

# MINERA EL TESORO

PROYECTO N° 0465/2009

**PROYECTO  
“ESTUDIO CORREA TRANSPORTADORA  
400-CV-003 PARA OPERACIÓN REVERSIBLE  
Y EXTENSION”**

## INGENIERIA CONCEPTUAL

**CAD CAE Ingeniería Ltda.**

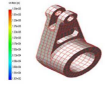
Jose López González 2867

Oficina 201, Antofagasta

APROBACION MET: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

REV.	FECHA	POR	REV.	APROBO	DESCRIPCION
A	28.09.09	P.V.	H.L.	P.C.	Emitido para Coordinación Interna y observaciones del Cliente



## **INDICE**

- 0.- RESUMEN EJECUTIVO
- 1.- INTRODUCCION
- 2.- OBJETIVOS
- 3.- ANTECEDENTES
- 4.- DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS
- 5.- RESUMEN ESTIMACION DE COSTOS
- 6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 7.- ANEXOS
  - 7.1.- DATA SHEET CORREA 400-CV-03 EXISTENTE
  - 7.2.- DATA SHEET DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS
  - 7.3.- PLANILLA DE ESTIMACION DE COSTOS
  - 7.4.- COTIZACIONES DE PROVEEDORES
  - 7.5.- MEMORIA DE CALCULO

## 0.- RESUMEN EJECUTIVO

Este informe incluye la ingeniería conceptual de las Alternativas para Operación en ambos sentidos de la Correa 400-CV-003 y el Diseño de la Extensión de la Correa en 650 m hacia el extremo sur de las pilas de lixiviación.

Conceptualmente se han analizado tres (3) alternativas de operación reversibles y son las siguientes:

**Alternativa N°1:** Operación en ambos sentidos con un solo sistema motriz actual repotenciado.

**Alternativa N°2:** Operación en ambos sentidos con dos sistemas motrices, uno actual y otro en la polea de cola, acoplados y sincronizados.

**Alternativa N°3:** Operación en ambos sentidos, en forma descendente con sistema motriz actual y polea motriz de cola desacoplado y, en forma ascendente con sistema motriz actual desacoplado y polea motriz de cola acoplado.

Del análisis desarrollado, se ve que:

La Alternativa N°1, requiere aumentar la potencia de 400 kW a 500 kW. Además, requiere cambiar la correa actual de un ST-800 a un ST 1000 esto, por aumento de tensión en la correa, además implica un aumento en la resistencia de las poleas, ejes y descansos y finalmente requiere de aumento del contrapeso a 2.18 veces el actual requerido.

La Alternativa N°2, mantiene el sistema motriz actual y requiere considerar un sistema motriz en la cola de 200 kW y, se deberá aumentar el contrapeso actual a 23.130 kg (1,35 veces el contrapeso actual).

La Alternativa N°3, para operación descendente se mantiene el mismo sistema motriz de 400 kW, para una operación ascendente se requiere una polea motriz en la cola de 508 kW, esto implica cambiar la correa de ST-800 a ST-1000 y revisar el repotenciamiento de los ejes de la polea motriz actual.

De las tres alternativas analizadas conceptualmente, la mejor técnica-económica es la Alternativa N°2; es decir, operación reversible con dos sistemas motrices sincronizados. La potencia requeridas por el sistema motriz existente es de 400 kW (con factor de utilización de 67 % respecto a la potencia instalada) y otro adicional de 260 kW con factor de utilización de 85%.

Se analizó el traspaso de la correa existente a la extensión de 650 mt, en el cual se presento dos alternativas: mantener la correa actual y hacer excavaciones para el traspaso o elevar la correa actual en 2,5 mt para mantener recta la correa de 650 mt. Operacionalmente la mejor alternativa es elevar la descarga de la correa actual para

realizar el traspaso de carga, por lo cual se recalcula la alternativa 2 elevando la descarga.

La alternativa 2 recalculada da una potencia de accionamiento requerida por el sistema motriz actual 400 kW, con un factor de utilización del 72 % y, el factor de seguridad tensional es de 7,675 que es superior al admisible y, la potencia del sistema motriz adicional en la polea de cola de la configuración existente de la correa es de 205 kW con un factor de utilización de un 85% y aumentar el contrapeso en forma ascendente en 24,9 Ton y en forma descendente se debe mantener el contrapeso en 17,1 Ton.

Para el diseño de la correa de 650 mt hay dos alternativas una es considerar 250 mt con Staker y 400 mt de Correa, con el objeto de que sea desmontable y pivoteable. Esta alternativa se presento al Usuario, por lo que se descarto por alto costo de implementación; ya que, el costo de adquisición por los 6 staker es de US\$ 2,000,000.-

La otra alternativa de la extensión de la correa considera una correa de 650 mt. continua las condiciones de diseño son:

Velocidad de transporte mayor a la Correa 400-CV-003, para no producir atollo de la carga traspasada a la extensión de la correa de 650 m al Sur. ( $V = 4.8$  m/s)

Considerar una altura de descarga en la extensión de la correa 10 m respecto al nivel de terreno de la polea de cola (considera una pendiente del 0.5%).

La extensión de la correa de 650 m debe ser fácilmente desmontable, móvil y pivoteable respecto a la descarga de la correa 400-CV-003.

Considerar en la extensión de la correa en 650 m, igual característica de diseño de la correa, polines de carga y retorno y, polea motriz en la cabeza y cola.

Del cálculo realizado, para el transporte ascendente inclinado con descarga a una altura de 10 m respecto al nivel de terreno de la polea de cola, resulto considerar un sistema motriz en la cabeza con motor de 280 kW, con un factor de utilización de 85%; para una correa TS-800 de 42", el factor de seguridad es de 11.56 y tensor requerido es de 5.010 kg.

Finalmente se entrega una Estimación de Costo Total de Inversión para materializar el proyecto por Minera El Tesoro, cuyo valor asciende aun total de:

Costo total estimado de Inversión:           US\$ 2.797.919

Una vez hechas las Observaciones y Comentarios se procederá a afinar en la Ingeniería Básica el diseño con un Plano de Disposición General de las modificaciones a realizar en la correa 400-CV-003 para Operación Reversible y Extensión de 650 m de la correa al Botadero Sur del ripio lixiviado.

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Actualmente el área de rípios, sub-proceso del área seca de la planta de Minera El Tesoro, enfrenta el desafío permanente de cumplir con el programa de extracción y depósito de rípios lixiviados provenientes de las pilas dinámicas. Dada la alta variabilidad y cambios en las características de este material es que se está desarrollando una nueva alternativa para el proceso que forma parte del proyecto denominado “Flexibilidad y Continuidad Operacional Área Rípios”. Con este proyecto se persigue flexibilizar la operación contando para ello con un segundo frente de descarga para los rípios y que plantea como eje central el poder operar la correa Overland 400-CV-003 en forma reversible.

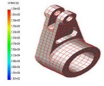
## 2.- OBJETIVOS.

El presente informe contiene la Ingeniería Conceptual Básica para Operación Reversible de la Correa 400-CV-003 y la Extensión en 650 m hacia el Botadero Sur de los Rípios Lixiviados. Conceptualmente, contiene un análisis del perfil actual de la correa para operación reversible y selección de la mejor alternativa técnica factible de implementar sin mayores cambios en la configuración actual. Y, como Ingeniería Básica, contiene el desarrollo de la alternativa seleccionada para operación reversible, el diseño de la extensión de dicha correa y, la estimación de costo total para materializar el proyecto por Minera El Tesoro.

## 3.- ANTECEDENTES.

### Datos resumido

- Anexo 1 : Data Sheet de la correa existente 400-CV-03
- Memoria de Cálculo N° TE-IN-101-05
- Planos de Diseño de la Correa inicial 400-CV-003
- Planos de Diseño de la Correa alargada 400-CV-003



#### 4.- DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

**4.1. Giro en ambos sentidos :** De acuerdo a las Condiciones de Diseño requeridas para Operación Actual y Reversible de la Correa 400-CV-003 manteniendo las Condiciones Actuales de Transporte de Ripio Lixiviado, se analizan conceptualmente las siguientes alternativas de operación reversible:

- Alternativa N°1: Operación reversible con sistema motriz actual
- Alternativa N°2: Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual.
- Alternativa N°3: Operación reversible con sistema motriz actual desacoplado y otro adicional acoplado en Polea de Cola actual.

**4.1.1 Análisis Alternativa N°1:** Operación en ambos sentidos con sistema motriz actual o la requerida para que funcione.. Aquí, el transporte es inclinado ascendente y descendente con una pendiente de 0,5%, el motoreductor funciona en ambos sentido. el sistema motriz actual queda configurado en el perfil actual de la correa como de cola (Véase Fig. 1)

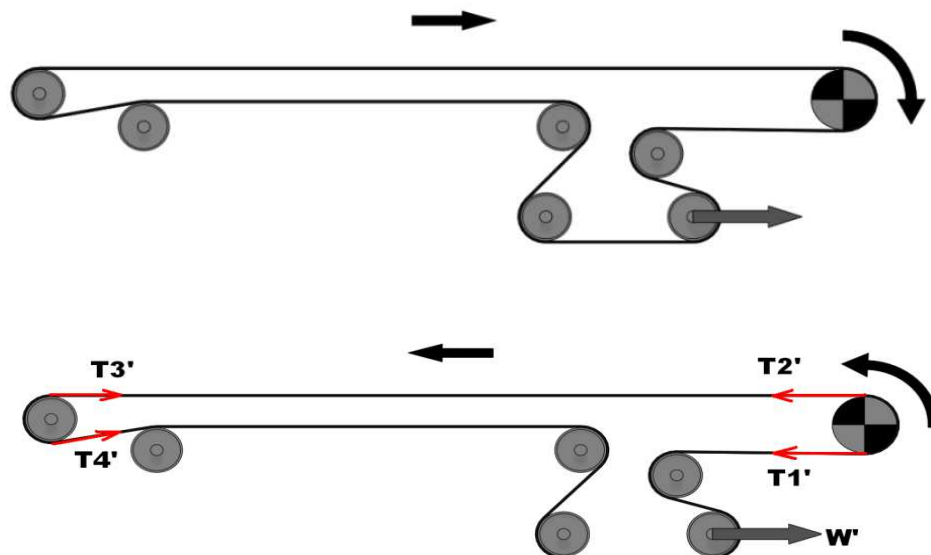
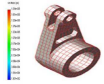


Fig. 1 Alternativa N° 1:Perfil de la Correa para Operación en ambos sentidos con Sistema Motriz actual o requerido.



**4.1.2. Análisis Alternativa N°2:** Operación en ambos sentido con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual. En el transporte inclinado descendente funciona la motriz actual en la cola y la motriz de la cola se desacopla para que funcione como polea. En el transporte inclinado ascendente se acopla la motriz de la cola y se hace funcionar los dos motoredutores (Ver Fig. 2)

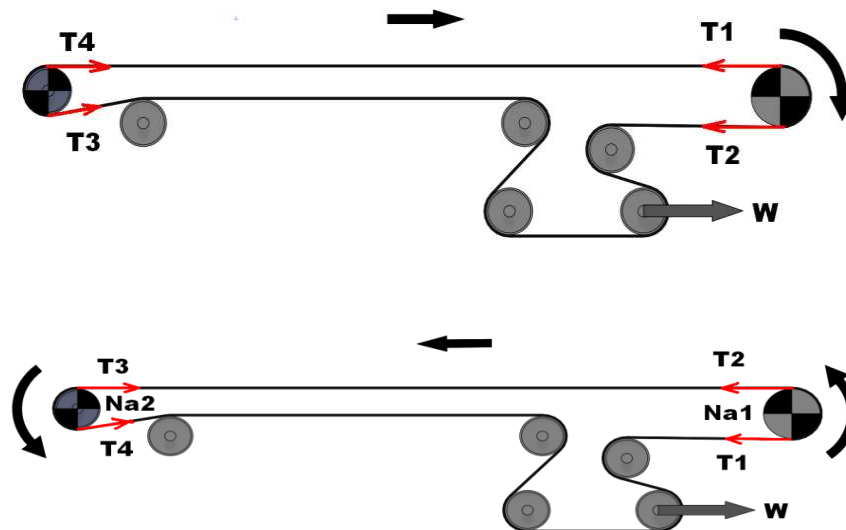
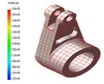


Fig. 2 Alternativa N° 2: Operación en ambos sentidos con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual sin modificar la correa.



**4.1.3. Análisis Alternativa N°3:** Operación en ambos sentidos con sistema motriz actual y otro motoreductor adicional instalado en la polea de cola actual.  
En forma ascendente funciona la motriz de la cola y la motriz actual queda como polea (se desacopla)  
En forma descendente funciona la motriz actual y la motriz cola se desacopla para que funcione como polea (Véase Fig. 3).

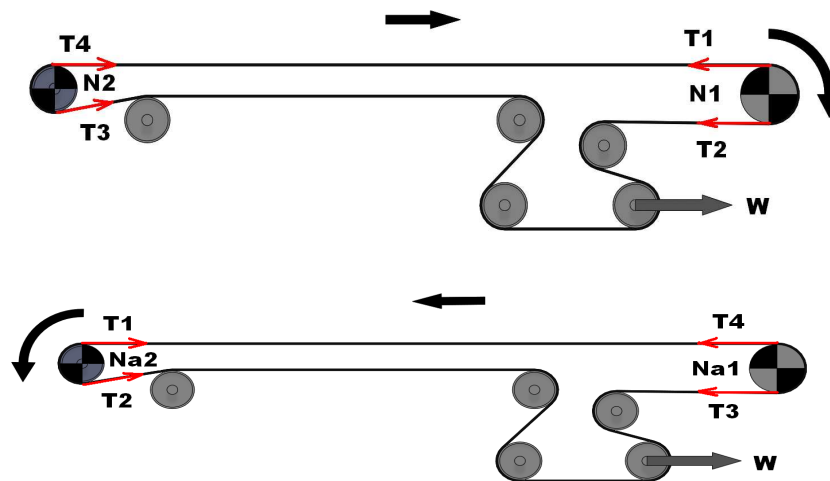
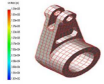


Fig. 3 Alternativa N°3: Operación en ambos sentidos con sistema motriz actual y un motoreductor adicional en la polea de Cola actual.



#### 4.1.4. Análisis Alternativa de traspaso de carga desde correa 400-CV-03 a extensión de 650 mt:

Se analizó el traspaso de la correa existente a la extensión de 650 mt, en el cual se presento dos alternativas: mantener la correa actual y hacer excavaciones para el traspaso o elevar la correa actual en 2,5 mt para mantener recta la correa de 650 mt. Operacionalmente y económicamente la mejor alternativa es elevar la descarga de la correa actual para realizar el traspaso de carga, por lo cual se recalcula la mejor alternativa que es la 2, elevando la descarga.

La alternativa 2 recalculada da una potencia de accionamiento requerida por el sistema motriz actual 400 kW, con un factor de utilización del 72 % y, el factor de seguridad tensional es de 7,675 que es superior al admisible y, la potencia del sistema motriz adicional en la polea de cola de la configuración existente de la correa es de 205 kW con un factor de utilización de un 85% y aumentar el contrapeso en forma ascendente en 24,9 Ton y en forma descendente se debe mantener el contrapeso en 17,1 Ton.

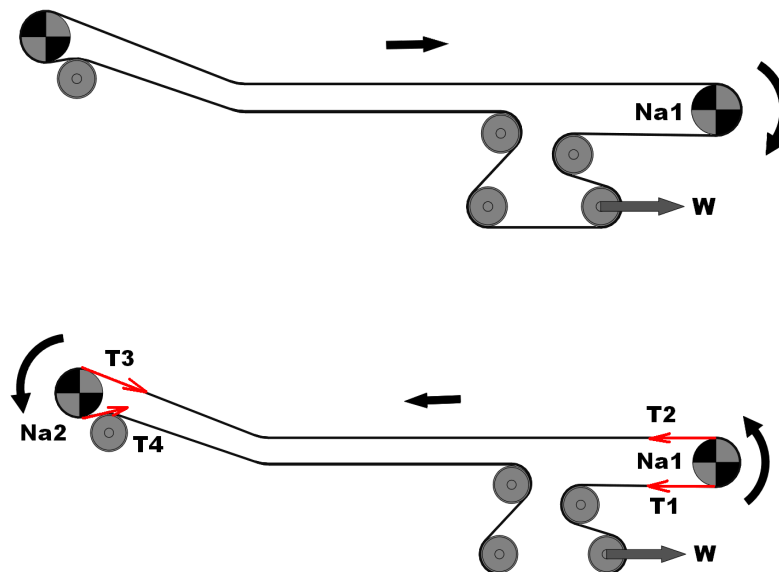


Fig.4 Alternativa N° 2 recalculada: Operación en ambos sentidos con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual. La cola se eleva 2,5 mt. Con el objeto de hacer el traspaso

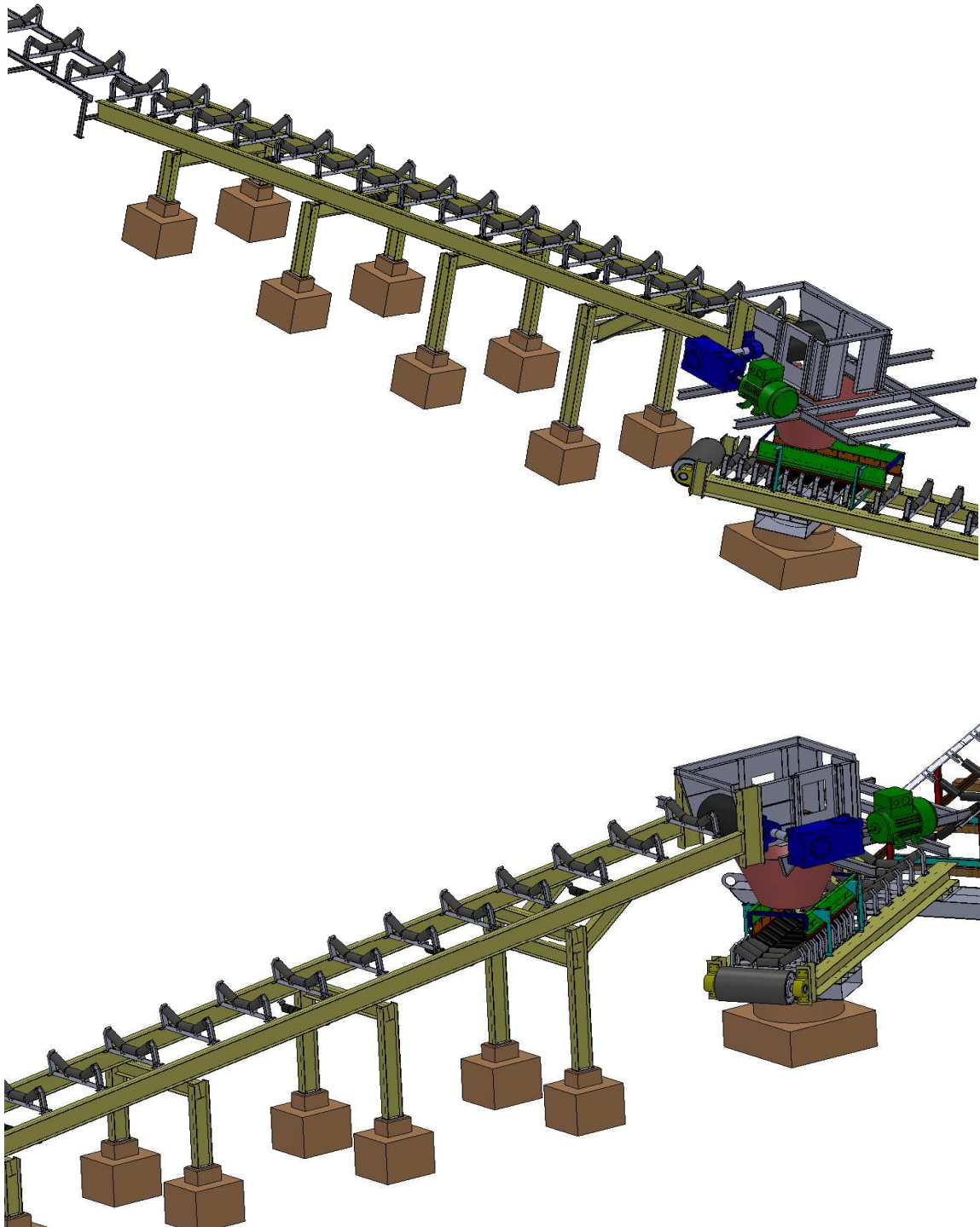
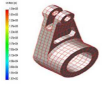
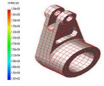


Figura 5 : Alternativa N°2 recalculado para el traspaso



## 4.2.-Diseño extensión de la correa en 650 m al Sur

### 4.2.1. Alternativa 1: Una sola correa shiftable de 650 m

Aquí, considera cargar la extensión de 650 m al Sur con la correa 400-CV-003 y, los Criterios de Diseño serán:

#### CONDICIONES DE DISEÑO

- Velocidad de transporte mayor a la Correa 400-CV-003, para no producir atollo de la carga traspasada a la extensión de la correa de 650 m al Sur. ( $V = 4.8$  m/s)
- Desmontable y pivoteable.
- Considerar una altura de descarga en la extensión de la correa 10 m respecto al nivel de terreno de la polea de cola (considera una pendiente del 0.5%).
- La extensión de la correa de 650 m debe ser fácilmente desmontable, móvil y pivoteable respecto a la descarga de la correa 400-CV-003.
- Considerar en la extensión de la correa en 650 m, igual característica de diseño de la correa, polines de carga y retorno y, polea motriz en la cabeza y cola.

Diseño de la Extensión de la Correa:

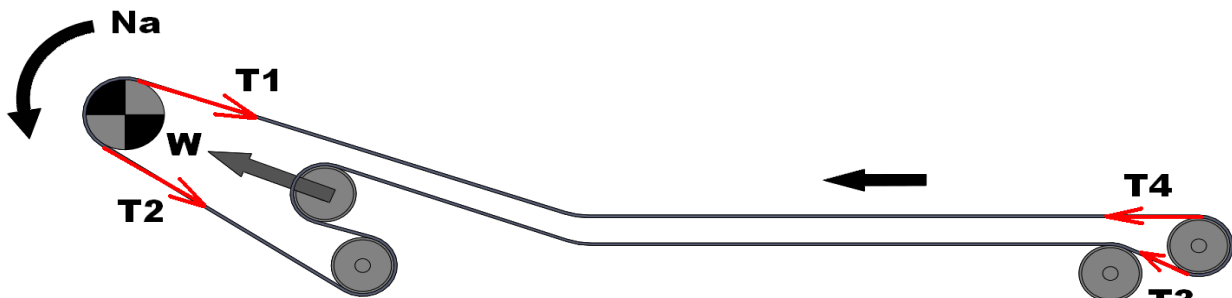


Fig. 6 : Extensión correa móvil en 650 m para transporte ripio lixiviado a botadero Sur de (Transporte inclinado ascendente con descarga a una altura de 10 m respecto al nivel del terreno polea de cola).

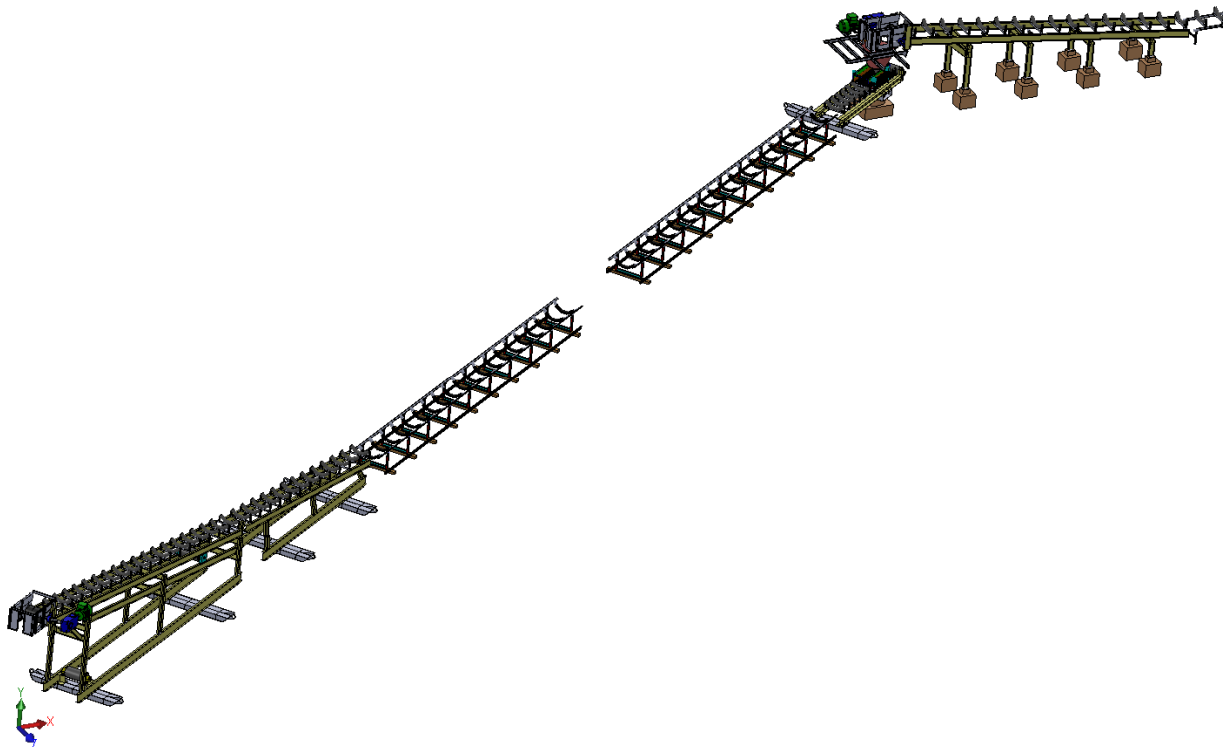
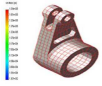


Fig. 7 : Extensión correa móvil en 650 m para transporte ripio lixiviado a botadero Sur en el que se muestra la cabeza y la cola de la correa.

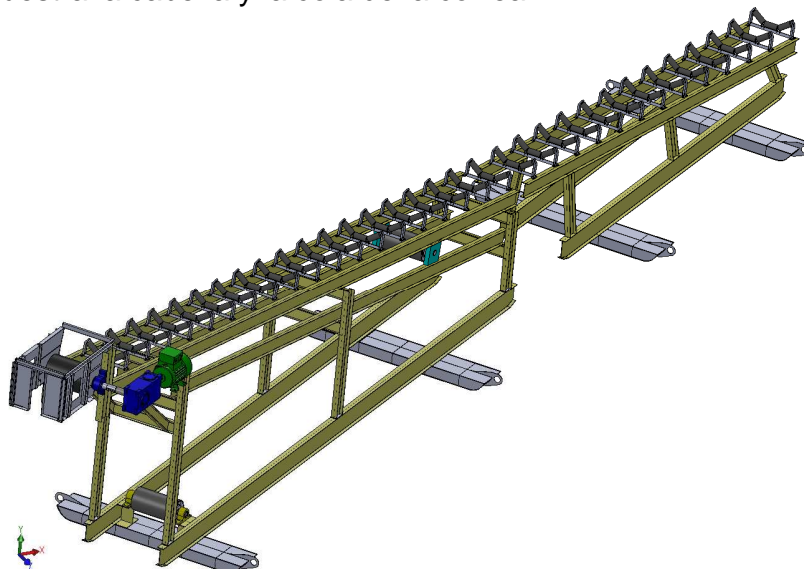


Fig. 8 : Extensión correa móvil en 650 m para transporte ripio lixiviado a botadero Sur, en el que se muestra el sistema motriz y la estructura móvil

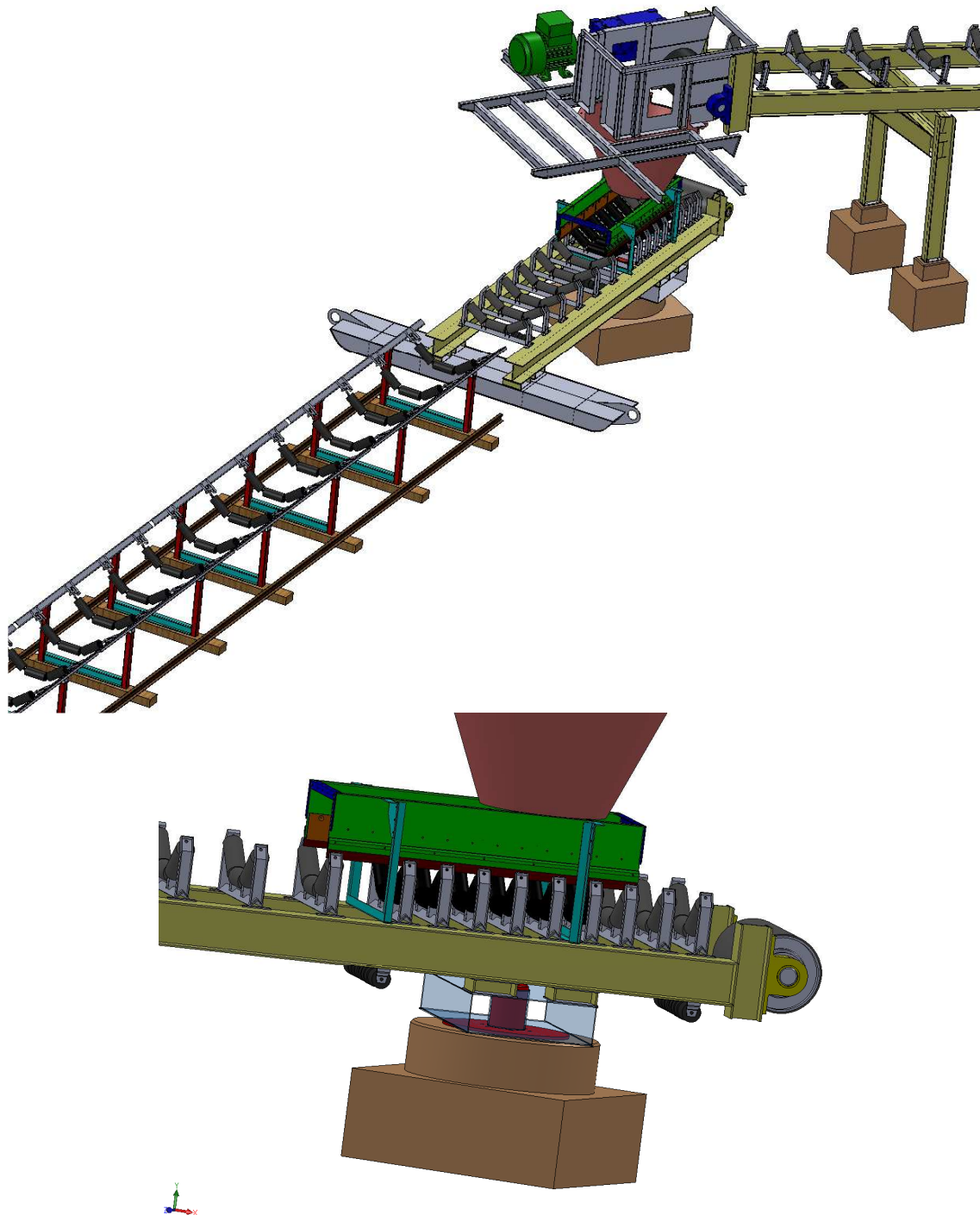
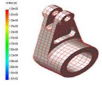


Fig. 9 : Extensión correa móvil en 650 m para transporte ripio lixiviado a botadero Sur en el que se muestra la cola y el mecanismo de pivoteo.

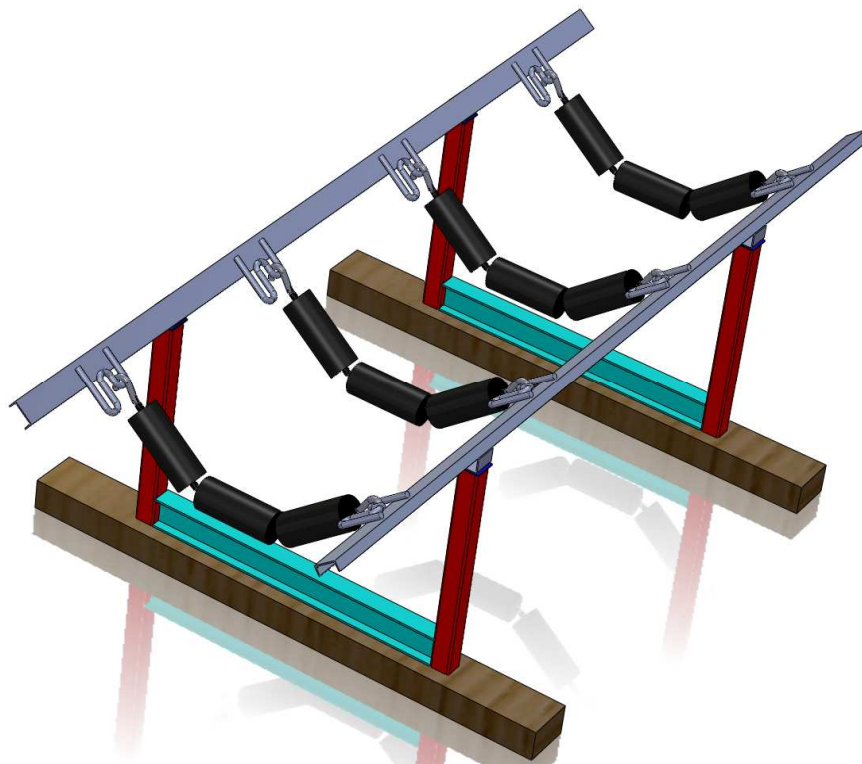
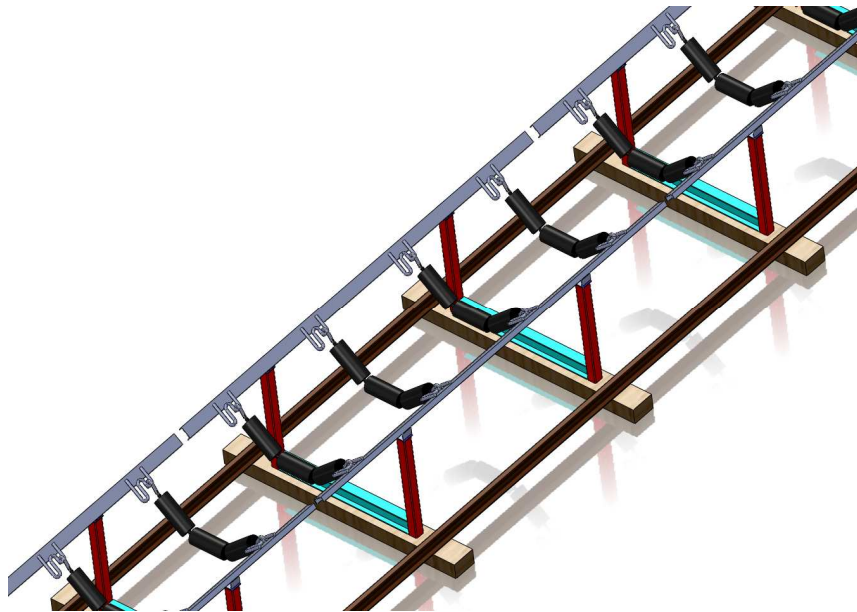
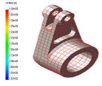
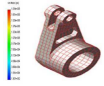


Figura 10 : Módulos de correa shiftable desmontable y pivoteable



#### 4.2.2- Alternativa N°2 : 250 mt con Staker y 400 mt de Correa, con el objeto de que sea desmontable y pivoteable

Aquí, considera una extensión parcelada en dos partes:

- 250 m con empleo de seis (6) Staker de 40 m de largo cada uno
- 400 m de correa móvil inclinada ascendente



Figura 11: Se muestra 250 mt con Staker, con el objeto de que sea desmontable y pivoteable

Esta alternativa se presentó al Usuario, por lo que se descartó por alto costo de implementación; ya que, el costo de adquisición por los 6 staker es de US\$ 2,000,000 (se adjunta en anexo estudio económico).

## 5.- RESUMEN DE ESTIMACION DE COSTOS

ALTERNATIVAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	COSTO \$ US
Alternativa N°1		Cambio de motoreductor de 400 a 500 kW	3.402.487
		Cambio de correa de ST-800 a ST-1000	
		Se debe repotenciar contrapeso	
		Repotenciar ejes y poleas	
Alternativa N°2	Se mantiene motoreductor 400 kW	Se agrega motoreductor de 250 kW	2.697.994
	Funcionamiento sincronizado con variador de frecuencia existente	Se debe rediseñar un contrapeso que funcione con dos cargas	
	Se reutiliza las mismas poleas		
	Se utiliza la misma correa ST-800		
Alternativa N°3	Se mantiene motoreductor 400 kW	Se agrega motoreductor de 500 kW	3.728.725
		Cambio de correa de ST-800 a ST-1000	
		Repotenciar ejes y poleas	
		Se debe repotenciar contrapeso	

## 6.- CONCLUSIONES

### Giro de correa 400-CV-03 en ambos sentidos

**Alternativa N°1:** Esta alternativa de operación reversible con sistema motriz actual, requiere aumentar la potencia en un 27.1 % a la existente requerida. Además, requiere cambiar la correa actual para un factor de seguridad sobre 6.69; esto, por aumento de tensión en la correa implica un cambio de resistencia de las poleas, ejes y descansos y, aumento del contrapeso a 2.18 veces el actual requerido.

**Alternativa N°2:** Esta alternativa de Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual. requiere considerar un sistema motriz en la cola de 220.3 kW y, operar sincronizado con el sistema motriz de cabeza de 268 Kw requerido, con aumento del contrapeso en 1.35 veces el actual..

**Alternativa N°3:** Esta alternativa de Operación reversible con sistema motriz actual desacoplado y otro adicional acoplado en Polea de Cola actual, requiere aumentar la potencia en un 27.3 % a la existente requerida. Además, requiere cambiar la correa actual para un factor de seguridad sobre 6.69; esto, por aumento de tensión en la correa implica un cambio de resistencia de las poleas, ejes y descansos.

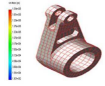
De las tres alternativas analizadas conceptualmente, la mejor técnicamente factible es la ALTERNATIVA N°2; es decir, operación reversible con dos sistemas motrices, el actual instalado y otro en la cola de la configuración actual. La potencia requeridas por el sistema motriz existente es de 268 kW (con factor de utilización de 67 % respecto a la potencia instalada) y otro adicional de 220.3 kW en polea de cola (con factor similar de 85 % si se utiliza una potencia instalada de 260 kW).

### Extensión de correa pivoteable y desmontable



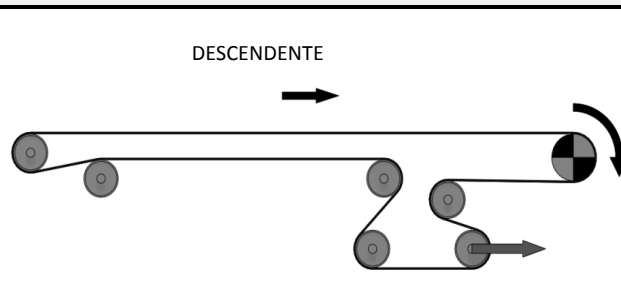
Y, respecto a la extensión en 650 m de la correa, conceptualmente por alto costo se descarta la alternativa de parcelar la correa en dos tramos, uno de 250 m con uso de 6 staker mas 400 m de correa, considerando la alternativa de usar una correa shiftable de 650 m de largo hasta el Botadero Sur de ripio lixiviado. Esta extensión de correa requiere el empleo de un sistema motriz de cabeza, con motor de 250 kW, con descarga a una altura de 6.5 m, respecto al nivel de terreno de la polea de cola.

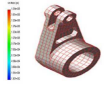
El costo total de inversión estimado es de US\$ 2.797.919 para materializar el proyecto por Minera El Tesoro.

## 7.- ANEXOS


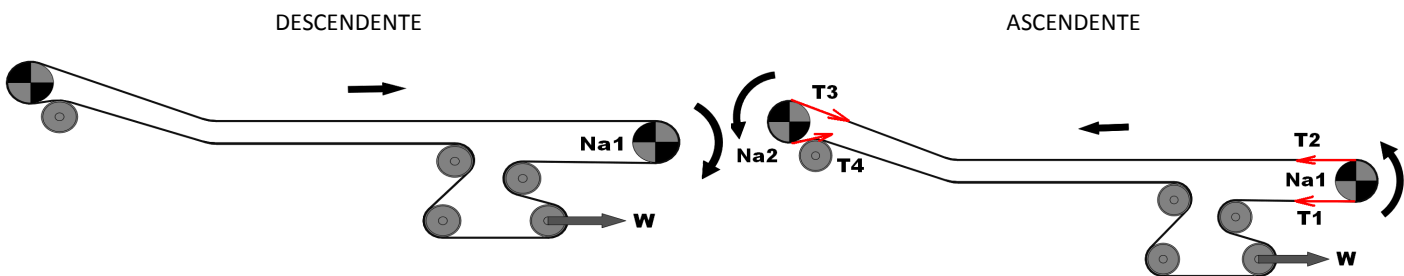


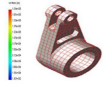
**7.1.- DATA SHEET**  
**CORREA ACTUAL 400-CV-03**

		<b>DATA SHEET EQUIPOS PLANTA MINERA EL TESORO</b> INGENIERIA CONCEPTUAL CORREA 400-CV-003 EXISTENTE				Area		Ripios	
						Centro de costo		Codigo de Area	
						Correa alimentción		400-CV-004	
DATOS PRINCIPALES					LAYOUT				
<b>MARCA</b>	KRAERNER				 				
<b>DIMENSIONES GENERALES</b>	Largo	1505,8 m							
	Pendiente	0,5% Slope							
	Altura	7,53 m							
<b>CAPACIDAD</b>	Capacidad	3.019 tmph	Capacidad nominal	2.230 tmph					
	Potencia motriz demandada	340 kW	Velocidad	4,67 m/s					
	Material a transportar	Ripio 15% humedad	% Llenado	79%					
	Densidad	1880 kg/m3	Factor de utilización	68%					
	Tamaño máximo	16 mm	Factor de diseño	1,1					
	Angulo de sobrecarga	5 grados							
<b>CORREA</b>	Marca	Goodyear	Tipo	Cable de acero	<b>POLEA MOTRIZ</b>	Marca	Revesol	Espesor recubrimiento	15 mm
	Modelo	Flexsteel ST-800	Largo	3000 m		Dimensiones	d=30" L=48" MCR-80	Diametro eje zona descanso	6 7/16"
	Medidas	Ancho 42" (1069 mm)	Espesor	25 mm	Angulo abrazamiento	180 grados	Distancia entre descaso	1626 mm	
	Factor de Seguridad DIN	8	Espesor cubierta sup.	13 mm	Soporte Polea	SAF 536	Largo Eje	2231 mm	
	Factor de Seguridad	6,7	Espesor cubierta inf.	8 mm	<b>POLEA DE COLA</b>	Marca	Revesol	Espesor recubrimiento	15 mm
	Nº de telas	1	Diametro del cable	3,6 mm		Dimensiones	d=30" L=48" MCR-60	Diametro eje zona descanso	5 15/16"
	Tensión operación	120 kN/m				Angulo abrazamiento	205 grados	Distancia entre descaso	1550 mm
	Tensión mínima	800 kN/m				Soporte Polea	SAF 534	Largo Eje	1710 mm
<b>MOTOR</b>	Marca	WEG			<b>POLEA TENSORA</b>	Marca	Revesol	Espesor recubrimiento	13 mm
	Potencia	536 HP (400 kW)				Dimensiones	d=24" L=48" MCR-60	Diametro eje zona descanso	5 15/16"
<b>REDUCTOR</b>	Marca y modelo	SEW	Velocidad angular		<b>POLEA DEFLECTORAS</b>	Marca	Revesol	Espesor recubrimiento	13 mm
	Potencia nominal	400 kW	Torque nominal	65 kN-m		Dimensiones	d=24" L=48" MCR-60	Diametro eje zona descanso	5 15/16"
	Potencia termica		Reducción (i)			Angulo abrazamiento	180 grados	Distancia entre descaso	1550 mm
	Potencia máxima		Factor de servicio			Soporte Polea	SAF 534	Largo Eje	1710 mm
<b>ACOPLAMIENTO DE ALTA</b>	Marca				<b>POLINES</b>	Marca	CEMA	REVESOL	Peso polin
	Modelo					1263 c/u Carga	D6 35º @ 1,2 m	D6300	
<b>ACOPLAMIENTO DE BAJA</b>	Marca				<b>RASPADORES</b>	503 c/u Retorno	D6 de disco @ 3,08 m	D6021	
	Modelo					Alineamiento	D6 6"	D6310	
<b>FRENO</b>	Marca	Continental Conveyor			<b>CONTRAPESO</b>	Tipo	Marca	Modelo	
	Modelo	Twiflex brake system W 38"				Primario	Martin Engineering		
<b>TENSIONES MAXIMA</b>	Polea motriz			<b>LUBRICANTES</b>	Secundario	Martin Engineering			
	Polea cola				V-Plow Estándar	Martin Engineering	31106-42		
	Polea tensora				Marca	KRAERNER	TEMIN		
	Polea Deflectora				Tipo	Por gravedad	Por gravedad		
					Peso	168 kN (17,1 Toneladas)	16,5 Toneladas		
					Aceite reductor				
					Aceite acoplamiento				
					Aceite freno				
					Grasa Poleas				



**7.2.- DATA SHEET INGENIERIA CONCEPTUAL  
CORREA 400-CV-03**

		<b>DATA SHEET EQUIPOS PLANTA MINERA EL TESORO</b> INGENIERIA CONCEPTUAL : ALTERNATIVA N°2 : SISTEMA FUNCIONANDO CON 2 MOTOREDUCTORES FUNCIONANDO JUNTOS <b>CORREA 400-CV-003</b> RECALCULADO				Area		Ripios	
				Centro de costo					
				Codigo de Area		400			
				Correa alimentación		400-CV-004			
DATOS PRINCIPALES				LAYOUT					
<b>MARCA</b>	KRAERNER								
<b>DIMENSIONES GENERALES</b>	Largo	1516 m							
	Pendiente	0,5% Slope							
	Altura	11,3 m							
<b>CAPACIDAD</b>	Capacidad	3.019 tmph		Capacidad nominal	2.230 tmph				
	Potencia motriz demandada	340 kW		Velocidad	4,67 m/s				
	Material a transportar	Ripio 15% humedad		% Llenado	79%				
	Densidad	1880 kg/m3		Factor de utilización	90%				
	Tamaño máximo	16 mm		Factor de diseño	1,1				
	Angulo de sobrecarga	5 grados							
<b>CORREA</b>	Marca	Goodyear		Tipo	Cable de acero				
	Modelo	Flexsteel ST-800		Largo	3000 m				
	Medidas	Ancho 42" (1069 mm)		Espesor	25 mm				
	Factor de Seguridad DIN	8		Espesor cubierta sup.	13 mm				
	Factor de Seguridad	6,68		Espesor cubierta inf.	8 mm				
	Nº de telas	1		Diametro del cable	3,6 mm				
	Tensión operación	120 kN/m							
	Tensión mínima	800 kN/m							
<b>MOTOR</b>	Marca	WEG		<b>POLEA MOTRIZ</b>	Marca	Revesol			
	Potencia Na1	400 kW			Dimensiones	d=30" L=48" MCR-80			
	Potencia Na2	200 kW			Angulo abrazamiento	180 grados			
	Codigo				Soporte Polea	SAF 536			
				<b>POLEA DE COLA</b>	Marca	Revesol			
					Dimensiones	d=30" L=48" MCR-60			
					Angulo abrazamiento	205 grados			
					Soporte Polea	SAF 534			
				<b>POLEA TENSORA</b>	Marca	Revesol			
					Dimensiones	d=24" L=48" MCR-60			
					Angulo abrazamiento	180 grados			
					Soporte Polea	SAF 534			
				<b>POLEA DEFLECTORAS</b>	Marca	Revesol			
					Dimensiones	d=24" L=48" MCR-60			
					Angulo abrazamiento	180 grados			
					Soporte Polea	SAF 534			
<b>ACOPLAMIENTO DE ALTA</b>	Marca			<b>POLINES</b>	Marca	CEMA			
	Modelo				1263 c/u Carga	D6 35º @ 1,2 m			
					503 c/u Retorno	D6 de disco @ 3,08 m			
					Alineamiento	D6 6"			
						REVESOL			
						Peso polin			
						D6300			
						D6021			
						D6310			
<b>ACOPLAMIENTO DE BAJA</b>	Marca			<b>RASPADORES</b>	Tipo	Marca			
	Modelo				Primario	Martin Engineering			
					Secundario	Martin Engineering			
					V-Plow Estándar	Martin Engineering			
						31106-42			
<b>FRENO</b>	Marca	Continental Conveyor		<b>CONTRAPESO</b>	Marca	KRAERNER			
	Modelo	Twiflex brake system W 38"			Tipo	Por gravedad			
					Peso (Ascendente)	14,2 Toneladas			
						Peso (descendente)			
						W=16,5 Ton			
						Peso (descendente)			
						W=24,9 Ton			
<b>TENSIONES MAXIMA</b>	Polea motriz			<b>LUBRICANTES</b>	Aceite reductor				
	Polea cola				Aceite acoplamientos				
	Polea tensora				Aceite freno				
	Polea Deflectora	T1 = 11,332 kg			Grasa Poleas				

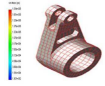


### **7.3.- PLANILLA DE ESTIMACION DE COSTOS INGENIERIA CONCEPTUAL**

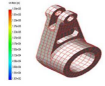


INGENIERIA BASICA									
Item	Itemizado	FABRICACION-SUMINISTRO				MONTAJE			
		Unidad	Cantidad	Unitario	Total	Unidad	Cantidad	Unitario	Total
<b>1</b>	<b>GIRO AMBOS SENTIDOS CORREA 400-CV-03</b>								
1.1	Ingeniería Detalle Giro ambos sentidos y extensión de 650 m	Gl	1	43.000.000	43.000.000				
1.2	Instalación de Faena					Gl	1	14.000.000	14.000.000
1.3	<b>OBRAS CIVILES</b>								
	Excavaciones					m3	12	171.000	2.052.000
	Rellenos compactados					m3	10	194.000	1.940.000
	Moldaje					m2	30	28.000	840.000
	Hormigon H-30					m3	6	583.000	3.498.000
	Hormigon H-10					m3	1	260.000	260.000
	Enfierradura					Kg	480	1.850	888.000
	Pernos de Anclajes					c/u	32	38.000	1.216.000
								Sub-Total : \$	10.694.000
1.4	<b>ESTRUCTURA</b>								
	Estructura primaria soporte motoreductor cola	Kg	4.652	2.650	12.326.475	Kg	4.652	1.000	4.651.500
	Plataforma polea motriz cola	Kg	1.900	2.650	5.035.000	Kg	1.900	1.000	1.900.000
	Pasillos	Kg	1.800	2.650	4.770.000	Kg	1.800	1.000	1.800.000
	Escalera	Kg	490	2.650	1.298.500	Kg	490	1.000	490.000
	Chute superior	Kg	1.650	4.500	7.425.000	Kg	1.650	1.000	1.650.000
	Cuchara recepción carga chute superior	Kg	850	4.500	3.825.000	Kg	850	1.000	850.000
	Chute de traspaso mas plancha desgaste	Kg	1.800	4.500	8.100.000	Kg	1.800	1.000	1.800.000
	Refuerzo de estructura contrapeso	Kg	3.500	2.650	9.275.000	Kg	3.500	1.000	3.500.000
	Protección motriz	Kg	135	3.200	432.000	Kg	135	1.000	135.000
								Sub-Total : \$	16.776.500
1.5	<b>MECANICA</b>								
	Polea motriz	c/u	1	5.800.000	5.800.000	c/u	2	650.000	1.300.000
	Polea Snub	c/u	1	4.900.000	4.900.000	c/u	1	650.000	650.000
	Correa	mt	60	120.336	7.220.160	mt	60	12.000	720.000
	Descansos SAF SKF	c/u	4	2.316.720	9.266.880	c/u	4	150.000	600.000
	Raspador primario	c/u	2	1.820.000	3.640.000	c/u	2	500.000	1.000.000
	Raspador secundario	c/u	2	2.128.000	4.256.000	c/u	2	520.000	1.040.000
	Raspador V	c/u	2	1.500.000	3.000.000	c/u	2	400.000	800.000
	Polin de carga	c/u	20	165.000	3.300.000	c/u	20	85.000	1.700.000
	Polin de retorno	c/u	8	95.000	760.000	c/u	8	95.000	760.000
	Motor	c/u	1	9.000.000	9.000.000	c/u	1	950.000	950.000
	Reductor con acoplamiento de baja e hidraulico	c/u	1	54.451.850	54.451.850	c/u	1	1.850.200	1.850.200
	Freno	c/u	1	3.200.000	3.200.000	c/u	1	1.450.000	1.450.000
	Alineamiento de Polines y cinta					Gl	1	1.210.000	1.210.000
	Corte y vulcanizado de correa					Gl	1	9.200.000	9.200.000
	Tensado de correa contrapeso					Gl	1	1.800.000	1.800.000
	Puesta en marcha					Gl	1	5.400.000	5.400.000
								Sub-Total : \$	30.430.200
1.6	<b>ELECTRICA &amp; INSTRUMENTACIÓN</b>								
	Cableado y conexionado fuerza motor	mt	4.515	7.935	35.826.525	mt	4.515	5.200	23.478.000
	Cableado y conexionado instrumentación	mt	4.515	14.200	64.113.000	mt	4.515	4.100	18.511.500
	Cableado y conexión control P.directo (sala CCM)	mt	500	6.945	3.472.500	mt	500	3.800	1.900.000
	Instalación y montaje EPC (+ accesorios)	mt	500	1.426	712.756	mt	500	1.350	675.000
	Instalación y conexión baliza y sirena	c/u	2	503.000	1.006.000	c/u	2	450.000	900.000
	Instalación y conexionado Luminarias	c/u	6	512.000	3.072.000	c/u	6	110.200	661.200
	Instalación y conexionado enchufes mant.	c/u	3	860.000	2.580.000	c/u	3	380.000	1.140.000
	Instalación malla a tierra (aterriaje de equipos)	Gl	1	5.100.000	5.100.000	Gl	1	14.200.000	14.200.000
								Sub-Total : \$	61.465.700
								Sub-Total Final: \$	133.366.400
	<b>Total Proyecto correa giro ambos sentidos: \$</b>				<b>453.531.046</b>				
<b>Item</b>	<b>Itemizado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Total</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>2.0</b>	<b>EXTENSION 650 MT CORREA 400-CV-03</b>								
2.1	<b>OBRAS CIVILES</b>								
	Nivelación del terreno								
	Excavaciones					m3	5	171.000	855.000
	Rellenos compactados					m3	3	194.000	582.000
	Moldaje					m2	16	28.000	448.000
	Hormigon H-30					m3	3	583.000	1.749.000
	Hormigon H-10					m3	1	260.000	260.000
	Enfierradura					Kg	440	1.850	814.000
	Amortiguación plancha poliuretano					m2	3	290.000	870.000
	Pernos de Anclajes					c/u	12	38.000	456.000
								Sub-Total : \$	6.034.000
2.2	<b>ESTRUCTURA</b>								
	Estructura secundaria soporte polines	Kg	7.800	2.650	20.670.000	Kg	7.800	1.000	7.800.000
	Estructura primaria soporte motoreductor	Kg	14.365	2.650	38.067.250	Kg	14.365	1.000	14.365.000
	Estructura tensor	Kg	2.100	2.650	5.565.000	Kg	2.100	1.000	2.100.000
	Plataforma polea motriz cola	Kg	1.500	2.650	3.975.000	Kg	1.500	1.000	1.500.000
	Pasillos	Kg	2.500	2.650	6.625.000	Kg	2.500	1.000	2.500.000
	Estructura soporte polea cola	Kg	4.320	2.650	11.448.000	Kg	4.320	1.000	4.320.000
	Faldones y guardera cola	Kg	1.500	4.500	6.750.000	Kg	1.500	1.000	1.500.000
	Chute superior	Kg	1.890	4.500	8.505.000	Kg	1.890	1.000	1.890.000
	Cuchara recepción carga chute superior	Kg	1.200	4.500	5.400.000	Kg	1.200	1.000	1.200.000
	Chute de traspaso mas plancha desgaste	Kg	1.950	4.500	8.775.000	Kg	1.950	1.000	1.950.000
	Estructura correa	Kg	35.475	2350	83.366.250	Kg	35.475	800	28.380.000
	Cubierta de protección	Kg	800	3.200	2.560.000	Kg	800	1.000	800.000
								Sub-Total : \$	68.305.000
2.4	<b>MECANICA</b>								
	Polines de carga	c/u	40	165.000	6.600.000	c/u	40	85.000	3.400.000
	Polines de retorno	c/u	13	95.000	1.235.000	c/u	13	95.000	1.235.000
	Polines de carga colgante	c/u	505	130.000	65.606.667	c/u	505	85.000	42.896.667
	Polines de retorno colgante	c/u	198	105.000	20.794.091	c/u	198	95.000	18.813.701
	Polin de alineamiento	c/u	3	195.000	585.000	c/u	3	95.000	285.000
	Polines de impacto	c/u	6	250.000	1.500.000	c/u	6	95.000	570.000
	Correa	mt	1.430	120.336	172.080.480	mt	1.430	12.000	17.160.000
	Polea motriz	c/u	1	5.500.000	5.500.000	c/u	1	816.000	816.000
	Polea de cola	c/u	1	4.800.000	4.800.000	c/u	1	816.000	816.000
	Polea Tensora y deflector	c/u	2	3.900.000	7.800.000	c/u	2	816.000	1.632.000
	Descansos SAF SKF	c/u	8	2.316.720	18.533.760	c/u	8	150.000	1.200.000
	Raspador primario	c/u	1	1.820.000	1.820.000	c/u	1	480.000	480.000
	Raspador secundario	c/u	1	2.128.000	2.128.000	c/u	1	520.000	520.000
	Raspador V	c/u	1	1.500.000	1.500.000	c/u	1	520.000	520.000
	Motor	c/u	1	12.500.000	12.500.000	c/u	1	1.450.000	1.450.000
	Reductor 315 kW, soporte y acoplamiento de baja e hidraulico	c/u	1	61.148.269	61.148.269	c/u	1	1.850.200	1.850.200
	Alineamiento de Polines y cinta					gl	1	1.210.000	1.210.000
	Vulcanizado de correa					gl	1	6.800.000	6.800.000
	Freno	c/u	1	4.800.000	4.800.000	c/u	1	1.450.000	1.450.000
	Tensado de correa					gl	1	1.800.000	1.800.000
	Componentes contrapeso huinche	c/u	1	12.500.000	12.500.000	gl	1	1.800.000	1.800.000
	Durmientes	c/u	250	20.000	5.000.000	c/u	250	35.000	8.750.000
	Riel ASCE 60 yd y accesorios	mt	1.200	30.900	37.080.000	mt	1.200	11.100	13.320.000
	Puesta en marcha					gl	1	5.850.000	5.850.000
								Sub-Total : \$	134.624.568
2.5	<b>ELECTRICA &amp; INSTRUMENTACIÓN</b>								
	Sala electrica 8x6 mts	c/u	1	44.160.000	44.160.000	c/u	1	1.250.000	1.250.000
	VDF	gl	1	44.160.000	44.160.000	gl	1	4.200.000	4.200.000
	Transformador 1.6 MVA	c/u	1	11.040.000	11.040.000	c/u	1	1.650.000	1.650.000
	Cableado y conexionado fuerza motor 23 KV	mt	650	88.320	57.408.000	mt	650	5.200	3.380.000
	Cableado y conexionado instrumentación	mt	650	14.200	9.230.000	mt	650	4.100	2.665.000
	Cableado y conexión control P.directo (sala CCM)	mt	650	6.945	4.514.250	mt	650	3.800	2.470.000
	Sistema de control	gl	1	22.080.000	22.080.000	gl	1	4.416.000	4.416.000
	Instalación y montaje EPC (+ accesorios)	mt	650	1.426	926.582	mt	650	1.350	877.500
	Instalación y conexión baliza y sirena	c/u	2	503.000	1.006.000	c/u	2	450.000	900.000
	Instalación y conexionado Luminarias	c/u	50	312.000	15.600.000	c/u	50	100.000	5.000.000
	Instalación y conexionado enchufes mant.	c/u	10	450.000	4.500.000	c/u	10	150.000	1.500.000
	Instalación malla a tierra (aterriaje de equipos)	gl	1	4.100.000	4.100.000	gl	1	1.490.000	1.490.000
								Sub-Total : \$	29.798.500
								Sub-Total Final: \$	238.762.068
	<b>Total Proyecto correa pivoteable y movil : \$</b>				<b>1.102.704.667</b>				

## 7.4.- COTIZACION DE PROVEEDORES



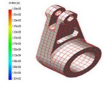
## 7.5.- MEMORIA DE CALCULO



## **PROYECTO**

**INGENIERIA CONCEPTUAL - BASICA  
CORREA TRANSPORTADORA 400-CV-003  
PARA OPERACIÓN REVERSIBLE Y EXTENSION EN 650 Mts.**

## **MEMORIA DE CALCULO DE CORREA 400-CV-03**



## INDICE

**Pag.**

**1.- OBJETIVO**

**2.- ANTECEDENTES**

**2.1. Condiciones actuales de operación de la correa 400-CV-003**

- 2.1.1 Granulometría de los rípios lixivados
- 2.1.2 Características del rípio lixiviado
- 2.1.3 Características ambientales del lugar
- 2.1.4 Características del equipo existente
- 2.1.5 Layout del área rípios
- 2.1.6 Perfil de la cinta
- 2.1.7 Catastro de poleas Correa 400-CV-003
- 2.1.8 Planos de la Correa 400-CV-003
- 2.1.9 Otros antecedentes de la Correa 400\_CV-003

**3.-ANALISIS**

- 3.1 Análisis Alternativa N°1
- 3.2 Análisis Alternativa N°2
- 3.3 Análisis Alternativa N°3
- 3.4 Conclusión del análisis de alternativas

**4.- Diseño extensión de la correa en 650 m al Sur Botadero Rípios lixivado**

10

## 1. OBJETIVO

El presente memoria de cálculos contiene el análisis referente a la Ingeniería Conceptual Básica para Operación Reversible de la Correa 400-CV-003 y la Extensión en 650 m hacia el Botadero Sur de los Rípios Lixiviados. Conceptualmente, contiene un análisis del perfil actual de la correa para operación reversible y selección de la mejor alternativa técnica factible de implementar sin mayores cambios en la configuración actual. Y, como Ingeniería Básica, contiene el desarrollo de la alternativa seleccionada para operación reversible, el diseño de la extensión de dicha correa

## 2. ANTECEDENTES

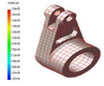
### 2.1 Condiciones actuales de operación de la correa 400-CV-003

#### 2.1.1 Granulometría de los rípios lixiviados:

Granulometría rípios		
Malla	% pasante muestra1	% pasante muestra2
1"	100	100
3/4"	96,74	95,28
5/8"	94,23	92,48
1/2"	91,21	87,81
1/4"	82,11	78,51
50#	62,56	58,8
10#	30,9	30,19
100#	15,14	19,68
200#	5,95	10,16
400#	2,84	4,3

#### 2.1.2 Características del rípio lixiviado

Tonelaje seco	2200 t/h
Tonelaje Húmedo	2550 t/h
Humedad	12-18%
Densidad	1.7 g/cc
Gravedad específica	2 g/cc
Temperatura	25 °C



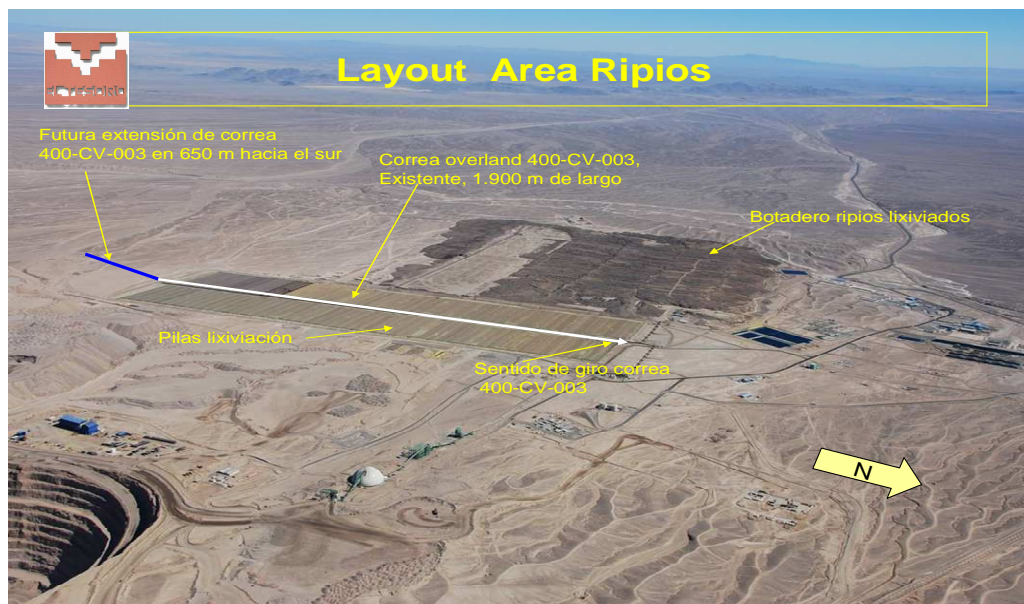
### 2.1.3 Características ambientales del lugar:

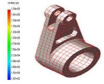
Uso	Area seca, rípios
Funcionamiento	Continuo, 24 horas
Temperatura exterior (máxima)	40°C
Temperatura exterior (mínima)	-1°C
Altura geográfica de la operación	2.200 msnm

### 2.1.4 Características del equipo existente: correa Overland 400-CV-003

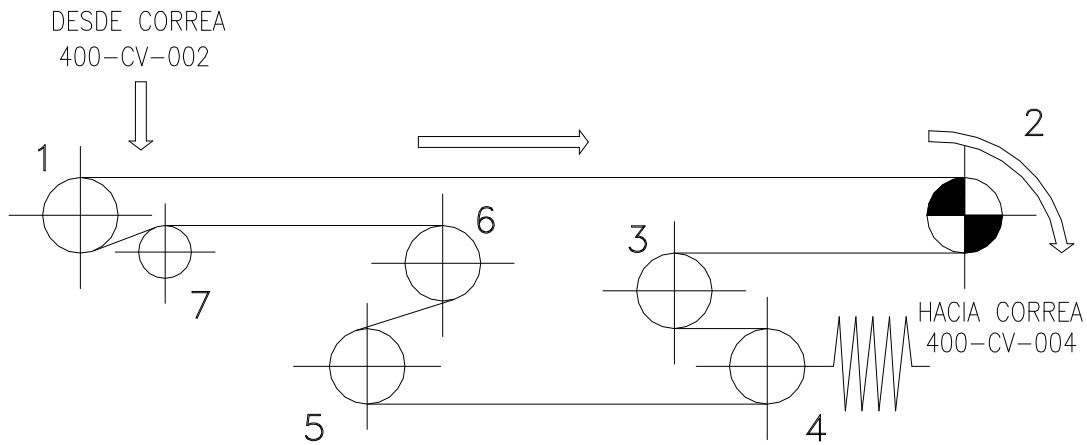
Largo de la correa (entre ejes)	1.900 m
Ancho de la correa	1.067 mm
Velocidad de la correa	4,65 m/s
Tipo de correa	ST-800
Tensión nominal de la correa	800 N/mm
Desnivel	-8 m
Peso del contrapeso	168 kN
Capacidad de accionamiento instalada (polea motriz)	400 kW
Capacidad de accionamiento instalada (polea de cola)	0 kW
Angulo cóncavo de la correa en el recorrido superior	35°

### 2.1.5 Layout del área rípios



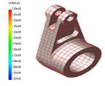


### 2.1.6 Perfil de la cinta



### 2.1.7 Catastro de poleas Correa 400-CV-003

Catastro Correa 400-CV-003													
Nº	TIPO DE POLEAS	CANT.	Ø POLEA	LARGO	ANGULO ABRAZAMIENTO	TIPO REC.	ESPESOR REC.	Ø EJE ZONA DESCANSOS	DIST. ENTRE DESCANSOS	Ø EJE ZONA MEDIA	LG. EJE	Mod. DESCANSO	TIPO DE UNION TAMBOR Y EJE
1	COLA	1	24"	48"	205°	LISO	15	5-15/16"	1550	155	1710	SAF 534	MCR-60
2	MOTRIZ	1	30"	48"	180°	BIZCOCHO	15	6-7/16"	1626	203	2231	SAF 536	MCR-80
3	DEFLECTORA TENSORA	1	24"	48"	180°	LISO	13	5-15/16"	1550	155	1710	SAF 534	MCR-60
4	TENSORA	1	24"	48"	180°	LISO	13	5-15/16"	1550	155	1710	SAF 534	MCR-60
5	DEFLECTORA	1	24"	48"	180°	LISO	13	5-15/16"	1550	155	1710	SAF 534	MCR-60
6	DEFLECTORA	1	24"	48"	180°	LISO	13	5-15/16"	1550	155	1710	SAF 534	MCR-60
7	DEFLECTORA DE COLA	1	24"	48"	25°	LISO	15	5-15/16"	1550	155	1710	SAF 534	MCR-60



### 2.1.8 Planos de la Correa 400-CV-003

### 2.1.9 Otros antecedentes de la Correa 400-CV-003

Memoria de Cálculos de TEMIN Ltda., párrafos 5.4

## 2.2 Condiciones de Diseño para Operación Reversible de la Correa 400-CV-003

De acuerdo a los antecedentes, las condiciones de diseño para operación actual y reversible de la correa en las peores condiciones, durante la noche son:

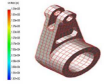
- Capacidad de transporte de 2230 tmph.
- Potencia requerida 340 kW (= 85 % Potencia Motriz instalada de 400 kW)
- Velocidad de la correa 4.67 m/s
- Factor de seguridad de la cinta  $\geq 6.69$  para cumplir con el mínimo aceptable, según Norma DIN para correas operando en condiciones favorables.
- Mantener el contrapeso de 168 kN , para no cambiar las dimensiones de las poleas, ejes y descansos.

## 3. ANALISIS

De acuerdo a las Condiciones de Diseño requeridas para Operación Actual y Reversible de la Correa 400-CV-003 manteniendo las Condiciones Actuales de Transporte de Ripio Lixiviado, se analizan conceptualmente las siguientes alternativas de operación reversible:

- **ALTERNATIVA N°1:** Operación reversible con sistema motriz actual
- **ALTERNATIVA N°2:** Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual.
- **ALTERNATIVA N°3:** Operación reversible con sistema motriz actual desacoplado y otro adicional acoplado en Polea de Cola actual.

**Análisis Alternativa N°1:** Operación reversible con sistema



motriz actual. Aquí, el transporte es inclinado ascendente y, el sistema motriz actual queda configurado en el perfil actual de la correa como de cola (Véase Fig. 3.1, adjunta)

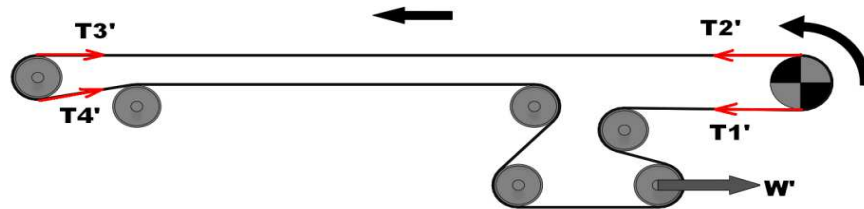


Fig.3.1 Alternativa N° 1: Perfil de la Correa para Operación reversible con Sistema Motriz actual

De la correa en operación actual, la potencia de accionamiento del sistema motriz, se tiene:

$$N_a = \frac{F * V}{75} = 339,9 \text{ kW} \quad (=455.63 \text{ HP}) \quad \rightarrow \quad F = \frac{75 * N_a}{V} = \frac{75 * 455.63}{4.67} = 7317$$

Kg

Según, Memoria de Cálculos de TEMIN Ltda., la tensión máxima es:

$$T_{\max} = 130.9 \text{ kN} \quad (= 13344 \text{ kg}) = T_1 \quad \rightarrow \quad T_2 = T_1 - F = 13344 - 7317 = 6027 \text{ kg}$$

Y, Contrapeso adecuado para transportar 2230 tmph a una velocidad de cinta de 4.67 m/s debe ser de 13.25 ton en total, por tanto:

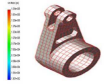
$$W = 13250 \text{ kg}) = 2 * k * T_2 \quad \rightarrow \quad k = \frac{W}{2T_2} = \frac{13250}{2 * 6027} = 1.09922 \text{ (p/cargas$$

dinámicas)

Por tanto, en:

$$T_1 = F \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right] = 7317 \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right] = 13344$$

El coeficiente de rozamiento entre la polea motriz y la correa, sera:



$$\rightarrow \mu = 0.253$$

Si consideramos que la correa actual esta calculado por Método CEMA, la tensión efectiva de la correa debe ser:

$$F = (\dots\dots\dots) - H * W_m = 7317 \text{ kg} \quad (\text{p/transporte inclinado descendente})$$

Donde, el término (.....) corresponde a una parte de la tensión efectiva por Método CEMA, aplicado al diseño existente.

$$\rightarrow (\dots\dots\dots) = F + H * W_m = F + H * \frac{Q}{3.6 * V} = 7317 + 7.5 * \frac{2230}{3.6 * 4.67} = 8312 \text{ kg}$$

Para transporte inclinado ascendente, la tensión efectiva será:

$$F' = F + 2 * H * W_m = 7317 + 2 * H * W_m = 7317 + 2 * 7.5 * \frac{2230}{3.6 * 4.67} = 9307 \text{ kg}$$

Luego la potencia accionamiento requerida es:

$$N'_a = \frac{F' * V}{75} = \frac{9307 * 4.67}{75} = 580 \text{ HP} \quad (= 432 \text{ kW})$$

$$n_{Na} = \frac{N'_a}{N_a} = \frac{432}{339.9} = 1.271$$

**“Veces mayor a la potencia accionamiento actual”**

Las tensiones en la correa en este caso serán:

$$T'_1 = F' \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right] = 9307 \left[ 1 + \frac{1}{e^{0.253\pi} - 1} \right] = 16973 \text{ kg} = 166.5 \text{ kN}$$

$$T_2 = T'_1 - F' = 16973 - 9307 = 7666 \text{ kg}$$

$$T_3 = T_2 + R_i$$

Aquí,  $R_i$  = Resistencia al movimiento en el ramal inferior.

$$= c.f.L(P_B \cos \delta + P_i) - H * P_B \quad \text{Donde:}$$

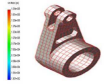
Aquí,

$C$  = Coeficiente = 0.9 Asumido para  $L = 1505,3 \text{ m}$ , en Tabla 5.10, adjunta.

$f$  = Coeficiente de rozamiento de los cojinetes de los rodillos = 0.025 (valor máximo asumido entre 0.022 – 0.025)

$L$  = Longitud de transporte = 1505.3 m

$\delta$  = Angulo inclinación de la banda (=  $\tan^{-1} 0.005$ )



$$\cos \delta = \cos(\tan^{-1} 0.005) = 0.9999875 \approx 1$$

$$P_B = \text{Peso de la correa} = 33.9 \text{ kg/m}$$

$$P_i = \text{Peso de los polines inferiores} = 503 * 26 / 1505.3 = 8.69 \text{ kg/m}$$

$$H = \text{Altura de la correa inclinada} = 7.5 \text{ m}$$

$$R_i = 0.9 * 0.025 * 1505.3(33.9 * 0.9999875 + 8.69) - 7.5 * 33.9 = 1188 \text{ kg}$$

Luego,

$$T_3 = 7666 + 1188 = 8854 \text{ kg}$$

$$T_4 = T_3 = 8854 \text{ kg}$$

Y, la tensión máxima será:

$$\rightarrow T_{\max} = T_1 = 166.5 \text{ kN} = \frac{T_{adm}}{FS} = \frac{800 * 1.0668}{FS}$$

$$\text{Donde, } FS = \text{Factor de seguridad} = \frac{T_{adm}}{T_{\max}} = 5.126$$

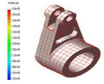
**“Factor de seguridad bajo respecto a lo requerido”** ( $\geq 6.69$ )

$$\text{Además, el Contrapeso: } W' = 2 * 1.09922 * T_1 = 37314 \text{ kg} = 366.05 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\frac{W'}{W} = \frac{366.05}{168} = 2.18 \text{ “Veces mayor”}$$

**Conclusión 1:** Esta alternativa de operación reversible con sistema motriz actual, requiere aumentar la potencia en un 27.1 % a la existente requerida. Además, requiere cambiar la correa actual para un factor de seguridad sobre 6.69; esto, por aumento de tensión en la correa, por lo que implica un cambio en el diseño de las poleas, ejes y descansos para resistir este aumento de carga producto del aumento tensional en la correa y, requiere aumentar el contrapeso de la correa a 2.18 veces el contrapeso actual.

**Análisis Alternativa N°2:** Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual.



Aquí, el transporte es inclinado ascendente con sistema motriz actual en la cola y otro en la cabeza, según la nueva configuración del perfil de la correa (Véase Fig. 3.2, adjunta)

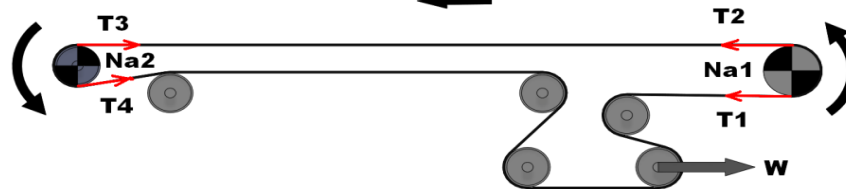


Fig.3.2 Alternativa N° 2: Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual.

Para transporte inclinado ascendente, con el diseño de la correa existente tensión efectiva a considerar es:

$$F' = 9307 \text{ kg}$$

Aquí, para transporte inclinado ascendente con polea motriz en cabeza y cola , la tensión mínima efectiva es:

$$F_2 = \left[ \frac{e^{\mu_2 \alpha_2} - 1}{e^{\mu_2 \alpha_2} \cdot e^{\mu_1 \alpha_1} - 1} \right] [F + (e^{\mu_1 \alpha_1} - 1) \cdot R_i]$$

Con,

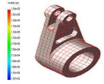
$$e^{\mu \alpha_1} = e^{0.253\pi} = 2.21405$$

$$e^{\mu \alpha_2} = e^{0.253\pi \cdot 205/180} = 2.4725$$

$$R_i = 1188 \text{ kg}$$

Luego,

$$F_2 = \left[ \frac{2.4725 - 1}{2.4725 \cdot 2.21405 - 1} \right] [9307 + (2.21405 - 1) \cdot 1188] = 3538 \text{ kg}$$



$$F_1 = F - F_2 = 9307 - 3538 = 5769 \text{ Kg}$$

$$N_{a1} = \frac{F_1 * V}{75} = \frac{5769 * 4.67}{75} = 359.2 \text{ HP ( = 268 kW)}$$

**“Menor a la potencia de accionamiento existente, de 339.9 kW”**

Y,

$$N_{a2} = \frac{F_2 * V}{75} = \frac{3538 * 4.67}{75} = 220.3 \text{ HP con Factor de utilización 85 %, la}$$

$$\text{potencia adicional del motor deberá ser: } N_2 = \frac{N_{a2}}{0.85} = \frac{220.3}{0.85} = 260 \text{ kW}$$

Las tensiones en la correa serán:

$$T_1 = F_1 \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha_1} - 1} \right] = 5769 \left[ 1 + \frac{1}{2.21405 - 1} \right] = 10521 \text{ kg}$$

$$T_2 = T_1 - F_1 = 10521 - 5769 = 4752 \text{ kg}$$

$$T_3 = F_2 \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha_2} - 1} \right] = 3538 \left[ 1 + \frac{1}{2.4725 - 1} \right] = 5941 \text{ kg}$$

$$T_4 = T_3 - F_2 = 5941 - 3538 = 2403 \text{ kg}$$

$$T_{\max} = T_1 = 10521 \text{ kg} = 103.2 \text{ kN} = \frac{T_{adm}}{FS} = \frac{800 * 1.0668}{FS}$$

$$\text{Donde, } FS = \text{Factor de seguridad} = \frac{T_{adm}}{T_{\max}} = 8.27$$

**“Factor de seguridad mayor a lo requerido” ( ≥ 6.69)**

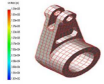
$$\text{Contrapeso: } W = 2 * k * T_1 = 2 * 1.09922 * 10521 = 23130 \text{ kg} = 226.9 \text{ kN}$$

**“Mayor al existente, de 168 kN”**

→ Factor de utilización de la potencia instalada 400 kW, de:

$$F_{Na1} = \frac{N_{a1}}{N_1} = \frac{268}{400} = 0.67$$

**Conclusión 2:** Esta alternativa de Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual, requiere considerar un sistema motriz en la cola con potencia accionamiento de 220.3 kW y, operar sincronizado con el sistema motriz de cabeza con potencia de accionamiento de 268 Kw y, se deberá aumentar el contrapeso existente en :  $W = 23130 \text{ kg} = 226 \text{ kN}$  (1.35 veces el contrapeso actual).



**Análisis Alternativa N°3:** Operación reversible con sistema motriz actual desacoplado y otro adicional acoplado en Polea de Cola actual.

Aquí, para transporte inclinado ascendente con polea motriz actual desacoplado y otro acoplado en polea de cola actual (Véase Fig.3.3, adjunta), se tiene:

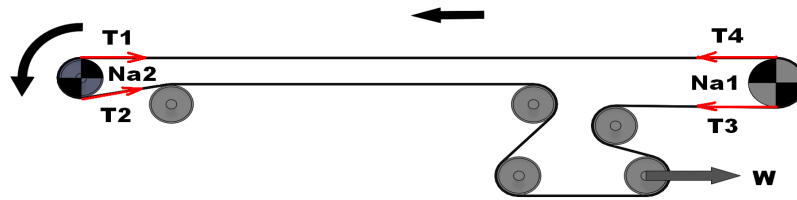


Fig.3.3 Alternativa N°3: Operación reversible con sistema motriz actual desacoplado y otro adicional acoplado en Polea de Cola actual.

Para transporte inclinado ascendente, con el diseño de la correa existente tensión efectiva a considerar es:

$$F' = F + 2 * H * W_m = 7317 + 2 * H * W_m = 7317 + 2 * 7.5 * \frac{2230}{3.6 * 4.67} = 9307 \text{ kg}$$

$$N'_a = \frac{F' * V}{75} = \frac{9307 * 4.67}{75} = 580 \text{ HP } (= 432 \text{ kW})$$

Y, las tensiones para transporte inclinado ascendente con sistema motriz existente desacoplado y sistema motriz en polea de cola c, las tensiones en la correa serán:

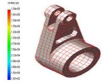
$$T_1 = F' \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha_2} - 1} \right] = 9307 \left[ 1 + \frac{1}{e^{0.253\pi * 2057180} - 1} \right] = 15627 \text{ kg}$$

$$T_2 = T_1 - F' = 15627 - 9307 = 6320 \text{ kg}$$

$$T_3 = T_2 + R_i = 6320 + 1188 = 7508 \text{ kg}$$

$$T_4 = T_3 = 7508 \text{ kg}$$

$$T_{\max} = T_1 = 15627 \text{ kg} = 153,3 \text{ kN} = \frac{T_{adm} * 1.0668}{FS} = \frac{800 * 1.0668}{FS}$$



Donde,  $FS = \text{Factor de seguridad} = \frac{T_{adm}}{T_{max}} = 5.57$

**“Factor de seguridad mayor a lo requerido”** ( $\geq 6.69$ )

Contrapeso:  $W = 2 * k * T_3 = 2 * 1.09922 * 7508 = 16506 \text{ kg} = 161.9 \text{ kN}$

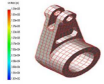
**“Menor al existente, de 168 kN”**

Considerando un factor de utilización  $F_{Na1} = 0.85$ , la potencia instalada debera ser 508 kW.

**Conclusión 3:** Esta alternativa de Operación reversible con sistema motriz actual desacoplado y otro adicional acoplado en Polea de Cola actual, requiere un sistema motriz con potencia instalada de 508 kW (con factor de utilización de 85 %) y, no requiere cambiar la correa actual para un factor de seguridad sobre 6.69; esto, por aumento de tensión en la correa implica un cambio en el diseño de las poleas, ejes y descansos para resistir este aumento de carga producto del aumento tensional en la correa.

### **Conclusión del análisis de alternativas:**

De las tres alternativas analizadas conceptualmente manteniendo la altura de la polea de cola, la mejor técnicamente factible es la ALTERNATIVA N°2; es decir, operación reversible con dos sistemas motrices, el actual instalado y otro en la cola de la configuración actual. La potencia requeridas por el sistema motriz existente es de 339.9 kW que, deberá ajustarse a 268 kW con variador de frecuencia (con factor de utilización de 67 % respecto a la potencia instalada de 400 kW) y otro adicional de 220.3 kW (con factor de utilización de 0.85 igual al existente y, se deberá aumentar el contrapeso existente en :  $W = 23130 \text{ kg} = 226. \text{kN}$ .



### Observación:

Para la extensión de la correa a 650 m, la correa 400-CV-003, para la Alternativa N°2, seleccionada se deberá recalculer el sistema motriz requerido en la polea de cola actual para una altura de elevación:

$H = 7.5 + 2.5 = 10$  m (respecto al nivel de terreno de la polea de cabeza actual de la correa).

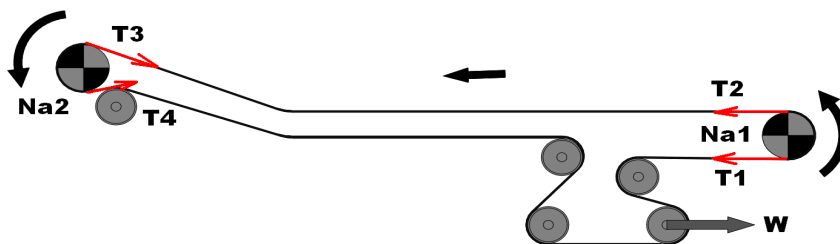


Fig. 3.4 Alternativa N°2 Operación reversible con sistema motriz actual y otro adicional en Polea de Cola actual para transporte inclinado ascendente a una altura de 10 m.

### Cálculos:

$$F' = F + 2H.W_m = 7317 + 2 * 10 * 132.64335 = 9970 \text{ kg}$$

Aquí, para transporte inclinado ascendente con polea motriz en cabeza y cola , la tensión mínima efectiva es:

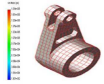
$$F_2 = \left[ \frac{e^{\mu_2 \alpha_2} - 1}{e^{\mu_2 \alpha_2} \cdot e^{\mu_1 \alpha_1} - 1} \right] \left[ F' + (e^{\mu_1 \alpha_1} - 1) \cdot R_i \right]$$

Con,

$$e^{\mu \alpha_1} = e^{0.253 \pi} = 2.21405$$

$$e^{\mu \alpha_2} = e^{0.253 \pi 205 / 180} = 2.4725$$

$$R_i = 1188 \text{ kg}$$



Luego,

$$F_2 = \left[ \frac{2.4725 - 1}{2.4725 * 2.21405 - 1} \right] [9970 + (2.21405 - 1) * 1188] = 3756 \text{ kg}$$

$$F_1 = F - F_2 = 9970 - 3756 = 6214 \text{ Kg}$$

$$N_{a1} = \frac{F_1 * V}{75} = \frac{6214 * 4.67}{75} = 386.93 \text{ HP ( = 288.6kW)}$$

“Menor a la potencia de accionamiento existente, de 339.9 kW”, con factor de utilización:

$$F_{Na1} = \frac{N_{a1}}{N_1} = \frac{288.6}{400} = 0.72$$

$$\rightarrow F_2 = F' - F_1 = 9970 - 6214 = 3756 \text{ kg}$$

$$N_{a2} = \frac{F_2 * V}{75} = \frac{3756 * 4.67}{75} = 233.9 \text{ HP ( = 174.5 kW)}$$

Las tensiones en la correa serán:

$$\rightarrow T_1 = F_1 \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha_1} - 1} \right] = 6214 \left[ 1 + \frac{1}{2.21405 - 1} \right] = 11332 \text{ kg}$$

$$T_2 = T_1 - F_1 = 11332 - 6214 = 5118 \text{ kg}$$

$$T_3 = F_2 \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha_2} - 1} \right] = 3756 \left[ 1 + \frac{1}{2.4725 - 1} \right] = 6307 \text{ kg}$$

$$T_4 = T_3 - F_2 = 6307 - 3756 = 2551 \text{ kg}$$

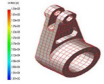
$$T_{\max} = T_1 = 11332 \text{ kg} = 111.2 \text{ kN} = \frac{T_{adm}}{FS} = \frac{800 * 1.0668}{FS}$$

$$\text{Donde, } FS = \text{Factor de seguridad} = \frac{T_{adm}}{T_{\max}} = 7.675$$

“Factor de seguridad mayor a lo requerido” ( $\geq 6.69$ )

$$\text{Contrapeso: } W = 2 * k * T_1 = 2 * 1.09922 * 11332 = 24913 \text{ kg} = 244.4 \text{ kN}$$

“Mayor al existente, de 168 kN”, en 1.455 veces.



#### 4. Diseño extensión de la correa en 650 m al Sur

Aquí, considera cargar la extensión de 650 m al Sur con la correa 400-CV-003 y, los Criterios de Diseño serán:

##### CONDICIONES DE DISEÑO

- Velocidad de transporte mayor a la Correa 400-CV-003, para no producir atollo de la carga traspasada a la extensión de la correa de 650 m al Sur. ( $V = 4.8 \text{ m/s}$ )
- Considerar una altura de descarga en la extensión de la correa 10 m respecto al nivel de terreno de la polea de cola (considera una pendiente del 0.5%).
- La extensión de la correa de 650 m debe ser fácilmente desmontable, móvil y pivoteable respecto a la descarga de la correa 400-CV-003.
- Considerar en la extensión de la correa en 650 m, igual característica de diseño de la correa, polines de carga y retorno y, polea motriz en la cabeza y cola.

##### Diseño de la Extensión de la Correa:

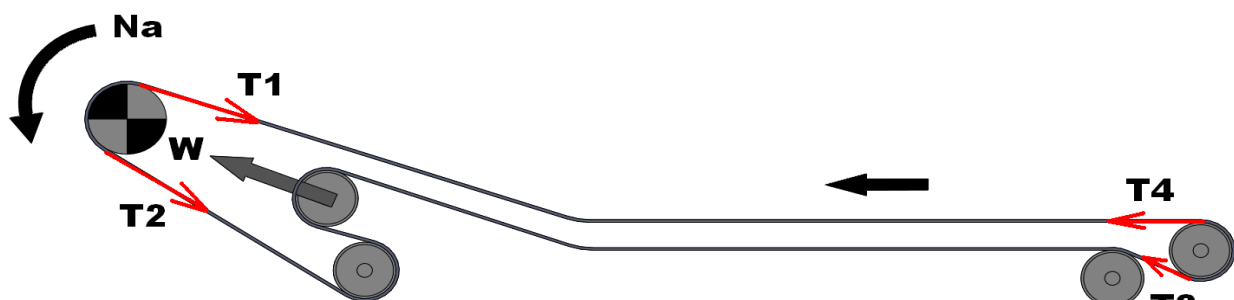
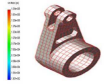


Fig. 4.1 Extensión correa en 650 m para transporte ripio lixiviado a botadero Sur de (Transporte inclinado ascendente con descarga a una altura de 10 m respecto al nivel del terreno polea de cola).



## Potencia accionamiento

$$Na = \frac{F * V}{75}$$

Donde:

$F$  = Fuerza desarrollada en la polea motriz de cabeza

$$F = R_s + R_i = C.f.L[(P_Q + 2P_B)\cos\delta + P_s + P_i] + H.P_Q$$

$R_s$  = Resistencia al movimiento en el ramal superior.

$$= C.f.L.[(P_Q + P_B)\cos\delta + P_s] + H.(P_Q + P_B)$$

$R_i$  = Resistencia al movimiento en el ramal inferior.

$$= c.f.L(P_B \cos\delta + P_i) - H * P_B$$

$V$  = Velocidad de la banda = 4.8 m/s

Con:

$C$  = Coeficiente=1 Asumido para  $L = 650$  m, en Tabla 5.10, adjunta.

$f$  = Coeficiente de rozamiento de los cojinetes de los rodillos=0.025  
(valor máximo asumido entre 0.022 – 0.025)

$L$  = Longitud de transporte = 650 m

$\delta$  = Angulo inclinación de la banda (=  $\tan^{-1} 0.005$ )

$$\cos\delta = \cos(\tan^{-1} 0.005) = 0.9999875$$

$$P_Q = \text{Peso del material a transportar por metro de banda} = \frac{Q}{3.6 * V}$$

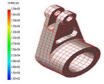
Con:

$Q$  = Capacidad de transporte = 2230 Ton/h

$$P_Q = \frac{2230}{3.6 * 4.8} = 129.051 \text{ kg/m}$$

$$P_B = 33.9 \text{ kg/m}$$

$$P_i = 211 * 26 / 650 = 8.44 \text{ kg/m}$$



$$P_s = 542 * 29 / 650 = 24.18 \text{ kg/m}$$
$$H = \text{Altura de transporte} = 10 \text{ m}$$

Resulta:

$$F = 1 * 0.025 * 650 [(129.051 + 2 * 33.9) 0.9999785 + 24.18 + 8.44] + 10 * 129.051 = 5019 \text{ kg}$$

$$R_i = 1 * 0.025 * 650 (33.9 * 0.9999785 + 8.44) - 10 * 33.9 = 349 \text{ kg}$$

$$N_a = \frac{5019 * 4.8}{75} = 321.22 \text{ HP } (= 239.63 \text{ kW}) \rightarrow N_{motor} = \frac{N_a}{\eta} = \frac{239.63}{0.9} \approx 266.26 \text{ kW}$$

Tensiones en la correa:

$$T_1 = F \left[ 1 + \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} \right] = 5019 \left[ 1 + \frac{1}{e^{0.35\pi} - 1} \right] = 7525 \text{ kg}$$

$$T_2 = T_1 - F = 7525 - 5019 = 2505 \text{ kg}$$

$$T_3 = T_2 + R_i = 2505 + 349 = 2855 \text{ kg}$$

$$T_4 = T_3 = 2855 \text{ kg}$$

$$\text{Tensor: } W = 2.2 * T_2 = 2.2 * 2855 = 6281 \text{ kg}$$

$$\text{Tensión máxima: } T_{\max} = T_1 = 7525 \text{ kg } (= 73,82 \text{ kN}) < \frac{800 * 1.0668}{FS} \text{ kN}$$

$$\text{Donde, } FS = \text{Factor de seguridad} = \frac{T_{adm}}{T_{\max}} = 11.56$$

“Factor de seguridad mayor a lo requerido para una correa tipo TS-800” ( $\geq 6.69$ )

$$\text{Tensor: } W = 2.2 * T_2 = 2.2 * 2505 = 5511 \text{ kg} = 49.15 \text{ kN}$$