

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA



**“MONTAJE DE UN SISTEMA DE FAJAS
TRANSPORTADORAS PARA EL MINERAL DE
HIERRO, EN LA EMPRESA MINERA SHOUGANG
HIERRO PERU S.A.A. MARCONA – ICA”**

**INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

ARNALDO GABRIEL QUINTANA CANO

**Callao, Noviembre 2017
PERÚ**

ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TITULO PROFESIONAL
MODALIDAD: INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

A los VEINTINUEVE días del mes de **DICIEMBRE** del dos mil diecisiete, siendo las 10:10 horas, se procedió a la instalación del Jurado de Exposición del Informe de Experiencia Laboral de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Resolución Decanal 009-2017-D-FIME-EXPE-TEL), conformado por los siguientes docentes:

- **PRESIDENTE** : Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
- **SECRETARIO** : Ing. VICTORIANO SANCHEZ VALVERDE
- **VOCAL** : Ing. JUAN ADOLFO BRAVO FELIX
- **ASESOR** : Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS

Con el fin de dar inicio a la **EXPOSICIÓN DEL INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL** presentado por el Sr. Bach. en Ing. Mecánica **ARNALDO GABRIEL QUINTANA CANO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO**, expondrá el Informe de Experiencia Laboral, titulado: **"MONTAJE DE UN SISTEMA DE FAJAS TRANSPORTADORAS PARA EL MINERAL DEL HIERRO, EN LA EMPRESA MINERA SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A. MARCONA - ICA"**

Con el quórum reglamentario de Ley se dio inicio a la Exposición de Informe de Experiencia Laboral de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos, luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó dar por Aprobado con el calificativo de Catorce al Sr. Bach. en Ing. Mecánica **ARNALDO GABRIEL QUINTANA CANO**

Con lo que se dio por cerrada la sesión a las 11:15 del día 29 de Diciembre del 2017.


Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
PRESIDENTE


Ing. VICTORIANO SANCHEZ VALVERDE
SECRETARIO


Ing. JUAN ADOLFO BRAVO FELIX
VOCAL


Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres por sus consejos, darme aliento constante y apoyo incondicional para ser una persona de bien.

Agradezco a mi familia por su confianza en mis proyectos y ayudarme a realizarlos.

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer de manera especial y sincera al Mg. Gustavo Ordoñez Cárdenas por su asesoría, apoyo en el desarrollo y culminación del presente informe.

También me gustaría agradecer las enseñanzas y consejos recibidos a lo largo de mis estudios de pre grado por los profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, que han aportado sus conocimientos a mi formación profesional.

INDICE

	PAG.
INTRODUCCIÓN	8
I. OBJETIVOS	
1.1 Objetivo General	10
1.2 Objetivos Específicos	10
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	
2.1 Empresa CEMPROTECH S.A.C.	11
2.2 Estructura Orgánica	12
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA	
3.1 Actividades Desarrolladas por la Empresa CEMPROTECH S.A.C.	15
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA	
4.1 Descripción del Tema	17
4.2 Antecedentes	19
4.3 Planteamiento del Problema	24
4.4 Justificación	25
4.5 Marco Teórico	26
4.6 Fases del Proyecto	39

V. EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICO

5.1 Mercado Internacional del Hierro	101
5.2 Análisis Económico del Montaje	113

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones	115
6.2 Recomendaciones	116

VII. BIBLIOGRAFIA

VIII. ANEXOS Y PLANOS

- Anexo A: PETS Instalacion y tendido de Banda	119
- Plano A: Plano N° 644AR1301	
- Plano B: Plano N° 647AR1301	
- Plano C: Plano N° 058AR1301	
- Plano D: Plano N° 059AR1301	

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 2.1: Organigrama de la empresa CEMPROTECH S.A.C.	12
Cuadro N° 3.1: Listado de principales obras ejecutadas desde el año 2014	16
Cuadro N° 4.1: Características del caucho para soportar el material a Transportar	31
Cuadro N° 4.2: Longitud de la banda transportadora, faja 830-CB-110	97
Cuadro N° 5.1: Gastos generales en la ciudad de Lima y la mina	113
Cuadro N° 5.2: Costos generales incurridos en el montaje	113

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Inspector de control de calidad, minera Shougang Hierro Peru S.A.A.	14
Figura N° 4.1: Ubicación de la mina y planta de beneficio San Nicolas, empresa minera Shougang Hierro Peru S.A.A. (SHP)	18
Figura N° 4.2: Componentes de una faja transportadora	28
Figura N° 4.3: Componentes de una polea	30
Figura N° 4.4: Ejemplo de la industria en la extracción de minerales mediante una faja transportadora	38
Figura N° 4.5: Paquetes de trabajo en la ampliación de operaciones mina y planta de beneficio San Nicolas, empresa minera Shougang Hierro Peru S.A.A.	47
Figura N° 4.6: Cronograma general de actividades para la ampliación y mejora del sistema de fajas en los paquetes 3 y 5	

Shougang Hierro Peru S.A.A.	48
Figura N° 4.7: Vista de planta del descenso del sistema de fajas transportadoras, paquete 05	58
Figura N° 4.8: Montaje de las estructuras del descenso de la faja transportadora 820-CB-140	59
Figura N° 4.9: Estructuras y equipos montados de la estacion de accionamiento, faja transportadora 820-CB-140	60
Figura N° 4.10: Fotografia del descenso del sistema de fajas transportadoras, paquete 05	61
Figura N° 4.11: Vista de planta del freno, faja 820-CB-110	63
Figura N° 4.12: Vista de planta de la estacion de accionamiento, faja 820-CB-120	65
Figura N° 4.13: Vista de elevacion de la torre de contrapeso, faja 820-CB-130	66
Figura N° 4.14: Vista de elevacion de la estacion de accionamiento, faja 820-CB-140	67
Figura N° 4.15: Vista de elevacion de la torre de transferencia, faja 830-CB-120	69
Figura N° 4.16: Vista de planta edificio de accionamiento, faja 830-CB-110	71
Figura N° 4.17: Vista de la seccion transversal A del edificio de accionamiento, faja 830-CB-110	72
Figura N° 4.18: Vista de la seccion transversal B del edificio de accionamiento, faja 830-CB-110	73

Figura N° 4.19: Montaje de las estructuras del edificio de accionamiento, faja 830-CB-110	74
Figura N° 4.20: Montaje de las coberturas del edificio de accionamiento, faja 830-CB-110	75
Figura N° 4.21: Vista de levacion de la estacion de accionamiento, faja 830-CB-110	77
Figura N° 4.22: Vista de planta del pedestal eje 503, faja 830-CB-110	78
Figura N° 4.23: Vista de planta del pedestal eje 508, faja 830-CB-110	78
Figura N° 4.24: Verificacion de nivelacion y alineamiento de las estructuras de la estacion de accionamiento, faja 830-CB-110	79
Figura N° 4.25: Estructuras y equipos montados de la estacion de accionamiento, faja 830-CB-110	79
Figura N° 4.26: Vista de elevacion de los pedestales ejes 509 al 516, faja 830-CB-110	80
Figura N° 4.27: Vista de elevacion de los pedestales ejes 516 al 520, faja 830-CB-110	81
Figura N° 4.28: Montaje final de la estructrura de cola, faja 830-CB-110	82
Figura N° 4.29: Montaje de truss, faja 830-CB-110	83
Figura N° 4.30: Pedestales ejes 523 al 526, faja 830-CB-110	84
Figura N° 4.31: Pedestales ejes 530 al 533, faja 830-CB-110	85
Figura N° 4.32: Pedestales ejes 541 al 544, faja 830-CB-110	86
Figura N° 4.33: Pedestales ejes 546 al 549, faja 830-CB-110	87
Figura N° 4.34: Tramo final montado de los overland, faja 830-CB-110	88

Figura N° 4.35: Tramo inicial de los overland, faja 830-CB-110	89
Figura N° 4.36: Vista de elevacion de la torre de contrapeso, torre de compensacion y carro tensor, faja 830-CB-110	90
Figura N° 4.37: Vista de planta de la torre de contrapeso y carro tensor, faja 830-CB-110	91
Figura N° 4.38: Vista de elevacion de la torre de contrapeso y carro tensor, faja 830-CB-110	92
Figura N° 4.39: Estructuras de la torre de contrapeso montados, faja 830-CB-110	93
Figura N° 4.40: Vista de elevacion de la torre de compensacion y carro tensor, faja 830-CB-110	94
Figura N° 4.41: Estructuras y poleas guias de la torre de compensacion montados, faja 830-CB-110	95
Figura N° 4.42: Posicion de montaje de la polea del carro tensor, faja 830-CB-110	98
Figura N° 4.43: Vista de elevacion de la torre de transferencia, faja 830-CB-110	99
Figura N° 4.44: Estructuras montadas de la torre de transferencia, faja 830-CB-110	100
Figura N° 5.1: Importaciones del mineral de hierro	103
Figura N° 5.2: Distribucion de los principales importadores del mineral de hierro	104
Figura N° 5.3: Precios del mineral de hierro 2010 – 2016 (US\$/ton)	105
Figura N° 5.4: Precios del mineral de hierro 2015 – 2016 (US\$/ton)	106

Figura N° 5.5: Reservás mundiales del mineral de hierro por país	107
Figura N° 5.6: Ley de hierro contenido en las principales reservas Mundiales	108
Figura N° 5.7: Producción mundial del mineral de hierro 2004 – 2015	109
Figura N° 5.8: Distribución de la producción del mineral de hierro 2015	110
Figura N° 5.9: Tasa de crecimiento promedio anual de la producción del mineral de hierro 2004 – 2015	111
Figura N° 5.10: Evolución de la producción del mineral de hierro en el Perú	112

INTRODUCCIÓN

Para el transporte de materias primas, minerales y diversos productos existen varios mecanismos, pero uno de los más eficientes es el transporte por medio de fajas transportadoras, este mecanismo es de gran sencillez su funcionamiento; instaladas suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento.

Las fajas transportadoras, son mecanismos de gran importancia, cuya misión es recibir los productos de forma continua y transportarlos a otros puntos. Son equipos que funcionan en las líneas de procesos y no requieren generalmente de operarios.

Una de las aplicaciones de las fajas transportadoras es en la actividad minera, representan beneficios en cuanto a reducción de costos y efectividad de trabajos. Otro punto importante, los materiales puede ser descargado en cualquier parte del trayecto. Además, están hechas para cubrir áreas extensas, por lo que el costo de producción se vería disminuido.

Las ventajas de las fajas transportadoras es que pueden adaptarse en cualquier lugar, clima o temperatura ya que para su operación solo necesitan elementos convencionales como son los: equipos (motorreductores, frenos, polines, poleas, etc.) y estructuras metálicas (overland, bent, bent tower, torres de transferencias, chutes de descarga, etc.). En una determinada área donde opera una faja transportadora también podrían operar varias fajas transportadoras; pues estas pueden ser colocadas en diferentes niveles y sentidos.

El presente informe, denominado "Montaje de un sistema de fajas transportadoras para el mineral de hierro, en la Empresa Minera SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.", describe el control del montaje y tiene como objetivo realizar el montaje de un sistema de FAJAS TRANSPORTADORAS DE BAJADA, para el mineral de hierro, según las necesidades actuales y futuras ampliaciones para aumentar su capacidad de producción.

Las razones por la cual elabore el presente informe, es dar a conocer la experiencia obtenida en la participación del montaje y también para que pueda ser usada como una guía de montaje en proyectos similares.

El informe se fundamenta, en que el montaje se realizó siguiendo las recomendaciones dadas por el cliente y la supervisión, tales como especificaciones técnicas, planos, manuales, etc.

La metodología para el montaje de las fajas transportadoras, se realizó de acuerdo a los procedimientos escritos de trabajo seguro PETS.

El informe está estructurado en ocho capítulos. El primero, se refiere a los objetivos; el segundo, la organización de la empresa; el tercero, las actividades desarrolladas por la empresa; el cuarto, descripción detallada del proyecto de ingeniería; el quinto, evaluación técnico – económico; el sexto, conclusiones y recomendaciones; por último el séptimo y el octavo, que corresponden a las bibliografía, anexos y planos.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Realizar el montaje de un sistema de fajas transportadoras para el mineral de hierro, en la Empresa Minera SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A. Marcona – Ica.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar los componentes estructurales y equipos mecánicos, correspondiente a cada una de las fajas transportadoras.
- Revisar las dimensiones y controles principales de los componentes estructurales y equipos mecánicos, según indicación de los planos.
- Verificar la prueba de operatividad de montaje del sistema de fajas transportadoras, según las especificaciones del diseño.
- Incrementar la capacidad productiva, que es en promedio 10 millones de toneladas anuales.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Empresa CEMPROTECH S.A.C.

CEMPROTECH SAC es una empresa 100% peruana que desde su fundación en 1998 participa activamente en los principales proyectos de envergadura en la minería, hidráulica, pesquera, hidrocarburos e industria, etc.

La empresa en la actualidad se dedica a ejecutar proyectos y obras en fabricaciones metalmecánicas, obras civiles y montajes electromecánicos, elaboración de ingeniería básica y de detalle.

CEMPROTECH S.A.C. ofrece los siguientes servicios:

En obras civiles: ingeniería de diseño, movimiento de tierras, cimentación de maquinarias, alcantarillado, etc.

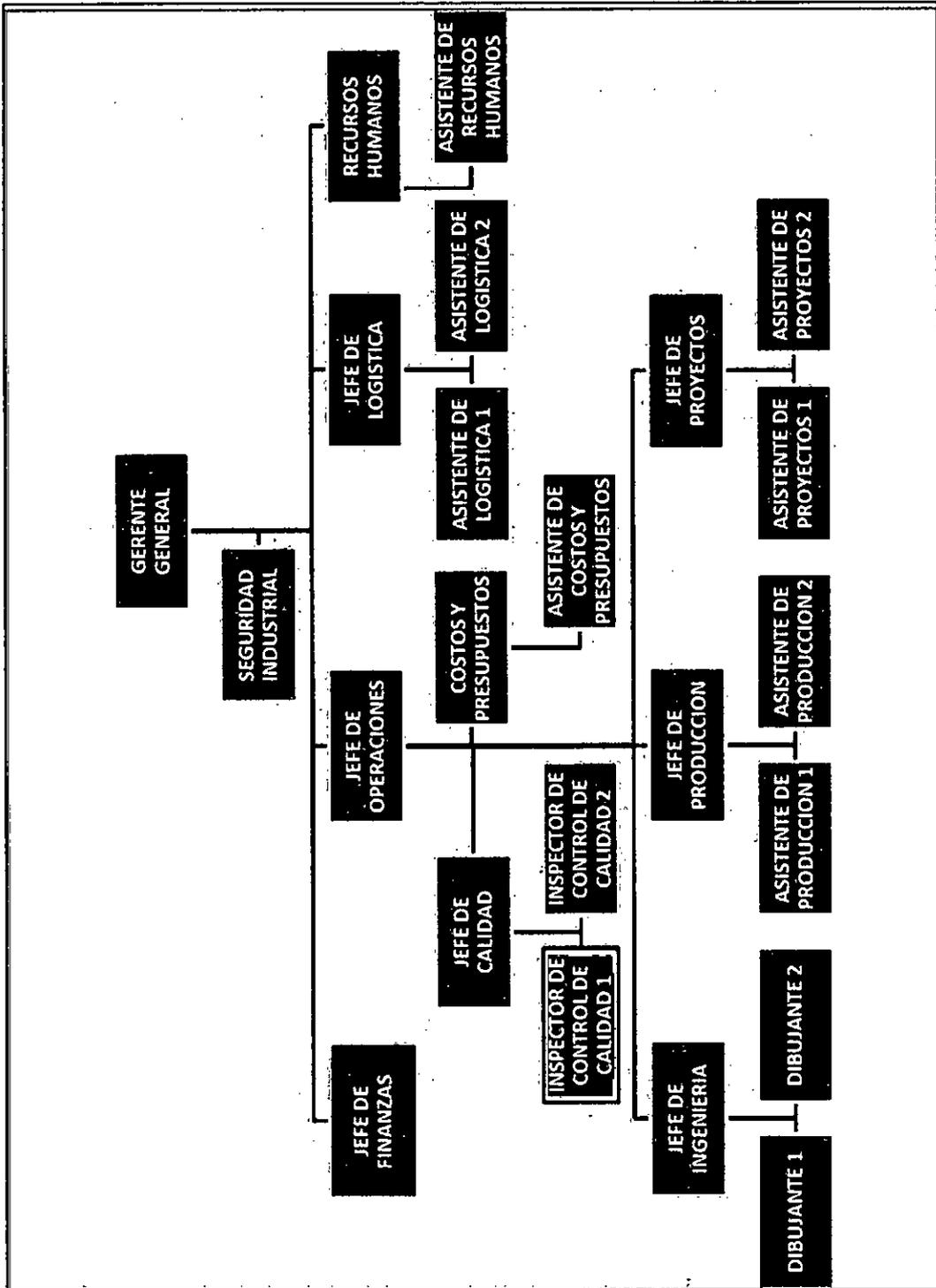
En minería: ingeniería de diseño, ingeniería de detalle, fabricación y montaje de estructuras y equipos electromecánicos tales como: fajas transportadoras, celdas de flotación, espesadores, ciclones, molinos, zarandas, etc.

En energía e hidráulica: ingeniería de diseño, ingeniería de detalle, fabricación y montaje de equipos hidromecánicos para bocatomas, canales de irrigación, represas, cámaras de carga, desarenadores, etc.

CEMPROTECH S.A.C. se ha consolidado en el mercado metalmecánico desarrollando importantes proyectos en las principales unidades de negocio: Minería, Energía Hidráulica, Hidrocarburos e Industria.

2.2 Estructura orgánica

Cuadro N° 2.1: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CEMPROTECH S.A.C.



Fuente: Propia

- **Inspector de control de calidad**

Su función es controlar que el proyecto se realice de acuerdo al alcance contratado y se cumplan los objetivos de plazo definidos en la línea base aprobada, alertar ante potenciales desvíos, y si ya ocurrieron desvíos identificar las causas que lo originaron y comunicar al Gerente de Proyecto.

Responsabilidades:

- Analizar e interpretar la información pertinente tales como planos, contratos, manuales, etc. para determinar las especificaciones.
- Llevar a cabo las inspecciones requeridas de los suministros, consumibles, etc. para comprobar las especificaciones.
- Calificar los productos inspeccionados con detalles como por ejemplo clase y estado del rechazo.
- Observar y monitorear las operaciones y las herramientas de producción para garantizar el cumplimiento de las especificaciones.
- Registrar la información de la prueba o la inspección, como por ejemplo, el control dimensional, inspección visual, temperatura, y las cantidades inspeccionadas o calificadas.
- Informar a los supervisores o a otro personal de producción de los problemas o defectos, y ayudar en la identificación y la corrección de estos problemas o defectos.
- Participar en la organización del proceso de producción como por ejemplo, proponer cambios que puedan mejorar el proceso.

- Recopilar los informes de inspección, de pruebas y conocer en profundidad la documentación contractual con el objeto que las actividades de planeamiento y control se encuentren dentro de este marco.

Figura N° 2.1: INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD, MINERA SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.



Fuente: Propia

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

3.1 Actividades desarrolladas por la empresa CEMPROTECH S.A.C.

CEMPROTECH SAC inició sus actividades en el año 1998, teniendo como su director técnico al Sr. Carlos Armando Iglesias Alva, quien fundó la empresa la cual se dedicaría a ejecutar proyectos y obras en fabricaciones metalmecánicas, obras civiles y montajes electromecánicos, elaboración de ingeniería básica y de detalle.

CEMPROTECH SAC, es una empresa peruana reconocida en la industria metalmecánica competitiva, sólida y confiable, que contribuye al éxito de sus clientes y al desarrollo del país.

Logra mantener una calidad invariable gracias a la capacidad y experiencia de su personal, a su constante vocación de servicio, al uso de tecnología moderna y respetando siempre los más altos estándares de seguridad y protección del medio ambiente.

La empresa se ha consolidado en el mercado metalmecánico desarrollando importantes proyectos en las principales unidades de negocio: Minería, Energía Hidráulica, Hidrocarburos e Industria.

En consecuencia desde el año 2003 los ingresos de CEMPROTECH S.A.C. ascendieron a 24 millones de soles, la utilidad sumó 741 mil soles y el patrimonio se valorizó en 2 millones de soles aproximadamente.

En el 2004 la empresa obtuvo 32 millones de soles de ingresos, una utilidad neta de 805 mil soles y el patrimonio fue de casi 2 millones y medio de soles aproximadamente.

Listado de Obras

Se nombran algunas como ejemplo.

Cuadro N° 3.1: LISTADO DE PRINCIPALES OBRAS EJECUTADAS DESDE EL AÑO 2014

ITEM	CLIENTES	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS	LUGAR	FECHA
01	CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.	Diseño, fabricación e instalación de edificio de Chancado, fajas transportadoras y alimentadores	Arequipa	2015
02	CIA. MINERA ANTAMINA S.A.A.	Construcción de Nave de estación de empalme para la faja 1 y construcción de plataforma de enrollado.	Ancash	2015
03	CIA. MINERA ARGENTUM S.A	Sistema de tubería enterradas y otros (Obras Civiles, Mecánicas y Eléctricas)	Junín	2015
04	CIA. MINERA ATACUCHA S.A.	Construcción del muro de sostenimiento Tramo 3 - Vaso III	Pasco	2015
05	CIA. MINERA CONDESTABLE S.A	Ampliación de Planta de Chancado - Contratos I, II y III (Obras Civiles, fabricación y montaje mecánico)	Lima	2015
06	CIA. MINERA MILPO S.A.A.	Fabricación de estructuras metálicas para Etapa I Fase II - Cerro Lindo.	Ica	2015
07	CIA. MINERA ATACUCHA S.A	Obras civiles, estructuras y montaje de equipos y componentes para molino 8' x 10' COMESA	Pasco	2014
08	DOE RUN PERU S.R.L.	Encerramiento de Planta de Hornos de Plomos de Plomo y Dross - Etapa II - Ingeniería, Fabricación y Montaje	Pasco	2014
09	VOLCAN CIA. MINERA S.A.A.	Diseño, suministro, fabricación, montaje y Obras Civiles para Ampliación de Planta San Expedito a 1800 TPD.	Pasco	2014
10	EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S.A.	Reemplazo de líneas de Mineroducto - Ingeniería de detalle, obras civiles y montaje de 25 Km de Tuberías de acero	Junín	2014

Fuente: Propia

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del tema

El actual complejo minero en Marcona, fue construido entre los años 1960 y 1965, cuenta con dos plantas de chancado primario en el área de Mina, planta de chancado secundario, plantas de concentración, filtrado y peletización en el área de San Nicolás, así como un sistema de fajas transportadoras.

La obsolescencia del sistema transportador por fajas de la mina en Marcona, el cual opera desde el año 1965 (hace más de 50 años) provoca un ineficiente control del sistema de fajas transportadoras de mineral.

El sistema de fajas transportadoras instalado en sus inicios no garantiza la eficiencia mínima del sistema, debido a las paradas constantes por fallas o deterioro de la infraestructura.

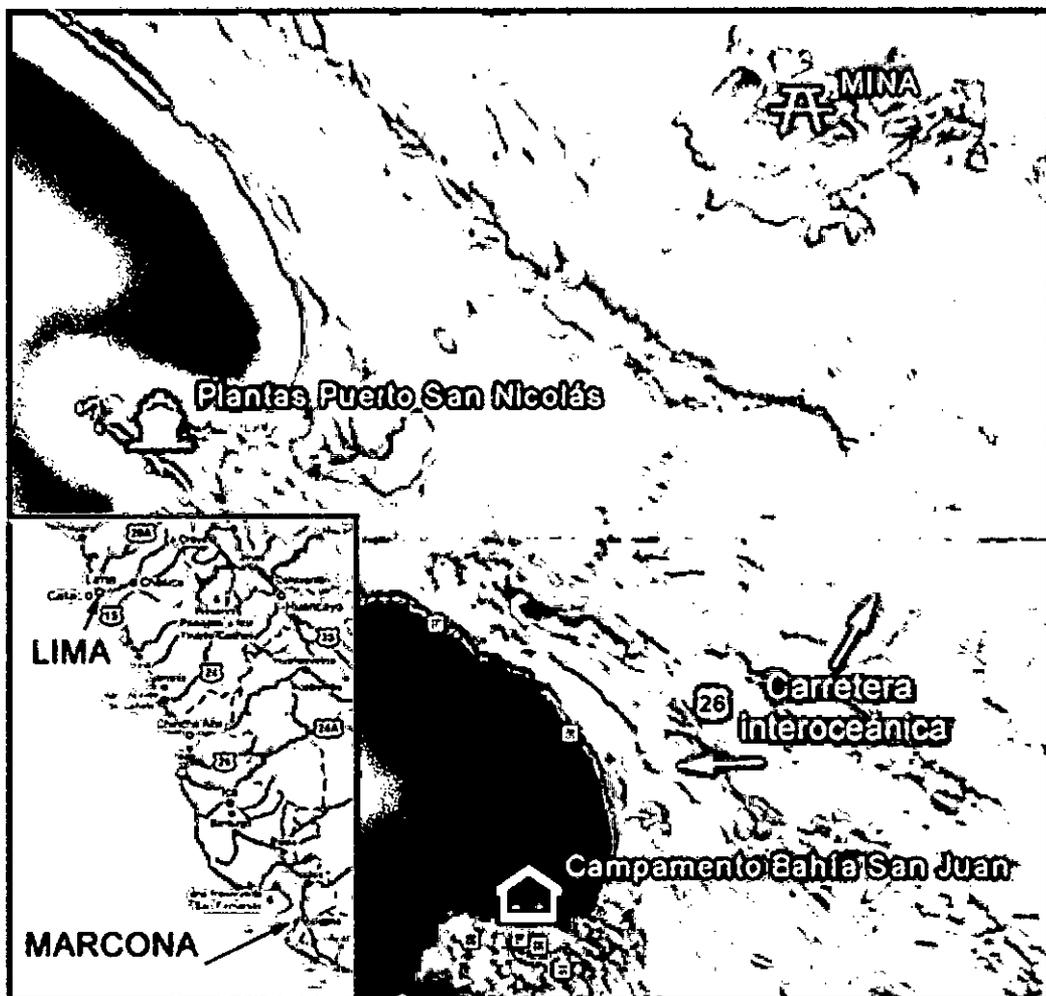
En las campañas de exploración a partir del año 2009 aumentaron los recursos medidos e indicados de forma considerable. El yacimiento tiene un potencial de hasta 1,680 millones de toneladas del mineral de hierro.

En consecuencia el montaje del nuevo sistema de fajas transportadoras forma parte del proyecto, Ampliación de Operaciones Mina y Planta de Beneficio San Nicolás, de la Empresa Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. (SHP), ubicada en el distrito de San Juan de Marcona, provincia de Nazca y departamento de Ica, a una distancia aproximadamente de 525 km al sur de la ciudad de Lima, el mencionado proyecto tiene como objetivo el incremento de la capacidad de producción que tiene actualmente entre 8 millones a 10 millones de toneladas

de hierro por año y se espera que en una segunda etapa la capacidad se incremente a 20 millones de toneladas por año.

Dentro de su concesión minera y confirmado los estudios de reservas, ha elaborado estudios de planeamiento y desarrollo de mina, y también se encuentra gestionando las actividades para el estudio de impacto ambiental (EIA) y las autorizaciones para el incremento de capacidad del muelle San Nicolás.

Figura N° 4.1: UBICACION DE LA MINA Y PLANTA DE BENEFICIO SAN NICOLAS, EMPRESA MINERA SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A. (SHP)



Fuente: Google Earth V6.1

4.2 Antecedentes

El 24 de julio de 1975 se constituye la Empresa Minera del Hierro del Perú – HIERRO PERU. El 30 de Diciembre de 1992 Shougang Corporation una de las más grandes empresas de la República Popular China dedicada a la producción de hierro, acero y otros minerales, adquiere la Empresa Minera del Hierro del Perú – HIERRO PERU y se constituye la Empresa Shougang Hierro Perú S.A.A. Ser parte de un conglomerado como la Corporación Shougang de China, significó un cambio importante en el sistema administrativo de la empresa, se modificó la estructura organizacional consolidando áreas y optimizando procesos, se recuperó la capacidad productiva de las plantas que estaban venidas a menos y la inversión en sustitución de equipos, mejoramiento productivo, repotenciamiento de las plantas y programa de adecuación y manejo ambiental, y nuevos proyectos; ascendió entre 1993 a 2013 US\$. 737.62 millones. Hasta 1992 las ventas se efectuaban a mercados tradicionales y a raíz del cambio se abrió el mercado chino habiendo alcanzado en 1993 ventas por 5.09 millones de toneladas. Entre los años 1999 y 2000, en los que se sintió más pronunciadamente la crisis internacional, las ventas alcanzaron su nivel más bajo, del orden de 4 millones de toneladas. Sin embargo a partir del año 2003 las mismas se incrementaron debido a la gran demanda china, llegando en el año 2008 a un nivel de 7.49 millones de toneladas. En el año 2009, como consecuencia de la crisis internacional las ventas se redujeron a 6.86 millones de toneladas, en el año 2010 alcanzaron 8.22 millones de toneladas, en el año 2011 éstas llegaron a 9.46 millones de

toneladas, y en el 2012 estas fueron de 9.90 millones de toneladas, y en el año 2013 alcanzaron 10.42 millones de toneladas.

La empresa viene llevando a cabo el proyecto: Ampliación de Operaciones Mina y Planta de Beneficio San Nicolás, que incluye el desarrollo de nuevas minas, una nueva planta de beneficio, nuevo sistema de fajas transportadoras, nuevas chancadoras e instalaciones accesorias, un nuevo cargador de barcos, y tiene como objetivo incrementar su capacidad de producción en 10 millones de toneladas. Igualmente, viene desarrollando el proyecto de Recuperación del Cobre de los relaves, el cual mejora el medio ambiente de la zona. El monto de la inversión en estos proyectos se estima en más de US\$ 1300 millones.

En consecuencia el nuevo proyecto significará oportunidades de empleo para residentes locales y regionales, para la fase de la construcción y de la operación.

Se establecerá programas de formación para residentes locales y regionales. Dentro de su concesión minera y confirmado los estudios de reservas, ha elaborado estudios de planeamiento y desarrollo de mina, y la gestión de las actividades para el Estudio de Impacto Ambiental y las autorizaciones para el incremento de capacidad del muelle San Nicolás.

Se realizó una investigación para buscar trabajos específicos referidos al tema del informe, se encontraron algunos trabajos sobre montaje; los demás están relacionados al área de diseño como se muestra a continuación:

HERAS LOPEZ, Aitor Angel. **“Diseño de Cinta Transportadora e Estructura auxiliar para planta de procesamiento de arcillas”**. España. Universitat Jaume I. 2014.¹

Con el proyecto se busca la optimización de recursos físicos, la reducción de costos operacionales y una mejora en la producción de Euromeca.

No incluye el diseño de chapa para la cubrición del material durante el proceso de transporte ni la obra para las zapatas necesarias para los cabalotes de la cinta, siendo a cuenta de Euromeca.

SALINERO GERVASO, Mario. **“Diseño de una banda transportadora mediante guide de Matlab”**. España. Universidad Carlos III de Madrid. 2013.²

El presente proyecto fin de carrera recoge el desarrollo de un software para el diseño de uno de los elementos con mayor trascendencia en las últimas tres décadas dentro del mundo del transporte, las cintas transportadoras.

El trabajo está distribuido en ocho capítulos, en los capítulos uno y dos, menciona la introducción y objeto del proyecto, historia y generalidades, así en los capítulos tres y cuatro, se desarrolla el marco conceptual sobre la banda transportadora así como matlab y guide.

En los siguientes capítulos cinco y seis, se detalla los cálculos para el diseño de la banda transportadora y el desarrollo del programa Ditrán.

En los últimos capítulos siete y ocho, se mencionan las conclusiones y bibliografía respectivamente.

¹ HERAS LOPEZ, Aitor Angel. España. Universitat Jaume I. 2014.

² SALINERO GERVASO, Mario. España. Universidad Carlos III de Madrid. 2013.

La presente tesis permite a un usuario utilizar el matlab y guide, realizar un diseño correcto de los elementos que conforman una banda transportadora.

ALVAREZ RIQUELME, Andres Enrique. **“Instalacion y Mantenimiento de cintas transportadoras”**.Chile.Universidad de Magallanes.2011.³

El Proyecto de Aplicacion consta de siete partes, en las cuales se plantea los objetivos, se describe en forma detallada y especifica sobre como instalar una cinta transportadora , como darle mantenimiento, y tambien consejos de como tratar las partes que componen el sistema desde el momento en que esta siendo ensamblado, hasta que se encuentre en funcionamiento.

GONZALES OROSCO, Elmer David. **“Diseño y Montaje de una Cinta Transportadora de Sal en la Planta de la Empresa Quimoalcali S.A. ubicada en el parcelamiento Santa Isabel Puerto San Jose”**.Guatemala.Universidad de San Carlos de Guatemala.2007.⁴

En el capítulo uno, se desarrollan descripciones generales, antecedente histórico, que involucran a la función, ejecución y funcionamiento de la empresa. En el capítulo dos, se realiza la descripción general del proceso, antecedentes y de la materia prima que se utiliza para el desarrollo del producto terminado.

En el capítulo tres, se describen las características de una cinta transportadora, cómo está compuesta y cual es su respectivo funcionamiento.

En el capítulo cuatro, se involucra el diseño de una cinta transportadora que

³ ALVAREZ RIQUELME, Andres Enrique. Chile.Universidad de Magallanes.2011.

⁴ GONZALES OROSCO, Elmer David. Guatemala.Universidad de San Carlos de Guatemala.2007.

por medio de la cual lleva a una elección para la utilización de una cinta específica.

En el capítulo cinco, se describe el montaje del sistema, tomando en cuenta las diferentes características que se manejaron en el capítulo anterior.

En el capítulo seis, una breve descripción de cómo darle seguimiento al montaje de un sistema manejando la seguridad industrial.

HERRERA-VAILLANT STONE, Antonio Jorge. "Diseño, Construcción e Instalación del Sistema de Bandas Transportadoras para la Codificación del Producto Terminado". Venezuela. Universidad Simón Bolívar. 2006.⁵

El proyecto mencionado trata sobre el diseño y ensamblaje de un sistema de bandas transportadoras donde se realizará la codificación del producto terminado para dos máquinas de producción de pañales que tienen más de una salida del agrupador.

En el desarrollo de este informe se describe el procedimiento para el diseño del sistema, materiales empleados en el diseño, construcción y pruebas fuera de plantas del sistema de bandas, con sus respectivas modificaciones y mejoras.

⁵ HERRERA-VAILLANT STONE, Antonio Jorge. Venezuela. Universidad Simón Bolívar. 2006.

4.3 Planteamiento del problema

Los alcances del proyecto, están definidos en los procesos ineficientes de transporte en tres zonas de trabajo especificadas que son:

- Zona Superior: Desde la mina hasta el inicio de la pendiente. Cinco fajas.
- Zona Central: La pendiente en sí; cuatro fajas.
- Zona Inferior: Desde el término de la pendiente hasta la planta de beneficio (playa), cinco fajas.

El propósito del sistema de fajas transportadoras es la búsqueda de eficiencia en el transporte de crudo (material extraído de la mina y no procesado). Esta eficiencia se traduce en un menor costo de operación por tonelada transportada.

Por otra parte, el uso de volquetes para transporte del mineral implica no sólo el costo por adquisición y mantenimiento de los vehículos, si no también más personal a controlar, así como el mantenimiento de las vías.

La inversión inicial para la infraestructura del sistema de fajas es rápidamente recuperada. La producción (transporte de mineral) es en promedio de 2000 t/h (40000 en promedio por día). Para ese nivel de producción es impensable otro sistema distinto al de las fajas transportadoras.

Las fajas transportadoras, parte crítica e importante del proceso productivo de la mina, conocido como sistema de 14 fajas, que se encargan de transportar el mineral del chancado en la Mina desde el stock de las Plantas hasta la zona de apilamiento de crudos en el área de procesamiento en San Nicolás.

4.4 Justificación

Durante los últimos 4 años, en la mina de San Juan de Marcona propiedad de Shougang Hierro Perú S.A.A. (SHP) viene desarrollándose el proyecto, ampliación de operaciones mina, como parte del mencionado proyecto se realizó la mejora de su sistema de transporte de mineral. El presente trabajo se basa en la necesidad de satisfacer los requerimientos de la industria minera como es el caso de SHP, en la cual se utiliza los transportadores de fajas o bandas, que facilita la extracción continua de los productos de las minas y también hace posible su selección previa antes de su transporte a largas distancias.

Por eso, supone una alternativa inteligente al transporte convencional (volquetes) utilizado en la industria minera y cada vez hay más empresas en el país que optan por ellas. Si se les realiza el mantenimiento adecuado, la vida útil de las fajas puede alcanzar varios años.

Debe brindar oportunidad al crecimiento sostenido de la producción, reduciendo aquellos factores que no sean un aporte y que entorpezcan el desarrollo. Se busca producir más y de forma estándar para aumentar la homogeneidad del producto y por ende la calidad de estos mismos.

En consecuencia, la búsqueda en la reducción de costos producto de muchas horas extra y la incorporación de tecnología, tienen una meta en común que es la de generar una mayor producción y de la mejor manera posible.

4.5 Marco teórico

A continuación se describen, en general los conceptos de montaje y fajas transportadoras con su respectiva clasificación.

4.5.1 Montaje

Es el proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura. Estas estructuras pueden ser de diferentes materiales pero de preferencia son las estructuras metálicas. Estas se adaptan a las concepciones de nuevas arquitecturas y las necesidades de la industria de hoy. Con ambos sistemas se pueden alcanzar obras de grandes magnitudes.

Esto se realiza con diferentes equipos de trabajo y maquinarias.

El montaje suele desarrollarse en condiciones geográficas complejas o debe conectarse la nueva estructura con una ya existente, y con plazos bastante restringidos por los elevados montos de inversión comprometidos.

La diferencia con las obras civiles es que en muy pocas oportunidades en las que el trabajo puede repetirse, tener el conocimiento específico y poder aplicarlo en algún proyecto posterior de similares características, y que además sea más o menos contemporáneo.

4.5.2 Funcionamiento de una faja transportadora

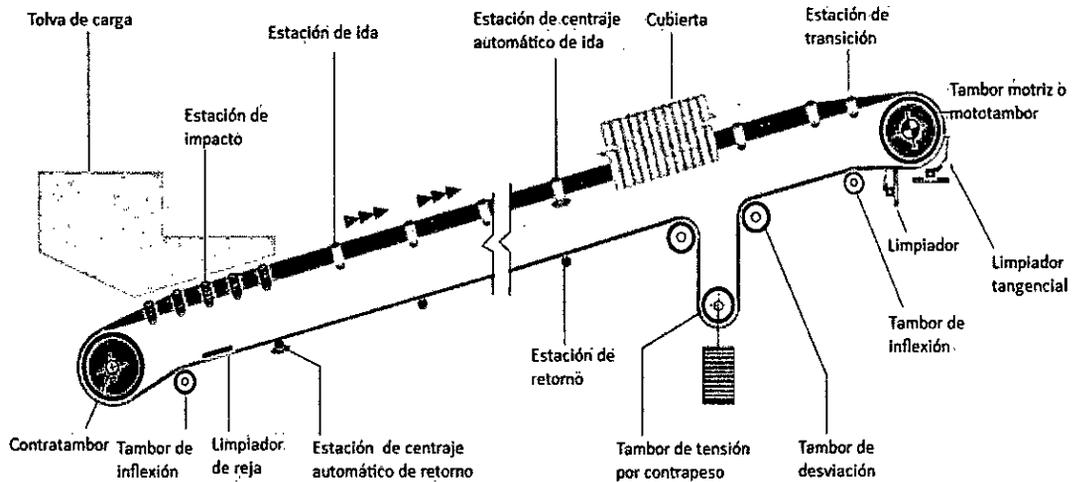
Un análisis de los aspectos generales de las fajas transportadoras, permite determinar que la transmisión por bandas provee de una base para el diseño de las fajas y elevadores.

El transporte (movimiento) por fajas, es transmitida por fricción de la polea conductora hacia la banda. Ciertamente otros elementos del diseño, que también colaboran con el sistema de transmisión, son determinantes tanto en la potencia de la transmisión como en la cantidad de material transportado. La similitud entre ambos casos permite analizar y discutir si los fundamentos del diseño de bandas están restringidos específicamente tanto a los transportadores como elevadores.

Este tipo de transportadores continuas están constituidas básicamente por una banda flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la faja se realiza por la acción de arrastre que le transmite una de las poleas de los extremos, generalmente es situado en la posición de cabeza. Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión.

Se denominan fajas fijas a aquéllas cuyo emplazamiento no puede cambiarse. Las fajas móviles están provistas de ruedas u otros sistemas que permiten su fácil cambio de ubicación; generalmente se construyen con altura regulable, mediante un sistema que permite variar la inclinación.

Figura N° 4.2: COMPONENTES DE UNA FAJA TRANSPORTADORA



Fuente: Tesis "Diseño de Cinta Transportadora y Estructura auxiliar para planta de procesamiento de arcillas"

En el funcionamiento de las fajas transportadoras se tiene en cuenta las siguientes definiciones:

Tensión en una banda: es una fuerza actuando a lo largo de la banda, tendiendo a elongarla. La tensión de la banda es medida en Newtons. Cuando una tensión es referida a una única sección de la banda, es conocida como una tensión unitaria y es medida en Kilonewtons por metro (kN/m).

Torque: es el resultado de una fuerza que produce rotación alrededor de un eje. El torque es el producto de una fuerza (o tensión) y de la extensión del brazo que se esté utilizando, y es expresado en Newton por metro (N*m).

Energía y trabajo: están relacionados muy cercanamente debido a que ambos son expresados en la misma unidad. El trabajo es el producto de una fuerza y la distancia a recorrer. La energía es la capacidad de ejecutar

un trabajo. Cada uno es expresado en Joules, en el que un Joule equivale a un Newton-metro. La energía de un cuerpo en movimiento es medida en Joules.

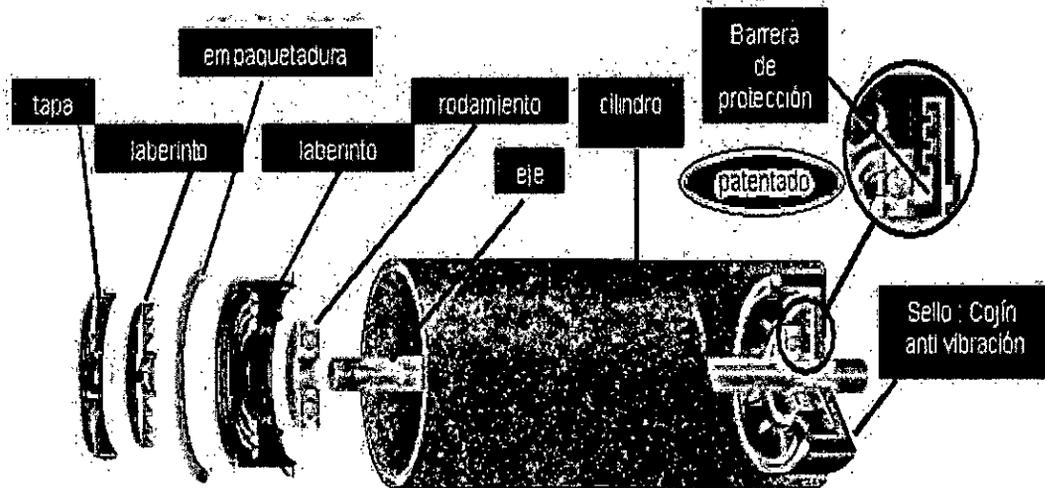
La potencia: es la relación con la realización de un trabajo o *transmisión* de energía respecto a un tiempo. La unidad mecánica de potencia es el watt, que es definido como un Newton-metro por segundo.

La potencia empleada en un periodo de tiempo produce trabajo, permitiendo su medición en kilowatt-hora.

Funcionamiento de la polea conductora:

La polea conductora funciona por medio de un motor de rotación; el cual a través de un sistema de transmisión que pueden ser: cadenas, cintas, acoplamientos, etc. transfiere movimiento a la banda y esta a su vez a la polea conducida y a los diferentes tipos de polines, lo cual hace que el sistema opere de una manera eficiente haciendo girar todos los polines a una misma revolución.

Figura N° 4.3: COMPONENTES DE UNA POLEA



Fuente: Tesis "Diseño de Cinta Transportador e Estructura auxiliar para planta de procesado de arcillas"

4.5.3 Tipos de fajas transportadoras

Existen variados tipos de transportadores, pero los principales que podemos nombrar son:

- Faja transportadora.
- Elevador de cangilones.
- Tornillo helicoidal.

A. Bandas transportadoras de goma

Para mejorar la capacidad de transporte, sobre todo con grandes inclinaciones se emplean perfiles transversales y bordes de contención.

Se emplean perfiles de distintos tipos, adaptando su disposición a las características del producto y transportador.

Tipos de bandas:

- Lisa: para transporte horizontal o de poca inclinación.
- Nervada: para transporte con elevada inclinación.
- Rugosa: alto coeficiente de rozamiento para transporte horizontal y/o inclinado de productos manufacturados generalmente.

Cuadro N° 4.1: CARACTERISTICAS DEL CAUCHO PARA SOPORTAR EL MATERIAL A TRANSPORTAR

REFERENCIA	UTILIZACIÓN
Y Estándar	Soportar el material a transportar.
X Antiabrasivo	Materiales cortantes y de granulometría elevada.
W Muy Antiabrasivo	Materiales con gran poder de desgaste, granulometría fina.
G Antiaceite	Resiste el ataque de aceite, grasa e hidrocarburos. Al mismo tiempo soporta bien la temperatura, hasta 110°C.
T Anticalórica	En función de la temperatura del producto se elegirá entre 110, 150 o 170°C, teniendo bien en cuenta la granulometría
A Alimentaria	De color blanco para su uso en la industria alimentaria.
S,K Antillama	Para empleo en minas y ambientes potencialmente explosivos

Fuente: Tesis "Diseño de Cinta Transportador e Estructura auxiliar para planta de procesamiento de arcillas"

B. Bandas transportadoras de PVC

Se emplean para el transporte interior de productos manufacturados y/o a granel, en la mayoría de los sectores industriales: alimentación, cerámica, madera, papel, embalaje, cereales, etc.

Según el tipo de transportador, elegiremos:

Trama rígida, para transporte plano.

Trama flexible, para transporte en artesa.

Acabado inferior:

- Cobertura para transporte sobre rodillos.
- Tejido o grabado (K) para deslizamiento sobre cuna de chapa.

Según el tipo de producto a transportar se determinará la calidad de la cobertura:

- Blanca alimentaria (PVC o Poliuretano).
- Resistentes a grasas y aceites vegetales, animales o minerales.
- Resistente a la abrasión.
- Resistente a los cortes.
- Antillama.
- Antiestáticas permanentes.

C. Bandas transportadoras modulares

Se fabrican con materiales FDA (polietileno, polipropileno y poliacetal), permiten un amplio rango de temperatura de utilización (-70 a 105°C) y presentan las ventajas de su fácil manipulación, limpieza y montaje a la vez que una gran longevidad.

Sus principales aplicaciones son:

- Congelación
- Alimentación
- Embotellado
- Conservas

D. Bandas de malla metálica / teflón

Fabricadas en distintos metales y aleaciones, generalmente están constituidas por espiras de alambre unidas entre sí por varillas onduladas o rectas. Permiten su utilización en aplicaciones extremas de temperatura (de -180°C a 1200°C), corrosión química o donde se requiera una superficie libre determinada.

Tanto por los materiales empleados como por los tipos de faja, las posibilidades de fabricación son infinitas y las aplicaciones más usuales son:

- Congelación, enfriamiento
- Hornos
- Sinterizado
- Filtrado
- Lavado

4.5.4 Equipos utilizados

Las fajas transportadoras poseen los siguientes componentes para poder funcionar óptimamente y con una buena eficiencia:

Estructuras soporte: las estructuras soporte de una banda transportadora están compuesta por perfiles tipo H, C y L que normalmente son de acero, formando en algunos casos verdaderos puentes que se fijan a su vez, en soportes o torres estructurales enpernadas o soldadas en una base sólida.

Elementos deslizantes: son los elementos sobre los cuales se apoya la carga, ya sea en forma directa o indirecta, perteneciendo a estos los siguientes;

Correa o banda: la correa o banda propiamente tal, que le da el nombre a éstos equipos, tendrá una gran variedad de características, y su elección dependerá en gran parte del material a transportar, velocidad, esfuerzo o tensión a la que sea sometida, capacidad de carga a transportar, etc.

Polines: generalmente los transportadores que poseen éstos elementos incorporados a su estructura básica de funcionamiento, son del tipo inerte, la carga se desliza sobre ellos mediante un impulso ajeno a los polines y a ella misma.

Elementos motrices: el elemento motriz de mayor uso en los transportadores es el del tipo eléctrico, variando sus características según la exigencia a la cual sea sometido. Además del motor, las poleas, los engranajes, el motorreductor, son otros de los elementos que componen el sistema motriz.

Elementos tensores: es el elemento que permitirá mantener la tensión en la correa o banda, asegurando el buen funcionamiento del sistema.

Poleas conductora y conducida: la función de las poleas es transmitir el movimiento, las que se ubican en el comienzo y fin de la banda transportadora, para su elección se tomarán en cuenta factores como: potencia, velocidad, ancho de banda, entre otros.

Otros elementos necesarios para el funcionamiento de los sistemas de las bandas transportadoras son:

- Polea Tensora
- Protección de la Transmisión
- Chute de Transferencia
- Rascador Elástico de la Polea Conducida
- Winche
- Tensor Contrapeso
- Rascador en "V"
- Interruptor de Tirón
- Controlador de Giro
- Controlador desvío de Banda
- Estaciones Autoalineadoras (Bastidores)
- Cubierta de Protección Laterales y Superior
- Soportes de Apoyo del Transportador
- Pasarela de Servicio
- Escalera de Acceso, etc.

4.5.5 Usos en las industrias

Los transportadores tienen varias características que afectan sus aplicaciones en la industria. Son independientes de los trabajadores, es decir, se pueden colocar entre maquinas o entre edificios y el material colocado en un extremo llegara al otro sin intervención humana. Los transportadores proporcionan un método para el manejo de materiales mediante el cual los materiales no se extravían con facilidad. Se pueden usar los transportadores para fijar el ritmo de trabajo y siguen rutas fijas. Esto limita su flexibilidad y los hace adecuados para la producción en masa o en procesos de flujo continuo.

Los principales usos de los transportadores se dan mayormente en la minería, construcción, industria alimenticia, industria motriz entre otros; a continuación veremos la aplicación en alguno de estos campos.

A. En la minería:

El sistema de transporte de faja es muy eficiente para la minería ya que:

1. Opera en su propia cama de rodillos o polines, los cuales requieren un mínimo de atención.
2. Los transportadores pueden seguir la naturaleza ordinaria del terreno, debido a la habilidad que poseen para atravesar pasos relativamente inclinados (pendientes y gradientes, de hasta 18°, dependiendo del material transportado). Con el desarrollo de tensiones elevadas, materiales sintéticos y/o miembros reforzados de acero, un tramo del

transportador puede extenderse por kilometros de terreno con curvas horizontales y verticales sin ningún problema.

3. Tienen poco desgaste al trabajo agreste y duro.

4. Estas características son importantes en la minería o en excavaciones, en donde dos o más operaciones de cavado pueden dirigirse a un mismo punto central de carga. En el final de la descarga, el material puede ser disperso en diversas direcciones desde la línea principal. El material también puede ser descargado en cualquier punto a lo largo del transportador mediante la maquinaria complementaria para éste efecto.

B. En la construcción:

Presenta gran garantía en este proceso:

1. Facilidad y rapidez en el montaje ya que este puede ser armado y desarmado con gran facilidad.

2. Una gran capacidad para el transporte de material a grandes distancias.

3. Rapidez en la conducción del material al lugar de trabajo con seguridad y eficiencia.

C. En la industria de alimentos:

Es en uno de los lugares donde este sistema es mas utilizado.

1. Por que agiliza la producción ya que este sistema posee una velocidad constante y sin interrupción.

2. Es higiénico, lo cual hace que el producto no se contamine con bacterias, suciedades u otros factores que modifiquen el producto.
3. Puede ser instalado en interiores para obtener una mayor protección del producto.
4. El diseño propio de los sistemas de transportadores, ha requerido reducir el control a botones de accionamiento en los diferentes tramos.

Figura N° 4.4: EJEMPLO DE LA INDUSTRIA EN LA EXTRACCION DE MINERALES
MEDIANTE UNA FAJA TRANSPORTADORA



Fuente: Tesis "Diseño de Cinta Transportadora y Estructura auxiliar para planta de procesamiento de arcillas"

4.6 Fases del proyecto

4.6.1 Interpretación de planos

Una de las consideraciones más importantes para cualquier montaje o instalación de estructuras o equipos son los planos. Al tener en el lugar de trabajo las piezas integrantes de maquinaria o equipo, la única guía para iniciar la colocación de las mismas y la secuencia que se debe seguir son los planos, es por eso un punto importante la interpretación, ya que de ello se derivan las decisiones del trabajo a realizar.

- Normalización
- Planos de vista de planta
- Planos de vista de elevación
- Planos Isométricos
- Simbología
- Dimensiones y acotaciones, etc.

4.6.2. Proyección isométrica de planos en tres dimensiones

Se hace uso de los procedimientos de geometría descriptiva, que representa el objeto dibujado, por sus proyecciones sobre tres planos, perpendiculares entre sí, que abatidos forman el plano del dibujo.

En el plano de la proyección horizontal, se dibuja la vista de planta del objeto; en el plano de la proyección vertical, se dibuja la vista frontal del objeto y en el plano de proyección lateral, se dibuja la vista lateral del objeto.

Estas tres vistas que determinan el objeto, se disponen en el plano del dibujo de tal modo que la vista de planta quede debajo de la vista frontal, y la vista lateral derecha a la izquierda de la vista frontal.

Además de la disposición alemana de las vistas indicadas, existe la disposición americana en lo cual se pone la vista de planta sobre la vista frontal, la vista lateral izquierda a la izquierda de la vista frontal y la vista lateral derecha a la derecha del mismo.

Las distintas vistas dibujadas, junto con las vistas auxiliares y los cortes que se consideren necesarios, constituye la base que pondrá el operario para montar el equipo respectivo.

Los planos isométricos nos dan una visión de la magnitud de trabajo, al guiarse por un solo plano y no por varios, nos ubica a la realidad, presenta una definición clara de las prioridades y secuencia de actividades a realizar; la identificación rápida de equipo, y una fácil interpretación por lo que es un medio valioso para la planeación, programación e instalación del montaje.

Otra gran ventaja es en la planeación, en la cual se puede definir a partir de los isométricos, las actividades de trabajo a realizar, la estimación de horas - hombre que permite calcular el tiempo de ejecución y la programación del montaje siguiendo una secuencia lógica.

4.6.3. Estructuras del sistema

Estructuras metálicas y equipos

Para el montaje de las estructuras y equipos, teniendo en cuenta que se tiene el material necesario y las especificaciones técnicas, seguidamente se cuenta con las maquinarias y recursos humanos adecuados, el cual se utilizara para la respectiva actividad.

Tomando en cuenta cada una de las especificaciones que se requieren para el implemento del montaje, en este caso las cimentaciones o bases de concretos con los debidos anclajes metálicos (obras civiles) estas deben estar listos solo para colocar las estructuras metálicas, para el montaje también se hará uso de varias grúas que permite la colocación de las estructuras y equipos, por las condiciones del terreno en donde se tiene que realizar el montaje (superficies planas, con pendientes y desniveladas) las estructuras se tienen que colocar armadas en la mayor parte posible; lo cual no se puede hacer manualmente por lo complicado que esta puede surgir, y de esta manera se ve por la integridad humana de cada uno de los operarios a cargo del mismo.

Procedemos a realizar el montaje de cada uno de las estructuras y equipos, los cuales se puede observar en los planos del diseñador y son los siguientes:

- Overland
- Bent
- Bent Tower

- Truss
- Torres de contrapeso
- Torres de compensación
- Torres de transferencia
- Polines de carga, retorno e impacto
- Poleas conductoras, conducidas y tensoras
- Motorreductores
- Frenos
- Banda del transporte
- Limpiadores
- Winches

4.6.4 Consideraciones en el montaje

A.- Consideraciones de mantenimiento

Es una serie de actividades que deben realizarse con el fin de conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una empresa (maquinaria, equipo, instalaciones, etc.); para operar en condiciones de funcionamiento seguras, eficientes, económicas y especialmente para mantener el servicio que prestan, para el cual han sido creados.

El mantenimiento se clasifica en: correctivo, predictivo y preventivo.

- **Mantenimiento correctivo**

Consiste en reparar la avería una vez se ha producido. Por lo general, cuando se realiza este mantenimiento el proceso de fabricación está

parado, por lo tanto la producción disminuye y los costos aumentan. Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación así como el gasto que deriva de la avería ya que se presenta de forma imprevista originando irregularidades en la línea de producción.

- **Mantenimiento preventivo**

Este mantenimiento está planificado en el tiempo y su objetivo es evitar que se produzca la avería. A diferencia del mantenimiento correctivo no es necesario realizarlo en tiempo de producción y por tanto es planificado en tiempos libres de fábrica.

Lo que se pretende con este tipo de mantenimiento es reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados.

- **Mantenimiento predictivo**

Al igual que el mantenimiento preventivo, este mantenimiento consiste en anteponerse a la avería. La diferencia es que se basa en la aplicación de herramientas o técnicas de detección de los diferentes elementos medibles de anticipación al fallo, como por ejemplo el desgaste. Su objetivo es realizar el mantenimiento justo en el momento preciso.

El jefe del departamento de mantenimiento, debe ser un ingeniero, una persona que al mismo tiempo, administre y se involucre con la maquinaria en la planta donde se encuentra ubicado el equipo.

4.6.5 Consideraciones administrativas de planeamiento

A.- Planeación de actividades

Toda actividad que se planea, tiene que tener un objetivo, y para alcanzarlo hay que definir qué recursos se necesitan, en los cuales se puede hacer mención del tiempo y costo por su utilización.

De la cual esta información se obtiene de las personas que intervendrán en la ejecución del proyecto de acuerdo con la asignación de las responsabilidades y nombramiento de los puestos al momento de la definición del proyecto. De la interpretación de los planos se puede obtener información, su lectura nos ayuda a sacar lista de los trabajos a realizar.

Al tomar la información no es necesario que las actividades se listen en el orden de ejecución, aunque si es conveniente porque evita que se olvide alguna de ellas.

Las actividades pueden ser físicas o mentales, como construcciones, tramites, estudios, inspecciones, dibujos, cálculos, etc. El grado de detalle de las actividades dependerá de la necesidad de control dentro del proyecto. En términos generales, se considerará actividad a la serie de operaciones realizadas por una persona o grupo de personas en forma continua sin interrupciones, con tiempos determinables.

Los ingenieros residentes deben proporcionar bases para determinar el grado de detalle para cada operación.

Esta lista de actividades sirve de base a las personas responsables de cada proceso para que elabore sus presupuestos de ejecución, indicando la cantidad de equipo, con especificaciones técnicas como base fundamental, mano de obra, herramientas especiales que se utilizan para el montaje y el manipuleo adecuado de la banda transportadora, así también las condiciones de trabajo, los costos que implicarían y los métodos de ejecución.

B.- Planeación de recursos

Al tener definido el listado de actividades y el orden de ejecución, se hace la planeación de recursos para cada actividad, esto depende de numerosos factores entre los que se puede hacer mención:

- Duración requerida para cada actividad.
- Métodos posibles de ejecución de acuerdo con los requisitos tecnológicos de la actividad, la duración requerida y los requisitos disponibles.
- Número de unidades que pueden hacerse en unidad convenientes de tiempo, ciertos grupos básicos de trabajo, integrado por cierto personal y cierto equipo.
- Espacio y servicios requeridos para cada grupo básico de trabajo.
- Cantidad de material requerido para cada actividad.
- Precios de materiales y de equipo que deben ser adquiridos para la ejecución de la actividad.

- Salarios del personal técnico que estará a cargo de la inspección, evaluación y ejecución del proyecto.

C.- Planeación del programa de trabajo

Antes de entrar en detalle, se dan algunos conceptos útiles para planificar el programa de trabajo.

- Se llama red a la representación gráfica de las actividades que muestran sus eventos, secuencias, interrelaciones y el camino crítico.
- Se llama evento al momento de iniciación o terminación de una actividad. Se determina en un tiempo variable entre el más temprano y el más tardío posible, de iniciación o terminación.

Ahora procedemos a planear el programa de trabajo, para esto debemos contar con una matriz de información.

- La lista numerada de actividades.
- La secuencia que debe tener cada actividad.
- Los tiempos óptimos, medios, pesimistas y estándar, este último es el que sirve para trazar la red de actividades.

- PAQUETE 02** Planta chancadora Primaria Semi Móvil.
- PAQUETE 03** Sistema de Fajas transportadoras (Overland Conveyor).
- PAQUETE 04** Planta chancadora Secundaria y Stock de crudos para mineral oxidado y primario.
- PAQUETE 05** Fajas transportadoras de bajada (Downhill Conveyor).
- PAQUETE 06** Cama de Mezclas de mineral primario.
- PAQUETE 07** 02 Líneas de procesamiento de mineral (HPGR, Molienda, Flotación, Espesamiento y Filtrado).
- PAQUETE 08** Espesamiento y transporte de relaves.
- PAQUETE 09** Depósito de Relaves.
- PAQUETE 10** Stock de concentrados primarios y stacker.
- PAQUETE 13** Sistema de distribución de energía eléctrica y control para todas las plantas.
- PAQUETE 14** Sub Estación el Hierro de 220 Kv y Ampliación S.E Marcona.
- PAQUETE 15** Sub Estación Mina de 60 Kv.

4.6.6 Consideraciones administrativas de instalación

A.- Programación y control del montaje

Cuando las personas intervienen en la ejecución del proyecto están plenamente satisfechos con los tiempos, secuencias, costos y distribución de los recursos humanos, y materiales que deben aprobarse del mismo modo que la mano de obra.

Al programarse, deben estar reunidos los siguientes datos:

- La lista de actividades.
- El presupuesto general.
- Las especificaciones de las actividades.
- El señalamiento de puestos, responsabilidades y organización de mando.
- La red de actividades.
- El equipo necesario.
- Los planos.

Con los datos que se han analizado y definido claramente con anterioridad, se puede proceder a programar el trabajo.

Para llevar un control del montaje con la planificación del programa, ya elaborado se procede a hacer las órdenes de trabajo.

Las órdenes de trabajo se elaboran con base a las especificaciones de actividad, condiciones limitantes, procedimientos de trabajo y equipo necesario.

En ellos deben darse las indicaciones precisas para que la actividad se realice por la persona o grupo de personas responsables, de acuerdo con los planos generales, en el tiempo, en la cantidad y de la calidad deseada.

B.- Supervisión del montaje

La supervisión de avance del montaje, estará encargada a una persona ajena a la responsabilidad de un proceso y su función será comprobar el avance de las actividades el día que realice la inspección.

La inspección se hará cada semana y esto dependiendo del tiempo que consta el montaje y a su vez reportara a la gerencia o junta, para que estos comprueben, que si se está cumpliendo con los objetivos y en caso contrario se lleva a la toma de decisiones correspondientes.

El procedimiento es el siguiente, cada cierto tiempo se dirigirá con el responsable de cada actividad que se tiene planificado y con una lista de las mismas se hacen las respectivas preguntas de las cuales pueden ser,

- Si se está trabajando en dicha actividad o
- Si la actividad está terminada.

En el primer caso preguntará, cuánto tiempo le falta para terminar, y cerciorándose si es correcto, esta forma de preguntar es importante ya que permite al responsable estimar el tiempo que hace falta y al que inspecciona comprobar.

Para el control del montaje, la orden de trabajo es de suma importancia, ya que permite llevar un control sobre la actividad en cuanto la duración,

costo de mano de obra y materiales, instrucciones específicas; además permite cargar a un proceso específico los costos involucrados.

En la programación hay que hacer las siguientes observaciones:

- Que se detecten errores en la duración del montaje y enumerar las actividades.
- Que algunas actividades se retrasen por causas imprevistas.
- Que sean necesarias las modificaciones a algunos procesos del montaje.
- Que no sea posible disponer de ciertos recursos con la rapidez requerida.

4.6.7 Especificaciones de ingeniería

Para el montaje, se debe de tener definido las actividades y organizar una serie de operaciones que determinen o crean un sistema.

De cómo establezca el sistema y la organización de trabajo, la persona responsable del montaje, dependerá su éxito, cada persona deberá de hacer parte de su trabajo, por lo que buscare personas capacitadas en cada actividad, de las cuales se va a dividir el proyecto del montaje en varias actividades y para ello se requiere de personal adecuado.

Hay tres factores de importancia que son:

- Técnico
- Administrativo
- Económico

A.- Factor técnico

Cada industria tiene un proceso diferente, y cada una se debe ajustar a especificaciones técnicas de ingeniería y reunir a personas capacitadas en cada área de las cuales el proyecto se divide en diversas actividades.

Todo montaje no puede desligarse de las especificaciones técnicas de ingeniería, referente a que toda industria tiene máquinas, necesita energía para sus movimientos de máquinas y a la cual nos lleva a la construcción o levantamiento del montaje en su primera etapa.

Así a la hora de la toma de decisiones técnicas, el responsable tendrá que tener personas capacitadas, que le harán parte de su trabajo, no olvidando que su éxito dependerá de estas personas, y del costo en que realice el montaje.

El éxito del proyecto no depende sólo de su realización, si no involucra el costo con que se llevó a cabo, es allí donde las especificaciones de ingeniería toma importancia, ya que lo económico lo determinara el estudio técnico; una viga de perfil tipo H que soportara una carga específica se elegirá de acuerdo a las diversas características que esta debe de cumplir, como lo es el tipo de aleación de la cual esta debe de ser por el material que se manejara y tiene que ser anticorrosivo, la longitud y sus respectivas dimensionales, se escogerán de acuerdo a estas especificaciones, y no eligiendo una de mayor capacidad a la cual estaría afectando directamente el sistema por lo que el peso de la estructura aumentaría y esta no llegaría a soportarla y a su vez estaríamos incurriendo en un costo extra a la cual se tiene definido.

Un estudio en cuanto al tiempo óptimo para su instalación, con tiempos predeterminados que determinaran el costo de mano de obra.

Los cálculos por lo consiguiente, en el orden técnico serán la medida y los que determinan el costo de materiales, equipos y mano de obra.

B.- Factor administrativo

La organización se establecerá, colocando a la persona indicada en el lugar que le corresponde, definiendo la autoridad, el orden de jerarquía, y responsabilidades definidas. Este grupo de personas, responsables cada uno en su parte del proyecto y en su mayoría serán ingenieros.

En el proyecto se necesitan, por lo general ingenieros mecánicos, eléctricos y civiles. De la cual de acuerdo de la experiencia y capacidad de cada uno de ellos dependerá de mucho la planificación y evaluación del proyecto.

La administración será la encargada de tomar la decisiones de dirección, para que las actividades definidas en un programa, se realice de acuerdo a las especificaciones, cantidad de trabajo, en las fechas señaladas y a un costo mínimo.

C.- Factor económico

En lo económico se debe evaluar el proyecto, para su estimación hay que considerar los siguientes costos:

- Costo de instalación (hospedaje, transporte, etc.)
- Costo de equipos

- Costo del personal (técnico-administrativo)
- Costo del material
- Costo de mano de obra
- Costo de importación
- Costo de organización

Estos costos son los más importantes y cada uno de ellos hay que tratarlo con precisión, porque en base a los costos involucrados se fijara el costo del montaje.

4.6.8 Sistema de fajas transportadoras

Las fajas transportadoras, parte crítica e importante del proceso productivo de la mina Shougang Hierro Perú, correspondiente a este nuevo proyecto AMPLIACION DE OPERACIONES MINA Y PLANTA DE BENEFICIO SAN NICOLAS es llamado **PAQUETE 05, FAJAS TRANSPORTADORAS DE BAJADA**, que se encargaran de transportar el mineral chancado del PAQUETE 04, PLANTA CHANCADORA SECUNDARIA en la mina hasta transferir el mineral al PAQUETE 06, CAMA DE MEZCLAS DE MINERAL PRIMARIO.

Este sistema de fajas transportadoras, es un conjunto de 6 fajas de diferentes longitudes, operadas en secuencia independientemente desde sus salas eléctricas respectivamente, pero interconectadas con todo el sistema de la mina. Además que dicho sistema de fajas transportadoras tiene una longitud total de 7.289 km y una capacidad de 4500 t/h a una velocidad de la banda de 4.0 m/s, también tiene un tramo que desciende una altura de 677 m en una distancia de 5.35 km (820-CB-120, 820-CB-

130, 820-CB-140 y 830-CB-110, fajas con mayores pendientes), está diferencia de altura que recorre el conjunto se encuentra en la zona central del paquete de trabajo mencionado.

A.- Control del montaje

Para realizar el montaje de las estructuras y equipos tenemos que verificar los trabajos de las obras civiles de acuerdo a los planos, para ello los encargados tienen que entregarnos las cimentaciones conforme, en las coordenadas, distancias, alineación, nivelación e inclinación.

Verificado lo anterior, pasamos a nivelar las tuercas de nivelación de acuerdo a los planos de montaje, en dichas tuercas se apoyaran las estructuras.

Las primeras estructuras que se colocaron fueron los overland, paralelamente a los trabajos, con los equipos de topografía se verificaban que las estructuras se encuentren conforme en distancia, alineación, nivelación, inclinación y verticalidad, para luego ajustar con los torquímetros los pernos de unión.

Luego se colocaron los bent y bent tower, paralelamente a los trabajos, con los equipos de topografía se verificaban que las estructuras se encuentren conforme en distancia, alineación, nivelación y verticalidad, para luego ajustar con los torquímetros los pernos de unión.

Luego se armaron los truss, se ajustaron los pernos de unión con los torquímetros y después se colocaron sobre los bent y bent tower.

Después se montaron los componentes de las torres de transferencia, finalizado los trabajos se procedió a verificar con los equipos topográficos las distancias, alineación, nivelación y verticalidad, para luego ajustar con los torquímetros los pernos de unión.

Después se montaron los componentes de las estaciones de accionamiento, torres de contrapeso y torres de compensación, finalizado los trabajos se procedió a verificar con los equipos topográficos las distancias, alineación, nivelación y verticalidad, para luego ajustar con los torquímetros los pernos de unión.

Después se colocaron los polines de carga, retorno e impacto, verificado con los equipos topográficos y estando conforme en las distancia, alineación y nivelación se fijaron los bastidores (soportes de los polines).

Después se colocaron las poleas conductoras, conducidas y tensoras; verificando la conformidad con los equipos topográficos las distancia, alineación, nivelación y paralelismo, se ajustaron con los torquímetros los pernos de unión entre las poleas y los soportes de las mismas.

Luego se instalaron las bandas, verificando las longitudes y empalmes.

Instalado las bandas se procedió al montaje de los edificios de accionamiento, finalizado los trabajos se procedió a verificar con los equipos topográficos las distancias, alineación, nivelación y verticalidad, para luego ajustar con los torquímetros los pernos de unión.

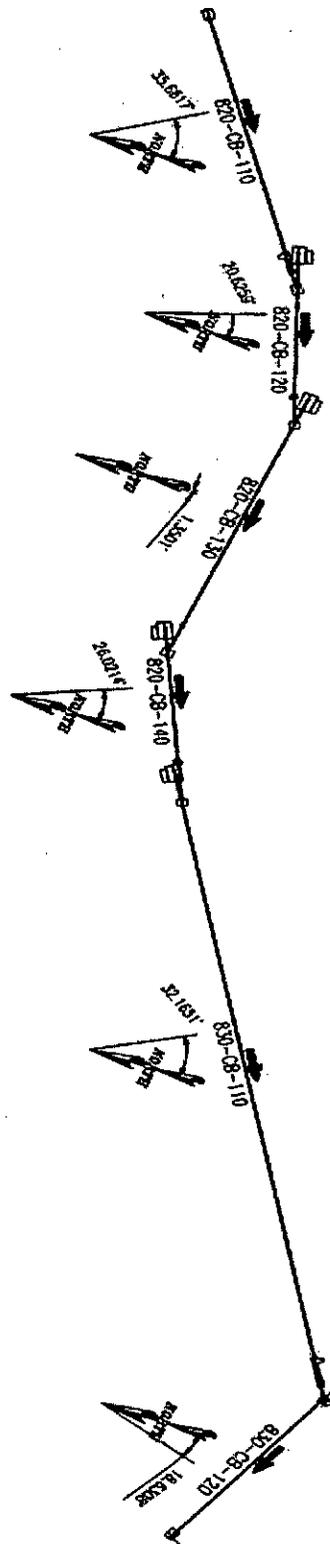
Después se instalaron los motorreductores, los sistemas de frenos, los winches y los limpiadores.

Finalmente se instalaron las coberturas en los edificios de accionamiento, torres de contrapeso, torres de compensación, torres de transferencia y en los overland.

Como todos los componentes de las estructuras son unidos mediante pernos, en el armado se les dio un ajuste mínimo, para luego cuando estén montados y liberados, darles el ajuste final con los torquímetros.

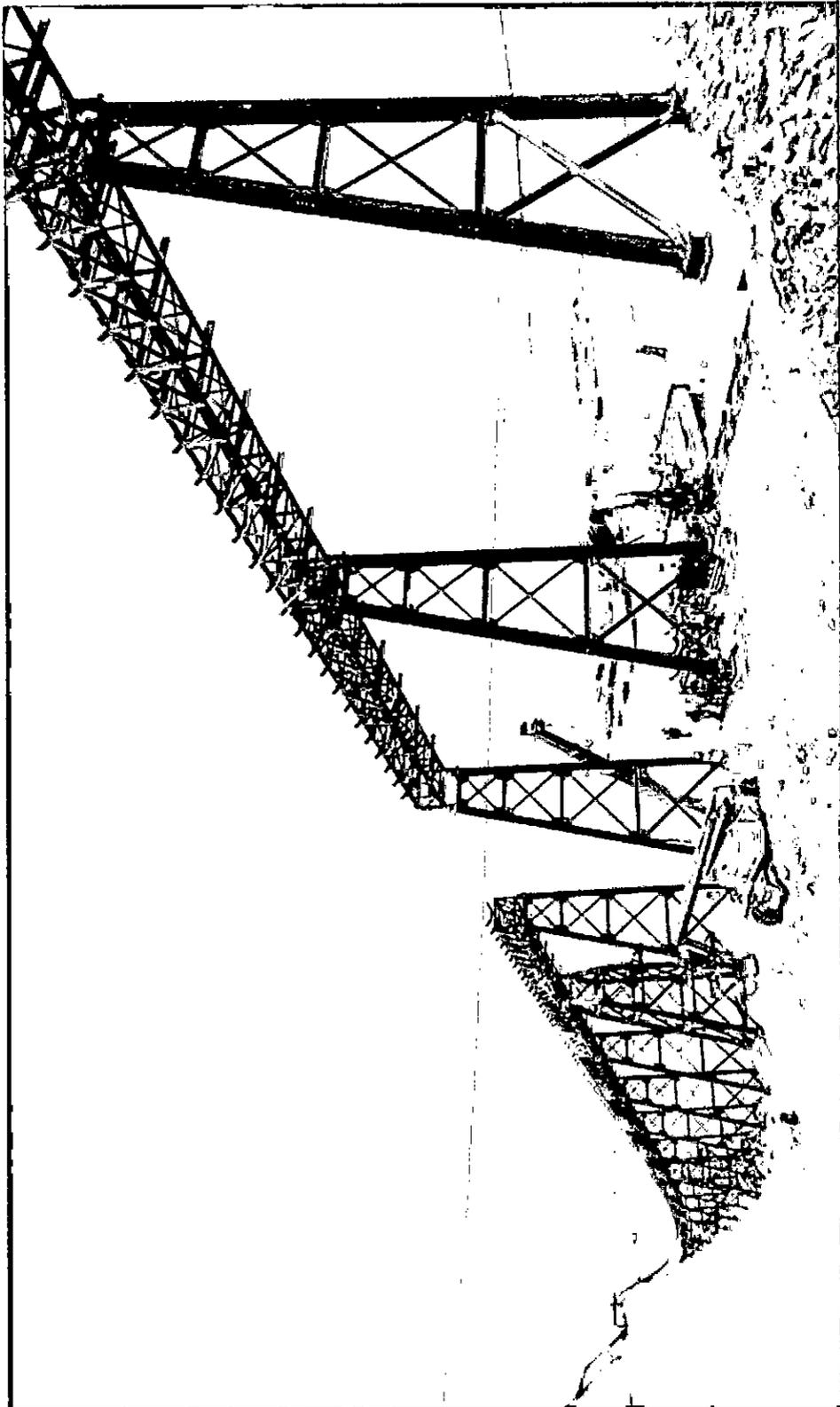
Dicho control de montaje mencionado líneas arriba, se realizó para las seis fajas respectivamente.

Figura N° 4.7: VISTA DE PLANTA DEL DESCENSO DEL SISTEMA DE FAJAS TRANSPORTADORAS, PAQUETE 05



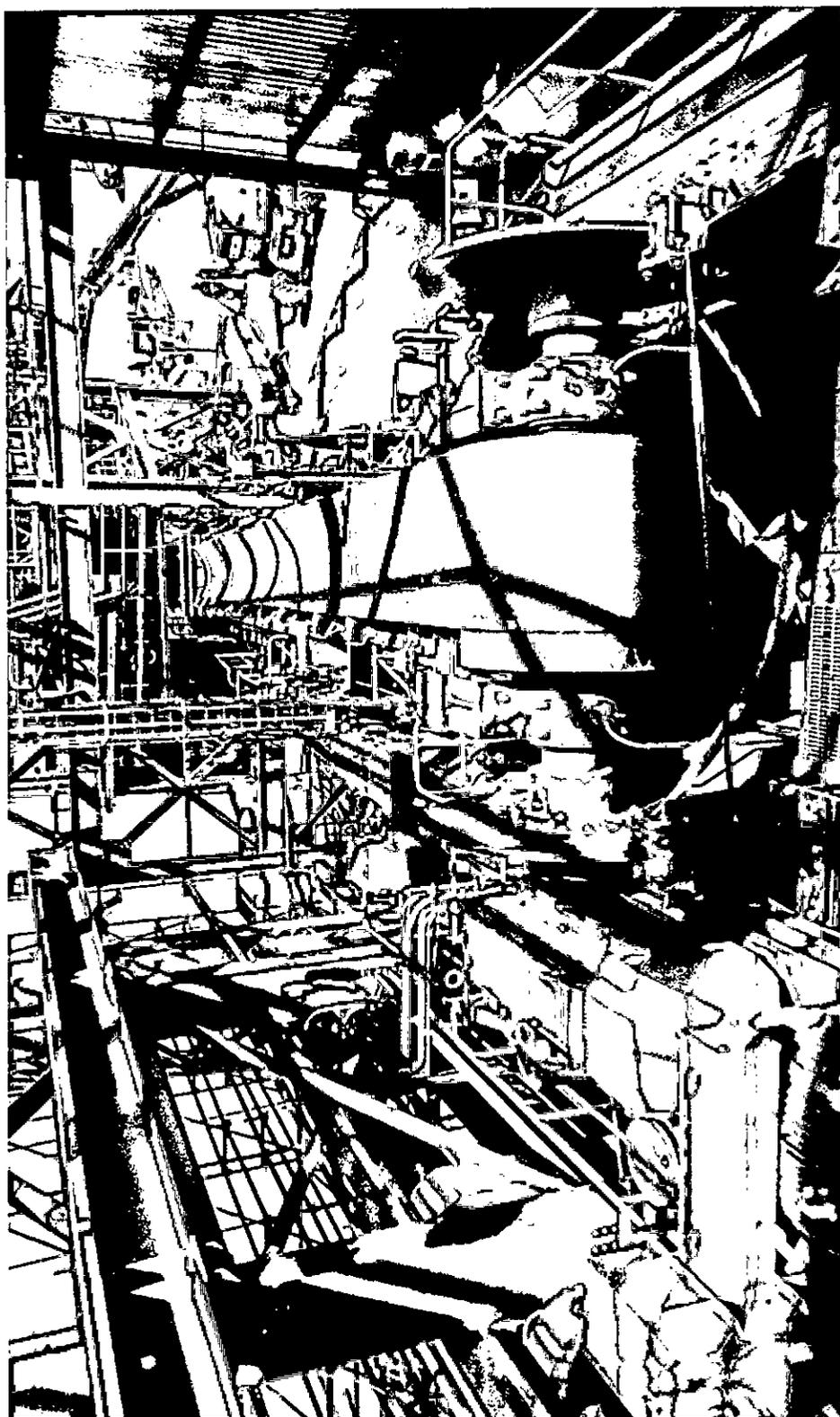
Fuente: Propia

Figura N° 4.8: MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DEL DESCENSO DE LA FAJA
TRANSPORTADORA 820-CB-140



Fuente: Propia

Figura N° 4.9: ESTRUCTURAS Y EQUIPOS MONTADOS DE LA ESTACION DE ACCIONAMIENTO, FAJA TRANSPORTADORA 820-CB-140



Fuente: Propia

Figura N° 4.10: FOTOGRAFIA DEL DESCENCO DEL SISTEMA DE FAJAS
TRANSPORTADORAS, PAQUETE 05



Fuente: Google Maps

B.- Descripción del sistema

El sistema de fajas transportadoras de bajada en el paquete 5 del proyecto, consiste de una faja transportadora inicial (820-CB-110) con una pendiente mínima, cuatro fajas transportadoras intermedias (820-CB-120, 820-CB-130, 820-CB-140 y 830-CB-110) con pendientes de descenso máximos y una faja transportadora final (830-CB-120) con una pendiente mínima. Las seis fajas transportadoras están ordenadas según el sentido de flujo del material y tienen las siguientes longitudes con sus respectivas diferencias de alturas (caídas):

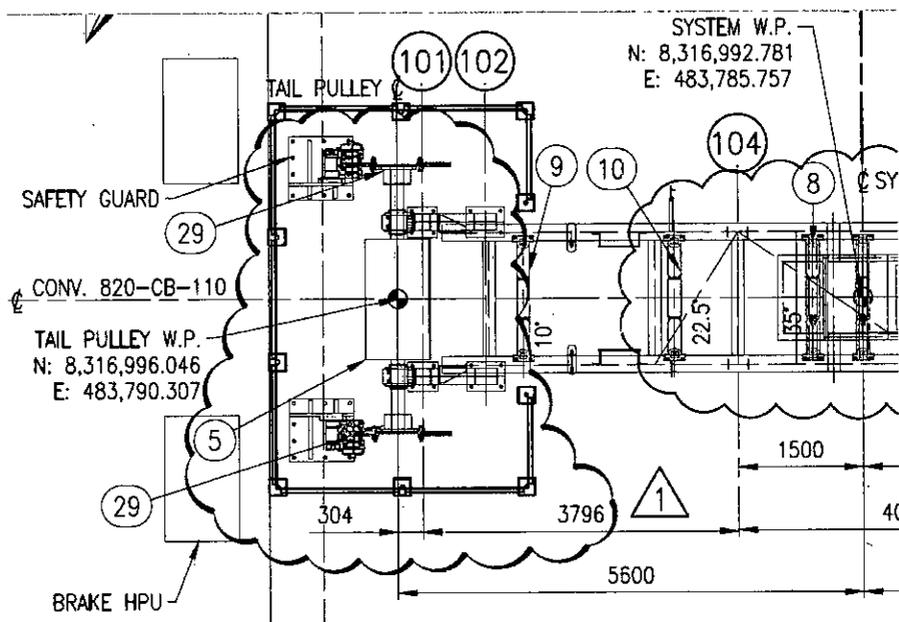
- 820-CB-110 mide 1164 m de largo con una caída de 14 m (Faja N° 1)
- 820-CB-120 mide 788 m de largo con una caída de 157 m (Faja N° 2)
- 820-CB-130 mide 1057 m de largo con una caída de 240 m (Faja N°3)
- 820-CB-140 mide 791 m de largo con una caída de 171 m (Faja N°4)
- 830-CB-110 mide 2714 m de largo con una caída de 109 m (Faja N°5)
- 830-CB-120 mide 775 m de largo con una caída de 16 m (Faja N°6)

Faja transportadora 820-CB-110 (Faja N° 1)

Es accionada o impulsada por un motorreductor, que está conformado por un motor eléctrico de 350 kw (ABB) y un reductor de serie CX400 R3 (David Brown) situados en la zona llamada cabeza (extremo final), está equipado también con un sistema de dos frenos BSFH 516-MSxxR-501 (Svendborg) con sus discos cada uno situado en la zona llamada cola (extremo inicial) y por siete poleas (RAS) una conductora, una tensora y

cuatro guías en la zona llamada cabeza, y una conducida en la zona llamada cola.

Figura N° 4.11: VISTA DE PLANTA DEL FRENO, FAJA 820-CB-110



Fuente: Propia

La tensión de la banda se controla mediante un sistema por gravedad con un carro tensor en posición horizontal, situado en la zona de cabeza de la faja transportadora. La banda reforzada con cables de acero de 1200 mm de ancho y espesor 20 mm, tiene la especificación ST1000.

Mientras las fajas N° 2, 3, 4, 5 y 6 cuesta abajo están en funcionamiento, la faja N° 1 funcionará de forma continua y proporcionara el material a las fajas corriente abajo. Si se produce una parada no planificada de cualquiera de las fajas, a continuación las fajas aguas arriba deben detenerse inmediatamente. En particular, si la faja N° 6 se detiene, todas las demás fajas aguas arriba en el paquete de trabajo 5 se detendrán

también. Por otra parte si hubiera una parada de emergencia en la faja N° 1 los sistemas de aguas arriba también se detendrán. En caso de una parada no planificada de una faja precedente al de la faja de aguas arriba se detendrá de inmediato, pero las fajas de aguas abajo continuaran operando.

Las siguientes cuatro fajas son de descenso.

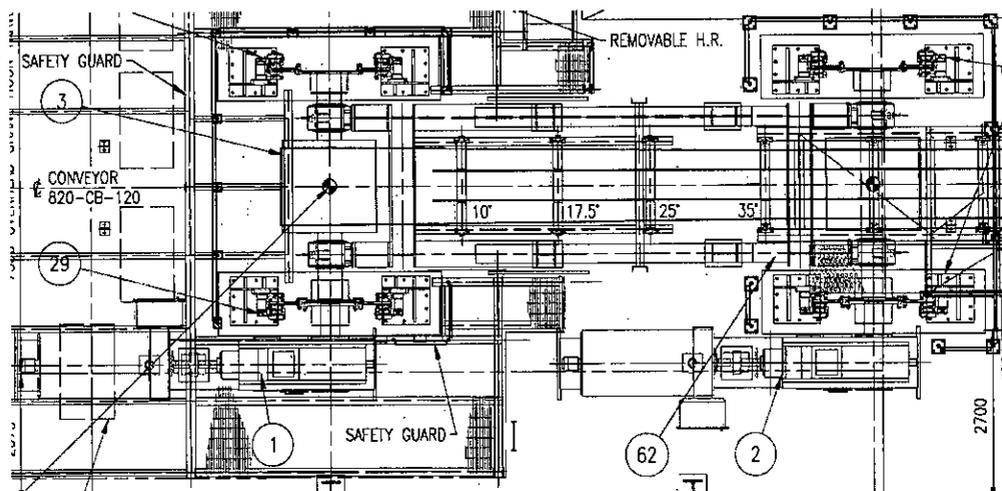
Faja transportadora 820-CB-120 (Faja N° 2)

Es impulsada por dos motorreductores, que está conformado cada uno por un motor eléctrico de 1000 kw (ABB) y un reductor de serie CX620 R3 (David Brown) situados en la zona llamada cola (extremo inicial), está equipado también con un sistema de ocho frenos BSFH 516-MSxxR-501 (Svendborg) con sus discos cada dos frenos situado en la zona llamada cola (extremo inicial) y por siete poleas (RAS) dos conductoras y una dobladora en la zona llamada cola, y una conducida, una tensora y dos guías en la zona llamada cabeza.

La tensión de la banda se controla mediante un sistema por gravedad en posición vertical, situado en la zona llamada cabeza de la faja transportadora. La banda reforzada con cables de acero de 1200 mm de ancho y espesor 25 mm, tiene la especificación ST2800.

Figura N° 4.12: VISTA DE PLANTA DE LA ESTACION DE ACCIONAMIENTO,

FAJA 820-CB-120



Fuente: Propia

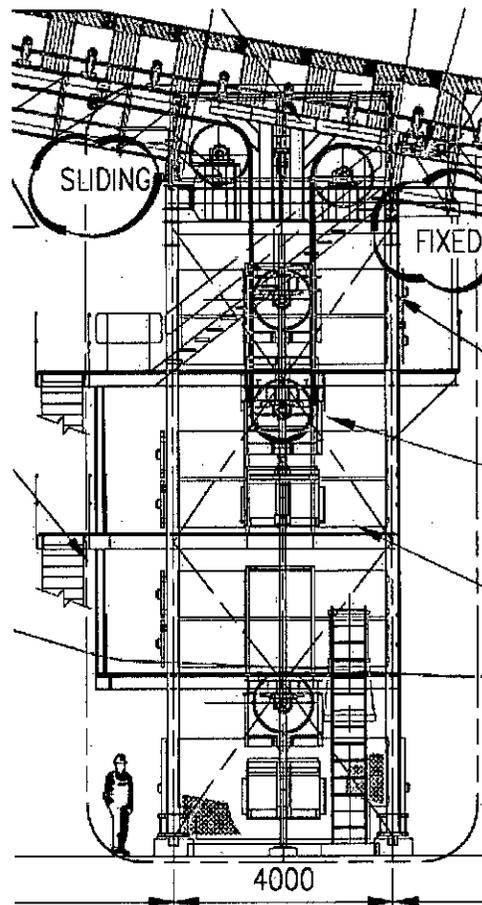
Faja transportadora 820-CB-130 (Faja N° 3)

Es impulsada por tres motorreductores, que está conformado cada uno por un motor eléctrico de 1000 kw (ABB) y un reductor de serie CX620 R3 (David Brown) situados en la zona llamada cola (extremo inicial), está equipado también con un sistema de ocho frenos BSFK 525-MSxxR-200 (Svendborg) con sus discos cada dos frenos situado en la zona llamada cola (extremo inicial) y por siete poleas (RAS) dos conductoras y una dobladora en la zona llamada cola y una conducida, una tensora y dos guías en la zona llamada cabeza.

La tensión de la banda se controla mediante un sistema por gravedad en posición vertical; situado en la zona llamada cabeza de la faja transportadora. La banda reforzada con cables de acero de 1200 mm de ancho y espesor 27 mm, tiene la especificación ST4000.

Figura N° 4.13: VISTA DE ELEVACION DE LA TORRE DE CONTRAPESO,

FAJA 820-CB-130



Fuente: Propia

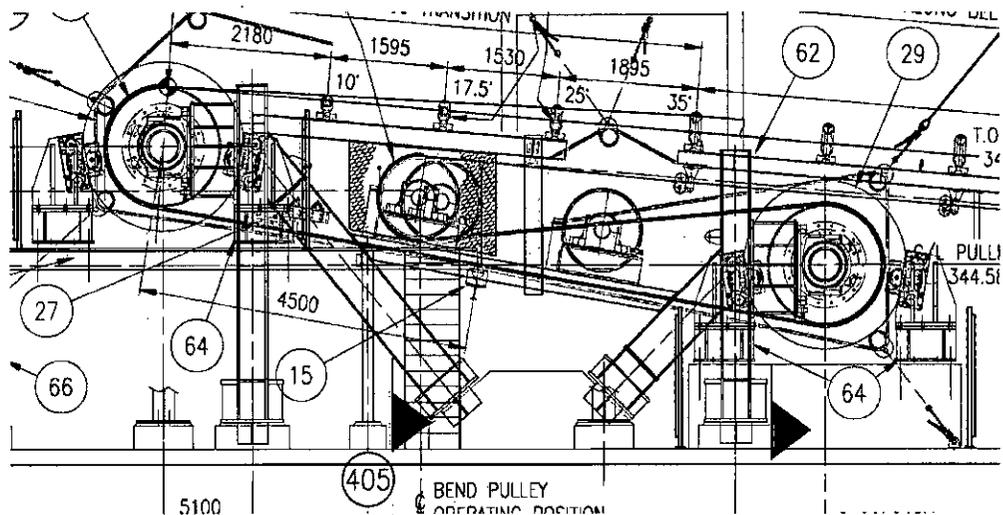
Faja transportadora 820-CB-140 (Faja N° 4)

Es impulsada por dos motorreductores, que está conformado cada uno por un motor eléctrico de 1000 kw (ABB) y un reductor de serie CX620 R3 (David Brown) situados en la zona llamada cola (extremo inicial), está equipado también con un sistema de ocho frenos BSFH 516-MSxxR-501 (Svendborg) con sus discos cada dos frenos situado en la zona llamada cola (extremo inicial) y por siete poleas (RAS) dos conductoras y una

dobladora en la zona llamada cola y una conducida, una tensora y dos guías en la zona llamada cabeza.

La tensión de la banda se controla mediante un sistema por gravedad en posición vertical; situado en la zona llamada cabeza de la faja transportadora. La banda reforzada con cables de acero de 1200 mm de ancho y espesor 25 mm, tiene la especificación ST2800.

Figura N° 4.14: VISTA DE ELEVACION DE LA ESTACION DE ACCIONAMIENTO,
FAJA 820-CB-140



Fuente: Propia

Faja transportadora 830-CB-110 (Faja N° 5)

Es impulsada por tres motorreductores, que está conformado cada uno por un motor eléctrico de 350 kw (ABB) y un reductor de serie CX400 R3 (David Brown) situados en la zona llamada cola (extremo inicial), está equipado también con un sistema de cuatro frenos BSFH 516-MSxxR-501 (Svendborg) con sus discos cada freno situado en la zona llamada cola (extremo inicial) y por nueve poleas (RAS) dos conductoras y una

dobladora en la zona llamada cola y una conducida, una tensora y cuatro que son guías en la zona llamada cabeza.

La tensión de la banda se controla mediante un sistema por gravedad con un carro tensor en posición horizontal, situado en la zona de cabeza de la faja transportadora. La banda reforzada con cables de acero de 1200 mm de ancho y espesor 25 mm, tiene la especificación ST2800.

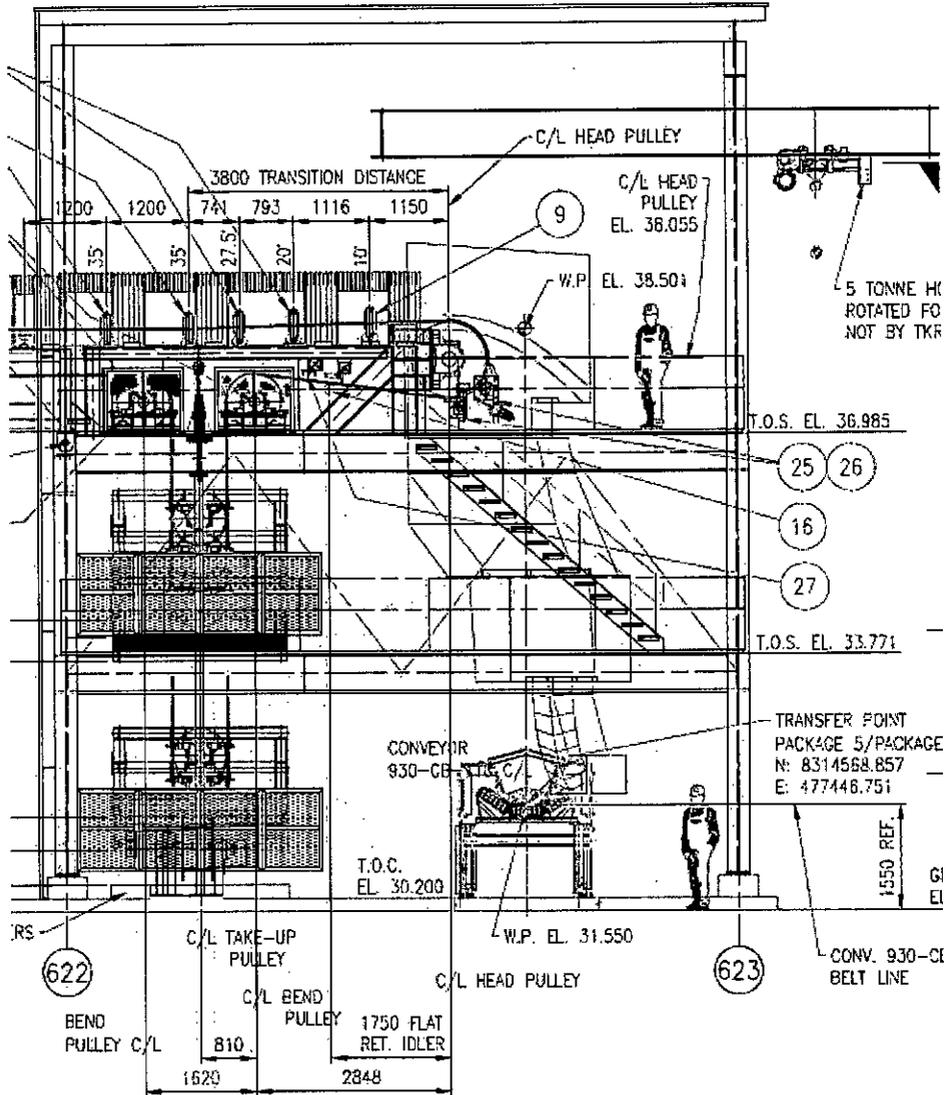
Faja transportadora 830-CB-120 (Faja N° 6)

Es impulsada por un motorreductor, que está conformado por un motor eléctrico de 350 kw (ABB) y un reductor de serie CX400 R3 (David Brown) situados en la zona llamada cabeza (extremo final), está equipado también con un sistema de dos frenos BSFH 516-MSxxR-501 (Svendborg) con sus discos cada uno situado en la zona llamada cola (extremo inicial) y por cinco poleas (RAS) una conductora, una tensora y 2 guías en la zona llamada cabeza y una conducida en la zona llamada cola.

La tensión de la banda se controla mediante un sistema por gravedad en posición vertical, situado en la zona llamada cabeza de la faja transportadora. La banda reforzada con cables de acero de 1200 mm de ancho y espesor 20 mm, tiene la especificación ST1000.

Figura N° 4.15: VISTA DE ELEVACION DE LA TORRE DE TRANSFERENCIA,

FAJA 830-CB-120



Fuente: Propia

El sistema de transporte se realiza de forma secuencial, la partida comenzará con la última faja del paquete 05 faja N° 6 y finalizara con la primera faja del paquete 05 faja N° 1 (otro sistema de aguas arriba se inicia después de la faja N° 1 que está en funcionamiento). En general el sistema de fajas aguas abajo desencadenará el inicio del transporte en el

paquete 05. La detención se hará de forma simultánea en las seis fajas con una rampa controlada bajo la velocidad de transporte a 0 m/s en 40 segundos. Esto asegura que el material no se conserva en el interior del conducto de trabajo mientras el sistema se detiene con seguridad de una manera controlada. Para evitar el derrame excesivo en el arranque, la señal de arranque para la faja N° 1 no se enviará hasta que las fajas aguas abajo hayan alcanzado la velocidad máxima y siga funcionando durante un tiempo suficiente de modo que el conducto de transferencia esté libre de exceso de material.

Edificio de accionamiento

Las fajas transportadoras N° 2, 3, 4 y 5 tienen edificio de accionamiento y las fajas transportadoras N° 1 y 6 no tienen edificio de accionamiento.

Para los edificios de accionamiento, se da como ejemplo la faja transportadora N° 5.

Como se observa en la figura N° 4.16, el edificio de accionamiento se encuentra entre los pedestales ejes 501 al 511 (inicio), y los ejes A y E. En las figuras N° 4.17 y N° 4.18 se observan las secciones transversales A y B del edificio de accionamiento según el plano.

En las figuras N° 4.19 y N° 4.20 se observan los montajes de las estructuras y coberturas respectivamente del edificio de accionamiento.

Fuente: Propia

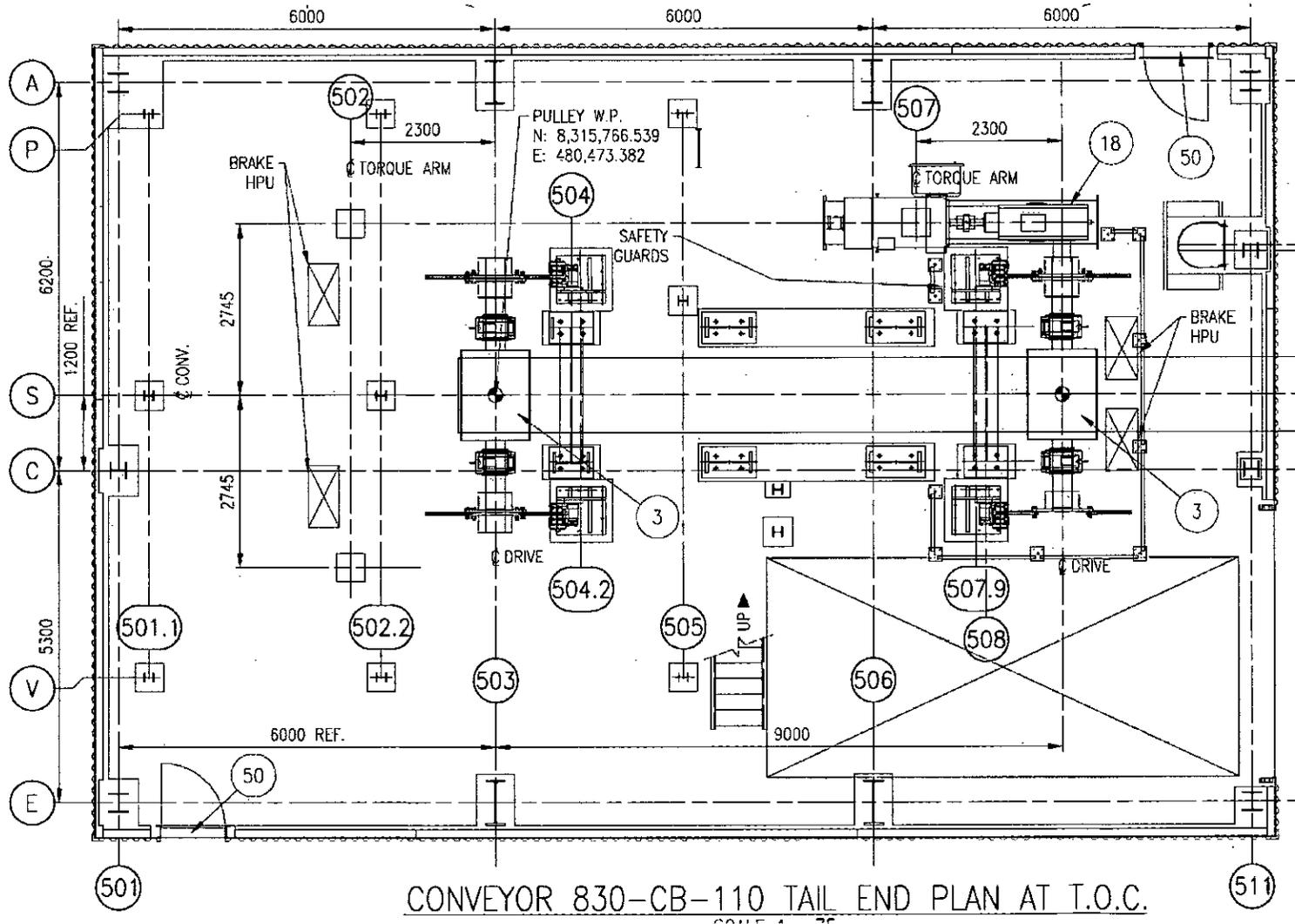
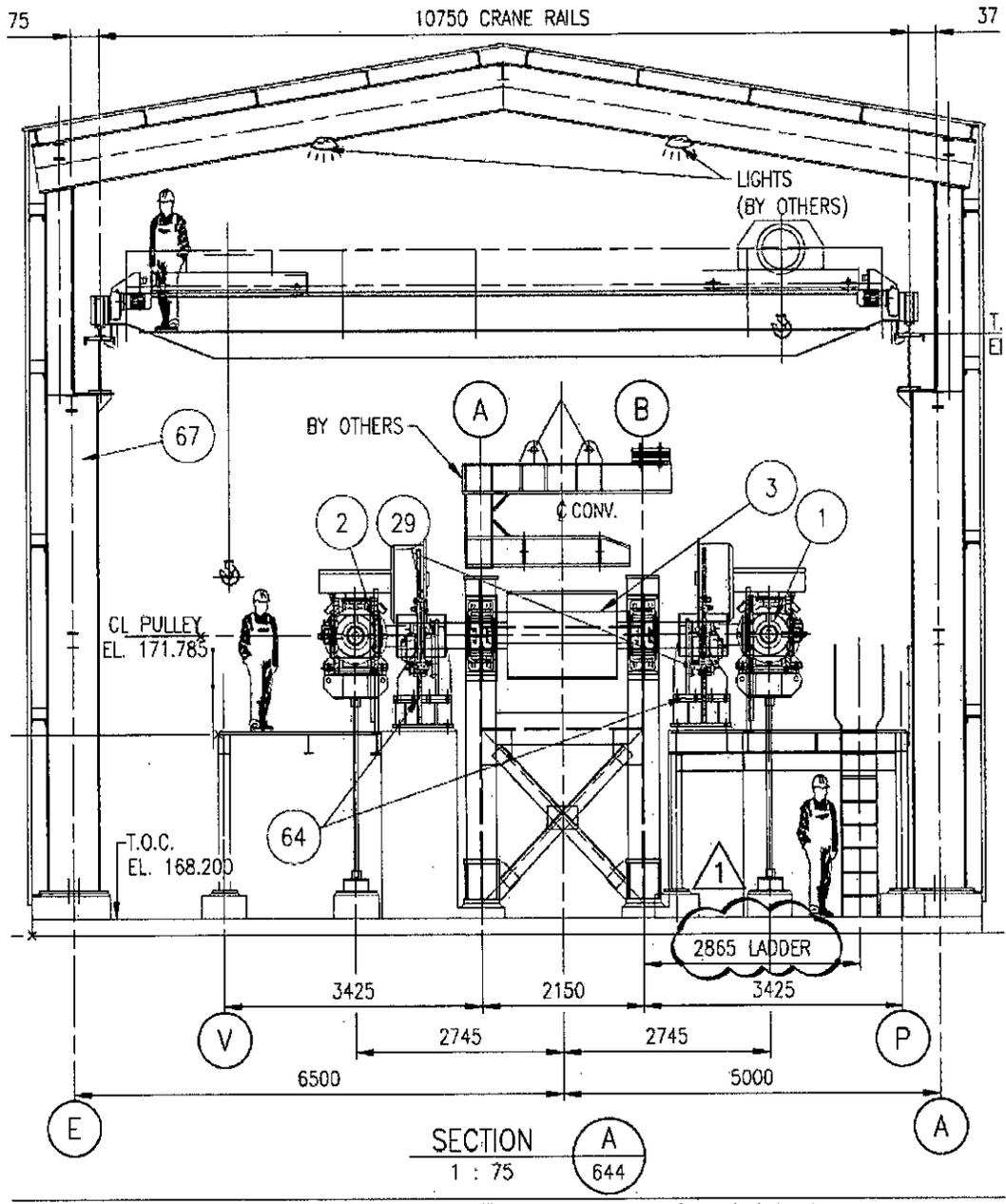


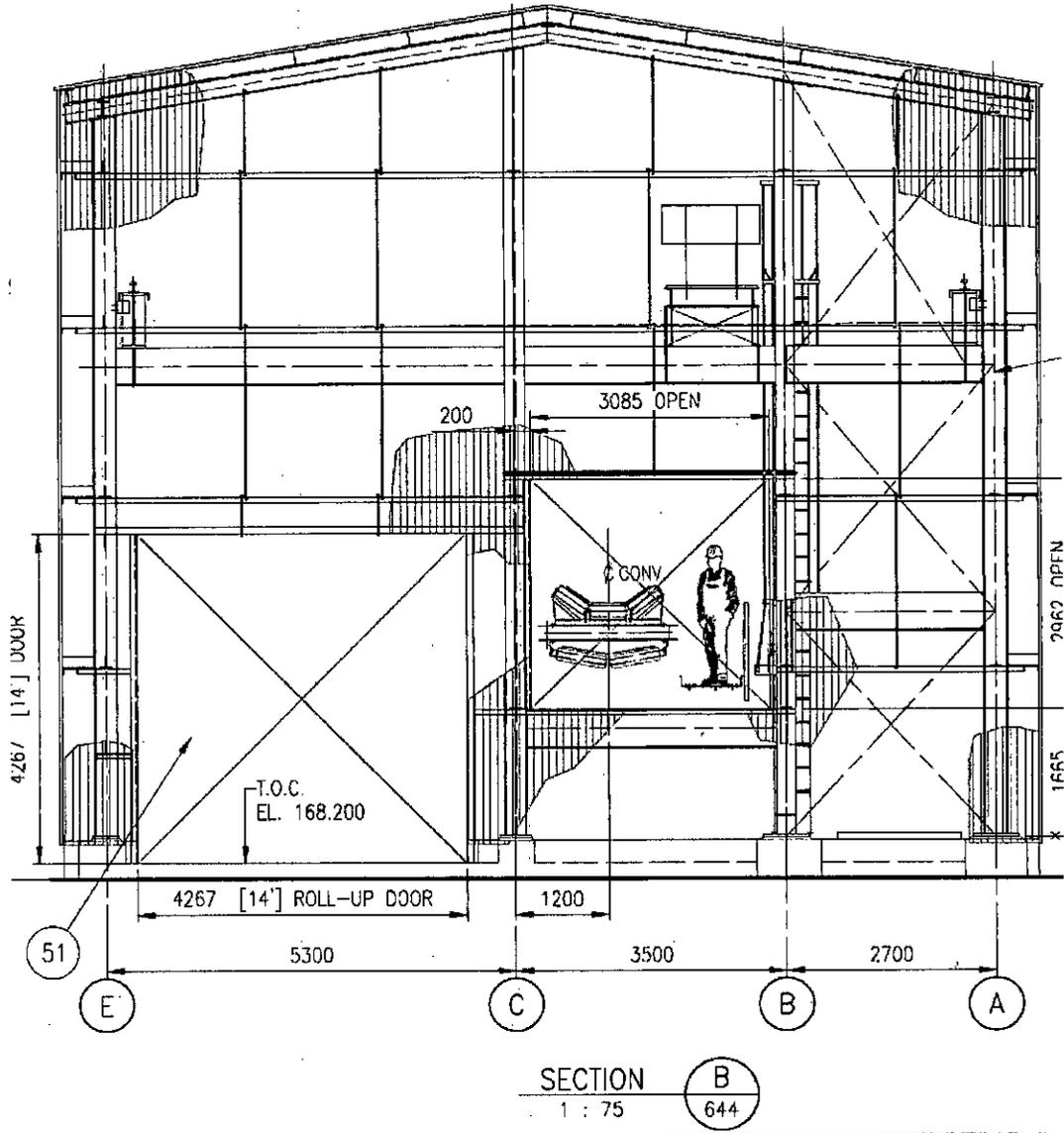
Figura N° 4.16: VISTA DE PLANTA EDIFICIO DE ACCIONAMIENTO, FAJA 830-CB-110

Figura N° 4.17: VISTA DE LA SECCION TRANSVERSAL A DEL EDIFICIO DE ACCIONAMIENTO, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

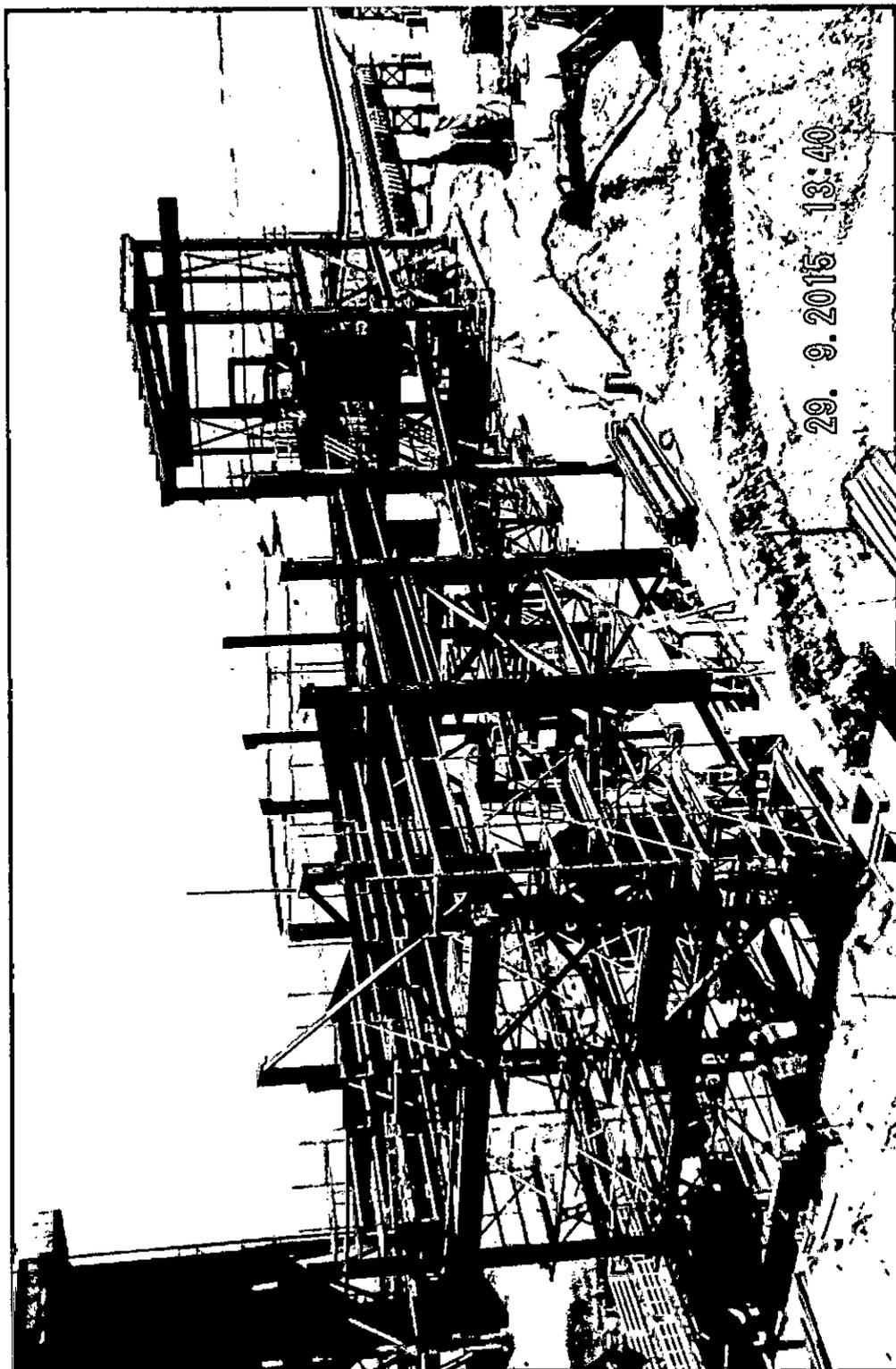
Figura N° 4.18: VISTA DE LA SECCION TRANSVERSAL B DEL EDIFICIO DE ACCIONAMIENTO, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.19: MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO DE ACCIONAMIENTO,

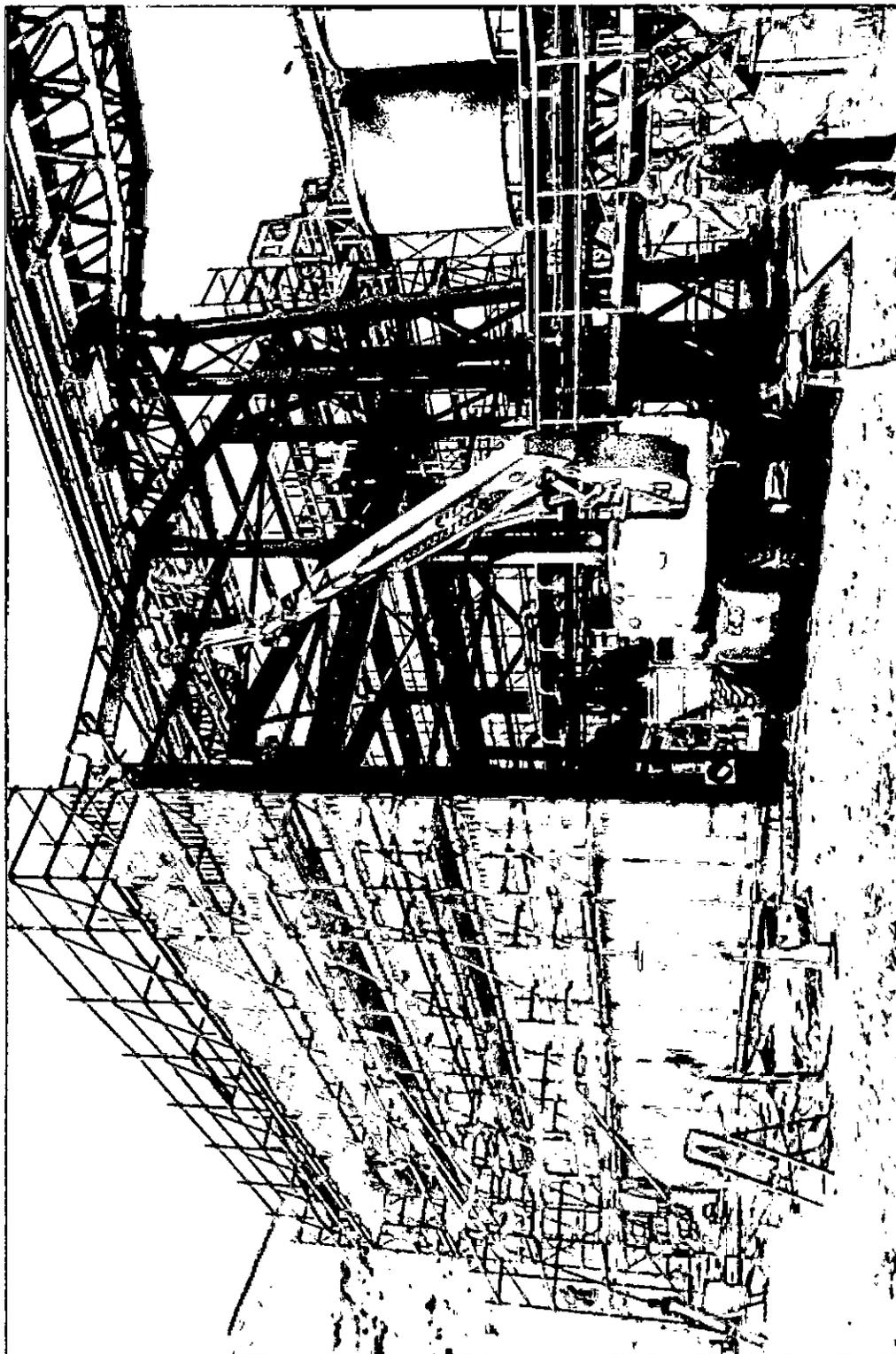
FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.20: MONTAJE DE LAS COBERTURAS DEL EDIFICIO DE ACCIONAMIENTO,

FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Estación de accionamiento

Las fajas transportadoras N° 2, 3, 4 y 5 tienen estación de accionamiento y las fajas transportadoras N° 1 y 6 no tienen estación de accionamiento.

Para las estaciones de accionamiento, se da como ejemplo la faja transportadora N° 5.

Dentro del edificio de accionamiento, se encuentra la estación de accionamiento.

La estación de accionamiento, es la zona donde se encuentran los motorreductores, poleas conductoras, poleas dobladoras, y frenos, los cuales transmiten el movimiento a las bandas.

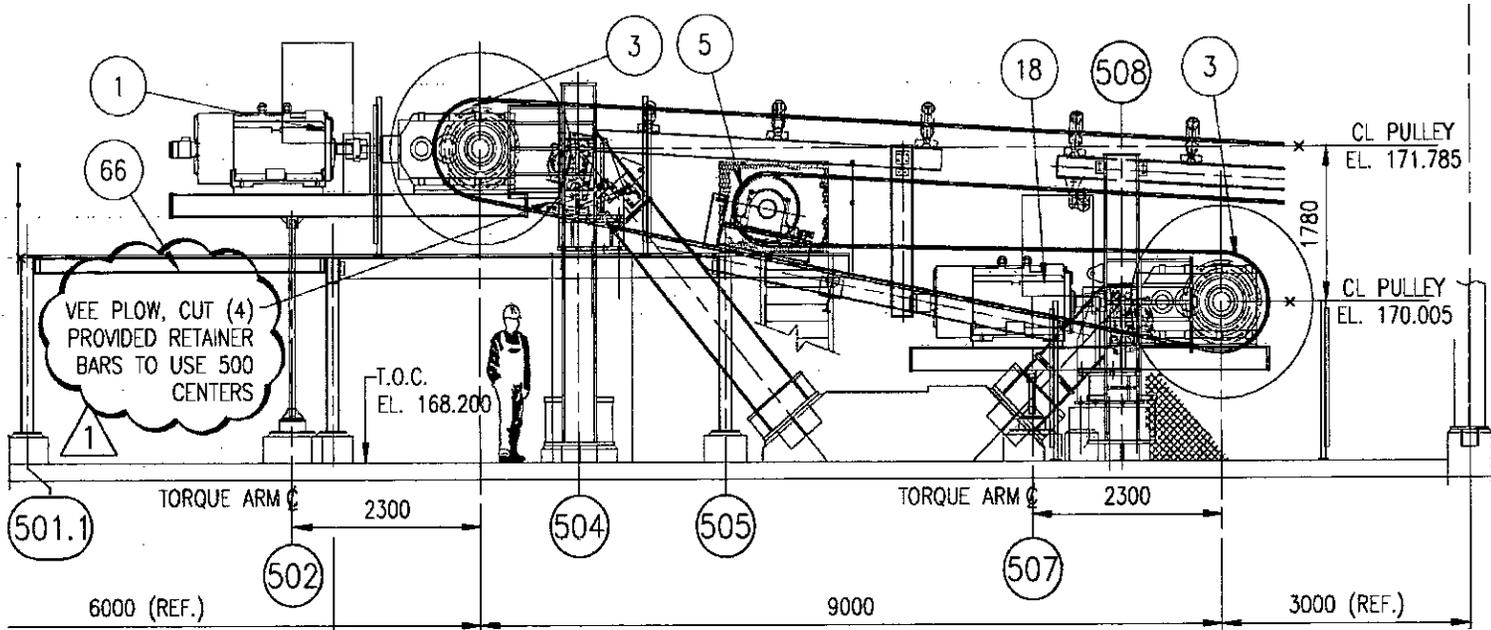
En la figura N° 4.21, se observa una vista de elevación de la estación de accionamiento. En el pedestal eje 504 se encuentran las columnas que soportan la primera polea de accionamiento y en el pedestal eje 508 se encuentran las columnas que soportan la segunda polea de accionamiento, entre las poleas de accionamiento se encuentra la polea dobladora de banda. También podemos ver que los niveles de las poleas de accionamiento, es el mismo para los motorreductores.

En las figuras N° 4.22 y N° 4.23 se observan las vistas de planta, de la primera polea de accionamiento (pedestal eje 503), dos motorreductores, dos discos para los frenos y 2 frenos, y la segunda polea de accionamiento (pedestal eje 509), un motorreductor, dos discos para los frenos y 2 frenos respectivamente.

En las figuras N° 4.24 y N° 4.25 se muestran, la verificación topográfica de las estructuras y montaje final del edificio de accionamiento.

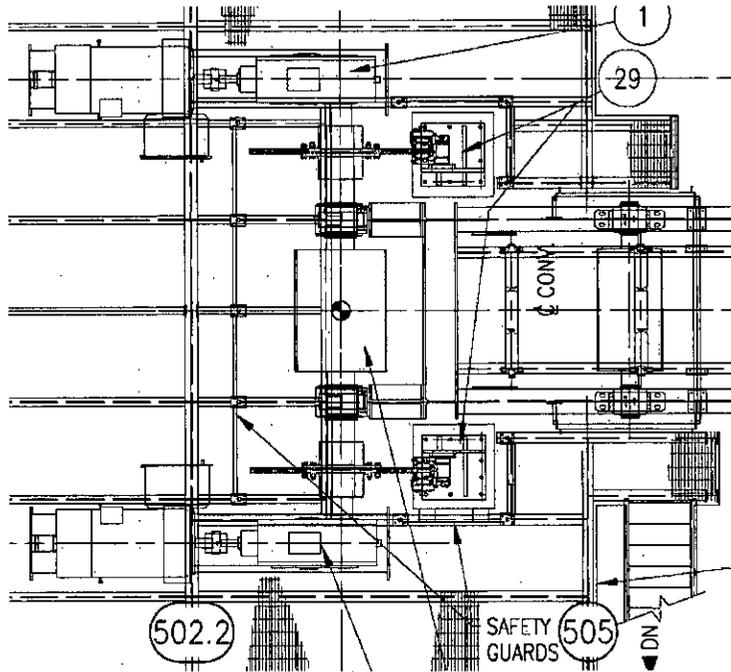
Figura N° 4.21: VISTA DE ELEVACION DE LA ESTACION DE ACCIONAMIENTO,

FAJA 830-CB-110



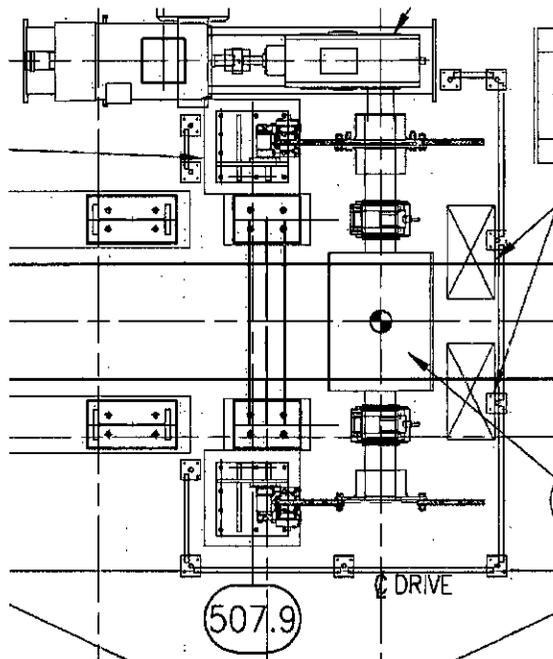
Fuente: Propia

Figura N° 4.22: VISTA DE PLANTA DEL PEDESTAL EJE 503, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.23: VISTA DE PLANTA DEL PEDESTAL EJE 508, FAJA 830-CB-110



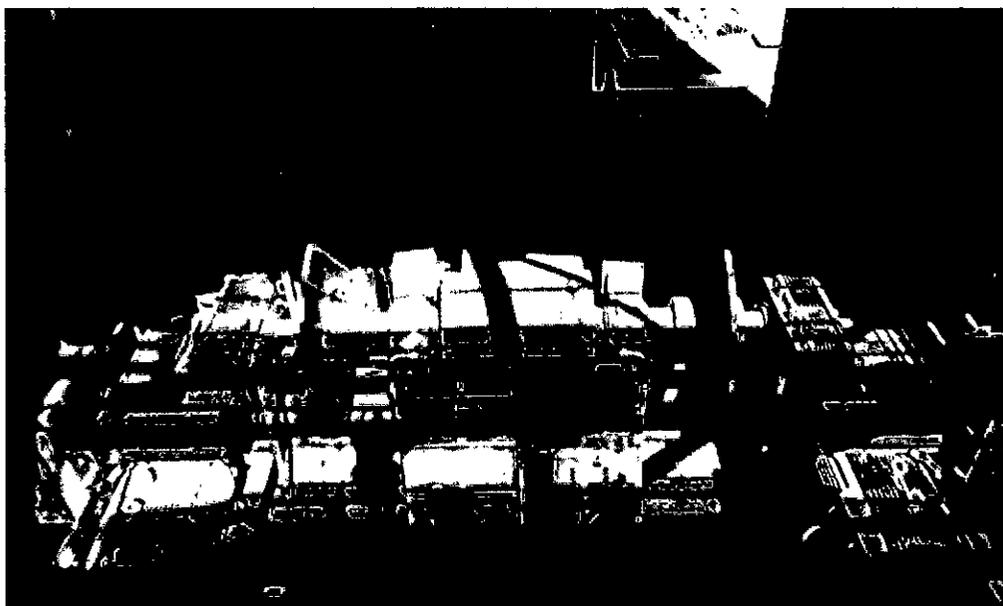
Fuente: Propia

Figura N° 4.24: VERIFICACION DE NIVELACION Y ALINEAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE LA ESTACION DE ACCIONAMIENTO, FAJA 830-CB-110

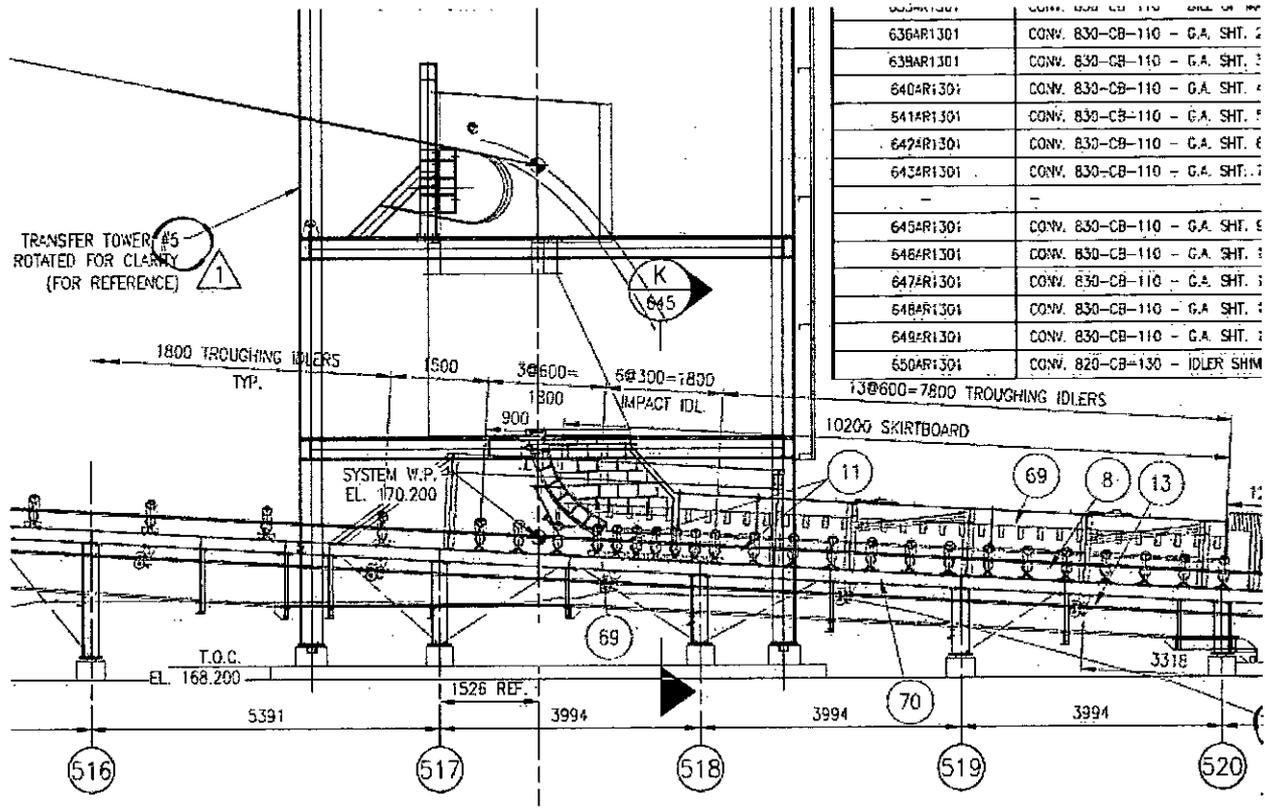


Fuente: Propia

Figura N° 4.25: ESTRUCTURAS Y EQUIPOS MONTADOS DE LA ESTACION DE ACCIONAMIENTO, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

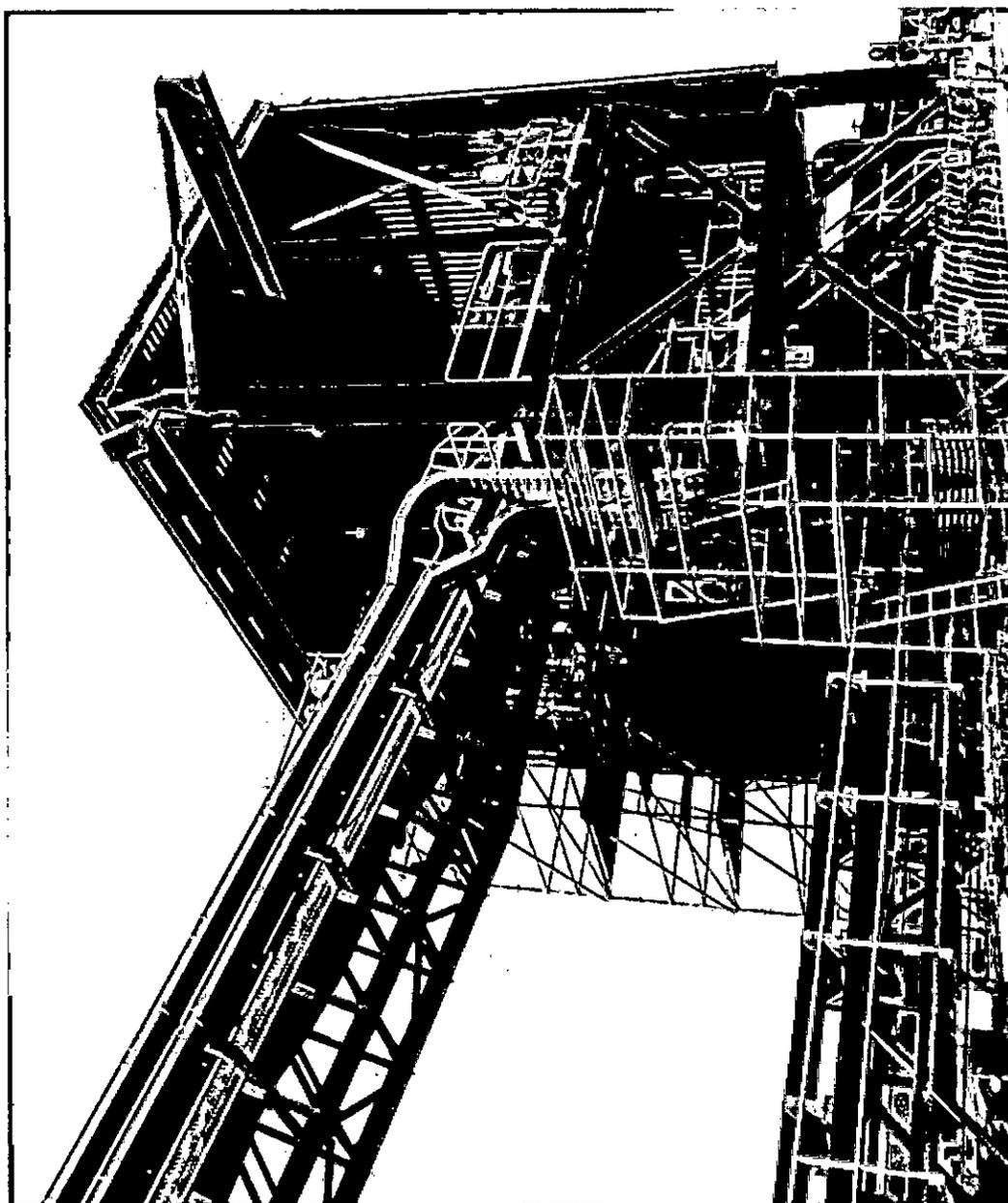


Fuente: Propia

FAJA 830-CB-110

Figura N° 4.27: VISTA DE ELEVACION DE LOS PEDESTALES EJES 516 AL 520.

Figura N° 4.28: MONTAJE FINAL DE LA ESTRUCTURA DE COLA, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Bent, bent tower y truss

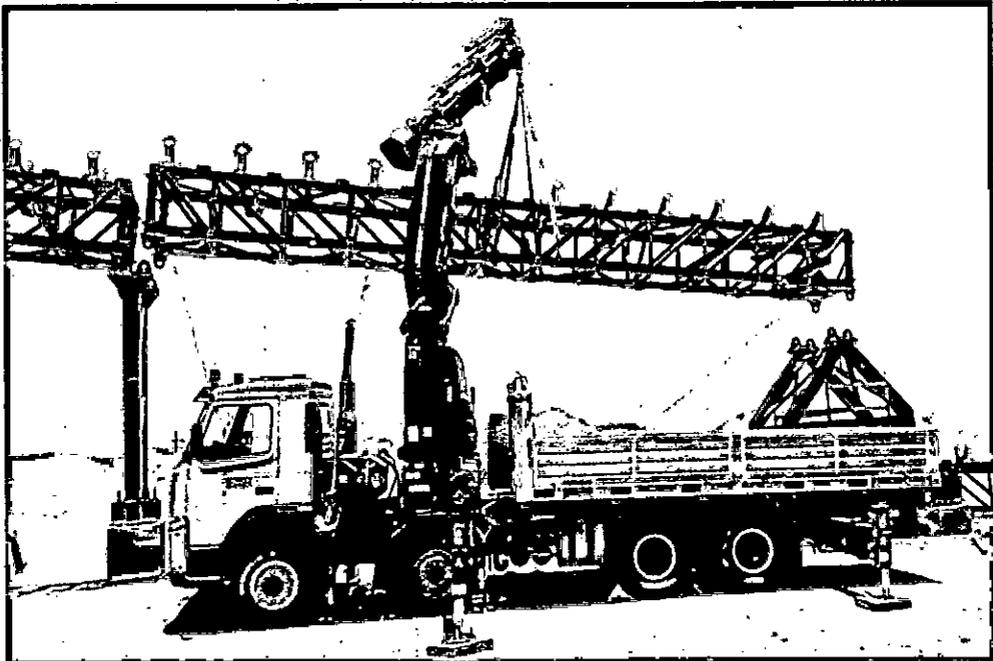
Se da como ejemplo, el de la faja transportadora N° 5.

En la figura N° 4.29 se observa el montaje de uno de los truss.

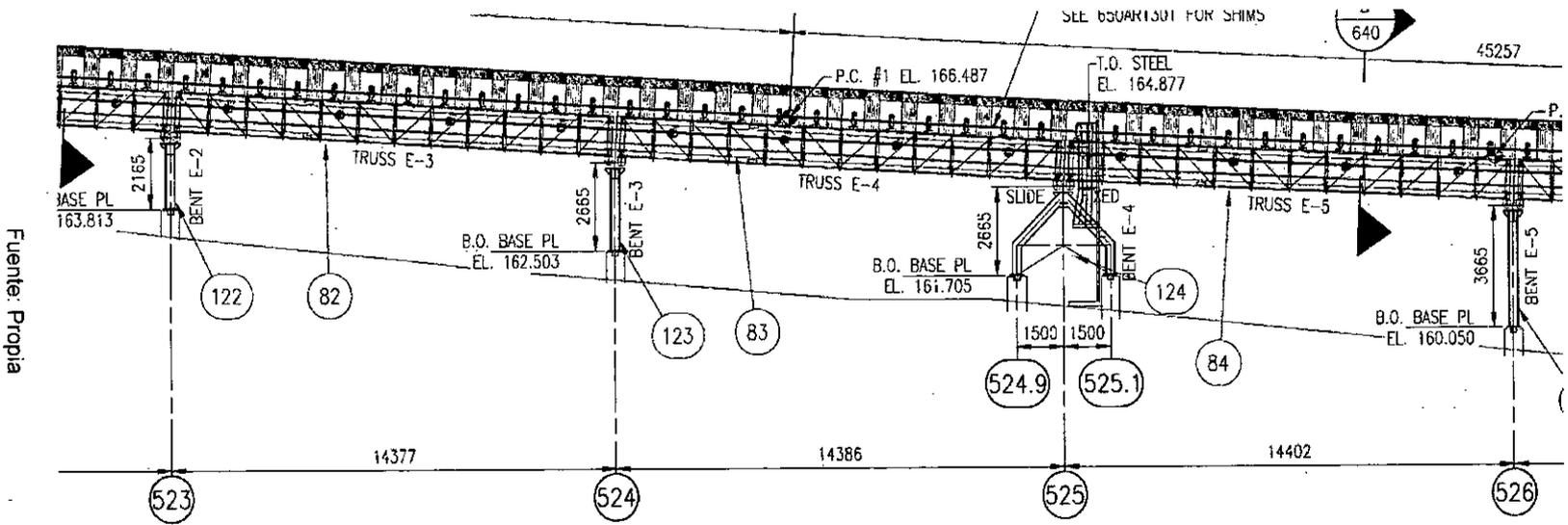
En las figuras N° 4.30, 4.31, 4.32 y 4.33 se observan los pedestales ejes 523 al 526, 530 al 533, 541 al 544 y 546 al 549 respectivamente.

En dichas figuras se encuentran los bent, bent tower y truss.

Figura N° 4.29: MONTAJE DE TRUSS, FAJA 830-CB-110

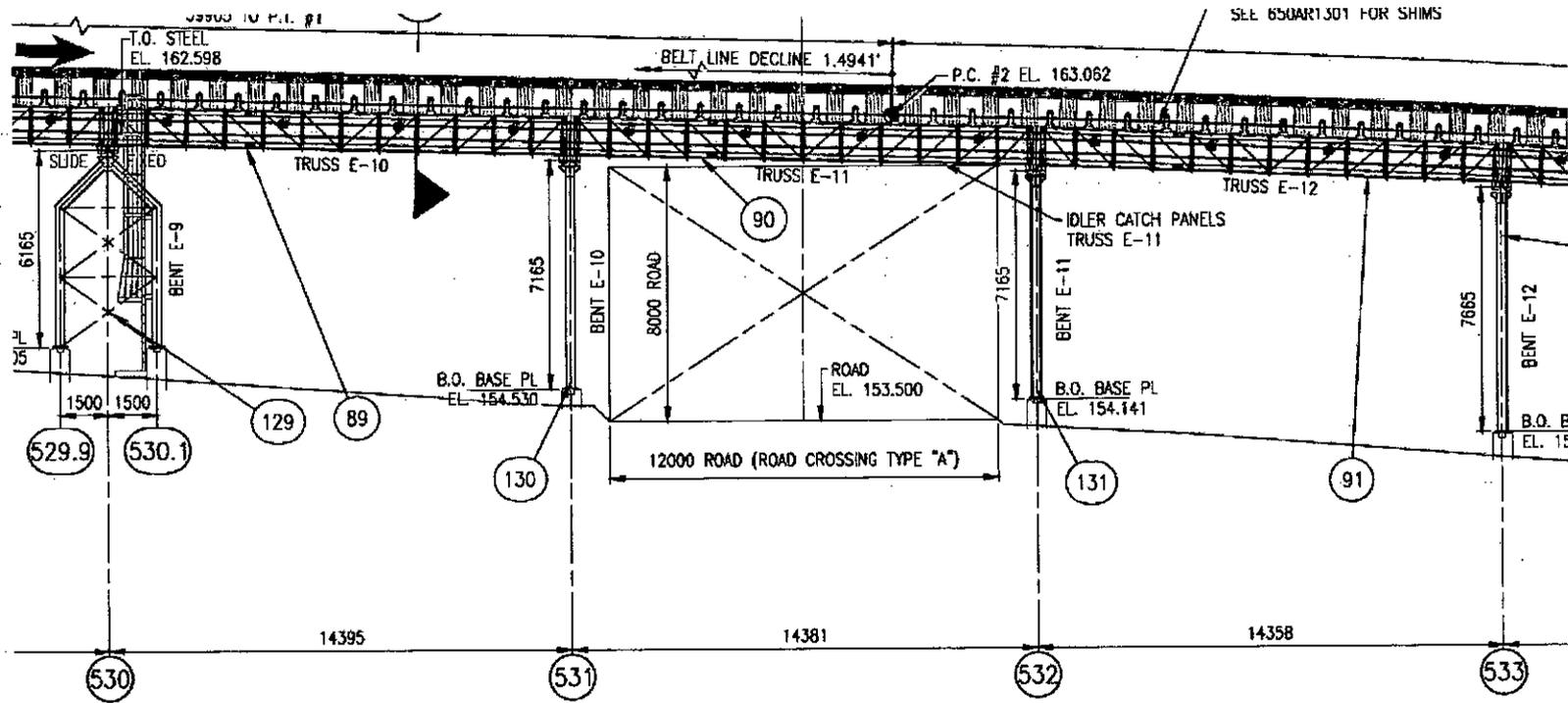


Fuente: Propia



Fuente: Propia

Figura N° 4.30: PEDESTALES EJES 523 AL 526, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.31: PEDESTALES EJES 530 AL 533, FAJA 830-CB-110

Fuente: Propia

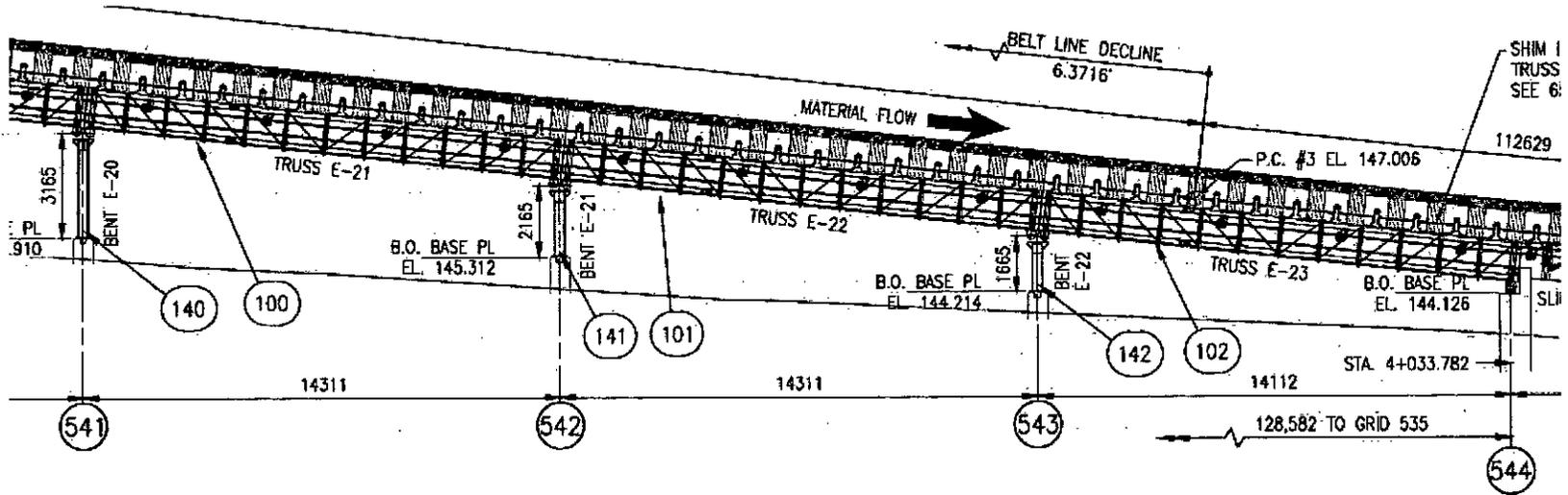


Figura N° 4.32: PEDESTALES EJES 541 AL 544, FAJA 830-CB-110

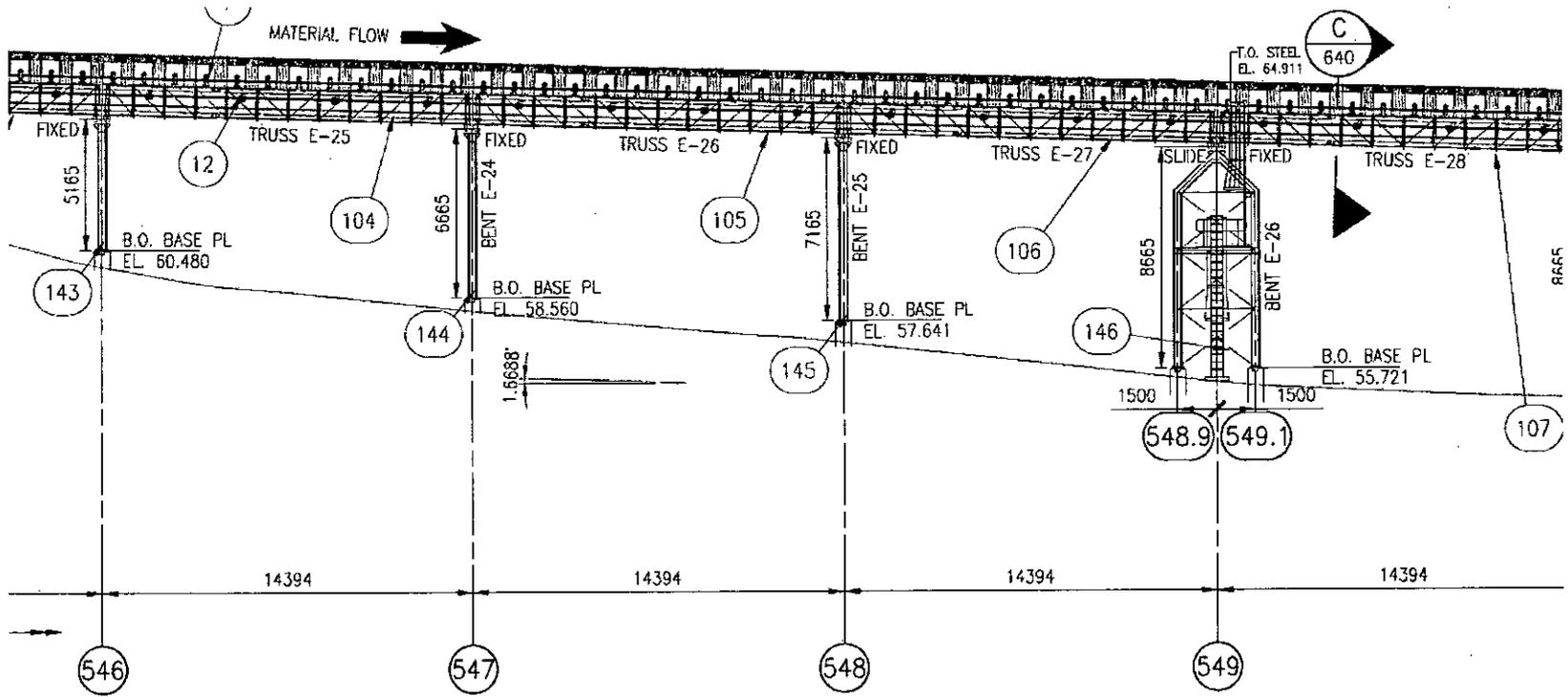


Figura N° 4.33: PEDESTALES EJES 546 AL 549, FAJA 830-CB-110

Fuente: Propia

Overland

Se da como ejemplo, el de la faja transportadora N° 5.

En las figuras N° 4.34 y 4.35 se observan los tramos final e inicial de los overland.

Los overland se encuentran entre los pedestales ejes 544 y 545, entre dichos pedestales ejes se encuentran 811 sub pedestales ejes de overland.

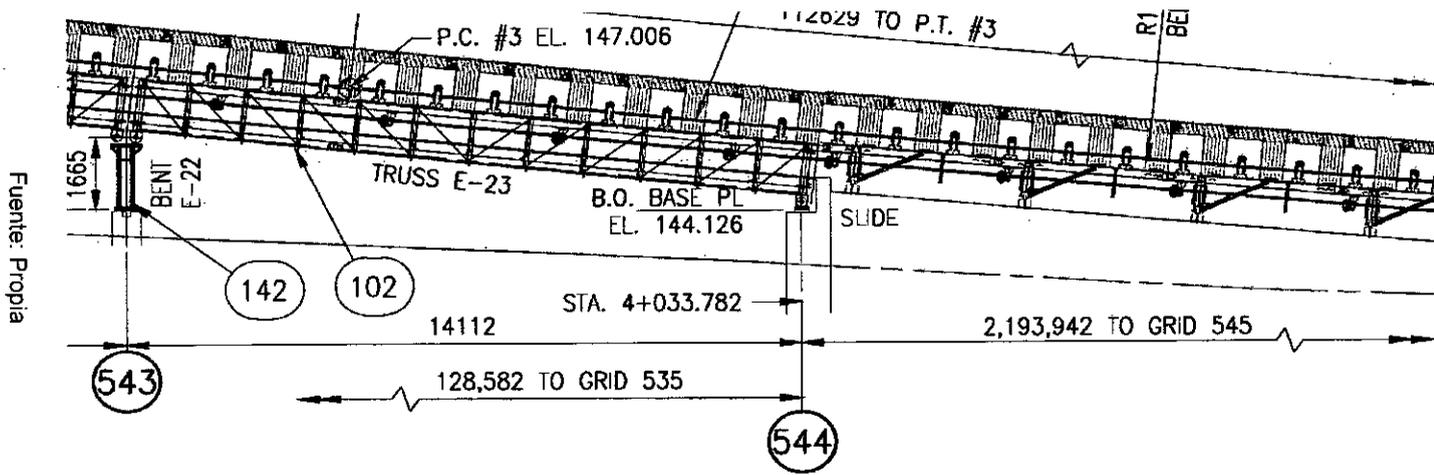
La distancia entre cada pedestal eje de overland es de 3600 mm.

Los overland se encuentran al nivel del suelo.

Figura N° 4.34: TRAMO FINAL MONTADO DE LOS OVERLAND, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

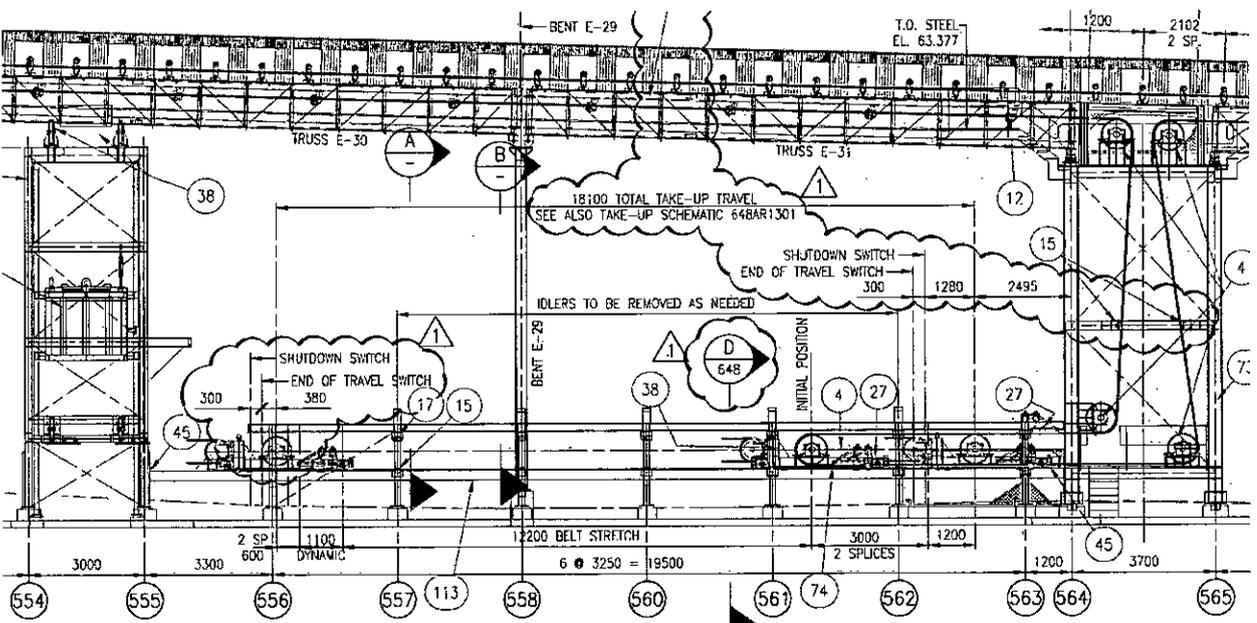


Fuente: Propia

Figura N° 4.35: TRAMO INICIAL DE LOS OVERLAND, FAJA 830-CB-110

Torre de contrapeso, torre de compensación y torre de transferencia
 Se da como ejemplo, el de la faja transportadora N° 5.
 En las figuras N° 4.36, 4.37, 4.38 y 4.39 se muestran los arreglos de las torre de contrapeso, torre de compensación y carro tensor.

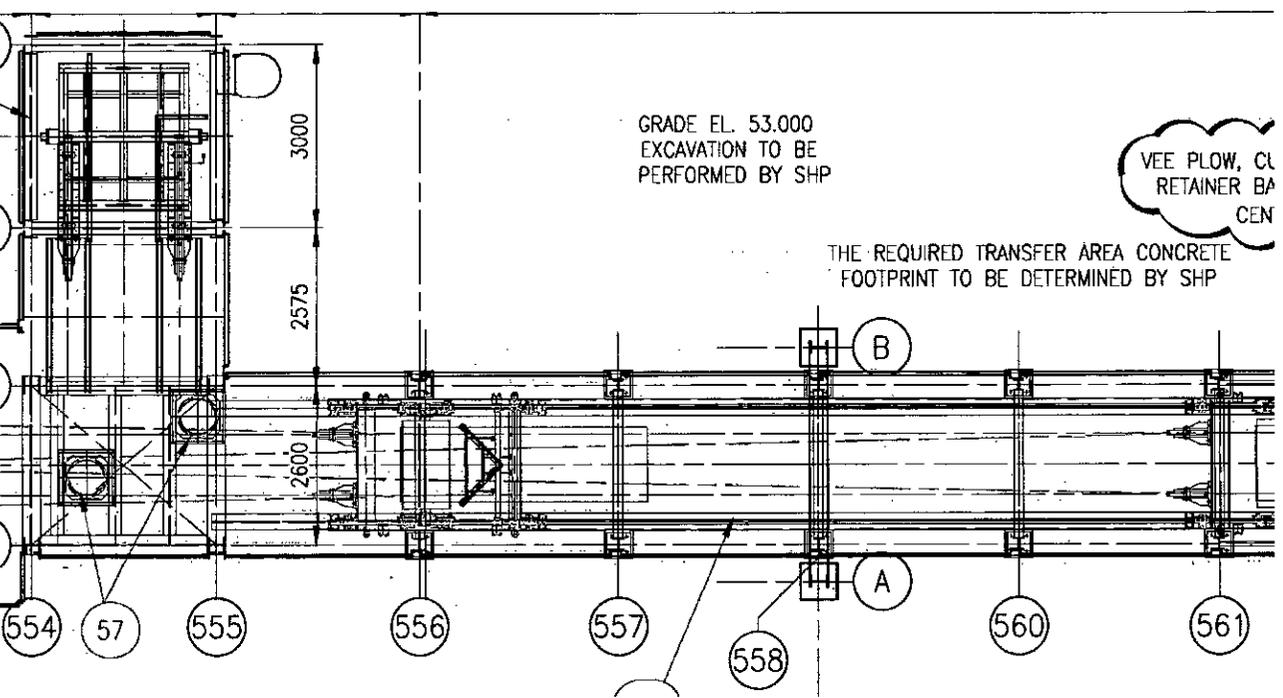
Figura N° 4.36: VISTA DE ELEVACION DE LA TORRE DE CONTRAPESO, TORRE DE COMPENSACION Y CARRO TENSOR, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

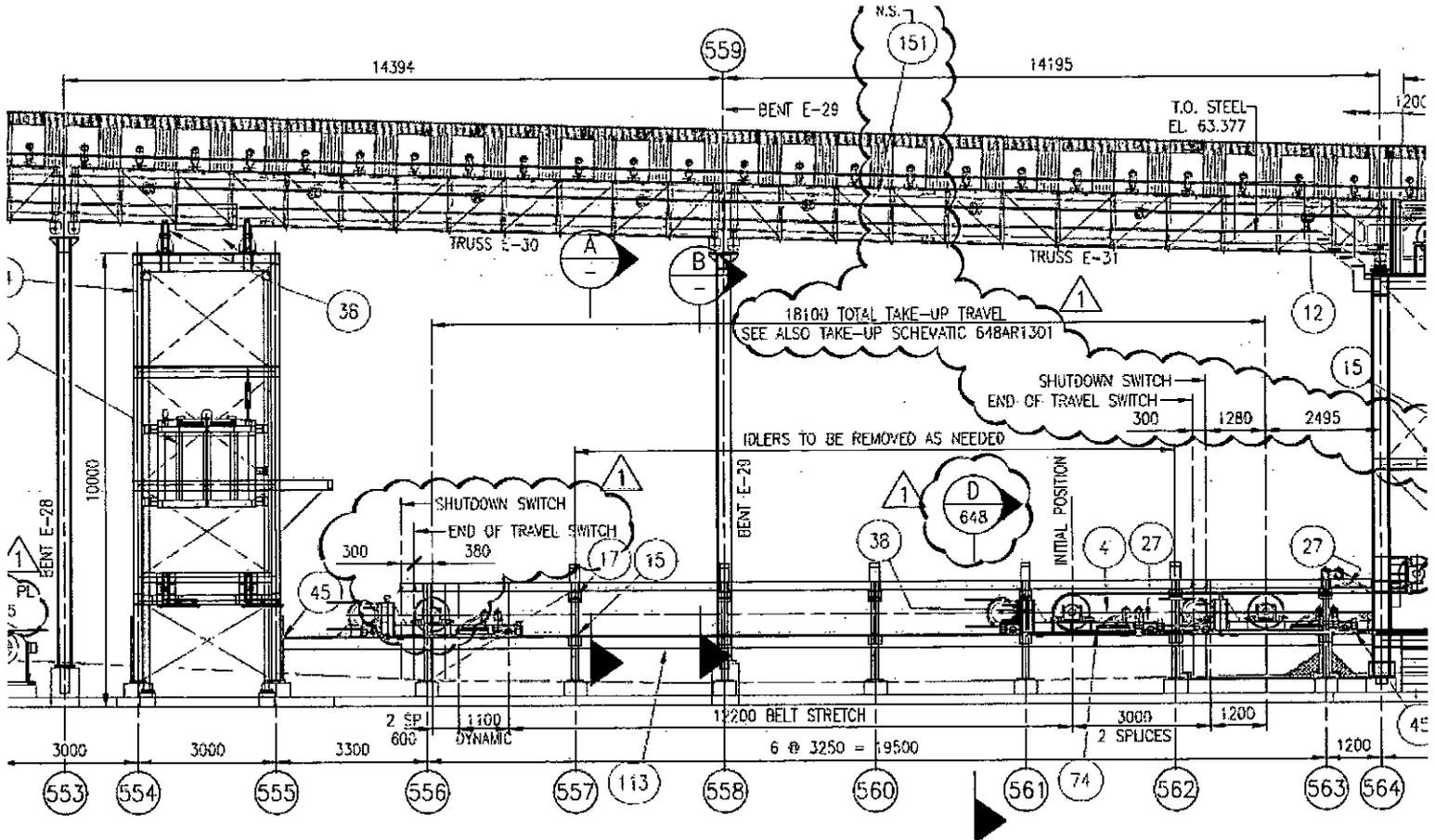
En la torre de contrapeso, se encuentra el contrapeso, quien tensara la banda y que está unido mediante cables de acero y pasando por las poleas de los cables acerados, se une al carro tensor de la banda.

Figura N° 4.37: VISTA DE PLANTA DE LA TORRE DE CONTRAPESO Y CARRO
TENSOR, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

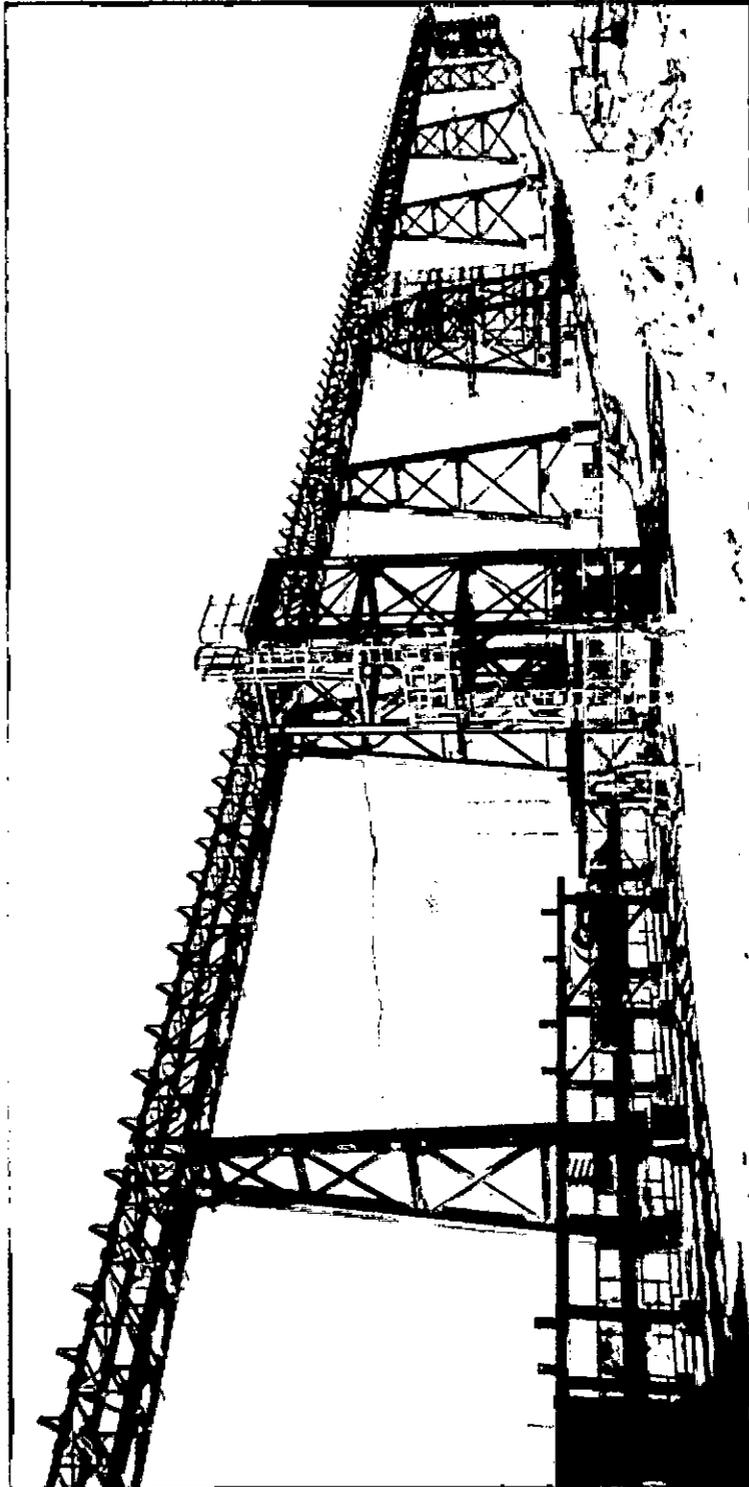
Figura N° 4.38: VISTA DE ELEVACION DE LA TORRE DE CONTRAPESO Y CARRO
 TENSOR, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.39: ESTRUCTURAS DE LA TORRE DE CONTRAPESO MONTADOS,

FAJA 830-CB-110

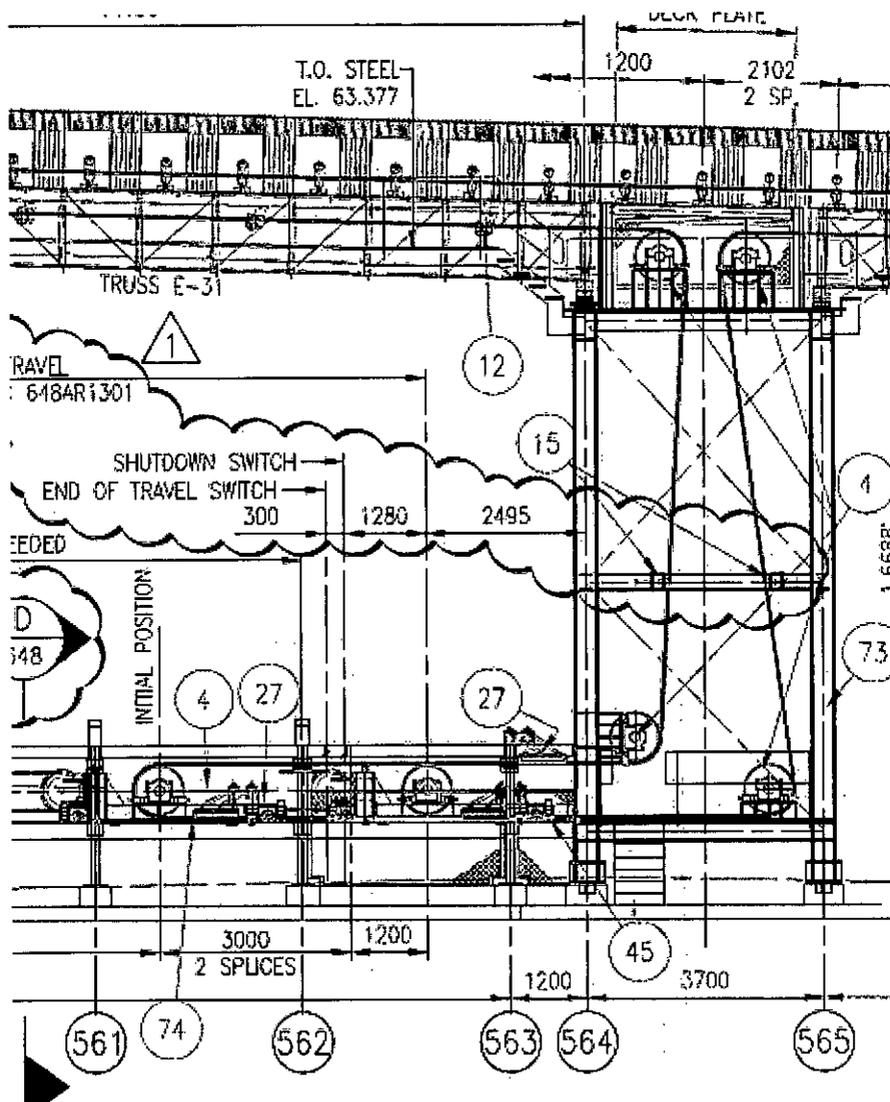


Fuente: Propia

En la figura N° 4.40, se observa a la torre de compensación con 4 poleas guías y una polea tensora que está en el carro tensor.

En la figura N° 4.41, se observa las estructuras y las poleas guías montadas de la torre de compensación.

Figura N° 4.40: VISTA DE ELEVACION DE LA TORRE DE COMPENSACION Y CARRO TENSOR, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.41: ESTRUCTURAS Y POLEAS GUIAS DE LA TORRE DE COMPENSACION

MONTADOS, FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Para instalar la longitud total de la banda transportadora, recurrimos al cuadro N° 4.2, en donde indica que se debe instalar 5490 metros de banda.

Para el funcionamiento de la banda transportadora, la polea del carro tensor debe estar en la posición inicial según indica el plano (figura N° 4.38). En dicha posición la banda esta tensada, ver figura N° 4.42.

En la torre de transferencia, el mineral pasa de la faja 5830-CB-110 hacia la faja 5830-CB-120, mediante un chute de descarga, también en dicha torre se encuentra la polea conducida. En las figuras N° 4.43 y N° 4.44 se observan la vista de elevación y las estructuras montada de la torre de transferencia.

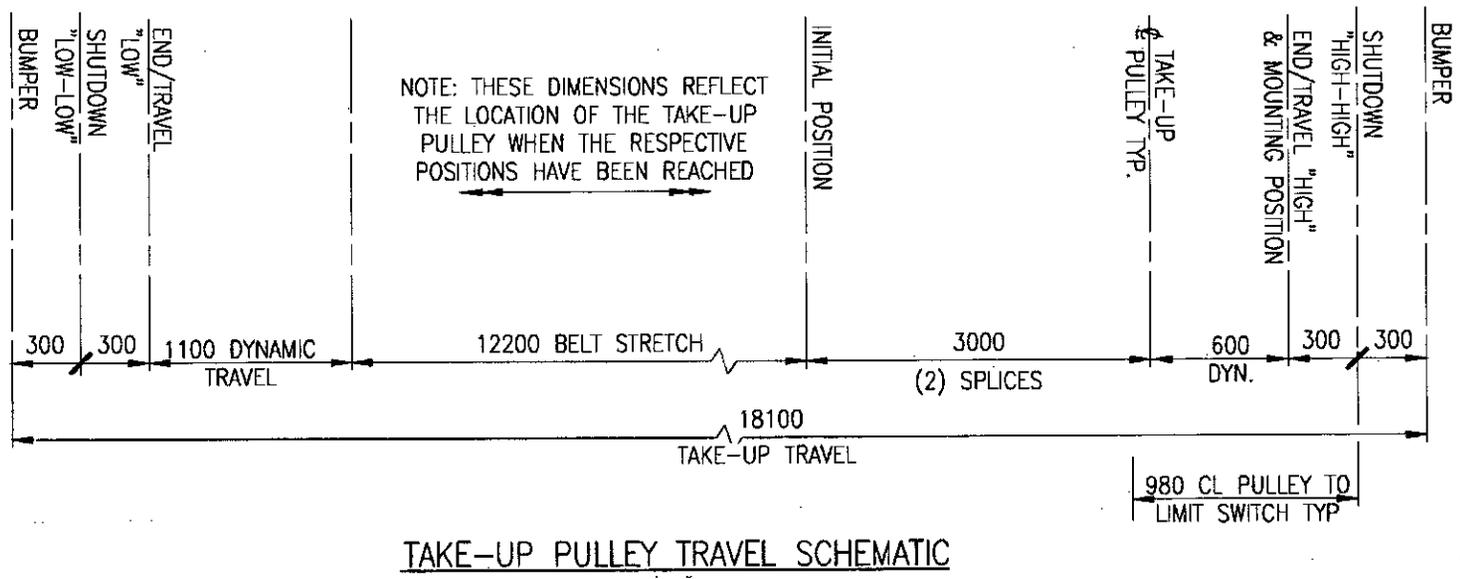
Cuadro N° 4.2: LONGITUD DE LA BANDA TRANSPORTADORA, FAJA 830-CB-110

BELTING						
BELT DESIGNATION	BELT LENGTH, APPROX. (m)	BELT WEIGHT, APPROX. (kg/m)	TOP COVER THICKNESS (mm)	BOTTOM COVER THICKNESS (mm)	TYPE OF SPLICE	CONVEYOR DESIGNATION
ST1000	2,355	33.1	12	6	HV	820-CB-110
ST2800	1,637	46.4	12	6	HV	820-CB-120
ST4000	2,202	59	12	6	HV	820-CB-130
ST2800	1,651	46.4	12	6	HV	820-CB-140
ST2800	5,490	46.4	12	6	HV	830-CB-110
ST1000	1,563	33.1	12	6	HV	830-CB-120

Fuente: Propia

Figura N° 4.42: POSICION DE MONTAJE DE LA POLEA DEL CARRO TENSOR,

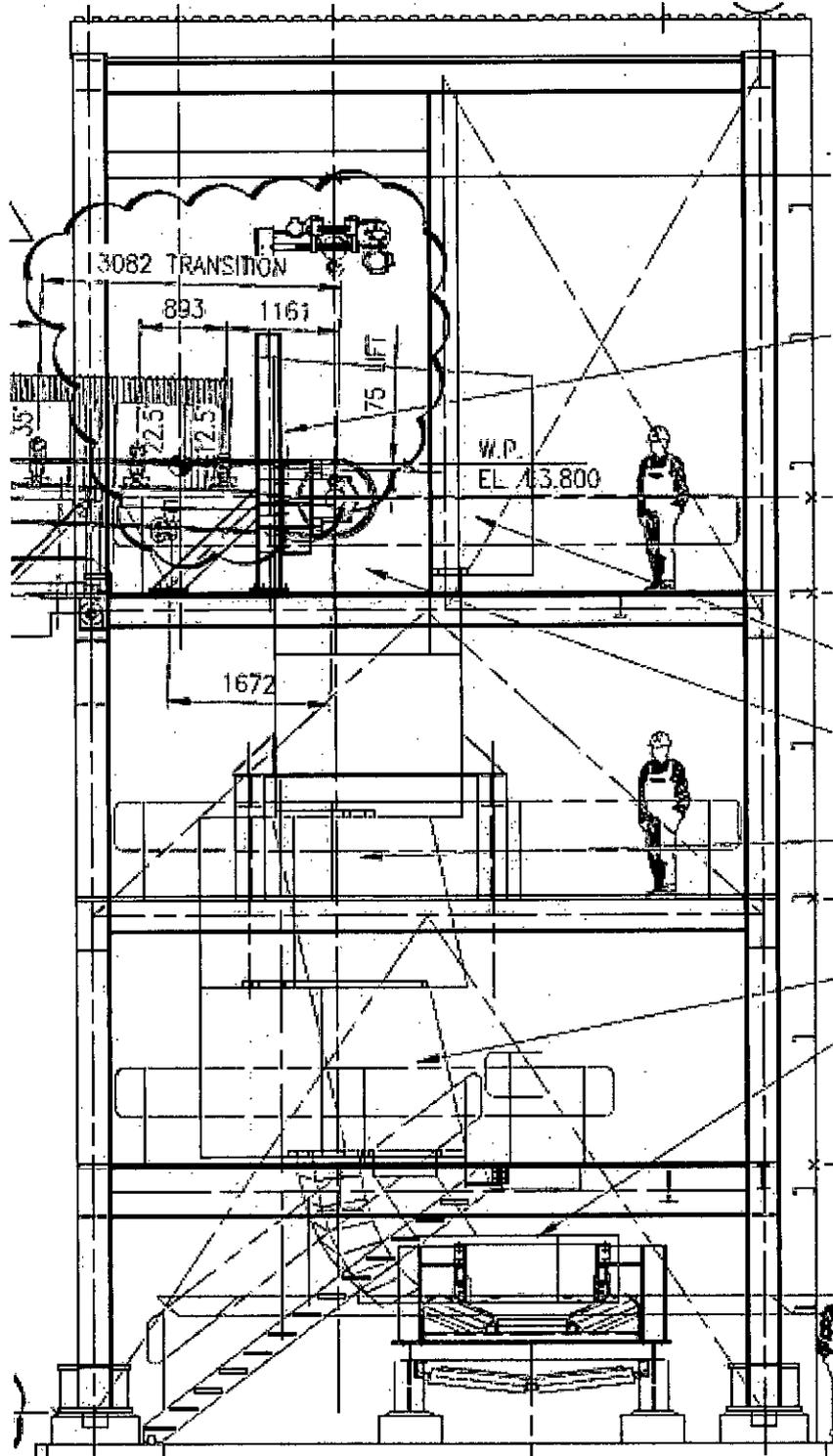
FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.43: VISTA DE ELEVACION DE LA TORRE DE TRANSFERENCIA,

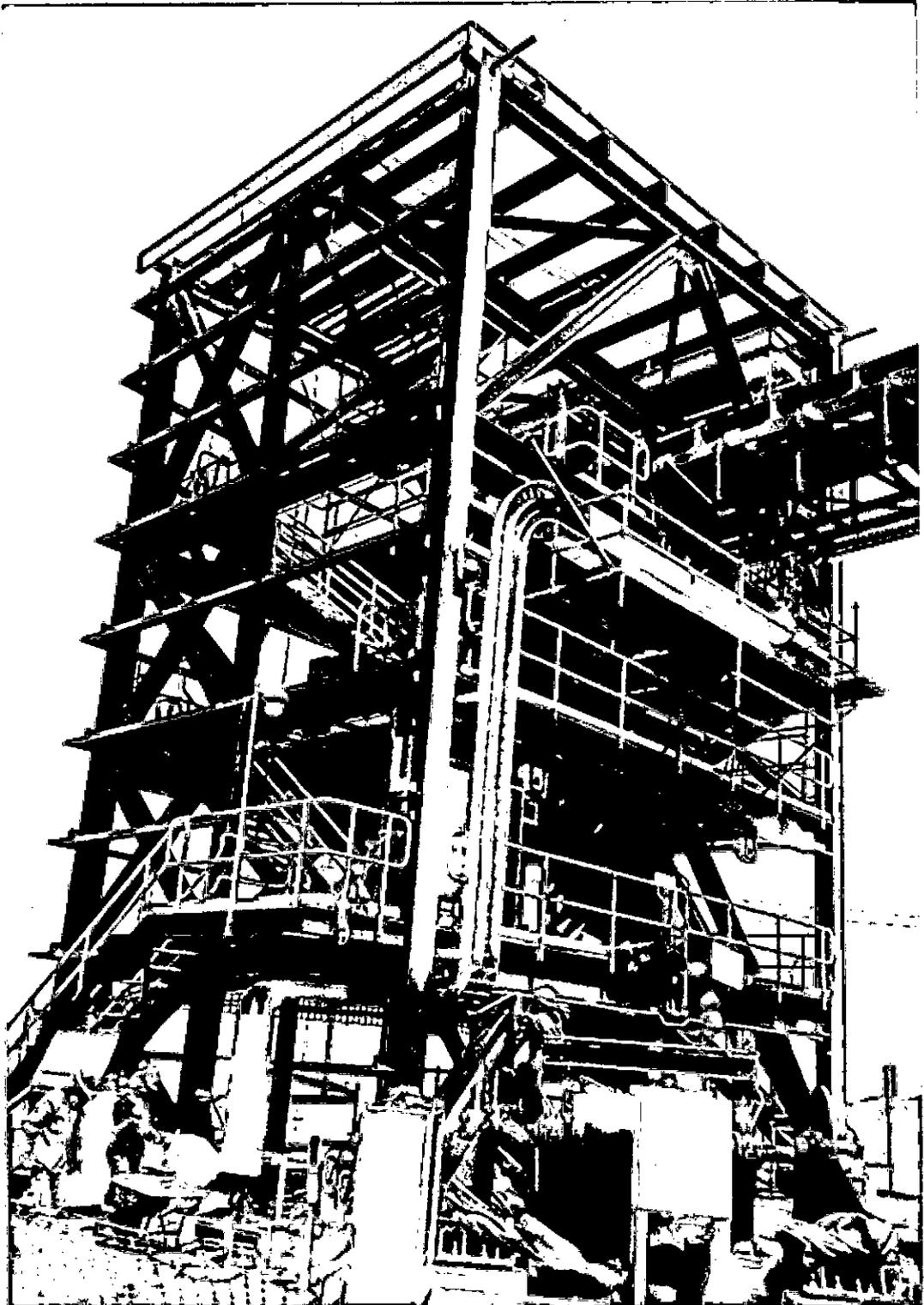
FAJA 830-CB-110



Fuente: Propia

Figura N° 4.44: ESTRUCTURAS MONTADAS DE LA TORRE DE TRANSFERENCIA, FAJA

830-CB-110



Fuente: Propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO

5.1 Mercado internacional del hierro

Analisis del mercado mundial del Hierro

El hierro se encuentra distribuido por todo el mundo, siendo el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Alrededor del 98% del mineral de hierro se utiliza para la fabricación de acero.

El hierro es el metal más utilizado, representa un 95% de la producción mundial metálica. Los principales usos del hierro son en obtención de aceros estructurales, hierro fundido y de hierro forjado. Otro de los principales usos del hierro es en la formación de productos siderúrgicos, en donde se emplea como elemento matriz para alojar otros elementos aleantes tanto metálicos como no metálicos, que otorgan distintas propiedades al material. Se considera que una aleación de hierro es acero si contiene menos de un 2.1% de carbono, si el porcentaje es mayor, recibe el nombre de fundición.

Como resultado, la demanda del mineral de hierro está ligado directamente a la producción de acero.

La desaceleración de la economía china, implicó tanto una baja en la demanda externa como también una caída del consumo interno de acero.

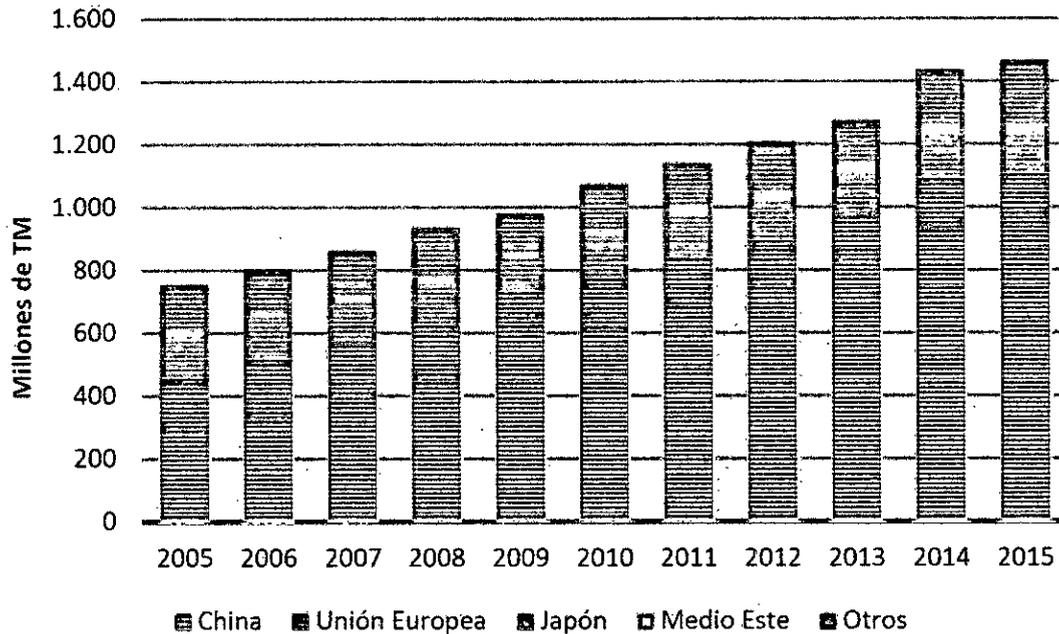
Lo anterior, en un contexto caracterizado por una sobre-producción de acero chino y un aumento significativo en la oferta del mineral de hierro por parte de los principales actores del mercado, Australia y Brasil, terminó deprimiendo los precios del hierro y del acero.

En el periodo de los años 2016 a 2018 la oferta mundial de hierro crecería solo 0.5%, situándose en 2060 millones de toneladas en el año 2018. En este periodo china continuaría reduciendo su producción desde 268 millones de toneladas del año 2016 a 180 millones de toneladas en el año 2018. Esto debido al cierre de operaciones no rentables en un contexto donde predominaría el excedente global del mineral.

A pesar que en los últimos meses las perspectivas del precio del hierro para el periodo 2016 - 2018 han mejorado, el exceso de oferta en el mercado estimado en 20 y 30 millones de toneladas para los años 2017 y 2018 respectivamente, limita el alza del precio. Se estima que el precio se mantendría en el rango entre US\$ 57 y US\$ 58 la tonelada en los años 2017 y 2018 respectivamente.

En la figura N° 5.1, se presentan los cinco principales países importadores del mineral de hierro con la evolución que ha tenido el dato entre los años 2004 a 2015. En primer lugar se encuentra China, con importaciones que alcanzaron los 953 millones de toneladas en el año 2015, Corea del Sur con 73 millones de toneladas que equivalen al 5% de participación, Alemania y los Países Bajos no superan los 50 millones de toneladas. En la categoría "otros" se han incluido aquellos países con importaciones menores a los 20 millones de toneladas en el año 2015.

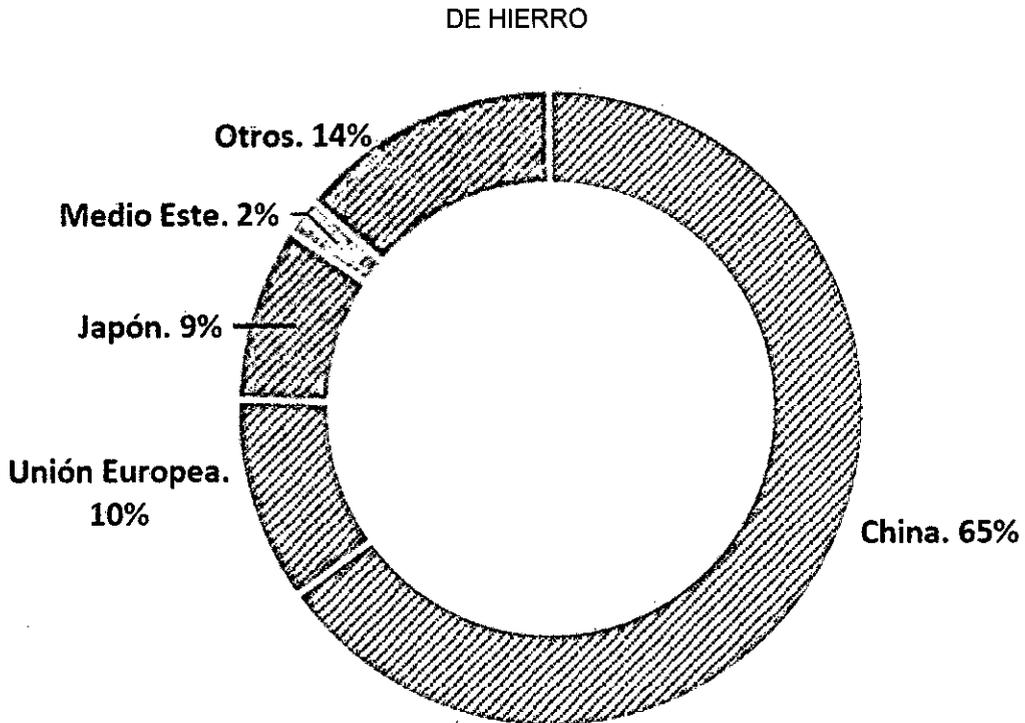
Figura N° 5.1: IMPORTACIONES DEL MINERAL DE HIERRO



Fuente: Steel Statistical Yearbook 2016, World Steel Association

En la figura N° 5.2 se muestra la distribución de las importaciones del mineral de hierro para los principales países. China representa un 65% de las importaciones mundiales del mineral de hierro, ocupando la primera posición, le sigue con bastante diferencia Japón con 9%, Corea del Sur con 5%, Alemania con 3% y Países Bajos con 2%. La categoría "otros" considera las importaciones de países con iguales o menores al 1%. Las cifras de importaciones del mineral de hierro muestran una alta concentración Asiática, debido a que China, Japón y Corea del Sur alcanzaron un 80% de las importaciones en el año 2015.

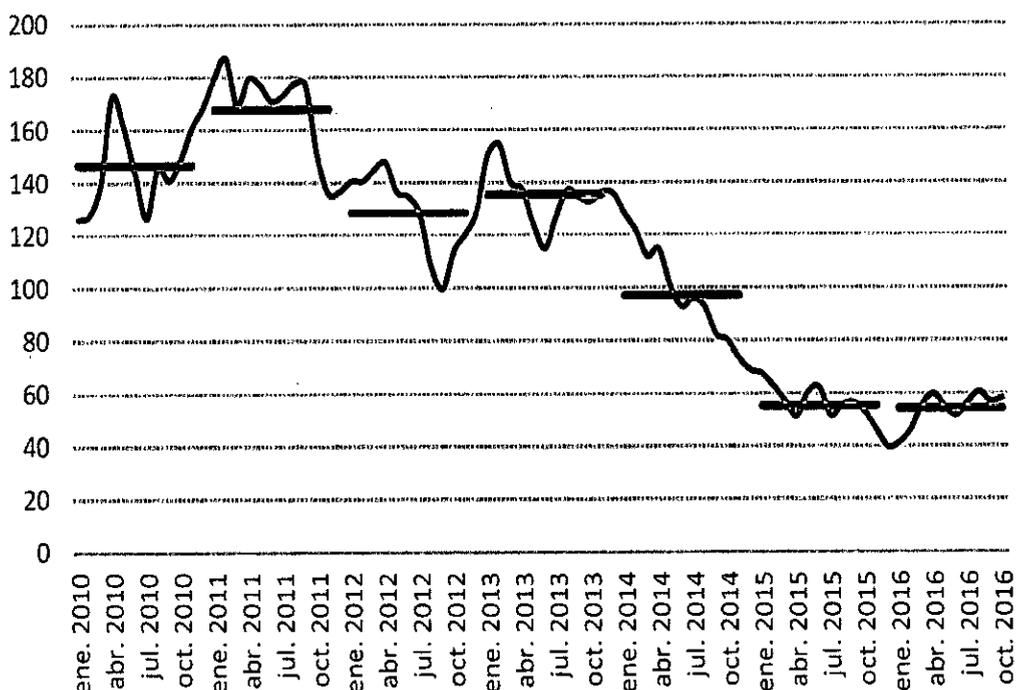
Figura N° 5.2: DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES IMPORTADORES DEL MINERAL



Fuente: Steel Statistical Yearbook 2016, World Steel Association

En cuanto a los precios del mineral de hierro, en la figura N° 5.3 se presenta el precio del hierro para el periodo de los años 2010 – 2016. Desde febrero del año 2011 hasta diciembre del año del 2015 el precio del hierro presento una tendencia a la baja. Posteriormente tuvo un alza el precio, manteniéndose a una tendencia estable hasta octubre del año 2016, promediando US\$ 55.2 y US\$ 54 por tonelada, en los años 2015 y 2016, respectivamente. En el año 2016, con el incremento del precio del hierro y la disminución de la producción por parte de China, el interés por el metal se ha incrementado.

Figura N° 5.3: PRECIOS DEL MINERAL DE HIERRO 2010 - 2016 (US\$/ton)



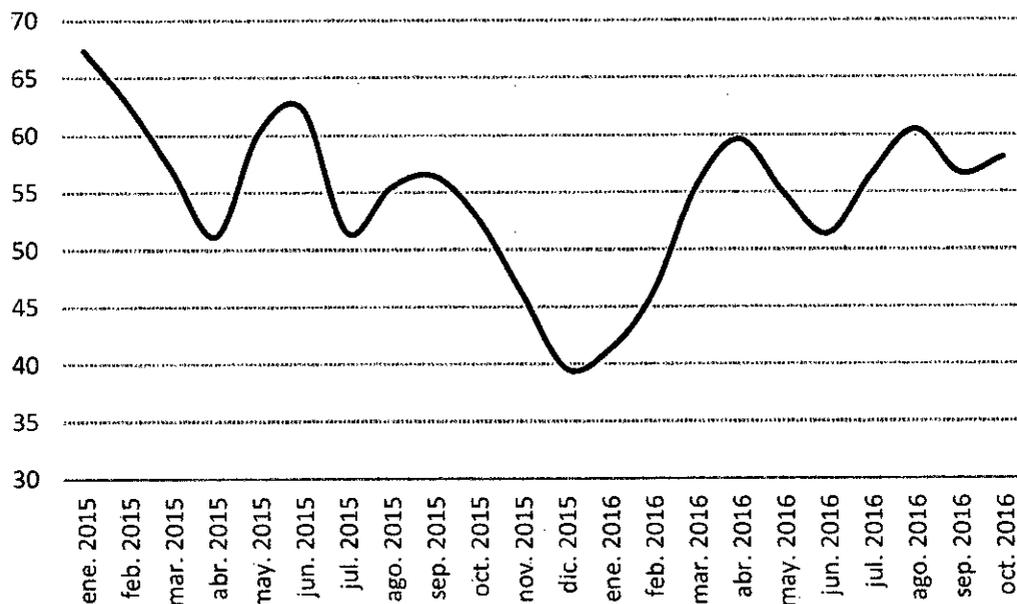
Fuente: The Steel Index (TSI)

A continuación, en la figura N° 5.4, se muestra la trayectoria del precio del mineral de hierro para los dos últimos años. Existe una clara tendencia a la baja entre enero del año 2015 y diciembre del mismo año, periodo en el cual paso de los US\$ 67.4 por tonelada en enero a un mínimo de US\$ 39.6 por tonelada en diciembre del año 2015. La disminución del precio se debe principalmente al exceso de oferta de hierro en los mercados y la disminución de la demanda de acero por parte de china.

Durante el año 2016 el precio del hierro ha tenido una tendencia al alza, alcanzando un valor máximo de US\$ 60.5 por tonelada en el mes de agosto y disminuyendo a US\$ 58 por tonelada en el mes de octubre. El aumento del precio del hierro ha tenido como principal impulsor a China,

país que ha incrementado las importaciones como consecuencia de la construcción de viviendas.

Figura N° 5.4: PRECIOS DEL MINERAL DE HIERRO 2015-2016 (US\$/ton)



Fuente: The Steel Index (TSI)

Reservas mundiales del hierro

Las reservas brutas del mineral de hierro, se estimó para el año 2015 por un total de 190000 millones de toneladas, lo que equivale a 85000 millones de toneladas de hierro contenido.

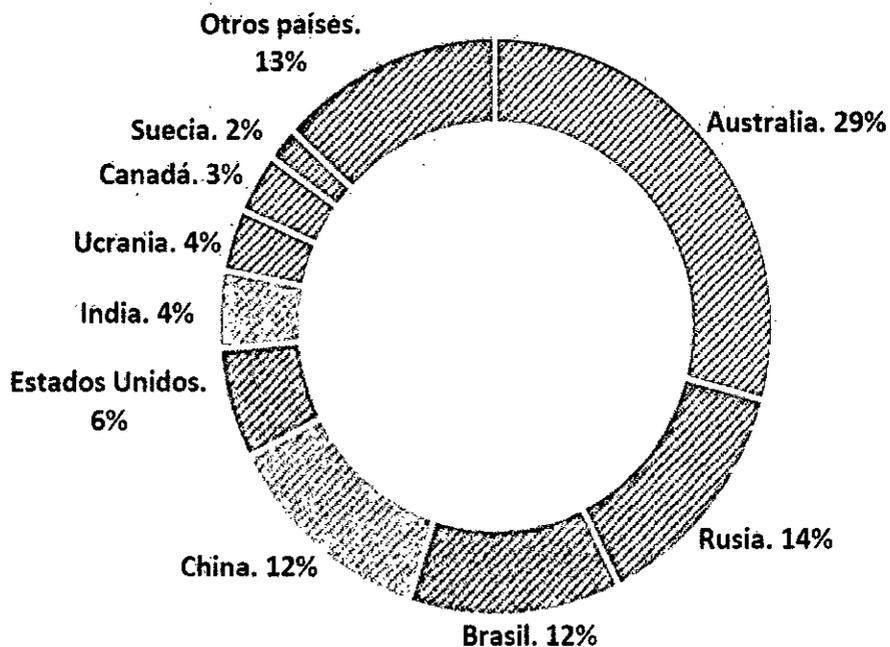
En la figura N° 5.5, se presenta la distribución de las reservas mundiales del mineral de hierro, destacan la de Australia con 29%, Rusia con 14%, Brasil y China ambas cada una con 12% y Estados Unidos con 6%, el resto de los países que poseen reservas, éstas no superan el 5% de participación cada uno.

Shougang Hierro Perú S.A.A. tiene reservas por más 1680 millones de toneladas, esto equivale aproximadamente al 0.88% de la reserva mundial del mineral de hierro para el año 2015.

La ley del mineral de hierro, es la concentración de este en las rocas y en el material mineralizado. En la figura N° 5.6, se presenta la ley del mineral de hierro de los países que poseen las mayores reservas a nivel mundial. Cabe destacar que la situación particular de China, donde el escaso contenido de hierro de sus reservas, en promedio 31%, sea uno de los factores que ha incidido en que China sea un país históricamente dependiente de las importaciones del mineral de hierro.

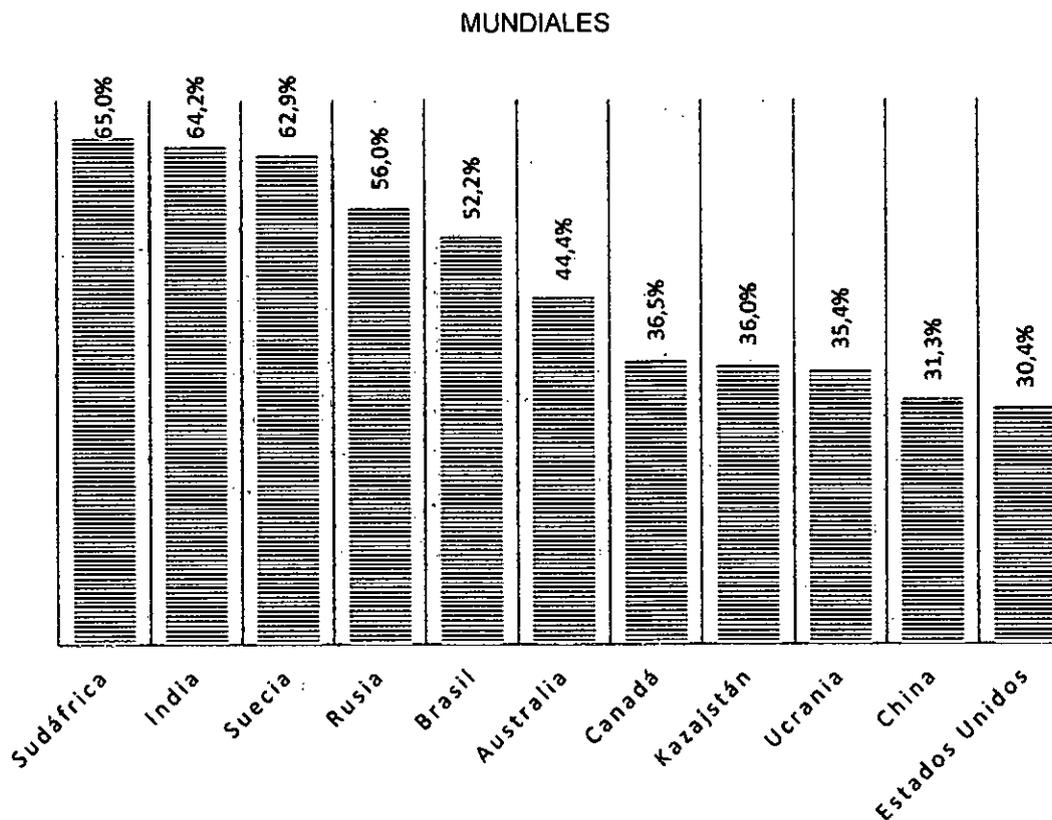
El contenido de hierro, de las reservas del mineral de hierro de Shougang Hierro Perú S.A.A. varía aproximadamente entre 47% a 58%.

Figura N° 5.5: RESERVAS MUNDIALES DEL MINERAL DE HIERRO POR PAIS



Fuente: U. S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2016

Figura N° 5.6: LEY DE HIERRO CONTENIDO EN LAS PRINCIPALES RESERVAS



Fuente: COCHILCO basado en información de USGS 2016

Producción mundial del mineral de hierro

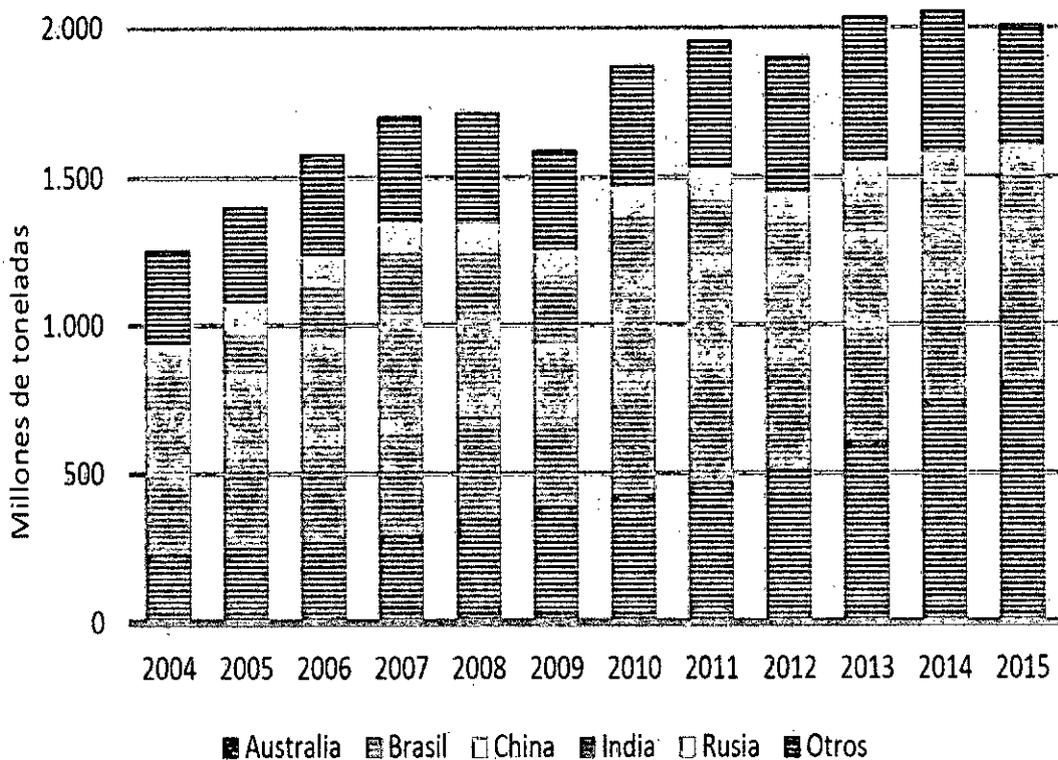
La producción mundial del mineral de hierro en el año 2015 fue de 2006 millones de toneladas, cifra que es 2.3% inferior a los 2054 millones de toneladas producidas en el año 2014, en la figura N° 5.7 se presenta la producción del mineral del hierro para los años 2004 a 2015 de Australia, Brasil, India, China y Rusia, países que son los principales productores. La tendencia en el periodo ha sido al alza, solo con excepciones en los años 2009, 2012 y como ya se mencionó, en el año 2015.

En el año 2015 la producción del hierro de china disminuyó en 37% respecto a la producción del año 2014, siendo la mayor disminución registrada en los principales países productores del mineral.

El resto de los principales países productores del hierro registraron alzas en la producción, Australia un 9%, Brasil un 6%, India 2% y Rusia un 1%.

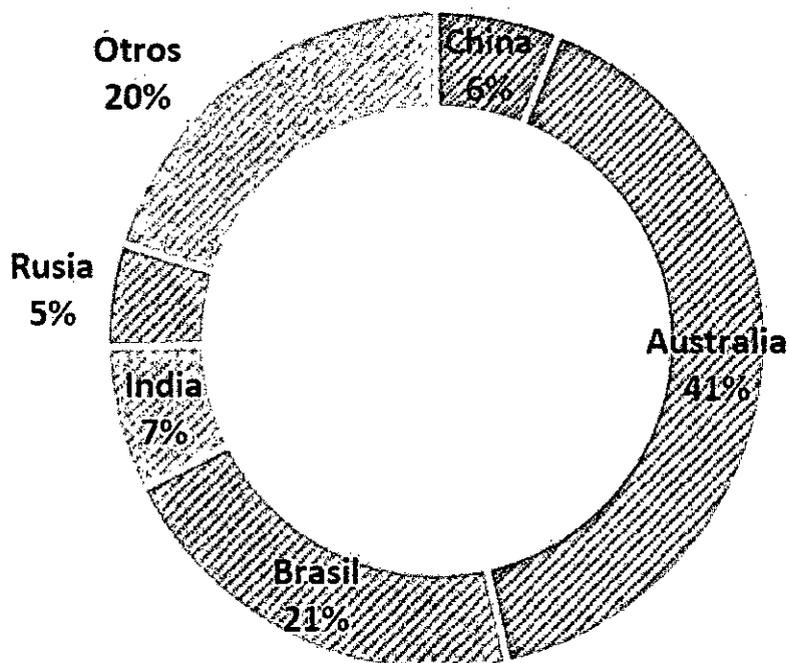
El mineral de hierro se extrae aproximadamente en 40 países, siendo los principales cinco países productores Australia con 41%, Brasil con 21%, India con 7%, China con 6% y Rusia con 5% según la figura N° 5.8, en los cuales en el año 2015 originaron aproximadamente el 80% de la producción mundial. Los países agrupados en la categoría "otros" no superan el 5% de la participación en la producción mundial del mineral de hierro.

Figura N° 5.7: PRODUCCION MUNDIAL DE MINERAL DE HIERRO 2004 - 2015



Fuente: Steel Statistical Yearbook 2016, World Steel Association

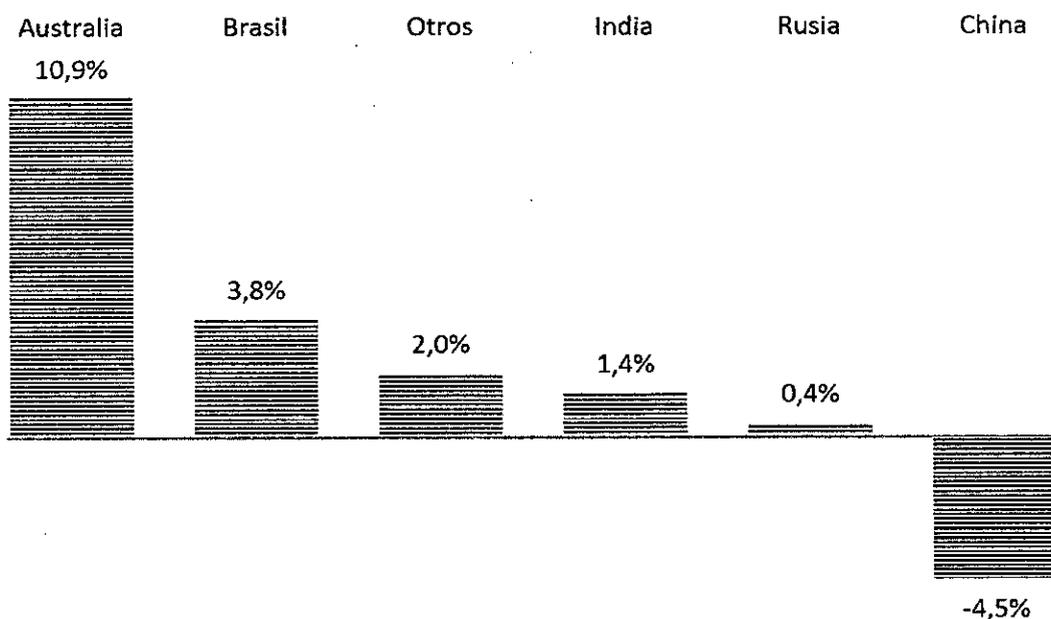
Figura N° 5.8: DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DEL MINERAL DE HIERRO 2015



Fuente: Steel Statistical Yearbook 2016, World Steel Association

A continuación en la figura N° 5.9, se presenta la tasa de crecimiento promedio de la producción del mineral de hierro entre los años 2004 y 2015 para los principales países productores, como se mencionó antes, la mayor tasa de crecimiento corresponde a Australia, que en el periodo mencionado alcanzó una tasa promedio de 10.9% destacando sobre el resto de los países. Por el contrario China en dicho periodo disminuyó su producción a una tasa promedio de 4.5%.

Figura N° 5.9: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA PRODUCCION DEL MINERAL DE HIERRO 2004 - 2015



Fuente: Steel Statistical Yearbook 2016, World Steel Association

Producción nacional del mineral de hierro

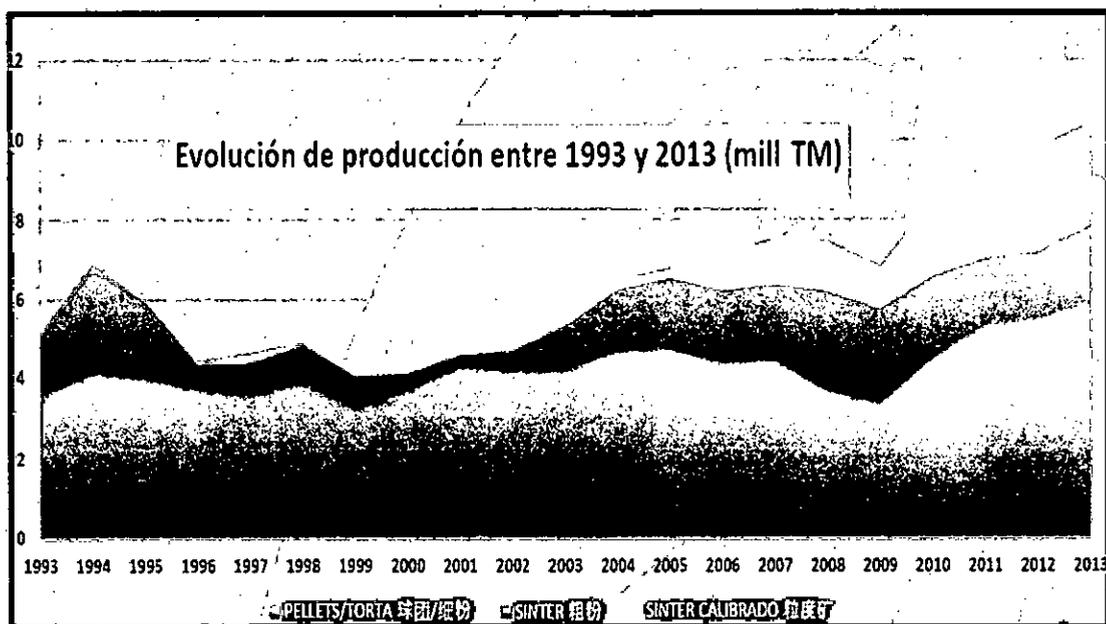
En cuanto al Perú se refiere, la producción del mineral de hierro se ha incrementado sustancialmente en los últimos años, debido a la modernización en las instalaciones, equipos y sistemas, que permitió elevar la capacidad productiva de la compañía de menos de 3 millones de toneladas en el año 1992 a 5.09 millones de toneladas en el año 1993 incrementando su producción así cada año, llegando a 9.9 millones de toneladas en el año 2012 y a 10.49 millones de toneladas en el año 2013, según figura N° 5.10.

En el Perú sólo existe una empresa productora de hierro, Shougang Hierro Perú S.A.A.

Esta empresa ofrece productos conocidos como Pellets para alto horno, Pellets para reducción directa, Alimento para pelletización, Alimento para sinterización, entre otros.

Debido a que Shougang Hierro Perú S.A.A. hasta el año 2015 sigue manteniendo su producción anual del año 2013 en 10.42 millones de toneladas, esto equivale aproximadamente al 0.52% de la producción mundial del mineral de hierro para el año 2015.

Figura N° 5.10: EVOLUCION DE LA PRODUCCION DEL MINERLA DE HIERRO EN EL PERU



Fuente: Shougang Hierro Perú S.A.A.

5.2 Análisis económico del montaje

Para la ejecución de este proyecto, CEMPROTECH realizó inversiones tanto en la ciudad de Lima como en la mina. A continuación se presentan las valorizaciones realizadas de los trabajos ejecutados:

Cuadro N° 5.1: GASTOS GENERALES EN LA CIUDAD DE LIMA Y LA MINA

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO (US\$)
1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	1	9800.00
2	DIRECCION TECNICA	4	28000.00
3	PERSONAL ADMINISTRATIVO	2	12000.00
4	PERSONAL	8	83600.00
5	EQUIPOS	5	12720.00
6	CAMPAMENTO Y VIATICOS	1	12000.00
	SUB TOTAL		158120.00
	IGV 19%		30042.80
	TOTAL GENERAL		188162.80

Fuente: Propia

Cuadro N° 5.2: COSTOS GENERALES INCURRIDOS EN EL MONTAJE

ITEM	DESCRIPTION	CANT.	PRECIO (US\$)
1	INSTALACION DE FAJA N°1	1	12200.00
2	INSTALACION DE FAJA N°2	1	13196.00
3	INSTALACION DE FAJA N°3	1	12477.00
4	INSTALACION DE FAJA N°4	1	11428.00
5	INSTALACION DE FAJA N°5	1	11477.00
6	INSTALACION DE FAJA N°6	1	9271.00
7	EQUIPAMIENTO	1	10402.00
8	SUPERVISION	1	12109.00
9	ACCESORIOS	1	11000.00
10	SERVICIO DE INGENIERIA DE CAMPO	1	9500.00
11	SERVICIO DE MONTAJE	1	38869.00
12	SERVICIO DE PRUEBAS	1	12077.00
13	SERVICIO DE PUESTA EN MARCHA	1	10740.00
	SUB TOTAL		174746.00
	IGV 19%		33201.74
	TOTAL GENERAL		207947.74

Fuente: Propia

Se presentaron en los anteriores cuadros el total de las inversiones realizadas en este proyecto.

El proyecto se realizó en dos etapas, la primera etapa corresponde al montaje del sistema de fajas del conjunto superior y la segunda etapa a las fajas del conjunto inferior.

Para las dos etapas, se licitó como un proyecto tipo llave en mano, por lo cual no se cuenta con los costos unitarios sino con un monto total para el equipamiento y para los servicios, que fueron necesarios contratar dado la magnitud de los trabajos.

Se puede observar en el cuadro N° 5.1, a detalle los gastos generales ocasionados en la ciudad de Lima y la mina, así como también en el cuadro N° 5.2, se describe el costo total incurrido en el montaje del sistema de fajas transportadoras, los cuales ascendieron a un monto total de US\$ 188162.80 y de US\$ 207947.74 respectivamente.

Finalmente el costo total que significó la instalación y montaje según el diseño requerido del proyecto del sistema de fajas transportadoras, ascendió a un monto total de US\$ 396110.54 y que CEMPROTECH le había presupuestado a la Compañía Minera Shougang Hierro Perú (SHP) para el montaje metal-mecánico un monto que ascendía a US\$ 729722.86.

Se debe considerar que todos los montos totales tienen incluido el I.G.V. de 19%, vigente en las fechas que se generaron las órdenes de compra.

Considerando lo anterior CEMPROTECH obtuvo una ganancia del 45.7 % con respecto al presupuesto a SHP.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se identificó los componentes estructurales y equipos mecánicos, correspondiente a cada una de las fajas transportadoras.
- Se revisó las dimensiones y controles principales de los componentes estructurales y equipos mecánicos, según indicación de los planos, ya que muchos componentes estructurales no estaban conforme.
- Se verificó la prueba de operatividad de montaje del sistema de fajas transportadoras con material, cumpliendo con las especificaciones del diseño.
- Se logró incrementar la capacidad productiva, en una primera etapa 10 millones de toneladas y en una segunda etapa otros 10 millones de toneladas anuales, produciendo en total un promedio de 30 millones de toneladas anuales.

6.2 Recomendaciones

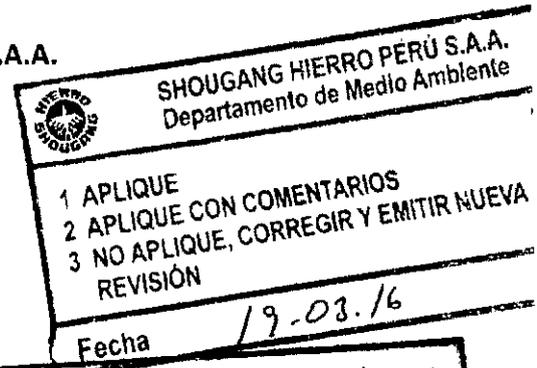
- Los problemas de la capacidad de producción, siempre se debe de analizar en conjunto con el proceso de producción, ya que estos van íntimamente relacionados y no se pueden considerar como actividades aisladas.
- Se debe de tener completamente controlada la seguridad antes de realizar los trabajos de montaje, para salvaguardar primeramente las vidas humanas y después los equipos.
- Al incrementar la capacidad productiva, se debe anticipar que repercusiones tendrá este cambio en las operaciones anteriores y posteriores, así como los beneficios y también de cómo se puede llegar a optimizar la producción.
- Para conservar el nuevo montaje adecuadamente en completo funcionamiento, se deben de aplicar los diferentes tipos de mantenimiento, que ayudaran a que esta pueda operar con una eficiencia máxima.

- GONZALES OROSCO, Elmer David. **“Diseño y Montaje de una Cinta Transportadora de Sal en la Planta de la Empresa Quimoalcali S.A. ubicada en el parcelamiento Santa Isabel Puerto San Jose”**. Tesis de grado. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007.
- HERRERA-VAILLANT STONE, Antonio Jorge. **“Diseño, Construcción e Instalación del Sistema de Bandas Transportadoras para la Codificación del Producto Terminado”**. Tesis de grado. Venezuela. Universidad Simón Bolívar. 2006.
- PUENTE SANCHEZ, Joel. **“Diseño de un transportador de carga”**. Tesis de Maestro. España. Universidad de Nuevo León. 1999.

VIII. ANEXOS Y PLANOS

- Anexo A: PETS Instalacion y Tendido de Banda
- Plano A: Plano N° 644AR1301
- Plano B: Plano N° 647AR1301
- Plano C: Plano N° 058AR1301
- Plano D: Plano N° 059AR1301

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 1 de 25		



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE OPERACIONES DE SHP de Ingeniería

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

Instalación y Tendido de Banda - Paquete 05

Fecha: 19/03/16

CÓDIGO SHP: 992664-5820-G-G-PRO-1032

CÓDIGO CONTRATISTA: PE-01/0223-P5-33

Rev.	Fecha	Emitido para:	Elaborado	Revisado	Revisado	Aprobado
6	19.03.16	Aprobación	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:
5	06.03.16	Revisión	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:
4	04.02.16	Revisión	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:
3	31.01.16	Revisión	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:
2	06.12.15	Aprobación	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:
1	01.12.15	Revisión	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:
0	16.11.15	Aprobación	Javier Llerena. Supervisor de Obra Firma:	Luis Chávez. Jefe de Obra Firma:	Paolo Guillén Cargo: Seguridad Martín Palomino Cargo: Calidad	Jean Carlo Ocaña Gte. De Construcción Firma:

EMPRESA CONTRATISTA

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 2 de 25		

CONTENIDO

ESTRUCTURA DEL PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

1. Datos Generales
2. Objetivo
3. Términos, Definiciones y Siglas
4. Marco Normativo / Documentos de Referencia
5. Campo de Aplicación
6. Procedimiento de Trabajo
 - 6.1. Actividades Previas
 - 6.2. Ejecución de la Actividad
7. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Controles
 - 7.1. Matriz IPERC
8. Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales e Impactos Ambientales.
 - 8.1 Matriz IAEI.
 - 8.2 Controles de Aspectos Ambientales Significativos.
9. Personal
10. Equipos de Protección
 - 10.1 Equipos de Protección Personal
 - 10.2 Equipos de Protección Colectivos (Señalización, delimitación, sistemas de líneas de vida)
- 11 Equipos / Herramientas / Materiales / Documentación
 - 11.1 Equipos
 - 11.2 Herramientas
 - 11.3 Materiales
 - 11.4 Equipos de emergencia
 - 11.5 Documentación
- 12 Control de Calidad
- 13 Restricciones
- 14 Anexos
- 15 Mejora Continua

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 3 de 25		

1. Datos Generales

- 1.1 Lugar donde se desarrollará la actividad:** El desarrollo del tendido de bandas se realizará en las fajas transportadoras 820-CB-110, 820-CB-120, 820-CB-130, 820-CB-140, 830-CB-110 y 830-CB-120 del paquete N°5 en las instalaciones de Shougang Hierro Perú.
- 1.2 Empresa Ejecutante:** Abengoa Perú SA.
- 1.3 Horario de Trabajo:** Se realizará en horario diurno.

2. Objetivo

El objetivo principal del presente documento es el de establecer los lineamientos para la realización de las actividades del tendido de banda para las fajas transportadoras 820-CB-110, 820-CB-120, 820-CB-130, 820-CB-140, 830-CB-110 y 830-CB-120 del Paquete N° 05, considerando los controles e inspecciones de calidad, identificando peligros y riesgos asociados e impactos ambientales. Ver esquemas de tendido en Anexo 3 y 4.

3. Términos, definiciones y siglas.

IPEC: Identificación de peligro, evaluación y controles de riesgos.

Aspecto Ambiental: Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente ya sea adverso o beneficioso como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

Soporte de Bobina: Elemento estructural diseñado y fabricado para sostener la bobina.

Bobina: Elemento estructural en la cual se enrolla la banda transportadora.

Dispositivo de Frenado: Elemento que mediante la acción fuerza mecánica, neumática o hidráulica disminuye la velocidad de un equipo en movimiento.

Camión Grúa: Equipo de carga de diversas capacidades (12-18 Ton), está compuesto por un chasis, brazo con gancho, sistema hidráulico y sistema de control eléctrico. Cuenta con funciones de elevación, transporte y carga.

Grúa Telescópica: Equipo de izaje de diversas capacidades (45-90 Ton), está compuesto por un chasis, boom, contrapeso, sistema hidráulico y sistema de control eléctrico y sistemas de seguridad. Cuenta con funciones de elevación.

4. Marco Normativo / Documentos de Referencia.

- Norma OHSAS 18001:2007.
- Norma ISO 14001.
- Ley General de Residuos Sólidos 27314.
- D.S. 040 – 2014 EM
- Ley General del Ambiente 28611.
- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo Ley N° 29783 y su Reglamento D.S. N° 005-2012-TR.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 4 de 25		

- Reglamento interno de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente de Abengoa Perú.
- DS-055-2010 EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- Especificaciones Técnicas del Proyecto.
- Diseño de Empalme por parte del fabricante.
- Planos de Obra.

5. Campo de Aplicación.

El presente procedimiento aplica atendido de banda del Proyecto: Ampliación de Shougang Hierro Perú S.A.A.- Paquete 5 que considera las siguientes Fajas Transportadoras:

- 820-CB-110 ST1000 12+6
- 820-CB-120 ST2800 12+6
- 820-CB-130 ST4000 12+6
- 820-CB-140 ST280012+6
- 830-CB-110 ST2800 12+6
- 830-CB-120 ST1000 12+6

6. Procedimiento de Trabajo.

Primera Etapa:

6.1 Actividades previas

- Se deberá verificar que se cuenten con los materiales y equipos necesarios para el tendido de banda. Ver punto 10 del presente procedimiento.
- Se dispondrá de personal capacitado y autorizado para la realización de los trabajos. Ver punto 8 del presente procedimiento.
- Se deberá verificar que todos los elementos estructurales de la faja transportadora hayan sido montados y torqueados respectivamente. Revisar los protocolos de liberación y el checklist correspondiente.
- Se deberá verificar que los equipos tales como polines de carga y retorno, poleas de cabeza y cola, poleas de las torres de contrapeso y take-up, se encuentren liberados en alineamiento y nivelación correspondiente. Revisar los protocolos de liberación y el checklist correspondiente.
- Verificar la zona donde se instalará la estructura temporal para soportar la bobina que contiene a la banda, para su respectivo tendido. Se deberá evaluar los riesgos de cada una de las zonas donde se ubicará la devanadora. Ver Anexo 2.
- Antes del tendido de la faja se deberá proteger todas las poleas por donde pase el cable acerado, el cual será utilizado para el tirado o jalado la banda. Las poleas se protegerán con paños de faja antigua existente. Realizar un checklist de protección de las poleas.
- Antes del inicio del tendido se deberá verificar que en el recorrido de la faja no existan interferencias para el avance del equipo que se encarga de tirar la banda. El equipo que se encargará de tirar la banda será una excavadora. Realizar un checklist del recorrido.
- Se deberá inspeccionar los accesorios que se utilizarán para la maniobra del jalado de la banda tales como grilletes, cable acerado, eslingas. Realizar el checklist correspondiente.
- Inspeccionar el equipo antes del jalado de la faja. El equipo seleccionado será una excavadora con la potencia necesaria para el tendido para el jalado por los lados de carga y retorno. También se hará uso de un Tirford de 5 ton para realizar el jalado de la banda en la zona de la cola (aproximación de banda hasta mesa de empalme) y posterior al empalme,

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 5 de 25		

para hacer pasar la primera punta por debajo de la torre de transferencia, luego del cual se hará uso de la excavadora para el jalado. De igual manera, en el tramo final de cada banda se hará uso del tirford de 5ton para pasar la punta de la banda del lado de retorno al lado de carga, donde se realizará el último empalme. Se deberá realizar el checklist correspondiente. Ver Anexo 8 para conocer las tensiones resultantes.

- Se deberá realizar el IPERC respectivo antes del inicio del tendido de la banda.
- Se deberá verificar que el empalme efectuado de la faja se encuentre inspeccionada y liberada antes de realizar el tirado de la banda.
- El tendido de la banda se realizará desde un nivel superior (Cola) hacia el nivel inferior (Cabeza). Para las fajas 820-CB-110, 830-CB-110 y 830-CB-120, que no cuentan con una pendiente de bajada muy pronunciada, el jalado de la banda se realizará con ayuda de una excavadora. Para las fajas 820-CB-120, 820-CB-130 y 830-CB-140, que cuentan con una pendiente de bajada pronunciada, se desenrollará desde el soporte que sostiene la bobina con la ayuda del freno instalado en la devanadora para controlar la velocidad de bajada de la banda y será sujeta por medio de frenos hidráulicos y/o mecánicos. Ver Anexo 6: Memoria de cálculo de frenos mecánicos. Ver Anexo 7: Ubicación de Frenos en tendido.
- No utilizar este procedimiento si no se encuentra aprobado para su ejecución.
- Verificar y revisar los equipos de protección personal y herramientas a usar.
- Realizar la difusión del presente procedimiento al personal involucrado en la actividad.
- Contar con equipos de comunicación como celulares, radios y movilidad.
- Conocer el Plan de Respuesta de Emergencia difundido con anterioridad.
- Se colocará la señalización respectiva al área de trabajo, antes del inicio de las actividades.

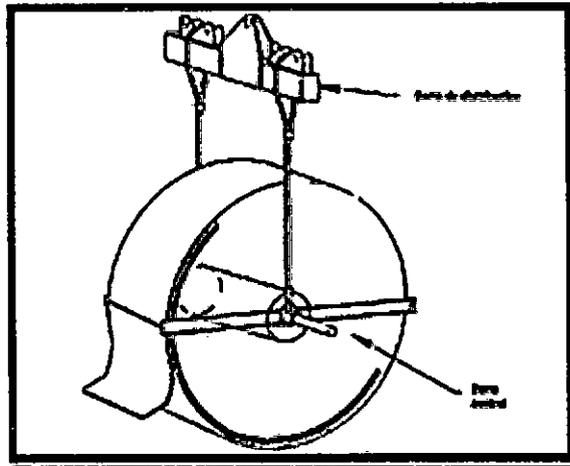
6.2 Ejecución de las actividades.

6.2.1 Colocación de Caballete Soporte de Bobina (Devanadora/Atril)

- Se verificará la zona de trabajo y se ubicará el lugar donde se posicionará el caballete (devanadora). Realizar un checklist de la zona de trabajo.
- Se procederá a la instalación de la devanadora que soportará la bobina que contiene a la faja enrollada. Para ello se utilizará una grúa o camión grúa con capacidad suficiente para la maniobra de izaje y posicionamiento. Ver Anexo 2.
- Antes de la instalación se deberá verificar la zona de trabajo, se realizará el checklist correspondiente de los equipos de izaje (grúa o camión grúa), así como también de los accesorios de izaje tales como eslingas y grilletes.
- Será el rigger encargado de realizar la maniobra, quien antes de realizar el izaje coordinará en conjunto con el supervisor de tendido de banda para el posicionamiento final de la bobina.
- Verificar que al momento de colocar la devanadora, este debe estar alineado con el eje de la estructura metálica de la faja. Realizar un checklist de alineamiento.
- Considerar que la devanadora y el eje para el desenvolvimiento de la bobina son calculados en función del diámetro de la bobina y el peso respectivo.
- Una vez colocado y centrado la devanadora, se procederá a instalar la bobina. Para ello se utilizará la grúa telescópica de 90 Ton. Las bobinas serán trasladadas desde la zona actual en donde están almacenadas (almacén Sahara y recorrido de faja 05) hacia la zona de empalme de cada una de las fajas.
- Previa coordinación con el Departamento de Almacén y Supervisión Mecánica, se procederá a la verificación de las condiciones en la cual se entrega la bobina que contiene la banda transportadora a ser montado. Se realizará una inspección visual externa de la banda. De

igual forma se realizará una inspección de la banda durante el tendido para verificar que no existan fallas (desgarros o roturas) que solo podrán apreciarse durante el desenrollado de la banda.

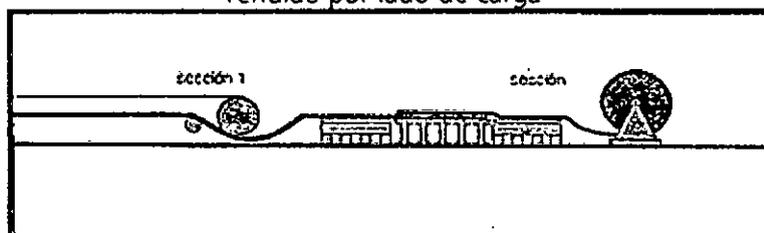
- De ser necesario se colocará una barra a través del centro de la bobina y se procederá a levantar, para trasladarlo hacia la zona de instalación, haciendo uso de *eslingas* o cables de acero que se unirá hacia una barra o viga de distribución donde se colocará el gancho de izaje de la grúa.



- Solo se usará una devanadora para el desenvolvimiento de la banda, al igual que solo se usará una mesa de empalme para el proceso respectivo.
- Una vez que el rollo se encuentre en la zona de instalación, deberá montarse el eje correspondiente para el desenrollado de la banda transportadora.
- Normalmente la banda transportadora es enrollada por el fabricante con el lado de carga hacia fuera, por ello, al realizar el tendido se deberá tener en cuenta el lado de la faja. Cuando se realice el jalado de la banda a través de los polines de carga, el desenrollo de la bobina será por la parte superior y por ende la banda deberá salir por la tangente superior de la bobina. Cuando se realice el jalado de la banda a través de los polines de retorno, el desenrollo de la bobina será por la parte inferior y por ende la banda deberá salir por la tangente inferior de la bobina.

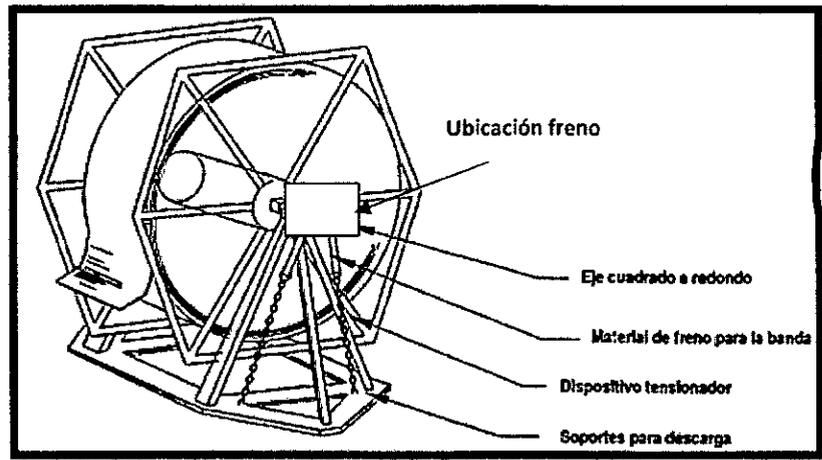


Tendido por lado de carga



Tendido por lado de retorno

- Se deberá colocar un dispositivo de freno, para controlar la velocidad de jalado de la banda y principalmente para que la bobina no se embale y se pueda desbocar del soporte.



- Considerar que el dispositivo de freno se sustentará mediante un cálculo para las condiciones de trabajo que se requieran. Ver anexo 9.

6.2.2 Tendido de Banda para el Empalme

- Luego de colocada la bobina en la devanadora y su respectivo dispositivo de freno procederemos al jalado de la banda para realizar el empalme respectivo. Cada una de las bobinas tiene una longitud aproximado de 260m. El lanzamiento de las bobinas se realizará como máximo al 10% de la velocidad de diseño de la faja, apróx. 1.5m/s. Para el caso de las fajas con pendiente pronunciada (F02, F03 y F04) se utilizará la devanadora que cuenta con un motor y su respectivo variador de velocidad, para controlar la velocidad de tirado de la banda. Para el caso de las fajas con poca pendiente se podrá o no utilizar la devanadora con el motor y variador de velocidad.
- Es recomendable que los rollos se tiendan en el transportador en la secuencia en la que fueron fabricados. Si estos presentar un sensor de corte con mayor razón deberán instalarse en forma correlativa según lo indicado por el fabricante.
- En la punta de inicio de la banda se deberá acondicionar una placa de tiro (mordaza) para ahí poder enganchar el cable acerado que trabajará a tracción el cual será conectado a la unidad o dispositivo que realizará el jalado respectivo. Antes de iniciar cualquier jalado de banda se procederá a requintar los pernos de sujeción de la placa de tiro.
- Para ajustar la banda a la planca de tiro se harán uso de pernos y placas de sujeción con los agujeros correspondientes, cuya resistencia serán debidamente sustentados por los cálculos correspondientes. Ver anexo 8
- El soltar o tirar una banda en una sección descendente o ascendente conlleva a riesgos muy grandes, ya que si la banda pierde control como consecuencia de una rotura de cable o fallo en el sistema de frenado podrá causar daños muy severos tanto a la estructura como a ella misma, es por ello que antes de iniciar la operación, todos los dispositivos usados deberán estar debidamente sustentados por los cálculos correspondientes. Ver el anexo "Memoria de Cálculo". Ahí se encontrarán las tensiones para cada una de las fajas. El Tendido se realizará desde la parte superior hacia la parte inferior, ganando la fuerza de arrastre que produce el peso propio de la bobina
- Se deberá planificar el secuenciamiento del tendido de banda. Ver Anexos 3, 4 y 7
- El dispositivo principal que realizará el jalado en las zonas de poca pendiente será una excavadora. Igualmente se utilizará un tirdorde5ton. para realizar el jalado de la punta de inicio hasta la zona de empalme. Igualmente usaremos el tirdord de 5ton. para hacer pasar la punta de la banda desde la posición de retorno a la posición de carga en la cabeza de la faja (zona de torre de transferencia). Ver siguiente esquema.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

992664-5820-G-G-PRO-1032

Rev.:6

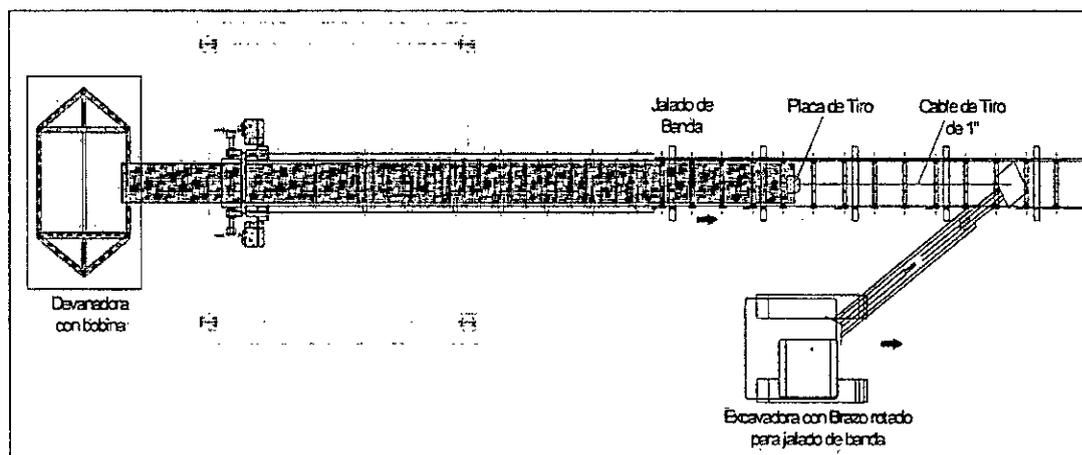
Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5

PE-01/0223-P5-33

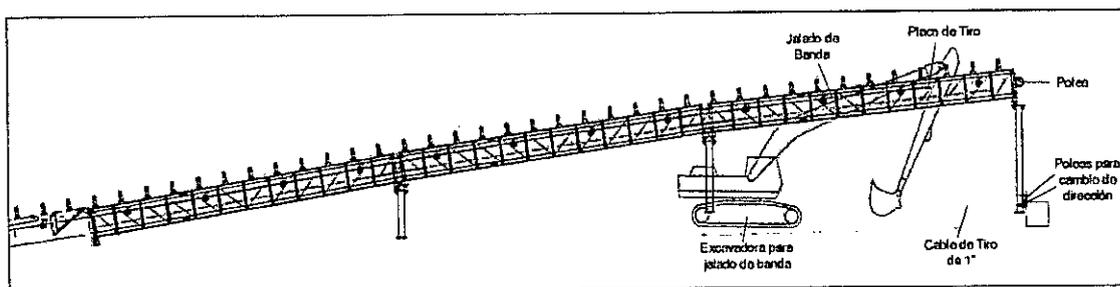
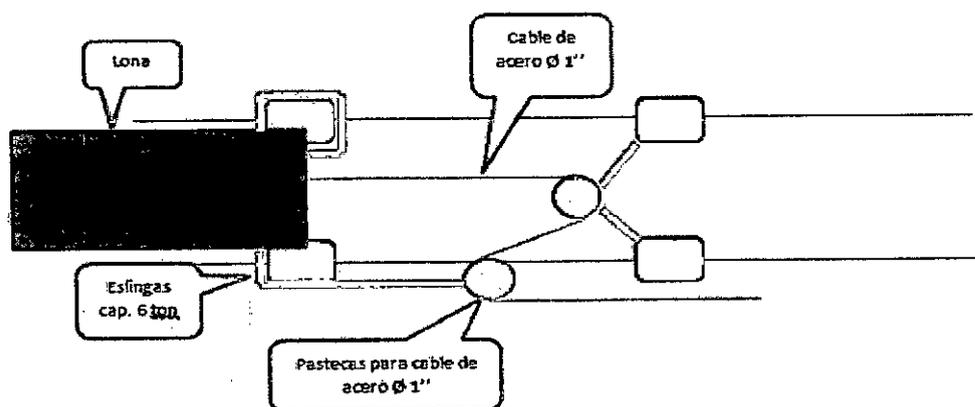
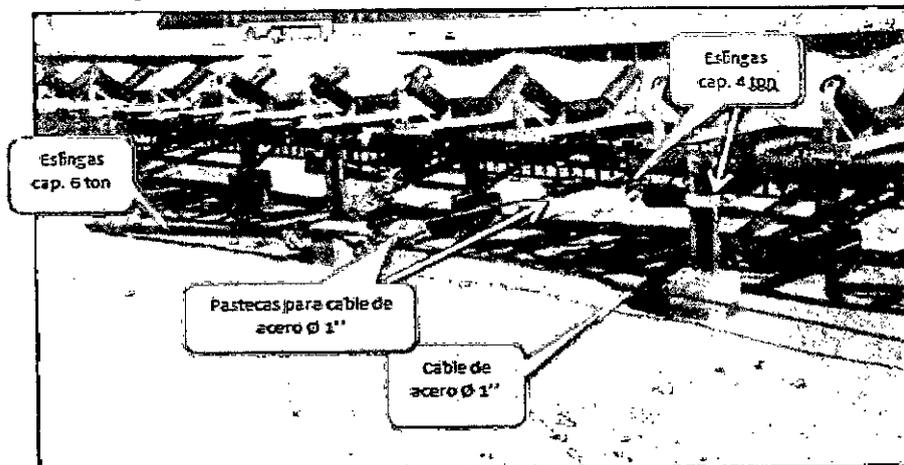
**ABENGOA
PERU**

Página: 8 de 25

- El responsable de la maniobra será el supervisor mecánico encargado de tendido de banda, se utilizará vigias para evitar el ingreso del personal ageno a la actividad.
- El supervisor estará en todo momento en comunicación con el personal vigia de la excavadora, de tal forma que guiará adecuadamente los movimientos que realice el operador del equipo el mismo que será de acuerdo como se va tendiendo la lona.
- La comunicación entre el supervisor y el personal que va haciendo el seguimiento de traslación (jalado de la lona), será por medio de radio y será constante para evitar algún incidente o accidente cuando se va realizando el jalado de la lona.
- Para relizar los cambios de posición de la maniobra de tendido, mediante comunicación por radio el supervisor hara un pare tanto para el personal que realiza el seguimiento de jalado de lona, como también con el vigia que guía al operador de la excavadora, estos trabajos serán sincronizados para evitar incidentes o accidentes durante la ejecución de la maniobra.
- Al personal que se encuentre en la devanadora de bobina, también recibirá ordenes por el supervisor mediante viaradial, para que pueda realizar un pare en los cambios de la maniobra, o en caso durante el jalado de lona puede presentarse algun defecto en la maniobra, posterior a ello se continuará con la actividad siempre con las coordinaciones y comunicación con todo el personal involucrado.



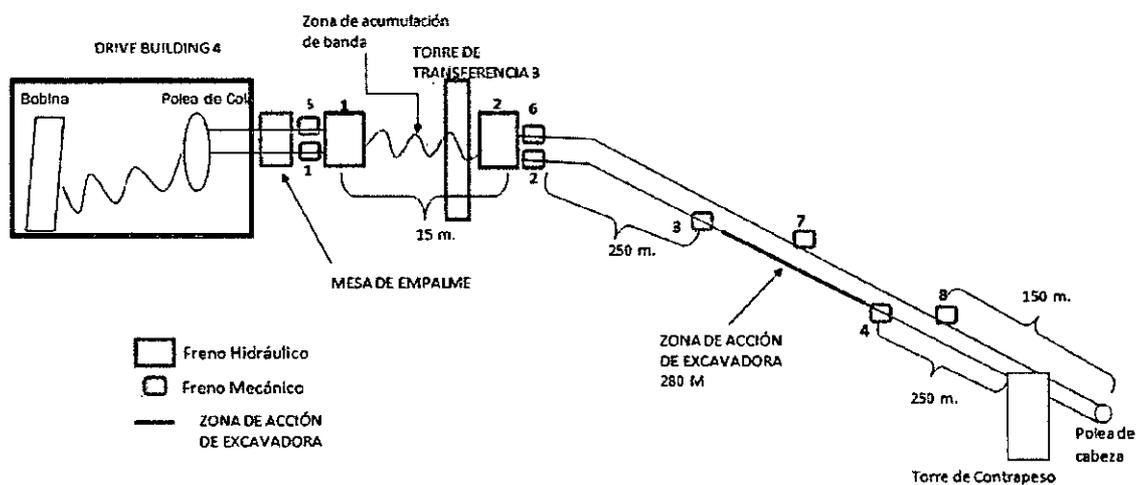
- Para el jalado de la lona con la excavadora, se colocarán eslingas en los pedestales existentes abrazando el cuadrante del pedestal, mediante las eslingas en los pedestales se colocarán las poleas de maniobra (pastecas).
- Para el caso del jalado de la banda por retorno, se hará uso de poleas (pastecas) para cambio de dirección y llevar la banda en línea recta dentro de la estructura de la faja transportadora. Ver en la siguiente imagen.

IMAGEN /ESQUEMA DEL POSICIONAMIENTO DEL JALADO DE LA LONA

- Para el caso de las fajas en las que se tenga poca pendiente, se deberá unir el cable acerado a las placas de tiro y con el equipo pesado se procederá al jalado de la banda.
- Al termino del jalado de la primera banda se procederá a sujetar la banda con unas abrazaderas de sujeción (frenos) para que esta no retroceda. Pasando la mesa de empalme se colocará un freno hidráulico y al termino se colocará un freno mecánico.

Tendido de banda FAJA N° 4 (820-CB-140)**Ubicación de frenos hidráulicos y mecánicos**

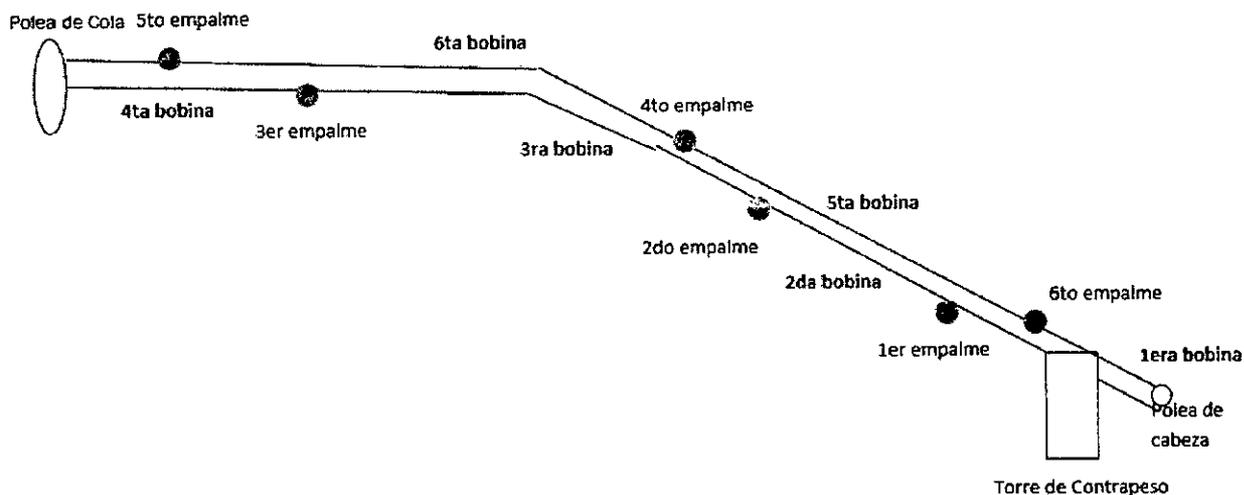
- Para el tendido de banda se usarán 2 frenos hidráulicos de capacidad 200TM cada uno y 8 frenos mecánicos, en la cual los frenos 3 y 7 se usarán para asegurar la banda cuando esté detenida.
- El freno hidráulico 1 se ubicará a 3m detrás de la torre de transferencia 3 y el freno hidráulico 2 se ubicará 5m delante de la torre de transferencia 3.
- Los frenos mecánicos 3 y 7 actuarán solo cuando la banda este detenida, la posición de estos frenos se observa en el gráfico adjunto.

**Ubicación de equipos de jalado**

- Para el jalado de banda se utilizará un tirfor de 3 tn y una excavadora marca DOSSAN.
- El tirfor estará ubicado en la zona de la torre de transferencia 3 y será sujetado a la estructura de la torre.
- La excavadora estará ubicada en la zona de los tramos elevados y overland.

Secuencia del tendido de banda

- Se lanzarán 4 bandas por la zona del retorno y 2 bandas por la zona de carga, la mesa de empalme estará entre el drive building 4 y la torre de transferencia 3 en este lugar se realizarán 5 pegas, la última pega será realizada en la zona de los overland.

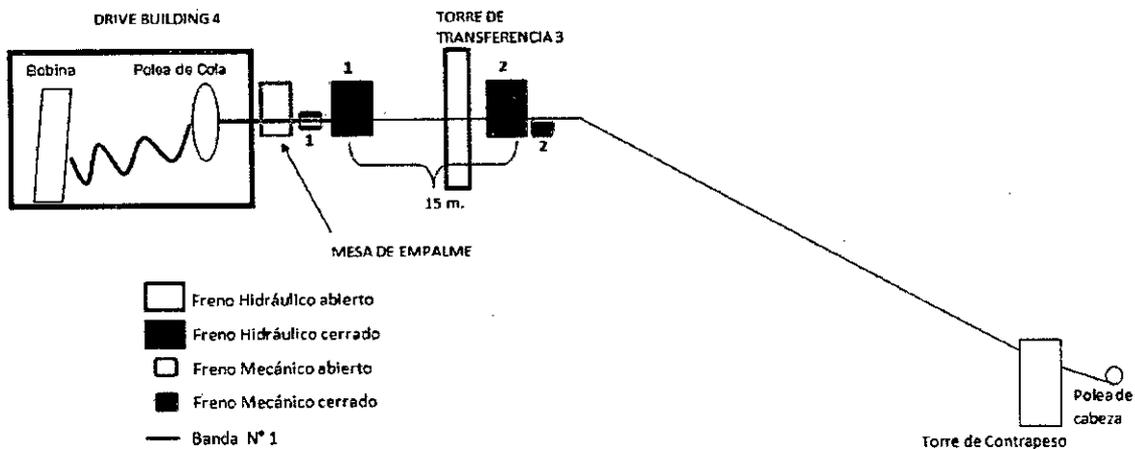


- Para la zona de retorno se realizará de la siguiente manera:

Tendido de primera y segunda bobina

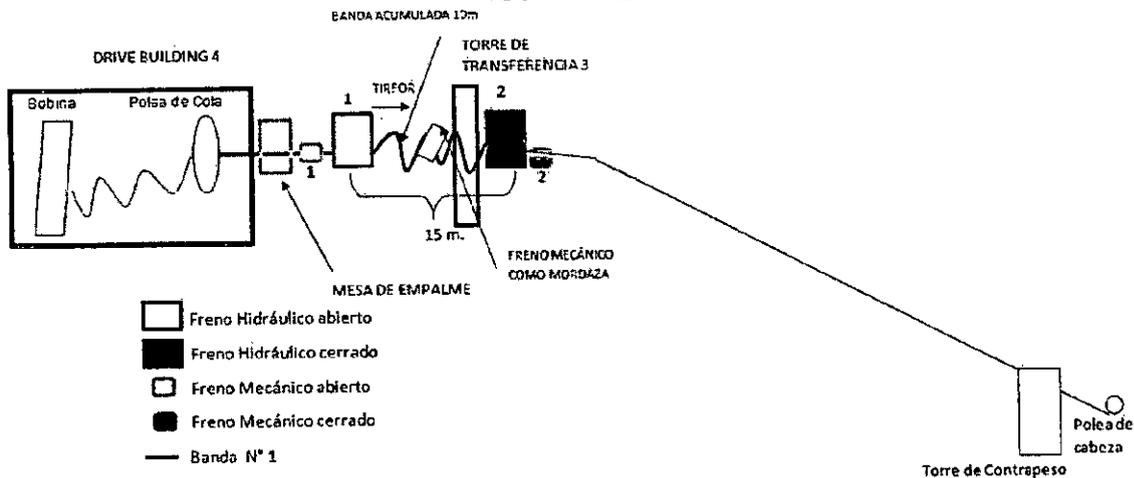
- ✓ Se empezará el tendido de banda hasta ubicar el extremo inicial al freno hidráulico N° 1.
- ✓ Se comienza con los dos frenos hidráulicos y mecánicos cerrados con la faja tendida.

FIGURA N° 1



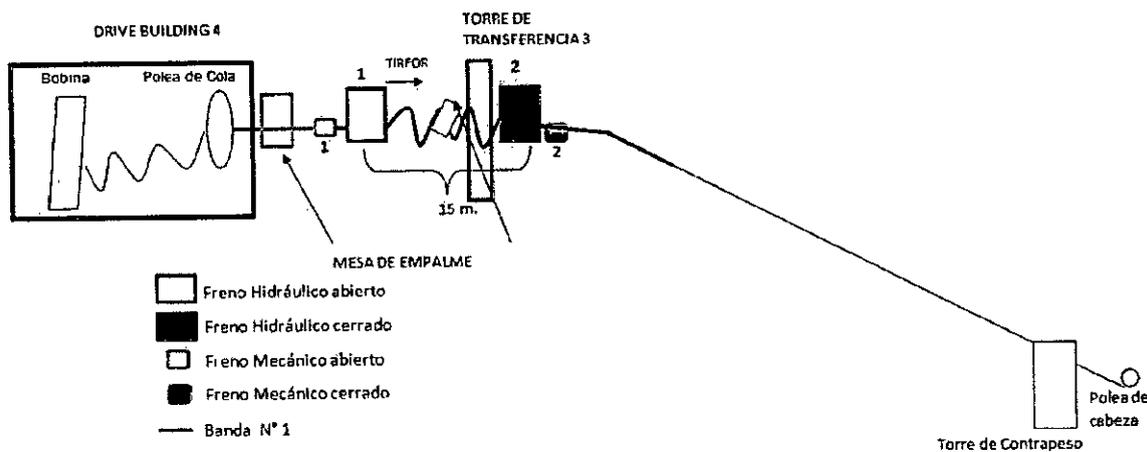
- ✓ Se abre los frenos mecánicos 1 y luego el freno hidráulico 1.
- ✓ Mediante el tirfor de 3tn se jala la banda para formar catenarias entre los polines de retorno a una velocidad de 30cm/min. Estas catenarias medirán 4 m entre polines.
- ✓ Se utilizará un freno mecánico como mordaza para jalar la banda y formar las catenarias.

FIGURA N° 2



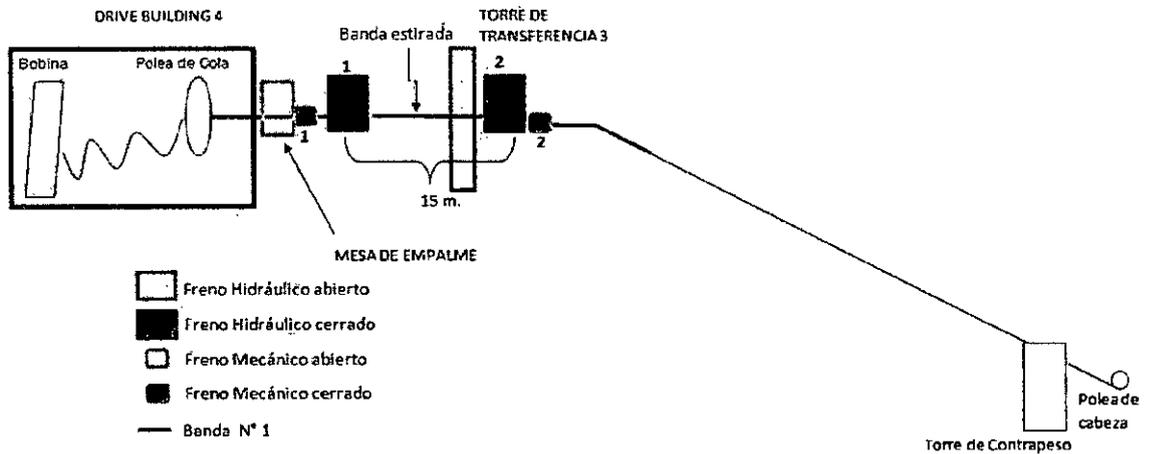
- ✓ Se cierra el freno hidráulico 1 y posteriormente el freno mecánico 1.
- ✓ Se abre el freno mecánico 2 y luego el freno hidráulico 2.
- ✓ Se dará el impulso con la excavadora para que la banda empiece a deslizarse. Utilizaremos una velocidad promedio de 5m/min que será regulada por el freno hidráulico 2.
- ✓ El freno hidráulico 2 trabajará a una presión de 140 bar siempre con una interferencia de 2 mm en la mordaza, hasta que se elimine las catenarias formadas.

FIGURA 3



- ✓ Se cierra el freno hidráulico 2 para luego cerrar los frenos mecánicos 2.
- ✓ Luego de ello se repite la secuencia de tendido.

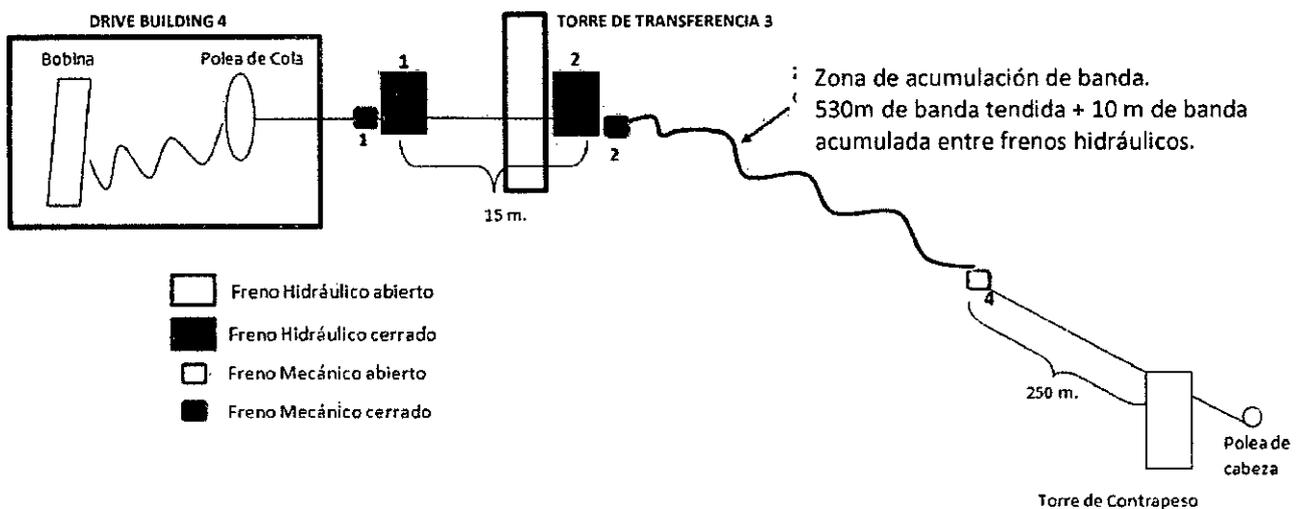
FIGURA 4



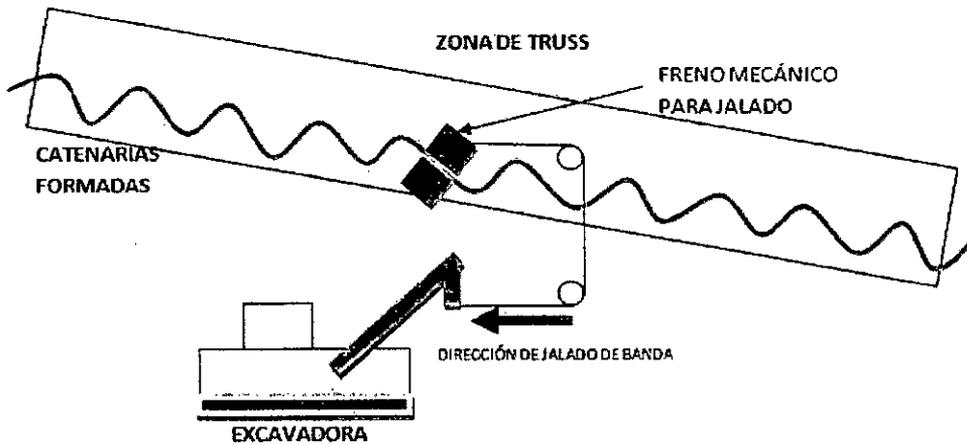
Tendido de tercera y cuarta banda

- ✓ Se agregará un freno mecánico a 250 m antes de la zona de contrapeso (zona de overlands) para soportar el peso de la banda tendida debajo de ella. Ver figura 5.
- ✓ Luego se comienza con los dos frenos hidráulicos 1 y 2 y mecánicos 1 y 2 completamente cerrados. Ver figura 1
- ✓ Se abre los frenos mecánicos 1 y luego el freno hidráulico 1. Ver figura 2
- ✓ Mediante el tirfor de 3tn se jala la banda para formar catenarias entre los polines de retorno a una velocidad de 30cm/min. Estas catenarias medirán 4 m entre polines. Ver figura 2
- ✓ Se utilizará un freno mecánico como mordaza para jalar la banda y formar las catenarias. Ver figura 2
- ✓ Se cierra el freno hidráulico 1 y posteriormente el freno mecánico 1. Ver figura 3
- ✓ Se abre el freno mecánico 2 y luego el freno hidráulico 2. Ver figura 3
- ✓ El freno hidráulico 2 trabajará a una presión de 140 bar siempre con una interferencia de 2 mm en la mordaza, hasta que se elimine las catenarias formadas
- ✓ Con el freno mecánico 4 completamente cerrado se empezará a realizar catenarias entre el freno hidráulico 2 y freno mecánico 4.

FIGURA 5

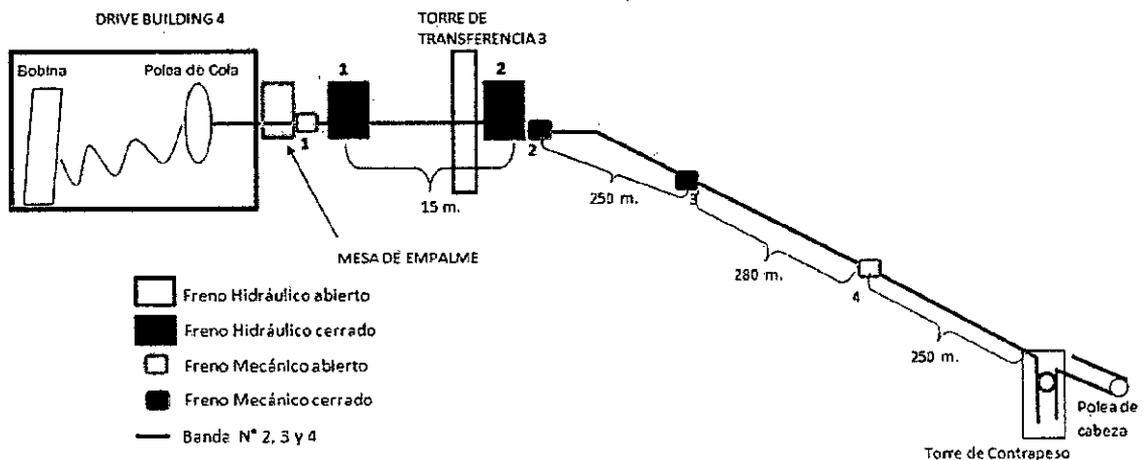


- ✓ Se dará el impulso con la excavadora para que la banda empiece a deslizarse a una velocidad promedio de 5m/min, para formar catenarias entre los frenos 2 y 4. El sistema de jalado consiste en 2 poleas que estarán ubicadas en la estructura del truss y por ella pasará un cable acerado de 1" que estará conectada con un freno mecánico ubicada en la banda tendida.



- ✓ Se cierra el freno hidráulico 2 para luego cerrar el freno mecánico 2.
- ✓ Se repetirá la secuencia de tendido con los frenos hidráulicos hasta obtener catenarias en todas las mesas que están entre los frenos hidráulico 2 y mecánico 4.
- ✓ Luego se abrirá el freno mecánico 4 y con una excavadora (ubicada en la zona de overland) se procederá a eliminar las catenarias formadas a una velocidad de 5m / min.
- ✓ Se ubicará un freno mecánico 3 cuando la banda esté parada como medida de seguridad.
- ✓ Cuando se requiera tender más banda se realizará el proceso anterior con los frenos hidráulicos.
- ✓ Seguidamente se jalará la banda hasta lograr pasar por las poleas de contrapeso con el tirfor de 3tn y/o excavadora.
- ✓ Una vez pasada la polea de cabeza se utilizara una excavadora y/o tirfor para el jalado de la banda a una velocidad de 5m/min.

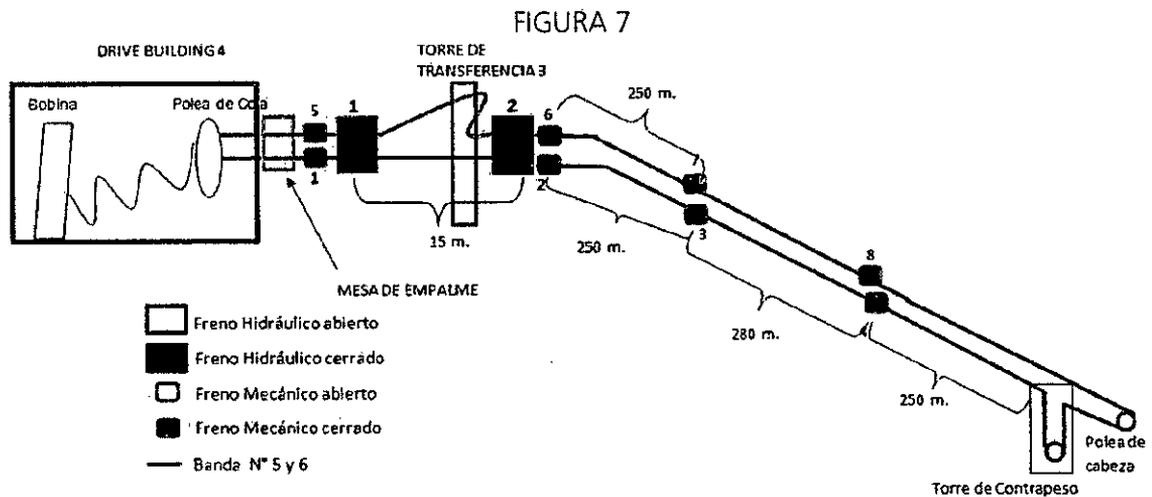
FIGURA 6



- Para la zona de carga se realizará de la siguiente manera:

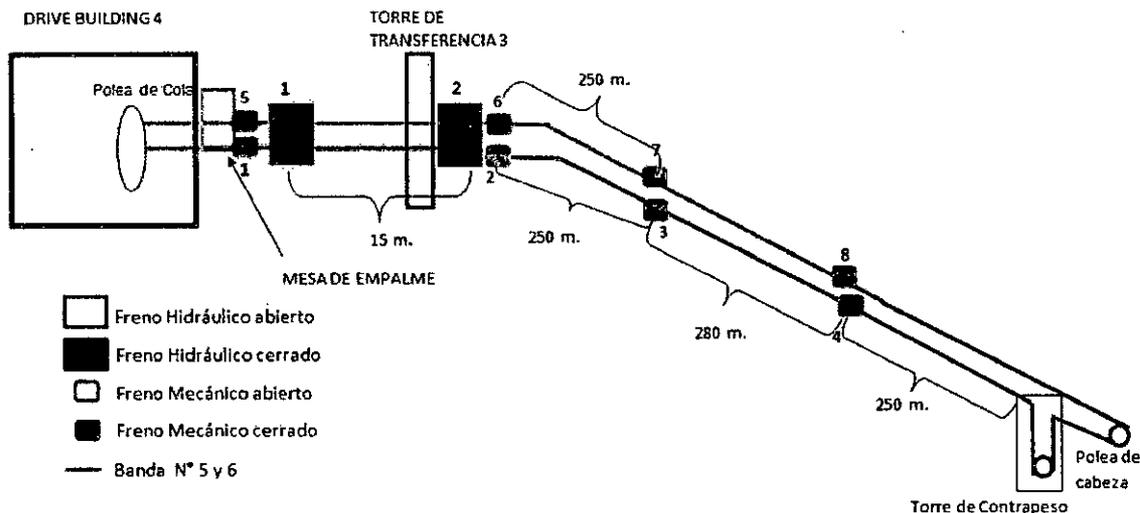
Tendido de quinta y sexta banda

- ✓ Se retiran todos los polines de impactos antes del tendido de la faja para formar una blonda de mayor tamaño
- ✓ La secuencia de actividades será como en el tendido de primera banda en zona de los overland.
- ✓ Se comienza el tendido con los dos frenos hidráulicos y mecánicos cerrados con la faja tendida.
- ✓ Se abre el freno mecánico 5 y luego el freno hidráulico 1.
- ✓ Mediante el tirfor de 3tn se jala la banda para formar una blonda entre los polines de carga a una velocidad de 30cm/min. Establonda medirá 10 m.
- ✓ Se utilizará un freno mecánico como mordaza para jalar la banda y formar la blonda.
- ✓ Se ubicara un freno mecánico 7 y 8 que se cerrarán cuando el tendido de banda esté estático.



- ✓ Se cierra el freno hidráulico 1 y posteriormente los frenos mecánico 5.
- ✓ Se abre el freno mecánico 6 y luego el freno hidráulico 2.
- ✓ Se dará el impulso con la excavadora para que la banda empiece a deslizarse. Utilizaremos una velocidad promedio de 5m/min.
- ✓ El freno hidráulico trabajará a una presión de 140 bar con una interferencia de 2 mm en la mordaza, hasta que se elimine la blonda formada.
- ✓ Se cierra el freno hidráulico 2 para luego cerrar el freno mecánico 6.
- ✓ Luego de ello se repite la secuencia de tendido.
- ✓ Cuando se culmine el tendido de la quinta banda se ubicará un freno mecánico 7 a 250 m del freno hidráulico 2.
- ✓ Se formarán las catenarias entre los frenos hidráulico 2 y mecánico 7, teniendo éste último cerrado.
- ✓ Se agregará otro freno mecánico 8 para asegurar el tendido de la sexta faja, ésta estará ubicada a la misma distancia del freno mecánico 4.
- ✓ Se culmina el tendido cuando se juntan los extremos de la quinta y sexta banda.

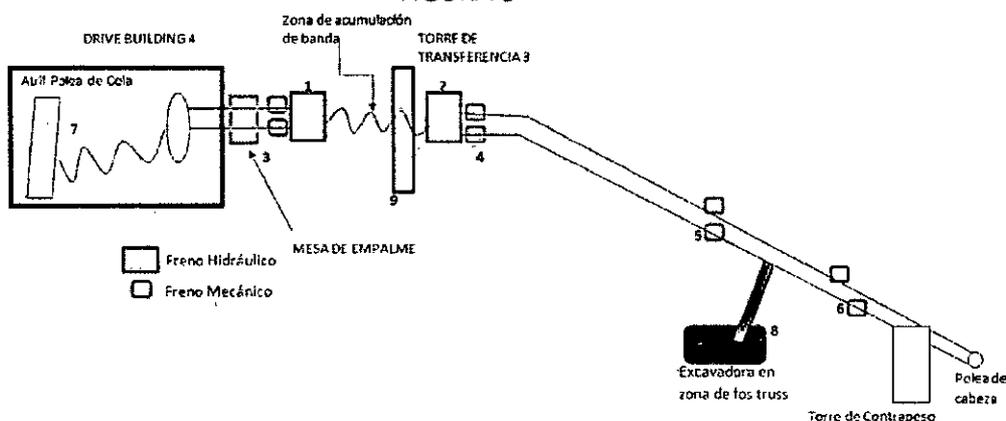
FIGURA 8



Disposición de personal

- ✓ La disposición del personal que participarán en el tendido de banda se detalla a continuación:
 1. 01 Operador de freno hidráulico 1 – asistente de freno hidráulico 1
 2. 01 Operador de freno hidráulico 2 – asistente de freno hidráulico 2
 3. 02 Operadores del freno mecánico 1 / 5
 4. 02 Operadores del freno mecánico 2 / 6
 5. 02 Operadores del freno mecánico 3 - 7
 6. 02 Operadores mecánicos de 4 - 8
 7. 01 Operador del freno del atril
 8. 01 Operador de excavadora
 9. 01 Supervisor Mecánico de la maniobra.
- ✓ El responsable de la maniobra será el supervisor mecánico encargado de tendido de banda, se utilizará vigias (02) ubicados en la entrada de la torre 3 y la excavadora, para evitar el ingreso del personal ajeno a la actividad.
- ✓ El supervisor estará en todo momento en comunicación con el personal involucrado en la maniobra.
- ✓ La comunicación entre el supervisor y el personal involucrado en la maniobra, será por medio de radio y será constante para evitar algún incidente o accidente cuando se realiza el jalado de la banda.

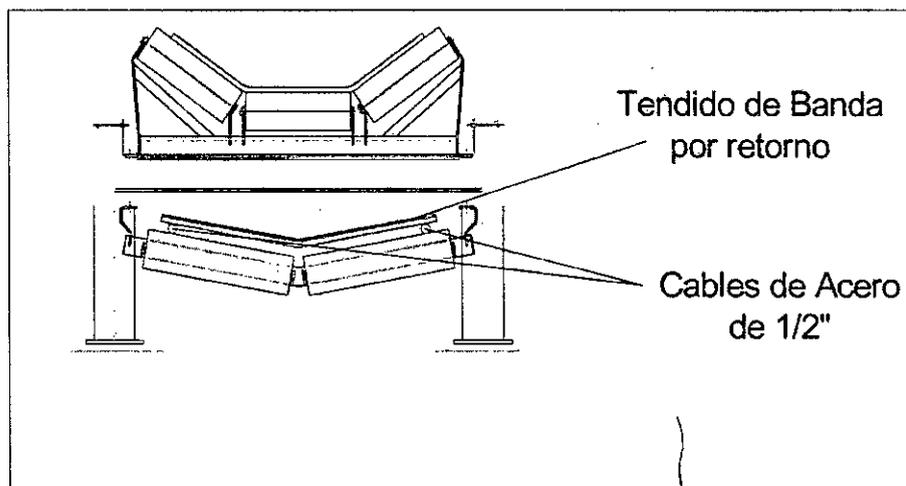
FIGURA 9



PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 17 de 25		

Para las fajas 820-CB-110 / 820 - CB-120 / 830-CB-110 / 830-CB-120

- Para evitar el atascamiento de la banda durante el tendido, el personal que esta realizando el seguimiento en el tendido del tramo, usará palancas de madera para levantar las puntas entre la lona en caso de atascamiento entre los polines y continuar con el desplazamiento de la lona siempre con las coordinaciones y comunicaciones respectivas para evitar incidente o accidente del personal.
- En las pendiente pronunciadas, de la misma forma se realizará el tendido, reforzando las pastecas con eslingas de mayor capacidad
- El tendido de la banda se iniciará por el lado de retorno y una vez finalizado las bobinas por retorno, se procederá a realizar el lanzamiento de la banda por el lado de carga. Ver anexos 3 y 4.
- A medida que se alimenta la banda en el sistema, se tiende a acumular tensión en el extremo del rollo debido al peso de la banda sobre la pendiente. Es por ello que se requiere el dispositivo de sujeción en la zona del desenrollo. Se colocarán dispositivos de sujeción adicionales a medida que se va lanzando la banda. Estos dispositivos de sujeción serán mecánicas y se irán instalando de forma gradual en los lados de retorno y carga. Ver Anexo "Memoria de Cálculo". Ahí se encontrará las tensiones de tirado.
- Para el jalado de la banda en posición de retorno se hará uso de un sistema de poleas el cual tirara de la banda mediante cable de acero que irá jalando a una velocidad de 1.5 m/s una excavadora seleccionada. Así también se colocarán cables de acero a lo largo de los polines de retorno para que sirvan como guía al momento del jalado. Ver esquema.



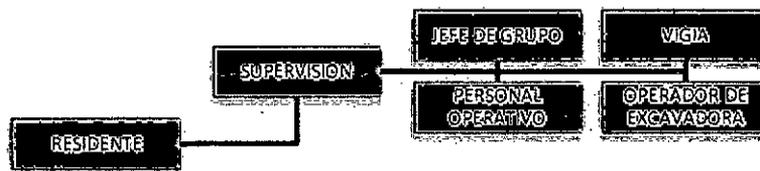
- En el caso de las poleas que se encuentren en las torres Take-up, estas deberán ser revestidas con geomembrana, caucho sobrante de la faja o algún otro material, para proteger de algún daño que pueda producir el cable de jalado al revestimiento de la polea.
- Antes de iniciar el empalme de la faja se realizará un pre tensado para facilitar el posicionamiento correcto y eliminar la catenaria que pudiera existir. Esto será realizado con la ayuda de un tirdor de 5ton.
- Terminado el proceso del empalme de la faja y luego del vulcanizado correspondiente se procede a realizar el jalado de la banda, para ello el departamento de calidad deberá verificar que esta se hay realizado correctamente y se cuente con los protocolos respectivos.
- El operador del equipo que tirará la banda deberá estar en constante comunicación con el personal que se encuentra en la zona de empalme. Verificada que no existan interferencias en el camino o alguna observación se procederá al jalado de la faja.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 18 de 25		

- Para ello se utilizará una excavadora para tirar de la banda. Igualmente se utilizará un tirford de 5ton. para realizar el jalado de la punta de inicio hasta la zona de empalme. Igualmente usaremos el tirford de 5ton. para hacer pasar la punta de la banda desde la posición de retorno a la posición de carga en la cabeza de la faja (zona de torre de transferencia).
- Terminado de jalar la banda (lanzamiento de bobina), se procede con el ajuste del dispositivo de sujeción de la banda (frenos mecánicos), tanto al final (donde se encuentra el equipo de jalado) como al inicio (donde se encuentra la zona de desenrollo) para evitar que la banda se desplace.
- Se procede a colocar otra bobina y se realizan los pasos anteriores para pasar al proceso del empalme correspondiente.
- Antes de pasar la banda por las zonas de los contrapesos (F02,F03,F04,F06) y take-up carriage (F01,F05) se deberá colocar a 1 metro lineal de la posición inicial del diseño. Para conocer la posición inicial verificar los siguientes planos del vendor: 108AR1301_Rev1; 243AR1301_Rev1; 373AR1301_Rev1; 511AR1301_Rev1; 647AR1301_Rev1 y 800AR1301_Rev0; en donde se encontrarán las posiciones de inicio de cada uno de los sistemas mencionados.
- Una vez realizado el tendido de todas la bandas tanto por carga como por retorno se procederá a realizar el penúltimo empalme en la zona inicial de la mesa de empalme.
- Finalizado el penúltimo empalme se procederá a realizar el cambio de zona de empalme desde el inicio de la faja (Cola) hacia la zona final (Cabeza), donde se realizará el último empalme correspondiente. Se deberá verificar que la posición de la banda sea la correcto.
- Antes del inicio del traslado de la carpa y mesa de vulcanizado se procederá a tensar la faja, para ello como primer paso se iransoltandogradualmente los frenos mecánicos que se ubican en el lado de retorno hasta verificar que la banda se desplace por si misma. Una vez verificado que la faja se ha desplazado por el propio peso de la misma, se espera un pequeño lapso de tiempo para que la faja se tense y se procede a volver a ajustar los frenos mecánicos del lado de retorno. Con ello la faja quedará tensada en el lado de retorno. Durante esta actividad los frenos mecánicos en el lado carga seguirán ajustados.
- Luego de ello se procederá a soltar los frenos mecánicos por el lado de carga gradualmente hasta ver que la faja empieza a desplazarse por su propio peso y de esa forma se realizó el tensionamiento. Luego de ello se volverá a ajustar las frenos mecánicos por el lado de carga. Finalizado ello ambas puntas del empalme quedarán listas para realizar el último empalme.
- Ya trasladados la carpa y la mesa de empalmese da inicio para proceder con el último empalme de la banda. Este será realizado en el lado de cabeza de la faja (zona de torre de transferencia).
- Como se indico líneas arriba con ayuda de un tirford de 5ton. se procede a hacer pasar la punta sobrante del lado de retorno hacia el lado de carga y poder traslapar las bandas lanzadas por carga y retorno.
- Una vez traslapada los extremos de la banda, se procederá a realizar el ultimo empalme de la faja.
- Una vez terminado el proceso del empalme se retirarán los dispositivos de sujeción (frenos mecánicos), soportes y demás equipos auxiliares que se utilizaron para el tendido de la banda.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 19 de 25		

ESQUEMA DEL FLUJO DE COMUNICACION



7. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos y Controles

7.1 Matriz IPERC

Se adjunta cuadro en anexos N° 1.1.

8. Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales e Impactos Ambientales

8.1 Matriz IAEI

Se adjunta cuadro en anexos N° 1.2.

8.2 Controles de Aspectos Ambientales Significativos.

Se adjunta cuadro en anexos N° 1.3

9. Personal.

9.1. Personal Directo e Indirecto.

- Ingeniero Residente.
- Supervisor de Obra.
- Supervisor Mecánico.
- Supervisor de QC/QA.
- Supervisores SSOMA
- Operarios Mecánicos
- Operador de Grúa y/o Camión Grúa
- Rigger Calificado.
- Oficiales.
- Ayudantes.

9.2. Responsabilidades

Gerente de Construcción/Residente de obra

- Previo al desarrollo de las actividades gestionar todo los recursos necesarios para que no existan interrupciones durante los trabajos.
- Previo al inicio de las actividades revisar los procedimientos, permisos, etc. estén aprobados.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 20 de 25		

- Vigilar y controlar el desarrollo de las actividades en sus aspectos de calidad, costo, tiempo y apego a los programas de ejecución de los trabajos de acuerdo con los avances, recursos asignados, rendimientos y consumos pactados.
- De ser necesario deberá tomar las decisiones técnicas correspondientes y necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, debiendo resolver oportunamente las consultas, aclaraciones, dudas que se presenten.
- Dar las autorizaciones necesarias para el comienzo de las actividades descritas en el presente procedimiento, así como la finalización de la misma.

Supervisor de Obra / Mecánico

- Coordinar y vigilar que las actividades descritas en el presente procedimiento se realicen según lo que describe.
- Realizar el análisis de riesgos para la actividad.
- Proporcionar indicaciones oportunas, eficaces y aptas al residente de la obra.
- Realizar el debido control de maquinaria, equipos y herramientas dispuestos para las actividades.
- Capacitar a los trabajadores en el presente procedimiento.
- Documentar la actividad realizada completando los protocolos de calidad adecuadamente.

Ingeniero Calidad

- Coordina con el ingeniero residente, supervisión y seguridad la ejecución de los procedimientos de control.
- Verifica el desarrollo de las actividades del empalme y tendido de la faja (control dimensional, inspección visual, dureza del jebe).
- Preparar registros de No Conformidad al verificar trabajos mal ejecutados, equipos y materiales defectuosos.
- Verificar que los trabajos se realicen siguiendo los procedimientos y normas establecidas según las especificaciones técnicas del proyecto.
- Mantener el control permanente sobre los documentos y datos del proyecto, para garantizar que solamente se utilicen aquellos que estén vigentes.

Supervisor seguridad y salud en el Trabajo (SST)

- Supervisar que todo el trabajo cumpla con los requisitos y normas establecidas en el presente procedimiento.
- Monitorear constantemente y corregir las conductas de riesgo de las actividades establecidas en el presente procedimiento, dado el caso ordenar la paralización hasta que se tomen las medidas de control necesarias frente a actividades riesgosas que no se cuenten en el procedimiento de seguridad previamente establecido para su ejecución o vulneren los establecidos.
- Realizar el análisis de riesgos para la actividad en conjunto con el residente y supervisores.
- Supervisar la correcta elaboración de los registros de seguridad y salud en el trabajo (IPERC, PETAR, ATS).
- Estar atento a las sugerencias, recomendaciones o quejas de los trabajadores a cargo de las actividades en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Supervisor de Medioambiente

- Supervisar que todo el trabajo cumpla con los requisitos y normas establecidas en el presente procedimiento.
- Monitorear constantemente, identificar los aspectos e impactos ambientales, dado el caso ordenar la paralización hasta que se tomen las medidas de control necesarias para mitigar cualquier daño al Medioambiente que se pueda presentar.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 21 de 25		

- Velar por el uso responsable de los recursos (materias primas) a utilizar
- Informar e instruir periódicamente al personal en diferentes aspectos de la protección ambiental.
- Estar atento a las sugerencias, recomendaciones o quejas de los trabajadores a cargo de las actividades en materia de Medioambiente.

Trabajadores

- No cruzar por las áreas donde se realizan labores del tendido de la faja.
- Cumplir estrictamente el contenido del presente procedimiento ejecutivo para la actividad.
- No realizar ninguna actividad, ni operar ningún equipo si no está debidamente capacitado y autorizado.
- Ejecutar todas las actividades encomendadas de acuerdo con lo señalado en el presente procedimiento ejecutivo.
- Asistir a sus labores en forma adecuada y con puntualidad, sin haber ingerido bebidas alcohólicas y/o drogas.
- Informar a su jefe inmediato de cualquier dolencia o afección personal que pudiera poner en riesgo la labor prevista a realizar en el día.
- Informar inmediatamente a su jefe inmediato, sobre la ocurrencia de incidentes, actos y condiciones sub estándares y/o desviaciones en el proceso.
- Verificar el correcto estado de operatividad de los equipos que le asignen para la realización de la actividad.
- Utilizar correctamente y en forma permanente sus EPP's
- Delimitar el área de trabajo con cintas de señalización, previo al inicio de las actividades.

10. Equipos de Protección

10.1. Equipos de Protección Personal.

Es obligatorio el uso de Equipo de protección personal según el estándar de Abengoa Perú, normas nacionales e internacionales; los cuales estarán compuestos por:

- Casco de seguridad con barbiquejo que cumplan con la norma ANSI Z89.1 2003.
- Guantes de hilo conforme a la norma ANSI Z49-1-94.
- Uniforme completo.
- Lentes de seguridad que cumplan con la norma ANSI Z87.1.
- Protección anticaída según normativa ANSI Z359.
- Protección Solar.
- Protección respiratoria.
- Protección Auditiva

10.2. Equipos de Protección Colectivos.

- Malla y cintas de señalización preventiva y de prohibición.
- Conos de señalización, tacos, extintor, etc.).
- Tranqueras.

11. Equipos/ Herramientas /Materiales / Documentación.

11.1. Equipos.

- Grúa de 90Ton y/o Camión grúa de 18Ton
- Excavadora Doosan 340CL
- Tirford de 5 ton
- Iluminación - Reflectores.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 22 de 25		

- Linternas

11.2. Herramientas.

- Sogas de nylon de 5/8" de longitud requerida.
- Cables de acero (estrobos de 5/8" de long. requerida)
- Cables de acero (estrobos de 3/4 de long requerida).
- Eslingas de 2 ton.
- Eslingas de 4 ton.
- Teche ratchet de 1.5 ton.
- Tecele cadena de 3.0 ton.
- Grillete tipo lira de 3/4"
- Grillete tipo lira de 5/8"
- Punzones mecanizados de 5/8"
- Punzones mecanizados de 3/4"

11.3. Materiales.

- Combustibles
- Agua potable

11.4. Equipos de Emergencia.

Durante la ejecución de las actividades a desarrollar, se tendrá el siguiente equipamiento en el frente de obra:

- Botiquín de primeros auxilios
- Collarín, férulas
- Tabla rígida para evacuación
- Personal con conocimiento de primeros auxilios.
- Camioneta permanente durante la jornada
- Kit Antiderrame

11.5. Documentación.

- Planos aprobados del diseño de empalme de faja.
- Manuales del Vendor
- Procedimientos Ejecutivos Vigentes.
- PETAR para trabajos de izaje.
- PETAR para trabajos de Altura
- IPERC continuo.
- Plan de izaje.
- Inspección de accesorios de izaje.
- Inspección de equipos de protección de caídas.

12. Restricciones

Todo personal que realice trabajos en esta actividad y de acuerdo a los trabajos que realicen, no podrán ingresar si no cuentan con lo siguiente:

- Con EPP adecuados para la labor de esta actividad.
- Permisos y capacitación para operar equipos de Poder.
- Documentación y permisos para realizar trabajos en altura.

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 23 de 25		

- Documentación y permisos para realizar trabajos de Izaje.

13. Anexos.

Anexo	Código	Nombre	Archivo
Anexo 1.1	FGS-02	Matriz IPERC	 Copia de IPERC Instalación y tendido
Anexo 1.2	R20-002-13	Matriz de IAEI	 Matriz IEAA Tendido de Banda.x
Anexo 1.3	R14-002-09	Controles de Aspectos Ambientales Significativos	 Controles de Aspectos Ambientales
Anexo 2		Posición de Devanadora y Mesa de Empalme	 2. Posición de Devanadora y mesa c
Anexo 3		Secuencia de Lanzamiento de Bobinas Faja 01	 Tendido de Banda F01.pdf
Anexo 4		Secuencia de Lanzamiento de Bobinas Faja 02	 Tendido de Banda F02.pdf
Anexo 5		Secuencia de Lanzamiento de Bobinas Faja 03	 Tendido de Banda F03.pdf
Anexo 6		Secuencia de Lanzamiento de Bobinas Faja 04	 Tendido de Banda F04.pdf
Anexo 7		Secuencia de Lanzamiento de Bobinas Faja 05	 Tendido de Banda F05.pdf
Anexo 8		Secuencia de Lanzamiento de Bobinas Faja 06	 Tendido de Banda F06.pdf
Anexo 9		Disposición de Frenos en Faja 01	 Posición Frenos F01.pdf

PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 24 de 25		

Anexo 10	Disposición de Frenos en Faja 02	 Posición Frenos F02.pdf
Anexo 11	Disposición de Frenos en Faja 03	 Posición Frenos F03.pdf
Anexo 12	Disposición de Frenos en Faja 04	 Posición Frenos F04.pdf
Anexo 13	Disposición de Frenos en Faja 05	 Posición Frenos F05_1.pdf  Posición Frenos F05_2.pdf
Anexo 14	Disposición de Frenos en Faja 06	 Posición Frenos F06.pdf
Anexo 15	Memoria de Cálculo de Todas las Fajas	 Memoria de Calculo Todas las Fajas.pdf
Anexo 16	Memoria de Cálculo de Eje de BeltWinder	 MEMORIA DE CÁLCULO DEL EJE DE
Anexo 17	Memoria de Freno de BeltWinder	 MEMORIA DE CALCULO FRENO DE
Anexo 18	Memoria de Cálculo de Mordazas Freno Hidráulico F04	 Memoria de Cálculo de Mordazas F04.dc
Anexo 19	Memoria de Cálculo de fuerza y velocidad de embalamiento F04.	 Fuerza de Embalamiento.xlsx
Anexo 20	Fuerza estática de Banda F04	 FUERZA DE BANDA.xlsx

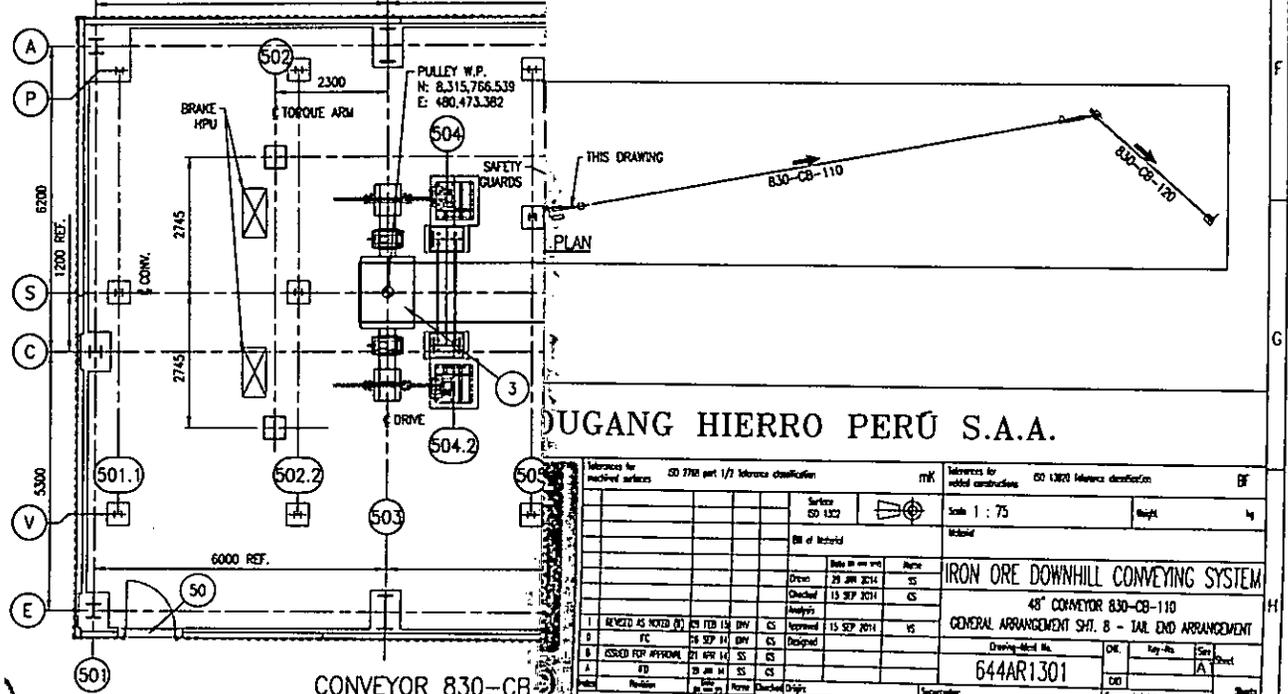
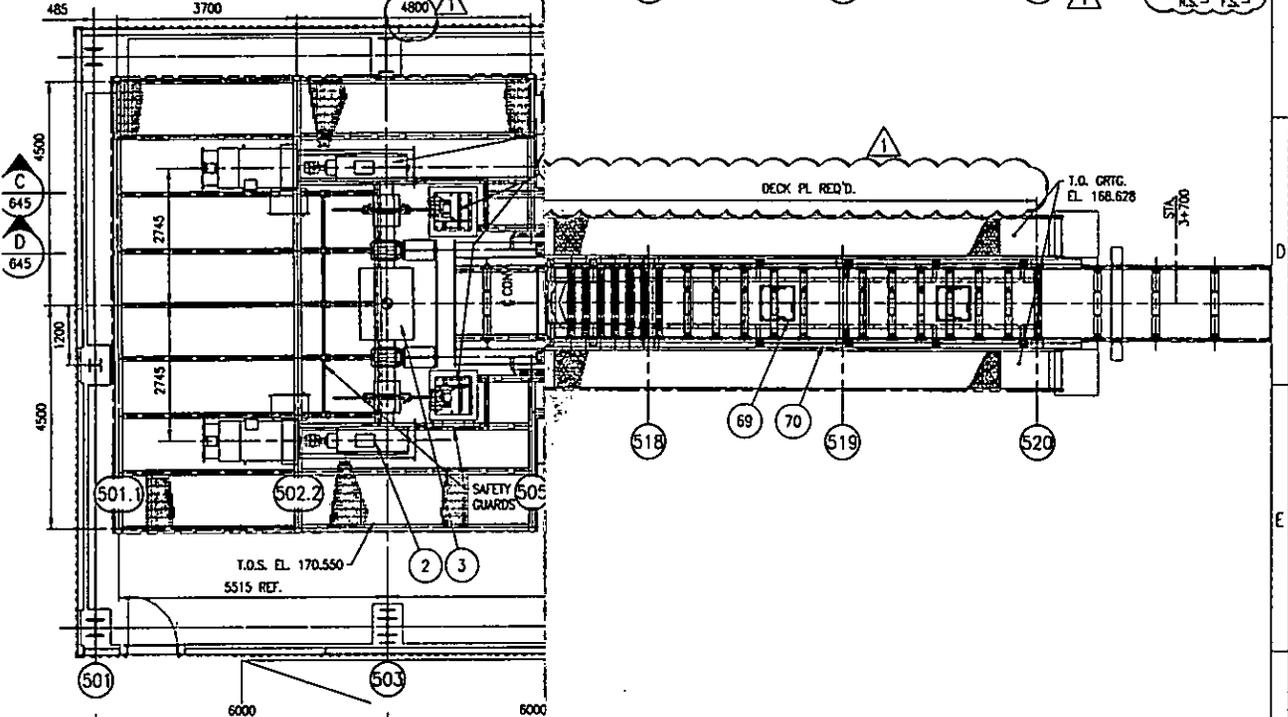
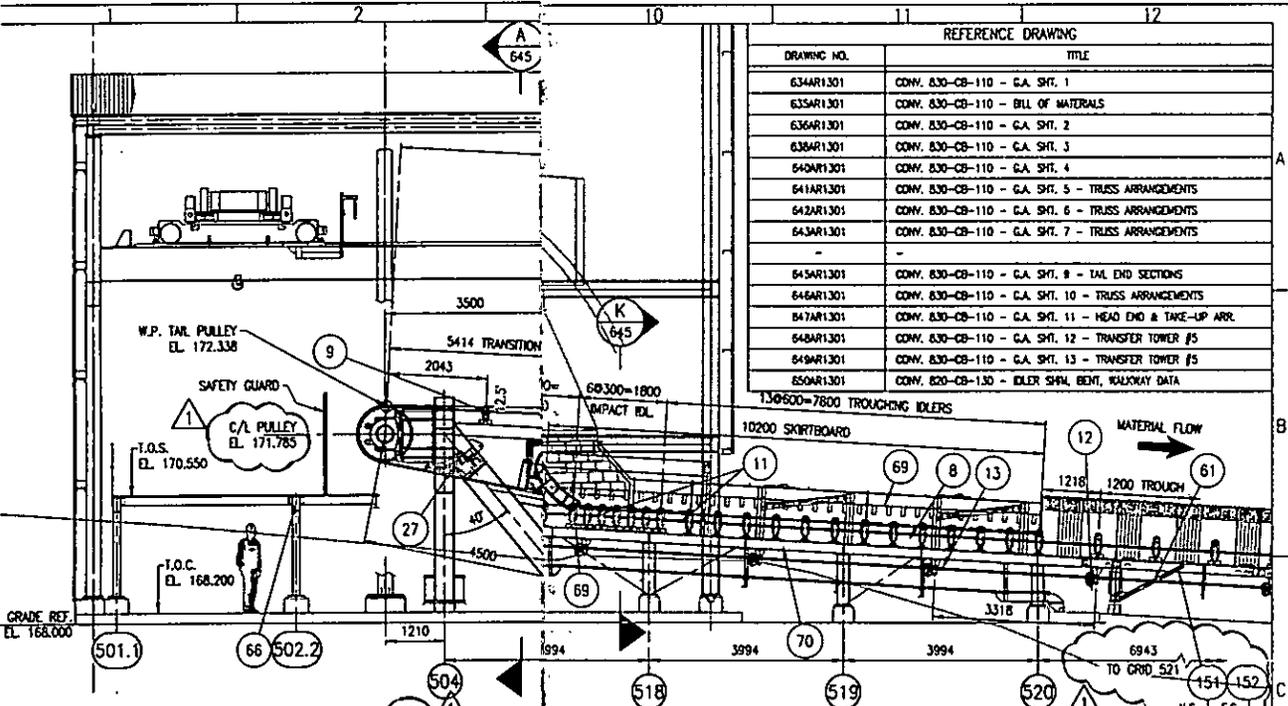
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO Descripción: Instalación y Tendido de Banda – Paquete 5	992664-5820-G-G-PRO-1032	Rev.:6	ABENGOA PERU
	PE-01/0223-P5-33		
	Página: 25 de 25		

Anexo 21		Cálculo Freno Mecánico F04	 Cálculo Freno Mecánico F04.docx
Anexo 22		Memoria de cálcula de Mordaza reforzada	 Memoria de Cálculo Deflexión de Mordaza
Anexo 23		Calibración de manómetros	 Certificado de Manómetro.pdf
Anexo 24		Calibración de bombas hidráulicas	 Certificado de Freno.pdf
Anexo 25		Capacitación de operadores de freno hidraulico	 CERTIFICADO DE OPERADORES FRENC

14. Mejora Continua.

- La revisión constante de los documentos como lperc, procedimientos de trabajo, etc.
- La difusión de los PETS cada cierto tiempo, como una manera de actualizar puntos que hayan olvidado.
- Capacitación constante a todo nuestro personal, en temas de seguridad, actos inseguros, con el objetivo de promover una cultura de seguridad en todo nuestro personal.
- Inspecciones inopinadas a los distintos frentes de trabajo, con la finalidad de eliminar las condiciones subestandares.
- Impulsar el cambio para hacerlo mas efectivo ,eficiente y adaptable.

DRAWING NO.	TITLE
634AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 1
635AR1301	CONV. 830-CB-110 - BILL OF MATERIALS
636AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 2
638AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 3
640AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 4
641AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 5 - TRUSS ARRANGEMENTS
642AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 6 - TRUSS ARRANGEMENTS
643AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 7 - TRUSS ARRANGEMENTS
-	-
645AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 8 - TAIL END SECTIONS
646AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 10 - TRUSS ARRANGEMENTS
647AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 11 - HEAD END & TAKE-UP ARR.
648AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 12 - TRANSFER TOWER #5
649AR1301	CONV. 830-CB-110 - G.A. SHT. 13 - TRANSFER TOWER #5
650AR1301	CONV. 820-CB-130 - IDLER SHRN, BENT, WALKWAY DATA



UGUGAN HIERRO PERÚ S.A.A.

Revisions for modified surfaces CO 7760 part 1/7 tolerance classification		mK		Revisions for added construction CO 13020 tolerance classification		BF	
Series CO 1322		Scale 1 : 75		Weight		by	
Bill of Material		Material		Weight		by	
Drawn 28 JUN 2014		Checked 13 SEP 2011		Approved 15 SEP 2011		Designated	
I REVIEWED AS NOTED BY		EST. 113		DIV. CS		Approved 15 SEP 2011	
II CHECKED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
III APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
IV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
V APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
VI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
VII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
VIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
IX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
X APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XIV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XVI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XVII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XVIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XIX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXIV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXVI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXVII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXVIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXIX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXIV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXVI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXVII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXVIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XXXIX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XL APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLIV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLV APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLVI APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLVII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLVIII APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
XLIX APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	
L APPROVED FOR APPROVAL		EST. 113		DIV. CS		Designated	

CONVEYOR 830-CB

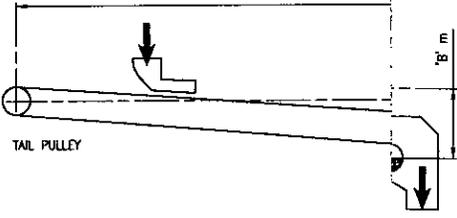
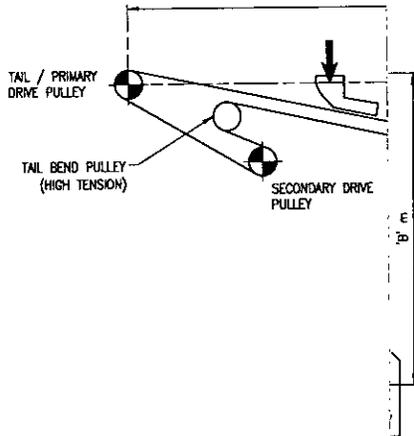
IRON ORE DOWNHILL CONVEYING SYSTEM
 48" CONVEYOR 830-CB-110
 GENERAL ARRANGEMENT SHT. 8 - TAIL END ARRANGEMENT
 Drawing-Client No. 644AR1301
 Scale 1 : 75
 Date 28 JUN 2014
 Checked 13 SEP 2011
 Approved 15 SEP 2011
 Designated

CLIENT DWG. No.:

REFERENCE DRAWING	
DRAWING NO.	TITLE
100AR1301	48" CONV. - 820-CB-110 - GENERAL ARRANGEMENT SHEET 1
232AR1301	48" CONV. - 820-CB-120 - GENERAL ARRANGEMENT SHEET 1
364AR1301	48" CONV. - 820-CB-130 - GENERAL ARRANGEMENT SHEET 1
500AR1301	48" CONV. - 820-CB-140 - GENERAL ARRANGEMENT SHEET 1
634AR1301	48" CONV. - 830-CB-110 - GENERAL ARRANGEMENT SHEET 1
792AR1301	48" CONV. - 830-CB-120 - GENERAL ARRANGEMENT SHEET 1

CONVEYOR DESIGNATION	CARRY IDLER						
	CEM CLASS	CARRY/RETURN	WIDE BASE	ADJUSTABLE TRANSITION	35° TROUGHING	FOR OTHER IDLER TYPES SEE 014051301	BELT SCALE QUANT.
820-CB-110	E/D	SB	5	954			1.2
820-CB-120	E/D	SB	7	643			1.2
820-CB-130	E/D	SB	6	879			1.2
820-CB-140	E/D	SB	7	652			1.2
830-CB-110	E/D	SB	5	2239			1.2
830-CB-120	E/D	SB	5	620	11		1.2

- LEGEND:**
- DRIVE PULLEY
 - CL - CERAMIC TILE LAGGING
 - CWT - COUNTERWEIGHT
 - DMD - DIAMOND LAGGING
 - HV - HOT VULCANIZED SPLICE
 - NA - NOT APPLICABLE
 - RL - RUBBER LAGGING
 - MW - MAINTENANCE WINCH
 - STD. - STANDARD
 - WB - WIDE BASE IDLER
 - SB - STANDARD BASE IDLER
 - TW - TRIM WINCH



CONSTRUCTION

UGANG HIERRO PERÚ S.A.A.

Tolerances for modified surfaces ISO 2768 part 1/2 tolerance classification	m/K	Tolerances for welded constructions ISO 13009 tolerance classification	B/F
Scale ISO 1302		Scale NONE	Weight kg
DR of Material		Material	
Date of issue	None	IRON ORE DOWNHILL CONVEYING SYSTEM	
Drawn 03 MAR 2014 JC	Checked 03 MAR 2015 CS	CONVEYOR DATASHEET	
Analysis	Approved	SHEET 2 OF 2	
Designed		Drawing-Ident. No. 059AR1301	CR Key-No. Size A 2
0 IPC 01 MAR 15 DW CS	ISSUED FOR REVIEW 07 MAR 14 JC	Supervised by:	2 Sheets
10	11	CLIENT DWG. No.:	12