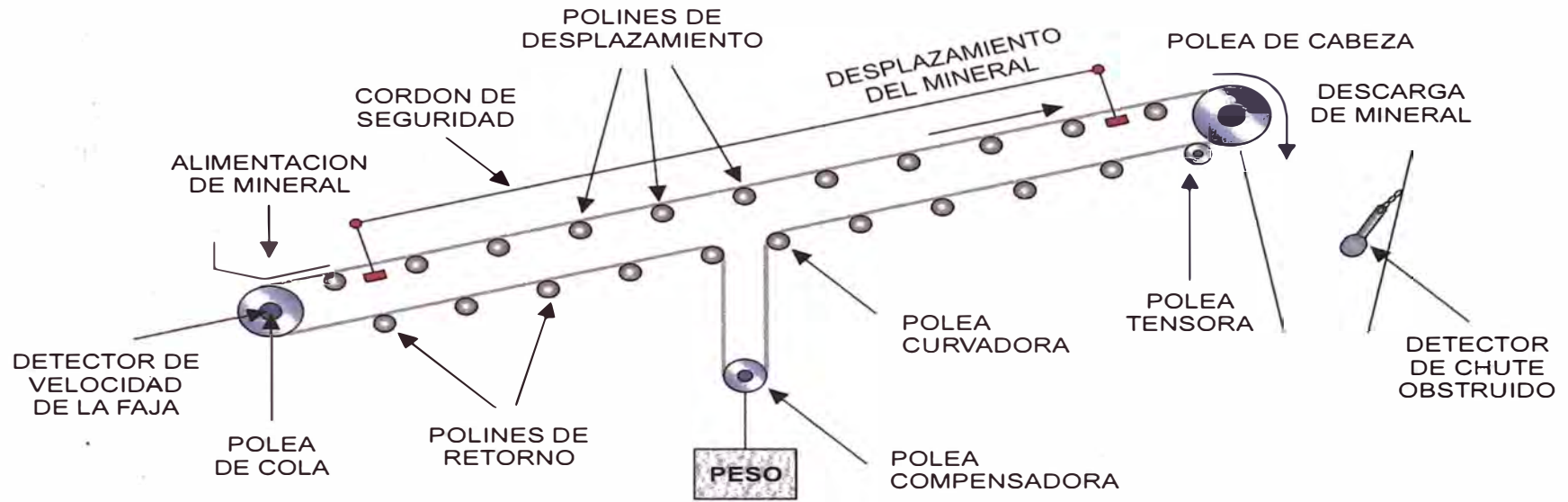
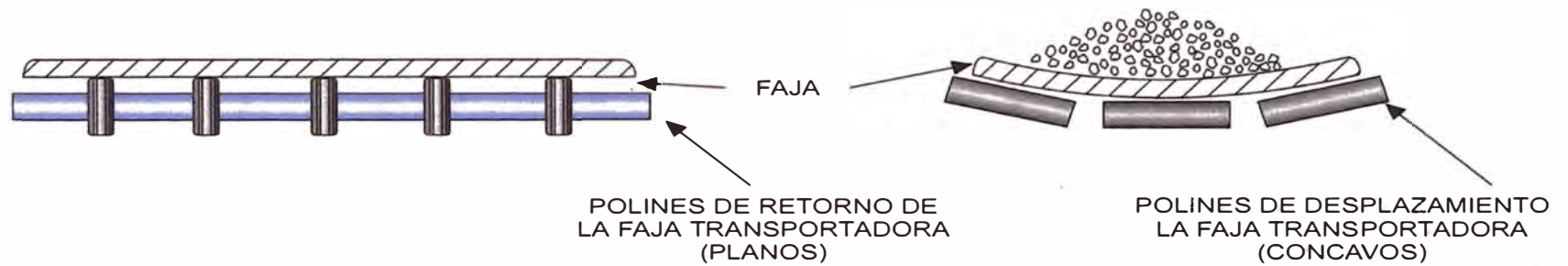


Figura N° 2.6 Partes de la faja transportadora



**FAJA Y POLINES DE DESPLAZAMIENTO**



*Figura N° 2.7 Componentes del transportador*

De las siguientes características:

### **2.2.1 Estructura de soporte**

Formada por:

**2.2.1.1 *Bastidores de mando y cola.***- compuestos por dos vigas de soporte para las poleas de mando y cola, columnas de soportes y placas base para anclar al piso.

**2.2.1.2 *Bastidores intermedios.***- Hay de dos tipos:

- Simples, para las posiciones horizontal y sinuosas a nivel de piso, compuesto por dos largueros sobre los que se ubican los rodillos, con sus columnas de soportes y placas base para anclar al piso.
- Celosía tipo puente reticulado, para las posiciones inclinadas, horizontales áreas, compuestos de vigas de celosía con peraltes variables según la separación entre soportes, puede llevar pasarelas longitudinalmente al transportador para inspección y mantenimiento de los componentes y acceso al bastidor de mando.

**2.2.1.3 *Soportes de bastidores intermedios.***- formado por vigas de alma llena o reticulada, con sus distanciadores y refuerzos, pueden ser soportes simples o soportes compuestos, también tenemos torres con plataformas de servicio con respectiva escaleras de acceso.

### **2.2.2 Poleas**

Sobres las que cambia de dirección de Correas, o darle tracción a la Correa. Fabricadas de plancha rolada de acero ASTM A36, con discos laterales, unidos a manguitos cónicos o fijos con ejes de acero



AISI 1020, AISI 1045, AISI 1060, apoyados sobre chumaceras respectivas a bolas rodillos para carga liviana o pesada respectivamente, existen de los siguientes tipos:

**2.2.2.1 Polea motriz.-** conductora encargada de transmitir el movimiento a la correa, existen simple con una polea motriz para uso normal según las condiciones de carga o dual con dos poleas motrices para mayores capacidades. Pueden llevar forros de caucho para darle mayor adherencia a la correa.

**2.2.2.2 Polea de cola.-** de reenvío de la correa transportadora, también pueden ser tensoras para transportadores de faja con templador tipo tornillo.

**2.2.2.3 Polea deflectora de polea motriz.-** encargada de aumentar el ángulo de contacto de la polea motriz.

**2.2.2.4 Polea tensora.-** usada para los transportadores de faja con mecanismo tensor tipo gravedad, va fijada al carro móvil con cajón de contrapeso, encargada de mantener la correa tensada.

**2.2.2.5 Poleas deflectoras para tensor de gravedad.-** encargada de cambiar de dirección a la correa de una posición horizontal o inclinada a una posición vertical para ubicación de la polea tensora con mecanismo tensor.

### **2.2.3 Rodillos**

Elementos sobre los que se mueve la Correa Transportadora tanto para el lado de carga como el de retorno, generalmente están

formadas por tres rodillos para el lado de carga o un rodillo para el lado de retorno llevan rodamientos que pueden ser de bolas o cónicos con rodillos de lubricación exterior. Existen los siguientes tipos principales:

- 2.2.3.1. **Carga de impacto.-** para soportar las caídas del material sobre la correa llevan discos de jebe para absorber las cargas de impacto, existen de 20°, 35° , 45° de ángulos de abarquillamiento, también tenemos de impacto recto con rodillo posición recto horizontal usado para alimentadores de faja.
- 2.2.3.2 **Carga normal.-** para el lado de carga sobre la que descansa la correa cargada con material.
- 2.2.3.3 **Carga autoalineante.-** para corregir desalineamientos que pueden ocurrir en la correa en el lado de carga; llevan polines guías y mecanismos giratorios.
- 2.2.3.4 **Retorno simple.-** para soportar la correa en el lado retorno.
- 2.2.3.5 **Retorno autolineante.-** para corregir los desalineamientos que pueden ocurrir en el lado de retorno; llevan polines guías y mecanismos giratorios.
- 2.2.3.6 **Rodillos de carga simple.-** usado para alimentadores de faja para materiales finos con rodillos en posición recto horizontal.
- 2.2.3.7 **Rodillo de retorno con disco.-** para soportar la correa en el lado de retorno usado para materiales húmedos.
- 2.2.3.8 **Rodillo de transición.-** usados para la zona de transición de la correa con las poleas de mando o cola al primer juego de rodillos, facilita la

concavidad (artesa) manteniendo un cambio suave de la correa de una posición plana en la poleas a una posición abarquillada al primer juego de rodillos sea en las poleas de mando o en la de cola.

#### **2.2.4 Sistemas de Accionamientos**

Para convertir la energía eléctrica en energía mecánica dando movimiento de esta manera a la correa transportadora, pueden ser con el siguiente arreglo:

Motorreductor, transmisión con paso de sprocket y cadena de transmisión o acoplamiento directo a la polea motriz.

Motor, reductor, transmisión con poleas en V, paso de sprocket y cadena de transmisión a la polea motriz.

Motor reductor, transmisión con poleas en V, y acoplamiento de alta y baja velocidad a la polea motriz.

Motor con acoplamiento de alta velocidad al reductor y reductor con acoplamiento de baja velocidad a la polea motriz

#### **2.2.5 Correa Transportadora**

Banda sobre la que se ubica el material a ser transportado, pueden ser con unión vulcanizada o con grapas, existen de 2, 3, 4, etc. número de lonas, con cubiertas superior e inferior de diferentes espesores según las características del material a transportar, también existen correas para materiales calientes.

### **2.2.6 Templadores de Correa**

Elementos para mantener la correa tensada asegurando una buena adherencia entre la polea motriz y la correa. Existen de dos tipos, Tornillos para longitudes de transportador de faja de hasta 30m. Entre centros de poleas, o tipo de gravedad para longitudes mayores.

### **2.2.7 Limpiadores de Correa**

Raspadores para eliminar el material impregnado en la correa transportadora luego de haber descargado en su respectivo chute, tenemos de dos tipos como son:

Limpiador para polea de mando y limpiador para polea de cola, evitando con estos limpiadores las pérdidas de material, polución generada en el medio ambiente, o impregnación del material en la polea de cola. Existen de diferentes modelos, con un raspador, doble raspador, escobillas giratorias, etc. para los limpiadores de la polea de mando y tipos “V” para los limpiadores de la polea de cola.

### **2.2.8. Faldón de carga**

Para centrar y evitar derrames del material transportado en la transferencia al transportador. Lleva sello de jebe especial, también pueden tener internamente placas metálicas de desgaste por materiales abrasivos.

### **2.2.9 Chute**

Caja para orientar el material en la descarga llevan placas de desgaste, base para amortiguación, evitando caídas libres en la correa del nuevo transportando, deteriorando prematuramente la correa.

### **2.2.10 Cobertura**

Para evitar mojar el material transportado por efectos de lluvia, tenemos de dos tipos: cobertura parcial y cobertura total del transportador de faja.

Mayormente son de sección semicircular con cubierta o ondulada.

### **2.2.11 Accesorios Eléctricos de Seguridad**

Dispositivos eléctricos para transportadores de faja pueden ser principalmente:

*Interruptor de Parada de Emergencia.*- para paradas rápidas de transportadores en emergencia o en operación normal, accionado por cable jalado por personal en peligro. Tiene contactos de salida para controlar hasta dos circuitos separados, uno para parada del transportador y el otro para alarma.

*Interruptor de Alineamiento.*- de la faja transportadora para proteger las fajas ante un desalineamiento de la correa. Por cada transportador de faja llevan normalmente cuatro interruptores de alineamiento, dos cerca a la polea de mando y los otros dos cerca a la polea de cola en

ambos lados de la correa. Al desalinearse la correa acciona un rodillo interruptor accionando una alarma, la cual es para realinear la faja.

*Interruptor de Velocidad Cero.*- usado para indicar variaciones de la velocidad cuando se produce rotura de la Correa o variaciones de voltaje eléctrico, va en la polea de cola, porque ante una rotura de la polea, la polea de mando sigue girando.

### **2.3 OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR DE FAJA**

El transportador de faja es un transportador continuo para transportar materiales en grandes longitudes y capacidades.

El material viaja sobre la correa y esta va apoyada sobre los rodillos, desde la zona de transferencia, del material manteniendo la carga centrada con la ayuda del faldón, hasta el chute de descarga. Tienen limpiadores de correa, mecanismo tensor de la correa transportadora.

La transmisión del movimiento a la correa puede ser con una polea de mando, siendo un sistema simple, o dos poleas de mando siendo un sistema dual.

El transportador de faja puede llevar accesorios eléctricos de seguridad con paradas de emergencia accionados por los cables a todo lo largo del transportador, etc.

## CAPITULO 3

### DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL TRANSPORTADOR DE FAJA

#### 3.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS

Proporcionada por la Planta Concentradora para ser consideradas en el diseño del transportador de faja y son los siguientes:

Material	Mineral Plomo - Zinc
Capacidad nominal	10 500 TMD
Factor de diseño	1,25
Tiempo de operación por día	16 h/d
Capacidad de diseño	

$$10\ 500\ TMD \times 1,25 = 13\ 125\ TMD$$

$$13\ 125\ TMD \times \frac{1,10231\ tc}{1\ TM} = 14\ 467\ 82\ tcD$$

$$14\ 467,82\ tcD \times \frac{1\ dia}{16\ h} = 904,24\ tcph$$

Peso aparente	$1,7\ TM / m^3 = 106,14\ lb / pie^3$
Angulo de reposo	38°
Longitud del transportador	158 pies

Inclinación	14°
Ancho del transportador	36”
Zonas de carga	2
Temperatura de operación	-5°C a 12°C
Velocidad de transporte	2m/s = 393,7 pies/min
Diámetro de rodillos	5”
Abarquillamiento	45°
Forma del transportador	Horizontal y ascendente
Cobertura	Sin cobertura
Altura de operación	4 200 msnm
Tripper	No

### 3.2 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL A TRANSPORTAR

Según TABLA N° 1 (Anexo – 1) para mineral de Plomo - Zinc (CEMA 5ta edición tabla 3-3); en el caso del mineral que procesa la planta, es sulfuro de Plomo y mineral de Zinc chancados, en el caso específico de la faja a diseñar.

Como el mineral viene en una mezcla (blendix), no se puede considerar como un único material, sino como la suma de las propiedades de dichos minerales.

Así tenemos que para el sulfuro de Plomo corresponde A36

Para el mineral de Zinc corresponde variable Cuyas características según la TABLA N° 2 (Anexo – 1), (CEMA 5ta edición tabla 3-2) son:

- A.- Significa material muy fino
- 3.- Significa Fluidéz promedio – ángulo de reposo entre 30° a 39°
- 6.- Significa material Abrasivo



No tomamos el mineral de Zinc, por ser sus características de forma muy variable y por que la mayor parte de mineral procesado es sulfuro de plomo.

### 3.3 VERIFICACION DE LA CAPACIDAD (Q) CON LA VELOCIDAD (V) Y EL ANCHO DE LA CORREA ESPECIFICADO

Tenemos:

$$Q = \frac{Vol \times (\rho.A)}{2000} \text{ tceph} \quad (3.1)$$

Q = Capacidad de transporte en tceph (toneladas cortas por hora)

$$1 \text{ tceph} = 2\,000 \text{ lb}$$

Vol = Volumen transportado por hora en pies cúbicos por hora

$\rho.A.$  = Peso Aparente del material en lb/pie<sup>3</sup>, dado en las especificaciones técnicas

También

$$vol = vol(a\,100 \text{ pies/min}) \times \frac{V}{100} \text{ en pie}^3/h \quad (3.2)$$

Donde

$vol = vol(a\,100 \text{ pies/min})$  = volumen transportado por hora a una velocidad de transporte de 100 pies/min en pie<sup>3</sup>/h calculado según TABLA N° 3

(Anexo – 1), (dado por CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tablas 4-2; 4-3; 4-4; 4-5)

V = Velocidad de transporte, dado en las especificaciones técnicas.

Según TABLA N° 3 (Anexo - 1) con un ancho de faja de 36", ángulo de Sobrecarga de 20° (18° menos que el ángulo de reposo) y abarquillamiento de 45°, (dado por CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 4-4) da como resultado:

$$Vol (100 \text{ pies} / \text{min}) = 6\,360 \text{ pies}^3 / h.$$

Según las especificaciones técnicas la velocidad de transporte es:

$$V = 2 \text{ m/s} = 393,7 \text{ pies/min}$$

Reemplazando en la expresión (3.2)

$$vol = 6\,360 \times \frac{393,7}{100} = 25\,039,32 \text{ pie}^3 / h$$

Según especificaciones técnicas el peso aparente  $\rho.A. = 106,14 \text{ lb} / \text{pies}^3$

Luego reemplazando en la expresión (3.1)

$$Q = \frac{(25\,039)(106,14)}{2000} = 1\,328,82 \text{ tcph}$$

Según especificaciones técnicas la capacidad de diseño = 904,24 tcph

$$\text{Verificando el grado de llenado: } \frac{904,24 \text{ tcph}}{1\,328,82 \text{ tcph}} \times 100\% = 68\%$$

Lo cual confirma la correcta capacidad y da posibilidad a ampliación de capacidad a la faja transportadora.

### 3.4 VERIFICACION DE LA SELECCIÓN DE RODILLOS ESPECIFICADOS

Para seleccionar los rodillos tenemos que calcular la carga actuante sobre cada juego de rodillos, luego con esta carga se selecciona en las tablas de capacidades de carga de rodillos.

(Dado por CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 5-8; 5-9; 5-10; 5-11; 5-12)

Según sea el tipo de rodillo A, B, C, D o E, se muestra en las TABLA N° 4-1; 4-2; 4-3; 4-4; 4-5 del Anexo N° 1

Tenemos:

$$AL = IL \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 + IML \quad (lb) \quad (3.3)$$

(Según CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Pág. 64)

Donde:

AL = carga ajustada sobre un juego de rodillos en lb.

IL = carga real sobre un juego de rodillos en lb.

$K_1$  = factor por tamaño de material, calculado según la TABLA N° 7

(ANEXO -1); (CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 5-4)

$K_2$  = factor por mantenimiento, calculado según la TABLA N° 8

(ANEXO -1); (CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 5-5)

$K_3$  = factor por servicio, calculado según la TABLA N° 9

(ANEXO -1); (CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 5-6)

$K_4$  = factor por velocidad de correa, calculado según la TABLA N° 10

(ANEXO -1); (CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 5-7)

ILM = carga por desnivel de rodillos (lb)

También:

$$IL = (Wb + Wm) \times Si \quad (lb) \quad (3.4)$$

Donde:

$W_b$  = Peso estimado en la correa en lb/pie calculado según TABLA N° 5 (ANEXO -1); (CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 6-1)

$W_m$  = Peso del material en lb/pie de correa

$S_i$  = Separación de rodillos en el lado de carga, en pies calculado según TABLA N° 6 (ANEXO -1); (CEMA 5<sup>ta</sup> edición, Tabla 5-2)

Según TABLA N° 5 (Anexo - 1) con un ancho de correa de 36" y un peso específico de 106,14 lb/pie<sup>3</sup> Según datos técnicos.

Da como resultado:

$W_b = 10$  lb/pie

También tenemos:

$$W_m = \frac{Qd \times 2\,000}{60 \times V} \quad (\text{lb / pie}) \quad (3.5)$$

Donde:

$Qd$  = Capacidad de diseño en tcph (toneladas cortas por hora, una tonelada corta = 2 000 lb.), dado en las especificaciones técnicas.

$V$  = Velocidad de la correa en pies/min, dado en las especificaciones técnicas.

Según las especificaciones técnicas para:

$Qd = 904,24$  tcph

$V = 393,70$  pies/min

Luego reemplazando en la expresión (3.5)

$$W_m = \frac{904,24 \times 2\,000}{60 \times 393,70} = 76,56 \text{ lb / pie}$$

$$W_m = 76,56 \text{ lb/pies}$$

Según la TABLA N° 6 (Anexo - 1) con un ancho de 36" y un peso específico de

106,14 lb/pie<sup>3</sup> da como resultado:

$$S_i = 4 \text{ pies}$$

Entonces reemplazando en la expresión (3.4)

$$IL = (10 + 76,56) (4) = 346,24 \text{ lb}$$

Según la TABLA N° 7 (Anexo - 1), con un tamaño máximo de material de 3/4", peso específico del material de 106,14 lb/pie<sup>3</sup> da como resultado

$$K_1 = 1.$$

Según TABLA N° 8 (Anexo - 1), para condiciones ambientales Moderado y con un mantenimiento Malo da como resultado:

$$K_2 = 1.13$$

Según la TABLA N° 9 (Anexo - 1), con una operación de más de 16h/día da como resultado:

$$K_3 = 1.20$$

Según la TABLA N° 10 (Anexo - 1), con una velocidad de 393,70 pies/min y un diámetro de rodillos 5", interpolando da como resultado:

$$K_4 = 0,90622$$

También tenemos:

$$IML = \frac{d \times T}{6 \times Si} \quad lb \quad (3.6)$$

Donde:

$d$  = desnivel de rodillos, cuando uno de los rodillos es mas alto que los adyacentes, por desalineamiento de rodillos, esto se da sobre todo en los rodillos de carga autoalineantes, que están media pulgada sobre el nivel de los rodillos de carga. Considerando rodillos alineados  $d = 0$

$T$  = Tensión estimada de la correa

$Si$  = Separación de los rodillos en el lado de carga (4' calculado anteriormente)

Por lo que:

$$IML = 0 \quad lb$$

Finalmente reemplazando los valores calculados en la expresión III da como resultado:

$$AL = 346,24 \times 1 \times 1,13 \times 1,2 \times 0,90622 + 0 = 425,47 \quad lb$$

Según TABLA N° 4-3 del Anexo 1, con un ancho de faja 36" rodillos a 45° de abarquillamiento corresponde:

CEMA "C", una carga máxima admisible de 810 lb para un juego de rodillos de carga con abarquillamiento de 45°, observando que el juego de rodillos CEMA "C" cumple con las especificaciones requeridas.

### 3.5 CALCULO DE LA POTENCIA

La potencia será calculada por 2 métodos:

- 1) Gráfico
- 2) Analítico

### 3.5.1 Método gráfico

Es un proceso estimado para cálculo de potencias para transportadores de faja de mediana longitud y capacidad de transporte, realizado en base a gráficos dados por CEMA 5<sup>ta</sup> edición, (Conveyor Equipment Manufacturers Association, Pág. 120 al 122)

$$\text{Potencia} = B + C + D \quad (3.7)$$

Donde:

B = Potencia requerida para mover la correa horizontalmente en vacío.

C = Potencia requerida para elevar el material.

D = Potencia requerida para mover el material horizontalmente.

#### 3.5.1.1 *Potencia requerida para mover la correa horizontalmente*

Tenemos:

$$B = \frac{\text{Factor} \times V}{100} \quad (hp) \quad (3.8)$$

Donde:

Factor = Valor para calcular la potencia para mover la correa horizontalmente, calculada en función del ancho de la correa en pulgadas, peso específico del material y la

distancia horizontal en pies, calculado según el Figura N°

3.1.

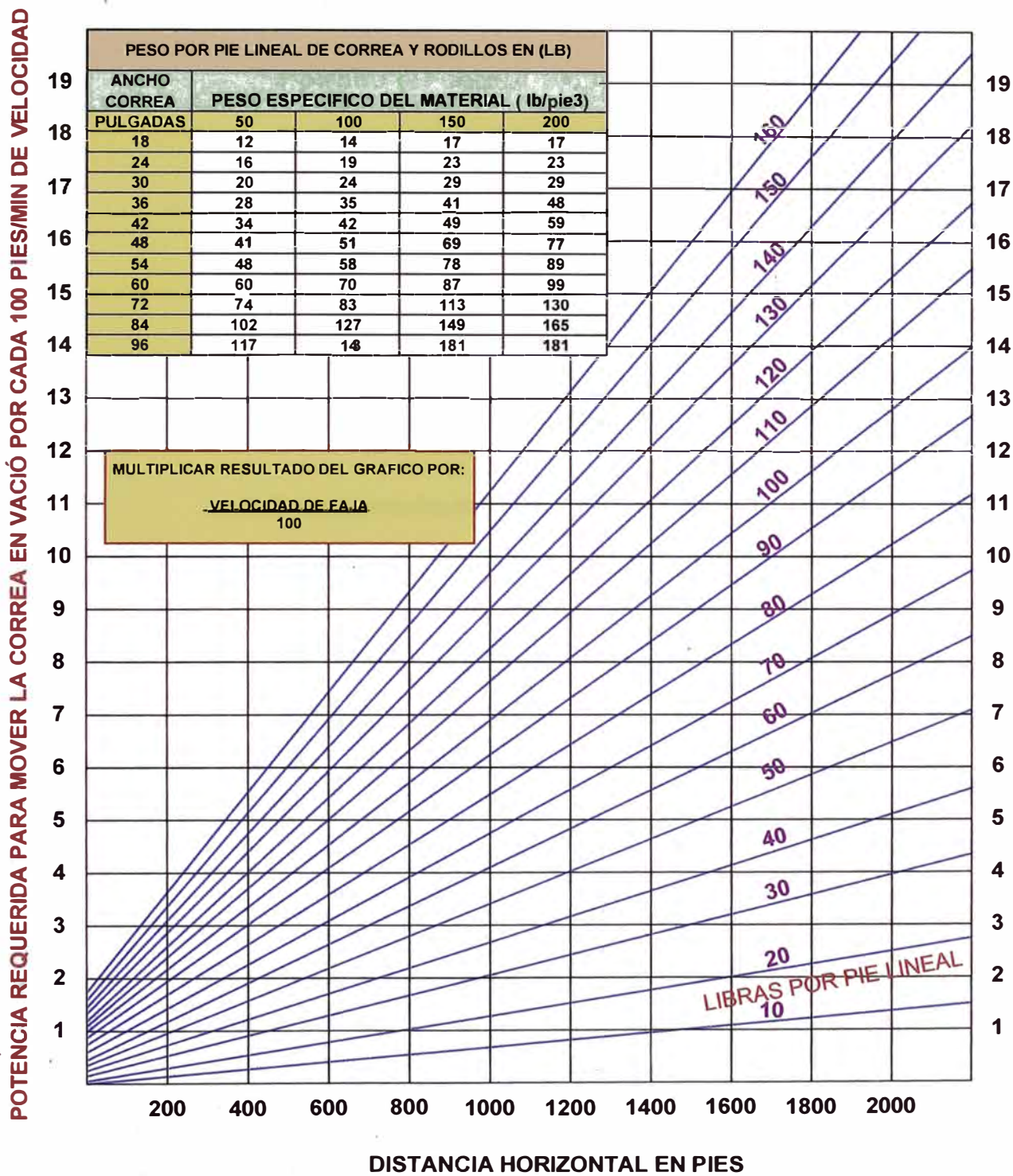


Figura N° 3.1 Factor para mover la correa horizontalmente en vacio



$V$  = Velocidad de transporte en pies/min, dado en las especificaciones técnicas.

Según tabla del Figura N° 3.1, con un ancho de faja 36", peso específico del material 106,14 lb/pie<sup>3</sup> interpolando tenemos 35,74 lb/pie de peso de la correa y rodillos, con este valor 35,74 lb/pie en la Figura N° 3.1 con 157,48 pies de distancia horizontal entre ejes de poleas tenemos:

$$\text{Factor} = 0,74$$

Según las especificaciones técnicas:

$$V = 393,70 \text{ pies/min}$$

Luego reemplazando en la expresión (3.8)

$$B = \frac{0,74 \times 393,70}{100} = 2,91 \text{ hp}$$

### 3.5.1.2 *Potencia requerida para elevar el material (C)*

Tenemos:

$$C = \text{Factor} \times h \text{ (hp)} \quad (3.9)$$

Donde:

Factor = Valor para calcular la potencia, para elevar el material una altura "h", calculada en función de Qd (capacidad de diseño de transporte), calculado según el Figura N° 3.2.

h = Altura entre ejes de poleas en pies, dado en las especificaciones técnicas.

Qd = Capacidad de diseño de transporte en tcp/h, dado en las especificaciones técnicas.

Según las especificaciones técnicas.

$$h = 15,8 \text{ pies}$$

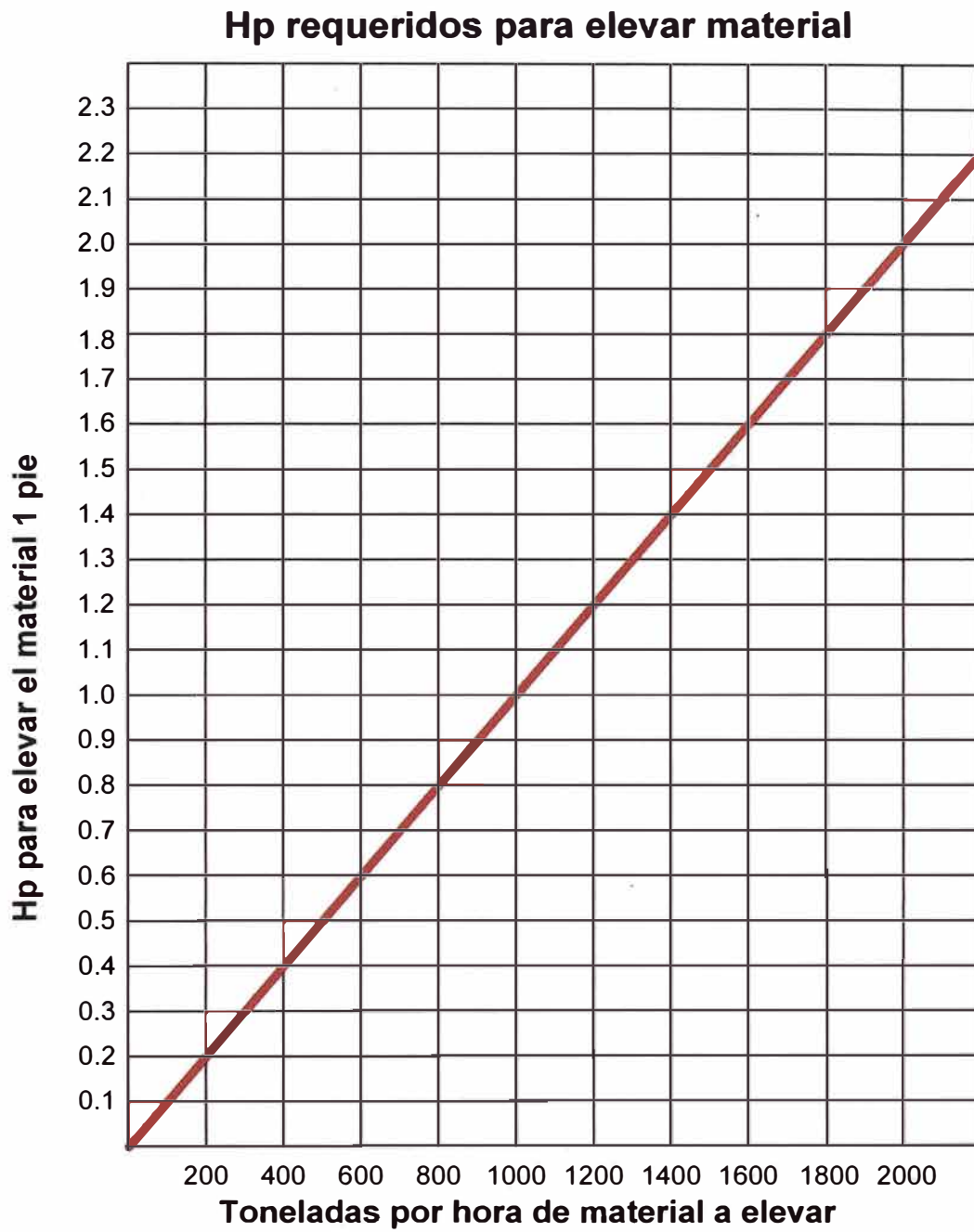
$$Q_d = 904,24 \text{ tcph}$$

Según la Figura N° 3.2, con una capacidad de diseño de transporte de 904,24 tcph interpolando tenemos:

$$\text{Factor} = 0,90424$$

Luego reemplazando en la expresión (3.9)

$$C = 0,90424 \times 15,8 = 14,29 \text{ hp}$$



*Figura N° 3.2 Factor para elevar el material*

### 3.5.1.3 Potencia requerida para mover el material horizontalmente

Tenemos:

$$D = \text{Factor} \times \frac{Qd}{100} \quad (\text{hp}) \quad (3.10)$$

Donde:

L= Distancia entre centros de poleas del transportador de faja en pies, dada en las especificaciones técnicas.

Qd = Capacidad de diseño de transporte en tph, dado en las especificaciones técnicas.

Según las especificaciones técnicas:

$$L = 158 \text{ pies}$$

$$Qd = 904,24 \text{ tph}$$

Según la Figura N° 3.3 con L = 158 pies interpolando tenemos:

$$\text{Factor} = 0,8909$$

Luego reemplazando en la expresión (3.10)

$$D = (0,8909) \times \left( \frac{904,24}{100} \right) = 8,1 \text{ hp}$$

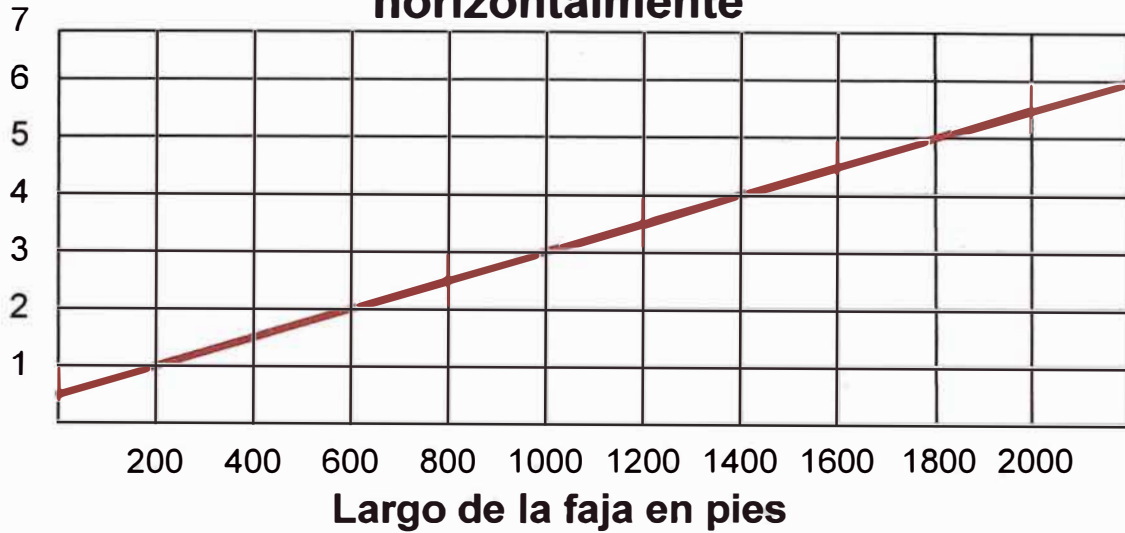
Finalmente reemplazando los valores calculados

en la expresión (3.8)

$$\text{Potencia} = 2,91 + 14,29 + 8,1 = 25,30 \text{ hp.}$$

**Hp para mover el material horizontalmente a 100 tcph**

### **Hp requeridos para mover el material horizontalmente**



*Figura N° 3.3 Factor para transportar el material horizontalmente*

#### **3.5.2 Método Analítico**

Es un proceso propuesto por CEMA, donde se calcula la tensión efectiva para vencer la resistencia de cada uno de los elementos del transportador, obteniendo así una tensión final  $T_e$  con la que se calcula la potencia como sigue (CEMA 5ta edición Pág. 70):

$$Potencia = \frac{T_e \times V}{33\,000} \text{ (hp)} \quad (3.11)$$

Donde:

$T_e$  = tensión efectiva en lb.

$V$  = velocidad de transporte en pies/min dado en las especificaciones técnicas.

Tenemos:

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac} \text{ (lb)} \quad (3.12)$$

Donde:

$T_x$  = Tensión por fricción de los rodillos de carga y retorno en lb.

$T_{yc}$  = Tensión por flexión de la correa en los rodillos de carga lb.

$T_{yr}$  = Tensión por flexión de la correa en los rodillos de retorno lb.

$T_{ym}$  = Tensión por flexión de la correa por el material en lb.

$T_m$  = Tensión para elevar el material en lb.

$T_p$  = Tensión por resistencia de las poleas lb.

$T_{am}$  = Tensión para acelerar el material en lb.

$T_{ac}$  = Tensión por rozamiento de los accesorios en lb.

### 3.5.2.1 Tensión por fricción de los rodillos de carga y retorno ( $T_x$ )

$$T_x = L \times (K_x) \times (K_t) \text{ en lb} \quad (3.13)$$

Donde:

$L$  = longitud del transportador en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$K_x$  = factor de fricción de los rodillos de carga y retorno en lb/pie.

$K_t$  = factor de temperatura calculado en el Figura N° 3.4.

Según especificaciones técnicas:

$$L = 158 \text{ pies}$$

También tenemos:

$$K_x = 0.00068(W_b + W_m) + \frac{A_i}{S_i} \text{ lb / pie} \quad (3.14)$$

Donde:

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, calculado en el punto

3.4

$W_m$  = peso del material en lb/pie de correa, calculado en el punto

3.4

$A_i$  = constante en función del diámetro de los rodillos, calculado según TABLA N° 11 (Anexo – 1)

$S_i$  = separación entre rodillos en el lado de carga en pies, calculado en el punto 3.4

Según los cálculos 3.4

$W_b = 10$  lb/pie

Con la tabla N° 11 (Anexo – 1) con un diámetro de rodillo 5" y CEMA C corresponde:

$A_i = 1,8$

Según los cálculos del punto 3.4

$S_i = 4'$

Luego reemplazando los valores calculados en la expresión (3.14)

$$K_x = 0,00068(10 + 76,56) + \frac{1,8}{4}$$

$$K_x = 0,509$$

### VARIACIÓN DEL FACTOR $K_t$ DE CORRECCIÓN DE TEMPERATURA

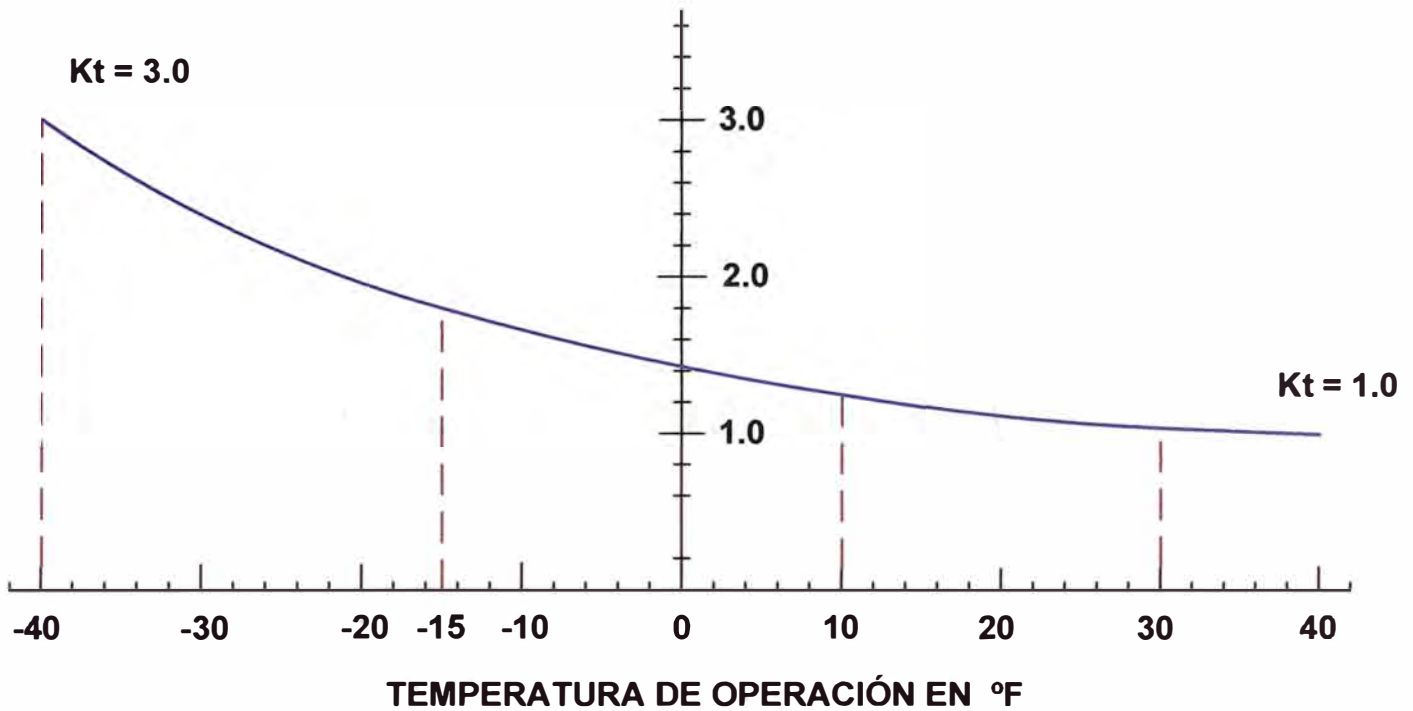


Figura N° 3.4 Factor de temperatura  $K_T$

Según el Figura N° 3.4, con una temperatura de transporte del mineral de  $5^\circ\text{C}$  ( $41^\circ\text{F}$ ) corresponde un factor de temperatura:

$$K_t = 1,45$$

Finalmente reemplazando los valores calculados

en la expresión (3.13)

$$T_x = 158 \times 0,509 \times 1,45 = 116,61 \text{ lb}$$

#### 3.5.2.2 Tensión por flexión de la correa en los rodillos de carga ( $T_{yc}$ )

$$T_{yc} = L \times K_y \times W_b \times K_t \quad \text{en lb} \quad (3.15)$$

Donde:



$L$  = longitud del transportador en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$K_y$  = factor por flexión de correa en el lado de carga, calculado según la TABLA N° 12 (Anexo – 1)

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, calculado en el punto 3.4

$K_t$  = factor de temperatura, calculado en el punto 3.5.2.1

Según las especificaciones técnicas:

$L = 158$  pies

Con la TABLA N° 12 (Anexo – 1), (CEMA 5ta edición Tab. 6-2) con una longitud del transportador de 158 pies,

$W_b + W_m = (10 + 76,56) = 86,56$  lb/pie, una inclinación del transportador de  $14^\circ$  interpolando corresponde:

$K_y = 0,0265376$

Según cálculos anteriores en los puntos 3.4 y 3.5.2.1

$W_b = 10$  lb/pie

$K_t = 1,45$

Finalmente reemplazando los valores calculados

en la expresión **(3.15)**

$$T_{yc} = 158 \times 0,0265376 \times 10 \times 1,45 = 60,80 \text{ lb}$$

### 3.5.2.3 *Tensión por flexión de la correa en los rodillos de retorno ( $T_{yr}$ )*

Tenemos:

$$T_{yr} = L \times 0,015 \times W_b \times K_t \quad \text{en lb} \quad \text{(3.16)}$$

Donde:

$L$  = longitud del transportador en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, calculado en el punto 3.4

$K_t$  = factor de temperatura calculado, en el punto 3.5.2.1

Según las especificaciones técnicas y cálculos anteriores en los puntos 3.4 y 3.5.2.1 tenemos:

$$L = 158 \text{ pies}$$

$$W_b = 10 \text{ lb/pie}$$

$$K_t = 1,45$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.16):

$$T_{yr} = 158 \times 0,015 \times 10 \times 1,45 = 34,37 \text{ lb}$$

#### 3.5.2.4 *Tensión por flexión de la correa por el material ( $T_{ym}$ )*

Tenemos:

$$T_{ym} = L \times K_y \times W_m \text{ en lb} \quad (3.17)$$

Donde:

$L$  = longitud del transportador en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$K_y$  = factor por flexión de la correa en el lado de carga calculado el punto 3.5.2.2

$W_m$  = peso del material en lb/pie de la correa, calculado en el punto 3.4

Según las especificaciones técnicas y los cálculos anteriores en los puntos.

3.4 y 3.5.2.2 tenemos:

$$L = 158 \text{ pies}$$

$$K_y = 0,0265376$$

$$W_m = 76,56 \text{ lb/pie}$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.17):

$$T_{ym} = 158 \times 0,0265376 \times 76,56 = 321,01 \text{ lb}$$

### 3.5.2.5 Tensión para elevar el material ( $T_m$ )

Donde:

$$T_m = h \times W_m \text{ en lb.} \quad (3.18)$$

Donde:

$h$  = altura entre ejes de poleas en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$W_m$  = peso del material transportado en lb/pie de correa, calculado en el punto 3.4

Tenemos:

$$h = 15,8 \text{ pies}$$

$$W_m = 76,6 \text{ lb/pie}$$

$$T_m = 15,8 \times 76,56 = 1\,209,7 \text{ lb}$$

### 3.5.2.6 Tensión por resistencia de las poleas ( $T_p$ )

$$T_p = N_1 \times (200) + N_2 \times (150) + N_3 \times (100) \text{ en lb} \quad (3.19)$$

Donde:

$N_1$  = número de poleas de mando con ángulo de contacto de 150° a 240°.

$N_2$  = número de poleas en el lado flojo, con ángulo de contacto de 150° a 240°.

$N_3$  = número de poleas con ángulo de contacto menos a 150°.

Según la plano de faja, tenemos:

$N_1 = 1$  (1 polea de mando, ángulo de contacto 180°)

$N_2 = 2$  (1 polea de cola y 1 polea tensora)

$N_3 = 2$  (2 polea tensora)

Luego reemplazando en la expresión (3.19):

$$T_p = 1 \times (200) + 2 \times (150) + 2 \times (100) = 700 \text{ lb}$$

### 3.5.2.7 Tensión para acelerar el material ( $T_{am}$ )

Tenemos:

$$T_{am} = 2,875 \times Qd (V - V_o) \times 10^{-4} \text{ lb} \quad (3.20)$$

Donde:

$Qd$  = capacidad de diseño de transporte dada en las especificaciones técnicas.

$V$  = velocidad de transporte en pies/min dada en las especificaciones técnicas.

$V_o$  = velocidad inicial de transporte, tomando:  $V_o = 0$

Según las especificaciones técnicas:

$$Qd = 904,24 \text{ tcph,}$$

$$V = 393,70 \text{ pies/min}$$

$$Vo = 0 \text{ pies/min. (asumido)}$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.20):

$$Tam = 2,875 \times 904,24 (393,7 - 0) \times 10^{-4} \text{ lb} = 102,35 \text{ lb}$$

### 3.5.2.8 Tensión por rozamiento de los accesorios ( $Tac$ )

Tenemos:

$$Tac = Tsb + Tpl + Ttr + Tbc \text{ en lb} \quad (3.21)$$

Donde:

$Tsb$  = Tensión por rozamiento del mineral con el faldón en lb.

$Tpl$  = Tensión por fricción del limpiador en el lado de retorno, desviadores tipo arado (5 a 3 lb x pulgada ancho de correa en lb).

$Ttr$  = Tensión por resistencia de las poleas adicionales en lb, por el uso de un tripper (calculado según TABLA N° 13 Anexo - 1).

$Tbc$  = Tensión por fricción de los limpiadores de faja (2 a 14 lb/pulg. de ancho de correa según el tipo limpiador con hoja simple o doble.

Para limpiadores simples se toma 5 lb/pulg x ancho de correa).

#### **Cálculo de la tensión por rozamiento del faldón**

$$Tsb = Lb (Cs \times hs^2 + 6) \text{ lb} \quad (3.22)$$

Donde:

$Lb$  = longitud del faldón en pies.

$C_s$  = factor de rozamiento según el tipo de material a transportar, calculado según TABLA N° 14., de no encontrarse en tabla se utiliza:

$$C_s = \left( \frac{2 \times \rho A}{288} \right) \times \left( \frac{1 - \text{sen} \phi}{1 + \text{sen} \phi} \right) \quad (3.23)$$

$h_s$  = altura del material en el faldón en pulgadas.

Tomando:

$L_b = 64$  pies

40 pies, en los faldones del lado de la zaranda y 24 pies en los faldones en el lado de la chancadora terciaria.

Según TABLA N° 14, no se encuentra factor para mineral polimetalico Pb – Zn, por lo que utilizamos la expresión (3.23)

Donde:

$\rho A$  = densidad aparente del mineral

$\phi$  = ángulo de reposo del mineral

Según las especificaciones técnicas:

$$\rho A = 1,7 \text{ TM} / \text{m}^3 = 106,14 \text{ lb} / \text{pie}^3$$

$$\phi = 38^\circ$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.23):

$$C_s = \left( \frac{2 \times 106,14}{288} \right) \times \left( \frac{1 - \text{sen} 38^\circ}{1 + \text{sen} 38^\circ} \right) = 0,1753$$

La altura estimada del material en el faldón

$$h_s = \frac{36''(\text{ancho de faja})}{10} = 3,6''$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.22):

$$Tsb = 64 \left( 0,1753 \times (3,6)^2 + 6 \right) = 529,4 \text{ lb}$$

- **Cálculo de la tensión por fricción de los desviadores tipo arado.**

**(Tpl)**

$$Tpl = 5,0 \times A \quad (3.24)$$

Donde:

A = ancho de la correa (36")

$$Tpl = 5,0 \times 36 = 180 \text{ lb}$$

- **Cálculo de la tensión por resistencias de las poleas por tripper**

**(Ttr)**

En nuestro caso no tenemos ningún tripper por lo tanto:

$$Ttr = 0$$

- **Cálculo de la tensión por fricción del limpiador simple de faja**

**(Tbc)**

$$Tbc = 5 \times A \text{ lb} \quad (3.25)$$

Donde:

A = ancho de la correa (36")

$$Tbc = 5 \times 36 = 180 \text{ lb}$$

Luego reemplazando los valores calculados en la expresión (3.21)

tenemos:

$$Tac = Tsb + Tpl + Ttr + Tbc \text{ en lb}$$

$$Tac = 529,4 + 180 + 0 + 180 = 889,4 \text{ lb}$$

Reemplazando los valores calculados en la expresión (3.22):

$$T_e = T_x + T_{yc} + T_{yr} + T_{ym} + T_m + T_p + T_{am} + T_{ac}$$

$$T_e = 116,61 + 60,8 + 34,37 + 321,01 + 1\,209,7 + 700 + 102,35 + 889,4 = T_e = 3\,434,24 \text{ lb.}$$

Finalmente reemplazando los valores calculados

en la expresión (3.11):

$$\text{Potencia} = \frac{T_e \times V}{33\,000} \text{ (hp)}$$

$$Pot = \frac{3\,434,24 \times 393,70}{33\,000} = 40,97 \text{ hp}$$

$$Pot = 40,97 \text{ hp}$$

### 3.6 CALCULO DE LAS TENSIONES EN LA CORREA $T_1, T_2$ y $T_3$ .

$T_1$  = tensión en el lado tenso de la correa en la polea de mando en lb.

$T_2$  = tensión en el lado flojo de la correa en la polea de mando en lb.

$T_3$  = tensión de la correa en la polea de cola en lb.

Tensión  $T_1$

$$T_1 = T_e + T_2 \tag{3.26}$$

Donde:

$T_e$  = tensión efectiva en lb. Calculado en el punto 3.5.2

Tensión  $T_2$

$$T_2 = T_e \times C_w \text{ lb} \tag{3.27}$$



Donde:

$C_w$  = factor de arrollamiento según el ángulo de contacto, calculado según la TABLA N° 15 Anexo - 1

También:

$$T_2 = T_o + T_b - T_{yr} \text{ en lb} \quad (3.28)$$

Donde:

$T_o = T_3$  tensión mínima de la correa en la polea de cola para mantener la correa con una flecha determinada por la distancia entre rodillos de carga  $S_i$ , calculado según la TABLA N° 16 Anexo – 1 en lb.

$T_b$  = tensión requerida para elevar la correa en lb.

$T_{yr}$  = tensión por flexión de la correa en los rodillos de retorno en lb, calculado en el punto 3.5.2.3

### 3.6.1 Cálculo de la tensión $T_2$

Se tiene que tomar el mayor valor calculado según las expresiones

(3.27) ó (3.28)

$$T_2 = T_e \times C_w$$

La tensión efectiva  $T_e$  calculado en el punto 3.5.2 es:

$$T_e = 3\,434.24 \text{ lb.}$$

Con la TABLA N° 15 (Anexo - 1) para un tipo de polea de mando simple, para un ángulo de contacto de la correa en la polea de mando de 180°, con un templador de gravedad y polea con cubierta tenemos:

$$C_w = 0,5$$

Reemplazando los valores calculados en la expresión (3.27)

$$T_2 = 3\,434,24 \times 0,5 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

Cálculo de la tensión  $T_2$  según la expresión (3.28)

$$T_2 = T_o + T_b - T_{yr}$$

Con la TABLA N° 16 (Anexo – 1) para 3% de flecha en la correa en el lado de carga

Tenemos:

$$T_o = 4,2 \times S_i (W_b + W_m) \text{ lb} \quad (3.29)$$

Donde:

$S_i$  = separación de los rodillos en el lado de carga en pies, calculado en el punto 3.4

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, calculado en el punto 3.4.

$W_m$  = peso del material transportado en lb/pie de correa, calculado en el punto 3.4

Según los cálculos anteriores en el punto 3.4

$$S_i = 4'$$

$$W_b = 10 \text{ lb/pie}$$

$$W_m = 76,56 \text{ lb/pie}$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.29)

$$T_o = 4,2 \times 4 (10 + 76,56) = 1\,454,21 \text{ lb.}$$

También tenemos:

$$T_b = h \times W_b \quad \text{lb} \quad (3.30)$$

Donde:

$h$  = altura entre ejes de poleas en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie calculado en el punto 3.4

Según las especificaciones técnicas y los valores calculados en el punto 3.4 = 15,8 pies

$$W_b = 10 \text{ lb/pie}$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.30)

$$T_b = 15,8 \times 10 = 158 \text{ lb.}$$

La tensión por flexión  $T_{yr}$  de la correa en los rodillos de retorno

Calculado según el punto 3.5.2.3 fue:

$$T_{yr} = 34,37 \text{ lb.}$$

Luego reemplazando los valores calculados en la expresión (3.28)

$$T_2 = T_o + T_b - T_{yr} \text{ en lb}$$

$$T_2 = 1\,454,21 + 158 - 34,37 = 1\,577,84 \text{ lb.}$$

Luego tomamos el mayor valor de  $T_2$  calculado esto es:

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

### 3.6.2 Cálculo de la tensión $T_1$

Según la expresión (3.26)

$$T_1 = T_e + T_2$$

Con la tensión efectiva  $T_e$ . Calculada en el punto 3.5.2 y la tensión

$$T_2$$

Calculada anteriormente:

$$T_e = 3\,434,24 \text{ lb}$$

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

Reemplazando los valores en la expresión (3.26)

$$T_1 = 3\,434,24 + 1\,717,12 = 5\,151,36 \text{ lb.}$$

### 3.6.3 Cálculo de la tensión $T_3$

Según la expresión (3.28)

$$T_2 = T_o + T_b + - T_yr$$

Donde:

$$T_o = T_3$$

Despejando:

$$T_3 = T_2 - T_b + T_yr$$

De los cálculos del punto 3.6.1:

$$T_2 = 1\,577,84 \text{ lb.}$$

$$T_b = 158 \text{ lb.}$$

$$T_y = 34,37 \text{ lb.}$$

Reemplazando los valores en la expresión anterior:

$$T_3 = T_2 - T_b + T_yr$$

$$T_3 = 1\,577,84 - 158 + 34,37 = 1\,454,21 \text{ lb}$$

Finalmente resumiendo:

$$T_1 = 5\,151,36 \text{ lb.}$$

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

$$T_3 = 1\,454,21 \text{ lb}$$

### 3.7. SELECCION DE LAS POLEAS

Para la selección de las poleas se puede usar el método propuesto por CEMA (CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION) Especificación B105.1992 para poleas de acero soldadas como sigue:

#### 3.7.1 Selección del diámetro de las poleas

Primero tenemos que determinar el PIW (Pound Inch Wide tensión en libras x pulg. x ancho de correa), con el arco de contacto de la correa en la polea respectiva y la TABLA N° 18, seleccionamos el diámetro de la polea.

$$PIW = T/A \text{ lb/pulg.} \quad (3.31)$$

Donde:

T = tensión de la correa en lb. en la posición de cálculo de la polea.

A = ancho de la correa en pulg., dada en las especificaciones técnicas.

#### 3.7.1.1 *Selección del diámetro de la polea de mando*

Según la expresión (3.31)

$$PIW = T/A \text{ lb.}$$

Donde:

$$T = T_1 = 5\,151,36 \text{ lb.}$$

$$A = 36''$$

$$\text{Arco de contacto} = 180^\circ$$

Luego reemplazando en la expresión **(3.31):**

$$PIW = 5\,151,36 / 36 = 143,09 \text{ lb/pulg.}$$

Según la TABLA N° 18 (Anexo - 1) para un arco de contacto de  $180^\circ$ , con una polea de  $30''$  de diámetro tiene una capacidad máxima de Tensión de  $460 \text{ lb/pulg.}$ , la cual es aceptable.

### ***3.7.1.2 Selección del diámetro de la polea de cola***

Tomando los valores para la expresión **(3.31)**

$$T = T_3 = 1\,454,21 \text{ lb.}$$

$$A = 36''$$

$$\text{Arco de contacto} = 180^\circ$$

Reemplazando en la expresión **(3.31)**

$$PIW = 1\,454,21 / 36 = 40,39 \text{ lb/pulg.}$$

Según la TABLA N° 18 (Anexo - 1) para un arco de contacto de la correa de  $180^\circ$  con una polea de  $24''$  de diámetro tiene una capacidad máxima de tensión de  $346 \text{ lb/pulg.}$ , el cual es aceptable.

### 3.7.1.3 Selección del diámetro de la polea tensora

Tomando los valores para la expresión (3.31)

$$T = T_2 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

$$A = 36 \text{ pulg.}$$

$$\text{Arco de contacto} = 180^\circ$$

$T = T_2 = 1\,717,12 \text{ lb}$  Reemplazando en la expresión (3.31)

$$\text{PIW} = 1\,717,12 / 36 = 47,69 \text{ lb/pulg.}$$

Según la TABLA N° 18 (Anexo – 1) para un arco de contacto de la correa de  $180^\circ$ , con una polea de 18” de diámetro tiene una capacidad máxima de tensión de 230 lb/pulg. el cual es aceptable.

### 3.7.1.4 Selección del diámetro de las dos poleas deflectoras del tensor

Tomando los valores para la expresión (3.31)

$$T = T_2 = 1\,717,12 \text{ lb}$$

$$A = 36''$$

$$\text{Arcos de contacto} = 76^\circ \text{ y } 104^\circ$$

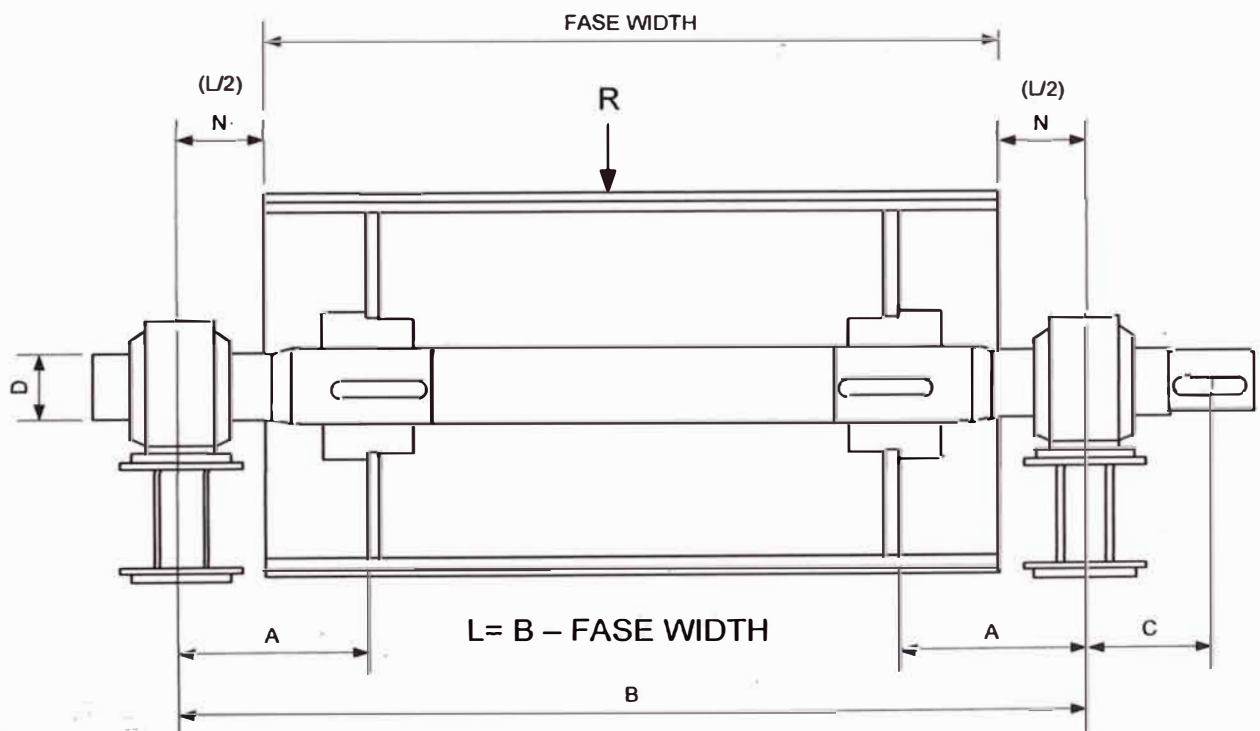
Reemplazando en la expresión (3.31)

$$\text{PIW} = 1\,717,12 / 36 = 47,69 \text{ lb/pulg.}$$

Según la TABLA N° 18 (Anexo - 1) interpolando para un arco de contacto de  $76^\circ$  con una polea de 18” de diámetro, tiene una capacidad máxima de tensión de 91 lb/pulg. la cual es aceptable (se tomó la polea con arco de contacto de  $76^\circ$  por ser la más crítica).

### 3.7.2 Selección del diámetro de los ejes de las poleas

Para la selección del diámetro de los ejes de las poleas se puede usar el método propuesto por CEMA (CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION) especificación B105.1-1992, con el cálculo de la fuerza radial ( $R$ ), resultante sobre cada polea, la longitud lateral " $l$ ", según la Figura N° 3.5, con un ancho de la polea de 38" (2" más que el ancho de la correa) y la TABLA N° 19 (Anexo - 1) se selecciona el diámetro de los ejes calculada en base a ejes de acero AISI 1045 con un esfuerzo a la fatiga de 8 000 lb/pulg.<sup>2</sup> y una deflexión en el eje de 0,0023" x pulgada de longitud de eje.



**Figura N° 3.5 Polea de cabeza**



### 3.7.2.1 Selección del diámetro del eje de la polea de mando

Tenemos que calcular la fuerza radial resultante sobre la polea de mando sumando algebraicamente las tensiones  $T_1$  y  $T_2$  existente en la polea de mando y el peso estimado de la polea "W", según la FIGURA N° 3.6.

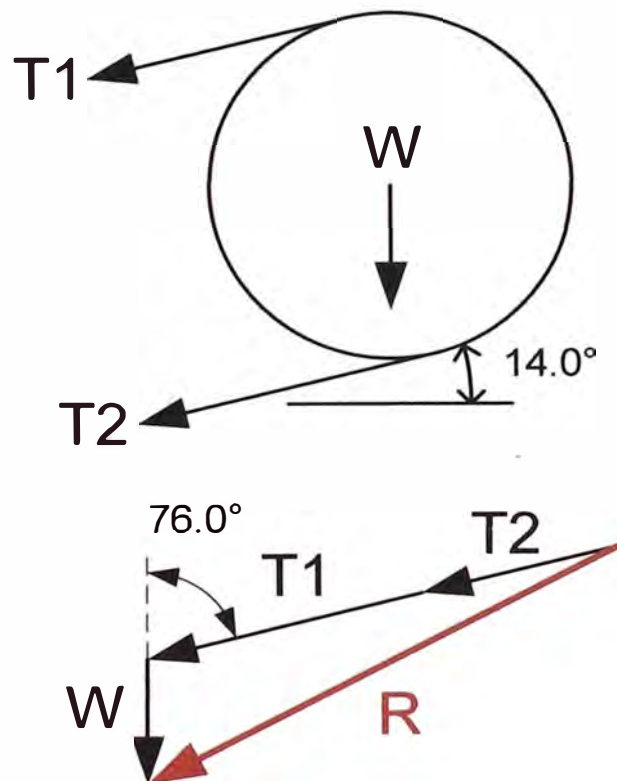


Figura N° 3.6 Diagrama de fuerzas polea de cabeza

Las fuerzas en el eje “X”

$$\sum F_x = (T_1 + T_2) \times \text{Cos}(14^\circ) \quad (3.32)$$

Las fuerzas en el eje “Y”

$$\sum F_y = (T_1 + T_2) \times \text{Sen}(14^\circ) + W \quad (3.33)$$

Finalmente la fuerza radial resultante:

$$R = \sqrt{\left(\sum F_x\right)^2 + \left(\sum F_y\right)^2} \quad (\text{lb}) \quad (3.34)$$

Donde:

R = fuerza radial resultante sobre la polea de mando en lb.

$T_1$  = tensión en el lado tenso de la correa calculado en el punto  
3.6.2 en lb.

$T_2$  = tensión en el lado flojo de la correa calculado en el punto  
3.6.1 en lb.

W = Peso estimado de la polea (ver TABLA N° 24 Anexo – 1)

Donde los valores obtenidos en la sección 3.6 :

$$T_1 = 5\,151,36 \text{ lb}$$

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb}$$

De TABLA N° 24 - 6, Anexo - 1

Para polea de 30”, con agujero Máximo de 7”

$$W = 750 \text{ lb}$$

Reemplazando en (3.32):

$$\sum F_x = (5\,151,36 + 1\,717,12) \times \text{Cos}(14^\circ) = 6\,664,46 \text{ lb}$$

Reemplazando en la expresión (3.33):

$$\sum F_y = (5151,36 + 1717,12) \times \text{Sen}(14^\circ) + 750 = 2411,64 \text{ lb}$$

Finalmente reemplazando en la expresión (3.34), obtenemos fuerza radial resultante:

$$R = \sqrt{(6664,46)^2 + (2411,64)^2} = 7087,39 \text{ lb}$$

Luego tenemos:

A = Ancho de faja de pulgadas

B = Distancia entre centros de chumaceras en pulgadas

C = Diámetro del eje en pulgadas

R = fuerza radial resultante en lb

$\ell$  = distancia entre chumaceras (b) menos ancho de la polea (c) en pulgadas.

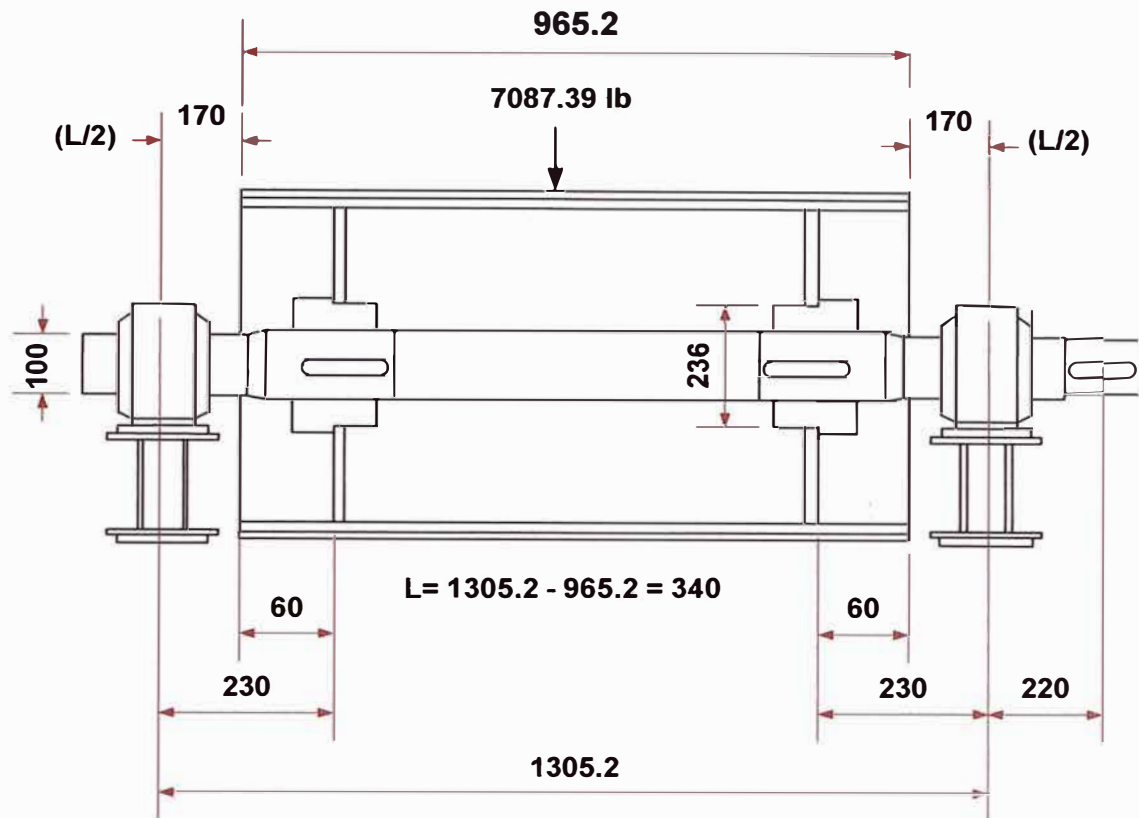
Tenemos: (ver Figura N° 3.7)

$$A = 36''$$

$$B = 1305.2 \text{ mm} = 51.39'' \text{ (POR CONSTRUCCION)}$$

$$C = 36'' + 2'' = 38'' \text{ (965,2 mm)}$$

$$\ell = 51,39'' - 38'' = 13,39''$$



*Figura N° 3.7 Dimensiones polea de 36"*

Luego según la TABLA N° 19 con un ancho de polea de 38", una longitud " $\ell$ " = 13,39" (FIGURA N° 3.7), una carga radial R de 7 087,39 lb., Interpolando le corresponde un diámetro de eje de 3 15/16" que recibe una carga radial de 10 196,5 lb > 7 087,39 lb el cual es aceptable.

Finalmente verificando, el diámetro obtenido si se encuentra dentro de los diámetros recomendados por CEMA, en la TABLA N° 25,

Tenemos para:

Fase Width = 38"

Diámetro de Polea = 30"

Obtenemos que el diámetro puede estar entre: 2.7/16" a 8"

Con lo cual queda verificada la validez de la selección del eje.

**Verificando la selección anterior por cálculo dada en la ecuación:**

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times F_s}{\pi} \sqrt{\left(\frac{M}{S_F}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{S_Y}\right)^2}} \quad (3.33)$$

Ecuación dada por : ANSI B106.1M-1985

Que esta recomendada dentro de la Norma ANSI/ CEMA B105.1-1992

En donde la recomendación de los valores son:

Factor de seguridad,  $F_s = 1,5$

Limite de fatiga del eje corregido,

$$S_F = K_a K_b K_c K_d K_e K_f K_g \times S_F^* \quad (3.34)$$

Donde:

$K_a$ , factor superficial = 0,8 para eje mecanizado

$K_b$ , factor de tamaño =  $(D)^{-0,19}$  D diametro de eje estimado

$$K_b = (3.15/16)^{-0,19} = 0,7707$$

$K_c$ , factor de confiabilidad = 0,897

$K_d$ , factor de temperatura = 1,0 para  $-70^\circ F$  a  $+400F$

$K_e$ , factor de ciclo de servicio = 1,0 el esfuerzo ciclico no exceda de  $S_F^*$

$K_f$ , factor de concentracion de esfuerzo de fatiga

Ver TABLA N° 26,

Para un SAE - 1045, se puede considerar BHN < 200, con  
chaveta perfilada, tenemos  $K_f = 0,63$

$K_g$ , factor mixto = 1 para servicio normal del transportador .

Aceros:

$S_f^* = 29000$  Para SAE / AISI -1020 (DIN - C22 / BOEHLER E - 920)

$S_f^* = 41000$  Para SAE / AISI -1045 (DIN - CK45 / BOEHLER H)

$S_f^* = 47500$  Para SAE / AISI -4140 (DIN - 42CrMoS4 / BOEHLER VCL -140)

( $S_f^* = 0,5$  esfuerzo ultimo de tensión tabulado)

$S_y =$  esfuerzo de fluencia = 32 000 para SAE / AISI 1020

$S_y = 45 000$  para SAE / AISI 1045

$S_y = 60 500$  para SAE / AISI 4140

$$M = \text{momento flector, lb-pulgadas} = \frac{R \times A}{2} \quad (3.35)$$

Donde:

R= fuerza radial resultante = 7 087,39 lb

A= Ver Figura N° 3.9, de TABLA N° 27, para eje 3.15/16"

tenemos:

$$A = N + 2.3 / 4''$$

Donde  $N = 6,69''$  ver figura Figura N° 3.7

$$T = \text{momento torsor, lb-pulgadas} = T_e \times r \quad (3.36)$$

Donde:  $T_e = T_1 - T_2 = 5\,151,36 - 1\,717,12 = 3\,434,16 \text{ lb}$

$$r = \text{Radio de polea} = \frac{30''}{2} = 15''$$

Luego tenemos de la expresión (3.35):

$$M = \frac{R \times A}{2} = \frac{R \times \left(N + 2 \frac{3}{4}\right)}{2} = \frac{7\,087,39 \times (6,69 + 2,75)}{2} = 3\,3452,48 \text{ lb-pulg}$$

De la expresión (3.36) tenemos:

$$T = T_e \times r = 3\,434,16 \times 15 = 5\,1513,6 \text{ lb-pulg}$$

De (3.34), para un acero SAE / AISI 1045, tenemos:

$$S_F^* = 41\,000 \text{ Psi}$$

$$K_a = 0,8$$

$$K_b = 0,7707$$

$$K_c = 0,897$$

$$K_d = 1,0$$

$$K_e = 1,0$$

$$K_f = 0,63$$

$$K_g = 1,0$$

$$S_F = 0,8 \times 0,7707 \times 0,897 \times 1 \times 1 \times 0,63 \times 1 \times 41\,000$$

$$S_F = 14\,285,39 \text{ Psi}$$

De la expresión (3.33), tenemos:

$$F_s = 1,5$$

$$M = 33\,452,48 \text{ lb-pulg}$$

$$T = 51\,513,6 \text{ lb-pulg}$$

$$S_F = 14\,285,39 \text{ Psi}$$

$$S_y = 45\,000 \text{ Psi}$$

Tenemos:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,5}{\pi} \sqrt{\left(\frac{33\,452,48}{14\,285,39}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{51\,513,6}{45\,000}\right)^2}} = 3,39''$$

Por lo que el diámetro seleccionado de 3.15/16" (3,937") > 3,39" de calculo.

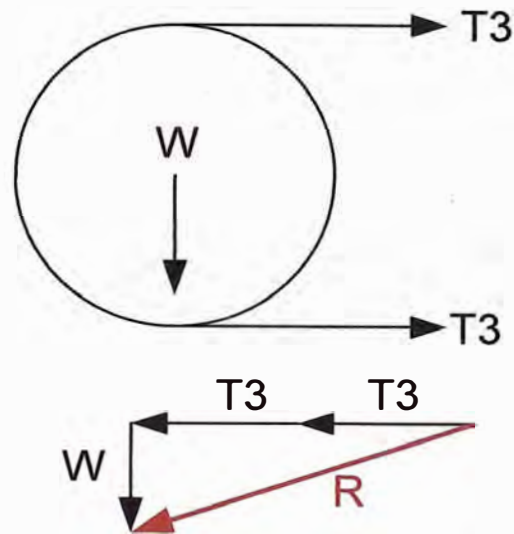
Finalmente se escoge un diámetro de eje de 100 mm (3,937")

### 3.7.2.2 Selección del diámetro del eje de la polea de cola

Tenemos que calcular la fuerza radial resultante sobre la polea de cola.

De la Figura N° 3.8





*Figura N° 3.8 Diagrama de fuerzas polea de cola*

Luego para la polea de cola:

$$T_3 = 1\,454,21 \text{ lb.}$$

Según la TABLA N° 24 - 5 (Anexo - 1), para un ancho de faja de 36", diámetro de polea de 24" y un agujero máximo de 5", corresponde:

$$W = 440 \text{ lb}$$

De la Figura N° 3.12, tenemos:

Fuerzas en "X"

$$F_x = 2T_3 = 2 \times 1\,454,21 = 2\,908,42 \text{ lb}$$

Fuerzas en "Y"

$$F_y = W = 440 \text{ lb}$$

Luego reemplazando en la expresión (3.34), tenemos:

$$R = \sqrt{(2\,908,42)^2 + (440)^2} = 2\,941,51 \text{ lb}$$

Por construcción tenemos:

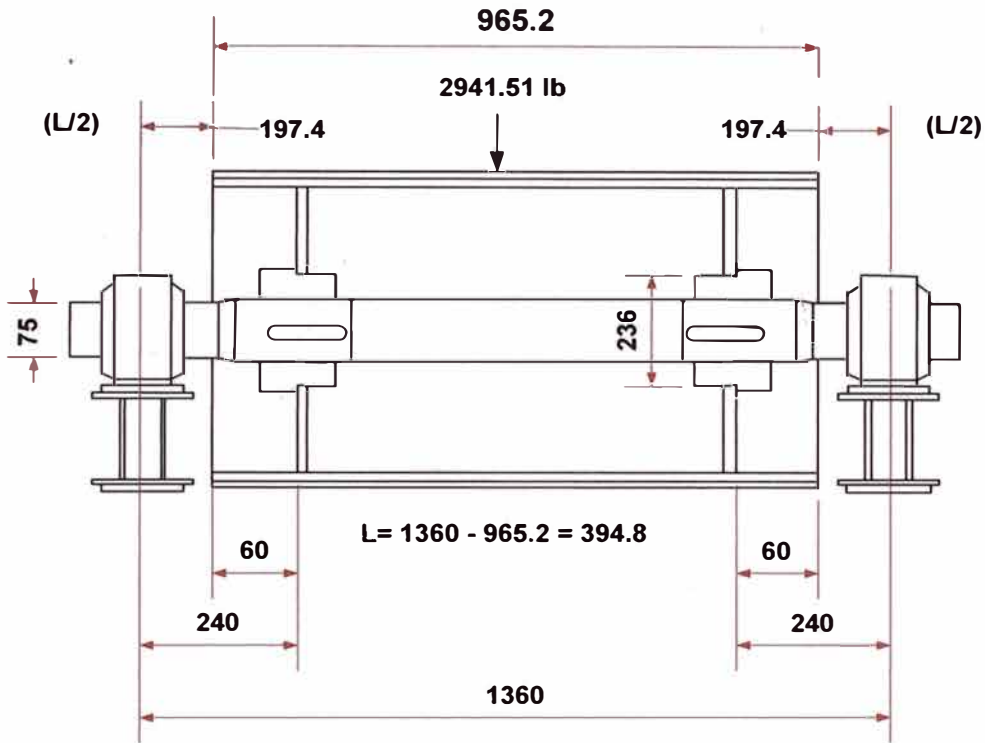


Figura N° 3.9 Medidas polea de cola

$$A = 36''$$

$$B = 1\,360 \text{ mm} = 53,54'' \text{ (POR CONSTRUCCION)}$$

$$C = 36'' + 2'' = 38'' \text{ (965,2 mm)}$$

$$\ell = 53,54'' - 38'' = 15,54''$$

Luego según la TABLA N° 19 con un ancho de polea de 38'', una longitud " $\ell$ " = 15,54'' (Figura N° 3.9), una carga radial R de 2 941,51 lb., Interpolando le corresponde un diámetro de eje de 2 15/16'' que recibe una carga radial de 2 994,67 lb > 2 941,51 lb el cual es aceptable.

Finalmente verificando, el diámetro obtenido si se encuentra dentro de los diámetros recomendados por CEMA, en la TABLA N° 25,

Tenemos para:

Fase Width = 38"

Diámetro de Polea = 24"

Obtenemos que el diámetro puede estar entre: 2.7/16" a 6"

Con lo cual queda verificada la validez de la selección del eje.

**Verificando por cálculo:**

A= de TABLA N° 27, para eje 2.15/16" tenemos:

$$A = N + 1.3/4"$$

Donde  $N = 7,77"$  ver figura N° 3.9

De la expresión (3.36), tenemos

$$\text{Donde: } T_e = T_1 - T_2 = 5\,151,36 - 1\,717,12 = 3\,434,16 \text{ lb}$$

$$r = \text{Radio de polea} = \frac{24''}{2} = 12''$$

Luego tenemos de la expresión (3.35):

$$M = \frac{R \times A}{2} = \frac{R \times (N + 1.3/4)}{2} = \frac{2\,941,51 \times (7,77 + 1,75)}{2} = 14\,001,59 \text{ lb-pulg}$$

De la expresión (3.36) tenemos:

$$T = T_e \times r = 3\,434,16 \times 12 = 41\,209,92 \text{ lb-pulg}$$

De la expresión (3.34), para un acero SAE / AISI 1045, tenemos:

$$S_f^* = 41\,000 \text{ Psi}$$

$$K_a = 0,8$$

$$K_b = (2.15/16)^{-0,19} = 0,8149$$

$$K_c = 0,897$$

$$K_d = 1,0$$

$$K_e = 1,0$$

$$K_f = 0,63$$

$$K_g = 1,0$$

$$S_F = 0,8 \times 0,8149 \times 0,897 \times 1 \times 1 \times 0,63 \times 1 \times 41\,000$$

$$S_F = 15\,104,67 \text{ Psi}$$

De la expresión (3.33), tenemos:

$$F_s = 1,5$$

$$M = 14\,001,59 \text{ lb-pulg}$$

$$T = 41\,209,92 \text{ lb-pulg}$$

$$S_F = 15\,104,67 \text{ Psi}$$

$$S_y = 45\,000 \text{ Psi}$$

Tenemos:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,5}{\pi} \sqrt{\left(\frac{14\,001,59}{15\,104,67}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{41\,209,92}{45\,000}\right)^2}} = 2,65''$$

Por lo que el diámetro seleccionado de 2.15/16" (2,94") > 2,65" de calculo.

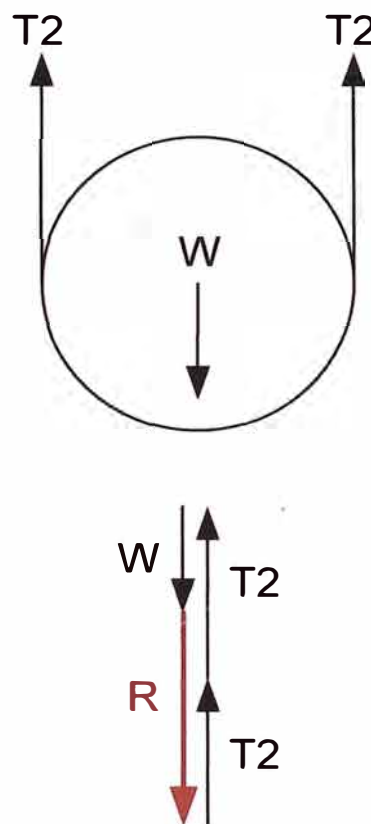
Finalmente se escoge un diámetro de eje de 75 mm (2,95")

**3.7.2.3 Selección de los ejes de las poleas deflectoras y la polea tensora del templador automático.**

Tenemos que calcular las fuerzas radiales resultantes sobre cada una de las poleas.

POLEA TENSORA:

De la Figura N° 3.10,



*Figura N° 3.10 Diagrama de fuerzas polea tensora*

Luego para la polea Tensora:  $T_2 = 1\,717,12 \text{ lb}$ .

Según la TABLA N° 24 - 5 (Anexo - 1), para un ancho de faja de 36" , diámetro de polea de 18" y un agujero máximo de 4,5", corresponde:  $W = 290 \text{ lb}$

De la Figura N° 3.13, tenemos:

Fuerzas en "X"

$$F_x = 0 \text{ lb}$$

Fuerzas en "Y"

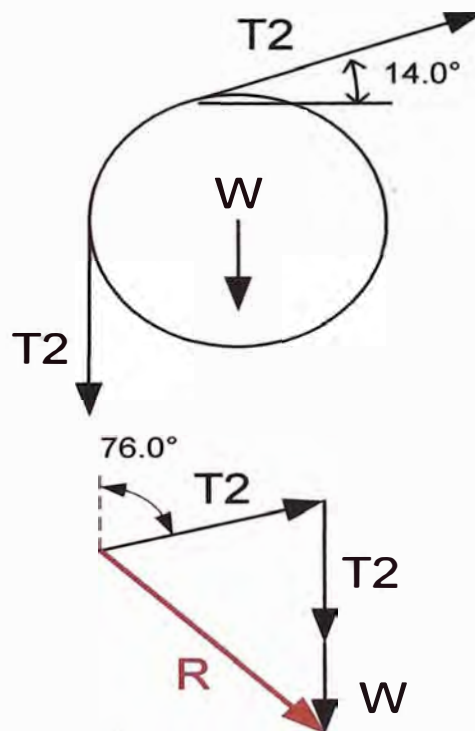
$$F_y = 2T_2 - W = 3144,24 \text{ lb}$$

Luego reemplazando en la expresión (3.34), tenemos:

$$R = \sqrt{(0)^2 + (3144,24)^2} = 3144,2 \text{ lb}$$

### POLEA DEFLECTORA SUPERIOR:

De la Figura N° 3.11,



**Figura N° 3.11 Diagrama de fuerzas polea deflectora superior**

Luego para la polea deflectora superior:

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

Según la TABLA N° 24 - 5 (Anexo - 1), para un ancho de faja de 36", diámetro de polea de 18" y un agujero máximo de 4.5", corresponde:

$$W = 290 \text{ lb}$$

De la Figura N° 3.10, tenemos:

Fuerzas en "X"

$$F_x = T_2 \cos(14^\circ) \text{ lb} = 1\,666,11 \text{ lb}$$

Fuerzas en "Y"

$$F_y = T_2 [\sin(14^\circ) - 1] - W = -1\,591,71 \text{ lb}$$

Luego reemplazando en la expresión (3.34), tenemos:

$$R = \sqrt{(1\,666,11)^2 + (1\,591,71)^2} = 2\,304,23 \text{ lb}$$

**POLEA DEFLECTORA INFERIOR:** De la Figura N° 3.12,

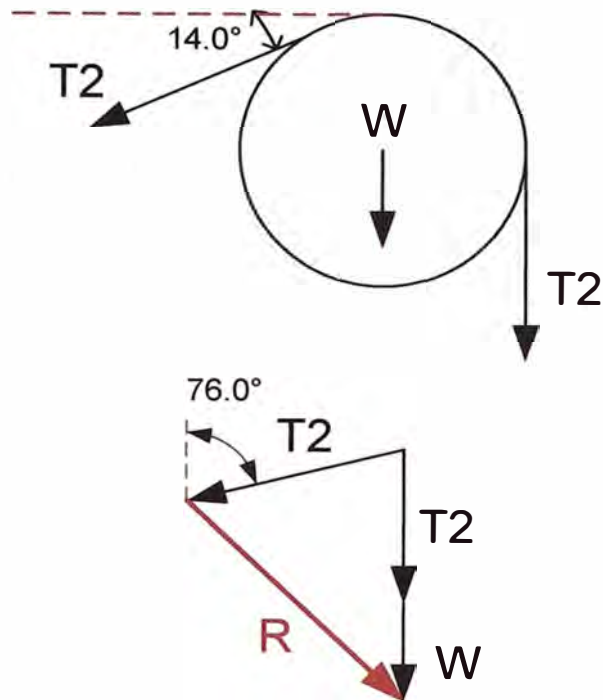


Figura N° 3.12 Diagrama de fuerzas polea deflectora inferior

Luego para la polea deflectora inferior:

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb.}$$

Según la TABLA N° 24 - 5 (Anexo - 1), para un ancho de faja de 36" , diámetro de polea de 18" y un agujero máximo de 4,5", corresponde:

$$W = 290 \text{ lb}$$

De la Figura N° 3.15, tenemos:

Fuerzas en "X"

$$F_x = T_2 \cos(14^\circ) \text{ lb} = 1\,666,11 \text{ lb}$$

$$\text{Fuerzas en "Y"} \quad F_y = T_2 [\text{Sen}(14^\circ) + 1] + W = 2\,422,53 \text{ lb}$$



Luego reemplazando en la expresión (3.31)

$$R = \sqrt{(1666,11)^2 + (2422,53)^2} = 2940,17 \text{ lb}$$

De las tres poleas del templador automático, la mayor carga radial corresponde a la polea templadora con  $R = 3144,2 \text{ lb}$

Por construcción tenemos:

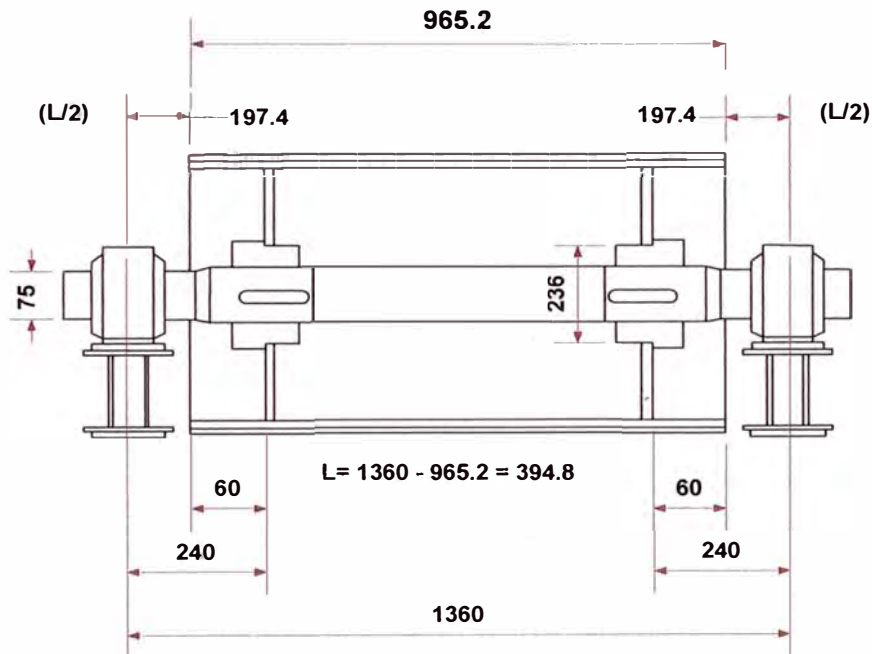


Figura N° 3.13 Medidas de la polea deflectora

$$A = 36''$$

$$B = 1360 \text{ mm} = 53,54'' \text{ (POR CONSTRUCCION)}$$

$$C = 36'' + 2'' = 38'' \text{ (965,2 mm)}$$

$$\ell = 53,54'' - 38'' = 15,54''$$

Luego según la TABLA N° 19 con un ancho de polea de 38", una longitud " $\ell$ " = 15,54" (Figura N° 3.13), una carga radial R de 3 144,2 lb., Interpolando le corresponde un diámetro de eje de 3 7/16" que recibe una carga radial de 5 440,67 lb > 3 144,2 lb el cual es aceptable.

Finalmente verificando, el diámetro obtenido si se encuentra dentro de los diámetros recomendados por CEMA, en la TABLA N° 25,

Tenemos para:

Fase Width = 38"

Diámetro de Polea = 18"

Obtenemos que el diámetro puede estar entre: 2.3/16" a 4.15/16"

Con lo cual queda verificada la validez de la selección del eje.

#### **Verificando por cálculo:**

A= de TABLA N° 27, para eje 3.7/16" tenemos:

$$A = N + 2.1/2"$$

Donde  $N = 7,77"$  ver figura N° 3.13

De la expresión (3.36), tenemos

$$\text{Donde: } T_e = T_1 - T_2 = 5\,151,36 - 1\,717,12 = 3\,434,16 \text{ lb}$$

$$r = \text{Radio de polea} = \frac{18"}{2} = 9"$$

Luego tenemos de la expresión (3.35):

$$M = \frac{R \times A}{2} = \frac{R \times \left(N + 2 \frac{1}{2}\right)}{2} = \frac{3144,2 \times (7,77 + 2,5)}{2} = 32\,290,93 \text{ lb-pulg}$$

De la expresión (3.36) tenemos:

$$T = T_e \times r = 3\,434,16 \times 9 = 30\,907,44 \text{ lb-pulg}$$

De la expresión (3.34), para un acero SAE / AISI 1045, tenemos:

$$S_F^* = 41\,000 \text{ Psi}$$

$$K_a = 0,8$$

$$K_b = (3,7/16)^{-0,19} = 0,7909$$

$$K_c = 0,897$$

$$K_d = 1,0$$

$$K_e = 1,0$$

$$K_f = 0,63$$

$$K_g = 1,0$$

$$S_F = 0,8 \times 0,7909 \times 0,897 \times 1 \times 1 \times 0,63 \times 1 \times 41\,000$$

$$S_F = 14\,659,81 \text{ Psi}$$

De la expresión (3.33), tenemos:

$$F_s = 1,5$$

$$M = 32\,290,93 \text{ lb-pulg}$$

$$T = 30\,907,44 \text{ lb-pulg}$$

$$S_F = 14\,659,81 \text{ Psi}$$

$$S_y = 45\,000 \text{ Psi}$$

Tenemos:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times 1,5}{\pi} \sqrt{\left(\frac{32\,290,93}{14\,659,81}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{30\,907,44}{45\,000}\right)^2}} = 3,26''$$

Por lo que el diámetro seleccionado de 3.7/16" (3,44") > 3,26" de calculo.

Finalmente se escoge un diámetro de eje de 90 mm (3,54")

#### **3.7.2.4 Verificación del diámetro de las poleas en función al diámetro de los ejes**

##### **Polea de mando**

Según la TABLA N° 20 (Anexo - 1) para una polea de 30 de diámetro, corresponde un diámetro máximo del eje de 8", siendo mayor que el seleccionado de 100 mm. ( 3,94")

##### **Polea de cola**

Según la TABLA N° 20 (Anexo - 1) para una polea de 24" de diámetro corresponde un diámetro máximo del eje 6", siendo mayor que el seleccionado de 75 mm. (2,95").

##### **Poleas deflectoras y tensora del templador automático**

Según la TABLA N° 20 (Anexo-1) para una polea de 18" de diámetro, corresponde un diámetro máximo del eje 4 15/16", siendo mayor que el seleccionado de 90 mm (3,54").

### 3.8 SELECCION DE LA CORREA TRANSPORTADORA

Para la selección de la correa se hizo en base a los siguientes factores.

#### 3.8.1 Características del material a transportar

Para determinar los espesores de la cubierta de la correa depende del tipo de material a ser transportado, si es abrasivo o no abrasivo, también depende de la granulometría del material como se ve en la TABLA N° 21.

Luego según la TABLA N° 21 (Anexo - 1) para Mineral polimetalico de Zinc – Plomo que es un material abrasivo, corresponde una cubierta exterior mínimo de un 1/4” a 3/8” con cubierta revés de 3/32” a 1/8”.

#### 3.8.2 Resistencia a la rotura

Se recomienda un factor de seguridad mínimo de 10 en base al PIW (lb/pulg. por ancho de correa).

Resultando con el PIW calculado en el punto 3.7.1.1:

$$\text{PIW} = 143,09 \text{ lb/pulg.}$$

Con un factor mínimo de seguridad de 10 tenemos:

Resistencia a la rotura mínimo:

$$143,09 \times 10 = 1\,430,9 \text{ lb/pulg. (250,4 N/mm)}$$

### **3.8.3 Temperatura de Operación**

Consideramos que para la temperatura de operación de  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $12^{\circ}\text{C}$ , las correas comerciales EP, dan el régimen de temperaturas de trabajo.

### **3.8.4 Selección de la correa.**

Conforme al Anexo – 2, Tabla N° 1, para una resistencia a la rotura mínimo de 1 430,9 lb/pulg. (250,4 N/mm), le correspondería una correa de Poliéster – Nylon EP-500,

Para una mayor resistencia en empalmes y a los tirones de arranques de faja con carga, escogemos una EP 800/4 6+2 X de 36” de ancho.

Que tiene una resistencia a la rotura de 800 N/mm (4 560 lb/pulg.) y un carga de trabajo de 80 N/mm (456 lb/pulg.)

Con lo cual se excede el requerimiento de operación.

## **3.9 SELECCION DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO**

### **3.9.1 Cálculo de la potencia del motor**

Según el cálculo de la potencia realizada en el punto 3.5.2 tenemos:

$$\text{Potencia} = 40.97 \text{ hp}$$

Tomando una eficiencia mecánica del reductor de 94% tenemos:

$$\text{Potencia} = 40,97/0,94 = 43,58 \text{ hp.}$$

Considerando un derrateo por altura de trabajo a 4 200 msnm, se considera 1% por cada 100 m arriba de los 3 000msnm.

Por lo que:  $(4\,200 - 3\,000)/100 = 12\%$

Por lo que Potencia =  $43,58 / 0,88 = 49,52$  hp.

Considerando la eficiencia eléctrica del motor en 85%, se tiene:

Potencia =  $49,52/0,85 = 58,26$  hp

Tomamos un motor con una potencia de 60 hp. Por ser el inmediato superior estándar comercial, por lo que se escoge un motor Marca WEG, de 4 polos 60 hp – 220 / 440V, 1775 rpm, con  $F_s=1$ ; IP55.

### 3.9.2 Cálculo del número de vueltas (RPM) de la polea de mando.

Tenemos:

$$RPM = V / \pi x D_1 \quad (3.37)$$

Donde:

RPM = número de vueltas por minuto de la polea de mando.

V = velocidad de transporte en pies/min., dado en las especificaciones técnicas.

$D_1$  = diámetro exterior de la polea de mando en pies, calculado en el punto 3.7.1.1.

Tomando los valores de las especificaciones técnicas y el cálculo del punto 3.7.1.1

V = 393,7 pies/min.

$D_1 = 30'' + 0.75'' (2,5625')$ .

Luego reemplazando los valores calculados en expresión (3.37).

$$RPM = \frac{393,7}{\pi \times 2,5625} = 48,90 \text{ RPM}$$

Por lo que se requiere un reductor de 60 hp y

$$\text{Ratio de reducción} = 1775/48.9 = 36.3$$

Por lo que se escoge un reductor Marca SEW modelo MC3RLSF04, de 58.8 kW de potencia mecánica nominal de 3 etapas, ejes cruzados a 90° Potencia térmica 77.5 kW, y factor de servicio de 1.31, para 60 hp consumidas, reducción  $i = 35.0769$ .

### 3.9.3 Calculo de acoples

#### 3.9.3.1 *Calculo de acople de alta velocidad*

El acople de alta velocidad se instala entre motor y el reductor.

Tenemos:

$$N_{\text{motor}} = 1775 \text{ rpm}$$

$$\text{Eje de motor} = 60 \text{ mm}$$

$$\text{Eje reductor ( alta rpm)} = 42 \text{ mm}$$

En el manual de acoples Falk, modelo Steelflex, tenemos:

$$\text{Torque lb-pul } Torque \text{ lb} \times \text{pu lg.} = \frac{HP \times 63\,000}{rpm} \quad (3.38)$$

Del manual Falk para fajas transportadoras  $F.s=1$

Remplazando en la expresión (3.38), tenemos:

$$T = \frac{60 \times 63\,000}{1775} = 2\,129,58 \text{ lb-pulg.}$$

De TABLA N° 29, Anexo – 1, se escoge el modelo T10, se tiene que para un torque de 2 129,58 lb-pulg. Y ejes de 60 mm y 42 mm, corresponde un 1040T, pero este solo puede usarse para un eje



máximo de 1,625", por que se escoge un acople 1080T, con un  $T = 18\ 150$  lb-pulg que recibe un eje máximo de 3" (76.2 mm).

### 3.9.3.2 *Calculo de acople de baja velocidad*

El acople de baja velocidad se instala entre reductor y el eje de la polea de cabeza.

Tenemos:

$N_{\text{polea cabeza}} = 36.3$  rpm

Eje de polea de cabeza = 100 mm

Eje reductor ( baja rpm) = 105 mm

En el manual de acoples Falk, modelo Steelflex, tenemos:

Del manual Falk para fajas transportadoras  $F.s=1$

Remplazando en la expresión (3.38), tenemos:

$$T = \frac{60 \times 63\ 000}{36.3} = 104\ 132,2 \text{ lb-pulg.}$$

De TABLA N° 29, Anexo - 1 se escoge el modelo T10, se tiene que para un torque de 104 132,2 lb-pulg. Y ejes de 100 mm y 105 mm, corresponde un 1120T, con un  $T = 121\ 000$  lb-pulg., que recibe un eje máximo de 5" (127 mm).

### 3.9.4 Cálculo del freno.

Por la inclinación de 14° del transportador de faja es necesario usar un freno para evitar que ante un corte de la energía eléctrica

consecuentemente la detención del motor el material en movimiento se regrese a la cola del transportador ocasionando atoros.

Tenemos:

$$T_r = r \left( h \times W_m - \frac{L(K_x + K_y \times W_b + 0.015 \times W_b) + W_m \times L \times K_y}{2} \right) \text{ lb-pie} \quad (3.39)$$

Donde:

$T_r$  = torque del freno en lb – pulg.

$r$  = radio de la polea de mando en pies, calculado en el punto

3.7.2.1

$h$  = altura entre ejes de poleas en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$W_m$  = peso del material en lb/pie de correa calculado en el punto 3.4

$L$  = distancia entre centros de poleas, en pies, dado en las especificaciones técnicas.

$K_x$  = factor de fricción de los rodillos de carga y retorno calculado en el punto 3.5.2.1.

$K_y$  = factor por flexión de la correa calculado en el punto 3.5.2.2

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, calculado en el punto 3.4

Según los cálculos anteriores y las especificaciones técnicas:

$r = 15'' (1,25')$ , (radio de la polea de mando 30'')

$h = 15,8'$

$W_m = 76,56 \text{ lb/pie}$

$$L = 158'$$

$$K_x = 0,509 \text{ lb/pie}$$

$$K_y = 0,0265376$$

$$W_b = 10 \text{ lb/pie}$$

Entonces reemplazando en la expresión (3.39)

$$T_R = r \times \left[ h \times W_m - \frac{L(K_x + K_y \times W_b + 0.015W_b) + W_m \times L \times K_y}{2} \right]$$

$$T_R = 1\ 822,04 \text{ lb-pie}$$

El sistema de accionamiento escogido fue con un arreglo motor, reductor, de triple reducción con freno interno, acoplamientos de baja y alta velocidad marca FALK, con factor de servicio de 1.31 para el reductor.

### 3.10 TEMPLADOR DE GRAVEDAD

El templador utilizado es tipo gravedad, por tener una longitud del transportador mayor a 30 m.

El contrapeso requerido es:

$$W_g = \frac{2T + W_f - W_p}{R_f} \quad (3.40)$$

**CEMA 5ta edición, Pág. 253-254**

Donde:

$W_s$  = Fuerza requerida por el tensor (fuerza del peso) lb

$T$  = Tensión de la faja en el punto donde se localiza =  $T_2$

$W_f$  = Fuerza para superar la fricción del carrito del tensor

$W_p$  = Componente de la fuerza del peso del carrito del tensor, polea, eje, etc.

$R$  = Valor de ventaja mecánica

Como en un templador automático simple la ventaja mecánica  $R = 1$ ,

Se tiene aproximadamente:

$$W_f = 0,10 \times Pc \times \cos(\lambda)$$

$$W_p = Pc \times \text{sen}(\lambda)$$

Donde:

$\lambda$  = ángulo de inclinación de la faja

$Pc$  = peso del tambor y carro guía

0,10 = coeficiente de fricción (asumido)

Se tiene:

$$\lambda = 14^\circ$$

$$Pc = 410 \text{ lb}$$

$$T_2 = 1\,717,12 \text{ lb}$$

Reemplazando en la expresión (3.40), se tiene:

$$W_g = \frac{2(1\,717,120) + 0,1 \times 410 \times \cos(14^\circ) - 410 \times \text{sen}(14^\circ)}{1} = 3\,374,83 \text{ lb}$$

La carrera del templador necesaria por el estiramiento de la correa es en este caso 1 200 mm. (Aproximadamente 2.5%)

### 3.11 DISTANCIAS MINIMAS DE TRANSICION

Pasando el último rodillo abarquillado hacia la polea terminal, los bordes de la faja se estiran y se incrementa la tensión en los bordes exteriores. Si el esfuerzo del borde de la faja excede el límite elástico, el borde de la faja se estirara permanentemente y causara dificultades en su alineamiento.

Por otro lado, si los rodillos abarquillados se colocan muy lejos de la polea terminal, es probable que se derrame la carga.

% del valor de la tensión, de lo calculado en 3.8.2 y 3.8.4 se tiene:

$$(250,4 / 456) \times 100 = 54,91\%$$

Por lo que en la TABLA N° 28, para una abarquillamiento de 45° y faja tejida, se tiene:

$$\text{Distancia mínima de transición} = 1,3b = 1,3 (36'') = 46,8'' (1\ 189\ \text{mm})$$

### 3.12 RADIO DE CURVATURA (CONCAVA)

Como el diseño de la faja corresponde a una horizontal – ascendente, esta presenta una curvatura vertical cóncava, esta se presenta cuando el centro de curvatura este sobre la faja.

La fuerza de gravedad de la faja y la carga tiende a bajar la faja sobre los rodillos, mientras que la tensión de la faja tiende a levantarla por encima de los rodillos.

Debido a las consideraciones anteriores, se diseñan las curvas cóncavas verticales con el radio suficiente para permitir que la faja asuma un recorrido natural sobre los rodillos abarquillados.

$$\text{Radio mínimo } r_1 = \frac{1.11T_{cx}}{Wb} \quad (3.41)$$

Donde:

$r_1$  = Radio mínimo para impedir que la faja se levante en pies

$T_{cx}$  = tensión en la faja en el punto ‘c’

$Wb$  = Peso de la faja por pie en lb

### 3.12.1 Calculo de la tensión en el punto de giro.

Para el calculo de la tensión en el punto de giro se utiliza las ecuaciones dadas por CEMA 5ta edición, Pág. 97, figura 6.8B.

En donde conforme a la Figura N° 3.17:

$L_x$  = Distancia de la polea de cola al punto X

$H_x$  = Distancia vertical de la polea de cola al punto X

$T_{cx}$  = Tensión de la faja en el punto X, lado de carga

$T_{rx}$  = Tensión de la faja en el punto X, lado de retorno

$T_t$  = Tensión de la faja en la polea de cola

$T_{hp}$  = Tensión de la faja en la polea de cabeza

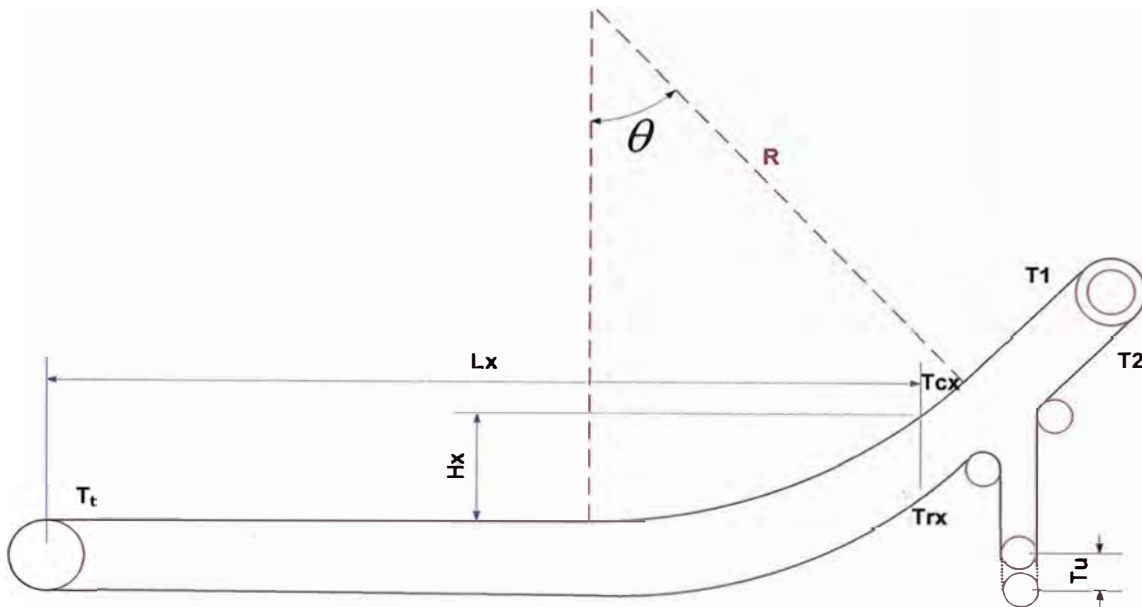


Figura N° 3.17 Tensiones faja horizontal ascendente

$T_{wcx}$  = Tensión de la faja en el punto X, debido al peso de la faja y el material, en el lado de carga.

$T_{fcx}$  = Tensión de la faja en el punto X, debido a la fricción, en el lado de carga.

$T_{wrx}$  = Tensión de la faja en el punto X, debido al peso de la faja vacía, en el lado de retorno.

$T_{frx}$  = Tensión de la faja en el punto X, debido a la fricción, en el lado de retorno.

Siendo:

$$T_{wcx} = H_x(W_b + W_m) \quad (3.42)$$

$$T_{fcx} = L_x [K_t \cdot K_x + K_y \cdot W_b] + L_x \cdot K_y \cdot W_m \quad (3.43)$$

$$T_{wrx} = H_x \cdot W_b \quad (3.44)$$

$$T_{frx} = 0.015 L_x W_b K_t \quad (3.45)$$

Donde:

$W_m$  = peso del material en lb/pie de correa calculado en el punto 3.4

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, calculado en el punto 3.4

$K_x$  = factor de fricción de los rodillos de carga y retorno calculado en el punto 3.5.2.1

$K_y$  = factor por flexión de la correa calculado en el punto 3.5.2.2

**El conjunto de ecuaciones a utilizarse son las siguientes:**

$$T_{cx} = T_T + T_{wcx} + T_{fcx} \quad (3.46)$$

$$T_{rx} = T_T + T_{wrx} + T_{frx} \quad (3.47)$$

### 3.12.2 Proceso de cálculo

Vamos a calcular la tensión en el punto donde empieza a la curva cóncava, donde:

$$L_x = 66,15 \text{ pies}$$

$$H_x = 0 \text{ pies}$$

Según lo calculado en el punto 3.4, tenemos:

$$W_m = 76,56 \text{ lb/pie}$$

$$W_b = 10 \text{ lb/pie}$$

Según lo calculado en el punto 3.5.2.1 tenemos:

$$K_x = 0,509 \text{ lb/pie}$$

$$K_t = 1,45 \text{ lb/pie}$$

Calculo de  $K_y$ , para:



$$Lx = 66,15 \text{ pies}$$

$$Wb + Wm = 86,56 \text{ lb/pie}$$

Considerando en el tramo una inclinación de  $0^\circ$ , de la TABLA N° 12,

Tenemos:

$$Ky = 0,035$$

Conforme a los cálculos realizados en las secciones anteriores

$$T1 = 5\,151,36 \text{ lb, calculado en la sección 3.6.2}$$

$$T2 = 1\,717,26 \text{ lb, calculado en la sección 3.6.1}$$

$$T3 = T_T = 1\,454,21 \text{ lb, calculado en la sección 3.6.3}$$

Luego, evaluando las ecuaciones (3.42), (3.43), tenemos:

$$T_{wcx} = 0x(10 + 76,56) = 0 \text{ lb}$$

$$T_{fcx} = 66,15x[1,45 \times 0,509 + 0,035 \times 10] + 66,15 \times 0,035 \times 76,56 = 249,23 \text{ lb}$$

Evaluando la ecuación (3.46), tenemos:

$$T_T = 1\,454,21 \text{ lb}$$

$$T_{cx} = T_T + T_{wcx} + T_{fcx} = 1\,454,21 + 0 + 249,23 = 1\,703,44 \text{ lb}$$

Con este valor procedemos a calcular el radio mínimo, reemplazando en la ecuación (3.41), tenemos:

$$r_1 = \frac{1,11T_{cx}}{Wb} = \frac{1,11(1\,703,44)}{10} = 189,1 \text{ pies}$$

### **3.13 LIMPIADOR DE CORREA**

Se selecciona un limpiador de correa tipo secundario, de marca INDUTECHNIK, modelo BB800, este es un limpiador auto-regulado, En los planos, se puede observar este modelo de rascador, así como su montaje.

### **3.14 FALDON DE CARGA**

El faldón de carga, se encuentra ubicado en las dos zonas de transferencia de carga.

La primera se encuentra ubicada debajo de la descarga inferior de la zaranda Simplicity 8' x 24', tiene una longitud de 20 pies a cada lado.

La segunda se encuentra en la descarga de la chancadora terciaria Symons 5.1/2' y tiene una longitud de 12 pies a cada lado.

Estos faldones tienen una construcción especial conforme a los estándares de la minera.

En los planos típicos se puede observar, la forma de estos faldones.

### **3.15 ESTRUCTURA DE SOPORTE**

El cálculo de la estructura soporte, fue realizado por otra área con la ayuda del Software SAP 2000.

#### **3.15.1 Consideración de Diseño**

Carga muerta 730 Kg/m (peso propio de la estructura, correa, poleas, rodillos, pasarelas). Carga viva 195 Kg/m (Carga de mineral, pasarelas).

Carga de sismo 111 Kg/m

Carga de viento 110 Kg/m

El método usado fue por cargas factorizadas de cargas como carga viva, carga muerta, carga de sismo, carga de viento, según especificaciones AISC. (American Institute for Steel Construction).

### **3.15.2 Resultados de la estructura Soporte**

La estructura de soporte como se ve en el plano de arreglo está formado por soportes intermedios, bastidor de cola, bastidor de cabeza, bastidores intermedios, templador de gravedad, escaleras.

## **3.16 PLANOS PARA FABRICACION Y MONTAJE**

Luego de haber seleccionado los componentes y calculado la estructura de soporte se procede a preparar los planos para la fabricación y montaje como sigue:

### **3.16.1 Planos de Fabricación**

Se prepararon los planos para taller de cada uno de los elementos como son:

Estructuras de soporte, agrupando por semejanza con sus respectivos detalles de soldadura o uniones empernadas.

Componentes como poleas, rodillos, templadores, faldón de carga, que son equipos estándares con todas sus especificaciones y detalles requeridos para su fabricación.

### **3.16.2 Planos de Montaje**

Se prepararon los planos para montaje, comprendiendo esta estructura con un despiece de cada uno de sus elementos como fueron enviados, así mismo todas las cosas necesarias para ubicación de los apoyos o niveles, mecánico con todos sus componentes, como poleas, rodillos, templadores, limpiador, faldón conde carga, sus detalles requeridos para montaje

## **CAPITULO 4**

### **FABRICACION DEL TRANSPORTADOR DE FAJA**

Luego de haber diseñado, seleccionado y preparado los planos de fabricación se procede a la etapa de fabricación. Se prepara un cronograma de ejecución de obra dividiendo los componentes e indicando las fechas de culminación de la fabricación de cada uno de ellos a fin de poder controlar el avance de la fabricación periódicamente garantizado de esta manera el cumplimiento en la fecha requerida por el cliente. Es necesario definir los siguientes conceptos:

#### **4.1 CODIGOS Y ESTANDARES APLICABLES**

A menos que se especifique lo contrario, el diseño de las instalaciones, estructuras y facilidades serán basadas en las partes aplicables de la última revisión de los siguientes códigos, normas, especificaciones y otras referencias, así como las especificaciones dadas por el cliente, en el caso de conflicto con los reglamentos locales, el criterio más conservador será el aplicado.

#### 4.1.1 General

ASTM	American Society for Testing and Materials
AISC	American Institute of Steel Construction
AWS	American Welding society
ASME	American Society Of Mechanical Engineers
OSHA	Occupational Safety and Health Administration

#### 4.1.2 Acero Estructural

- AISC/89: (American Institute of Steel Construction)
  - Manual of Steel Construction, Allowable Stress Design, Ninth Edition
  - Specification for Structural Steel Buildings-Allowable Stress Design, 1 989
  - Allowable Stress Design Specification for Structural joints using ASTM A325 or A490 Bolts.
- AWS D1.1: American Welding Society – Structural Welding Code Steel.

#### 4.2 **MATERIA PRIMA**

Son todos los materiales utilizados para la fabricación de todos los componentes del transportador de faja. Deben ser nuevos, de primera calidad

del tipo y grado especificado para cada una de las partes del Transportador de Faja como estructura, poleas, rodillos, etc. Como se indica a continuación:

**4.2.1 Acero Estructural ASTM A36, de 36 000 lb/pulg<sup>2</sup> de esfuerzo de Fluencia**

Para los siguientes perfiles: planchas, ángulos y vigas. Las medidas comerciales existentes en nuestro mercado son 4' x 8'; 5' x 10' y 5' x 20' para las planchas, 20' de longitud para los ángulos, 20' y 30' de longitud para las vigas.

**4.2.2 Soldadura según especificaciones AWS D1.1/94**

Se utilizara una soldadura Serie E60-XX de 62 000 lb/pulg<sup>2</sup>, de alta penetración, en la soldadura de raíz, posteriormente una soldadura estructural sobre la soldadura de raíz, de tipo Serie E70-XX debajo hidrógeno o soldadura tubular E71T-11 de 70 000 lb/pulg<sup>2</sup> de resistencia a la tracción, con factores de utilización de 65% y 85% respectivamente.

Para información sobre normas de seguridad en soldadura, remitirse al Anexo – 3.

**4.2.3 Perno**

Según especificaciones AISC A325 para los elementos principales y A307 para los elementos secundarios.

#### **4.2.4 Acero AISI 1020**

Acero de cementación no aleado para piezas pequeñas de 32 000 lb/pulg<sup>2</sup> de esfuerzo a la fluencia.

#### **4.2.5 Acero AISI 1045 usado para, ejes, pines, chavetas, etc.**

De 45 000 lb/pulg<sup>2</sup> de esfuerzo a la fluencia.

#### **4.2.6 Pintura**

Todos los elementos deben ser arenados y llegar al sitio de instalación en pintura base.

Instalado el equipo, se debe proceder a realizar el resane de las zonas afectadas y pintar posteriormente con, pintura de acabado, en las marcas existentes en nuestro medio Ameron, Sherwin Williams, tekno, etc. Para mayor información sobre procedimientos y especificaciones de pintura remitirse al Anexo – 4.

#### **4.2.7 Mano de obra**

Es aquella que se paga por transformar la material prima en producto.

La Fabricación de los componentes requiere de personal altamente especializado, para garantizar una Buena calidad del producto como son:



**4.2.7.1 Calderero**

Dedicado al trazado para el habilitado o perforado, realiza el armado de las piezas habilitadas, ejecuta dispositivos para armado de piezas en serie cuando son repetitivos.

**4.2.7.2 Taladrador**

Dedicado a las perforaciones trazados por el Calderero.

**4.2.7.3 Soldador**

Dedicado a soldar las piezas armadas por el calderero cumpliendo las especificaciones de soldadura, se requiere soldadores homologados 3G.

**4.2.7.4 Tornero**

Dedicado a maquinar las piezas en el torno paralelo o revolver según los requerimientos de cilindrados, refrendados, etc.

**4.2.7.5 Arenador**

Dedicado a limpiar las superficies metálicas de oxido con un sistema de arenado a presión según especificaciones metal blanco, comercial, chorreado, etc.

**4.2.7.6 Pintor**

Dedicado a aplicar las capas de pintura sobre las superficies arenadas según especificaciones.

#### **4.2.7.7 Inspector de Control de Calidad**

Encargado de garantizar que al recibir la materia prima se encuentre con las tolerancias admisibles, hace un seguimiento de Inspección durante el proceso de fabricación para asegurar una buena calidad del producto.

### **4.3 MAQUINAS Y EQUIPOS REQUERIDOS**

Equipos de Medición como flexómetros, escuadras, calibradores, micrómetros, goniómetros, equipo de corte, cortadora de perfiles, sierra alternativa, cizalla, equipo de arenado y pintura, equipo para transporte de piezas, como montacargas, grúas portátiles o tipo puente.

### **4.4 PLAN DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

El Plan de Aseguramiento de Calidad es un plan detallado de calidad (inspección y pruebas), para garantizar de esta manera una buena calidad del producto.

Abarca las inspecciones a realizar desde la compra de la material prima, inspección en cada paso de la fabricación como habilitado, perforado, armado, soldado, pintura con sus respectivas inspecciones en las zonas críticas. El aseguramiento de calidad trae beneficios importantes para los clientes pero tiene aun más valor para la compañía propia, con el aseguramiento de calidad, las empresas pueden aumentar sus ganancias y reducir los costos, obviamente la calidad ayuda a las compañías a competir exitosamente, en busca de captar nuevos clientes también es esencial para

retener clientes actuales. Está demostrado que cuesta mucho más atraer a un nuevo cliente que retener a un cliente viejo. En aseguramiento de la calidad evita las ineficiencias con los gastos de mano de obra, material, máquinas y equipos excesivos, también evita los gastos de pagos atrasados y repetidas llamadas de servicios por productos defectuosos. Para mayor referencia remitirse al ANEXO – 5

#### **4.5 AREAS DE FABRICACION**

Dedicadas a las labores por especialidades según el proceso de fabricación, realizando de esta manera trabajos eficientes por la semejanza de los trabajos.

##### **4.5.1 Calderería**

Es un Taller en el cual se realizan los habilitados de los materiales y posteriormente el armado de los elementos.

##### **4.5.2 Maestranza**

Es un Taller en el cual se realizan todos los maquinados como perforados,  
Cilindrados, rectificados, etc.

##### **4.5.3 Soldadura**

Es un taller en el cual se realizan todos los trabajos de soldadura de las piezas armadas en calderería. Los soldadores son calificados para

soldar en las posiciones planas, horizontales, verticales y sobre cabeza según los requerimientos.

#### **4.5.4 Arenado y Pintura**

Es un taller en el cual se realizan todos los trabajos de arenado y pintura de todas las estructuras metálicas según las especificaciones.

### **4.6 PROCESOS DE FABRICACION DE LOS COMPONENTES**

De las siguientes características generales:

Para mayor referencia remitirse al ANEXO – 6

#### **4.6.1 Estructura de Soportes realizados en el taller de calderería formado por:**

Bastidor de mando y cola fabricados de vigas laminadas para apoyo de las poleas de mando y cola, soportes con placa base para anclar al piso.

Bastidores intermedios fabricados en medidas transportables, con sus respectivas pasarelas con piso de parrilla metálica antideslizante.

Fabricados de ángulos, canales, vigas, etc.

Soporte de bastidores intermedios fabricados en medidas transportables, fabricados de ángulos para los bastidores intermedios reticulados de celosía.

El proceso de fabricación es como sigue:

El calderero efectúa sus trazos según las especificaciones del plano para ser cortado con cizallas para las planchas y ángulos o con equipos de corte con plasma o de las piezas que llevan agujeros para los pernos de unión, estos se perforan con el taladro.

Concluido el trabajo de habilitado y perforado de los elementos se procede a la presentación de las mismas para el correspondiente armado en que se realizan apuntalando los elementos con soldadura.

Una vez armado e inspeccionado se procede a la soldadura donde posteriormente pasa a limpieza de rebabas para ser inspeccionado antes del proceso de arenado y pintado.

#### **4.6.2 Poleas fabricados en el taller de Calderería y Maestranza formado por:**

Cilindro fabricado en plancha rolada de acero ASTM A 36 con sus respectivas tapas y uniones soldadas.

Manguitos Cónicos o fijos fabricados de acero AISI 1020, ejes fabricados de acero AISI 1045, con secciones variables (diámetro en forma escalonada) y sus canales chaveteros respectivos.

El proceso de fabricación es el siguiente:

El caldero realiza el trazo de las planchas para ser cortadas y roladas, el eje y el manguito son preparados en taller de maestranza.

Concluido el trabajo de los elementos se procede a la presentación de las mismas para el correspondiente armado el que se realiza apuntalando los discos laterales al cilindro, se monta el eje con el manguito, se procede a soldar el cilindro a las tapas, se procede a cilindrar en el torno con su posterior balanceo para finalmente ser pintado.

Posteriormente se realizara el enjebado de la polea con jebe de 3/8" de espesor con tallado tipo HERRIGBONE, con separación entre ranuras de 50 mm e inclinación de 15° con la horizontal

#### **4.6.3 Rodillos fabricados en el taller de Mecánica, formado por:**

Cilindro fabricado en tubo de acero con sus respectivas bocamazas y uniones soldadas. Ejes fabricados de acero AISI 1015 con sus respectivos rodamientos de rodillos oscilantes categoría C-3, con manguito de desmontaje, anillo de fijación y obturador de dos labios.

El proceso de fabricación es como sigue:

El mecánico realiza el corte de tubo y eje en el torno, las bocamazas son presentadas para posteriormente ser soldadas a los tubos.

Una vez habilitado y soldado se procede al armado del eje con rodamientos, sellos, etc para posteriormente ser pintados.

#### **4.6.4 Base de mando del Sistema de Accionamiento**

Fabricados en el taller de calderería, formados por perfiles de acero ASTM A36, con sus respectivas guardas de seguridad según las especificaciones.

El proceso de fabricación es similar al de la fabricación de las estructuras de soporte.

#### **4.6.5 Templadores de Correa**

Realizados en el taller de calderería y maestranza para el tipo gravedad, con corredera, cajón para contrapeso de en acero A-36 .

El proceso de fabricación es como sigue:

El calderero efectúa sus trazos según las especificaciones del plano para ser cortado en cizalla o por plasma tanto para las planchas como los perfiles, el maquinado de los agujeros o ejes roscados se realizan en el taller de maestranza.

Concluido el trabajo de perforado y habilitado se procede a hacer la presentación para el armado el que se realiza con el apuntalado, una vez armado se procede a inspeccionar, luego viene la soldadura dando pase a la limpieza de rebabas con su inspección para finalmente ser arenado y pintado.

#### **4.6.6 Faldones**

Realizado en el taller de calderería y mecánica. Fabricado en plancha de

Acero ASTM A 36 de ¼" de espesor, con sus placas de desgaste tipo corten resistente a la abrasión según características del material, lleva sello de caucho de ½" x 100 mm, soportes fabricados en ángulos de 2.1/2"x2.1/2"x3/16".

El proceso de fabricación es similar al de la fabricación de estructura de soporte.

#### **4.6.7 Control de Calidad**

Realizado en el taller de control de calidad. Son técnicas y habilidades de carácter operativo usados para satisfacer los requisitos de la calidad, se realiza en cada parte del proceso de fabricación como compra de materiales, habilitado, armado, soldado, acabado con sus propios procedimientos de inspección para garantizar una buena calidad de producto.

Una vez fabricado se procede a identificar cada una de las partes para ser despachados a obra, el lugar de instalación.



## **CAPITULO 5**

### **MONTAJE DEL TRANSPORTADOR DE FAJA**

Luego de haberse fabricado y despachado a obra cada una de las partes del transportador de faja se procede a la etapa del montaje.

De igual manera que la etapa de la fabricación se prepara un cronograma de ejecución de obra dividiendo los componentes e indicando la fecha de culminación del montaje, a fin de poder tener un control del avance para garantizar el cumplimiento del montaje en la fecha requerida por el cliente.

Para realizar el montaje del Transportador de Faja se debe tener el personal como las máquinas y equipos apropiados dependiendo del grado de dificultad del montaje.

#### **5.1 MANO DE OBRA**

Es aquella que se paga por montar los componentes del Transportador de Faja en su lugar de operación hasta realizar las pruebas, se requiere de personal altamente especializado como son:

### **5.1.1 Topógrafo**

Para verificar el alineamiento de las bases de concreto (obras civiles), con la ubicación de los pernos de anclaje con sus respectivos niveles preparado por las obras civiles (benchmark).

Posteriormente verificar el alineamiento y flechas de la estructura de soporte, también verificar el alineamiento de los rodillos con la ayuda de una estación total.

### **5.1.2 Operario de Montaje**

Encargado de pre-armar los bastidores y soportes que fueron enviados por partes debido a limitaciones de longitudes de transporte, para ser izados en sus lugares de operaciones.

### **5.1.3 Operario Soldador**

Para realizar las uniones soldadas en obra según especificaciones.

### **5.1.4 Operario Maniobrista**

Encargado de realizar las maniobras para izaje de las estructuras o componentes con equipos manuales como tecele, tirfor, máquinas como grúas.

### **5.1.5 Operario Mecánico**

Encargado de realizar alineamientos de las poleas, rodillos, reductores, acoplamientos, etc.

### **5.1.6 Ayudantes**

Para realizar apoyo a los operarios o retoques de pintura.

El Personal debe ser seleccionado correctamente asegurándose que no sufra mal de altura por el riesgo y peligro que esto representa, asimismo debe llevar sus implementos de seguridad como: Protectores, Botas de seguridad, mameluco, correa de seguridad, lentes de seguridad, guantes de cuero reforzado, etc.

## **5.2 MAQUINAS Y EQUIPOS**

El montaje se hizo con equipos manuales y máquinas según las características de las cargas a izar como: altura, grado de dificultad, peso, como se indica a continuación:

### **5.2.1 Equipos Manuales**

Como tecles, tirfor, polipastos, plumas, gatas, puente grua, etc.

### **5.2.2 Máquinas**

Grúa de 20 t. de capacidad, con altura de izaje de 20 m, variando esta capacidad de la grúa según la altura de izaje o inclinación de la pluma telescópica.

### 5.3 MONTAJE DE LOS COMPONENTES

Para que un Transportador de faja funcione óptimamente es necesario que se lleve a cabo, debidamente 3 fases de desarrollo:

- Diseño
- Fabricación
- Montaje

También será necesario implantar un Programa de Mantenimiento eficaz, si ésta fase se lleva a cabo en forma insatisfactoria se producirán efectos negativos en las demás fases y por consiguiente se producirán problemas operativos imprevistos.

A continuación se detalla en forma general el procedimiento para el montaje de cada uno de los componentes, así como también se dan tolerancias para el montaje de cada parte del Transportador de Faja.

Para mayor información remitirse al ANEXO – 6

#### 5.3.1 **Estructura de Soporte**

Se debe verificar la ubicación de las bases de apoyo con sus anclajes respectivos para los soportes tanto en alineamiento como en los niveles, es realizado por el topógrafo con la ayuda de una estación total.

Instalado la estructura soporte se debe de groutear la superficie de unión de concreto y la plancha base soporte de acero.

#### **5.3.1.1 Soportes de los bastidores intermedios.**

Se hizo el pre-armado de las uniones soldadas y empernadas en obra, estas fueron transportadas en partes por limitaciones de tamaño de transporte.

Izar los soportes con la ayuda de la grúa a sus respectivas bases fijándolas con tuercas a los pernos de anclaje.

**Nivelación.-** Se deben mantener las siguientes tolerancias para las placas base superiores donde se poyan los bastidores intermedios deben tener una tolerancia de +/- 3 mm o 1/8"

#### **5.3.1.2 Bastidores intermedios.-**

Pre-armado de los bastidores intermedios reticulados porque éstos fueron transportados por partes, con uniones soldadas en obra manteniendo las siguientes tolerancias:

- **Paralelos de secciones intermedias.- (Figura 5.1)** Referente a la tolerancia en el ancho de las secciones intermedias para evitar dificultades al momento de instalar los soportes de los rodillos.

La tolerancia se estima en +/- 3 mm. o 1/8"

- **Rectitud de secciones intermedias.- (Figura 5.2)** El montaje de las secciones intermedias simples o reticuladas deberá efectuarse manteniendo una tolerancia máxima de +/- 3 mm. o 1/8" para una

longitud de 12 m. estas tolerancias se han establecido como normas aplicables al Diseño y a la Fabricación con el propósito de facilitar la alineación adecuada de los rodillos de carga y la correa.

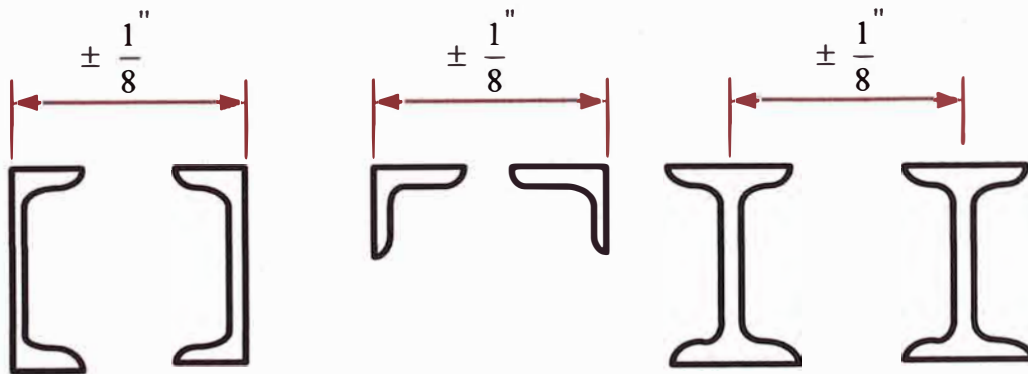
- **Posición angular de tramos intermedios.- (Figura 5.3)**

Mantener una tolerancia de +/- 3 mm o 1/8", en las diagonales de los tramos intermedios, para evitar dificultades en el alineamiento.

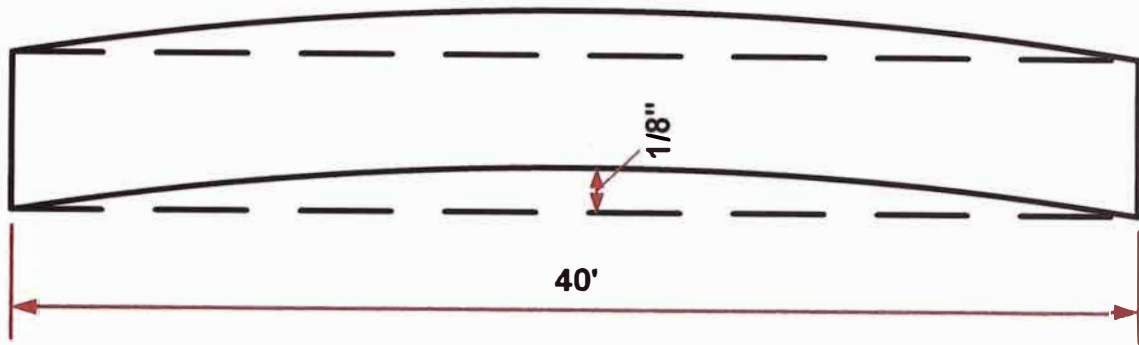
- **Nivelación.- (Figura 5.4)** Mantener una tolerancia de +/- 3 mm. o

1/8", en los cuatro puntos de apoyo superior de los bastidores intermedios.

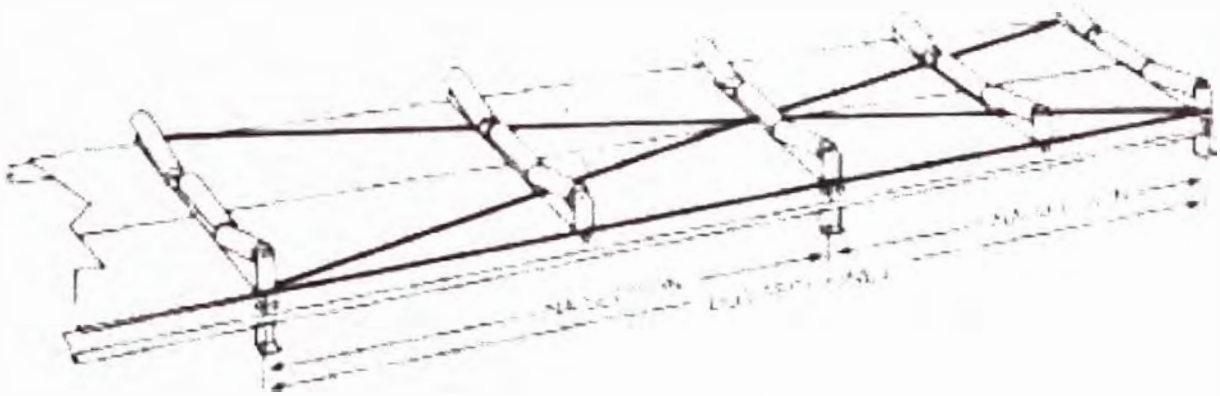
Instalación de las parrillas metálicas en el pre armado de las pasarelas para izaje con parrillas respectivas.



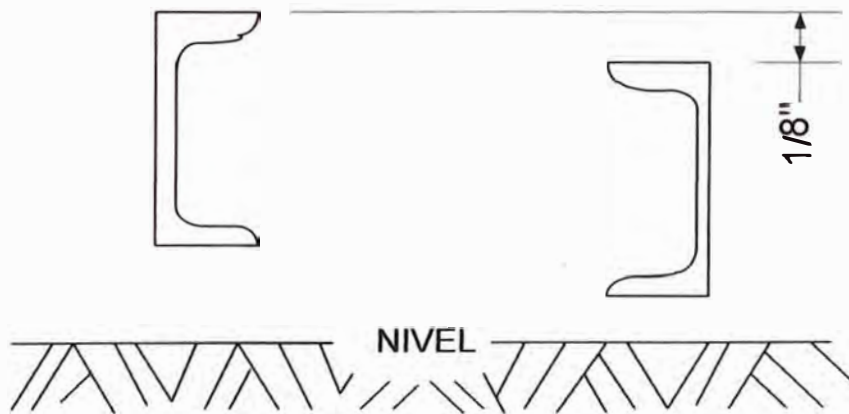
*Figura N° 5.1 Paralelo de secciones intermedias*



*Figura N° 5.2 Rectitud de secciones intermedias*



*Figura N° 5.3 Posición angular de tramos intermedios*



*Figura N° 5.4 Nivelación*

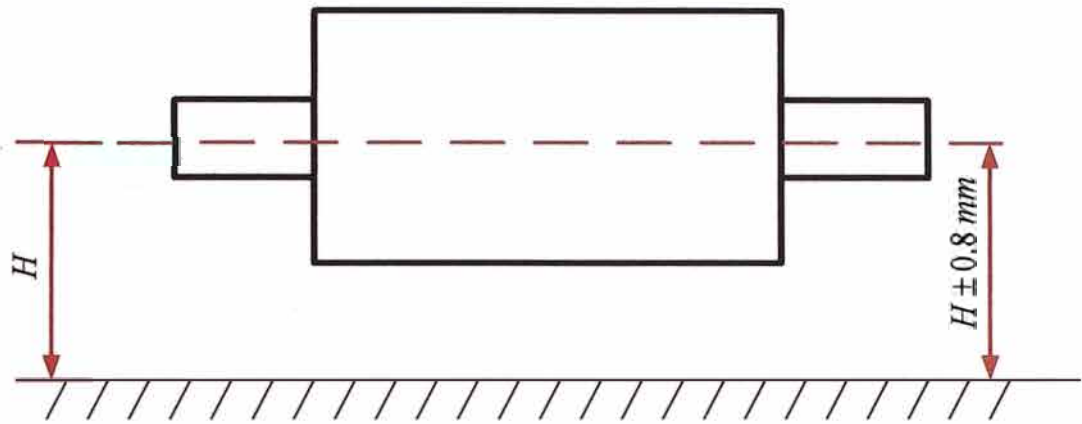


Figura N° 5.5 Nivelación de polea

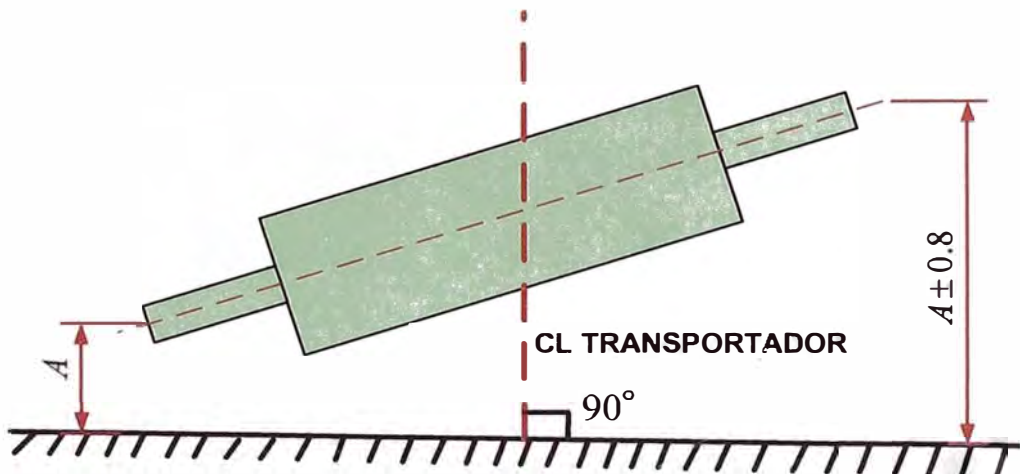
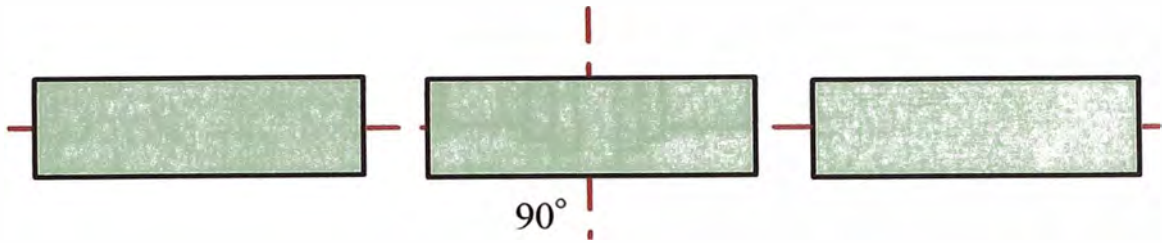
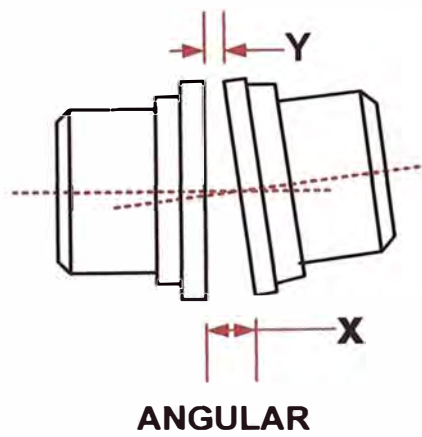


Figura N° 5.6 Angularidad de polea

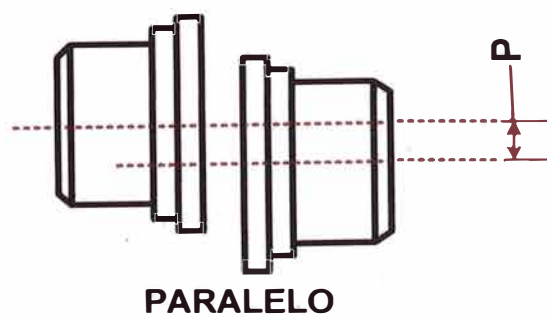




*Figura N° 5.7 Alineacion de rodillos*



*Figura N° 5.8 Angularidad acople accionamiento*



*Figura N° 5.9 Paralelo acople accionamiento*

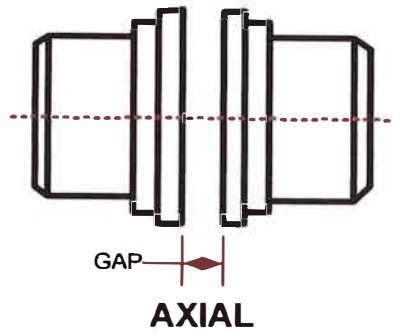


Figura N° 5.10 Axial acople accionamiento

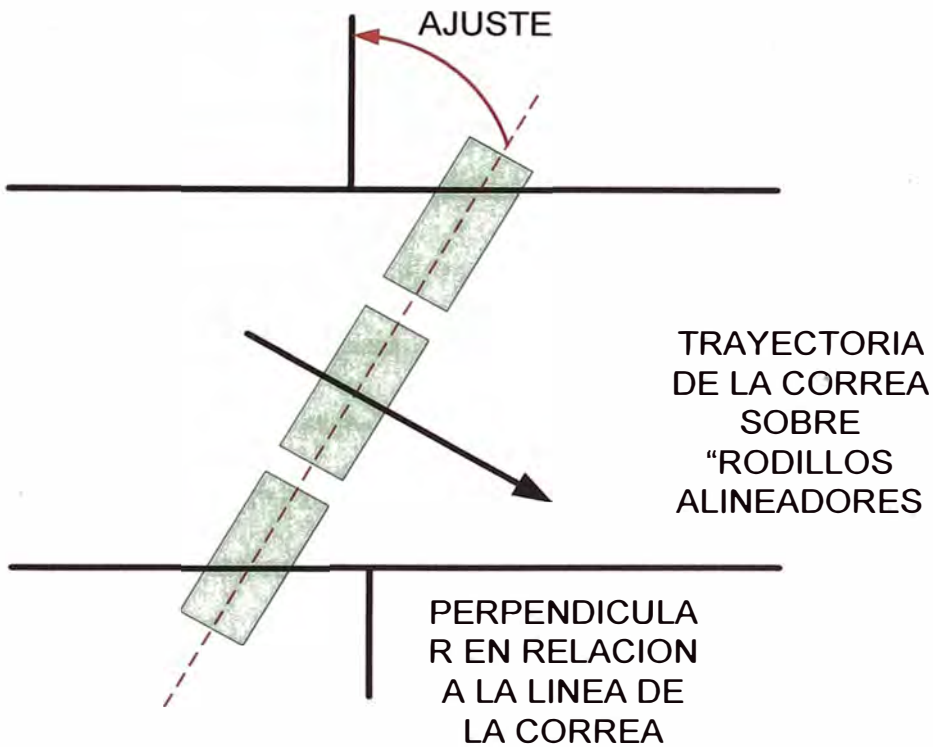


Figura N° 5.11 Centrado correa transportadora

### 5.3.1.3 Bastidores de Mando y Cola.-

Montaje de estructura de soporte de bastidores de mando y cola con sus respectivas uniones soldadas o empernadas según

especificaciones, escaleras, plataformas, barandas y pisos de parrilla, con la ayuda de grúa.

Montaje de los bastidores de mando y cola, con la ayuda de la grúa, manteniendo la siguiente tolerancia.

**Nivelación.-** Mantener una tolerancia de +/- 3 mm. o 1/8", de la placa base superior.

**Rectitud.-** El margen máximo de +/- 3 mm. o 1/8", para una longitud de 12 m.

### **5.3.2 Templador de Correa**

Tipo Gravedad ubicado en el soporte intermedio cerca de la polea de mando, izar el soporte con cajón para contrapeso con la ayuda de un Tirfor, fijando con pernos en sus respectivos agujeros, el cajón llevó una carga de 1200 Kg. que fueron cargadas con retazos de material sobrante de las instalaciones.

El templador lleva un guarda de protección para el personal de operación.

### **5.3.3 Poleas**

Instalar las chumaceras en cada una de las cinco poleas con sus respectivos anillos para las chumaceras con rodamiento fijo y libre en el otro extremo del eje, izar con la grúa o tirfor a cada uno de sus soportes respectivos, si se efectúa una alineación significativamente errónea los rodamientos de las chumaceras recibirán una presión de

carga innecesarias, el forro de las poleas se desgastará con mayor rapidez y de forma irregular, además de ocasionar problemas relacionados con la orientación de la correa, a continuación se dan la siguientes tolerancias:

**Nivelación.- (Figura 5.5)** Utilizando un nivel lineal y comprobando ambos lados de la polea las elevaciones del eje en los rodamientos deben guardas una tolerancia de  $\pm 0.8$  mm, en caso d exceder de ésta tolerancia se deben ubicar laines debajo de la base total de las chumaceras.

- **Angularidad.- (Fig.5.6)** Midiendo desde una línea trazada perpendicularmente en relación a la línea central del transportador no debe producirse una desviación de la línea central del eje que exceda de  $\pm 0.8$  mm, debido a la ubicación de las poleas y al acceso que puede tenerse a las mismas comúnmente se utiliza una línea acodada para tomar éstas medidas.

#### 5.3.4 **Rodillos**

Instalar los rodillos en sus posiciones respectivas, con uniones empernadas.

Para el izaje se realiza en unas cajas con la ayuda de una grúa o tecles o manualmente según ubicación de los rodillos en los bastidores.

**Alineación de los Rodillos.- (Figura 5.7)** El objetivo es colocarlos en la escuadra perfecta a una misma distancia de la línea central del transportador y en una posición paralela entre si. Se debe determinar la posición de los rodillos tomando como punto de referencia una Polea terminal que haya sido nivelada y colocada en el ángulo correcto (preferiblemente se utiliza la polea mando). Un método práctico es colocar una cuerda tensado en la línea central del transportador con una longitud mínima de 30m., ubicando los rodillos en posición angular correcta en relación a la cuerda tensada, cambiando de posición la cuerda tensada hasta que se hayan colocado rodillos a lo largo de toda la trayectoria del transportador.

### **5.3.5 Sistema de Accionamiento**

Formado por motor, reductor, acoplamiento de alta y baja velocidad en una base metálica especial. Instalar ésta base a su respectivo soporte rígido para reducir a un mínimo las vibraciones y mantener la alineación entre el motor y el reductor teniendo en cuenta las siguientes tolerancias:

- **Planitud.-** La base estructural requiere de una superficie plana, de no ser plana puede nivelarse con laines de 0.08 a 0.13 mm. con nivel de precisión, de manera que puedan instalarse en la estructura con la posición adecuada.

Acoplamientos de alta y baja velocidad se debe tener en cuenta las siguientes tolerancias:

- **Angular.- (Figura 5.8)** Una vez que las partes de acoplamiento han sido montados en los ejes accionadores y accionados, ambas unidades deberán ser colocadas de tal forma que la distancia entre las caras de las dos partes del acoplamiento sea igual a la separación de acoplamiento normal. Se puede proceder entonces a alinear las partes de acoplamiento colocando un bloque espaciador que tenga una dimensión igual a la distancia requerida entre ambas caras, el bloque espaciador deberá servir para comprobar la distancia a intervalos de  $90^\circ$  como mínimo una vez que esto se haya realizado se deberá medir la distancia usando un calibrador.

- **Paralelo.- (Figura 5.9)** Las partes del acoplamiento accionadores o accionados deben ser alineados de tal forma que se puedan colocar un ángulo recto en ambas bridas de acoplamientos a intervalos de  $90^\circ$  y que permanezcan en posición paralela en relación a los ejes del equipo.

- **Axial.- (Figura 5.10)** Los ejes accionadores y los accionados requieren un huelgo axial debido a la expansión.

Una vez que los acoplamientos han sido alineados (en frío) y se ha puesto en funcionamiento el motor con el fin de obtener la temperatura de operación normal se deberá apagar el equipo para volver a comprobar la alineación siguiendo el procedimiento que se indica a continuación:

Separar todas las partes acopladas para volver a comprobar la alineación (en caliente), los valores obtenidos no deberá exceder el

75% de las tolerancias máximas, si los valores obtenidos pasan tales límites se deberá repetir el procedimiento hasta que se obtenga en caliente los valores necesarios.

### **5.3.6 Correa Transportadora**

Instalar la correa con la cubierta superior para el lado de carga, amarrar en un extremo de la correa a una prensa para poder jalar con un tírfor, pasando la correa por el lado de carga, retorno, mecanismo tensor dejando la unión de ambos extremos de la correa del transportador de faja en la cola del lado de carga, manteniendo tensado la correa para el empalme respectivo. Se debe tener especial cuidado para que el empalme haya sido instalado en línea recta de ambos extremos de la correa, evitando deslizamientos laterales por empalmes defectuosos de la correa.

Los empalmes para la correa seleccionada debe ser realizada con vulcanizado en caliente, por alguna empresa especializada.

### **5.3.7 Limpiador de Correa**

Instalar el limpiador en su posición respectiva con la unión empernada respectiva, manteniendo el raspador en contacto con la correa, conforme a las indicaciones del fabricante.

### **5.3.8 Faldón**

Instalar el faldón en su posición respectiva con uniones empernadas para los parantes y regulando los sellos de jebe especial en sus soportes.

### **5.3.9 Chute**

En el lado de descarga en dos partes la tapa y la boca de descarga con sus respectivas uniones empernadas, este chute deberá ser protegido con planchas de jebe de 2" de espesor.

## **5.4 PRUEBAS**

Una vez realizado el montaje de todos los componentes se procede a realizar las pruebas primero en vacío y luego con carga como se indica a continuación:

### **5.4.1 Vacío**

Seguir el siguiente procedimiento:

**5.4.1.1 Sistema de Accionamiento.-** Probar el sistema de accionamiento con el acoplamiento de baja velocidad desconectado, para ver si el sentido de giro es correcto caso contrario hacer la corrección, medir el amperaje en esta condición.

**5.4.1.2 Correa Transportadora.-** Después de comprobar que todos los componentes han sido alineados correctamente tal como se indica en el capítulo 5.3 se deberá desplazar lentamente la correa centímetro



tras centímetro para determinar en que puntos resultan necesarios efectuar el tipo de correcciones efectuando primero en los puntos en los cuales la correa es susceptible a ser dañada, poner en marcha a intervalos cortos, según el deslineamiento para alinear la correa el mejor procedimiento, para seguir la secuencia de alineación es comenzar con la parte de retorno de la correa e ir avanzando hasta la polea de cola. Esto permite desde el principio centrar la correa sobre la polea de cola lo cual a su vez permite centrar la carga. Normalmente la Correa se puede centrar manipulando los rodillos de retorno o carga autoalineante (**Figura 5.11**).

Alineada la correa se deberá medir el amperaje para comparaciones futuras con registros posteriores, pudiendo existir en el futuro un arrastre excesivo debido a un desalineamiento de la correa o a la paralización de rodillos, notándose en un mayor consumo de potencia.

#### **5.4.2 Carga**

Después de realizada las pruebas en vacío con las correcciones respectivas se procede a cargar la correa determinando que la correa está alineada correctamente si al cabo de ocho horas de operación continúa con carga plena los bordes de la correa no sobresalen del ancho de la cara de la polea. Si existe problema de desalineamiento de la correa se deben examinar los rodillos autoalineantes de carga y retorno, antes de rechazar un empalme, es necesario comprobar que

la carga sea suministrada en forma centrada y limpiador ejerza una presión uniforme en la correa.

Se deberá designar a una sola persona encargada de corregir la alineación de la correa, supervisando todos los ajustes. Alineada la correa se deberá medir el amperaje para comparaciones futuras.

## **CAPITULO 6**

### **EVALUACION ECONOMICA, PRECIO DE VENTA DEL TRANSPORTADOR DE FAJA**

Para realizar la Evaluación Económica del Transportador de Faja es necesario considerar todos los elementos del costo que intervienen en forma directa e indirecta como Costo Primo, Costo de Fabricación, Costo de Producción, Costo de Hacer y Vender hasta llegar al Precio de Venta.

Los Costos se clasifican por Ordenes de Trabajo específicas (Costo por Orden) y Costos por Proceso.

Los Costos por Orden se aplican generalmente cuando los trabajos pueden ser materialmente separados durante el proceso. Esto significa que cada trabajo puede identificarse físicamente dentro del taller y que su evolución puede ser acompañada hasta su terminación. Esta facilidad de poder ser identificado hace posible que los gastos directos que demanda su terminación, pueden serle asignados sin ninguna duda, por lo general cada trabajo es un lote que se desplaza de una posición en el taller a la siguiente, aplicables para construcciones, industria naviera, etc.

Los Costos por Proceso es semejante a una corriente o flujo continuo y no hay lotes específicos, existiendo gran dificultad para diferenciar o individualizar la producción, aplicables para Minería, Cemento, Gas, Electricidad, etc.

Para nuestra Evaluación Económica del Transportador de Faja, podemos deducir que el Costo aplicado es por Orden de Trabajo específica, sólo para éste

Transportador, considerando a éste Sistema de Costos vamos a referirnos a sus

Componentes:

## **6.1 COSTO PRIMO**

Llamado también primer costo o Costo directo comprende la Mano de Obra Directa y los materiales directos.

### **6.1.1 Materia Prima**

Formado por todos los materiales que son parte integral del producto final y que pueden ser identificados, valorizados y cargados al producto final, debe tenerse en cuenta que cuando un material se usa en pequeña cantidad y es difícil valorizar se acostumbra a considerarlo dentro de los materiales indirectos.

Los materiales usados para el Transportador de Faja son ángulos, vigas, canales, planchas, tubo, ejes, rodamientos, chumaceras, etc.

### **6.1.2 Mano de Obra Directa**

Es aquella que se paga por transformar la materia prima hasta conseguir el producto final incluyendo los beneficios sociales que se paga al trabajador por ley.

## **6.2 COSTO DE FABRICACION**

Comprende Costo primo más los gastos de fabricación.

- **Gastos de fabricación.**- Formado por el costo de los materiales indirectos, mano de obra indirecta y todos aquellos gastos que no pueden ser cargados a un trabajo específico.

### **6.2.1 Materiales Indirectos**

Aquellos que son necesarios para obtener el producto final, pero que su consumo es muy pequeño como aceites, lubricantes, wype, lijas, arena, material de limpieza, tintes penetrantes, etiquetas, etc.

### **6.2.2 Mano de Obra Indirecta**

Aquellos que no afectan ni la composición, ni la constitución del producto final como sueldos del Jefe de Taller, Supervisores, Jefe de Grupo, Almaceneros, Personal de Limpieza, Personal de Control de Calidad.

### **6.2.3 Otros Gastos Indirectos**

Aquellos que se incurren el Taller, pero no pueden ubicarse dentro de los gastos indicados como gastos de energía eléctrica, aire comprimido, depreciación de máquinas y edificio, alquiler de terrenos, agua, etc.

## **6.3 COSTO DE PRODUCCION**

Llamado también Costo Bruto o Comercial es el que corresponde al Costo de Fabricación más los gastos Administrativos y Financieros.

### **6.3.1 Gastos Administrativos**

Aquellos que se incurren en la Dirección, Control y Administración de la Empresa como Gerentes, Contabilidad, Secretarias, Teléfonos, Correos, Depreciación de Edificios Administrativos, Pago de Alquileres para los mismos.

### **6.3.2 Gastos Financieros**

Los gastos que se incurren para conseguir dinero, como intereses de capital, carta fianza.

## **6.4 COSTO DE HACER Y VENDER**

Llamado también Costo de Venta o de Operación es el que comprende el Costo de Producción más los Gastos de Venta y Distribución.

**6.4.1 Gastos de Venta**

Aquellos que se incurren para solicitar y asegurar Ordenes de Pedido de los artículos producidos, como sueldos del Personal de Ventas, Gastos de Catálogo, propaganda, etc.

**6.4.2 Gastos de Distribución o Transporte**

Aquellos que se incurren para hacer llegar los productos al cliente, como Gastos de Almacenaje, Embalaje, Transporte.

**6.5 VALOR DE VENTA**

Es el que resulta de sumar al Costo de Hacer Vender con la utilidad respectiva que representa la inversión. También se puede complementar con el Precio de Venta que es la suma del valor de venta más impuesto de ley I.G.V. vigente.

**6.6 ESTRUCTURA DE COSTOS Y VALOR DE VENTA POR FABRICACION**

### VALOR DE VENTA POR FABRICACION

ESTRUCTURA DE COSTOS		US.\$	US.\$
<b>1</b>	<b>COSTO PRIMO</b>		<b>61 844</b>
<b>1.1</b>	<b>MATERIA PRIMA</b> Perfiles, planchas, angulos, vigas, tubos, ejes, greiting, etc. Rodamientos, chumaceras soldadura gases	32 560 4 800 4 536 1 548	43 444
<b>1.2</b>	<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b> maniobristas caldereros soldadores pintores mecanicos ayudantes	1 200 3 200 6 400 1 200 3 200 3 200	18 400
<b>2</b>	<b>COSTO DE FABRICACION</b>		<b>103 703</b>
<b>2.1</b>	COSTO PRIMO	61 844	
<b>2.2</b>	GASTOS DE FABRICACION		
<b>2.2.1</b>	MATERIALES INDIRECTOS	39 194	
<b>2.2.2</b>	MANO DE OBRA INDIRECTA	1 490	
<b>2.2.3</b>	OTROS GASTOS INDIRECTOS	1 176	
<b>3</b>	<b>COSTO DE PRODUCCION</b>		<b>108 888</b>
<b>3.1</b>	COSTO DE FABRICACION	103 703	
<b>3.2</b>	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2 074	
<b>3.3</b>	GASTOS FINANCIEROS	3 111	
<b>4</b>	<b>COSTO HACER Y VENDER</b>		<b>115 966</b>
<b>4.1</b>	COSTO DE PRODUCCION	108 888	
<b>4.2</b>	GASTOS DE VENTA	5 444	
<b>4.3</b>	GASTOS DE DISTRIBUCION	1 633	
<b>5</b>	<b>VALOR DE VENTA</b>		<b>133 361</b>
<b>5.1</b>	COSTO DE HACER Y VENDER	115 966	
<b>5.2</b>	UTILIDAD	17 395	
<b>VALOR DE VENTA US. \$</b>			<b>133 361</b>



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Con el Diseño y Fabricación del Transportador de Faja se cumplió con las especificaciones técnicas dadas por el cliente, siendo este Transportador de Faja uno de los equipos requeridos por el cliente para transportar mineral polimetalico chancado para ser entregado a un stock pile de 10,000 TM, En su ampliación de la planta de chancado de 6500 TM/d a 10500 TM/d.
- 2.- Durante la operación del Transportador de Faja, este se comporto, asumiendo todas las variaciones de carga que la operación de presenta.
- 3.- Al momento de establecer un programa de mantenimiento se debe tener en cuenta lo siguiente:  
  
El tipo de lubricante para el reductor, es conforme a lo que recomienda el fabricante, conforme a las temperaturas de operación, las grasas que debe usarse dependerá en gran medida con las condiciones operativas tales como velocidad, la carga soportada por cada rodillo, el tipo y el tamaño del material de carga así como el número de horas de funcionamiento del equipo.
- 4.- Se debe llevar un control de los componentes en función al tiempo indicando las condiciones en las que estas se encuentran. El consumo de potencias para las condiciones de transporte se debe verificar periódicamente, si hubieran mayores

consumos de potencia podría ser por que hay rozamientos adicionales de la correa o pueden ser por rodillos trabados u otro tipo de fallas.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **1. CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION – CEMA**

Belt Conveyors for Bulk Materials, Third edition, Published by CEMA, 1988, 346 p.

### **2. STEPHENS – ADAMSON, Manual de Transportadores continuos, 2da. Edición**

publicado por Fábrica de Aco Paulista S.A. 1978 – 821 p.

### **3. LINK – BELT COMPANY, Materials Handling and Processing Equipment,**

edition published by Link – Belt Company, 1965, 592 p.

### **4. CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION – CEMA**

Welded Steel Conveyor Pulleys, CEMA B105.1 – 1990, published by CEMA, 1990,  
12 p.

# **ANEXO – 1**

## **TABLAS**

## ANEXO - 1

Tabla N° 1	Características de Materiales
Tabla N° 2	Clases de Materiales
Tabla N° 3	Capacidad de Transporte
Tabla N° 4	Carga Admisible sobre rodillos
Tabla N° 5	Peso estimado de la Correa $W_b$
Tabla N° 6	Separación de rodillos $S_i$
Tabla N° 7	Factor por tamaño del material $K_1$
Tabla N° 8	Factor por Mantenimiento $K_2$
Tabla N° 9	Factor por servicio $K_3$

Tabla N° 10 Factor por velocidad de la correa  $K_4$

Tabla N° 11 Factor por diámetro de rodillos  $A_i$

Tabla N° 12 Factor por flexión de la correa  $K_y$

Tabla N° 13 Tensiones por resistencia de poleas

Tabla N° 14 Factor por rozamiento de faldón  $C_s$

Tabla N° 15 Factor de tensión  $C_w$

Tabla N° 16 Cálculo de tensiones en las correa según las flechas.

Tabla N° 17 Factor de carga radial  $C_r$

Tabla N° 18 Máxima tensión de poleas

Tabla N° 19 Selección de ejes para poleas

Tabla N° 20 Diámetro máximo de los ejes según el diámetro de las poleas.

Tabla N° 21 Espesores mínimos de cubiertas de correas

Tabla N° 22 Grados de Correa

Tabla N° 23 Diámetro mínimo de poleas en función a la correa

Tabla N° 24 Pesos de polea soldadas de tambor de acero

Tabla N° 25 Diámetros de ejes

Tabla N° 26 Factor de concentración de esfuerzo de fatiga

Tabla N° 27 Valores A

Tabla N° 28 Distancias mínimas de transición recomendadas

Tabla N° 29 Acoples falk steelflex

**T A B L A N º 1**

**CARACTERISTICAS DEL MATERIAL**

<b>Material</b>	<b>Peso promedio Lb /pie3</b>	<b>Angulo de Reposo</b>	<b>Máxima Inclinación Recomendada</b>	<b>Código</b>
<b>Carbonato de plomo</b>	<b>240 - 260</b>	<b>30 - 44</b>		<b>A36MR</b>
<b>Mineral de plomo</b>	<b>200 - 270</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>B36RT</b>
<b>Oxido de plomo</b>	<b>60 - 150</b>	<b>45</b>		<b>B45</b>
<b>Sulfuro de plomo</b>	<b>240 - 260</b>	<b>30 - 44</b>		<b>A36</b>
<b>Mineral de zinc chancado</b>	<b>160</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>*</b>
<b>Oxido de zinc</b>	<b>30 - 35</b>	<b>45 - 55</b>		<b>A45X</b>

**\* Puede variar considerablemente**



**T A B L A N° 2**

**CLASES DE MATERIALES**

<b>CARACTERISTICAS DE MATERIAL</b>		<b>CODIGO</b>
<b>TAMAÑO</b>	Muy fino, malla 100 ó mas	A
	Fino malla 1/8" ó menos	B
	Granular ½ " ó menos	C
	Terrones sobre ½ "	D
	Irregular, forma fibrosa, filamentos parecidos.	E
<b>Fluidez, Angulo de Reposo</b>	Fluidez muy buena, ángulo reposo menor a 19°	1
	Fluidez buena, ángulo reposo entre 20° a 29°	2
	Fluidez promedio, ángulo reposo 30° a 39°	3
	Fluidez lento ángulo de reposo más de 40°	4
<b>Abrasividad</b>	No abrasivo	5
	Abrasivo	6
	Muy abrasivo.	7
	Muy agudo, cortante	8

**T A B L A N° 2**

**CLASES DE MATERIALES**

**CONTINUACIÓN**

<b>CARACTERISTICAS DE MATERIAL</b>		<b>CODIGO</b>
<b>Características</b>	Muy polvoriento	L
	Aireado, características de fluido	M
	Con polvo explosivo	N
	Contaminable	P
<b>Varias</b>	Produce polvos nocivos	R
	Altamente corrosivo	S
	Medianamente corrosivo	T
	Giroscópico	U
	Elevadas temperaturas	Z

**T A B L A N° 3**

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

Rodillos a 45° de Abarquillamiento.

Tres rodillos iguales (carga del borde 0.055b + 0.9")

Ancho de Fajas (pulgadas)	Capacidad a 100 pies/minuto						
	Pie <sup>3</sup> / hora						
	ANGULO DE SOBRECARGA						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	1021	1109	1198	1289	1380	1475	1572
24	1967	2132	2299	2467	2638	2814	2996
30	3218	3484	3752	4023	4299	4581	4873
36	4775	5165	5558	5955	6360	6775	7204
42	6636	7175	7717	8265	8824	9397	9987
48	8803	9514	10229	10953	11690	12445	13224
54	11276	12182	13094	14017	14957	15921	16915
60	14053	15179	16312	17458	18626	19823	21059
72	20524	22160	23807	25473	27171	28910	30705
84	28216	30458	32713	34997	37322	39706	42165
96	37128	40071	43032	46029	49081	52210	55437

**T A B L A N° 4 - 1**

**CARGA ADMISIBLE SOBRE RODILLOS**

**lb.**

**CEMA A**

<b>Ancho de Faja (pulgadas)</b>	<b>Rodillos</b>			<b>Retorno</b>
	<b>20°</b>	<b>35°</b>	<b>45°</b>	
<b>18</b>	300	300	300	150
<b>24</b>	300	300	289	120
<b>30</b>	300	280	270	100
<b>36</b>	275	256	248	75

**TABLA N° 4 - 2**

**CARGA ADMISIBLE SOBRE RODILLOS**

**lb.**

**CEMA B**

<b>Ancho de Faja (pulgadas)</b>	<b>Rodillos</b>			<b>Retorno</b>
	<b>20°</b>	<b>35°</b>	<b>45°</b>	
<b>18</b>	410	410	410	220
<b>24</b>	410	410	410	190
<b>30</b>	410	410	410	165
<b>36</b>	410	410	396	155
<b>42</b>	390	363	351	140
<b>48</b>	380	353	342	130

**T A B L A N° 4 - 3**

**CARGA ADMISIBLE SOBRE RODILLOS**

**lb.**

**CEMA C**

<b>Ancho de Faja (pulgadas)</b>	<b>Rodillos</b>			<b>Retorno</b>
	<b>20°</b>	<b>35°</b>	<b>45°</b>	
<b>18</b>	900	900	900	475
<b>24</b>	900	900	900	325
<b>30</b>	900	900	900	250
<b>36</b>	900	837	810	200
<b>42</b>	850	791	765	150
<b>48</b>	800	744	720	125
<b>54</b>	750	698	675	*
<b>60</b>	700	650	630	*

**T A B L A N° 4 - 4**

**CARGA ADMISIBLE SOBRE RODILLOS**

**lb.**

**CEMA D**

<b>Ancho de Faja (pulgadas)</b>	<b>Rodillos</b>			<b>Retorno</b>
	<b>20°</b>	<b>35°</b>	<b>45°</b>	
<b>24</b>	1200	1200	1200	600
<b>30</b>	1200	1200	1200	600
<b>36</b>	1200	1200	1200	600
<b>42</b>	1200	1200	1200	500
<b>48</b>	1200	1200	1200	425
<b>54</b>	1200	1116	1080	375
<b>60</b>	1150	1070	1035	280
<b>72</b>	1050	977	945	155

**T A B L A N° 4 - 5**

**CARGA ADMISIBLE SOBRE RODILLOS**

**lb.**

**CEMA E**

<b>Ancho de Faja (pulgadas)</b>	<b>Rodillos</b>			<b>Retorno</b>
	<b>20°</b>	<b>35°</b>	<b>45°</b>	
<b>36</b>	1800	1800	1800	1000
<b>42</b>	1800	1800	1800	1000
<b>48</b>	1800	1800	1800	1000
<b>54</b>	1800	1800	1800	925
<b>60</b>	1800	1800	1800	850
<b>72</b>	1800	1800	1800	700
<b>84</b>	1800	1674	1620	550
<b>96</b>	1750	1628	1575	400



**T A B L A N° 5**

**PESO ESTIMADO DE LA CORREA en lb/pie**

**Wb**

<b>Ancho de Faja (Pulgadas)</b>	<b>Peso Específico de Material lb/pie<sup>3</sup></b>		
	<b>30 - 74</b>	<b>75 - 129</b>	<b>130 - 200</b>
<b>18</b>	3.5	4	4.5
<b>24</b>	4.5	5.5	6
<b>30</b>	6	7	8
<b>36</b>	9	10	12
<b>42</b>	11	12	14
<b>48</b>	14	15	17
<b>54</b>	16	17	19
<b>60</b>	18	20	22
<b>72</b>	21	24	26
<b>84</b>	25	30	33
<b>96</b>	30	35	38

**T A B L A N° 6**

**SEPARACION NORMALMENTE EMPLEADA PARA RODILLOS DE  
CARGA “SI”  
PIES**

Ancho de Faja (Pulgadas)	Rodillos de Carga Peso Específico de Material lb/pie <sup>3</sup>						Rodillos de Retorno
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	10.0
24	5.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	10.0
30	5.0	4.5	4.5	4.0	4.0	4.0	10.0
36	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.5	10.0
42	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	10.0
48	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	10.0
54	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	10.0
60	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	10.0
72	4.0	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	8.0
84	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0	8.0
96	3.5	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	8.0

**TABLA N° 7****FACTOR POR TAMAÑO DE MATERIAL "K1"**

<b>Máximo Tamaño de Material (Pulgadas)</b>	<b>Peso Específico de Material lb/pie<sup>3</sup></b>						
	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>150</b>	<b>175</b>	<b>200</b>
<b>4</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
<b>6</b>	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1
<b>8</b>	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
<b>10</b>	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>12</b>	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
<b>14</b>	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3
<b>16</b>	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
<b>18</b>	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4

**TABLA N° 8**

**FACTOR POR MANTENIMIENTO "K2"**

<b>Condiciones Ambientales</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>		
	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>
<b>Limpio</b>	1.00	1.08	1.11
<b>Moderado</b>	1.06	1.10	1.13
<b>Sucio</b>	1.09	1.12	1.15

**T A B L A N° 9**

**FACTOR POR SERVICIO “K3”**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>FACTOR</b>
<b>Menos de 6 horas por día</b>	0.8
<b>6 a 9 horas por día</b>	1.0
<b>10 a 16 horas por día</b>	1.1
<b>más de 16 horas por día</b>	1.2

**T A B L A N° 10****FACTOR POR VELOCIDAD “K4”**

<b>Velocidad de Faja (pie/minuto)</b>	<b>Diámetro de Rodillos (pulgadas)</b>			
	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>100</b>	0.80	0.80	0.80	0.80
<b>200</b>	0.83	0.80	0.80	0.80
<b>300</b>	0.90	0.85	0.83	0.81
<b>400</b>	0.95	0.91	0.88	0.85
<b>500</b>	0.99	0.95	0.92	0.88
<b>600</b>	1.03	0.98	0.95	0.92
<b>700</b>	1.05	1.01	0.98	0.95
<b>800</b>	--	1.04	1.00	0.97
<b>900</b>	--	1.06	1.03	1.00
<b>1000</b>	--	--	1.05	1.02

## T A B L A N° 11

### FACTOR POR DIAMETRO DE RODILLO

Ai = 1.5 Rodillos de 6" de diámetro,  
CEMA C6, D6

Ai = 1.8 Rodillos de 5" de diámetro,  
CEMA A5, B5, C5, D5.

Ai = 2.3 Rodillos de 4" de diámetro,  
CEMA A4, B4, C4

Ai = 2.4 Rodillos de 7" de diámetro,  
CEMA E7

Ai = 2.8 Rodillos de 6" de diámetro,  
CEMA E6

**TABLA N° 12**

**FACTOR POR FLEXION DE LA CORREA "Ky"**

Longitud del Transportador (pies)	Wb+Wm (lbs/pie)	% Inclinación						
		0	3	6	9	12	24	33
		Inclinación						
		0°	2°	3.5°	5°	7°	14°	18°
250	20	0.035	0.035	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031
	50	0.035	0.034	0.033	0.032	0.031	0.028	0.027
	75	0.035	0.034	0.032	0.032	0.030	0.027	0.025
	100	0.035	0.033	0.032	0.031	0.030	0.026	0.023
	150	0.035	0.035	0.034	0.033	0.031	0.025	0.021
	200	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.024	0.018
	300	0.035	0.035	0.035	0.035	0.032	0.019	0.018
400	20	0.035	0.034	0.032	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.035	0.033	0.031	0.029	0.029	0.026	0.025
	75	0.034	0.033	0.030	0.029	0.028	0.024	0.021
	100	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.022	0.019
	150	0.035	0.034	0.031	0.028	0.027	0.019	0.016
	200	0.035	0.035	0.033	0.030	0.027	0.016	0.014
	300	0.035	0.035	0.034	0.029	0.024	0.018	0.018
500	20	0.035	0.033	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030
	50	0.034	0.032	0.030	0.028	0.028	0.024	0.023
	75	0.033	0.032	0.029	0.027	0.027	0.021	0.019
	100	0.033	0.031	0.029	0.028	0.026	0.019	0.016
	150	0.035	0.033	0.030	0.027	0.024	0.016	0.016
	200	0.035	0.035	0.030	0.027	0.023	0.016	0.016
	300	0.035	0.035	0.030	0.025	0.021	0.016	0.015
		0.035	0.035	0.029	0.024	0.019	0.018	0.018



**TABLA N° 12**

**(CONTINUACIÓN)**

**FACTOR POR FLEXION DE LA CORREA “Ky”**

Longitud del Transportador (pies)	Wb+Wm (lbs/pie)	% Inclinación						
		0	3	6	9	12	24	33
		Inclinación						
		0°	2°	3.5°	5°	7°	14°	18°
600	20	0.035	0.032	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.033	0.030	0.029	0.027	0.026	0.023	0.021
	75	0.032	0.030	0.028	0.026	0.024	0.020	0.016
	100	0.032	0.030	0.027	0.025	0.022	0.016	0.016
	150	0.035	0.031	0.026	0.024	0.019	0.016	0.016
	200	0.035	0.031	0.026	0.021	0.017	0.016	0.016
	300	0.035	0.031	0.024	0.020	0.017	0.016	0.016
800	20	0.035	0.031	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029
	50	0.032	0.029	0.028	0.026	0.025	0.021	0.018
	75	0.031	0.029	0.026	0.024	0.022	0.016	0.016
	100	0.031	0.028	0.025	0.022	0.020	0.016	0.016
	150	0.034	0.028	0.023	0.019	0.017	0.016	0.016
	200	0.035	0.027	0.021	0.016	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.026	0.020	0.017	0.016	0.016	0.016
	300	0.035	0.025	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018

## TABLA N° 13

### TENSION POR TENSIONES DE POLEAS

200 lb/polea, para poleas tensas de contacto de 150° c 240°.

150 lb/polea, para poleas en el lado flojo, con ángulo de contacto de 150 a 240°.

100 lb/polea, otras poleas com ángulo de contacto menor a 150°.

**TABLA N° 14**

**FACTOR POR ROZAMIENTO DEL FALDON "CS"**

<b>Materiales</b>	<b>Factor CS</b>	<b>Materiales</b>	<b>Factor CS</b>
Alumina	0.1210	Cascajo	0.11045
Bauxita	0.1881	Yeso ½"	0.0900
Borax	0.0734	Hierro, mineral 200 lb/pie <sup>3</sup>	0.276
Salvado, granos	0.0238	Cal quemada 1/8	0.1166
Cemento portland	0.2120	Cal hidratada	0.0490
Cemento clinker	0.1828	Roca fosfática	0.1086
Arcilla cerámica	0.0924	Sal común, seco	0.0814
Carbón antracita	0.0538	Arena seca	0.138
Carbón bituminoso	0.0754	Soda cenizas, pesado	0.0705
Coque fino	0.0452	Almidón	0.0623
Coque terrones	0.0186	Azúcar	0.0349
Harina, trigo	0.0265	Madera astías	0.0095
Granos, trigo, maíz	0.0433		

**T A B L A N° 15**

**FACTOR POR TENSION Cw**

Tipo de Poleas de Mando	Factor Angulo de Contacto	Templador de Gravedad		Templador Manual	
		Polea sin cubierta	Polea con cubierta	Polea sin cubierta	Polea con cubierta
Simple sin deflector	180°	0.84	0.50	1.2	0.8
Simple con deflector	200°	0.72	0.42	1.0	0.7
	210°	0.66	0.38	1.0	0.7
	220°	0.62	0.35	0.9	0.6
	240°	0.54	0.30	0.8	0.6
Doble	380°	0.23	0.11	0.5	0.3
	420°	0.18	0.08	--	--

## TABLA N° 16

### CALCULO DE TENSION EN LAS CORREAS SEGÚN LAS FLECHAS

#### **3% de flecha en la correa**

$$T_o = 4.2 \times S_i (W_b + W_m)$$

#### **2% de flecha en la correa**

$$T_o = 6.25 \times S_i (W_b + W_m)$$

#### **1.5% de flecha**

$$T_o = 8.4 \times S_i (W_b + W_m)$$

#### **Donde:**

$T_o$  = tensión mínima para una flecha determinada, en lb.

$S_i$  = separación de los rodillos en pies (calculado según la  
Tabla N° 6)

$W_b$  = peso estimado de la correa en lb/pie, (calculado según la  
Tabla N° 5).

**T A B L A N° 17**

**FACTOR POR CARGA RADIAL Cr**

<b>Arco de Contacto</b>	<b>Factor</b>	<b>Arco de Contacto</b>	<b>Factor</b>	<b>Arco de Contacto</b>	<b>Factor</b>
5°	0.08724	95°	1.474	185°	1.998
10°	0.1743	100°	1.532	190°	1.992
15°	0.26106	105°	1.586	195°	1.982
20°	0.3473	110°	1.638	200°	1.969
25°	0.43288	115°	1.686	205°	1.952
30°	0.5178	120°	1.732	210°	1.931
35°	0.6014	125°	1.774	215°	1.907
40°	0.6840	130°	1.812	220°	1.987
45°	0.765	135°	1.847	225°	1.847
50°	0,845	140°	1.879	230°	1.812
55°	0.923	145°	1.907	235°	1.774
60°	1	150°	1.931	240°	1.732
65°	1.07	155°	1.952	245°	1.688
70°	1.147	160°	1.969	250°	1.638
75°	1.217	165°	1.982	255°	1.586
80°	1.285	170°	1.992	260°	1.532
85°	1.3511	175°	1.998	265°	1.476
90°	1.414	180°	2	270°	1.414

**T A B L A N° 18**

**MAXIMA TENSION DE POLEAS**

**Lb/pulg.**

ARCO DE CONTACTO (GRADOS)	DIAMETRO DE POLEAS (pulgadas)													
	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36	42	48	54	60
10	65	80	95	120	145	175	205	260	345	430	520	605	690	775
20	50	60	75	95	115	135	160	200	265	335	400	465	535	600
30	45	55	65	80	100	115	140	175	230	290	345	405	460	520
40	35	45	55	70	85	100	120	150	200	245	295	345	395	445
50	30	40	45	60	70	85	100	130	170	215	255	300	340	385
60	30	40	45	60	70	85	100	125	165	105	250	290	330	375
70	30	40	50	60	75	85	105	130	175	220	260	305	350	395
80	35	45	50	65	80	95	115	140	190	135	185	330	375	425
90	35	45	55	70	85	100	120	150	200	255	305	355	405	455
100	40	50	60	75	90	110	130	160	215	270	325	380	430	485
110	45	55	65	80	100	115	140	175	230	290	345	405	460	520
120	45	55	65	85	105	120	145	185	245	305	365	425	490	550
130	50	60	75	95	115	135	160	200	265	335	400	465	535	600
140	55	70	80	105	125	150	180	225	300	375	450	525	600	675
150	60	75	90	115	140	170	200	250	335	425	505	590	570	755
160	70	85	100	130	160	185	225	280	375	265	560	650	745	840











**T A B L A N° 20**

**DIAMETRO MAXIMO DE LOS EJES SEGÚN EL DIAMETRO  
DE LAS POLEAS**

<b>MAXIMO DIAMETRO DEL EJE</b>			
<b>Diámetro Poleas (Pulgadas)</b>	<b>Máximo Diámetro del Eje Recomendable Pulgadas</b>	<b>Diámetro Poleas (Pulgadas)</b>	<b>Máximo Diámetro del Eje Recomendable Pulgadas</b>
<b>8</b>	2 7/16	24	6
<b>10</b>	2 15/16	30	8
<b>12</b>	3 7/16	36	10
<b>14</b>	3 15/16	42	10
<b>16</b>	4 7/16	48	10
<b>18</b>	4 15/16	54	10
<b>20</b>	4 15/16	60	10

T A B L A N° 21

ESPEORES MINIMOS PARA CUBIERTAS DE LAS CORREAS

Tipo de material a ser transportado	Grueso máximo	Espesor de cubierta	
	Pulgadas	Exterior	Revés
No abrasivo Astillas, maderas, pulpas, polvo húmedo, cemento molido, carbón muy menudo, etc.	Todos los tamaños	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$
Ligeramente abrasivo arena, tierra o roca bituminosa de carbón.	3	$\frac{1}{16} - \frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
Abrasivo Carbón antracita, coque, sinter, sobrecarga.	10	$\frac{1}{8} - \frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$
Caliza, minerales de hierro y de cobre.	6		
Pesado y abrasivo caliza, escoria, hierro, cobre minerales de cinc y plomo.	10	$\frac{3}{16} - \frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$
Pesado, agudo y abrasivo hierro, cobre minerales de cinc y plomo.	10+	$\frac{1}{4} - \frac{3}{8}$	$\frac{3}{32} - \frac{1}{8}$
Rocas, cuarzo, vidrio machacado, etc.	Todos los tamaños		
Material caliente 80 – 120°	Gruesos	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
	Finos	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$
Material caliente 120° C +	Gruesos	$\frac{1}{8} - \frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$
	Finos	$\frac{3}{16} - \frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$
Material caliente 150° C +	Gruesos	$\frac{3}{16} - \frac{1}{4}$	$\frac{1}{16} - \frac{1}{8}$
	Finos	$\frac{1}{4} - \frac{3}{8}$	

## TABLA N° 22

### GRADOS DE CORREAS

#### SELECCIÓN SEGÚN EL SERVICIO DE LA CALIDAD

#### DE LA CUBIERTA DE LA FAJA

<b>CUALIDAD</b>				
Grado de Cubierta	Resistente al corte y aplastamiento	Resistente a la Abrasión	Resistente al aceite	Aplicaciones Generales
<b>SERVICIO GENERAL</b>				
Grado 1	Excelente	Excelente	No recomendado	Mineral del tamaño grande, material con filo cortante, para servicio extremadamente pesado.
Grado 2	Bueno	Excelente	No recomendado	Material clasificado con acción cortante limitada, abrasión primaria. Servicio pesado.
Grado 3	Bajo	Bueno	Limitado	Material pequeño clasificado. Servicio en general liviano.
<b>SERVICIO QUIMICO Y PETROLEO</b>				
Neopreno resistente al Aceite	Buena	Muy buena	Muy buena para aceite de petróleo y favorable para aceites animales y vegetales.	Carbón rociado con aceite pesado (aceite de petróleo hasta 20% de aromático, combustible Diesel N° 2) cualquier material tratado ó conteniendo grandes cantidades de aceite de petróleo.
Buena Resistencia al aceite	Buena	Buena	Similar al anterior	Granos o semillas aceitosas Transp., alimenticio, carbón grasoso o rociado con petróleo.
Medio Resistencia al aceite	Buena	Buena	Limitado a aceites de petróleo, vegetales y animales	Carbón ligeramente rociado con aceite, granos con aceite liviano y alimentos, madera en trozos, fosfatos.

**TABLA N° 23****DIAMETRO MINIMO DE POLEAS, SEGÚN LA CORREA****mm.**

<b>Tipo</b>	<b>N° de Pliegues</b>					
	<b>3p</b>	<b>4p</b>	<b>5p</b>	<b>6p</b>	<b>7p</b>	<b>8p</b>
NN - 100	300	400	500	600	700	800
NN - 120	300	400	500	600	700	800
NN - 150	350	450	550	650	750	850
NN - 200	400	500	600	750	850	1000
NN - 250	400	550	700	850	950	1100
NN - 300	450	600	750	900	1050	1200
NN - 350	500	650	800	950	1100	1250
NN - 400	550	700	850	1050	1200	1350
NN - 450	550	750	900	1100	1300	1450
NN - 500	600	800	1000	1200	1350	1550
EP - 100	300	450	550	650	750	850

**TABLA N° 23****(CONTINUACIÓN)****DIAMETRO MINIMO DE POLEAS, SEGÚN LA CORREA****mm.**

<b>N° de Pliegues</b> <b>Tipo</b>	<b>3p</b>	<b>4p</b>	<b>5p</b>	<b>6p</b>	<b>7p</b>	<b>8p</b>
EP - 150	350	500	600	700	850	950
EP - 200	400	550	650	800	900	1050
EP - 250	450	600	700	850	1000	1150
EP - 300	450	650	800	950	1100	1250
EP - 350	500	650	850	1000	1150	1350
EP - 400	700	900	1150	1350	1600	1800
VN - 100	300	400	500	600	700	800
VN - 120	300	400	500	600	700	800
VN - 150	350	450	550	650	750	850

**Referencia:** Yokohama Conveyor Belts



T A B L A N° 24

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																					
Diametro (pulg)	Agujero maximo (pulg)	18		24		30		36		42		48		54		60		72		84		96	
		ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																					
		20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102			
6	2.1/2	30	35	35	40	40	45	45	50	60	60	65	65	70	75	80							
8	2.1/2	45	50	50	55	60	65	70	75	80	85	95	100	105	110	115							
10	2.1/2	55	60	60	65	70	75	85	90	100	105	110	120	125	130	135	140						
	3	60	65	70	75	80	85	95	100	110	115	120	125	130	140	145	150						
	3.1/2	75	80	80	85	90	95	105	110	120	125	130	135	140	145	150	155						
12	2.1/2	70	75	75	85	90	100	105	115	120	130	140	150	155	160	165	175						
	3	80	85	90	100	105	110	115	125	130	135	145	155	160	170	175	180						
	3.1/2	95	100	105	110	115	120	125	135	145	150	160	165	170	175	180	190						



T A B L A N° 24 - 2

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																																
Diametro (pulg)	Agujero maximo (pulg)	18			24			30			36			42			48			54			60			72			84			96		
		ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																																
		20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102														
14	2.5	85	90	95	100	110	120	135	145	165	180	195	205	215	225	235	245																	
	3	95	100	105	115	120	130	145	155	180	195	210	220	230	240	250	260																	
	3.5	105	110	115	130	140	150	160	175	190	205	220	230	240	245	255	265																	
	4	130	135	140	150	160	170	185	200	210	220	235	245	255	260	275	280																	
16	2.5	105	110	115	130	140	150	160	175	200	220	235	240	250	260	270	280																	
	3	115	125	130	140	150	165	170	185	220	240	250	260	270	280	290	300																	
	3.5	130	135	140	155	160	170	180	200	225	240	260	265	275	285	295	310																	
	4	160	165	175	185	195	205	215	225	245	260	280	285	290	300	310	325																	

T A B L A N° 24 - 3

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																																
Diametro (pulg)	Agujero maximo (pulg)	18			24			30			36			42			48			54			60			72			84			96		
		ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																																
	20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102															
18	2.5	125	130	140	160	170	185	200	215	240	265	280	300	310	320	330	350																	
	3	135	150	160	180	190	205	215	230	250	275	290	305	320	335	345	360																	
	3.5	145	155	160	180	200	215	225	240	265	275	295	310	330	345	355	375																	
	4	175	185	190	215	225	235	250	270	295	310	330	355	375	400	410	430																	
	4.5	200	205	210	235	250	260	275	290	315	325	345	370	385	410	425	450																	
20	2.5	145	160	170	190	200	215	230	260	300	310	330	350	370	390	400	420																	
	3	160	170	180	200	220	240	250	275	300	320	350	365	380	390	400	420																	
	3.5	170	180	195	210	225	240	270	285	300	330	360	375	390	400	415	435	500	550	600														

TABLA N° 24 - 4

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																																
Diametro (pulg)	Agujero maximo (pulg)	18			24			30			36			42			48			54			60			72			84			96		
		ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																																
		20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102														
20	4	190	200	215	240	250	270	285	305	330	360	400	410	425	435	450	470	550	600	660														
	4.5	210	225	235	265	280	290	305	325	350	375	400	425	440	455	475	500	580	630	700														
	5																	600	650	700														
	6																	750	825	900														
24	3	200	210	230	250	265	285	300	325	400	425	450	475	500	510	525	550																	
	3.5	215	225	245	265	280	300	315	350	400	435	460	485	500	515	535	560	600	675	750														
	4	235	245	265	285	300	320	345	380	410	450	500	520	540	560	580	600	700	750	825														
	4.5	255	265	280	300	315	335	370	400	460	480	500	550	570	590	610	635	725	800	900														

TABLA N° 24 - 5

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																					
Diametro (pulg)	Agujero	18		24		30		36		42		48		54		60		72		84		96	
	maximo	ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																					
	(pulg)	20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102			
24	5	280	290	300	335	365	400	420	440	500	530	560	615	635	655	680	710	900	950	1050			
	6																	1100	1200	1300			
	7																	1100	1200	1300			
	8																	1200	1300	1400			
30	3	315	330	350	380	400	430	450	485	525	550	670	700	750	800	850	900						
	3.5	325	340	360	390	410	440	475	500	550	600	660	700	750	800	850	900	925	1000	1100			
	4	350	375	400	425	450	475	500	525	575	635	700	750	800	825	860	900	1100	1200	1300			
	4.5	370	385	400	435	460	490	520	550	600	650	700	780	815	860	900	950	1100	1200	1400			

T A B L A N° 24 - 6

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																											
Diametro (pulg)	Agujero maximo (pulg)	18	24	30	36	42	48	54	60	72	84	96	ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																
		20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	78	90	102									
		30	5	400	420	440	470	500	525	550	580	630	690	750	840	870	900	950	1000	1200	1300	1400							
6	525		550	575	600	625	650	680	740	775	825	875	900	925	950	1000	1050	1500	1600	1700									
7	550		560	575	600	650	675	725	750	800	850	900	950	975	1000	1050	1100	1500	1700	1800									
8																		1600	1800	1900									
10																			2200	2300	2500								
36	3.5	450	475	500	550	590	625	650	675	800	840	880	925	950	1000	1075	1150	1400	1500	1700									
	4	475	500	540	575	600	650	675	700	800	850	900	950	975	1000	1100	1200	1400	1500	1700									
	4.5	490	500	550	600	625	650	700	750	800	850	900	950	100	1050	1100	1200	1500	1600	1800									



T A B L A N° 24 - 7

PESOS DE POLEA SOLDADAS DE TAMBOR DE ACERO (lb)

POLEA		ANCHO DE FAJA (PULGADAS)																																
Diametro (pulg)	Agujero	18			24			30			36			42			48			54			60			72			84			96		
	maximo	ANCHO DE LA SUPERFICIE DE LA POLEA (pulg)																																
	(pulg)	20	22	24	26	30	32	36	38	44	46	51	54	57	60	63	66	72	78	90	102													
36	5	530	550	575	630	675	700	735	775	850	925	960	1000	1050	1100	1200	1300	1700	1900	2100														
	6	635	660	690	735	765	800	835	875	1000	1030	1100	1200	1250	1275	1300	1400	1900	2000	2200														
	7	725	750	800	850	900	950	1000	1050	1150	1175	1250	1350	1375	1400	1475	1550	2000	2100	2300														
	8			850	900	950	1000	1050	1100	1200	1250	1300	1400	1450	1500	1550	1600	2100	2300	2500														
	10																	2700	2900	3200														
42	4	625	650	700	750	800	850	900	950	1000	1075	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1900	2100	2300														
	4.5	640	650	700	775	850	875	900	950	1050	1100	1175	1225	1275	1300	1350	1500	2000	2200	2400														
	5	675	700	740	800	850	900	950	1000	1075	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1500	2100	2400	2600														





**T A B L A N° 26**

**Factor de concentración de esfuerzo de fatiga**

<b>ACERO</b>	<b>Chaveta perfilada</b>	<b>Chaveta corrediza</b>
<b>BHN &lt; 200</b>	0.63	0.77
<b>BHN &gt; 200</b>	0.5	0.63



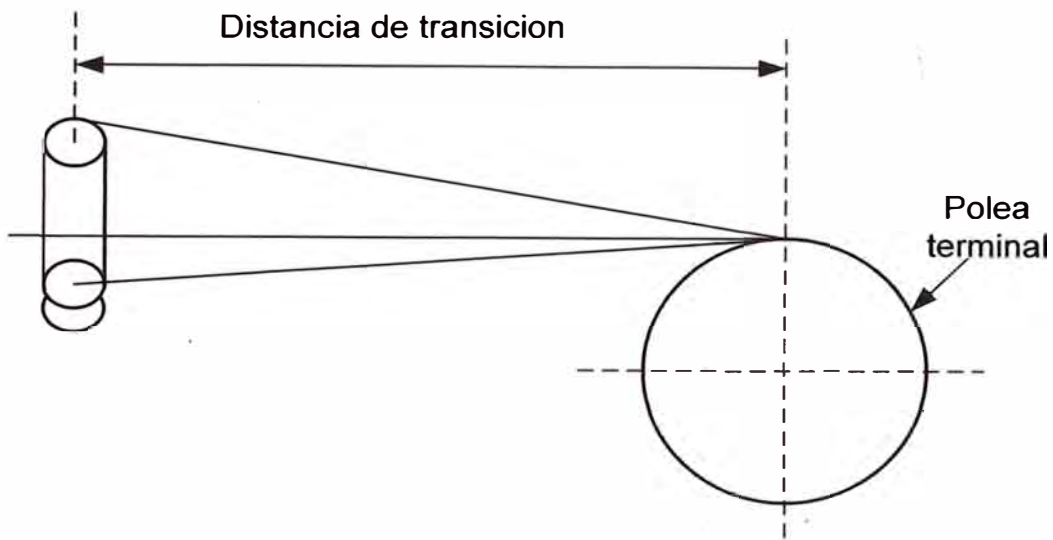
## TABLA N° 27

### VALORES A

Diámetro de eje en pulgadas	A
1.3/16 a 2.7/16	N + 1.5/8
2.11/16 a 2.15/16	N + 1.3/4
3.7/16	N + 2.1/2
3.15/16	N + 2.3/4
4.7/16	N + 3
4.15/16	N + 3.1/4
5.7/16 a 6	N + 4.1/2
6.1/2 a 7	N + 5
7.1/2 a 8	N + 5.1/4
8.1/2 a 10	N + 6.1/4

**TABLA N° 28**

**DISTANCIAS MINIMAS DE TRANSICION RECOMENDADAS**



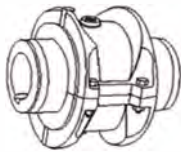
Angulo del rodillo	% del valor de la tensión	Faja tejida	Faja con alma de acero
20°	Mayor de 90	0.9b	2.0b
	60 a 90	0.8b	1.6b
	Menos de 60	0.6b	1.0b
35°	Mayor de 90	1.6b	3.4b
	60 a 90	1.3b	2.6b
	Menos de 60	1.0b	1.8b
45°	Mayor de 90	2.0b	4.0b
	60 a 90	1.6b	3.2b
	Menos de 60	1.3b	2.3b

## TABLA N° 29

### ACOPLES STEELFLEX DE FALK

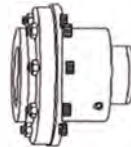
## Falk Steelflex Grid Couplings

A general purpose, lubricated design that combines the economy and high torque capacity of a gear coupling with the torsional flexibility of an elastomer coupling. Backed by a 5-year lubrication warranty, Falk Steelflex couplings require no periodic maintenance when lubricated with Falk LTG (Long Term Grease) at installation. Featuring 25 sizes, Steelflex couplings can accommodate torque loads of 7,500,000 (lb-in) and shaft diameters of 20 inches.



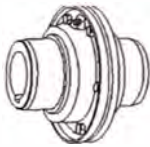
A double flexing, close-coupled design for use in four bearing systems. Features a horizontally split cover which allows for grid replacement without the movement of the connected equipment. (See Page 12.)

**Type T10 Close Coupled**



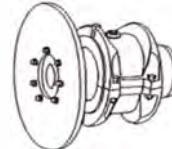
For use on line shaft applications. Can be used in place of single engagement gear couplings to provide torsional resiliency and lower overall operating cost. (See Pages 26 & 27.)

**Type T50 Piloted**



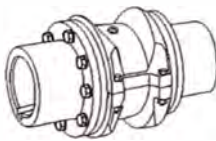
A double flexing design featuring a vertically split steel cover. Ideal for higher running speeds. (See Page 13.)

**Type T20 Close Coupled**



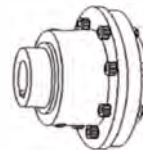
Proven to be far superior to drum-type brakes in cost, construction and performance. (See Pages 28 & 29.)

**Type T63 Disc Brake**



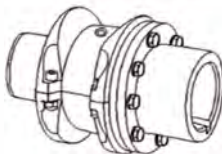
Complete center section drops out for easy service of connected equipment bearings and seals. Ideal for pump applications. (See Pages 14 & 15.)

**Type T31 Full Spacer**



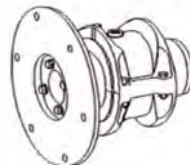
Designed for operating speeds beyond those of the T10 and T20 designs. Features a one-piece cover and balanced components. (See Page 30.)

**Type T70 High Speed**



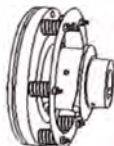
An economical spacer design for easy service of connected equipment bearings and seals. Ideal for pump applications. (See Pages 16 & 17.)

**Type T35 Half Spacer**



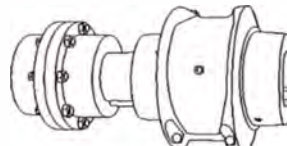
Used primarily to connect the flywheel of an engine to the driven machinery. It provides for higher torque ratings with resulting smaller sizes and lower costs than elastomer couplings. (See Page 31.)

**Type T90 Flywheel**



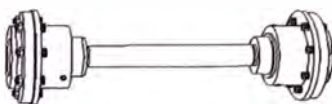
Provides adjustable slipping action to protect connected equipment from shock, jams, or temporary overloads. (See Pages 18 thru 25.)

**Type T41/T44 Controlled Torque**



A combination of two standard Falk couplings. Utilizes readily available components for an economical price and shorter lead time than T31/T35 couplings. (See Page 32.)

**Type T10/G82 Spacer**



Double piloted design for connecting equipment where the distance between shafts is too large for a spacer type coupling. (See Pages 26 & 27.)

**Type T50 Floating Shaft**

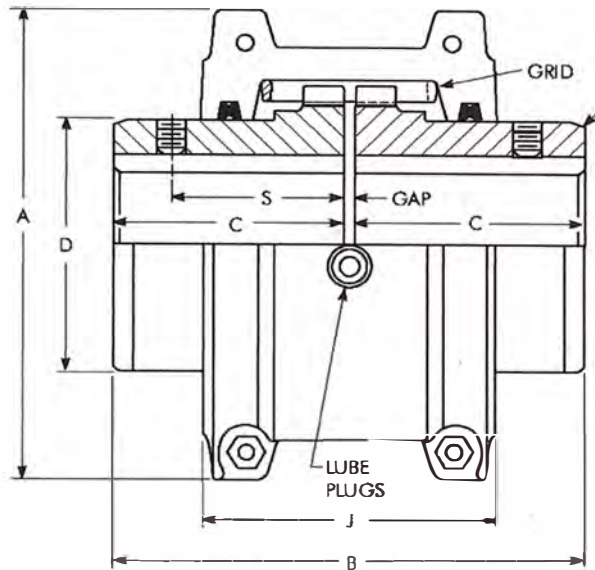


Provides a built-in breaking surface right at or near the centerline of the coupling . . . saves space and dollars. (See Selection Guide 431-310.)

**Type BW Brakewheel**

**WARNING! Mixing grid coupling components from different manufacturers may cause premature failure and possible personal injury or property damage from flying debris.**

# Type T10



SIZE ◆	Torque Rating (lb-in) †	Allow Speed rpm ‡	Max Bore •	Min Bore •	Cplg Wt With No Bore- lb	Lube Wt lb	DIMENSIONS — INCHES							
							A	B	C	D	F	J	S	Gap
1020T	460	4500	1.125	.500	4.2	.06	3.82	3.88	1.88	1.56	....	2.62	1.54	.125
1030T	1,320	4500	1.375	.500	5.7	.09	4.16	3.88	1.88	1.94	....	2.69	1.54	.125
1040T	2,200	4500	1.625	.500	7.4	.12	4.50	4.12	2.00	2.25	....	2.75	1.58	.125
1050T	3,850	4500	1.875	.750	12	.15	5.32	4.88	2.38	2.62	....	3.12	1.76	.125
1060T	6,050	4350	2.125	.750	16	.19	5.82	5.12	2.50	3.00	....	3.62	2.06	.125
1070T	8,800	4125	2.500	1.062	23	.25	6.25	6.12	3.00	3.44	....	3.75	2.12	.125
1080T	18,150	3600	3.000	1.062	39	.38	7.50	7.12	3.50	4.12	....	4.56	2.54	.125
1090T	33,000	3600	3.500	1.625	56	.56	8.31	7.88	3.88	4.88	....	4.81	2.82	.125
1100T	55,550	2440	4.000	1.625	93	.94	9.88	9.69	4.75	5.59	....	6.12	....	.188
1110T	82,500	2250	4.500	2.375	120	1.12	10.62	10.19	5.00	6.31	....	6.36	....	.188
1120T	121,000	2025	5.000	2.625	179	1.62	12.12	12.00	5.88	7.06	....	7.54	....	.250
1130T	176,000	1800	6.000	2.625	266	2.0	13.62	13.00	6.38	8.56	....	7.68	....	.250
1140T	253,000	1650	7.250	4.250	392	2.5	15.12	14.75	7.25	10.00	....	7.92	....	.250
1150T	352,000	1500	8.000	4.750	500	4.3	17.84	14.65	7.20	10.60	15.40	10.68	....	.250
1160T	495,000	1350	9.000	5.250	681	6.2	19.76	15.85	7.80	12.00	17.20	10.96	....	.250
1170T	660,000	1225	10.000	6.000	987	7.7	22.32	17.25	8.50	14.00	19.18	12.10	....	.250
1180T	915,000	1100	11.000	6.000	1365	8.3	24.80	19.05	9.40	15.50	21.84	12.64	....	.250
1190T	1,210,000	1050	12.000	7.000	1710	9.7	26.60	20.65	10.20	17.20	23.93	12.80	....	.250
1200T	1,650,000	900	13.000	7.000	2331	12.4	29.80	22.25	11.00	19.60	26.00	14.00	....	.250
1210T	2,200,000	820	14.000	7.000	3140	23.2	33.25	24.50	12.00	21.00	29.56	17.00	....	.500
1220T	2,970,000	730	15.000	8.000	3935	35.4	36.25	26.10	12.80	22.50	32.37	19.30	....	.500
1230T	3,850,000	680	16.000	8.000	4997	53.0	39.50	27.70	13.60	24.00	35.62	21.50	....	.500
1240T	4,950,000	630	17.000	10.000	6504	74.5	42.80	29.50	14.50	25.50	....	25.50	....	.500
1250T	6,600,000	580	18.500	10.000	8450	110.5	46.50	32.10	15.80	28.00	....	27.50	....	.500
1260T	8,250,000	540	20.000	10.000	10322	148.1	49.64	34.50	17.00	30.00	....	30.00	....	.500

# ANEXO – 2

**CORREAS TRANSPORTADORAS EP  
(POLIESTER-POLIAMIDA)**

## **CORREAS TRANSPORTADORAS EP (POLIESTER-POLIAMIDA)**

Las Fajas Transportadoras PHOENIX del tipo EP, son formadas por fibras de poliéster (E) en el sentido longitudinal (urdiembre) y de poliamida (nylon) (P) en el sentido transversal (trama).

Este tipo de tejido proporciona a la banda una elevada resistencia a la rotura y al impacto, así como una gran flexibilidad y un peso reducido.

### **1.- Características del tejido EP**

#### **➤ Cargas elevadas**

La gran flexibilidad transversal de las fajas con tejido EP, permite la disposición de los polines laterales con grandes ángulos (Hasta 45°) de inclinación con respecto a la horizontal. La estructura especial del tejido, confiere al núcleo alta compactibilidad, manteniendo invariables sus características mecánicas.

#### **➤ Recubrimiento**

Debido a que los tejidos EP no son afectados por las condiciones ambientales, es posible volver a recubrir una parte de la faja gastada o dañada, inclusive la faja completa.

➤ **Resistencia a la deformación**

La estructura textil especial de la faja, les confiere excelente invariabilidad de sus características mecánicas.

➤ **Flexibilidad**

El tejido EP, debido a su alta flexibilidad, garantiza gran resistencia a repetidos esfuerzos dinámicos.

➤ **Resistencia al desgarramiento**

La excepcional adhesión entre los pliegues y el recubrimiento garantiza la alta resistencia a cortes y desgarramientos, haciendo innecesario injertar tejidos especiales antidesgarre, incluso en situaciones en que las características del material transportado lo harían normalmente necesario.

➤ **Bajo estiramiento**

El estiramiento y la contracción elástica de las fajas bajo condiciones de carga de trabajo, alcanza entre 0.8 y 1.2% de la longitud inicial instalada. Esto permite la utilización de mecanismos de templado con limitados recorridos.

➤ **Resistencia a condiciones atmosféricas y agentes químicos**

Los tejidos EP son insensibles a las condiciones ambientales más adversas. Son también adecuados para el transporte de materiales húmedos, ácidos y básicos.

➤ **Histéresis**

La elasticidad del tejido EP garantiza una resistencia especial contra posibles daños por fuertes impactos.

**DATOS TECNICOS**

En la tabla N° 1 se observa la resistencia a la rotura y la carga de trabajo para cada tipo de faja.

**Tabla N° 1**

TIPO	Resistencia a la rotura	Carga de trabajo
	N/mm(lb/pulg)	N/mm(lb/pulg)
EP 250	250.0 (1450.0)	25.0 (145.0)
EP 400	400.0 (2280.0)	40.0 (228.0)
EP 500	500.0 (2850.0)	50.0 (285.0)
EP 630	630.0 (3591.0)	63.0 (359.0)
EP 800	800.0 (4560.0)	80.0 (456.0)
EP 1000	1000.0 (5700.0)	100.0(570.0)
EP 1250	1250.0 (7125.0)	125.0(712.0)

Nota: a) La carga de trabajo es 10% de la carga a la rotura según normas ISO.

b) 1N/mm = 5.7 lb/pulg. Ó 1 lb/pulg. = 0.175 N/mm.



## **2.-Denominación de las fajas transportadoras lisas**

La denominación completa de la faja transportadora lisa incluirá la definición del ancho expresada en mm, tipo de material del tejido, espesores de los recubrimientos y la calidad de las capas de la cubierta.

Ejemplo:

1800 EP 800/4 6+2 X

Indicará que se trata de una faja transportadora de 1800mm de ancho, con tejido de poliéster- nylon, de 800 N/mm de resistencia a la rotura en 4 capas, espesores de recubrimientos de 6mm (superior) y 2mm (inferior) y calidad de recubrimiento X.

El valor de la resistencia a la rotura en lb/pulg.( libras/pulgada) se obtiene al multiplicar por el factor 5.7 al valor dado en N/mm.

Por ejemplo para una faja de EP 630/3 el valor de la resistencia a la rotura es 630 N/mm. =  $630 \times 5.7$  lb/pulg.= 3591 lb/pulg.

La carga de trabajo es 10% de la resistencia a la rotura, o sea en este caso sería de 63 N/mm ó 359 lb/pulg(PIW).

Las longitudes de cada bobina está limitada únicamente por sus dimensiones para el transporte y las posibilidades del usuario para su manejo.

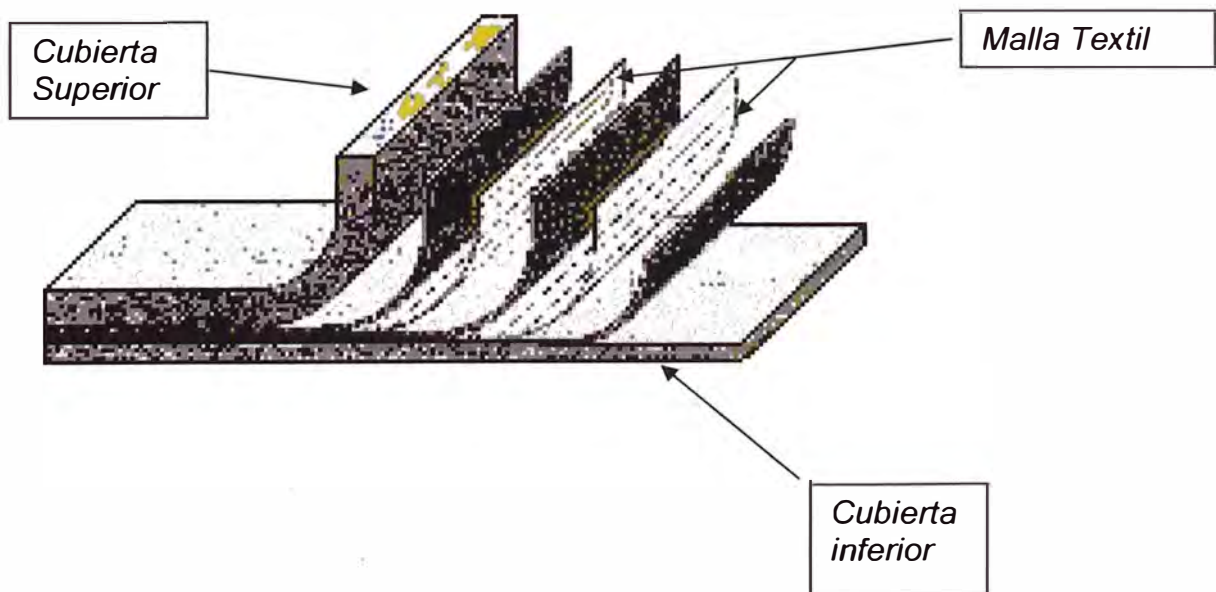
### Composición de una Faja transportadora

Una faja transportadora está conformada por:

**Cubierta Superior** : Es la que está en contacto con el material a transportarse.

**Cubierta Inferior** : Es la que está en contacto con las poleas y rodillos de apoyo.

**Mallas textiles** : Son las que conforman el alma de la faja transportadora y le dan una determinada resistencia a la rotura y capacidad de carga de trabajo.



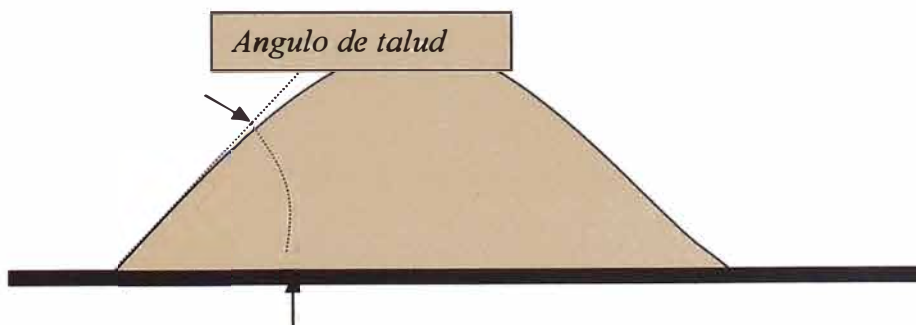
### 3.-CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA SU TRANSPORTE

En la tabla N° 2 se muestran las características de transporte para algunos materiales, dependiendo del estado en que se encuentren.

Estas características se refieren a su densidad aparente, ángulo de talud natural, inclinación máxima recomendada para su transporte mediante faja transportadora lisa y el grado estimado de abrasión de cada uno de ellos, clasificados en tres categorías:

- Grado A (muy abrasivo)
- Grado B (medianamente abrasivo)
- Grado C (poco abrasivo)

Nota.- Se entiende por ángulo de talud natural, al ángulo de inclinación que forma el producto en el estado en que se transporta con la horizontal, tal como se representa:



#### **4.-ESPESOR DE LOS RECUBRIMIENTOS**

Para fajas textiles estándar los espesores de recubrimientos normales de fabricación son de 4+2 mm. en las de dos y tres lonas y 6+2mm en las de cuatro lonas.

En general, la elección del espesor de recubrimiento más adecuado depende de varios factores; los principales son, el tipo material a transportar, el tamaño de los trozos y la frecuencia de los impactos de cada del material en la faja transportadora. Otras causas de desgaste depende de las condiciones de caída del material sobre la banda; altura de la caída, inclinación de la banda en la zona de carga, etc.

Tabla No. 2

DENSIDADES APARENTES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS DE TRANSPORTE					
Material	Estado	Densidad Kg / cm <sup>3</sup>	Angulo Talud ( ° )	Inclinación Máxima (°)	Grado Abrasión
Acido Fosfórico	Granulado	1.00	25	13	B
Alúmina	Granulado	0.75	30	12	C
Arcilla seca	Granulado	1.75	35	21	C
Arcilla seca	Trozos	1.10	35	19	B
Arena de fundición	Granulado	1.35	45	24	A
Arena de fundición	Trozos	1.50	40	22	A
Arena húmeda	Granulado	1.95	45	21	A
Arena seca	Granulado	1.60	35	17	A
Arroz		0.75	20	8	C
Asbestos	Mineral	1.30	20		A
Asfalto	Triturado	0.70	45		C
Avena		0.40	20	10	C
Azúcar	Granulado	0.65	30	17	B
Azufre	Polvo	0.90	25	21	C
Azufre	< 12m m .	0.90	25	20	C
Azufre	> 75m m .	1.35	25	18	C
Barita	Molida	2.10	25		B
Bauzita	Tierra Seca	1.10	35	20	B
Bauzita	Mena	1.35	30	17	A
Bauzita	Triturada	1.30	30	20	A
Boráx	Trozos	0.95	40		B
Boráx	Granulado	0.80	25	20	B
Café	Grano verde	0.50	25	12	C
Cal	Grano fino	1.00	43	23	C
Cal	Terrones	0.85	30	17	C
Caliza	Agricultura	1.10	25	20	B
Caliza	Triturada	1.40	38	18	B
Carbón	Bituminoso	0.80	38	18	C
Carbón	Lignito	0.65	38	22	B
Carbón	Antracita	0.95	27	16	B
Carbón	Vegetal	0.35	35	20	B
Carbonato sódico	Trozos, 12m m	0.80	22	7	B
Carbonato sódico	Trozos, 3m m	0.95	32	19	B
Carbonato sódico	Ligero	0.45	37	22	B
Cemento	Clínker	1.35	30	19	A
Cemento	Portland	1.50	39	12	B
Cenizas	Secas	0.60	40	22	B
Cenizas	Húmedas	0.75	50	25	B
Zinc	Concentrado	1.25	25		B
Coque	Suelto	0.50	45	18	A
Cuarzo	Trozos	1.45	25		A
Dolomitas	Trozos	1.50	20	22	B
Escoria	Fundición	1.35	25	10	A
Escoria	Granulado	1.00	25	14	A
Esquisto	Polvo	1.20	35	20	B
Esquisto	Triturado	1.35	28	15	B
Feldespato	< 12m m	1.25	38	18	B
Feldespato	15-80m m	1.60	34	17	B
Fosfato trisódico	Granulado	1.00	26	11	C
Fosfato trisódico	Polvo	0.80	40	25	C

Tabla No. 2 (Continuación)

DENSIDADES APARENTES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS DE TRANSPORTE					
Material	Estado	Densidad Kg / cm <sup>3</sup>	Angulo Talud ( ° )	Inclinación Máxima (°)	Grado Abrasión
Granito	Trozos	1.40	25		A
Grava	Seca	1.50	25	16	A
Grava	Gujarros	1.50	30	12	A
Harina de trigo	Refinada	0.60	45	20	C
Hielo	Triturado	0.65	15		B
Hormigón	<= 50mm.	2.10	25	25	B
Hormigón	>= 150mm.	2.10	25	21	B
Jabón	Polvo	0.30	30	18	C
Maíz	Grano	0.70	21	10	C
Maíz	Harina	0.60	35	22	C
Mica	Molida	0.20	34	23	B
Mineral de Zinc	Triturado	2.60	38	22	B
Mineral de Zinc	Calcinado	1.80	38		B
Mineral de Cobre	Trozos	2.25	25	12	B
Mineral de cromo	Trozos	2.10	25		C
Mineral de Hierro	Trozos	2.40	35	19	B
Mineral de Hierro	>= 12mm.	2.30	25	22	B
Mineral de Manganeso	Trozos	2.10	39	20	A
Mineral de Plomo	Refinado	3.80	30	15	B
Molibdeno	Molido	1.70	40	25	C
Oxido de Zinc ligero		0.20	35	40	C
Oxido de Zinc pesado		0.55	35	40	C
Oxido de hierro rojo	Pigmento	0.40	40	25	C
Pescado	Harina	0.60	45		C
Pescado	Troceado	0.70	45		C
Pizarra	Triturada	1.40	39	22	B
Roca blanda	Terrones	1.70	35	22	B
Roca de fosfato	Trozos	1.30	25	12	B
Roca triturada	Trozos	2.15	25	18	B
Sal	Refinada	1.20	25	11	B
Sal	No Refinada	0.75	25	20	B
Sal potásica	Refinada	1.30	25		C
Semilla de algodón	Sin plumón	0.60	29	16	C
Semilla de algodón	Con plumón	0.35	35	19	C
Semilla de algodón	Harina Seca	0.60	35	22	C
Soja ( Granos )	En pasta	0.55	35	17	B
Soja ( Granos )	Enteros	0.75	25	14	B
Superfosfato Triple	Refinado	0.85	45	30	C
Talco	<12mm.	1.35	25		C
Talco	40 - 80mm.	1.45	25		C
Talco en polvo		0.90	25		C
Tierra con arcilla	Húmeda	1.70	45	23	B
Tierra Seca		1.20	35	20	B
Trigo		0.75	28	12	C
Virutas de Fe fundido		2.70	35		B
Virutas de madera	Irregulares	0.35	45	27	C
Yeso en polvo		1.10	42	23	B
Yeso en polvo	<12mm.	1.30	40	21	B
Yeso en polvo	40 - 80mm.	1.30	30	15	B

## ESPESOR RECOMENDADO DEL RECUBRIMIENTO SUPERIOR(mm)

En la tabla N° 3 se muestra lo recomendado.

Tabla N° 3

		Abrasion grado A			Abrasion grado B			Abrasion grado C		
		0-50	50-150	> 150	0-50	50-150	> 150	0-50	50-150	> 150
TIEMPO RECORRIDO	TAMAÑO									
	< 0.2 min	5 - 6	6 - 8	8 - 10	3 - 5	5 - 6	6 - 8	2 - 3	3 - 4	4 - 6
	0.2 - 0.4 min	4 - 5	5 - 6	6 - 8	3 - 4.5	> 5	> 6	2 - 2.5	2.5 - 4	4 - 5
	0.4 - 1 min	4 - 5	> 6	> 8	3 - 4	4 - 5	5 - 6	2 - 2.5	2.5 - 3.5	3.5 - 4
	1 - 5 min	3 - 5	5 - 6	7 - 8	3 - 5	4 - 5	5 - 6	2 - 2.5	2.5 - 3.5	3.5 - 4

Para garantizar un equilibrio estructural de la faja, las coberturas inferiores deben ser proporcionales a las superiores, por lo cual se sugiere adoptar los siguientes valores de la tabla N° 4:

Tabla N° 4

SUPERIOR (mm)	INFERIOR (mm)
4	2
6	2
8 - 10	2 - 3

## 5.- Calidades de los Recubrimientos

### A. DESCRIPCION

#### ➤ CALIDADES NORMALIZADAS

Son las de uso más general y se basan en las normas DIN-22102, DIN-22131 Y UNE-18052. Según DIN, se caracterizan como se muestra en la tabla N°. 5.

Entendiendo estos valores como mínimos, excepto en la abrasión que son máximos.

Tabla N° 5

LETRA DISTINTIVA	ROTURA (N/mm <sup>2</sup> )	ALARG. ROTURA (%)	ABRASION (mm <sup>3</sup> )
W	18	400	90
X	25	450	120
Y	20	400	150
Z	15	350	250



➤ **CALIDAD ANTIABRASIVA EXTRA**

Para fajas transportadoras sometidas a trabajo con materiales altamente abrasivos, se dispone de una calidad especial que corresponde al grado W de la tabla anterior, mejorado, con una rotura superior a 20 N/mm<sup>2</sup> y abrasión inferior a 80 mm<sup>3</sup>.

➤ **CALIDAD ANTICORTE**

Para aplicaciones en las que las condiciones del material provocan cortes y desgarros frecuentes en el recubrimiento de la banda, se dispone de una calidad específica anticorte, del tipo de la usada en las ruedas de grandes vehículos todo terreno, que trabajan en condiciones de trabajo extremas.

➤ **CALIDAD IGNIFUGA Y ANTIESTÁTICA**

Para aplicaciones en minería de interior y de acuerdo con las normas y requisitos vigentes, existen bandas en calidades autoextinguibles y conductoras que evitan la propagación de fuego y generación de calor por fricción, que puedan iniciar la deflagración de gases inflamables.

➤ **RESISTENTE A LA TEMPERATURA**

Las fajas transportadoras, de ejecución estándar, soportan temperaturas continuas de trabajo de hasta 80°C y por corto tiempo hasta 110°C.

Existen también fajas transportadoras en ejecuciones para temperaturas de trabajo de hasta 240°C.

Para aplicaciones especiales de alta temperatura es necesario que se proporcione la temperatura de operación para seleccionar la ejecución según tabla N° 6 .

Tabla N° 6

**CINTAS DE ALTA TEMPERATURA PHOENIX**

TIPO DE CINTA	Características Adicionales	Temperatura admisible del material en +C		
		minima	continua	maxima
<b>MAGMA</b>		-30	+150	+180
<b>MAGMA PLUS</b>		-30	+180	+220
<b>MAGMA EXTRA</b>	resistente a llamas	-30	+150	+180
<b>MAGMA SUPER</b>	resistente a acidos	-30	+200	+240

➤ **CALIDAD RESISTENTE A ACEITES Y GRASAS**

Cuando la faja transportadora trabaja en contacto con lubricantes, grasas, etc. deberán utilizarse en su composición calidades de caucho resistentes a estos materiales.

### ➤ **CALIDADES RESISTENTES A PRODUCTOS QUIMICOS**

Cualquier tipo de transporte que suponga el contacto con distintos productos que puedan afectar a las calidades de caucho de uso general, puede tener solución mediante el estudio de la calidad de caucho mas adecuado.

### **B. IDENTIFICACION DE LAS CALIDADES**

Las denominaciones de las distintas calidades se hacen corresponder con letras que las identifican. Según la norma DIN-22102, aparte de las indicadas para las calidades normales, se muestran en la tabla N° 7:

Tabla N° 7

<b>PROPIEDAD ESPECIAL</b>	<b>LETRA</b>
Antiestatico	<b>E</b>
Antiestatico y antillama	<b>K</b>
Antiestatico y antillama y carcasa antillama	<b>S</b>
resistente a la temperatura	<b>T</b>
Resistente al frio	<b>R</b>
resistente a aceites y grasas	<b>G</b>
Para alimentos	<b>A</b>
para productos quimicos	<b>C</b>

## COMPARACION ENTRE LA NORMA RMA Y LA NORMA DIN 22102

Según la Norma RMA ( RUBBER MANUFACTURERS ASSOCIATION)		
GRADO	ROTURA( N/mm2)	ALARG. ROTURA(%)
RMA I	17	400
RMA II	14	400

Según Norma DIN 22102			
Letra Distintiva	Rotura (N/mm2)	Alargamiento a la rotura (%)	Abrasion (mm3)
W	18	400	90
X	25	450	120
Y	20	400	150
Z	15	350	250

### CONCLUSION:

- El tipo X de la norma DIN 22102 es mejor que el tipo RMAI
- El tipo Y de la norma DIN 22102 es mejor que el tipo RMAII

## **ANEXO - 3**

### **NORMAS DE SEGURIDAD EN LA SOLDADURA**

# **NORMAS DE SEGURIDAD EN LA SOLDADURA.**

## **1. RIESGOS Y FACTORES DE RIESGOS**

### **1.1 RIESGOS DE ACCIDENTE**

Los principales riesgos de accidente son los derivados del empleo de la corriente eléctrica, las quemaduras y el incendio y explosión.

El **contacto eléctrico** directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).

El **contacto eléctrico indirecto** puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

Las **proyecciones en ojos** y las quemaduras pueden tener lugar por proyecciones de partículas debidas al propio arco eléctrico y las piezas que se están soldando o al realizar operaciones de descascarillado

La **explosión e incendio** puede originarse por trabajar en ambientes inflamables o en el interior de recipientes que hayan contenido líquidos inflamables o bien al soldar recipientes que hayan contenido productos inflamables.

## 1.2 RIESGOS HIGIENICOS

Básicamente son tres: las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas, la exposición a humos y gases y la intoxicación por fosgeno.

Las exposiciones a radiaciones ultravioleta y luminosas son producidas por el arco eléctrico.

La **inhalación de humos** y gases tóxicos producidos por el arco eléctrico es muy variable en función del tipo de revestimiento del electrodo o gas protector y de los materiales base y de aporte y puede consistir en exposición a humos (óxidos de hierro, cromo, manganeso, cobre, etc.) y gases (óxidos de carbono, de nitrógeno, etc).

Finalmente, puede ocurrir **intoxicación por fosgeno** cuando se efectúan trabajos de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas con dichos productos.

## 2. SISTEMAS DE PREVENCION Y PROTECCION

### 2.1 CONTACTOS ELECTRICOS DIRECTOS E INDIRECTOS

#### ➤ Equipo de soldar:

La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando está en vacío y otro electrónico (Sistema de protección electrónica) que se basa en limitar

la tensión de vacío del secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una tensión de vacío del grupo de 24 V, considerada tensión de seguridad.

➤ Pinza portaelectrodo:

La pinza debe ser la adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.

➤ Circuito de acometida:

Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal  $> 1000$  V. Los bornes de conexión de la máquina y la clavija de enchufe deben estar aislados.

➤ Circuito de soldadura:

Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.

➤ Carcasa:



La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

## **2.2 RADIACIONES ULTRAVIOLETA Y LUMINOSA**

Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería señalar con las palabras: PELIGRO ZONA DE SOLDADURA, para advertir al resto de los trabajadores.

El soldador debe utilizar una pantalla facial con certificación de calidad para este tipo de soldadura, utilizando el visor de cristal inactínico cuyas características varían en función de la intensidad de corriente empleada. Para cada caso se utilizará un tipo de pantalla, filtros y placas filtrantes que deben reunir una serie de características función de la intensidad de soldeo y que se recogen en la **TABLA 1** se indican los valores y tolerancias de transmisión de los distintos tipos de filtros y placas filtrantes de protección ocular frente a la luz de intensidad elevada. En las pantallas deberá indicar clara e indeleblemente la intensidad de la corriente en amperios para la cual está destinada.

### **2.3 PROYECCIONES Y QUEMADURAS**

Se deben emplear mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otros operarios. El soldador debe utilizar pantalla de protección. El filtro de cristal inactínico debe ser protegido mediante la colocación en su parte anterior de un cristal blanco.

### **2.4 EXPOSICION A HUMOS Y GASES**

Se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración que capta los vapores y gases en su origen con dos precauciones: en primer lugar, instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura; en segundo, evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.

### **2.5 INTOXICACION POR FOSGENO**

No se deben realizar operaciones de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas.

### **3. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

#### **3.1 EQUIPO Y ROPA**

El equipo de protección individual está compuesto por: pantalla de protección de la cara y ojos; guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior; mandil de cuero; polainas; calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante; casco y/o cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.

La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.

#### **3.2 NORMAS DE UTILIZACION Y MANTENIMIENTO**

El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente; asimismo la ropa húmeda o sudorada se hace conductora por lo que debe también ser cambiada ya que en esas condiciones puede ser peligroso tocarla con la pinza de soldar. Por añadidura no deben realizarse trabajos de

soldadura lloviendo, o en lugares conductores, sin la protección eléctrica adecuada.

Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.

Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.

En trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.

En trabajos en altura con riesgo de caída, se utilizará un cinturón de seguridad protegido para evitar que las chispas lo quemem. El cristal protector debe cambiarse cuando tenga algún defecto (por Ej. rayado) y ser sustituido por otro adecuado al tipo de soldadura a realizar. En general todo equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente y sustituido cuando presente cualquier defecto.

### **3.3 MANTENIMIENTO E INSPECCION DEL MATERIAL**

Se debe inspeccionar semanalmente todo el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación del equipo dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, mordazas del porta-eléctrodos o bridas de tierra sucias o defectuosas, etc.

En cuanto a los equipos de soldar de tipo rotativo es necesario revisar las escobillas sustituyéndolas o aproximándolas en caso necesario. En ambientes pulvígenos metálicos se debe limpiar periódicamente el interior con aire comprimido para evitar cortocircuitos o derivaciones a la carcasa.

**Tabla1. Especificaciones de transmisión (ISO 48501979)**

N° DE ESCALA	TRANSMISIÓN MAX. EN EL ESPECTRO ULTRAVIOLETA $\tau(\lambda)$		TRANSMISIÓN EN LA BANDA VISIBLE DEL ESPECTRO $\tau_v$		VALOR MEDIO MÁXIMO DE LA TRANSMISIÓN INFRARROJA	
	313 nm %	365 nm %	Max %	Min %	$\tau_{NIR}$	$\tau_{MIR}$
					IR próximo 1.300 a 780 nm %	IR medio 2.000 a 1.300 nm %
1,2	0,0003	50	100	74,4	37	37
1,4	0,0003	35	74,4	58,1	33	33
1,7	0,0003	22	58,1	43,2	26	26
2,0	0,0003	14	43,2	29,1	21	13
2,5	0,0003	6,4	29,1	17,8	15	9,6
3	0,0003	2,8	17,8	8,5	12	8,5
4	0,0003	0,95	8,5	3,2	6,4	5,4
5	0,0003	0,30	3,2	1,2	3,2	3,2
6	0,0003	0,10	1,2	0,44	1,7	1,9
7	0,0003	0,037	0,44	0,16	0,81	1,2
8	0,0003	0,013	0,16	0,061	0,43	0,68
9	0,0003	0,0045	0,061	0,023	0,20	0,39
10	0,0003	0,0016	0,023	0,0085	0,10	0,25
11	Nota 1	0,00060	0,0085	0,0032	0,050	0,15
12		0,00020	0,0032	0,0012	0,027	0,096
13		0,000076	0,0012	0,00044	0,014	0,060
14		0,000027	0,00044	0,00016	0,007	0,04
15		0,000009 4	0,00016	0,000061	0,003	0,02
16		0,000003 4	0,000061	0,000029	0,003	0,02

NOTA 1. Valor inferior o igual al factor de transmisión admitido para 365 nm

Especificaciones complementarias

- a. Entre 210 y 313 nm, la transmisión no debe sobrepasar el valor admisible para 313 nm
- b. Entre 313 y 365 nm, la transmisión no debe sobrepasar el valor admisible para 365 nm
- c. Entre 365 y 400 nm, la transmisión espectral media no debe sobrepasar la transmisión media en la banda visible  $\tau_v$

## ANEXO - 4

### **ESPECIFICACION DE PINTURA PARA ESTRUCTURAS METALICAS**

# **ESPECIFICACION DE PINTURA PARA ESTRUCTURAS METALICAS**

## **1.0 REFERENCIAS**

Las publicaciones listadas abajo forman parte de estas especificaciones, en la cual nos guiaremos para el pintado, básicamente de las estructuras metálicas.

SSPC	Structures Painting Council Steel
ANSI	American National Standards Institute
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
ANSI Z53.1	Safety Color Coding for Marking Physical Hazards

## **2.0 REQUERIMIENTOS GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA**

### **2.1 Seguridad**

La estructura de acero (perfiles, incluyendo las planchas) estructuras tubulares, parrillas, peldaños y barandas deben de ser pintadas en taller conforme a la Especificación técnica de las pinturas.

No esta permitido la concentración de gases durante los trabajos de pintura que supongan peligros inflamables ó tóxicos para los trabajadores. En todos los espacios cerrados los gases se expulsarán al exterior mediante sistemas de ventilación por aspiración para mantener la concentración de gases a niveles inocuos. Donde se generen gases inflamables, no se podrán utilizar equipos, motores ó aditamentos que produzcan chispas. El personal encargado de la



aplicación de la pintura ó preparación de la superficie a pintar, contara con todos los implementos de seguridad adecuados para el trabajo. Antes de empezar a pintar, el supervisor ordenará la delimitará el área de trabajo según se requiera.

## **2.2 Instrucciones del fabricante**

Los materiales para pintura se prepararán y aplicarán según lo requerido en la presente especificación y en las instrucciones impresas del fabricante. Las instrucciones del fabricante se colocarán a la vista de todos en el lugar donde se prepare el material para la aplicación.

## **2.3 Equipos**

Todos los equipos y métodos de aplicación a utilizar estarán de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la pintura.

## **2.4 Condiciones meteorológicas.**

No se aplicará la pintura si alguna de las siguientes condiciones es predominante:

- La temperatura ambiental es inferior a 5°C ó superior a 38°C.
- Si las superficies recién pintadas o durante el secado, pueden verse afectadas por lluvia, neblina o condensación de agua.

Se podrá aplicar la pintura en lugares cerrados y ventilados, si se toman las medidas necesarias para controlar artificialmente las condiciones ambientales en el interior.

### **3.0 PINTURA**

La pintura se entregará en sus recipientes originales con etiqueta y sello inviolado.

Las etiquetas se podrán leer en el momento de la aplicación de la pintura y contendrán:

- Marca
- Fórmula y número de especificación
- Color
- Instrucciones de aplicación del fabricante
- Fecha de envasado
- Número de lote
- Nombre del fabricante

Usar productos del mismo fabricante para cada tipo de superficie a recubrir.

Las capas de acabado deberán ser compatibles con las capas de imprimantes; Las capas imprimantes deberán ser compatibles con los recubrimientos aplicados.

### **4.0 SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO**

Se suministrarán y aplicarán los siguientes sistemas de recubrimiento según el tipo de superficie o substrato o como indicado en los planos de diseño, el espesor seco indicado es mínimo a menos que el fabricante especifique un mayor espesor.

A la superficie arenada se le aplicará pintura dentro de las 2 horas después de arenado, y en ningún caso más de 4 horas después del arenado.

**TABLA N° 1: SISTEMA P1:**

SUBSTRATO	Acero no estructural fabricado en taller, equipos.				
PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Arenado comercial SSPC SP-6				
tipo de capa	tipo de recubrimiento	capas	espesor $\mu\text{m}$ (mils)	producto	fabricante
Primer aplicado en taller	Epóxico	1	125 (4.92)	AMERLOCK 2	AMERON
Retoque	Epóxico Limpieza con herramienta manual SSPC SP-3			AMERLOCK 2	AMERON
Acabado	Ninguno	-	-	-	-

- SSPC SP-3 : Steel Structure Painting Council (Limpieza con Herramientas Eléctricas o Neumáticas)  
 - SSPC SP-6 : Steel Structure Painting Council (Limpieza por Chorro Abrasivo a Grado Gris Comercial)  
 - Las especificaciones técnicas de este producto se muestran en el ANEXO 1.3.2

**TABLA N° 2: SISTEMA P2:**

SUBSTRATO	Acero no estructural fabricado en campo, Acero estructural, tanques.				
PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Arenado comercial SSPC SP-6				
tipo de capa	tipo de recubrimiento	capas	espesor $\mu\text{m}$ (mils)	producto	fabricante
Primer	Zinc inorgánico	1	75 (2.95)	AMERCOAT 68HS	AMERON
Retoque	Epóxico Limpieza con herramienta manual SSPC SP3			AMERLOCK 2	AMERON
Intermedio	ninguno				
Acabado	Epóxico	1	125 (4.92)	AMERCOAT 450HS	AMERON

Las especificaciones técnicas de este producto se muestran en el ANEXO 1.3.2

**TABLA N° 3: SISTEMA P3:**

SUBSTRATO	Tuberías				
PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Limpieza con herramienta manual SSPC-SP-3				
tipo de capa	tipo de recubrimiento	capas	espesor $\mu\text{m}$ (mils)	producto	fabricante
Primer	Alquidico aplicado en campo	1	75 (2.95)	Amercoat 5105	AMERON
Retoque	Alquidico limpieza con herramienta manual SSPC SP3			Amercoat 5105	AMERON
Intermedio	-	-	-	-	-
Acabado	Esmalte alquidico, en tuberías no aisladas solamente	1	50 (1.97)	Amercoat 5401	AMERON
Las especificaciones técnicas de este producto se muestran en el ANEXO 1.3.2					

**TABLA N° 4: SISTEMA P4:**

SUBSTRATO	Muros de albañilería y concreto				
PREPARACION DE LA SUPERFICIE	Superficies limpias, libres de suciedad, grasa, aceite, eflorescencia. Rellenar vacíos y rajaduras para emparejar superficies.				
TIPO DE CAPA	TIPO DE RECUBRIMIENTO	CAPAS	ESPESOR $\mu\text{m}$ (mils)	PRODUCTO	FABRICANTE
	Acrílico	2	65 (2.56) x capa	Amercoat 220	AMERON

**TABLA N° 5: SISTEMA P5:**

<b>SUBSTRATO</b>	<b>Pisos de concreto y sardineles</b>				
<b>PREPARACION DE LA SUPERFICIE</b>	<b>Superficies limpias, libres de suciedad, grasa, aceite, eflorescencia. Superficie con 28 días de curada.</b>				
<b>TIPO DE CAPA</b>	<b>TIPO DE RECUBRIMIENTO</b>	<b>CAPAS</b>	<b>ESPESOR µm (mils)</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>FABRICANTE</b>
	Epóxico	2	125 (4.92) x capa	Amercoat 370	AMERON

#### 4.1 CODIGO DE COLORES

Los colores para elementos de seguridad de conformidad con los requisitos de OSHA:

- **Amarillo seguridad:** Para usarlos en zonas de precaución que delimiten zonas de riesgo físico tales como tropiezos, caídas, barandas, guarda pies, escaleras verticales, jaulas y guardas de seguridad de equipos.
- **Rojo seguridad:** Para los equipos y aparatos de protección contra incendios, recipientes de líquidos inflamables y palancas para parada de emergencia en máquinas peligrosas.
- **Verde seguridad:** Usado para marcar equipos de primeros auxilios, tales como gabinetes de medicina, contenedores de mascarar para gas, respiradores, duchas de seguridad.
- **Naranja seguridad:** Para las sustancias químicas tóxicas y para promover seguridad y resaltar el peligro en maquinas o equipos que puedan cortar,

aplastar, electrocutar u otro daño a los trabajadores. Usado en las guardas de maquinarias.

- **Morado seguridad:** Usado para designar zonas de radiación.

Los siguientes colores toman como referencia el código RAL y los determinados por Ameron (Corporación multinacional de fábricas de alta ingeniería de productos y materiales para ala industria Química, energía, transporte, etc.)

**TABLA N° 6 Colores para algunos tipos de estructuras**

SUPERFICIE	COLOR	CODIGO RAL
Acero estructural dentro de edificios	Gris - metálico	7046
Acero estructural fuera de los edificios	Gris - metálico	7046
Vigas sobre tanques	Gris - metálico	7046
Parrillas y pasos de escalera	Negro Seguridad	9004
Planchas de piso		
Barandas, guarda pie, escaleras verticales, jaulas de seguridad	Amarillo Seguridad	1018
Escalera de acceso a tanques	Negro Seguridad	9004
Techo exterior zona de planta	Rojo Teja	Según estándar del proveedor
Muros de albañilería	Beige	1001
Puertas y marcos interiores y exteriores	Según empresa	-
Equipos Mecánicos	Según estándar del proveedor	
Equipos Eléctricos	Según estándar del proveedor	
Código de colores RAL (ver Anexo 1.3.3)		

## **4.2 Preparación de la superficie del Acero**

La preparación de la superficie de acero se efectuará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de pintura

Se hará por lo menos una limpieza por chorro abrasivo hasta alcanzar un acabado comercial de conformidad con SSPC SP-6 con un perfil de chorro de 25-75 micrón (1-3 mils) "blast profile". Luego se procederá a la aplicación de la capa de imprimantes y acabado.

Se eliminará todo tipo de grasas, polvo, suciedad, escorias de soldadura, pintura mal adherida, etc. antes de la aplicación de la pintura

## **4.3 Aplicación de pintura**

### **➤ Generalidades**

Durante la preparación de la superficie a pintar ó la aplicación de la pintura, se tomarán las medidas apropiadas para evitar las salpicadura, goteos o daño a las superficies y equipos contiguos a la zona de trabajo.

Con la finalidad de que las capas pintura tengan una buena adherencia, cada capa se aplicará después de que la capa anterior este seca ó dentro del plazo que fije el fabricante de la pintura en sus especificaciones.

La pintura para las superficies cubiertas, se aplicará luego de que el área haya sido cubierta.

### ➤ **Superficies de acero**

Las superficies de acero tratadas con imprimantes, se podrán recubrir con pintura en aerosol o aplicada con brocha. Donde se exija limpiar con chorro abrasivo las superficies preparadas, se pintarán antes de que la superficie sufra deterioro.

La pintura se aplicará sin escurrideras. Los remaches, soldaduras, pernos, bordes, fisuras y demás irregularidades se recubrirán con la misma capa que las superficies lisas contiguas.

Las uniones separadas de las superficies de contacto que pueden retener humedad, se sellarán con un compuesto aprobado para calafatear antes de aplicar la segunda capa de pintura.

#### **4.4 Pintura en taller y en campo.**

El pintado en taller y campo será especificado en los planos, especificaciones ú órdenes de compra.

En general los siguientes ítems serán pintados en taller:

- Estructuras de acero fabricadas en taller
- Plataformas, escaleras, barandas, planchas de piso fabricadas en taller
- Tanques y recipientes fabricados en taller.
- Equipos



Los componentes pintados en taller serán embalados y transportados adecuadamente para evitar daños durante el carguío, transporte y recepción. Los daños al recubrimiento serán retocados por el Contratista. El suministrador de las estructuras o componentes deberá suministrar pintura de retoque para después de la instalación (en obra).

En general los siguientes ítems serán pintados después de la construcción, quiere decir en montaje (en obra):

- Acero misceláneo no pintado o suministrado con primer.
- Tanques, recipientes, escaleras, barandas fabricados en campo.
- Superficies de concreto o albañilería como especificado.

#### **4.5 Superficies sin pintar**

Los siguientes ítems se dejarán sin pintar a menos que se indique lo contrario:

- Áreas de contacto de conexiones de deslizamiento crítico.
- Interior de silos, chutes, (a ser cubiertos con otros materiales), y superficies de metal embebidas en contacto con concreto.
- Ítems no metálicos.
- Materiales de aislamiento o a prueba de fuego.
- Acero Inoxidable, excepto cuando sea especificado.
- Interiores de tanque excepto cuando sea especificado.
- Vástago de válvulas y otras partes en movimiento.

- Las áreas alrededor de las soldaduras no serán pintadas. Estas áreas permanecerán sin pintar incluyendo una banda de 40 mm de ancho por ambos lados de la soldadura. Estas áreas serán pintadas con pintura de retoque posteriormente.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PRODUCTOS (PINTURAS)

**TABLA – 7 AMERLOCK 2**

*EPOXICO TOLERANTE A LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIE DE RAPIDO SECADO*

<b>DESCRIPCION Y VENTAJAS</b>	<b>USOS TIPICOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápido secado, secado al tacto en 2 horas a 21°C</li> <li>• Repintado a las 3 horas a 21°C</li> <li>• Curado hasta los –18°C</li> <li>• Excelente protección: ambientes industriales y marinos</li> <li>• Excelente adhesión a óxido bien adherido y superficies húmedas preparadas</li> <li>• Base y acabado a la vez sobre la mayoría de recubrimientos existentes</li> <li>• Repintado con un amplio rango de acabados</li> <li>• Bajo VOC y alto contenido de sólidos, reduce posibilidad de poros o solvente atrapado entre capas</li> <li>• Amplia variedad de colores, incluyendo el aluminio</li> </ul> <p>Sobre superficies nuevas o antiguas de acero, galvanizado, concreto, madera y fibra de vidrio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En zonas donde es imposible el “arenado”.</li> <li>• Mantenimiento de estructuras metálicas o concreto en plantas químicas, mineras, pesqueras, de alimentos, petroquímicas.</li> <li>• Protección de pisos, pozas y superficies de concreto en almacenes, plantas de alimentos, hangares, cámaras de frío.</li> <li>• Ideal para la protección de bodegas en embarcaciones pesqueras</li> </ul> <p>Interiores de tanques de agua potable, tanques de lastre, etc.</p>

## Continuación:

MÉTODO DE APLICACIÓN	CALIFICACIONES
<p>Equipo airless - Similar a Graco Bulldog 45:1 boquilla 0,017” a 0,021” con filtro malla 60</p> <p>Equipo convencional a presión - Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión y filtros de aceite-humedad Brocha y rodillo</p> <p>- Resistentes a diluyentes epóxicos</p> <p><b>TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)</b> al tacto : 1 - 2 horas al tacto duro : 3 - 5 horas Repintado mínimo : 3 horas Repintado máximo</p> <p>Amerlock 2 : 1 mes A450HS, Amershield : 1 semana Amercoat 5405 : 1 día A2 AL / A2 AL : 2 semanas</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprobación NSF (contacto con agua potable)</li><li>• Aprobado por USDA (contacto incidental con alimentos)</li><li>• Cumple FDA 21 CFR 175.300 para contacto directo con alimentos</li><li>• Cumple NFPA Clase A pintura retardadora de fuego</li></ul> <p><b>DATOS FÍSICOS</b></p> <p>Acabado : Semi-brillante Color : Según cartilla (*) <i>(*) El color blanco y los colores claros podrían mostrar amarillamiento en el tiempo. Los colores amarillo, rojo y naranja se decolorarán más rápido que otros debido al reemplazo de pigmentos.</i></p> <p>Componentes : Dos Relación de la mezcla: 1 de resina (parte A) (en volumen) 1 de catalizador (parte B) Curado : Evaporación de solventes y reacción química Sólidos en volumen : 83% + 3% Espesor película seca : 4 - 8 mils (125 – 200 micrones) Número de capas : Una o dos Rendimiento teórico : 25 m<sup>2</sup>/galón a 5 mils seco <i>El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.</i></p> <p>Diluyente : Amercoat 65 Tiempo de vida útil : 1 hora a 21°C Resistencia a la temperatura (en seco) Continua : 93°C Intermitente : 177°</p>

## **Continuación:**

### **CONDICIONES DE APLICACIÓN**

Temperatura	mínima	máxima
de la superficie	-6°C	49°C
del ambiente	-6°C	49°C
Humedad relativa	% 85	

*La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.*

### **DATOS DE ALMACENAMIENTO**

Peso por galón : 5.3 + 0.3 Kg

Punto de inflamación

Resina : 42°C

Catalizador : 17°C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a Temperaturas entre 4°C a 38°C.

### **IMPRIMANTES RECOMENDADOS**

Normalmente no requiere, pero se puede usar:

Dimetcote 9, Dimetcote 9FT, Amercoat 68HS, Amercoat 71, Anticorrosivo Durapox R, o similares en la línea Ameron o JET.

### **ACABADOS RECOMENDADOS**

Amerlock 2, Amershield, Amercoat 450HS, o similares en la línea Ameron o JET.

### **PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 65 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

### **PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.

No use este producto sin antes tomar todas las Precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire.



## Continuación:

### PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Acero nuevo

- "Arenado" comercial según norma SSPC-SP6

Acero antiguo

- "Arenado" cercano al metal blanco según norma SSPC- SP10.

Acero expuesto a ambientes de baja corrosividad

- Limpieza manual mecánica según norma SSPCSP3

Acero con zinc inorgánico o Galvanizado

- Lavar con Unexol 101

*La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.*

### MÉTODOS DE APLICACIÓN

Equipo airless

- Similar a Graco Bulldog 33:1 boquilla 0,021" a 0,023" con filtro malla 30

Equipo convencional a presión

- Similar a Devilbiss MBC-Zinc boquilla 64D con regulador de presión y filtros de aceite-humedad.

Además requiere agitación constante.

### TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)

al tacto : 30 - 40 minutos

al tacto duro : 6 - 8 horas

Repintado máximo : 6 meses

Repintado mínimo : 2 horas

### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Mínima	Máxima
de la superficie	10°C	60°C
del ambiente	10°C	49°C

*La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.*

### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador tipo Jiffy accionado neumáticamente.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador, mézclelos usando el agitador.
4. Agite la mezcla y agregue el polvo lentamente mezclando e incorporándolo a la mezcla de resina y catalizador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 65 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. El espesor típico de película seca es de 3 mils, sin embargo puede aplicarse hasta un máximo de 5 mils en seco en una sola capa.
7. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
8. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil. Se aplicará una capa uniforme de pasadas paralelas traslapadas en 50%.
9. Aplique el acabado dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.

No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire.



**TABLA – 9 AMERCOAT 450HS**

**ACABADO POLIURETANO ALIFATICO ALTO BRILLO**

DESCRIPCION Y VENTAJAS	DATOS FISICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena resistencia a exteriores con excelente retención del brillo y color</li> <li>• Resistente a diferentes tipos de ambientes corrosivos</li> <li>• Resistente a manchas y fácil de limpiar</li> <li>• Duro, flexible y resistente a la abrasión</li> <li>• Resiste salpicaduras de soluciones ácidas y alcalinas, vapores ácidos, salpicaduras de solventes y agua.</li> </ul>	<p>Acabado : Brillante</p> <p>Color : Según cartilla (*)</p> <p>(*) En algunos se podría requerir capas adicionales para obtener un adecuado cubrimiento (especialmente amarillo, rojo y naranja, los cuales se decolorarán más rápido que otros debido al reemplazo de pigmentos.</p>
<p><b>USOS TÍPICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como capa de acabado donde se requiera una óptima apariencia y resistencia a ambientes corrosivos.</li> <li>• Acabado de exteriores de tanques, estructuras maquinarias.</li> </ul>	<p>Componentes : Dos</p> <p>Relación de la mezcla : 4 de resina (parte A) (en volumen) : 1 de catalizador (parte B)</p> <p>Curado : Evaporación de solventes y reacción química</p> <p>Sólidos en volumen : 66% ± 3%</p> <p>Barniz : 52% ± 3%</p> <p>Espesor película seca : 2 - 3 mils (50 - 75 micrones)</p> <p>Número de Capas : Una o dos</p> <p>Rendimiento teórico :</p>
<p><b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b></p> <p>Equipo airless</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0,019” a 0,021” con filtro malla 60</li> </ul> <p>Equipo convencional a presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión y filtros de aceite-humedad</li> </ul>	<p>Esmalte : 49 m2/gal a 2 mils</p> <p>Barniz : 38 m2/gal a 2 mils</p> <p>El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.</p> <p>Diluyente : Amercoat 101</p> <p>Tiempo de vida útil : 4 horas a 21° C</p> <p>Resistencia a la temperatura en seco</p> <p>Continua : 93°C</p> <p>Intermitente : 121°C</p> <p><b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b></p> <p>Sobre imprimante epóxico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpiar para eliminar suciedad y contaminantes</li> </ul> <p>La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.</p>



## Continuación:

### TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)

al tacto	: 20 - 60 minutos
al tacto duro	: 8 - 9 horas
Repintado máximo (días)	: 32°C   21°C   10°C   0°C 7   30   60   --
Repintado mínimo (horas)	: 32°C   21°C   10°C   0°C 2   4   12   --

### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	: Mínima	Máxima
de la superficie	7°C	49°C
del ambiente	7°C	49°C
Humedad relativa %	40	85

La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.

### DATOS DE ALMACENAMIENTO

Peso por galón	: 4.8 + 0.4 Kg.
Punto de inflamación	
Resina	: 27°C
Catalizador	: 38°C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4°C a 38°C.

### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 101 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

### IMPRIMANTES RECOMENDADOS

Con 1 mes de secado máximo:

- Amerlock 400 AMERON
- Amercoat 385 AMERON
- Imprimante epóxico similar AMERON, JET, CPP

### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.

No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, mascarar para vapores orgánicos o con alimentación de aire.

## TABLA – 10 AMERCOAT 5105HS

### IMPRIMANTE ALQUIDICO

DESCRIPCION Y VENTAJAS	DATOS FISICOS									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimante alquídico de rápido secado</li> <li>• Buena nivelación</li> <li>• Resistente a la corrosión</li> <li>• No contiene plomo ni cromo</li> <li>• Adecuado para trabajos de taller</li> </ul>	<p>Acabado : Mate</p> <p>Color : Rojo, blanco</p> <p>Componentes : Uno</p> <p>Curado : Evaporación de solventes y oxidación.</p>									
<p><b>USOS TIPICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exterior de tanques</li> <li>• Cubiertas, superestructuras y obra muerta de embarcaciones</li> <li>• Estructuras de la industria en general</li> <li>• Exteriores de maquinarias</li> </ul>	<p>Sólidos en volumen : 60% ± 3%</p> <p>Espesor película seca : 2 -3 mils (50 - 75micrones)</p> <p>Número de capas : Una</p> <p>Rendimiento teórico : 41 m<sup>2</sup>/gal a 2 mils seco</p> <p>El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.</p> <p>Diluyente : Amercoat 15</p>									
<p><b>METODOS DE APLICACIÓN</b></p>	<p>Para mayores detalles de resistencia física y química consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.</p>									
<p>Equipo airless</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0,017”</li> <li>—</li> <li>0,021” con filtro malla 60</li> </ul>	<p><b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b></p>									
<p>Equipo convencional a presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión y filtros de aceite-humedad</li> </ul>	<p>Acero nuevo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Arenado” comercial según norma SSPC- SP6 o limpieza manual mecánica según normas SSPCSP2/ SP3.</li> </ul> <p>La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.</p>									
<p>Brocha y rodillo</p>	<p><b>TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)</b></p>									
<p><b>CONDICIONES DE APLICACIÓN</b></p>	<p>al tacto : 30 min – 3 horas</p>									
<table border="0"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>Mínima</td> <td>Máxima</td> </tr> <tr> <td>de la superficie</td> <td>5°C</td> <td>43°C</td> </tr> <tr> <td>del ambiente</td> <td>5°C</td> <td>43°C</td> </tr> </table>	Temperatura	Mínima	Máxima	de la superficie	5°C	43°C	del ambiente	5°C	43°C	<p>al tacto duro : 8 - 24 horas</p> <p>Repintado máximo : No tiene</p> <p>Repintado mínimo : 12 horas</p>
Temperatura	Mínima	Máxima								
de la superficie	5°C	43°C								
del ambiente	5°C	43°C								
<p>Humedad relativa % 85</p> <p>La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.</p>	<p>El secado al tacto duro depende de los espesores y las condiciones ambientales</p>									

**Continuación:**

<b>DATOS DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN</b>
<p>Peso por galón : 4.8 + 0.4 Kg.</p> <p>Punto de inflamación</p> <p>Resina : 27°C</p> <p>Catalizador : 38°C</p> <p>Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4°C a 38°C.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.</li><li>2. Homogenice la pintura. Use un agitador neumático.</li><li>3. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 15 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.</li><li>4. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.</li><li>5. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.</li></ol> <p><b>IMPRIMANTES RECOMENDADOS</b></p> <p>No requiere.</p> <p><b>PRECAUCIONES DE SEGURIDAD</b></p> <p>El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.</p> <p>No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire.</p>

**TABLA - 11 AMERCOAT 5401HS**

**ESMALTE ALQUIDICO**

<b>DESCRIPCION Y VENTAJAS</b>	<b>DATOS FISICOS</b>									
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esmalte de alta retención de color y brillo, en comparación con otros esmaltes alquídicos.</li> <li>• Se puede aplicar directo al metal</li> <li>• Resiste la intemperie en ambientes industriales y marinos moderados.</li> <li>• No es resistente a condiciones severas químicas, atmosféricas, salpicaduras o inmersión.</li> </ul>	<p>Acabado : Brillante</p> <p>Color : Según cartilla</p> <p>Componentes : Uno</p> <p>Curado : Evaporación de solventes y oxidación</p> <p>Sólidos en volumen : 48% ± 3%</p> <p>Espesor película seca : 1.5 - 2.5 mils (38-65 micrones)</p>									
<p><b>USOS TÍPICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exterior de tanques</li> <li>• Cubiertas, superestructuras y obra muerta de embarcaciones</li> <li>• Estructuras de la industria en general</li> <li>• Exteriores de maquinarias</li> </ul>	<p>Número de Capas : Una o dos</p> <p>Rendimiento teórico : 48 m<sup>2</sup> /gal a 1.5 mils seco</p> <p><i>El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.</i></p> <p>Diluyente : Amercoat 15</p>									
<p><b>MÉTODOS DE APLICACIÓN</b></p> <p>Equipo airless</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0,017” – 0,021” con filtro malla 60</li> </ul> <p>Equipo convencional a presión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión y filtros de aceite-humedad</li> </ul> <p>Brocha y rodillo</p>	<p><i>Para mayores detalles de resistencia física y química, consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.</i></p>									
<p><b>CONDICIONES DE APLICACIÓN</b></p> <table border="1" data-bbox="127 1523 774 1668"> <thead> <tr> <th>Temperatura</th> <th>Mínima</th> <th>Máxima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>de la superficie</td> <td>7°C</td> <td>38°C</td> </tr> <tr> <td>del ambiente</td> <td>7°C</td> <td>38°C</td> </tr> </tbody> </table> <p>Humedad relativa % : 85</p> <p>La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.</p>	Temperatura	Mínima	Máxima	de la superficie	7°C	38°C	del ambiente	7°C	38°C	<p><b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b></p> <p>Acero nuevo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Arenado” comercial según norma SSPC- SP6.</li> </ul> <p>Superficie con pintura base</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplica sobre anticorrosivo alquídico libre de contaminantes.</li> </ul> <p>La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.</p> <p><b>TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)</b></p> <p>al tacto : 2 – 4 horas</p> <p>al tacto duro : 20 - 24 horas</p> <p>Repintado máximo : No tiene</p>
Temperatura	Mínima	Máxima								
de la superficie	7°C	38°C								
del ambiente	7°C	38°C								

## **Continuación:**

### **DATOS DE ALMACENAMIENTO**

Peso por galón : 4.8 + 0.4 Kg.

Punto de inflamación

Resina : 27°C

Catalizador : 38°C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4°C a 38°C.

### **PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura. Use un agitador neumático.
3. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 15 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
4. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
5. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.

### **IMPRIMANTES RECOMENDADOS**

Amercoat 5105 o cualquier anticorrosivo alquídico.

### **ACABADOS RECOMENDADOS**

Puede ser repintado con Amercoat 5401 o cualquier esmalte alquídico.

### **PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**


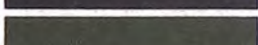
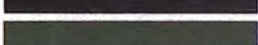







El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.

No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire.








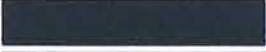


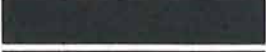

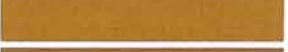
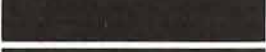

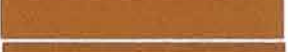
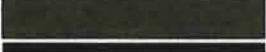





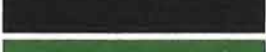

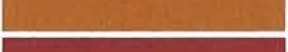









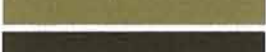


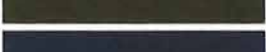
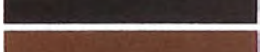

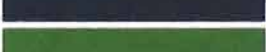
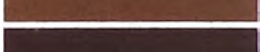
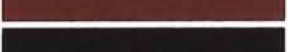

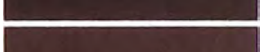


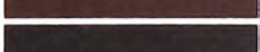


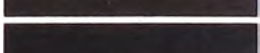
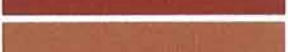













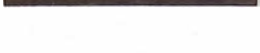






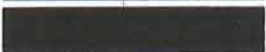















## TABLA - 12

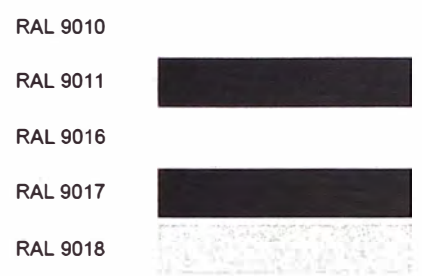
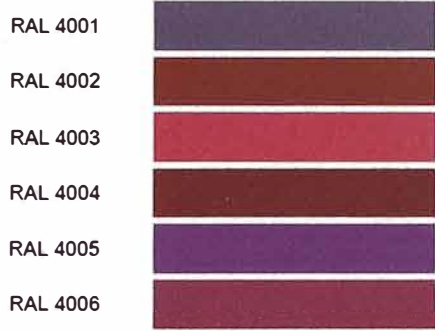
### TABLA Y CARTA DE COLORES RAL

RAL 1000		RAL 4007		RAL 7008	
RAL 1001		RAL 4008		RAL 7009	
RAL 1002		RAL 4009		RAL 7010	
RAL 1003		RAL 5000		RAL 7011	
RAL 1004		RAL 5001		RAL 7012	
RAL 1005		RAL 5002		RAL 7013	
RAL 1006		RAL 5003		RAL 7015	
RAL 1007		RAL 5004		RAL 7016	
RAL 1011		RAL 5005		RAL 7021	
RAL 1012		RAL 5007		RAL 7022	
RAL 1013		RAL 5008		RAL 7023	
RAL 1014		RAL 5009		RAL 7024	
RAL 1015		RAL 5010		RAL 7026	
RAL 1016		RAL 5011		RAL 7030	
RAL 1017		RAL 5012		RAL 7031	
RAL 1018		RAL 5013		RAL 7032	
RAL 1019		RAL 5014		RAL 7033	
RAL 1020		RAL 5015		RAL 7034	
RAL 1021		RAL 5017		RAL 7035	
RAL 1023		RAL 5018		RAL 7036	
RAL 1024		RAL 5019		RAL 7037	
RAL 1027		RAL 5020		RAL 7038	
RAL 1028		RAL 5021		RAL 7039	
RAL 1032		RAL 5022		RAL 7040	
RAL 1033		RAL 5024		RAL 7042	
RAL 1034		RAL 6000		RAL 7043	
RAL 2000		RAL 6001		RAL 7044	

## Continuación:

RAL 2001		RAL 6002		RAL 7045	
RAL 2002		RAL 6003		RAL 7046	
RAL 2003		RAL 6004		RAL 7047	
RAL 2004		RAL 6005		RAL 8000	
RAL 2008		RAL 6006		RAL 8001	
RAL 2009		RAL 6007		RAL 8002	
RAL 2010		RAL 6008		RAL 8003	
RAL 2011		RAL 6009		RAL 8004	
RAL 2012		RAL 6010		RAL 8007	
RAL 3000		RAL 6011		RAL 8008	
RAL 3001		RAL 6012		RAL 8011	
RAL 3002		RAL 6013		RAL 8012	
RAL 3003		RAL 6014		RAL 8014	
RAL 3004		RAL 6015		RAL 8015	
RAL 3005		RAL 6016		RAL 8016	
RAL 3007		RAL 6017		RAL 8017	
RAL 3009		RAL 6018		RAL 8019	
RAL 3011		RAL 6019		RAL 8022	
RAL 3012		RAL 6020		RAL 8023	
RAL 3013		RAL 6021		RAL 8024	
RAL 3014		RAL 6022		RAL 8025	
RAL 3015		RAL 6024		RAL 8028	
RAL 3016		RAL 6025		RAL 9001	
RAL 3017		RAL 6026		RAL 9002	
RAL 3018		RAL 6027		RAL 9003	
RAL 3020		RAL 6028		RAL 9004	
RAL 3022		RAL 6029		RAL 9005	
RAL 3027		RAL 6032		RAL 9006	
RAL 3031		RAL 7000		RAL 9007	

**Continuación:**





# **ANEXO - 5**

## **GESTION Y CONTROL DE LA CALIDAD**

# **GESTION Y CONTROL DE LA CALIDAD**

## **1.0 ALCANCES**

Estas especificaciones describen principios y procedimientos de los procesos para el cumplimiento de la calidad, antes, durante y después de la obra.

Se describirán las especificaciones mínimas requeridas para garantizar el cumplimiento de la calidad en todo los procesos que demande la obra.

## **2.0 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES**

**RNE** :Reglamento Nacional de edificaciones

**ISO** :International Standards Organization (ISO 9001-2008 “Sistema de Gestión de la Calidad, Requisitos”)

**OSHA** :Occupational Safety and Health Administration

**RSHM** :Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (Decreto supremo N° 046-2001-EM)

## **3.0 DEFINICIONES BASICAS**

**3.1 Calidad.-** Calidad Total es la mejora continua en los niveles de calidad, productividad, costos y satisfacción del cliente

**3.2 Gestión.-** Se entiende por Gestión al conjunto de diligencia que se realizan para desarrollar un proceso o para lograr un producto o servicio determinado.

**3.3 Control.-** Es un proceso mediante el cual la administración se cerciora si lo que ocurre concuerda con lo que supuestamente debiera ocurrir, de lo contrario, será necesario que se hagan los ajustes o correcciones necesarios.

**3.4 Obra.-** Cualquier lugar o jurisdicción en el que se realice alguno de los trabajos u operaciones

**3.5 Lugar de trabajo.-** Sitio en el que los trabajadores deban elaborar, y que se halle bajo el control de un empleador.

**3.6 Empleador.-** Abarca las siguientes acepciones: Persona natural o jurídica que emplea a uno o varios trabajadores en una obra, y según el caso: el propietario, el contratista general. Subcontratista y trabajadores independientes.

**3.7 Trabajador.-** Persona empleada para la obra.

## **4.0 SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD**

### **4.1 REQUISITOS GENERALES**

La Empresa contratista debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de las normas vigentes.

La Empresa contratista debe:

- a) Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.
- b) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos,
- c) Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces,
- d) Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos,
- e) Realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos, e
- f) Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La Empresa contratista debe gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos de la Norma Internacional ISO 9001-2008.

En los casos en que la organización opte por contratar externamente cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos.

El control sobre dichos procesos contratados externamente debe estar identificado dentro del sistema de gestión de la calidad.

## **4.2 REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN**

### **4.2.1 GENERALIDADES**

La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:

- a) Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad,
- b) Un manual de la calidad,
- c) Los procedimientos documentados requeridos.
- d) Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos, y
- e) los registros requeridos por esta Norma Internacional (véase 4.2.4).

#### **4.2.2 MANUAL DE LA CALIDAD**

La Empresa contratista debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

- a) El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.
- b) Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos, y
- c) Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

#### **4.2.3 CONTROL DE LOS DOCUMENTOS**

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos citados en 4.2.4.

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- a) Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión,
- b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente,
- c) Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos,
- d) Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables,
- e) Asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución.

#### **4.2.4 CONTROL DE LOS REGISTROS**

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

## **5.0 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCION**

### **5.1 COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN**

La alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de la calidad, así como con la mejora continua de su eficacia.

- a) Comunicando a la Empresa la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios,
- b) Estableciendo la política de la calidad,
- c) Asegurando que se establecen los objetivos de la calidad,
- d) Llevando a cabo las revisiones por la dirección, y
- e) Asegurando la disponibilidad de recursos.

### **5.2 POLÍTICA DE LA CALIDAD**

La alta dirección debe asegurarse de que la política de la calidad:

- a) Es adecuada al propósito de la organización,
- b) Incluye un compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad,
- c) Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad,
- d) Es comunicada y entendida dentro de la organización, y
- e) Es revisada para su continua adecuación.

## **5.3 RESPONSABILIDAD, AUTORIDAD Y COMUNICACIÓN**

### **5.3.1 RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD**

La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son comunicadas dentro de la organización.

### **5.3.2 REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN**

La alta dirección debe designar un miembro de la dirección quien, con independencia de otras responsabilidades, debe tener la responsabilidad y autoridad que incluya:

- a) Asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el sistema de Gestión de la calidad,
- b) informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión de la calidad y de cualquier necesidad de mejora, y
- c) asegurarse de que se promueva la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.

NOTA: La responsabilidad del representante de la dirección puede incluir relaciones con partes externas sobre asuntos relacionados con el sistema de gestión de la calidad.

### **5.3.3 COMUNICACIÓN INTERNA**

La alta dirección debe asegurarse de que se establecen los procesos de comunicación apropiados dentro de la Empresa y de que la comunicación se efectúa considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.



## **6.0 GESTION DE LOS RECURSOS**

### **6.1 PROVISIÓN DE RECURSOS**

La Empresa contratista debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para

- a) Implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia, y
- b) Aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

### **6.2 RECURSOS HUMANOS**

#### **6.2.1 GENERALIDADES**

El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

#### **6.2.2 COMPETENCIA, TOMA DE CONCIENCIA Y FORMACIÓN**

La Empresa contratista debe:

- a) Determinar la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto o del servicio,
- b) Proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades,
- c) Evaluar la eficacia de las acciones tomadas,

- d) Asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad, y
- e) Mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia (véase 4.2.4 de este Anexo).

### **6.3 INFRAESTRUCTURA**

La Empresa contratista debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto o servicio. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable:

- a) Edificios, espacio de trabajo y servicios asociados,
- b) Equipo para los procesos, (tanto hardware como software), y
- c) Servicios de apoyo tales (como transporte o comunicación).

### **6.4 AMBIENTE DE TRABAJO**

La Empresa titular y la Empresa contratista debe determinar y gestionar el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto o servicio, para ello la empresa debe sugerir el sistema de las 5 “S”

## **6.5 PRIMEROS AUXILIOS**

El empleador será responsable de garantizar en todo momento la disponibilidad de medios adecuados y de personal de rescate con formación apropiada para prestar primeros auxilios.

Teniendo en consideración las características de la obra, se dispondrán las facilidades necesarias para garantizar la atención inmediata, y la evacuación a centros hospitalarios de las personas heridas o súbitamente enfermas.

## **7.0 MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA**

### **7.1 GENERALIDADES**

La Empresa contratista debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para:

- a) Demostrar la conformidad del producto,
- b) Asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de la calidad, y
- c) Mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Esto debe comprender la determinación de los métodos aplicables, incluyendo las técnicas estadísticas, y el alcance de su utilización.

## **7.2 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN**

### **7.2.1 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE**

Como una de las medidas del desempeño del sistema de gestión de la calidad, la Empresa contratista debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente con respecto al cumplimiento de sus requisitos por parte de la organización. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.

### **7.2.2 AUDITORIA INTERNA**

La Empresa contratista debe llevar a cabo a intervalos planificados auditorias internas para determinar si el sistema de gestión de la calidad

- a) Es conforme con las disposiciones planificadas
- b) Se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

### **7.2.3 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE LOS PROCESOS**

La Empresa contratista debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto o servicio.

### **7.3 CONTROL DEL PRODUCTO O SERVICIO NO CONFORME**

La Empresa contratista debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional. Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto o servicio no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado.

La Empresa contratista debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- a) Tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada
- b) Tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

Se deben mantener registros (véase 4.2.4) de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando se detecta un producto no conforme después de la entrega o cuando ha comenzado su uso, la Empresa debe tomar las acciones apropiadas respecto a los efectos, o efectos potenciales, de la no conformidad.

## **7.4 MEJORA**

### **7.4.1 MEJORA CONTINUA**

La Empresa u organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

### **7.4.2 ACCIÓN CORRECTIVA**

La Empresa contratista debe tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelva a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para

- a) Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas del cliente),
- b) Determinar las causas de las no conformidades,
- c) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir,
- d) Determinar e implementar las acciones necesarias,
- e) Registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4), y
- f) Revisar las acciones correctivas tomadas.

### **7.4.3 ACCIÓN PREVENTIVA**

La Empresa contratista debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para

- a) Determinar las no conformidades potenciales y sus causas,
- b) Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades,
- c) Determinar e implementar las acciones necesarias,
- d) Registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4), y
- e) Revisar las acciones preventivas tomadas.

En la siguiente figura se muestra un sistema de gestión basado en los procesos:

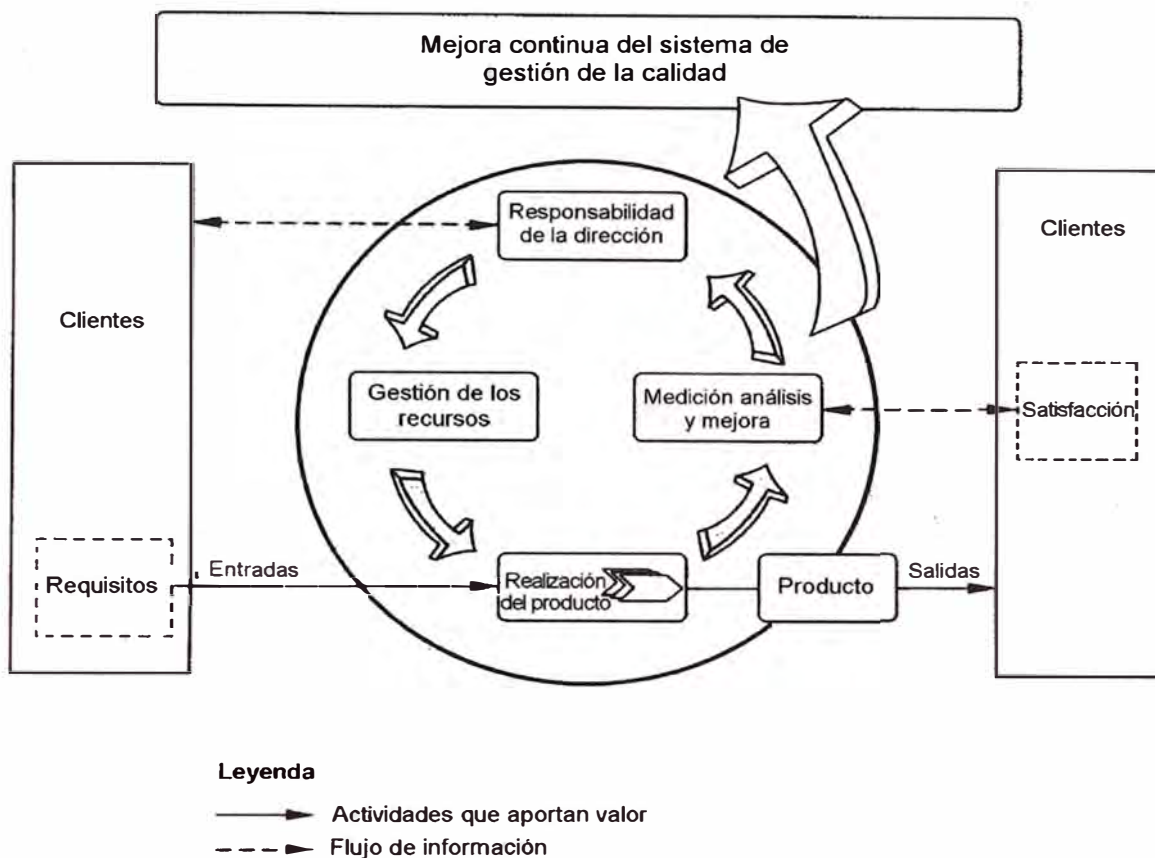


Fig. N° 01: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos

## 8.0 DOSSIER DE CALIDAD

El dossier de calidad será el documento en la que cualquier contratista especializada o proveedor, que esté involucrada en la obra, documentará todas las especificaciones y requisitos para cumplir las mínimas exigencias de calidad del producto o servicio que se va a brindar, que debe contener como mínimo:

- Política de gestión de la Empresa.
- Estructura Organizativa de la Empresa.
- Certificación del producto que se ofrece.
- Certificación del personal según sea la labor a realizar



- e) Procedimiento escrito de todos los procesos a utilizar
- f) Control de procesos y procedimientos (protocolos de inspección o control)
- g) Aseguramiento de la calidad para la seguridad e higiene ambiental.

Dicho documento será revisado por la empresa contratista y la Empresa titular, para su respectiva aprobación para la obra en cuestión.

# **ANEXO - 6**

## **EJECUCIÓN ESTRUCTURAL**

# EJECUCIÓN ESTRUCTURAL

## 1.0 GENERALIDADES

Estas Normas se complementarán con las correspondientes de la última edición “Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges”, publicado por el Instituto Americano de la Construcción en acero (A.I.S.C.). Además:

ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A325, A490, A42 y A52)
AWS	American Welding Society (AWS D1.1)
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros mecánicos (SFA 5.5; SFA 5.1 )
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (18000)
NTP	Norma Técnica Peruana (399.015, 399.10-1)
RSHM	Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (Decreto supremo N° 046-2001-EM)

## 2.0 FABRICACION

Los trabajos a realizar en taller (fabricación) conllevan un proceso en el orden siguiente:

1. Plantillaje
2. Preparación, enderezado y conformación
3. Marcado de ejecución
4. Cortes y perforaciones
5. Armado
6. Preparación de superficies y pintura
7. Marcado e identificación de elementos

## **2.1 PLANTILLAJE, PLANOS Y DIBUJOS**

Consiste en realizar las plantillas a tamaño natural de todos los elementos que lo requieren, en especial las plantillas de los nudos y las de las cartelas de unión.

Cada plantilla llevará la marca de identificación del elemento a que corresponde y los números de los planos de taller en que se define. Se indicarán los diámetros definitivos de cada perforación y su exacta posición.

El trazado de las plantillas es realizado por personal especializado, ajustándose a las cotas de los planos de taller, con las tolerancias fijadas en el proyecto.

Se elaborará planos de anclas, de fabricación y de montaje, para los elementos que requieran. En los planos de anclas se indicarán todos los elementos que deben quedar ahogados en la cimentación o en la estructura de concreto en la que se apoye la estructura metálica, y que son necesarios para transmitir las acciones que cada una de ellas ejerce sobre la otra.

En los planos de fabricación (también conocidos como planos de taller o de detalle) se proporcionará toda la información necesaria para la ejecución de la estructura en el taller, y en los de montaje o ensamble se indicará la posición de los diversos elementos que componen la estructura y se señalarán las juntas de campo entre ellos, con indicaciones precisas para su elaboración. Los planos de fabricación se prepararán antes de iniciar la fabricación de la estructura.

Tanto en los planos de fabricación y de montaje como en los dibujos y esquemas de las memorias de cálculo estarán indicados las soldaduras por medio de símbolos que representen claramente, y sin ambigüedades, su posición, dimensiones, características, preparaciones en el metal base, etc. Cuando sea necesario, esos símbolos se complementaran con notas en el plano. En todos los casos deben indicarse, con toda claridad, los remaches, tornillos o soldaduras que se colocarán en el taller y aquellos que deben instalarse en la obra.

## **2.2 PREPARACIÓN, ENDEREZADO Y CONFORMACIÓN**

Estos trabajos se efectúan previamente al marcado de ejecución, para que todos tengan la forma exacta deseada.

En cada uno de los productos se procederá a:

- Eliminar los defectos de laminación, que por detalles mínimos, no han sido descartados.
- Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otro producto en las uniones de la estructura.
- Eliminar toda la suciedad e impurezas que se hayan adherido.

La operación de enderezado en los perfiles y la de planeado en las chapas se hará en frío preferentemente, mediante prensa o máquina de rodillos. Los trabajos de plegado o curvado se realizarán también en frío.

No se admite en el producto ninguna abolladura a causa de las compresiones, ni grietas debidas a las tracciones que se produzcan durante la conformación.

Si excepcionalmente se efectuase en caliente, se seguirán los pasos siguientes:

- a) El calentamiento se realizará, a ser posible, en horno. Se admite el calentamiento en fragua u hornillo. No es conveniente el calentamiento directo con soplete. El enfriamiento se realizará al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.
- b) Se calentará a una temperatura máxima de 950°C (rojo cereza claro, por inspección visual), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura disminuya debajo de 700°C (rojo sombra, por inspección visual), para volver a calentar la pieza.
- c) Se tomarán todos los recaudos que sean necesarios para no alterar la estructura del acero, ni introducir tensiones parásitas durante las etapas de calentamiento y de enfriamiento.

La conformación podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa no supere los 9 mm. o el radio de curvatura no sea menor que 50 veces el espesor.

### **2.3 MARCADO DE EJECUCIÓN**

Estas tareas se efectúan sobre los productos preparados de las marcas precisas para realizar los cortes y perforaciones indicadas.

## 2.4 CORTES Y PERFORACIONES

Los cortes pueden hacerse con cizalla, sierra u oxicorte (de acuerdo al tipo de material: plancha o perfil); estos últimos se harán, de preferencia, a máquina. Los cortes con oxicorte requieren un acabado correcto, libre de rebabas. Se admiten muescas o depresiones ocasionales de no más de 5 mm de profundidad, pero todas las que tengan profundidades mayores deben eliminarse con una esmeriladora o repararse con soldadura. Si se requiere un contorno específico, se indicará en los planos de fabricación. Las preparaciones de los bordes de piezas en los que se vaya a depositar soldadura pueden efectuarse con oxicorte y luego rectificadas con una esmeriladora de mano.

Todo ángulo entrante debe ejecutarse sin arista viva, redondeado con el mayor radio posible. Es conveniente fresar los bordes de apoyo de todo soporte en un plano perpendicular a su eje, para lograr un contacto perfecto con la placa o con soportes contiguos.

Los agujeros para tornillos se perforan con taladro, autorizándose el uso de punzón en los casos particulares indicados (para planchas) y bajo las condiciones prescritas a continuación:

- El punzón debe estar en perfecto estado, sin ningún desgaste ni deterioro. Se permite el punzonado en piezas de acero A37 cuyo

espesor no sea mayor que 15 mm., que no se destinen a estructuras sometidas a cargas dinámicas.

- En todas las piezas de acero A42 y A52, los agujeros deben ejecutarse siempre con taladro.
- El taladro se realizará, en general, a diámetro definitivo, salvo en los agujeros en que sea previsible rectificación para coincidencia. No se permite el punzonado a diámetro definitivo.
- El taladrado se ejecuta con diámetro reducido, 1 mm. menor que el diámetro definitivo, cuando sea previsible rectificación para coincidencia.
- El punzonado en estructuras se ejecuta con diámetro 3 mm mas el diámetro del perno que se va colocar en el agujero.

Se recomienda que, siempre que sea posible, se taladren de una vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas se separarán para eliminar las rebabas

## **2.5 ARMADO**

Esta operación tiene por objeto presentar en taller cada uno de los elementos estructurales que lo requieran, ensamblando las piezas que se han elaborado, sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas.



Se armará el conjunto del elemento, tanto el que ha de unirse definitivamente en taller como el que se unirá en obra.

Las piezas que han de unirse con tornillos calibrados o tornillos de alta resistencia se fijarán con tornillos de armado, de diámetro no más de 2 mm. menor que el diámetro nominal del agujero correspondiente.

Se colocará el número suficiente de tornillos de armado apretados fuertemente con llave manual, para asegurar la inmovilidad de las piezas armadas y el íntimo contacto entre las superficies de unión.

Las piezas que han de unirse con soldadura, se fijarán entre sí con medios adecuados que garanticen, sin una excesiva coacción, la inmovilidad durante el soldeo y enfriamiento subsiguiente, para conseguir exactitud en la posición y facilitar el trabajo de soldeo.

Para la fijación no se permite realizar taladros o rebajos que no estén indicados en los planos de taller.

## **2.6 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y PINTURA**

Todos los elementos estructurales deben ser suministrados, salvo otra especificación particular, con la preparación de las superficies e imprimación correspondiente.

Las superficies se limpiarán cuidadosamente, eliminando todo rastro de suciedad, cascarilla óxido, gotas de soldadura o escoria, mediante arenado o granallado, para que la pieza quede totalmente limpia y seca.

A continuación recibirán en taller una capa de imprimación (rica en zinc de silicato con 70 a 75  $\mu\text{m}$  (2.75 a 2.95 mils) de espesor eficaz de película seca) antes de entregarla para el montaje de obra. Las especificaciones técnicas para la pintura de las estructuras metálicas se muestran en el Anexo-4

## **2.7 MARCADO E IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS**

En cada una de las piezas preparadas en el taller se marcará con pintura la identificación correspondiente con que ha sido designada en los planos de taller para el armado de los distintos elementos.

Del mismo modo, cada uno de los elementos terminados en el taller llevará la marca de identificación prevista en los planos de taller para determinar su posición relativa en el conjunto de la obra.

## **3.0 MONTAJE EN OBRA**

Dentro de esta fase el proceso a seguir es el siguiente:

- Programa de Montaje.
- Recepción, Almacenamiento y Manipulación.
- Montaje

### **3.1 PROGRAMA DE MONTAJE.**

Se redactará un programa de montaje detallando lo siguiente:

- a) Descripción de la ejecución en fases, el orden asignado y los tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- b) Descripción del equipo a emplear en el montaje de cada fase.
- c) Cimbras, apeos y todo elemento empleado para sujeción provisional.
- d) Listado del personal asignado para realizar cada fase con especificación de su calificación profesional.
- e) Elementos de seguridad y protección del personal.
- f) Control y verificación de los replanteos.
- g) Control y verificación de aplomos, nivelaciones y alineaciones.

### **3.2 RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN**

Todos los elementos de la estructura deben tener sus marcas de identificación. El almacenamiento y depósito de los elementos que integran la obra se debe hacer guardando un orden estricto y en forma sistemática, a fin de no generar demoras o errores en el montaje.

Las manipulaciones para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje deben efectuarse con el cuidado suficiente para no producir sollicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar las piezas o la pintura.

Deben protegerse las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, ganchos o cables que se utilicen en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Antes de realizar el montaje, se deberá corregir con cuidado cualquier abolladura, torcedura o comba que haya aparecido durante las operaciones

de transporte. Si el defecto no se puede corregir, o se presume que después de corregido puede afectar la resistencia o estabilidad de la estructura, se rechaza la pieza marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

### **3.3 MONTAJE**

#### **3.3.1 CONDICIONES GENERALES**

El montaje debe efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según el caso, antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller.

Las sujeciones provisionales de los elementos durante fase de montaje se harán para resistir cualquier esfuerzo que se produzca durante los trabajos.

En el montaje se realiza el ensamble de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas.

No se comenzará el atornillado definitivo o soldeo de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición definitiva.

Las uniones atornilladas o soldadas deben realizarse según las especificaciones técnicas de éstos.

### **3.3.2 ESTRUCTURAS SOLDADAS**

Las técnicas de soldadura, mano de obra, apariencia y calidad de las soldaduras y los métodos utilizados para corregir defectos durante el montaje, estarán de acuerdo con la última versión de “Structural Welding Code-Steel”, AWS D1.1, de la Sociedad Americana de la Soldadura (American Welding Society). Aquí se señalan sólo alguno de los aspectos principales.

- **PREPARACIÓN DEL MATERIAL**

Las superficies en que se vaya a depositar la soldadura estarán libres de costras, escoria, óxido, grasa, pintura o cualquier otro material extraño, debiendo quedar tersas, uniformes y libres de rebabas, y no presentar desgarraduras, grietas u otros defectos que puedan disminuir la eficiencia de la junta soldada; Siempre que sea posible, la preparación de bordes por medio de soplete oxiacetilénico se efectuará con sopletes guiados mecánicamente.

- **ARMADO**

Las piezas entre las que se van a colocar soldaduras de filete deben ponerse en contacto; cuando esto no sea posible, su separación no

excederá de 5 mm. Si la separación es de 1.5 mm, o mayor, el tamaño de la soldadura de filete se aumentará en una cantidad igual a la separación. La separación entre las superficies en contacto de juntas traslapadas, así como entre las placas de juntas a tope y la placa de respaldo, no excederá de 1.5 mm.

En zonas de la estructura expuestas a la intemperie, que no puedan pintarse por el interior, el ajuste de las juntas que no estén selladas por soldaduras en toda su longitud será tal que, una vez pintadas, no pueda introducirse el agua.

Las partes que se vayan a soldar a tope deben alinearse cuidadosamente, corrigiendo faltas en el alineamiento mayores que  $1/10$  del espesor de la parte más delgada, y también las mayores de 3 mm. Siempre que sea posible, las piezas por soldar se colocarán de manera que la soldadura se deposite en posición plana.

Las partes por soldar se mantendrán en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura, mediante el empleo de pernos, prensas, cuñas, tirantes, puntales u otros dispositivos adecuados, o por medio de puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se tendrán en cuenta las deformaciones producidas por la soldadura durante su colocación. Los puntos provisionales de soldadura deben cumplir los mismos requisitos de las soldaduras finales; si se incorporan en éstas, se harán con los mismos electrodos que ellas, y se limpiarán cuidadosamente; en caso contrario, se removerán con un esmeril hasta emparejar la superficie original del metal base.

Al armar y unir partes de una estructura o de miembros compuestos se seguirán procedimientos y secuencias en la colocación de las soldaduras que eliminen distorsiones innecesarias y minimicen los esfuerzos de contracción. Cuando no sea posible evitar esfuerzos residuales altos al cerrar soldaduras en conjuntos rígidos, el cierre se hará en elementos que trabajen en compresión.

Al fabricar vigas con cubreplacas y miembros compuestos por varias placas o perfiles, deben hacerse las uniones de taller en cada una de las partes que las componen antes de unir las diferentes partes entre sí.

Las vigas armadas largas pueden hacerse soldando varios subconjuntos, cada uno de ellos fabricado como se indica en el párrafo anterior. Cuando las luces sean grandes, no deben presentar más de 3 empalmes, teniendo en cuenta que no deberán empalmarse en una misma posición las alas y almas de estos elementos. Y las longitudes tendrán variaciones permisibles de 2mm en miembros menores a 9 000 mm y 3mm mayores a 9 000 mm.

- **SOLDADURAS DE PENETRACIÓN COMPLETA**

Deben biselarse los extremos de las placas entre las que va a colocarse la soldadura para permitir el acceso del electrodo, y utilizarse placa de respaldo o, de no ser así, debe quitarse con un cincel o con otro medio adecuado la capa inicial de la raíz de la soldadura, hasta descubrir material sano y antes de colocar la soldadura por el segundo

lado, para lograr fusión completa en toda la sección transversal. En placas delgadas a tope el bisel puede no ser necesario.

Cuando se use placa de respaldo de material igual al metal base, debe quedar fundida con la primera capa de metal de aportación. Excepto en los casos en que se indique lo contrario en los planos de fabricación o montaje, no es necesario quitar la placa de respaldo, pero puede hacerse si se desea, tomando las precauciones necesarias para no dañar ni el metal base ni el depositado.

Los extremos de las soldaduras de penetración completa deben terminarse de una manera que asegure su sanidad; para ello se usarán, siempre que sea posible, placas de extensión, las que se quitarán después de terminar la soldadura, dejando los extremos de ésta lisos y alineados con las partes unidas.

- **PRECALENTAMIENTO DEL MATERIAL BASE**

Antes de depositar la soldadura, el metal base debe precalentarse a una temperatura suficiente para evitar la formación de grietas. Esa temperatura debe conservarse durante todo el proceso de colocación de la soldadura, en una distancia cuando menos igual al espesor de la parte soldada más gruesa, pero no menor de 75 mm, en todas las direcciones, alrededor del punto en el que se está depositando el metal de aportación. Se exceptúan los puntos de soldadura colocados durante el armado de la estructura que se volverán a fundir y quedarán incorporados en soldaduras continuas realizadas por el proceso de soldadura.



En la tabla 1 se dan las temperaturas mínimas de precalentamiento para algunos aceros usuales. Cuando el metal base esté a una temperatura inferior a 273 K (0 °C) debe precalentarse a 293 K (20 °C) como mínimo, o a la temperatura de precalentamiento, si ésta es mayor, antes de efectuar cualquier soldadura, aun puntos para armado.

**Tabla - 1 TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO, EN GRADOS K (°C) \***

Grueso máximo del metal base en el punto de colocación de la Soldadura, mm (pulg.)		Proceso de soldadura	
		Arco eléctrico con electrodo recubierto que no sea de bajo contenido de hidrógeno	Arco eléctrico con electrodo recubierto de bajo contenido de hidrógeno, arco sumergido, arco eléctrico protegido con gases inertes, arco eléctrico con electrodo con corazón de fundente
		Aceros (A36) y (A529)	Aceros (A36), (A572) y (A529)
menor o igual que 19	( ≤ 3/4 )	Ninguna	Ninguna
más de 19 hasta 38	( 3/4 a 1 1/2 )	343 (70)	283 (10)
más de 38 hasta 64	( 1 1/2 a 2 1/2 )	383 (110)	343 (70)
mayor que 64	( > 2 1/2 )	423 (150)	383 (110)

\* Para aceros que no aparezcan en esta tabla, ver AWS D1.1, en su última versión.

- **Inspección de la soldadura**

Todas las soldaduras, incluyendo los puntos provisionales, serán realizadas por personal calificado.

Antes de depositar la soldadura deben revisarse los bordes de las piezas en los que se colocará, para cerciorarse de que los biseles, holguras, etc., son correctos y están de acuerdo con los planos.

Una vez realizadas, las uniones soldadas deben inspeccionarse ocularmente, y se repararán todas las que presenten defectos aparentes de importancia, tales como tamaño insuficiente, cráteres o socavaciones del metal base. Toda soldadura agrietada debe rechazarse. Cuando haya dudas, y en juntas importantes de penetración completa, la revisión se complementará por medio de ensayos no destructivos. En cada caso se hará un número de pruebas no destructivas de soldaduras de taller suficiente para abarcar los diferentes tipos que haya en la estructura y poderse formar una idea general de su calidad.

### **3.3.3 ESTRUCTURAS REMACHADAS O ATORNILLADAS**

El uso de los tornillos de alta resistencia se hará de acuerdo con la última versión de las Especificaciones para Uniones Estructurales con Tornillos ASTM A325, o de “Load and Resistance Factor Design Specification For Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts”, del Consejo de Investigación sobre Conexiones Estructurales (RCSC).

- **ARMADO**

Todas las partes de miembros que estén en proceso de colocación de remaches o tornillos se mantendrán en contacto entre sí rígidamente,

por medio de tornillos provisionales. Durante la colocación de las partes que se unirán entre sí no debe distorsionarse el metal ni agrandarse los agujeros. Una concordancia pobre entre agujeros es motivo de rechazo. Las superficies de partes unidas con tornillos de alta resistencia que estén en contacto con la cabeza del tornillo o con la tuerca tendrán una pendiente no mayor que 1:20 con respecto a un plano normal al eje del tornillo. Si la pendiente es mayor se utilizarán roldanas endurecidas para compensar la falta de paralelismo. Las partes unidas con tornillos de alta resistencia deberán ajustarse perfectamente, sin que haya ningún material compresible entre ellas. Todas las superficies de las juntas, incluyendo las adyacentes a las roldanas, estarán libres de costras de laminado, exceptuando las que resistan un cepillado vigoroso hecho con cepillo de alambre, así como de basura, escoria o cualquier otro defecto que impida que las partes se asienten perfectamente. Las superficies de contacto en conexiones por fricción estarán libres de aceite, pintura y otros recubrimientos, excepto en los casos en que se cuente con información sobre el comportamiento de conexiones entre partes con superficies de características especiales.

Dependiendo del tipo de conexión, puede requerirse que a los tornillos A325 y A490 se les de una tensión de apriete no menor que la indicada en la **tabla 2**. Esta tensión se dará por el método de la vuelta de la tuerca, con un indicador directo de tensión, o con una llave de tuercas calibrada, o se utilizarán tornillos cuyo diseño permita conocer la

tensión a la que están sometidos. Cuando se emplea el método de la vuelta de la tuerca no se requieren roldanas endurecidas, excepto cuando se usan tornillos A490 para conectar material que tenga un límite de fluencia especificado menor que 275 MPa (2 800 kg/cm<sup>2</sup>); en ese caso se colocarán roldanas endurecidas bajo la tuerca y la cabeza del tornillo.

**Tabla 2: Tensión mínima en tornillos de alta resistencia, kN (kg) \***

<b>Diámetro del tornillo mm (pulg)</b>	<b>Tornillos A325</b>	<b>Tornillos A490</b>
12.7 (1/2)	53 (5 400)	67 (6 800)
15.9 ( 5 /8)	84 (8 600)	107 (10 900)
19.1 ( 3 /4)	125 (12 700)	156 (15 900)
22.2 ( 7 /8)	174 (17 700)	218 (22 200)
25.4 (1)	227 (23 100)	284 (29 000)
28.6 (1 1 /8)	249 (25 400)	356 (36 300)
31.8 (1 1 /4)	316 (32 200)	454 (46 300)
34.9 (1 3 /8)	378 (38 600)	538 (54 900)
* Igual a 0.7 veces la resistencia mínima de ruptura en tensión de los tornillos, de acuerdo con las especificaciones ASTM para tornillos A325 y A490.		

- **Agujeros para construcción atornillada**

Los tipos de agujeros reconocidos por estas Normas son los estándares, los sobredimensionados, los alargados cortos y los alargados. Las dimensiones nominales de los agujeros de cada tipo se

indican en la tabla 3.3. Los agujeros serán estándar, excepto en los casos en que el diseñador apruebe, en conexiones atornilladas, el uso de agujeros de algún otro tipo.

Los agujeros pueden punzonarse en material de grueso no mayor que el diámetro nominal de los remaches o tornillos más 3 mm (1/8 pulg.), pero deben taladrarse o punzonarse a un diámetro menor, y después rimarse, cuando el material es más grueso.

**Tabla 3 Tamaños máximos de agujeros para remaches y tornillos <sup>1</sup>**

Diámetro nominal del remache o tornillo "d"		Dimensiones de los Agujeros							
		Estándar (Diámetro)		Sobredimen. <sup>2</sup> (Diámetro)		Alargados Cortos <sup>2</sup> (Ancho × Longitud)		Alargados Largos <sup>2</sup> (Ancho × Longitud)	
mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.
12.7	1/2	14.3	9/16	15.9	5/8	14.3 × 17.5	9/16 × 11/16	14.3 × 31.8	9/16 × 1 1/4
15.9	5/8	17.5	11/16	20.6	13/16	17.5 × 22.2	11/16 × 7/8	17.5 × 39.7	11/16 × 1 9/16
19.1	3/4	20.6	13/16	23.8	15/16	20.6 × 25.4	13/16 × 1	20.6 × 47.6	13/16 × 1 7/8
22.2	7/8	23.8	15/16	27.0	1 1/16	23.8 × 28.6	15/16 × 1 1/8	23.8 × 55.6	15/16 × 2 3/16
25.4	1	27.0	1 1/16	31.8	1 1/4	27.0 × 33.3	1 1/16 × 1 5/16	27.0 × 63.5	1 1/16 × 2 1/2
≥ 28.6	≥ 1 1/8	d +1.5	d +1/16	d +7.9	d +5/16	(d+1.5)×(d+9.5)	(d+1/16)×(d+3/8)	(d+1.5)×(2.5d)	(d+1/16)×(2.5d)

<sup>1</sup> Los tamaños son nominales.  
<sup>2</sup> No se permiten en conexiones remachadas.

- **Tolerancias en las dimensiones**

Las piezas terminadas en taller deben estar libres de torceduras y dobleces locales, y sus juntas deben quedar acabadas correctamente. En miembros que trabajarán en compresión en la estructura terminada no se permiten desviaciones, con respecto a la línea recta que une sus extremos, mayores de un milésimo de la distancia entre puntos que estarán soportados lateralmente en la estructura terminada.

La distancia máxima, con respecto a la longitud teórica, que se permite en miembros que tengan sus dos extremos cepillados para trabajar por contacto directo, es un milímetro. En piezas no cepilladas, de longitud no mayor de diez metros, se permite una discrepancia de 1.5 mm, la que aumenta a 3 mm, cuando la longitud de la pieza es mayor que la indicada.

#### **3.3.4 ACABADO DE BASES DE COLUMNAS**

Las bases de columnas y las placas de base cumplirán los requisitos siguientes:

- a) No es necesario cepillar las placas de base de grueso no mayor de 51 mm (2 pulg.), siempre que se obtenga un contacto satisfactorio.

Las placas de grueso comprendido entre más de 51 mm (2 pulg.) y 102 mm (4 pulg.) pueden enderezarse por medio de prensas o, si no se cuenta con las prensas adecuadas, pueden cepillarse todas las superficies necesarias para obtener un contacto satisfactorio. Si el grueso de las placas es mayor que 102 mm (4 pulg.) se cepillarán todas las superficies en contacto.

- b) No es necesario cepillar las superficies inferiores de las placas de base cuando se inyecte bajo ellas un mortero (mortero epóxico) de resistencia adecuada que asegure un contacto completo con la cimentación (especificaciones técnicas del mortero epoxico Sikadur<sup>®</sup> 42 CL, para grouting)
- c) No es necesario cepillar las superficies superiores de las placas de base ni las inferiores de las columnas cuando la unión entre ambas se haga por medio de soldaduras de penetración completa.
- d) Los ejes roscados que queden expuestos al medio ambiente después del montaje que pueden ser de tornillos y/o espárragos, deben ser cubiertos por una pintura anticorrosiva (zincado o galvanizado), estando parametrizados, según la norma ASTM B633, para el proceso de zincado se tiene lo siguiente:

CONDICION DE SERVICIO	ESPESOR DE LA CAPA DE ZINC EN $\mu\text{m}$ (mils)
SC 4 (muy severo)	25 (0.98)

SC 3 (severo)	13 (0.51)
SC 2 (moderado)	8 (0.31)
SC 1 (suave)	5 (0.2)

### 3.3.5 PINTURA

Después de montado e inspeccionadas las estructuras, todas las piezas que comprenden las estructuras deben ser pintadas, se limpiarán cepillándolas vigorosamente, a mano, con cepillo de alambre, o con chorro de arena, para eliminar escamas de óxido, escoria de soldadura, basura y, en general, toda materia extraña. Los depósitos de aceite y grasa se quitarán por medio de solventes.

Las piezas que no requieran pintura sea en taller o en obra se deben limpiarse también, siguiendo procedimientos análogos a los indicados en el párrafo anterior. A menos que se especifique otra cosa, las piezas de acero que vayan a quedar cubiertas por acabados interiores del edificio no necesitan pintarse, y las que vayan a quedar ahogadas en concreto no deben pintarse. Todo el material restante recibirá en el taller una mano de pintura anticorrosivo, aplicada cuidadosa y uniformemente sobre superficies secas y limpias, por medio de brocha, pistola de aire, rodillo o por inmersión. El objeto de la pintura de taller es proteger el acero durante un período de tiempo corto, y puede servir como base para la pintura final, que se efectuará en obra.



Las superficies que sean inaccesibles después del armado de las piezas deben pintarse antes. Cuando un elemento estructural esté expuesto a los agentes atmosféricos, todas las partes que lo componen deben ser accesibles de manera que puedan limpiarse y pintarse.

### **3.3.6 ELEMENTOS ADICIONALES**

#### **➤ Anclajes**

Antes de iniciar el montaje de la estructura se revisará la posición de las anclas, que habrán sido colocadas previamente, y en caso de que haya discrepancias, en planta o en elevación, con respecto a las posiciones mostradas en planos, se tomarán las providencias necesarias para corregirlas o compensarlas.

#### **➤ Conexiones provisionales**

Durante el montaje, los diversos elementos que constituyen la estructura deben sostenerse individualmente, o ligarse entre sí por medio de tornillos, pernos o soldaduras provisionales que proporcionen la resistencia requerida en estas Normas, bajo la acción de cargas muertas y esfuerzos de montaje, viento o sismo. Así mismo, deben tenerse en cuenta los efectos de cargas producidas por materiales, equipo de montaje, etc.

Cuando sea necesario, se colocará en la estructura el contraventeo provisional requerido para resistir los efectos mencionados.

➤ **Tolerancias**

Se considerará que cada una de las piezas que componen una estructura está correctamente plomeada, nivelada y alineada, si la tangente del ángulo que forma la recta que une los extremos de la pieza con el eje de proyecto no excede de 1/500.

En vigas teóricamente horizontales es suficiente revisar que las proyecciones vertical y horizontal de su eje satisfacen la condición anterior. Deben cumplirse, además las condiciones siguientes:

- a) El desplazamiento del eje de columnas adyacentes a cubos de elevadores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25 mm en ningún punto en los primeros 20 pisos.
- b) El desplazamiento del eje de columnas exteriores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25 mm hacia fuera del edificio, ni 50 mm hacia dentro, en ningún punto en los primeros 20 pisos.

➤ **Alineado y plomeado**

No se colocarán remaches, pernos ni soldadura permanente, hasta que la parte de la estructura que quede rígida por ellos esté alineada y plomeada.

➤ **Ajuste de juntas de compresión en columnas**

Se aceptarán faltas de contacto por apoyo directo, independientemente del tipo de unión empleado (soldadura de penetración parcial, remaches o tornillos), siempre que la separación entre las partes no exceda de 1.5 mm. Si la separación es mayor de 1.5 mm, pero menor de 6 mm, y una investigación de ingeniería muestra que no hay suficiente área de contacto, el espacio entre las dos partes debe llenarse con láminas de acero de grueso constante. Las láminas de relleno pueden ser de acero dulce, cualquiera que sea el tipo del material principal.

## **4.0 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### **4.1 GENERALIDADES**

Según el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (D.S. N° 046-2001-EM), establece el marco normativo de derechos y obligaciones de la autoridad minera, de los titulares mineros y de los trabajadores, en el proceso productivo.

Este Reglamento de Seguridad establece condiciones de seguridad de la operación: Estándares. Establece el marco de cuidado de la salud de los trabajadores, bienestar, prevención y estadísticas.

## **4.2 ALCANCE**

1. Alcanza a toda persona natural o jurídica, pública o privada que realice actividades mineras de superficie o subterráneos referidos en este caso a actividades de concentración y sus servicios auxiliares e instalaciones conexas.
2. También comprende a todas las empresas especializadas, que prestan servicios a los titulares que estén realizando actividades dentro de la empresa minera.

## **4.3 CONCEPTOS BÁSICOS**

4.3.1 **Accidente.-** Es un acontecimiento no deseado que da por resultado un daño físico (lesión o enfermedad ocupacional) a una persona o un daño a la propiedad (equipos, materiales y/o medio ambiente).

4.3.2 **Incidente.-** Es un evento no deseado en el que bajo pequeñas variaciones de las circunstancias pudo haber causado un accidente a la

persona, propiedad, procesos o medio ambiente. También llamado casi accidente o cuasi accidente.

4.3.3 **Peligro.-** es todo aquello que tiene el potencial de causar daño a la persona, equipo o medio ambiente.

4.3.4 **Identificación de Peligro.-** El proceso de reconocer que un peligro existe y definir sus características.

4.3.5 **Riesgo.-** Es la probabilidad o posibilidad de que ocurra un daño a la persona, equipo o medio ambiente.

4.3.6 **Evaluación de riesgo.-** El proceso de estimar la magnitud del riesgo y decidir si el riesgo es tolerable. Permite establecer las medidas preventivas a adoptar.

4.3.7 **Estándares.-** (Es el que hacer) Medida por medio del cual la exactitud de un proceso puede ser medido o auditado. Es un documento, establecido por consenso y aprobado por una entidad reconocida.

4.3.8 **Inspección.-** Proceso de observación metódica, para desarrollar exámenes cercanos de partes críticas, de estructuras, equipos, prácticas y condiciones de lugar de trabajo.

4.3.9 **Actos subestándares.-** Son aquellas acciones del personal que se encuentran por debajo de los estándares.

4.3.10 **Condiciones subestándares.-** Son aquellas propias del lugar de trabajo que se encuentran por debajo de los estándares.

4.3.11 **Procedimiento de trabajo.-** Método o secuencia específico de pasos lógicos para llevar a cabo una determinada tarea. (Es como hacerlo).

#### **4.4 Derechos del titular (D.S. N° 046-2001-EM, Art. 21° al 23°)**

- El Reglamento de Seguridad le otorga autonomía para que pueda elegir al personal que lo tenga que asesorar en el cumplimiento de todo lo normado en materia de prevención de riesgos.
- Deberá seleccionar profesionales competitivos en la cultura de seguridad, que entre otras cosas desarrollen un programa dinámico.

#### **4.5 OBLIGACIONES DEL TITULAR (D.S. N° 046-2001-EM, ART. 24°)**

- Proporcionar todo el equipo de protección personal a los trabajadores, para desarrollar las tareas asignadas.
- Desarrollar programas de capacitación a todo nivel.
- Promover el cumplimiento del Reglamento de Seguridad.
- Efectuar inspecciones internas y externas.
- Mantener actualizado los registros de accidentes e incidentes.
- Cumplir en los plazos señalados las recomendaciones anotadas en el Libro de Seguridad.

#### **4.6 OBLIGACIONES DE LOS SUPERVISORES (D.S. N° 046-2001-EM, ART. 33°)**

- Proporcionar ambientes seguros de trabajo.
- Asegurarse que los trabajadores cumplan con el RSHM, los reglamentos internos, liderando y predicando con el ejemplo.
- Tomar toda precaución razonable para proteger a los trabajadores, identificando los peligros, evaluando y minimizando los riesgos.
- Asegurarse que los trabajadores cumplan con los estándares, procedimientos escritos y prácticas de trabajo seguro y usen adecuadamente el equipo de protección personal.
- Verificar que las empresas especializadas cumplan con la práctica de salud y seguridad del empleador.
- 

#### **4.7 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES (D.S. N° 046-2001-EM, ARTS. 39° AL 44°)**

- Cumplir con los estándares, procedimientos y prácticas de trabajo seguro.
- Ser responsables por su seguridad personal y la de sus compañeros de trabajo.
- El trabajador debe exigir el equipo de protección personal adecuado y ésta tendrá la obligación de usarlo en todo momento.

- Reportar de forma inmediata cualquier incidente o accidente.
- No manipular u operar máquinas, válvulas, tuberías, conductores eléctricos, si no se encuentran capacitados y hayan sido debidamente autorizados.
- No ingresar al trabajo bajo la influencia de alcohol ni de drogas, ni introducir dichos productos a estos lugares.
- Participar activamente en toda capacitación programada.
- Cumplir estrictamente las instrucciones y reglamentos internos de seguridad establecidos.

#### **4.8 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS**

El titular de la actividad, deberá constantemente identificar los peligros y evaluar los riesgos de los siguientes aspectos:

- a) Los problemas potenciales que no se previeron durante el diseño o el análisis de tareas, elaborando el perfil de riesgos de la operación.
- b) Las deficiencias de los equipos.
- c) Acciones inapropiadas de los trabajadores.
- d) El efecto que producen los cambios en los procesos o materiales.
- e) Las deficiencias de los equipos.
- f) Eliminar los peligros y minimizar los riesgos desarrollando estándares, procedimientos y prácticas de trabajo seguro.
- g) En tanto perdure la situación de peligro, prever la utilización de equipos adecuados de protección personal.



#### 4.9 CONTROL DE AGENTES

El sistema de gestión de seguridad e higiene minera deberá monitorear los agentes físicos presentes durante el trabajo, tales como: ruido, temperaturas extremas, presiones, vibraciones, iluminación y radiación.

- Los niveles de ruido: Se proporcionara protección auditiva cuando los niveles de ruido o el tiempo de exposición sea superior a:

Nivel de ruido en escala "A" (decibeles)	Tiempo de exposición (h/d)
82	16
85	8
88	4
91	1.1/2
94	1
97	1/2
100	1/4

No se debe exponerse al personal a ruido continuo, intermitente o de impacto por encima de un nivel ponderado de 140 dB

- En los lugares de trabajo donde se supere la temperatura efectiva de treinta grados Celsius (30°C), se tomaran medidas como: cortos periodos de descanso, suministro de agua para beber, aclimatación, deshidratación y otros efectos sobre el personal.
- Los limites máximos permisibles (LMP) de los agentes químicos medidos en el punto de emisión, será el siguiente:

Agente	Cantidad
Polvo inhalable	10 mg/ m <sup>3</sup> (1)
Polvo respirable	3 mg/ m <sup>3</sup> (1)
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	mínimo 19.5%
Dióxido de Carbono	Máximo 9 000 mg/ m <sup>3</sup> ó 5 000 ppm.
Monóxido de Carbono	Máximo 29 mg/ m <sup>3</sup> ó 25 ppm.
Metano (NH <sub>4</sub> )	Máximo 5 000 ppm.
Hidrogeno Sulfurado	Máximo 14 mg/m <sup>3</sup> ó 10 ppm.
Gases Nitrosos (NO <sub>x</sub> )	Máximo 7 mg/m <sup>3</sup> ó 5 ppm.
Anhídrido Sulfuroso	Máximo 5 ppm
Hidrogeno (H)	Máximo 5 000 ppm
Ozono	Máximo 0.1 ppm
(1) Este valor es para la materia particulada inhalable (total) que no contenga amianto y con menos del 1% de sílice cristalina.	

#### 4.10 SEÑALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO Y CÓDIGO DE COLORES

- Señalizar las labores de la planta concentradora, almacenes y demás instalaciones, de acuerdo al Código de Señales y Colores para seguridad, El uso del código de colores permite un rápido reconocimiento y es una advertencia de peligro, por tanto, se deberá adoptar las siguientes medidas de prevención de riesgos:

- a) Asegurar que todos los trabajadores sepan el significado de los colores usados en sus respectivas áreas de trabajo. Los trabajadores nuevos deben recibir capacitación adecuada al respecto antes de empezar a trabajar en su área respectiva. Se debe llevar a cabo inspecciones básicas regulares para verificar el conocimiento del personal acerca del Código de Señales y Colores.
  - b) Se debe colocar letreros con el Código de Señales y Colores en lugares visibles dentro del lugar de trabajo. Detalles completos del Código de Señales y Colores, deberá presentarse en las cartillas de seguridad.
  - c) Las líneas de aire, agua, corriente eléctrica, sustancias tóxicas, corrosivas de alta presión, y otros deben ser identificadas de acuerdo al Código de Señales y Colores indicando el sentido de flujo en las tuberías con una flecha a la entrada y salida de las válvulas.
- Colocar avisos en puntos visibles y estratégicos de las áreas de alto riesgo identificadas, indicando el teléfono del responsable del área correspondiente

## P L A N O S

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. Arreglo general de Estructuras del Transportador. | <b>E - 150 - 001 B</b>     |
| 2- Arreglo Mecánico del Transportador.               | <b>2009-IMB-CH-EQ12-12</b> |
| 3- Reductor MC3RLSF04                                | <b>Y0012657</b>            |
| 4.- Rascador   |                            |

### 5.- PLANOS TIPICOS

BASTIDOR POLEA DE CABEZA FAJA DE 30 Y 36

BASTIDOR POLEA DE COLA FAJA DE 30 Y 36

BASTIDOR POLEA DE TEMPLADO FAJA DE 30 Y 36

CHUTE DE DESCARGA FAJA DE 30 Y 36

CONTRAPESO PARA FAJA DE 30 Y 36

EJES PARA POLEAS FAJAS DE 30 Y 36

FALDON DE CARGA ESTANDAR - BROCAL FAJA DE 36

GUARDA PARA CONTRAPESO FAJAS DE 30 Y 36

GUARDA PARA POLEA DE COLA FAJAS DE 30 Y 36

MANGUITO PARA POLEA DE COLA FAJA DE 30 Y 36

MANGUITO PARA POLEA MOTRIZ FAJA DE 30 Y 36

POLEA DE COLA FAJA DE 30 Y 36

POLEA DEFLECTORA FAJA DE 30 Y 36

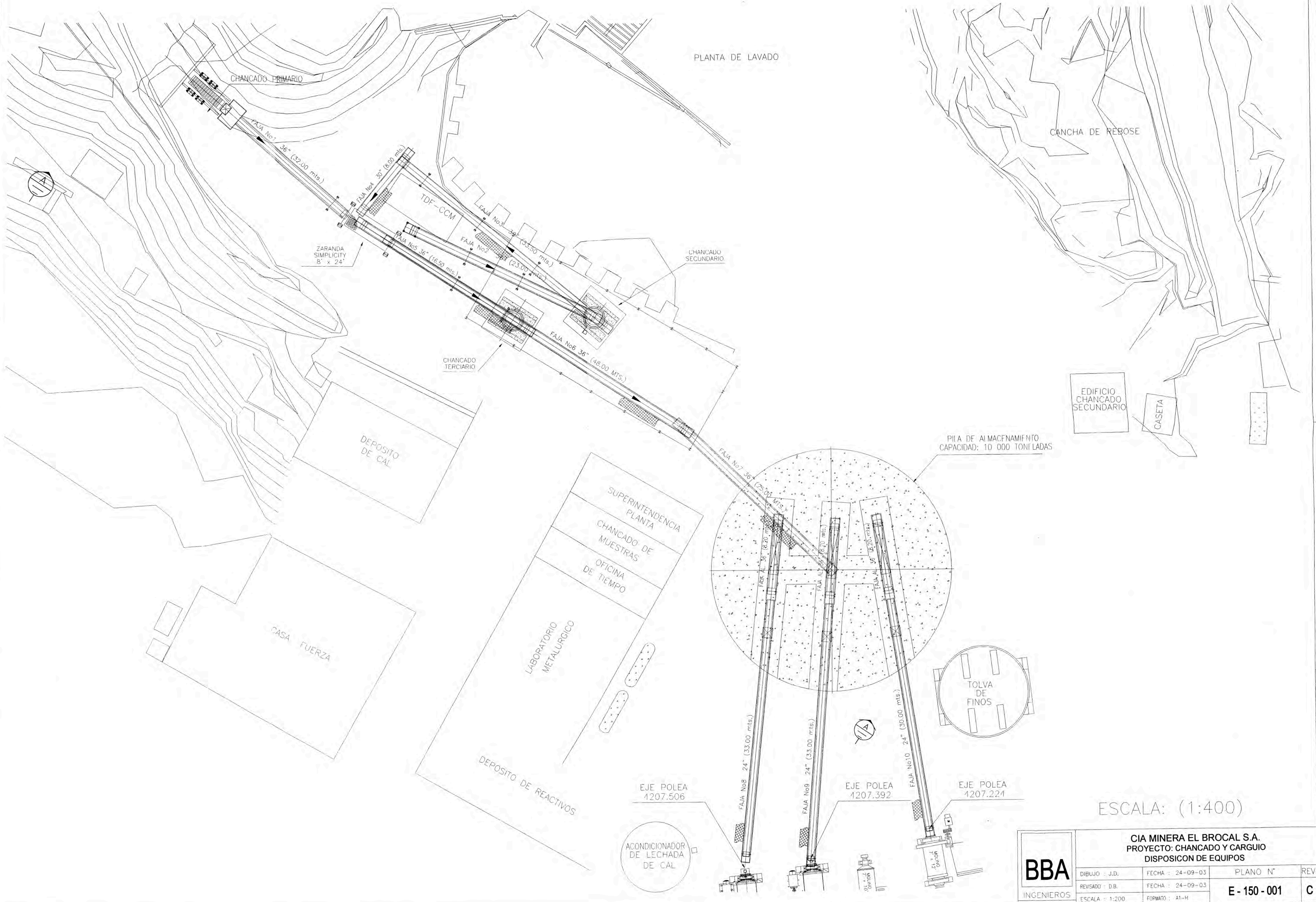
POLEA MOTRIZ POLEA MOTRIZ FAJA DE 30 Y 36

POLEA TENSORA FAJA DE 30 Y 36

SOPORTE DE ESTRUCTURA FAJAS DE 30 Y 36

TEMPLADOR DE TORNILLO





PLANTA DE LAVADO

CANCHA DE REBOSE

CHANCADO PRIMARIO

CHANCADO SECUNDARIO

CHANCADO TERCARIO

ZARANDA SIMPLICITY  
8' x 24'

DEPOSITO DE CAL

CASA FUERZA

SUPERINTENDENCIA PLANTA  
CHANCADO DE MUESTRAS  
OFICINA DE TIEMPO

LABORATORIO METALURGICO

DEPOSITO DE REACTIVOS

PIA DE ALMACENAMIENTO  
CAPACIDAD: 10.000 TONELADAS

EDIFICIO CHANCADO SECUNDARIO

CASETA

TOLVA DE FINOS

EJE POLEA  
1207.506

EJE POLEA  
1207.392

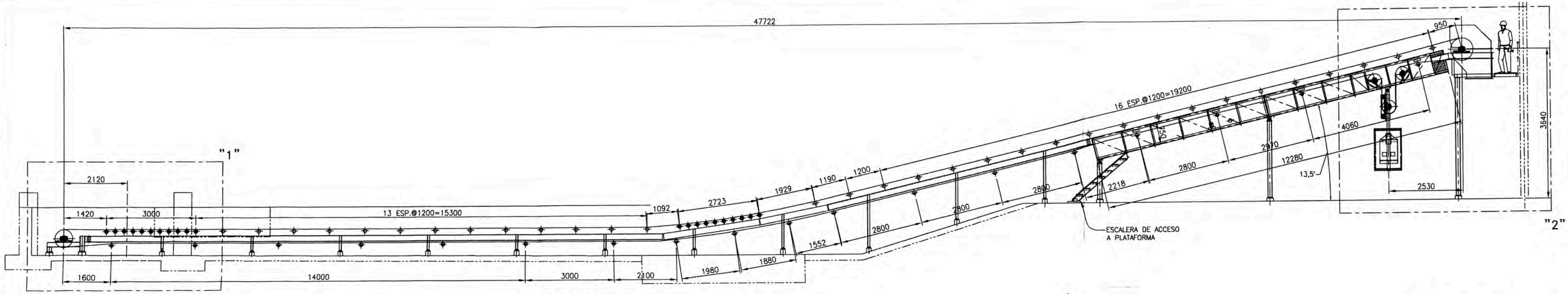
EJE POLEA  
1207.224

ESCALA: (1:400)

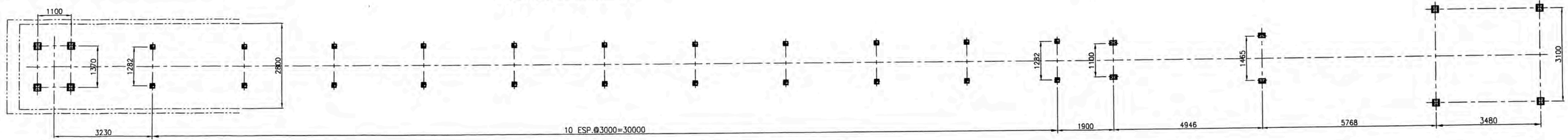
ACONDICIONADOR DE LECHADA DE CAL

<b>BBA</b> INGENIEROS	<b>CIA MINERA EL BROCAL S.A.</b> <b>PROYECTO: CHANCADO Y CARGUIO</b> <b>DISPOSICION DE EQUIPOS</b>			REV.
	DIBUJO : J.D.	FECHA : 24-09-03	PLANO N°	
	REVISADO : D.B.	FECHA : 24-09-03	<b>E - 150 - 001</b>	<b>C</b>
ESCALA : 1:200	FORMATO : A1-H			

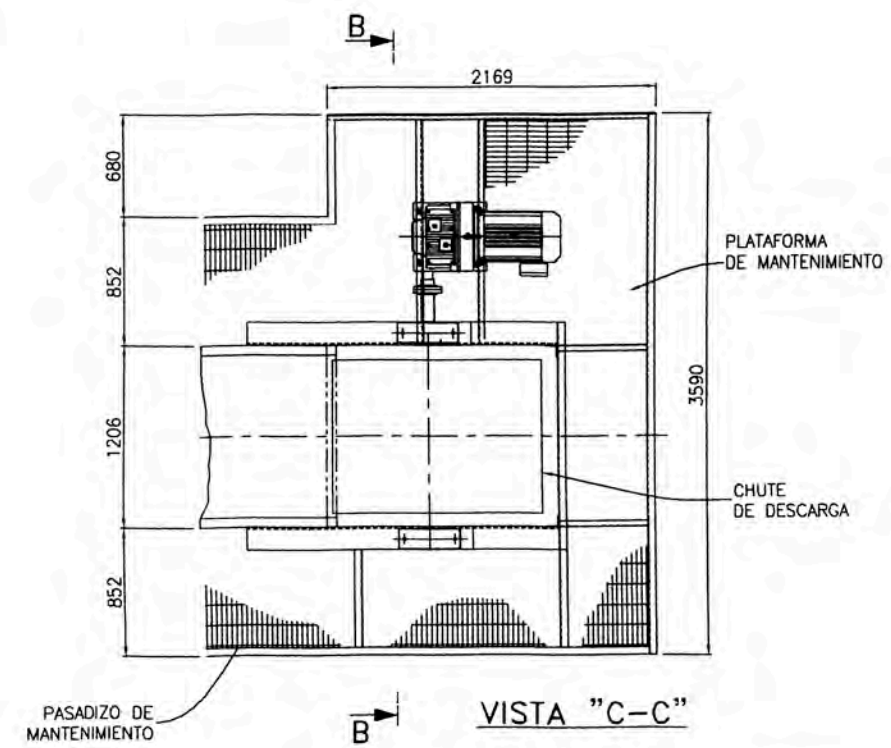




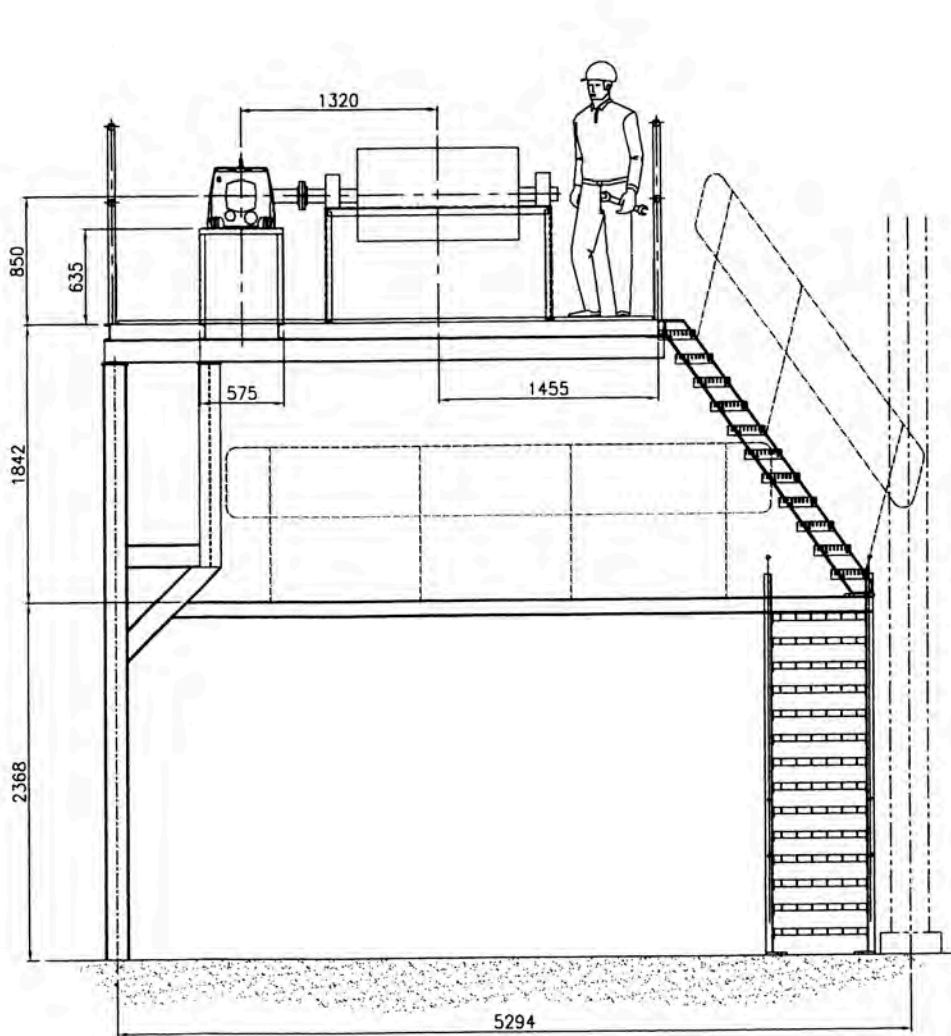
ELEVACION FRONTAL



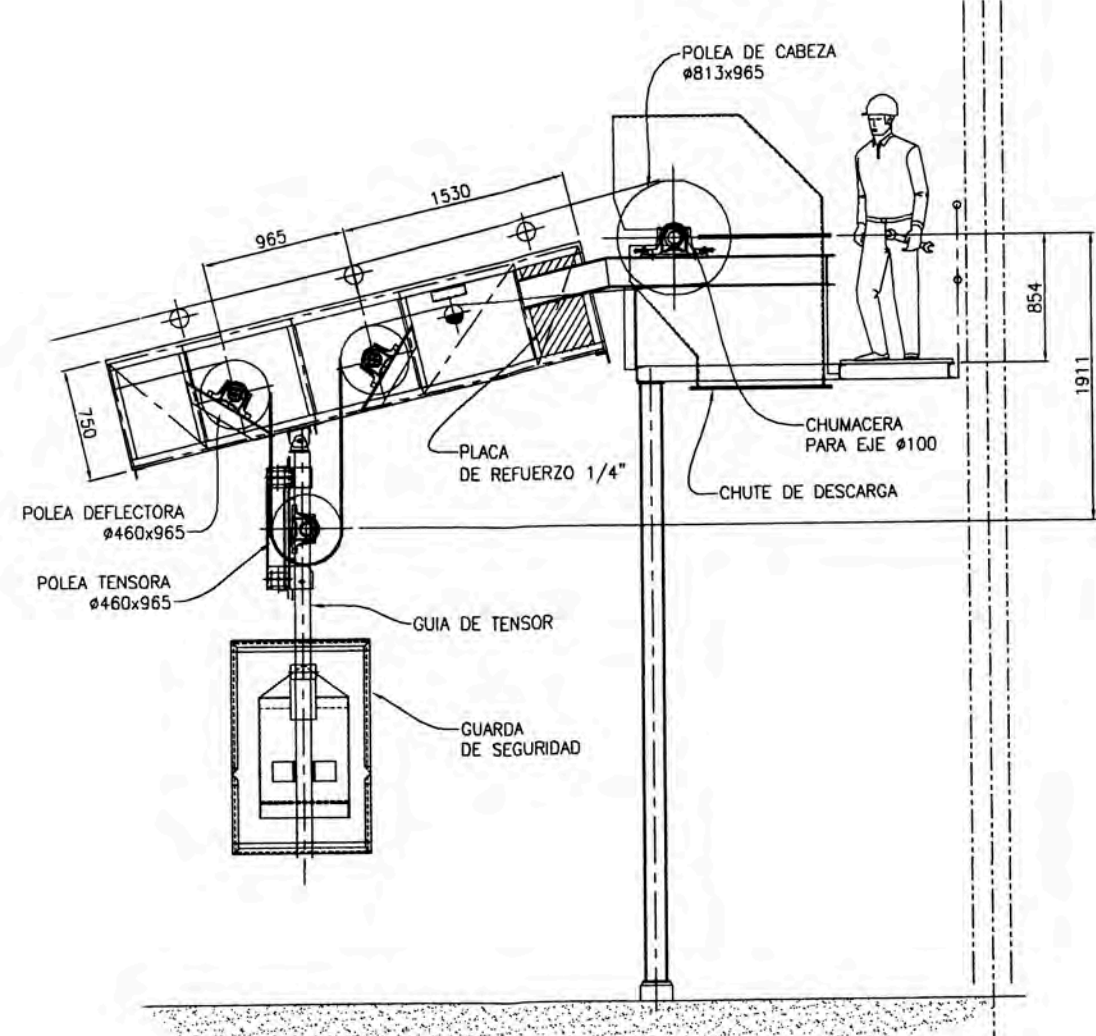
UBICACION DE PEDESTALES



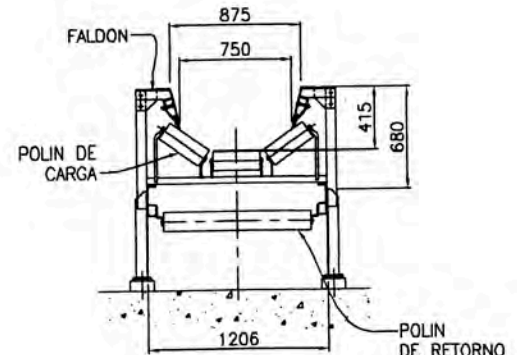
VISTA "C-C"



SECCION "B-B"



DETALLE "2"



SECCION "A-A"

POLINES	CANTIDAD
◆ IMPACTO	21 UNID.
⊕ CARGA	32 UNID.
⊕ RETORNO SIMPLE	16 UNID.
⊕ CARGA AUTOLINEANTE	01 UNID.
⊕ RETORNO AUTOLINEANTE	01 UNID.

NOTA: MEDIDAS EN MILIMETROS

ITEM	N° PLANO	PLANO DE REFERENCIA	REV.	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION	DIBUJADO	DISEÑADO	APROBADO
10								
9								
8								
7								
6								
5								
4								
3								
2								
1								

**SOCIEDAD MINERA EL BROCAL**

PROYECTO: **PLANTA DE CHANCADO 700 TM/H**

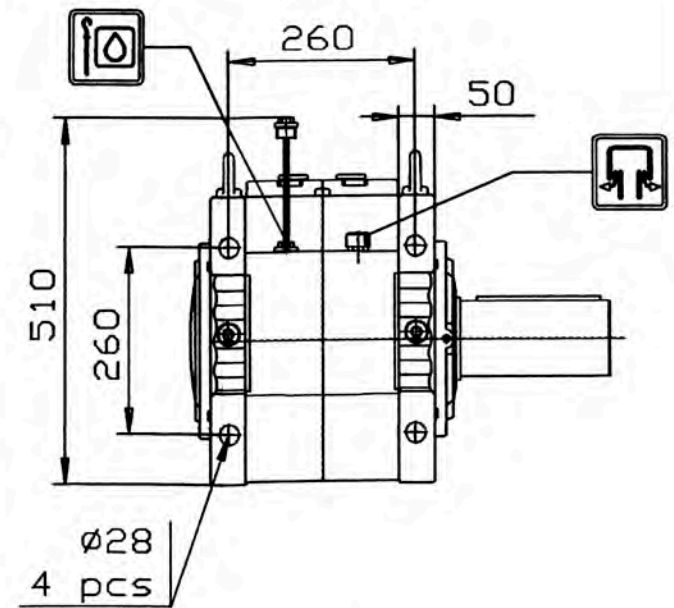
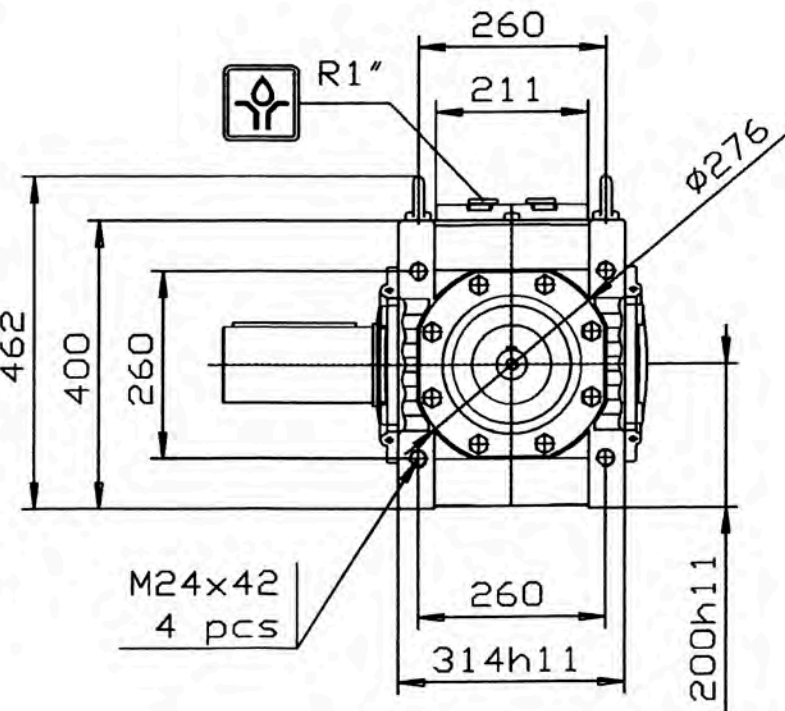
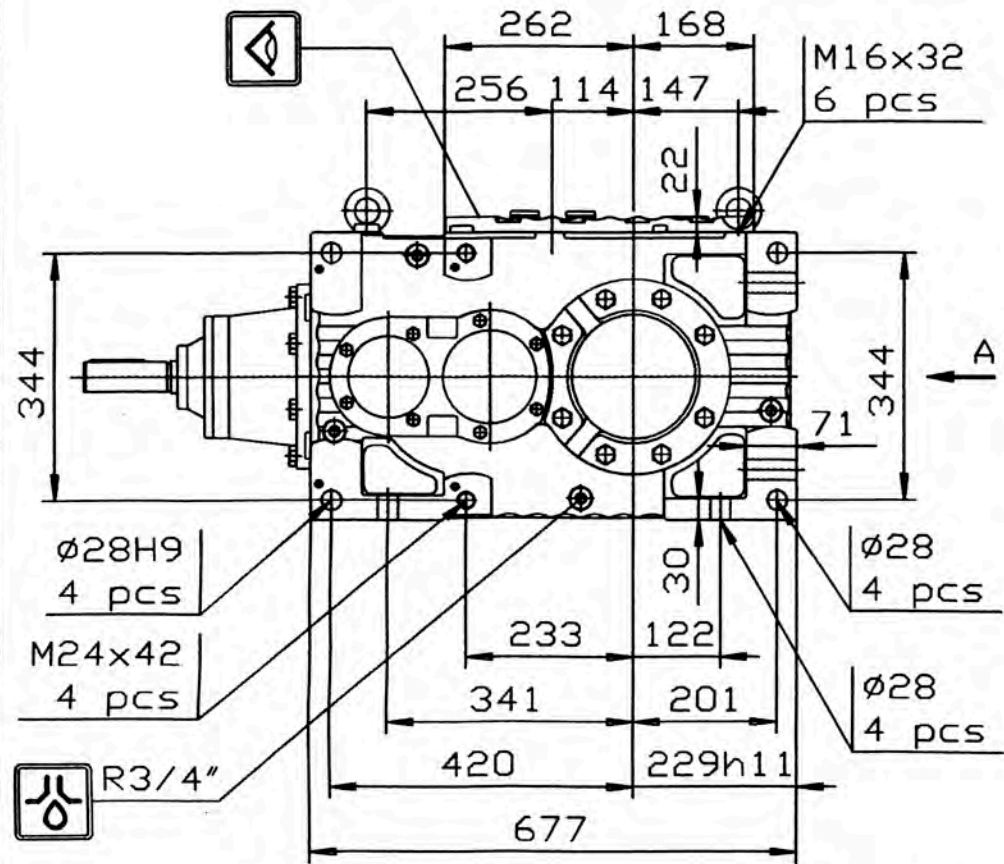
TITULO: **FAJA TRANSPORTADORA N°6**

**BBA INGENIEROS**

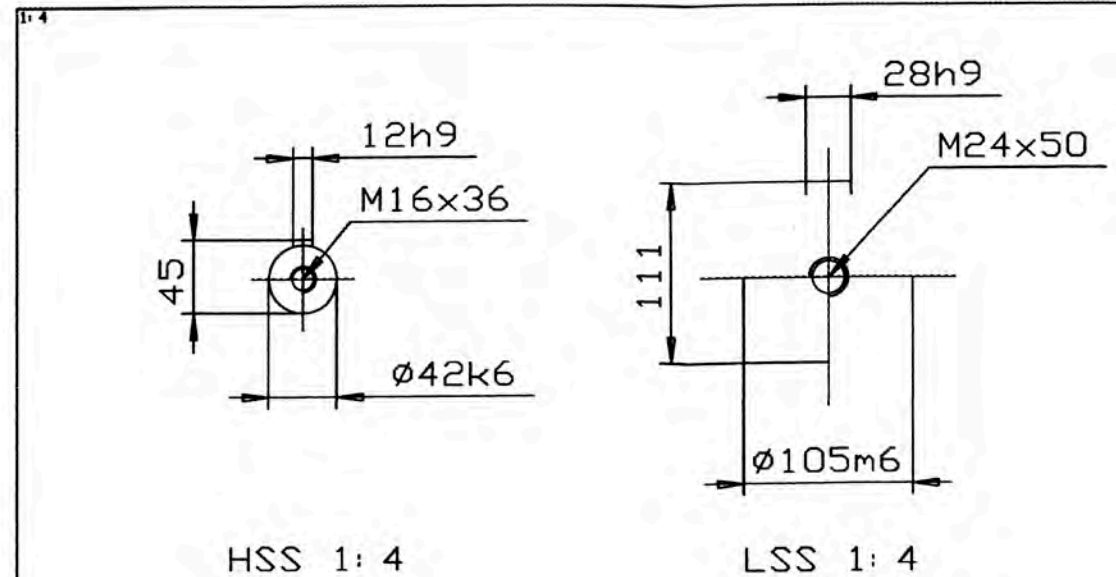
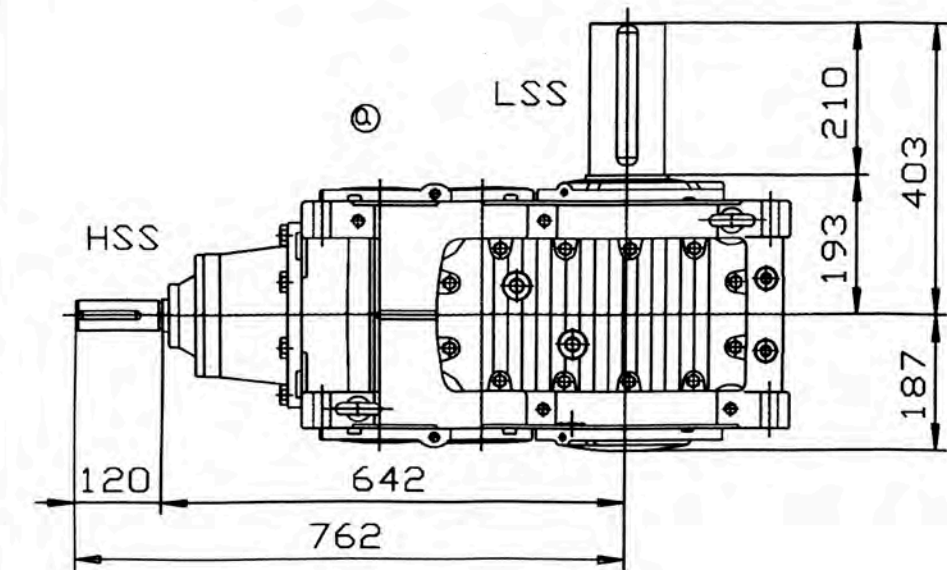
APROBADO: PEREZ R.	03/03/09
REVISADO: CARBAL S.	19/02/09
DISEÑADO: CADENA A.	19/02/09
DIBUJADO: CADENA A.	19/02/09

FORMATO: A2	ESCALA: S/E	FECHA: Febrero 2009	PLANO N°: 2009-IMB-CH-EQ12-12	REVISION: 0
-------------	-------------	---------------------	-------------------------------	-------------

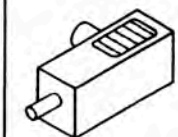




View A

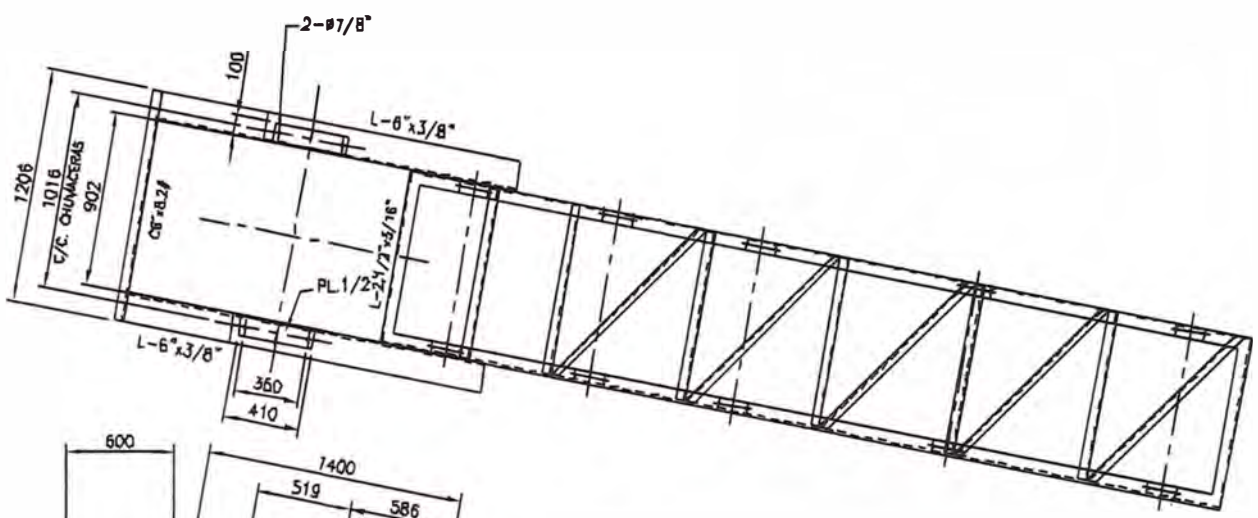
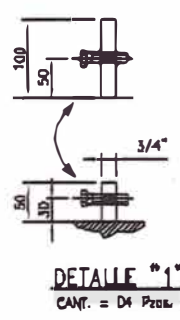
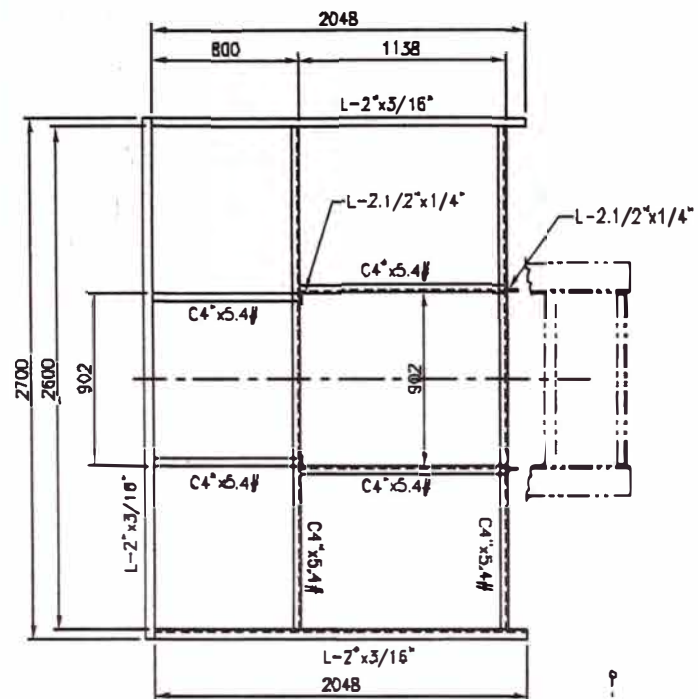


WEIGHT 382 KG



MUTOS/REVISION c) b) a) Projection added. 991118 LSA

ISA/ PART	NINITYS/NAME	KPL/ PC	AINE/ MATERIAL	MITAT, MIETO, MALLI/ DIMENSIONS, FORM, PATTERN	HUOH/REMARKS
	<b>SEW EURODRIVE</b>		EUROPEAN PREL	SURBE/SCALE 1 : 9	LASTUJAMISTOLERANSSIT MACHINING TOLERANCES ISO2768-m
	NINITYS/NAME DIMENSION DRAWING MC3RLSF04 i <sub>N</sub> =14..63			P./D. 990531 T./C. 990531 K./A.	AKA AKA PIIRISTUS/DRAWING Y0012657 a

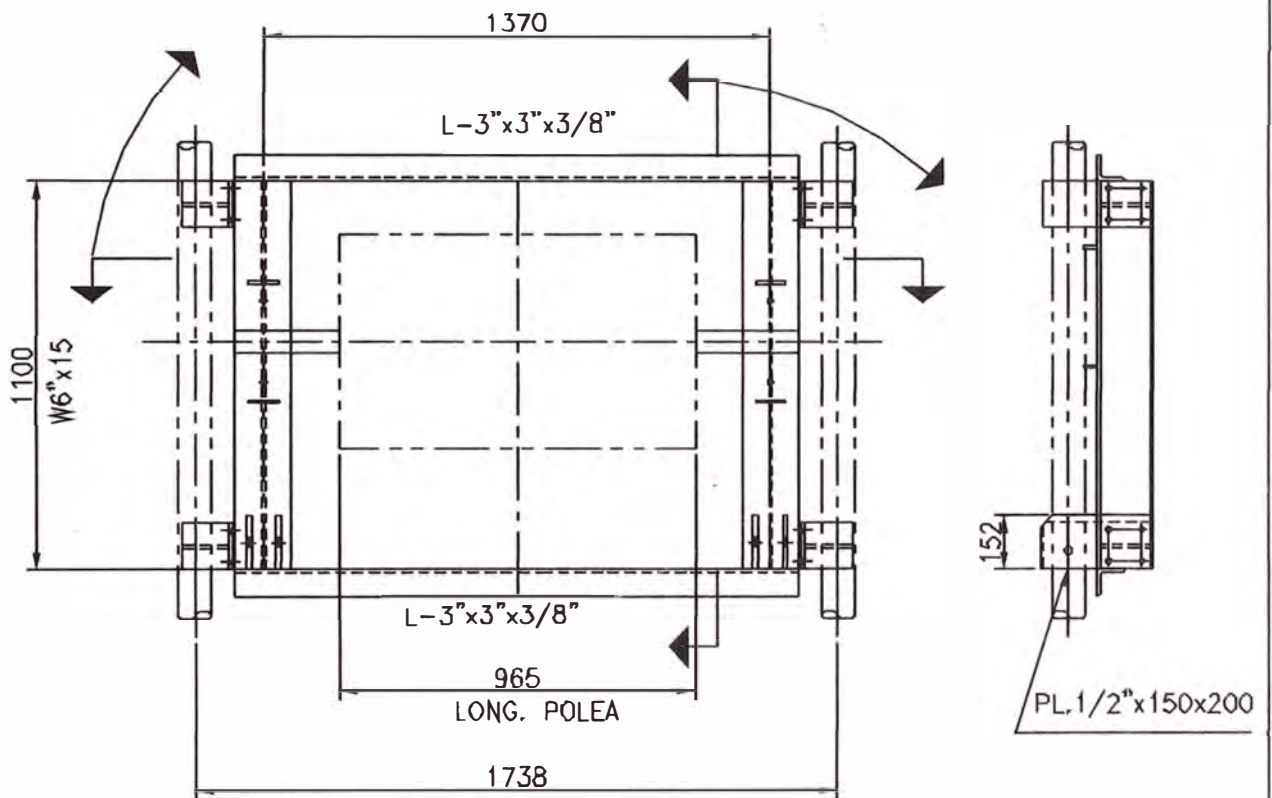
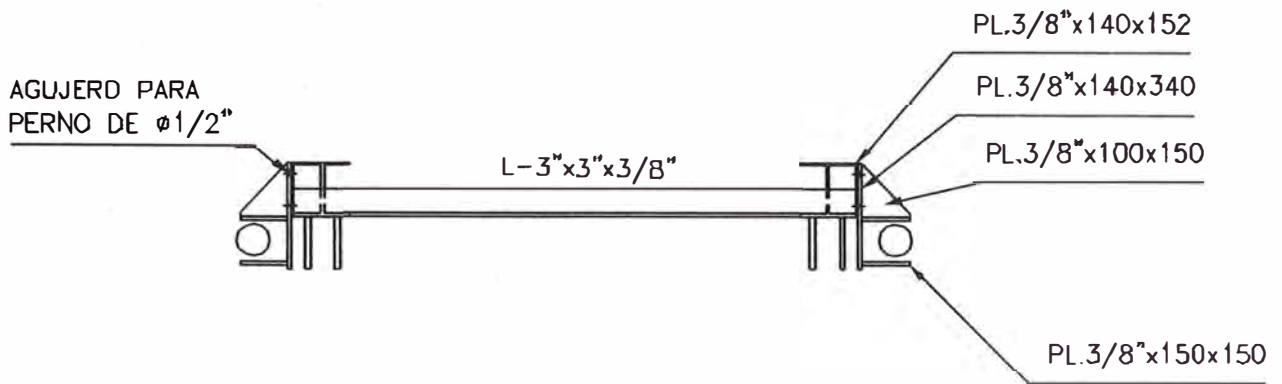


BRIDA SUPERIOR

BASTIDOR POLEA DE CABEZA PARA FAJA DE 30" Y 36"





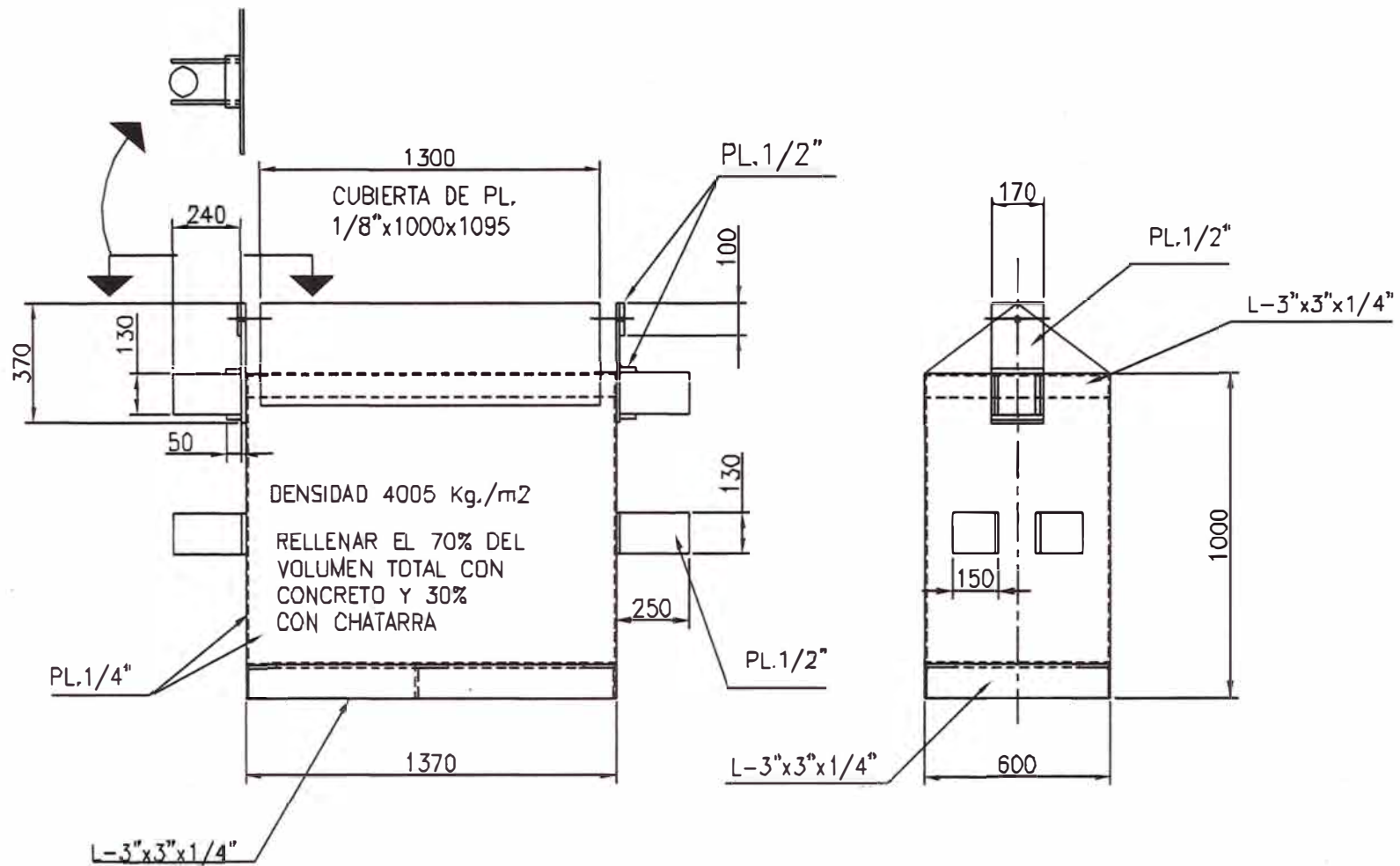


**BASTIDOR PARA POLEA TENSORA**

CANTIDAD: 01 Pzo  
 MATERIAL: ASTM A-36

**BASTIDOR POLEA DT TEMPLADO PARA FAJA DE 30" Y 36"**



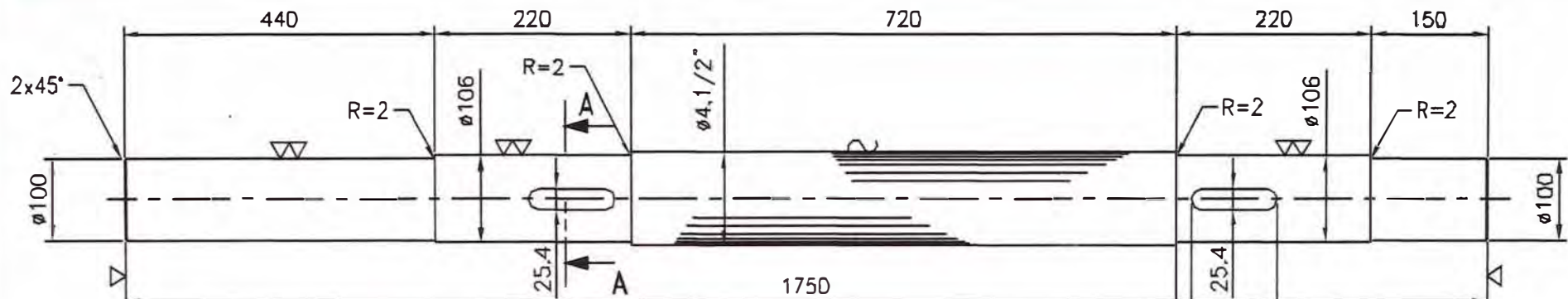


**CONTRAPESO DE POLEA TENSORA**

CANTIDAD: 01 Pza.  
MATERIAL: ASTM A-36

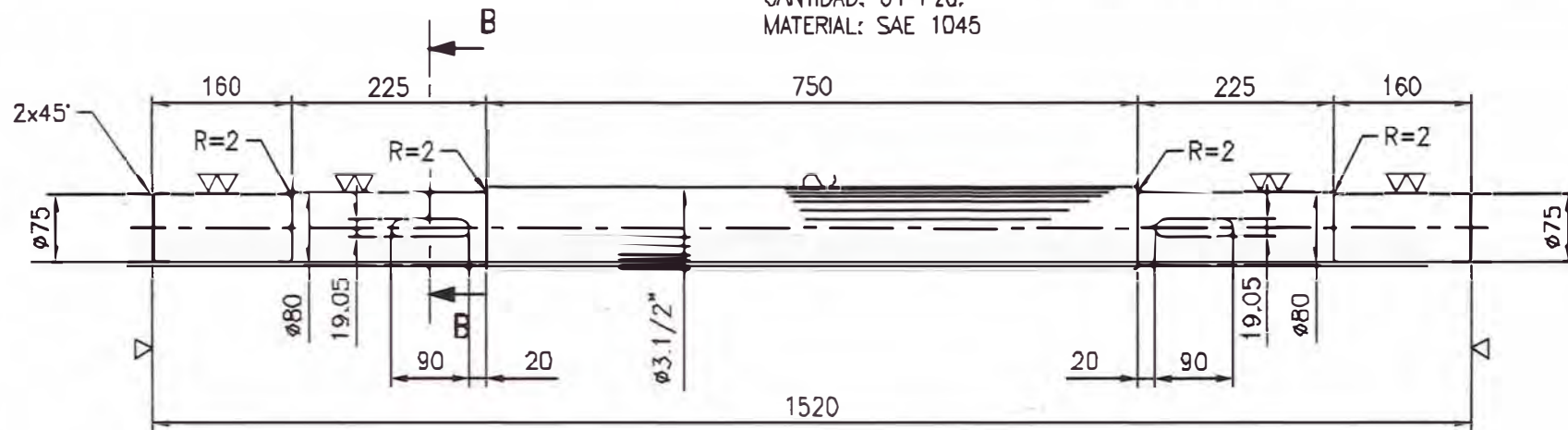
CONTRAPESO PARA FAJA DE 30" Y 36"





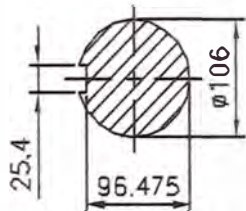
**EJE PARA POLEA MOTRIZ**

CANTIDAD: 01 Pza.  
MATERIAL: SAE 1045

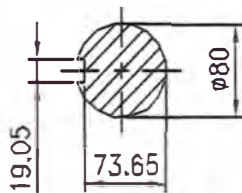


**EJES PARA POLEA DE COLA, DEFLECTORA Y TENSORA**

CANTIDAD: 04 Pzas.  
MATERIAL: SAE 1045



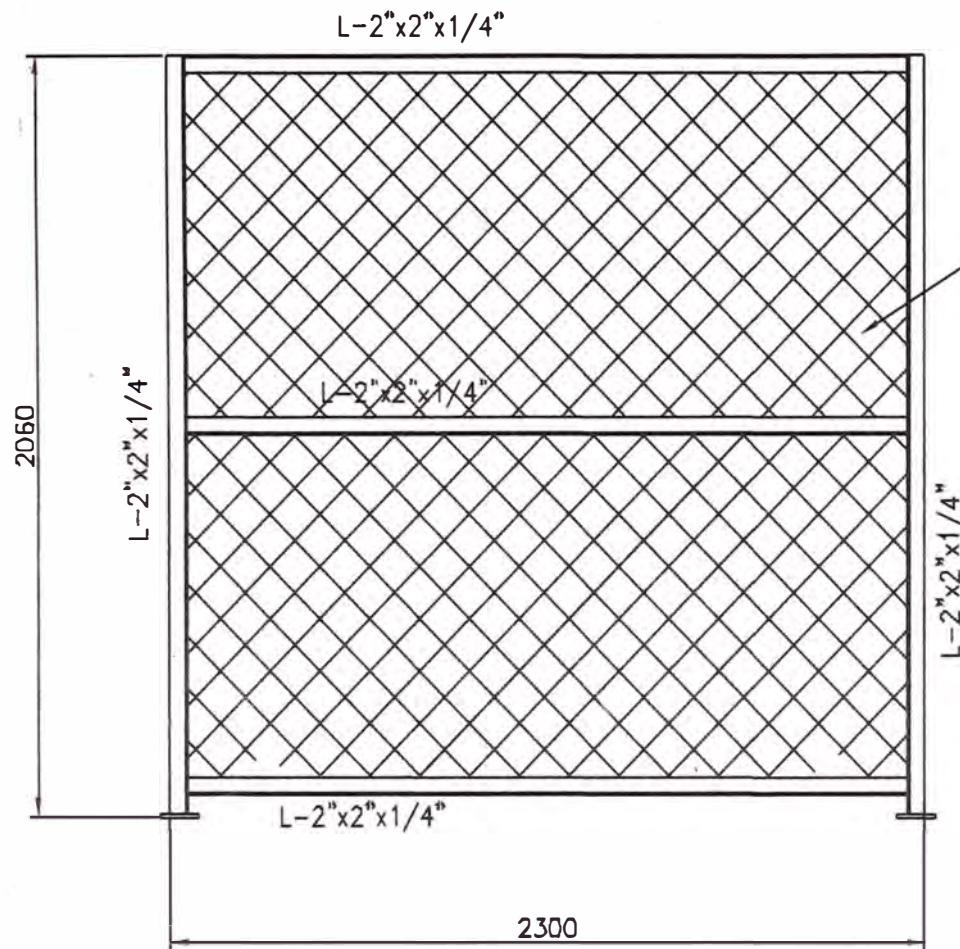
SECC. A-A



SECC. B-B

EJES DE POLEAS PARA FAJA DE 30" Y 36"





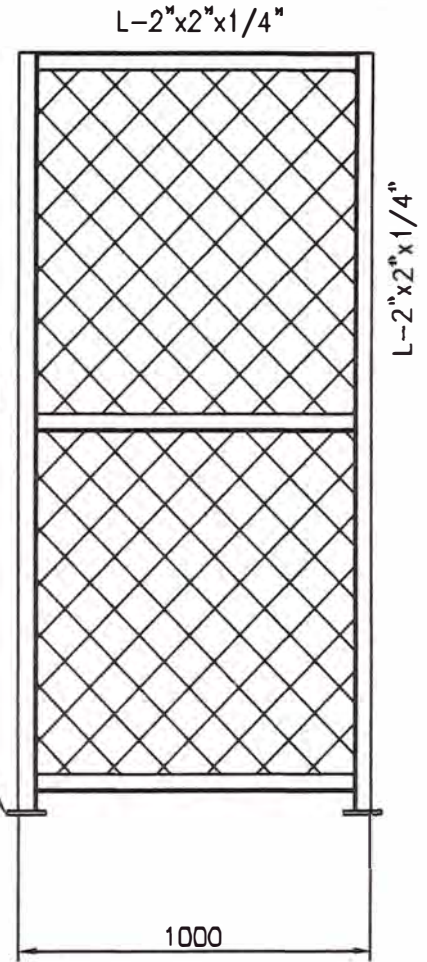
GUARDA DE SEGURIDAD CONTRAPESO

CANTIDAD: 01 Pzo.  
MATERIAL: ASTM A-36

MALLA DE ALAMBRE  
COCADA 3"x3"

PL.3/8"x150x150

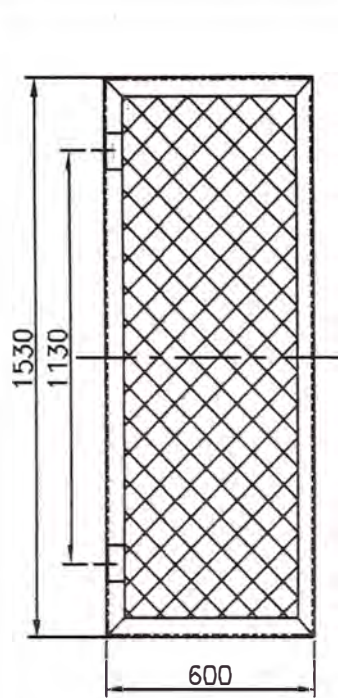
L-2"x2"x1/4"



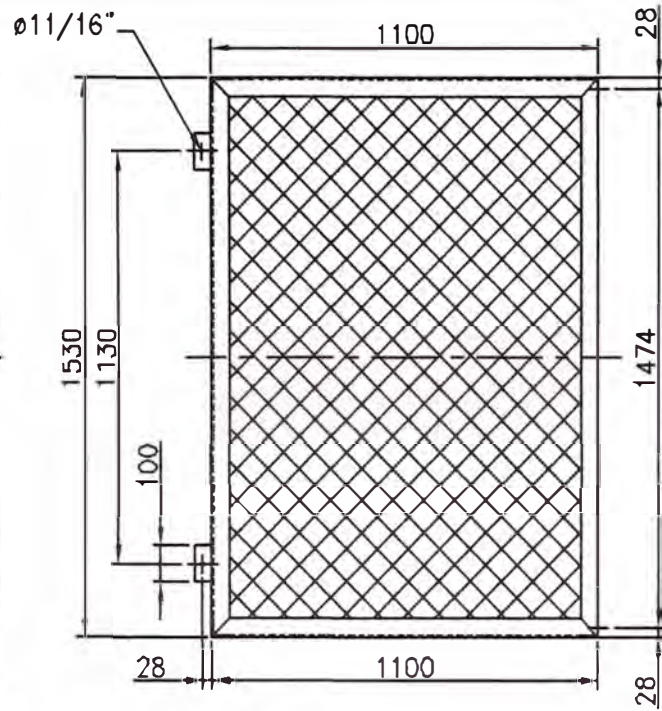
LATERAL

GUARDA DE CONTRAPESO PARA FAJA DE 30" Y 36"

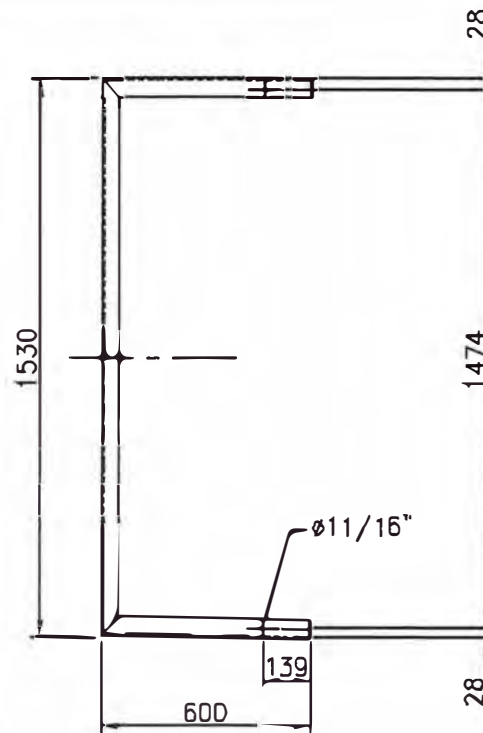




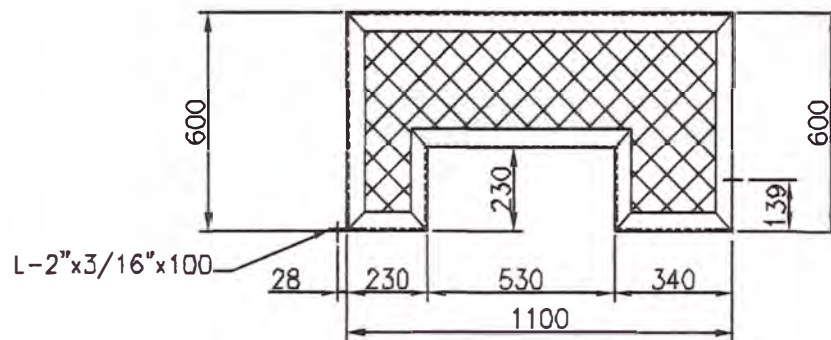
LATERAL



PLANTA



LATERAL

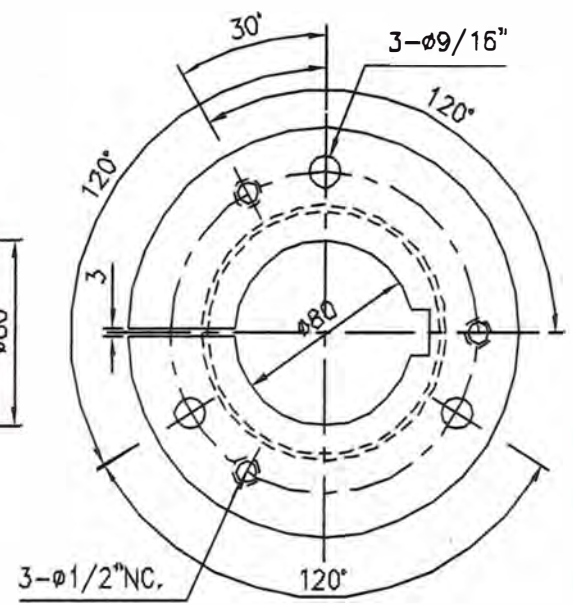
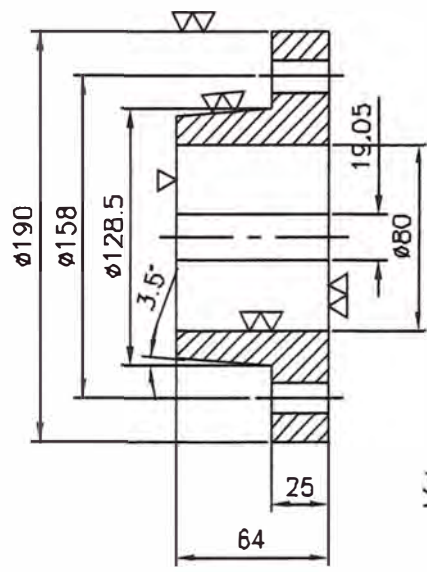
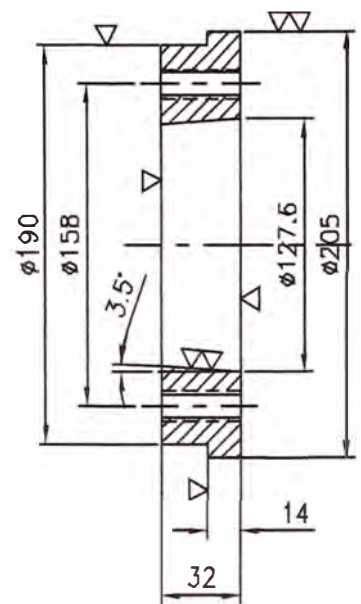
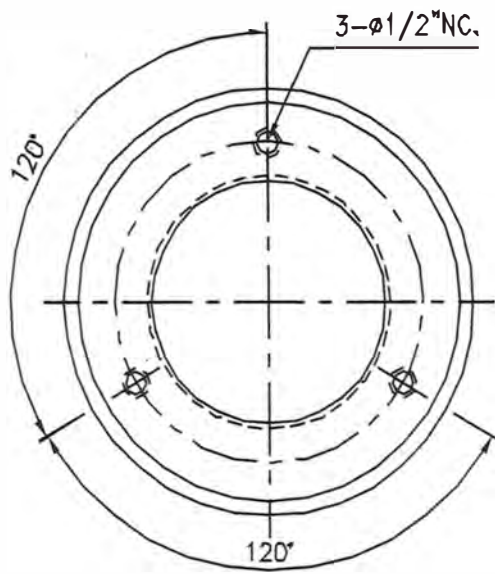


ELEVACION

NOTA : TODOS ANGULOS SON L-2"x2"x3/16"  
 MALLA DE 2" COCADA Y DE  $\phi$ 2mm.  
 DEL ALAMBRE (ZINCADO)

GUARDA POLEA DE COLA PARA FAJA DE 30" Y 36"



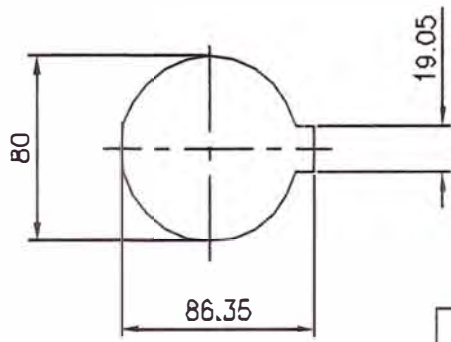


CUBO PARA POLEA DE COLA

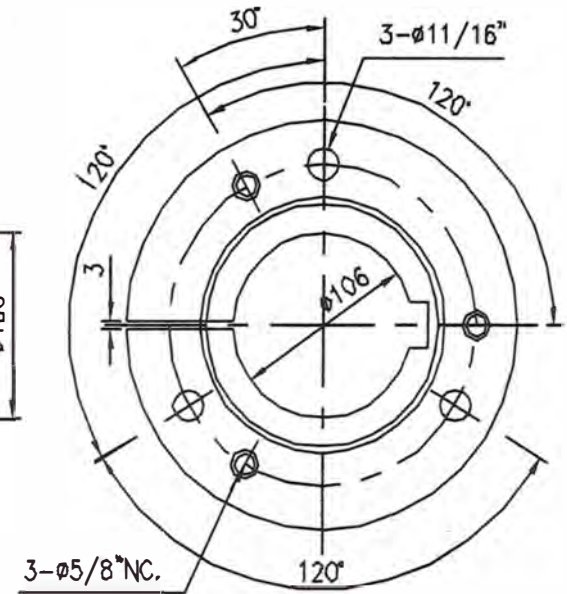
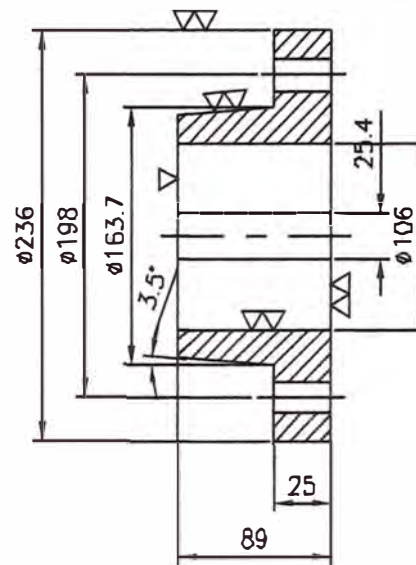
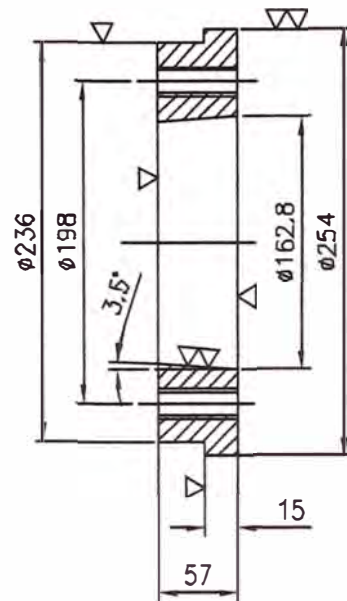
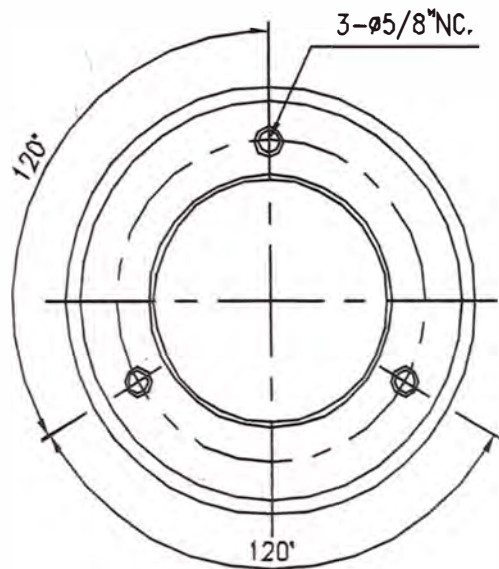
CANTIDAD: 02 Pzas  
 MATERIAL: ASTM A-36

MANGUITO PARA POLEA DE COLA

CANTIDAD: 02 Pzas  
 MATERIAL: ASTM A-36



MANGUITO DE POLEA DE COLA PARA FAJA DE 30" Y 36"

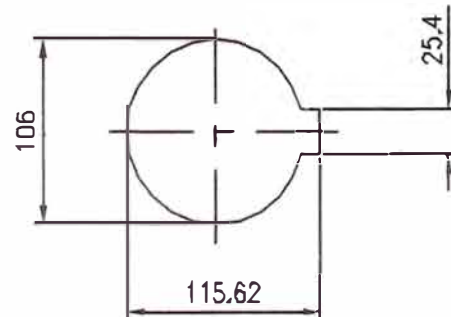


**CUBO PARA POLEA MOTRIZ**

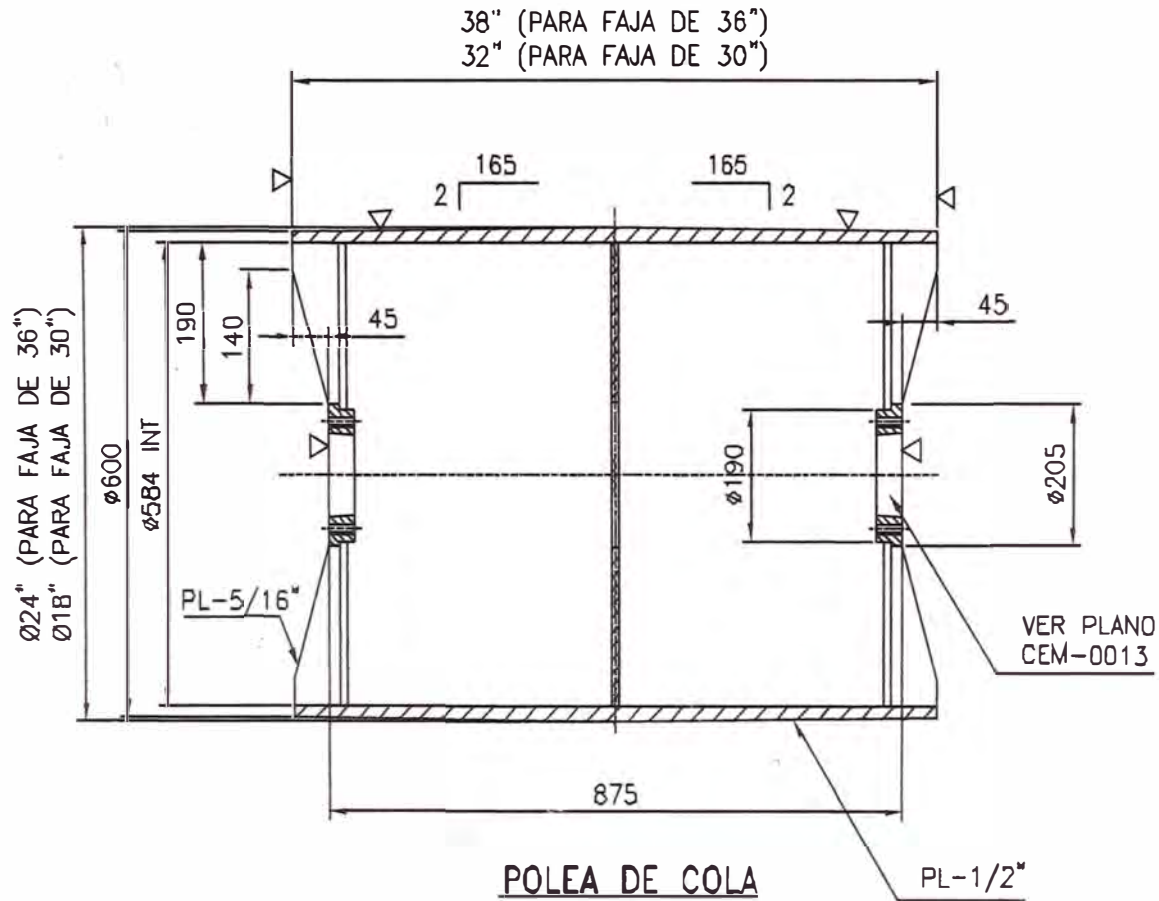
CANTIDAD: 02 Pzas  
 MATERIAL: ASTM A-36

**MANGUITO PARA POLEA MOTRIZ**

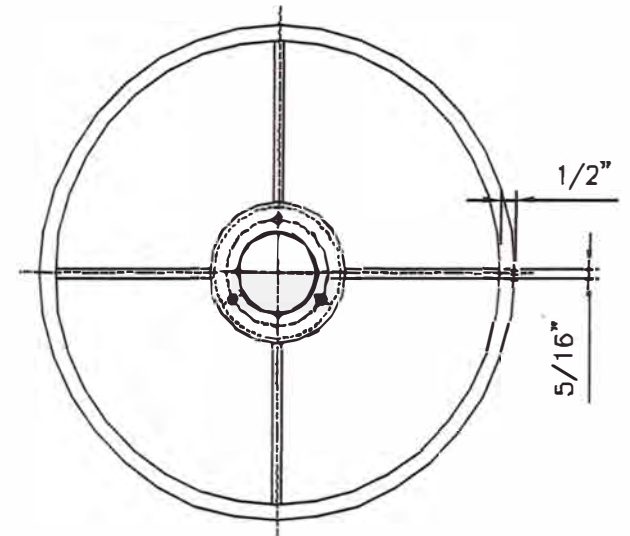
CANTIDAD: 02 Pzas  
 MATERIAL: ASTM A-36



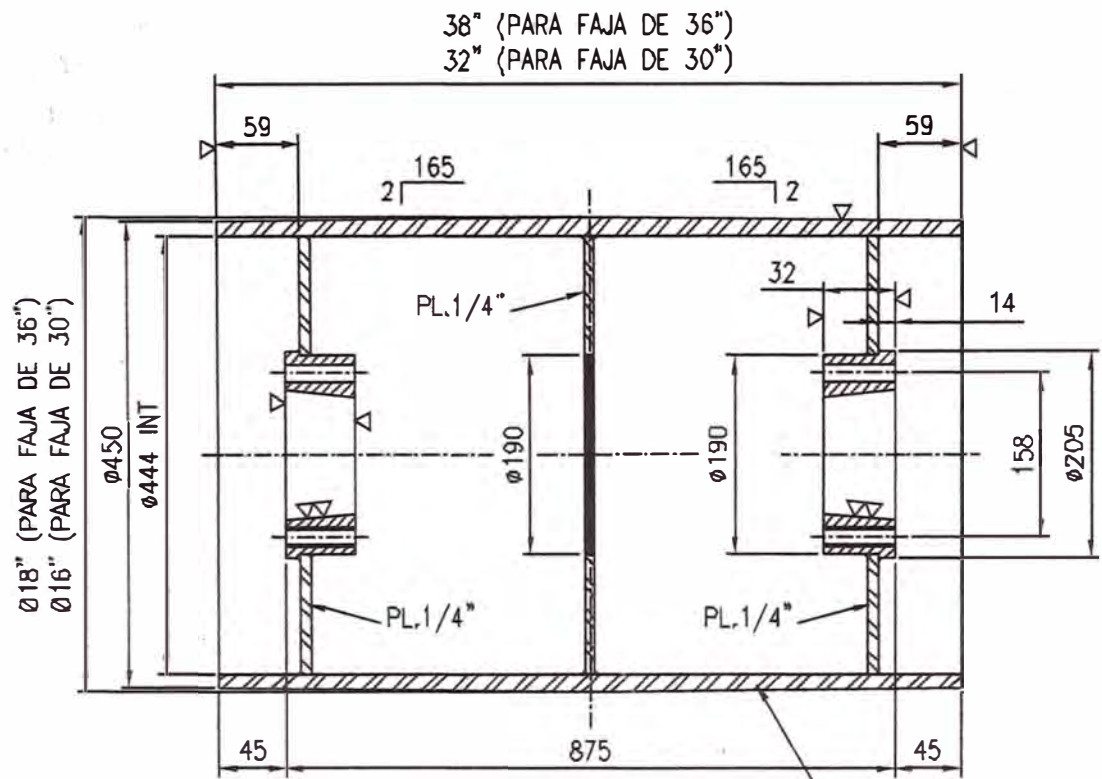
**MANGUITO DE POLEA PARA FAJA DE 30" Y 36"**



CANTIDAD: 01 Pza  
MATERIAL: ASTM A-36

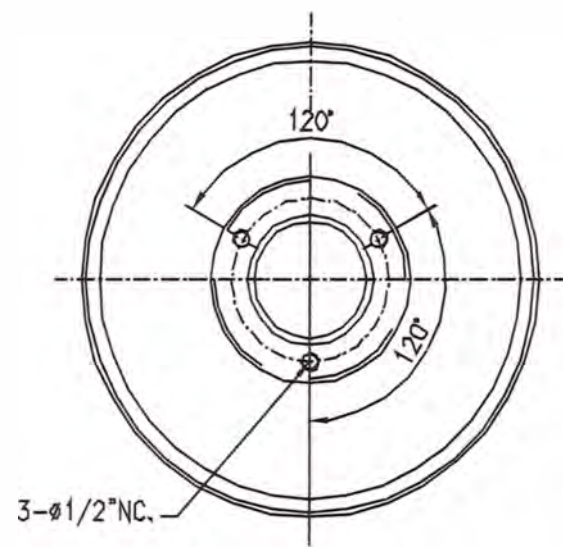


POLEA DE COLA PARA FAJA DE 30" Y 36"



**POLEA DEFLECTORA**

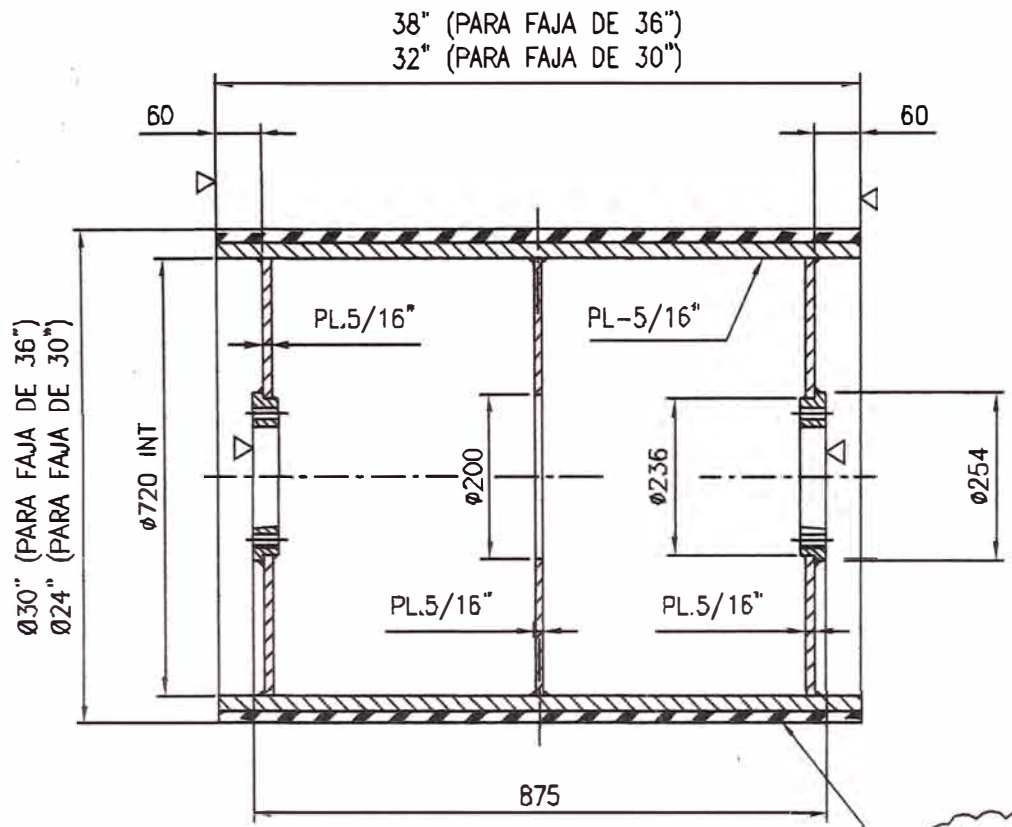
CANTIDAD: 02 Pzas.  
MATERIAL: ASTM A-36



**LATERAL**

POLEA DEFLECTORA PARA FAJA DE 30" Y 36"

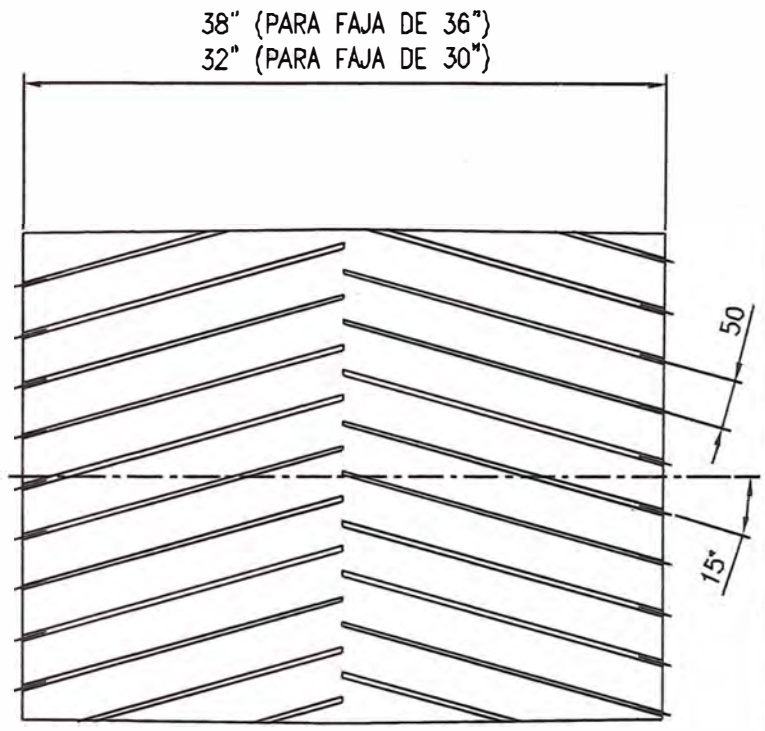




**POLEA MOTRIZ**

CANTIDAD: 01 Pzo  
MATERIAL: ASTM A-36

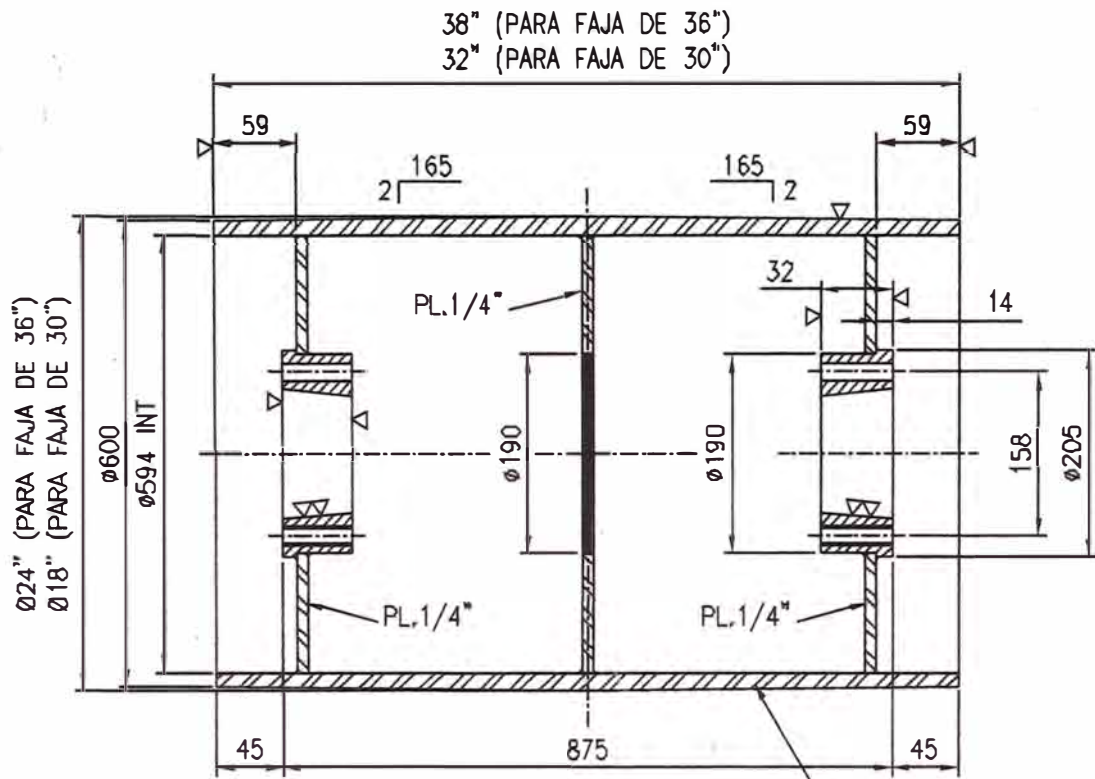
ENJEBADO 3/8" ESPESOR



**TALLADO HERRINGBONE**

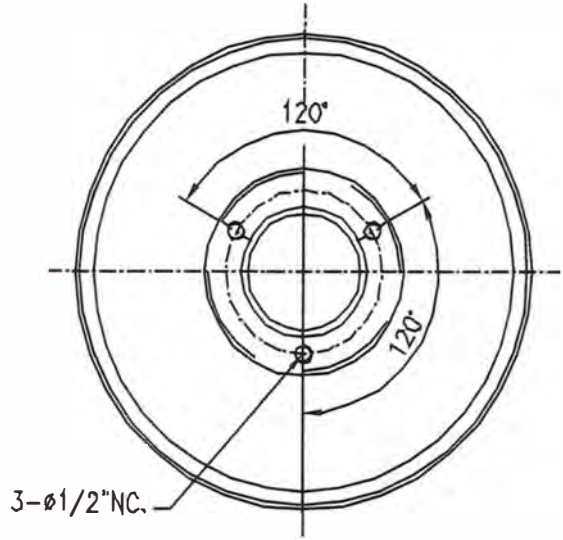
REV. 1: 28-04-03 - J. CUADROS

**POLEA MOTRIZ PARA FAJA DE 30" Y 36"**



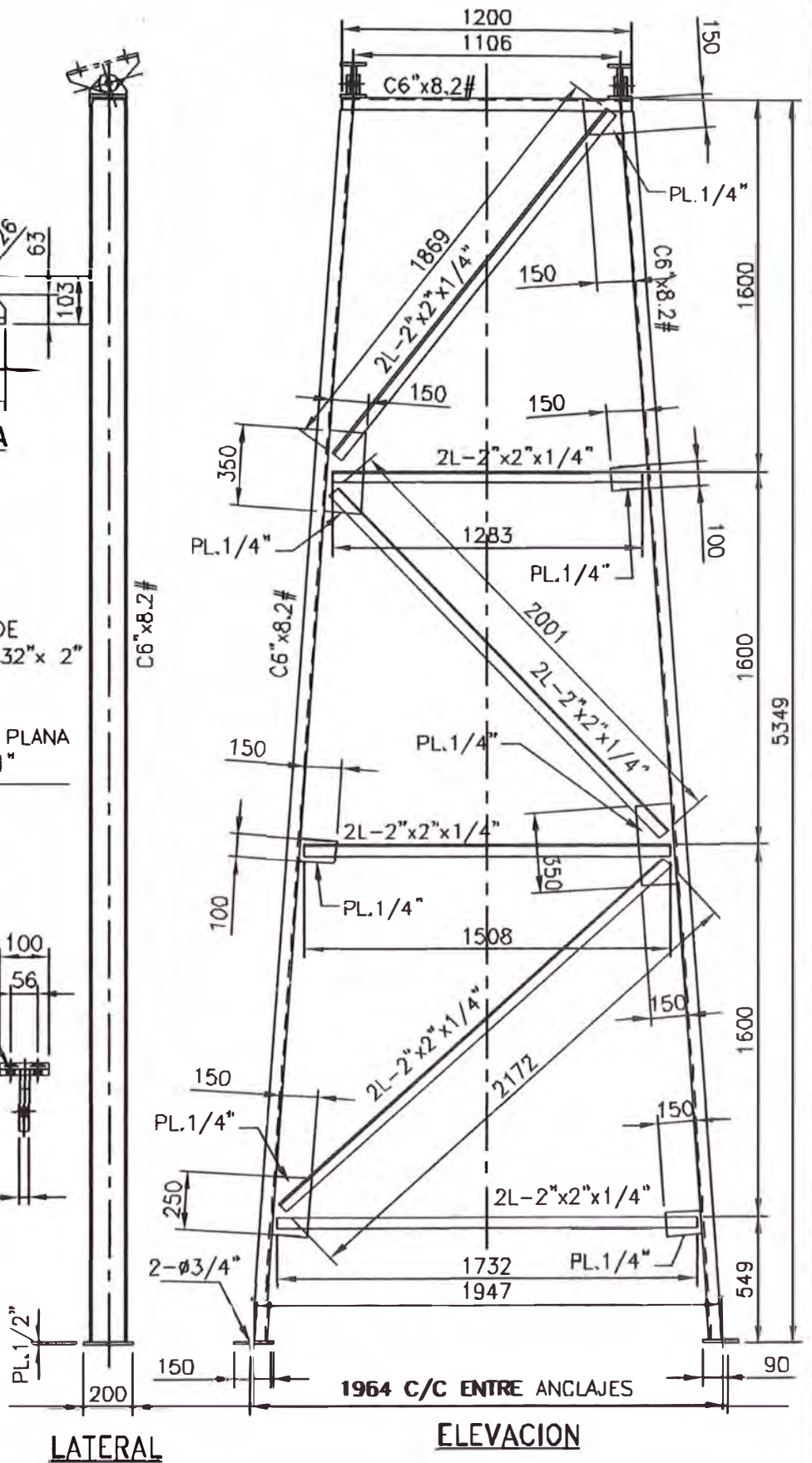
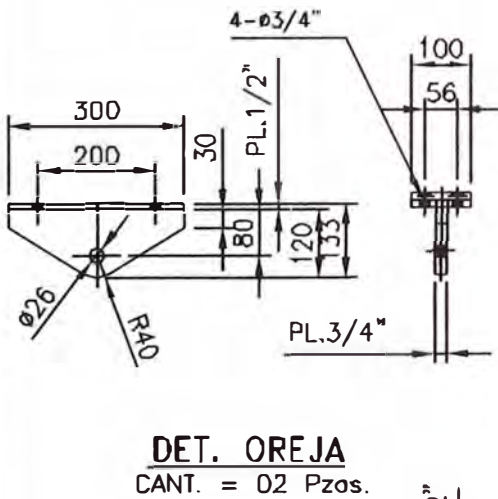
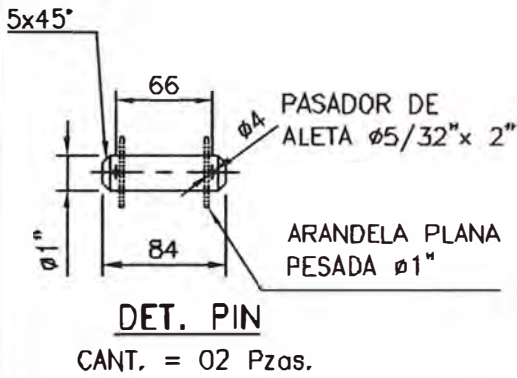
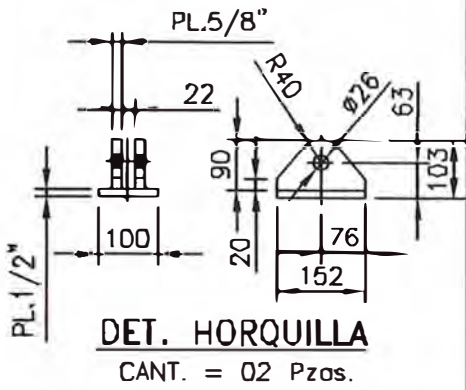
**POLEA TENSORA**

CANTIDAD: 01 Pzo  
 MATERIAL: ASTM A-36



**LATERAL**

POLEA TENSORA PARA FAJA DE 30" Y 36"

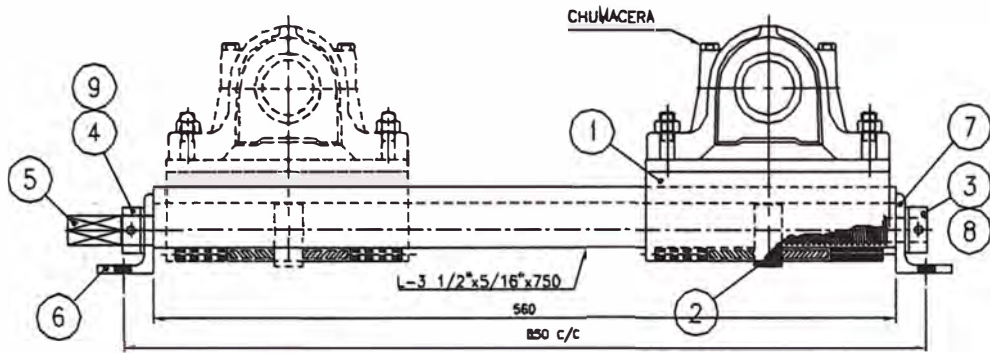


**LATERAL**

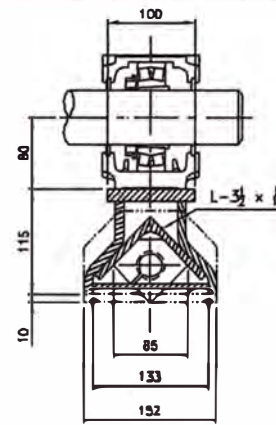
**ELEVACION**

**SOPORTE ESTRUCTURA PARA FAJA DE 30" Y 36"**

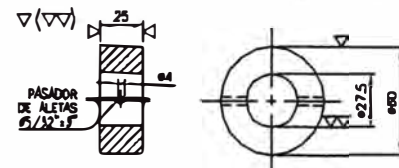




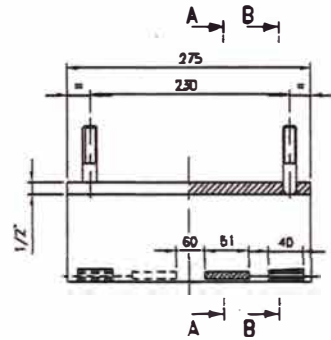
**ENSAMBLE DE TEMPLADOR**



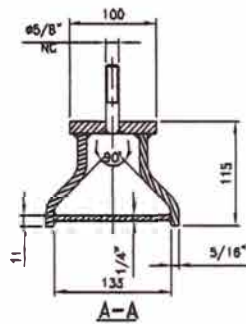
**ITEM-3**  
MATERIAL: ASTM A-36  
CANTIDAD: 01 Pzo



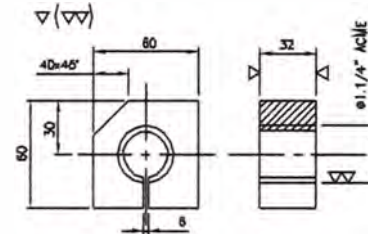
**ITEM-4**  
MATERIAL: ASTM A-36  
CANTIDAD: 01 Pzo



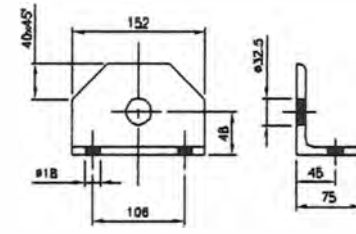
**ITEM-1**  
MATERIAL: ASTM A-36  
CANTIDAD: 01 Pzo



**B-B**

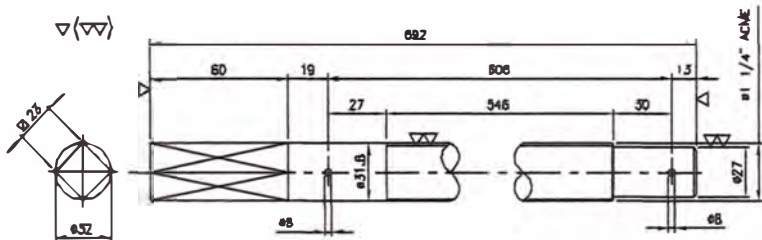


**ITEM-2**  
MATERIAL: SAE-64  
CANTIDAD: 01 Pzo

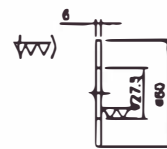


**ITEM-6**  
MATERIAL: L-4 x 5/16\"/>

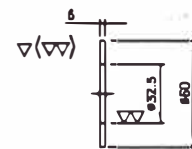
NOTA :  
1. LAS CANTIDADES INDICADAS SON PARA 01 TEMPLADOR  
2. FABRICAR 04 TEMPLADORES



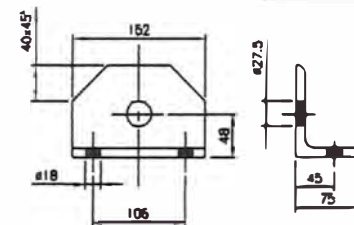
**ITEM-5**  
MATERIAL: SAE 1045  
CANTIDAD: 01 Pzo



**ITEM-8**  
MATERIAL: A-36  
CANTIDAD: 01 Pzo



**ITEM-9**  
MATERIAL: A-36  
CANTIDAD: 01 Pzo



**ITEM-7**  
MATERIAL: L-4 x 5/16\"/>

TENSOR DE FAJA