UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2018

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CINTAS TRANSPORTADORAS EN CEMENTO BÍO BÍO

ROJAS VALDÉS, FRANCISCO ALONSO

http://hdl.handle.net/11673/42491

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

|UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE DE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CINTAS TRANSPORTADORAS EN CEMENTOS BÍO BÍO

Trabajo De Titulación Para Optar Al Título De Ingeniero Ejecución Mecánico De Procesos Y Mantenimiento Industrial

Alumno: Francisco Alonso Rojas Valdés.

Profesor Guía: Guillermo Larson.

DEDICATORIA

A todas las personas que me acompañaron, guiaron y apoyaron en esta etapa. A todos los que me enseñaron con sus conocimientos y experiencias. A mi familia.

RESUMEN

Las cintas transportadoras son el sistema de movilización más eficiente dentro de una industria, pero para que estas no se transformen en un problema es necesario un programa de mantenimiento adecuado que considere todos los factores de trabajo, es por esto que un plan de mantenimiento de cintas debe considerar el uso y ambiente al que están expuestas.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se establece como objetivo de esta memoria la creación de un plan de mantenimiento preventivo para tres líneas de cintas transportadoras de materias primas de Cementos Bío Bío (planta Talcahuano) con el fin de evitar paradas inesperadas y falta de stock de materiales a reemplazar, así como también de mano de obra calificada para cada labor.

Para cumplir con el objetivo planteado, se recopiló información en terreno sobre los componentes de las cintas y sus principales fallas propiciadas por el clima de trabajo. Al mismo tiempo, fue necesario conocer información detallada de la empresa para crear una imagen del lugar físico donde trabajan estos medios de transporte.

Para poder crear un plan de mantenimiento, es necesario primordialmente conocer minuciosamente cada elemento del sistema, y por ende, todos los componentes de las cintas transportadoras, considerando además componentes específicos del funcionamiento, así como también elementos anexos que se incorporan en la línea que aumentan la eficiencia de la cinta transportadora.

Luego se relata brevemente los tipos de mantenimientos, se describen sus características y ventajas, se destacan la importancia de estos en la industria y, finalmente, se define qué tipo de mantenimiento se debe aplicar a la necesidad específica del sector de la planta, ya que, según la importancia y criticidad del equipo, es el mantenimiento que se aplicará. Dentro del mantenimiento se abordan profundamente los equipos de las cintas transportadoras haciendo énfasis en las fallas, cómo poder evitarlas y cómo resolver un problema de forma eficiente en caso de presentarse con el fin de soslayar errores futuros por trabajos mal efectuados.

La memoria finaliza con un plan de mantenimiento preventivo aplicado a las líneas transportadoras de la planta, se estandarizan fechas de mantenimiento según catálogo de equipos y componentes que poseen, además del ambiente y tipo de trabajo que realizan. Para esto se construyen fichas de inspección en el que se destacan intervalos de tiempos en los cuales se debe realizar chequeos a cargo de los responsables de dichas actividades.

ÍNDICE

RESUMEN

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN **1**

1.1 INTRODUCCIÓN 3

1.2 OBJETIVO GENERAL 5

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **7**

1.1 RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA 9

1.1.1 ORGANIGRAMA CEMENTOS BÍO BÍO PLANTA TALCAHUANO 11

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12

1.3 MOTIVACIÓN O JUSTIFICACIÓN 13

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO **15**

2.1 CINTAS TRANSPORTADORAS 17

2.1.1 HISTORIA 17

2.1.2 DATOS CRONOLÓGICOS 18

2.1.3 CEMA 19

2.1.4 CALIFICACIÓN DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS 20

2.1.5 VENTAJAS DE CINTAS TRANSPORTADORAS. 21

2.1.6 DESVENTAJAS DE CINTAS TRANSPORTADORAS 24

2.1.7 TIPOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS 24

2.2 COMPONENTES DE CINTA TRANSPORTADORA. 27

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES 28

2.3 MOTORREDUCTORES 30

2.4 ELEMENTOS DE CINTA DE TRANSPORTE 42

2.4.1 POLINES 42

2.5 COMPONENTES ANEXOS 56

2.5.1 CINTAS TRANSPORTADORAS DE PLACA 57
2.5.2 CHANCADOR 57
2.5.3 CRIBA VIBRATORIO 58
2.5.4 STACKER 58
2.5.5 RECLAIMER 58
2.5.6 RODAMIENTO 58
2.6 MANTENIMIENTO 59
2.6.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO 59
2.6.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO 59
2.6.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO 60
2.6.4 MANTENIMIENTO PROACTIVO 61
CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN 63
3.1 ÁREA DE ESTUDIO 65
3.1.1 LÍNEA N°1 MATERIAS PRIMAS TRANSPORTA YESO, ARENA, ESCORIA, CLINKER. 65
3.1.2 LÍNEA N°2 MATERIAS PRIMAS TRANSPORTA ARENA Y ESCORIA PARA SECADOR. 66
3.1.3 LÍNEA N°3 MATERIAS PRIMAS, ALMACENADO EN CANCHA DE ACOPIO 67
3.2 FALLAS IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO 71
3.2.1 FALLAS MECÁNICAS. 71
3.2.2 FALLAS ELÉCTRICAS. 72
3.2.3 OTRAS FALLAS 73
3.2.4 TABLA DE FALLAS 73
3.3 ACTIVIDADES APLICADAS AL MANTENIMIENTO ESPECÍFICO DE LA CINTA 74
3.4 MANTENIMIENTO CONJUNTO MOTO REDUCTOR 78
3.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO 79
3.5.1 INSTALACIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA Y TENSADO 79
3.6 DESARROLLO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO 84
3.7 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS 87

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA 89

4.1 CRITERIO DE EVALUACIÓN 91

4.2 EVALUACIÓN TÉCNICA SEGÚN MANTENCIÓN PROGRAMADA 92

4.3 EXPECTATIVAS DE DISMINUCIÓN DE DETENCIONES POR FALLAS 93

4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA 94

4.4.1 COSTOS MANTENCIÓN CORRECTIVA 94

4.4.2 GASTOS OPERACIONALES DE DETENCIÓN NO PROGRAMADA 95

4.4.3 PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ASOCIADAS A DETENCIÓN NO PROGRAMADA 96

4.4.4 PRESUPUESTO 97

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 99

CONCLUSION Y RECOMENDACIONES 101

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACIÓN 103

BIBLIOGRAFÍA 105

ANEXOS 106

PLANOS 106

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1- 1 Organigrama Cementos Bío Bío. 11

Imagen 2- 1 Esquema de Cinta horizontal. 24
Imagen 2- 2 Esquema de Cinta Reversible. 24
Imagen 2- 3 Esquema de Cinta con Tripper Móvil. 25
Imagen 2- 4 Esquema De Cinta Con Tripper Fijo. 25
Imagen 2- 5 Esquema De Cinta Ascendente. 26
Imagen 2- 6 Esquema De Cinta Descendente. 26
Imagen 2- 7 Esquema Cinta Transportadora. 27
Imagen 2- 8 Estructura Cinta Transportadora. 28
Imagen 2- 9 Conjunto Motor Reductor Siemens. 29
Imagen 2- 10 Motorreductor Cyclo. 30
Imagen 2- 11 Motorreductor Eje Paralelo. 31
Imagen 2- 12 Reductor Shaft Mount. 32
Imagen 2- 13 Reductor Buddy Helicoidal. 32
Imagen 2- 14 Reductor De Ciclo Cónico. 33
Imagen 2- 15 Conjunto Motorreductor HYPONIC. 34
Imagen 2- 16 Conjunto Motorreductor Astero. 34
Imagen 2- 17 Reductor Lineal Serie 4000. 35
Imagen 2- 18 Caja Reductora ULTRAMAX. 36
Imagen 2- 19 Caja Reductora SMARTBOX. 36
Imagen 2- 20 Reductor Tipo Y Modelo L. 37
Imagen 2- 21 Reductor DRIVE ONE. 38
Imagen 2- 22 Reductor De Banda Transportadora. 39
Imagen 2- 23 Reductor BRAVO. 40
Imagen 2- 24 Reductor de Engranes QUANTIS ILH. 41
Imagen 2- 25 Reductor de Velocidad TORQUE ARM. 41
Imagen 2- 26 Polín Motriz Revestido con Goma. 42
Imagen 2- 27 Polín Conducido. 42
Imagen 2- 28 Inclinación De Instalación Polines De Carga. 43
Imagen 2- 29 Vista en Corte de Polín de Carga. 44
Imagen 2- 30 Rodillo de Retorno. 45
Imagen 2- 31 Polines de Impacto. 45
Imagen 2- 32 Polines de Alineación. 46
Imagen 2- 33 Componentes de una Banda. 48
Imagen 2- 34 Esquema Mecanismo Tensado. 53

Imagen 2- 35 Dispositivo De Carga. 54
Imagen 2- 36 Zona de Transición. 55
Imagen 2- 37 Tolva de Descarga. 55
Imagen 2- 38 Botón de Parada de Emergencia. 56
Imagen 2- 39 Cuerda de interruptor en cinta. 56

Imagen 3- 1 Método de Comprobación para Instalación. 80
Imagen 3- 2 Primer Tensado. 83

Imagen 4- 1 Presupuesto Estimado. 97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2- 1 Simbología Designación de Componentes en Bandas. 49
Tabla 2- 2 Calidad de los Recubrimientos Según Norma DIN 22102. 50

Tabla 3- 1 Días de Detención por Año. 73
Tabla 3- 2 Alargamiento Inicial Recomendado Según Material. 82
Tabla 3- 3 Mantenciones Preventivas. 85
Tabla 3- 4 Pauta de mantención previo al arranque del equipo. 86
Tabla 3- 5 Pauta de chequeo durante operación. 86
Tabla 3- 6 Pauta revisión conjunto motorreductores y transmisión de potencia. 87

Tabla 4- 1 Fallas en Últimos 5 Años. 91
Tabla 4- 2 Confiabilidad. 92
Tabla 4- 3 Fallas Proyectadas. 93
Tabla 4- 4 Índice de Confiabilidad Proyectado. 93
Tabla 4- 5 Resumen de Perdidas, Costos y Gastos no Programados. 96
Tabla 4- 6 Estimación de Costos. 98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 3- 1 Tensado Inicial. 81

Grafico 4- 1 Costos Mantenimiento Correctivo. 94
Grafico 4- 2 Gastos Detención no Programada 95
Grafico 4- 3 Perdidas. 96
Grafico 4- 4 Gastos Últimos Años en Cinta Transportadora. 97
Grafico 4- 5 Evaluación Económica. 98

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

1.1 SIGLA:

- **BT**: Banda Transportadora
- **LN1:** Línea N° 1
- **LN2:** Línea N° 2
- **LN3:** Línea N° 3
- **CEMA:** Conveor Equipment Manufacturers Assocation

1.2 SIMBOLOGÍA:

- **T°:** Temperatura.
- **m:** Metro.
- **mm:** Milímetro.cm: Centímetro.
- **Kg**: Kilogramo.
- **°C:** Grados Celsius.
- **N°:** Numero.
- **”:** Pulgada.
- **h:** Horas.
- **rpm:** Revoluciones por minuto.
- **Hz:** Hertz.
- **V:** Voltaje.
- **Kw:** Kilowatts.

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, la gran mayoría de las empresas industriales monitorean continuamente el desempeño operacional de sus activos fijos. Por tal motivo, resulta de vital importancia mantener los equipos en óptimas condiciones para evitar paros inesperados que afecten la producción de la empresa, y aumenten los costos de una mantención tardía.

Esta misma situación se presenta en diversas plantas de la región del Biobío, por lo que resulta de enorme relevancia confeccionar pautas de mantenimiento para el correcto uso de las cintas transportadoras pues estos son unos de los equipos más empleados y críticos en la línea productiva de las empresas.

En la actualidad, CEMENTOS BÍO-BÍO, no cuenta con un plan de mantenimiento de estos equipos, por lo que, solamente se realizan cambios de los elementos una vez ocurrida la falla, incluso se siguen utilizando aun dañados, ya que se debe esperar la compra de estos y/o la licitación para la reparación de la cinta.

Para una licitación en una empresa, sea mantenimiento, construcción, fabricación, etc., se deben tener las bases técnicas, es decir, los documentos en donde se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos. Estas forman parte integral del trabajo y definen la calidad con la que se confeccionará

Las cintas transportadoras, desde su origen en la revolución industrial, han sido líderes en el desarrollo de la producción en fabricación y producción industrial. Se utilizan en la industria de la alimentación, fabricación de diversa índole y extracción, disminuyendo la mano de obra y mejorando los procesos existentes hasta ese momento de la historia, en los procesos de industrialización.

Como piezas importantes de procesos productivos, estas herramientas deben mantenerse de forma que se logre un uso prolongado, pues de lo contrario, los retrasos en las industrias provocan pérdidas millonarias e influyen en la visión global de la empresa.

Las mantenciones industriales, por lo tanto, deben entregar la vida útil de las herramientas, y proveer de recuperaciones exitosas las piezas y máquinas que se utilizan durante la fabricación, sobre todo de las piezas claves de la producción como lo son las cintas transportadoras para así realizar la entrega de un producto final con las condiciones óptimas de manufactura o extracción según fuese su procedencia u objetivo productivo.

El propósito de esta memoria es desarrollar un plan de mantenimiento a las cintas transportadoras, sector fundamental de la planta, enfocado principalmente a tres líneas que

abastecen las materias primas necesarias para la confección del cemento. Para esto, se diseñará un levantamiento de todos los equipos involucrados en cada una de las líneas identificando su función y área a la que está especificada.

1.2 OBJETIVO GENERAL

- Generar un plan de mantenimiento preventivo para tres líneas de cintas de transporte de producción (Líneas 1, 2 y 3) en la empresa CEMENTOS BIO-BIO DEL SUR planta Talcahuano.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamiento en planta de equipos y componentes del sistema de cintas transportadoras.
- Identificación de equipos y componentes de cintas transportadoras en estado actual.
- Confeccionar planes y programas de mantenimiento para las cintas transportadoras empleadas.
- Estandarizar procedimientos de mantención preventivo de cintas.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA

Cementos Bío Bío S.A. es la sociedad matriz y holding de un conjunto de empresas, que se agrupan en dos áreas de negocio: Área de Cemento y Área de cerámicos. El Área cementos, se dedica a la producción y comercialización de áridos, hormigones premezclados, cales, morteros, y como lo indica el nombre del área, cementos.

El Área cerámicos, produce y comercializa cerámicas sanitarias, y accesorios para el baño, bañeras de plástico y acero, grifería, fittings, y aisladoras eléctricos. Sus principales clientes son compañías vinculadas a la industria de la construcción, la minería y el retáil.

Entre las marcas registradas por la sociedad destacan: CEMENTOS BIO BIO, INACESA, READY MIX, DRY MIX, TECNOMIX, INACAL, SANTA GLORIA, BRIGGS, FANALOZA, EDESA Y VENCERÁMICA.

La historia de Cementos Bío Bío S.A., comenzó a escribirse el 27 de diciembre de 1957, cuando los empresarios Hernán Briones Gorostiaga y Alfonso Rozas Ossa, toman la decisión de dar vida a una firma industrial cementera, y se constituyen como sociedad anónima, ante el notario público, don Rafael Zaldívar Díaz, en la ciudad de Santiago de Chile.

La primera producción industrial, se materializa cuando la compañía inaugura en Talcahuano su primera planta productiva, con una capacidad instalada de 119.000 toneladas de cemento al año.

En 1970, Cementos Bío Bío S.A., se consolida en el mercado nacional, con una producción de 194.000 toneladas anuales de cemento, y ventas por 4 millones de dólares.

Desde entonces la Compañía no ha dejado de crecer, exhibiendo año a año, hitos que la han llevado a posicionarse como una de las firmas cementeras más importantes del país, siendo el cemento su principal negocio, con ventas por más de 1,3 millones de toneladas, logrando una participación de un 31,4% del mercado nacional de cemento.

En 1976, se termina la primera ampliación de la planta Talcahuano, aumentando la capacidad productiva a 230.000 toneladas anuales. En 1991, tras sucesivas intervenciones, esta planta alcanza su capacidad actual, de 750.000 toneladas anuales. En 1978, la Compañía adquiere una participación mayorista de Industria Nacional de Cementos S.A. (INACESA), con operaciones basadas en Antofagasta.

En 1985, Cementos Bío Bío S.A. se convierte en controlador absoluto, tras completar la adquisición 100% de la sociedad. En 1998, se amplía la capacidad productiva a 500.000 toneladas de cemento al año.

En 1996, la empresa en sociedad con Soprocal Calerías e Industrias S.A., constituyen la empresa minera Río Claro S.A. Firma destinada a explotar el yacimiento La Perla, de propiedad de la compañía y que se ubica en la Región Metropolitana.

En 1998, inicia sus operaciones en Planta Curicó, señalada entonces, como la más moderna de su tipo en Chile, con una capacidad productiva de 1 millón de toneladas de cemento al año. Esto fortalece sustantivamente la presencia competitiva de la compañía, en la zona centro del país, pues se posiciona como uno de los productores, con mayor capacidad instalada en Chile.

En el año 2005, la actividad minera de Cementos Bío Bío S.A., pasa a concentrarse en tres nuevas filiales: Minera El Way S.A., Minera Jilguero S.A., y Minera Río Teno S.A. Quienes tienen como objetivo, la entrega de materias primas a las plantas de: cemento y cal.

El año 2007, en el puerto de San Antonio, se comienzan las faenas para la construcción de una nueva planta de molienda de cemento, con una capacidad de 300.000 toneladas anuales.

En 2008, la planta de Curicó aumenta la capacidad de producción, a 1.700.000 toneladas anuales, con la puesta en marcha de un molino vertical de alta eficiencia, primero de su categoría en Chile.

Cementos Bío Bío del Sur S.A. (Planta Talcahuano) es una empresa filial, que depende tanto jerárquica como organizacionalmente, de la matriz Cementos Bío Bío. Actualmente, la empresa se encuentra enfocada en lograr una organización competitiva, transformando sus sistemas de concepción funcional, hacia una visión de desarrollo organizativo, capaz de responder a las necesidades actuales, a la par de los cambios, en la estructura organizacional. La Empresa Cementos Bío Bío del Sur S.A., se caracteriza disponer de una estructura organizacional plana, con pocos niveles de jerarquía, ordenada en equipos de trabajo autorregulados, conformados por personal altamente capacitado.

1.1.1 ORGANIGRAMA CEMENTOS BÍO BÍO PLANTA TALCAHUANO

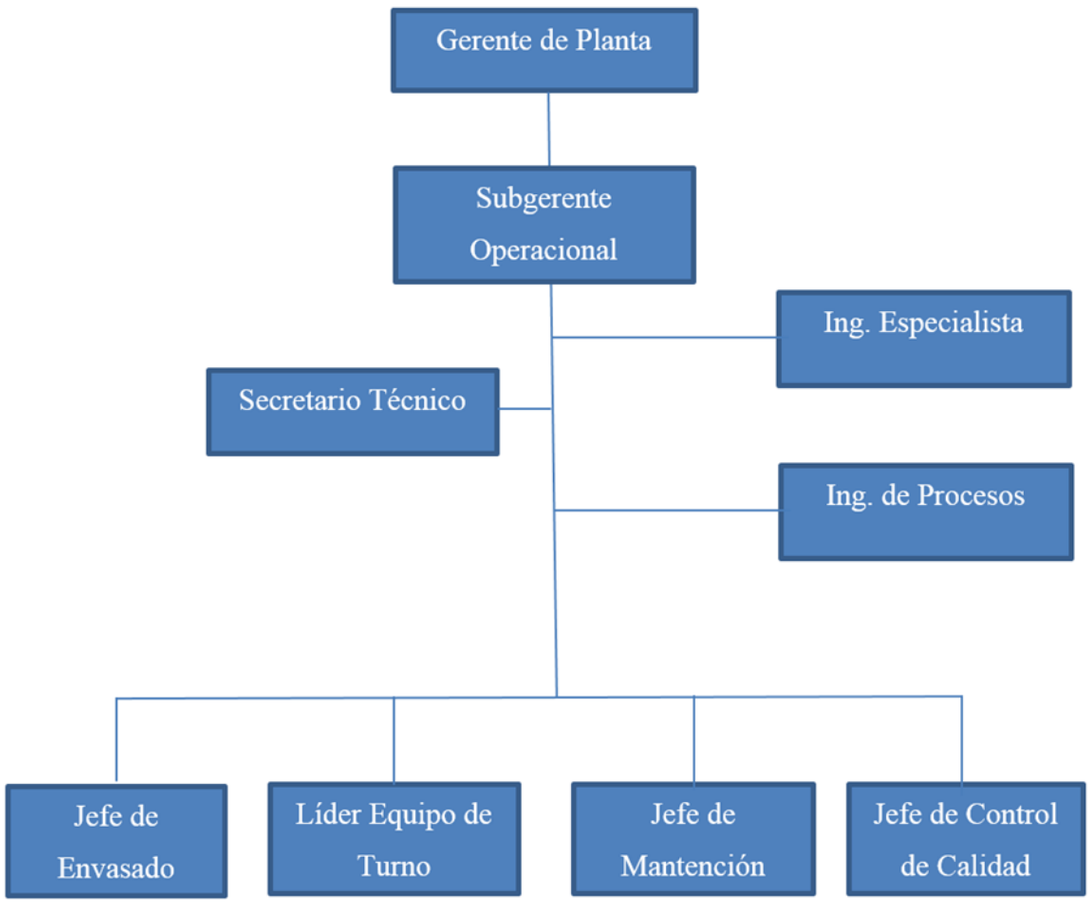

Imagen 1- 1 Organigrama Cementos Bío Bío.

Fuente: www.cementosbiobio.cl/directorio.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las grandes empresas funcionan con una producción anual, el que ya está previamente vendido a diferentes empresas, por lo que, deben asegurar dicha producción, y, por el mismo motivo, la mantención juega un rol sumamente importante, debiendo reducir al mínimo las fallas de equipos que detengan esta producción.

En la actualidad, CEMENTOS BÍO-BÍO DEL SUR, carece de un plan de mantenimiento adecuado para las cintas de transporte, vital instrumento en el proceso productivo, en consideración a que, estas poseen un gran número de elementos mecánicos rotatorios, como rodamientos, motores, rodillos, poleas, etc. que las conforman. Y que, en más de una ocasión han sufrido detenciones no programadas, que, al adolecer de un proceso programado de mantención, dificulta el curso regular de la producción. Más aún, tampoco existe un protocolo básico, de que elementos cambiar, antes, durante y después, de detener los procesos en cadena, para así poder adquirir, los engranajes, las cintas, las partes y piezas con antelación, con el fin de no alterar el curso de manufacturación del producto final.

La empresa CEMENTOS BIO-BIO DEL SUR, cuenta con una serie de equipos, como: chancadores, hornos, sopladores, etc. Los que son abastecidos, por cintas transportadoras, estas, no son consideradas como equipos críticos, sin embargo, alimentan a varios de estos, que sí son considerado como equipos críticos, por lo cual, una detección sorpresiva de estas, significa que el proceso productivo se paraliza.

Así entonces se desprende que la empresa carece de protocolos de mantenimiento, sino más bien realiza trabajos reparatorios, en torno a estas máquinas. Estas acciones, de carácter correctivo o contra aparición de falla, no son de naturaleza preventiva, es decir, se realizan solo al ser detectadas por personal del sector, solucionando fallas específicas frente al o los problemas detectados, sin mayor verificación de otros elementos anexos que pudieran verse afectados por la o las averías.

Problemas ocurridos por falta de protocolos de mantenimiento programado:

- Rodillos dañados, sucios o desalineados exigen la detención de la línea para limpiar, lubricar o en el peor de los casos reemplazar.
- Avería de rodamientos por no cambio antes de fin de vida útil produce fricción en la cinta y daña poleas motriz y conducida.
- Desgaste y posible ruptura de cinta por fricción en rodillos o poleas trabadas.

1.3 MOTIVACIÓN O JUSTIFICACIÓN

El informe será de gran importancia, debido a que sentará las bases fundamentales para los trabajos de mantenimientos que se desarrollen a futuro, los cuales aplicaran las normativas, procedimientos, técnicas y principios básicos para sustentabilidad de los equipos y componentes existentes.

Esto a su vez solicitado por Gonzalo Rubilar encargado de mantención de planta, quien identifico el problema de mantención en las cintas transportadoras como grave, y de gran necesidad la implementación un plan de mantenimiento en esta área, puesto que hoy la mantención es correctiva, generando numerosos problemas al momento de generarse una detención forzosa.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 CINTAS TRANSPORTADORAS

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continúo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. La banda es arrastrada por fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores. Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad.

2.1.1 HISTORIA

La historia de las cintas transportadoras se inicia en la segunda mitad del siglo XVII. Desde entonces, las cintas transportadoras han sido una parte inevitable de transporte de material. Pero fue en 1795 cuando la cinta transportadora se convirtió en un medio popular para el transporte de materiales a granel. En un principio, se utilizaban solo para mover sacos de grano en distancias cortas. El sistema de transporte y de trabajo era bastante simples en los primeros días. El sistema de transporte disponía de una cama plana de madera y un cinturón que movía dicha cama. Anteriormente, las cintas transportadoras estaban hechas de cuero, lona o de goma. Este sistema era muy popular para el transporte de objetos voluminosos de un lugar a otro.

A principios del siglo XX, las aplicaciones de las cintas transportadoras se hicieron más amplias. Hymle Goddard de Logan fue la primera compañía en recibir la patente para el transportador de rodillos, pero el transportador de rodillos no prosperó. Unos años más tarde, en 1919, se comienzó a utilizar el transportador automotriz, y con ello, la cinta transportadora se convierte en una herramienta popular para el transporte de mercancías pesadas y grandes, dentro de las fábricas. Durante la década de 1920, las cintas transportadoras eran muy comunes, y por ello sufrieron grandes cambios, utilizándose en las minas de carbón para manejar lotes de más de 8 km. La banda se fabricaba con varias capas de algodón y cubiertas de goma. Uno de los puntos de inflexión en la historia de las cintas transportadoras, fue la introducción de bandas transportadoras sintéticas. Fueron introducidas durante la Segunda Guerra Mundial, principalmente debido a la escasez de materiales naturales como el algodón, el caucho y lona. Desde entonces, las cintas transportadoras sintéticas se han hecho populares en diversos campos. Con la creciente

demanda en el mercado, muchos polímeros sintéticos y telas comenzaron a ser utilizado en su fabricación. Hoy en día, el algodón, la lona, el EPDM, cuero, neopreno, nylon, poliéster, poliuretano, uretano, PVC, caucho, silicona y acero se utilizan comúnmente en su diseño. La elección del material utilizado para su fabricación, en definitiva, está determinada por su aplicación.

2.1.2 DATOS CRONOLÓGICOS

Al contrario que otros medios de transporte, las cintas transportadoras han hecho su aparición en fechas relativamente recientes, A continuación, se reseñan las fechas conocidas de su invención y de su desarrollo posterior.

- Año 1795: Invención por Oliver Evans, en U.S.A. Primera cinta empleada en el transporte de grano; cinta descendente automotriz cuyo material era de cuero o lona.
- Año 1859: Instalación de cintas en el canal de Suez para la construcción del mismo por Fernando de Lesseps
- Año 1860: Instalación en Siberia de un conjunto de cintas, para el transporte de arena, por el Ingeniero Ruso Lopatine.
- 1868: Grahan Wesmacott y Lyster emplearon cintas de lona recubiertas con goma usando rodillos planos con los extremos levantados, en este diseño, la velocidad de la banda no era constante, causando un rápido desgate en los bordes de la misma. Entonces, fue necesario utilizar rodillos planos, pero su consecuencia fue la disminución la capacidad de la banda. En este año, también se montaron los primeros dispositivos de descarga "trippers".
- 1885: En Estados Unidos Thomas Robbins, inventó la terna de rodillos solucionando los problemas de desgaste de la banda. Wesmacott y Lyster aumentaron la capacidad de transporte utilizando este sistema en sus instalaciones. Actualmente se conserva este diseño de rodillos.
- 1900: Invención del Sándwich-Conveyor. Una variación del mismo fue desarrollada por la firma Stephens Adamson, y es conocida como el Loop Conveyor, esta cinta se usó inicialmente para la descarga de barcos, alcanzando gran éxito, tanto que el sistema es empleado actualmente.
- 1919: Desarrollo de la cinta Booster. Una variante de la cinta del sistema HORSTEMANN, que fue realizada por la firma alemana Krupp, en cooperación con la RHEINNISCHE BRAUNKOHLENWERKE A.G. de Colonia.
- 1920-1950: El transporte por cinta experimentó un gran avance durante este periodo, aunque algo retardado, porque las bandas de algodón empleadas, al no ser

de gran resistencia, obligaban a usar un gran número de telas (hasta 8), siendo poco flexibles. Además, requerían el empleo de una terna de rodillos de solo 20° y tambores de gran diámetro. En esos años también se instaló la primera banda Steelcord, en Estados Unidos (1942) y se inventó el Cable Belt (1949), pero hasta 1953 no se hizo uso de ella, instalándose en la mina Frances Colliery, Escocia, con una longitud de 720 m y una capacidad de 170 T/hora.

- 1960: Invención de las bandas de Poliéster, que desplazaron rápidamente a las de algodón debido a su alta resistencia, produciendo un aumento en la capacidad y las longitudes de transporte.
- Año 1963: Empleo de las cintas con curvas horizontales en el metro de Paris, para la extracción de materiales. Más tarde, se instaló el mismo sistema en la mina subterránea de Ouenza, en Marruecos. En la actualidad, hay instaladas más de 80 cintas, principalmente por firmas alemanas.
- 1965: Inicio del empleo generalizado de las bandas ST Steelcord, originando un cambio similar al experimentado al pasar de las bandas de algodón a las de poliéster.
- 1970: Invención del Pipe Conveyor (Cintas Tubulares) por JAPAN PIPE CONVEYOR, siendo muy exitosas. En este año también se inventa la cinta AEROBELT (cinta con cojín de aire), desarrollada por el profesor JONKERS junto con la firma holandesa SLUIS Machinefabrik.
- 1973: Invención del Pinch Roll Drive Conveyor, desarrollada por B.F. GOODRICH de USA. Fue poco exitosa, pues solo se instaló en una mina subterránea de Nuevo México.
- 1977: La cinta Flexowell, (cinta de gran inclinación) desarrollada por la firma alemana CONRAD SCHOLTZ, se presentó en la feria de HANNOVER del año 1977, esta cinta cumplía con los mismos objetivos de la cinta sándwich o la H.A.C (High Angle Conveyor)

2.1.3 CEMA

La Asociación de Fabricantes de Equipo de Transportadores (CEMA), cuenta con todas las normas para los distintos tipos de equipos de transporte utilizados en la fabricación, el transporte marítimo, y en otros lugares. Debido a que cada empresa que produce equipos de transporte tiene sus propios diseños y herramientas, es importante, que una organización, como el CEMA, proporcione estándares para la industria, para que diversos tipos de equipos puedan ser comparados y contrastados. Así como, trabajar juntos de manera adecuada con otros equipos que pueden encontrar en un entorno de instalación

en el campo. Las áreas de fabricación de equipos de transporte que abarca CEMA, incluyen la seguridad y la terminología.

Existen otras especificaciones para cintas transportadoras a granel, que son sistemas accionados por una correa transportadora, que mueven grandes cantidades de material a granel, ya sea, para la clasificación o procesamiento, por otras máquinas o por particulares. Casi todos los tipos de transportadores que se puedan imaginar, están cubiertos por las normas y especificaciones del CEMA. De esta manera, la industria de la cinta transportadora y las personas que usan esta tecnología permanecen seguras y eficientes.

- **CEMA A y CEMA B:** Polines para Trabajos Medio y Liviano están orientados al transporte de material de bajo flujo y velocidades de banda hasta **3 m/seg**. Disponibles en diámetros de ø 2" hasta ø 5"
- **CEMA C y CEMA D:** Polines para trabajo pesado y medio; se recomiendan en correas de velocidades hasta **5 m/seg** en transporte de minería metálica, granos, carbón con cargas media
- **CEMA E y CEMA F:** Polines denominados Heavy Duty, para trabajos pesados para correas transportadoras de alta capacidad de transporte y velocidades de banda sobre **5 m/seg.**

2.1.4 CALIFICACIÓN DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS

Las cintas transportadoras se pueden clasificar según:

- Material que transporta.
- Dimensiones de la cinta.
- Tipo de carga.
- Ambiente de trabajo:
  - Minería.
  - Textil.
  - Pesqueras.
  - Alimentos.
  - Agricultura.
  - Transporte de maletas.

2.1.5 VENTAJAS DE CINTAS TRANSPORTADORAS.

- **Transporte de gran Variedad de Materiales**

El tamaño de materiales que pueden transportar las cintas transportadoras, sólo está limitado por la anchura la cinta. Los materiales pueden ir desde químicos muy finos y polvorientos, hasta grandes rocas aterronadas, la piedra, el carbón, o los leños de madera. Las cintas se clasifican según el tamaño o los materiales que estas transportan. Estas son siempre confiables, agregando una degradación mínima sobre el material que transportan. Las cintas de caucho son muy resistentes a la corrosión y la abrasión. Los costos de mantenimiento son comparativamente más bajos, al transportar materiales muy corrosivos, que con otros tipos de transportes.

Los materiales que pudieran causar fusión o condensación, si se transportan con otros medios, se manejan a menudo con éxito en las cintas transportadoras. Incluso, materiales calientes como la arena de fundición, y los pellets de fierro, se transportan con éxito en cintas transportadoras.

- **Amplia Gama de Capacidades.**

Las cintas transportadoras disponibles actualmente son capaces del manejo de grandes capacidades, las cuales están sobre las de cualquier requisito práctico. La elección es económica, pues se usan, porque son diseñadas en proporción a requerimientos especiales según necesidad, y pueden variar desde toneladas de rocas, hasta pequeños fármacos. Las cintas transportadoras operan continuamente, sin pérdida de tiempo, pues no necesita cargar y descargar mientras está detenida, y no vuelve vacía en los viajes de retorno.

Cargar y despachar es innecesario, pues el material se carga y descarga automáticamente en la cinta. Los costos en obreros que las operan son mínimos, sin tener en cuenta que las capacidades de estos, casi no influyen. Los costos globales por la tonelada transportada disminuyen dramáticamente.

Por estas razones, las cintas transportadoras son capaces del manejo de toneladas de materiales a granel, que serían muy costosos y resulta más complejo transportar por otros medios.

- **Adaptabilidad a las Diversas Vías**

Las cintas transportadoras proporcionan las vías, para transportar los materiales con la distancia más corta entre la carga y descarga requerida. Ellas pueden moverse por terrenos con pendientes de 30 a 35%, las cuales no pueden ser comparadas con los 6 a 8%

eficaces para el acarreo por camión. Se les pueden proporcionar estructuras que previenen el escape de polvo a la atmósfera circundante. Tales estructuras son baratas y adaptables, a diversos requisitos. Las cintas transportadoras proporcionan un flujo continuo de material, mientras evitan la confusión, los retrasos, y la falta de seguridad de los camiones en áreas congestionadas.

- **Capacidades de Carga, Descarga y Acumulación de materiales**

Las cintas transportadoras son muy flexibles en sus capacidades de transporte, material transportado, y capacidades de entrega en distintos puntos o áreas, que se indica en el diseño. Ellas pueden proporcionar la arteria de transporte principal, mientras alimentan varios puntos a lo largo de la longitud del equipo. Las cintas transportadoras, se han vuelto los únicos medios prácticos para acumular y guardar materiales a granel como el carbón, la roca, y las pelotillas de acero. Incluso los cargadores de ships, están provistos con cintas para llenar y cumplir los requerimientos de las plantas en proporciones adecuadas. Los barcos auto-descargantes, usan cintas transportadoras, que pueden descargarse en todos los puertos.

- **Funciones del Proceso**

Aunque las cintas transportadoras generalmente se usan para transportar y distribuir los materiales, ellas también se usan como equipo auxiliar, para realizar numerosas funciones durante las diversas fases del proceso. Además del transporte, durante este proceso se puede trabajar sobre el material que se está trasladando, por ejemplo, pueden quitarse los objetos magnéticos del material, también pueden pesarse continuamente, y con precisión los materiales, o pueden ordenarse, escogerse, o rociarse.

- **Fiabilidad y Disponibilidad**

Se ha demostrado la fiabilidad de cintas transportadoras durante décadas y en prácticamente todas las industrias. Ellas operan con mucha fiabilidad, muchas sirviendo unidades vitales del proceso de cuyo éxito depende del funcionamiento continuo, como manejar carbón en las plantas de energía, y transportar los materiales a granel crudos en las siderúrgicas, en las cementeras, y las naves en puertos, dónde el tiempo fuera de servicio resulta oneroso. Se operan al toque de un botón, cuando sea necesario y a menudo operan continuamente. Ellas pueden ser ubicadas, para que el material transportado sea protegido de elementos que impedirían el movimiento de camiones.

- **Ventajas medioambientales**

Las cintas transportadoras son medioambientalmente mejores que otros medios de transporte de materiales a granel; puesto que, no contaminan el aire, ni emiten ruidos molestos, como los camiones. Operan silenciosamente, y se pueden localizar sobre grandes superficies, o en pequeños túneles, fuera de la vista y sin emitir sonidos. Además, no contaminan el aire con polvo o hidrocarburos en los traslados, el polvo, puede contenerse dentro de las cascadas, cubriéndolas con el equipo conveniente, si es necesario. Finalmente, las cintas que transportan tierra, pueden diseñarse como sistemas transportadores al aire libre y su funcionamiento sigue siendo libre de polución.

- **Bajos Costos de Mantenimiento**

El mantenimiento para las cintas transportadoras, es sumamente bajo, comparado con la mayoría de los otros medios de transporte de materiales a granel. No se requieren sistemas de apoyo extensos, como aquéllos normalmente asociados con el transporte de camiones. Normalmente las cintas necesitan inspecciones sólo rutinarias y lubricación, lo que logra eliminar las detenciones no programadas. Las partes son pequeñas y accesibles, para que puedan hacerse los reemplazos rápidamente en el sitio y con el mínimo equipo de servicio. También, pueden mantenerse inventarios adecuados de partes de repuesto a un costo bajo, y se necesita un espacio relativamente pequeño para su almacenaje.

- **Transporte a largas Distancias**

Los beneficios económicos, con costos de operación y energía bajos, así como algunas otras ventajas, han llevado a una adopción extendida de los sistemas de cintas transportadoras como medios para transportar los materiales a granel en distancias cada vez más largas. Estas no son el sistema más económico de instalar, pero los recientes aumentos dramáticos en los costos de mano de obra y de combustible líquido han reforzado considerablemente, su valor en el transporte grandes cargas, en un tiempo bastante reducido.

2.1.6 DESVENTAJAS DE CINTAS TRANSPORTADORAS

- Elevados costos de implementación, por materiales de construcción de alto valor comercial.
- Tiempo de reparación, que requiere la cinta en caso de avería.

2.1.7 TIPOS DE CINTAS TRANSPORTADORAS

I. CINTA HORIZONTAL

Una o varias cargas en el extremo conducido y una descarga en el opuesto. Es usada comúnmente como parte intermedia de un circuito de transporte, cinta de extracción bajo silos o celdas de almacenamiento, etc.

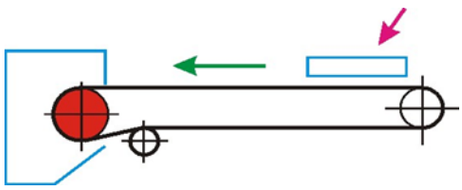

Imagen 2- 1 Esquema de cinta horizontal.

Fuente: Manual de cintas transportadoras Ingeniería del plata.

II. CINTA HORIZONTAL REVERSIBLE

Una o dos cargas intermedias y una descarga en cada extremo, este esquema de transportador es muy usado como bifurcación de un circuito de transporte o como doble vía para mover material de una celda o silo a otro.

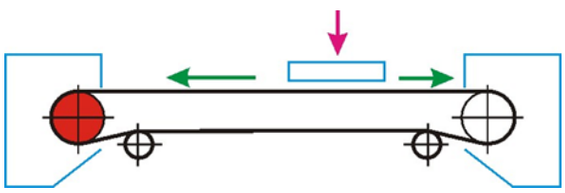

Imagen 2- 2 Esquema de Cinta Reversible.

Fuente: Manual de cintas transportadoras Ingeniería del plata.

III. CINTA HORIZONTAL CON TRIPPER MÓVIL

Su aplicación principal es en celdas o parques de apile donde son necesarias infinitas posiciones de descargas intermedias las cuales se consiguen con el movimiento del tripper o carro de descarga.

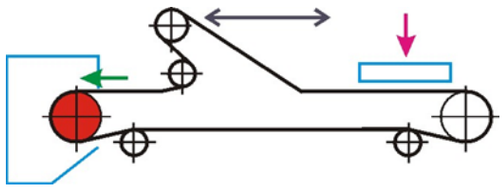

Imagen 2- 3 Esquema de Cinta con Tripper Móvil.

Fuente: Manual de cintas transportadoras Ingeniería del plata.

IV. CINTA HORIZONTAL CON TRIPPER FIJO

Este tipo de esquema es conveniente cuando existen varios puntos fijos de descarga intermedia, se utiliza con frecuencia para el llenado de silos verticales.

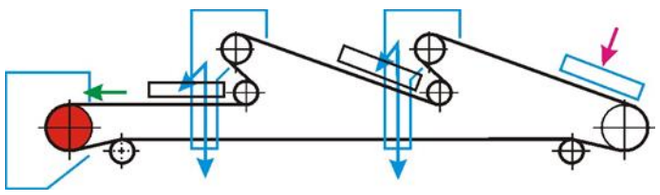

Imagen 2- 4 Esquema De Cinta Con Tripper Fijo.

Fuente: Manual de cintas transportadoras Ingeniería del plata.

V. CINTA ASCENDENTE

Es utilizada como parte de un circuito de transporte para salvar desniveles positivos entre el punto de carga y el de descarga, puede tener una parte horizontal en la zona de carga o descarga o en ambas, los ángulos de inclinación están en función del material a transportar.

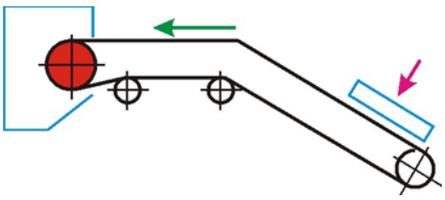

Imagen 2- 5 Esquema De Cinta Ascendente.

Fuente: Manual de cintas transportadoras Ingeniería del plata.

VI. CINTA DESCENDENTE

Es utilizada como parte de un circuito de transporte para salvar desniveles negativos entre el punto de carga y el de descarga, puede tener una parte horizontal en la zona de carga o descarga o en ambas, los ángulos de inclinación están en función del material a transportar.

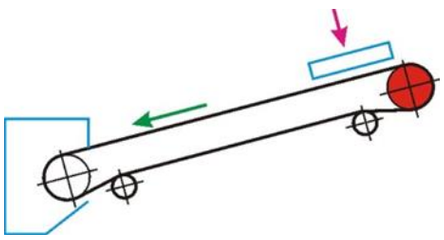

Imagen 2- 6 Esquema De Cinta Descendente.

Fuente: Manual de cintas transportadoras Ingeniería del plata.

2.2 COMPONENTES DE CINTA TRANSPORTADORA.

1. Estructura del transportador
2. Elementos de accionamiento
   - Motor
   - Transmisión de correas en “V”
   - Reductor.
3. Elementos de Transporte
   - Polín Motriz
   - Polín Conducido
   - Polines de carga, retorno, impacto y alineación.
   - Banda transportadora
4. Limpiadores de correa
   - Raspador limpiador.
   - Escobilla limpiadora de correa
   - Raspador protector
5. Dispositivo tensor de correa transportadora
   - Dispositivo tensor de tornillo
   - Dispositivo tensor por gravedad
6. Faldones en Punto de Carga
7. Unidades de absorción de impactos de carga
8. Placas de deslizamiento en punto de carga
9. Equipos de seguridad
   - Interruptores de detención de emergencia
   - Controlador de rotación
   - Interruptor de seguridad

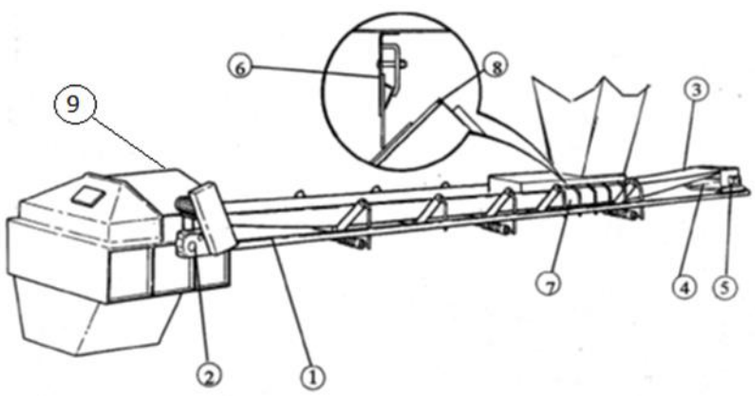

Imagen 2- 7 Esquema Cinta Transportadora.

Fuente: Catalogo cintas trasportadoras Good Years año 1998.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

I. ESTRUCTURA DE SOPORTE

Comprende todos los elementos en los que se apoya la cinta, y los demás componentes del sistema. La estructura debe entregar firmeza a todo el conjunto, y debe encontrarse perfectamente alineada, respetando la horizontalidad de la estructura, ya que, de no ser así, se producirían problemas para el normal funcionamiento de esta. Pudiendo, la cinta, escaparse de su recorrido ideal.

Normalmente se usa una estructura de celosía, aunque también puede ser en cajones, igual que los transportadores de arrastre, cuando la cinta es cerrada. Otra opción es con viga a lo largo que sostenga los soportes de los rodillos.

Imagen 2- 8 Estructura Cinta Transportadora.

Fuente: Http://Siscode.Com/Fajas-Transportadoras-Dorner.

II. CONJUNTO MOTOR REDUCTOR

Los Reductores o Motor reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Los reductores son diseñados a base de engranajes, mecanismos circulares y dentados, con geometrías especiales de acuerdo con su tamaño y la función en cada motor.

Sin la correcta fabricación de los motorreductores, las máquinas pueden presentar fallas y deficiencias en su funcionamiento. La presencia de ruidos y recalentamientos, pueden ser aspectos que dependan de estos mecanismos, de allí la importancia del control de calidad.

El desarrollo de esta máquina y del sistema inteligente de medición, le permite a las empresas ser mucho más competitivas y aumentar sus conocimientos.

En pocas palabras, los reductores, son sistemas de engranajes que permiten que los motores eléctricos funcionen a diferentes velocidades para los que fueron diseñados.

Rara vez, las máquinas funcionan de acuerdo con las velocidades que les ofrece el motor, por ejemplo, a 1.800, 1.600 o 3.600 revoluciones por minuto. La función de un motor reductor, es disminuir esta velocidad a los motores (50, 60, 100 rpm) y permitir el eficiente funcionamiento de las máquinas, agregándole por otro lado potencia y fuerza.

- **Beneficios moto reductores:**

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

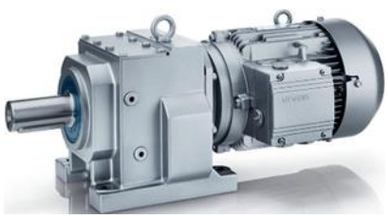

Imagen 2- 9 Conjunto Motor Reductor Siemens.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

2.3 MOTORREDUCTORES

I. MOTORREDUCTOR CYCLO:

El accionamiento Cyclo de Sumitomo no es superado por ningún otro accionamiento concéntrico disponible hoy en el mercado. El singular diseño cicloidal del Cyclo tiene ventajas superiores a los reductores de velocidad que utilizan engranajes con dientes comunes. Los componentes Cyclo no funcionan con esfuerzo constante sino en compresión. A diferencia de los dientes de engranajes con puntos de contacto limitados, un Cyclo tiene dos tercios de sus componentes de reducción en contacto todo el tiempo. Los motorreductores y reductores de velocidad Cyclo están diseñados para resistir cargas de choque que sobrepasan 500% de sus capacidades nominales y proporcionan excepcional comportamiento, confiabilidad y larga vida útil en la mayoría de las aplicaciones severas.

Imagen 2- 10 Motorreductor Cyclo.

Fuente: Catálogo Motorreductores Siemens 2014.

- **CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS:**

- Gran capacidad de sobrecarga por encima de 500%.
- Excepcional vida útil con 24 meses de garantía.
- Alto rendimiento, incluso a altas relaciones de reducción.
- Versátil, disponible como Motorreductor o reductor de velocidad concéntrico.
- Ideal para aplicaciones severas de altas cargas de choque.
- Lubricación con grasa opcional para funcionamiento exento de mantenimiento.

II. PARAMAX

Los accionamientos en ángulo recto y eje paralelo Paramax incorporan casi seis décadas de excelencia Sumitomo en la técnica de transmisión de potencia. Algunos de los sistemas de transmisión de potencia más grandes y durables en funcionamiento en el mundo fueron diseñados por Sumitomo. La línea de productos Paramax incluye la serie 9000 estandarizada y las series de aplicaciones especiales: Accionamientos SFC de torres de enfriamiento y condensadores, y los accionamientos SEC de extrusores.

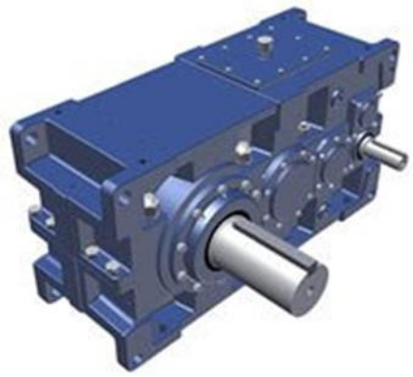

Imagen 2- 11 Motorreductor Eje Paralelo.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014

III. SERIE 9000 ESTANDARIZADA

Gracias a los 24 tamaños de carcasa estándar, es posible optimizar la aplicación de una unidad Paramax 9000 para la potencia, torque, velocidad y ciclo de servicio exactos, garantizando el funcionamiento eficiente de larga vida útil y eficaz en función de los costos.

IV. SHAFT MOUNT:

El reductor de velocidad helicoidal montado al eje HSM de Sumitomo proporciona un método muy conveniente de instalación y desmontaje para la reducción de velocidad, montándolo directamente en el eje de transmisión. El buje Taper-Grip de Sumitomo permite un montaje sencillo sin chaveta y un desmontaje fácil. El HSM se adapta fácilmente para las opciones de montaje en el eje y de transportador de tornillo CEMA. El HSM se caracteriza por tener dientes de engrane cementados con una geometría de engranaje de ángulo de presión de 25°, lo que permite cargas máximas y un torque alto, proporcionando una mayor capacidad nominal en el diseño más compacto.

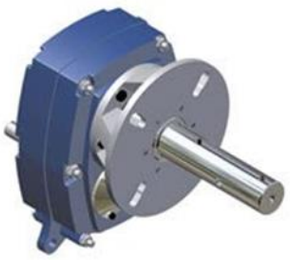

Imagen 2- 12 Reductor Shaft Mount.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

V. MOTORREDUCTOR CYCLO HBB BUDDYBOX HELICOIDAL:

El buddybox helicoidal Cyclo de Sumitomo combina el altamente probado reductor Cyclo con una caja de engranes helicoidales en paralelo de una sola etapa en un diseño de montaje en eje, integral y robusto. El HBB incorpora la resistencia y la flexibilidad del reductor Cyclo con la adaptabilidad de un reductor montado en el eje. El cyclo HBB amparado con una garantía de 24 meses, independientemente de las horas de funcionamiento, es una opción excelente para aplicaciones en el manejo de materiales, mezcladoras de asfalto, trituradoras, industrial de máquinas especiales, transportadoras y otras aplicaciones que requieren un reductor montado en eje simple y conveniente.

Imagen 2- 13 Reductor Buddy Helicoidal.

Fuente: Catálogo Motorreductores siemens 2014

- **BENEFICIOS**

- La potencia de entrada cicloidal y los engranajes cónicos sobredimensionados proveen alta capacidad de sobrecarga y excepcional confiabilidad para una larga vida útil.
- Disponible con entrada de brida tipo C o de motorreductor.

- Sin correas, poleas, defensas o chaveteros.
- Nueva opción de brida CEMA para los transportadores de tornillo.
- Los componentes de engranajes de acero de alto rendimiento proveen una eficiencia de 85 a 90% en todas las relaciones.
- El buje de acero Taper – grip de eje sin chaveta facilita el montaje y desmontaje económico de las unidades con eje hueco.
- Los sellos dobles de salida evitan las pérdidas de aceite, mantienen una lubricación óptima e impiden la infiltración de impurezas dañinas.

VI. CYCLO BBB BUDDYBOX CÓNICO:

El Buddybox cónico Cyclo (Cyclo BBB) de Sumitomo combina el altamente comprobado reductor Cyclo con una caja de engranajes helicoidales cónicos en ángulo recto de una sola etapa en un diseño de montaje en eje integral y robusto. El BBB incorpora la resistencia y la flexibilidad del reductor Cyclo con la adaptabilidad de un reductor de ángulo recto montado en eje. El cyclo BBB, amparado por una garantía de 24 meses, independientemente de las horas de funcionamiento, es una opción excelente para aplicaciones en el manejo de materiales, mezcladores de asfalto, industrias de máquinas especiales, transportadores y otras aplicaciones que requieren la orientación en ángulo recto de los reductores de velocidad.

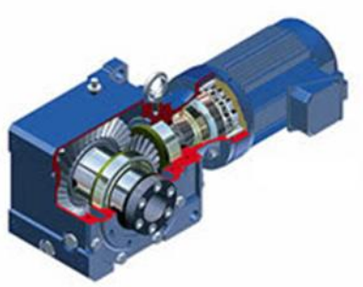

Imagen 2- 14 Reductor De Ciclo Cónico.

Fuente: Catálogo Motorreductores Siemens 2014

VII. MOTORREDUCTOR HYPONIC:

El motorreductor Hyponic de Sumitomo representa 60 años de excelencia en el diseño la fabricación de soluciones de engranaje superiores. El modelo más reciente de este motorreductor presenta una carcasa modular más compacta, lubricación con grasa exenta de mantenimiento y altos rendimientos. Las opciones incluyen configuraciones de motorreductor integral y entrada de brida tipo C. Por poder ser lavable como una

característica opcional, el Hyponic es la opción ideal para las industrias embotelladoras, panificación y elaboración de alimentos. La tecnología patentada de engranajes hipoides enteramente de acero de Sumitomo es de rendimiento extremadamente alto y excepcionalmente más eficiente que los engranajes helicoidales en las relaciones de 10:1 a 240:1.

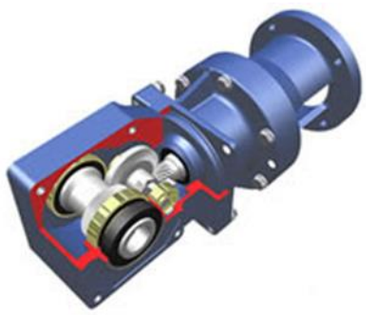

Imagen 2- 15 Conjunto Motorreductor HYPONIC.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014

VIII. MOTORES ASTERO:

La familia Astero de motores de potencia fraccionaria, cabezales de engranajes y controladores son construidos con la tradición de los engranajes de precisión de alta calidad y los diseños de clase mundial de Sumitomo. El Astero, concebido para brindar confiabilidad, además de ser de construcción notablemente robusta incorpora engranajes helicoidales para ofrecer máximo rendimiento y funcionamiento silencioso. El Astero es una solución rentable para los fabricantes de equipo original que exigen óptimo comportamiento, construcción de calidad y versatilidad, todo respaldado por la estabilidad y el apoyo de un líder mundial en tecnología de accionamiento.

Imagen 2- 16 Conjunto Motorreductor Astero.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

- **CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS:**

- Los cojinetes de bola de precisión, engranajes de acero y carcasa de aluminio fundido constituyen una construcción robusta de alta calidad

- El diseño de engrasado de pro vida provee un funcionamiento exento de mantenimiento
- El diseño combina engranajes helicoidales intermedios en ejes de acero paralelos para generar un rendimiento máximo.
- El cabezal de engranajes sellado permite el montaje universal para facilitar la adaptabilidad en espacios pequeños, además de infinitas de instalación.
- Múltiples configuraciones de motores, frenos y controladores de velocidad ideales para una extensa lista de aplicaciones

IX. LINEA J SERIE 4000

Nuevo diseño único de buje cónico para fácil montaje y sobretodo fácil desmontaje. Tiene engranes endurecidos superficialmente y rectificados para lograr mayor potencia a tamaños iguales. Barrenos del buje cónico de 1” a 6 ½” hasta 300 HP. Su manufactura de celdas de fabricación y sus componentes modulares dan por resultado una unidad de bajo costo. Como no necesita cimentación, esto significa una instalación sencilla al mínimo costo. Con sus sellos con purga de grasa para servicio severo en la flecha de alta velocidad, evita las fugas de lubricante y la consecuente falla de la unidad. Una barrera de grasa atrapa los contaminantes abrasivos antes de que puedan rayar la flecha o entran a la caja de engranes. Cuenta con engranes carbonizados y rectificados, helicoidales, con dientes más grandes y de caras más anchas para lograr máxima capacidad de transmisión de cargas.

Imagen 2- 17 Reductor Lineal Serie 4000.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

X. ULTRAMAX:

Reductores de velocidad de flechas concéntricas en 10 tamaños. El motorreductor Ultramax proporciona un arreglo muy compacto del motor eléctrico, reductor y acoplamiento. De flechas colineales, engranes helicoidales endurecidos superficialmente y rectificados hasta potencias de 1764 HP. Relación de velocidad desde 1.51:1 hasta 985.3.

Se arma con sub-ensambles por juegos que son fáciles de manejar y que ahorran dinero como resultado de su bajo costo. El reductor Ultramax está disponible en caja montada en bridas para mayor flexibilidad. Asimismo, puede utilizarse en aplicaciones con alto par torsional.

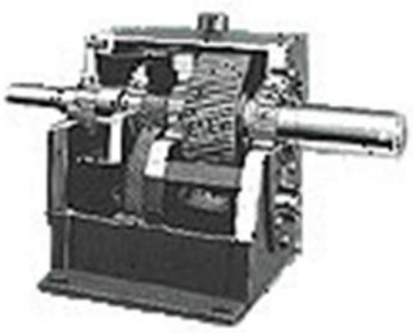

Imagen 2- 18 Caja Reductora ULTRAMAX.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

XI. SMARTBOX

El reductor Smartbox fue diseñado para ser el reductor más competitivo en el mercado. El factor clave de su desarrollo es el concepto de modularidad, es decir, producción modular, ensamble modular, reductores de engranes modulares. El Smartbox se fabrica con partes estándar, compartiendo engranes, flechas, juegos de entrada, y bridas de salida para simplificar el proceso de producción y acortar los tiempos de entrega. La intercambiabilidad de partes, hacen de los reductores Smartbox la línea más flexible en el mercado. Éstas se pueden adaptar fácilmente para cualquier aplicación. El diseño Smartbox dio como resultado un reductor de velocidad nuevo, flexible, de alto rendimiento, al mismo tiempo que mejoró la producción y la calidad de su desempeño.

Imagen 2- 19 Caja Reductora SMARTBOX.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

- **CARACTERISTICAS:**

- Diseñado para trabajo continuo y uso en las aplicaciones más demandantes y difíciles
- Engranes y barrenos de salida carburizados a una dureza de 58-60RC
- Capacidad de carga está calculada de acuerdo con la norma ISO 6336 y verificada según las normas AGMA 2001-B88
- Cajas principales de alta resistencia y flechas y bridas de entrada y salida de fundición de hierro gris G200
- Reductores de simple reducción con eficiencias hasta de 98%
- Reductores de doble y triple reducción con eficiencias hasta de 95%
- Montaje con patas, con brida, en flecha, patas/brida y otras configuraciones.

XII. TIPO Y MODELO L (Series 1000 YF y 2000Y):

Especialmente diseñado para altas capacidades y altos torques, el reductor Y viene horizontal en ángulo recto. Contiene rodamientos antifricción, cuñas robustas, flecha de alta velocidad para trabajo pesado, construcción con placas laterales reforzadas, amplio depósito de aceite, tapón de drenado del aceite, asientos de anclaje funcionales, soldadura continua con máquina, caja sólida de acero y superficies lisas, flechas de doble extensión, sellos perfeccionados, asientos de nivelación, barrenos de izaje, bayoneta de nivel de aceite. En cuanto a los engranes se mantiene un control de calidad absoluto y constante durante cada etapa de su fabricación, desde la aplicación de fórmulas especiales de acero de aleación, siguiendo los métodos y especificaciones Falk, hasta su acabado final…una mayor durabilidad de la superficie, resistencia a la abrasión, y a la ruptura y mayor capacidad de transmisión de potencia, son el resultado de la forma de diente de plena profundidad y del mayor ángulo de presión del diseño de Falk, una elevada eficiencia en los engranes helicoidales de un 98.5% por tren, permanece constante durante toda la vida de los engranes.

Imagen 2- 20 Reductor Tipo Y Modelo L.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

XIII. DRIVE ONE

El Drive One redefine el menor costo total en control de torque para la industria de trabajo pesado. El Drive One proporciona inimitable flexibilidad de configuración de montajes en una escala global.

- Drive One puede proveer seis alternativas de montaje lateral.
- Completo diseño métrico.
- Accesorios de motor IEC y NEMA.
- Cumple con los estándares de rateo de los Estados Unidos y los internacionales.
- Aplicación estándar para reductores montados al eje, mezcladores y reductores libres de alineamiento.
- Se pueden obtener altas relaciones de reducción cuando son utilizados en conjunto con reductores Falk Ultramite.
- Bajo costo inicial-30% menos en costo por el torque proporcionado.
- Características únicas del diseño 60% menos partes por tamaño que los reductores tradicionales, y usa partes a través de múltiples tamaños, ayudando a reducir inventarios de partes por hasta un 75%.
- Reduce inventario de repuestos por hasta un 40%-- un solo diseño cubre las aplicaciones montadas al eje, paralelas y de ángulo recto.
- Rote el reductor en incrementos de 90º cubriendo cada configuración de montaje concebible.
- El buje cónico TA único permite usar un solo reductor para múltiples aplicaciones.
- Innovadoras, opciones de enfriamiento de alta eficiencia ayudan a extender la vida operacional.

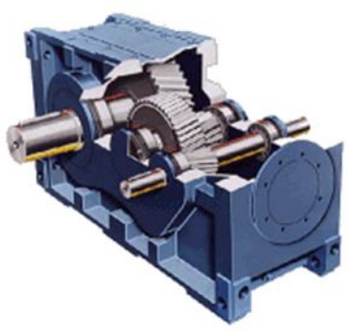

Imagen 2- 21 Reductor DRIVE ONE.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

XIV. REDUCTOR DE BANDA TRANSPORTADORA LIBRE DE ALINEAMIENTO

Desarrollado para satisfacer las demandas mundiales de las aplicaciones de superficie y debajo de la tierra para bandas transportadoras. El reductor libre de alineamiento de Falk ofrece un rango entre 40-125 rpm de salida, compatibilidad con motores NEMA y IEC en rangos desde 125 hp (90Kw) hasta 800 hp (630 KW), y usa de partidores suaves eléctricos o hidráulicos. Ahorro del 20% por encima de los acercamientos convencionales montados en el piso ya que se eliminan costos de fundación e instalación. La carcasa de diseño simétrico permite que el reductor libre de alineamiento sea usado en ensamblaje de mano derecha o izquierda, con solo un medidor de aceite y relocalizando el brazo de torque.

El reductor libre de alineamiento le da muchas características de valor agregado, incluyendo engranajes "alta resistencia", construcción de carcasa "acero tenaz" y sellos tándem "Mágnum". Estos simples detalles extra simplifican mantenimiento, extienden la vida operacional y ahorra en costos a largo plazo. Un diseño de circuitos de fluidos mejorado, con una cámara de retardo sobredimensionada y con orificios ajustables de llenado, proporcionan bajos torques de arranque, y tiempo de arranque de banda transportadora tan largo como 50 segundos. El reductor libre de alineamiento también acepta motores AC y DC y controladores para motores de múltiples velocidades y control de torque.

Imagen 2- 22 Reductor De Banda Transportadora.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014

XV. REDUCTOR BRAVO:

- La cubierta de aleación de aluminio de una sola pieza, está impregnada al vacío con el Resinol RT (MIL-STD 276) para mayor protección y sellado. No se requiere de una segunda mano de pintura. Combina un peso ligero con una fuerza tensional. Asimismo, cuenta con una precisión para el alineamiento de soportes y engranes.
- Los soportes engrandecidos sujetan positivamente el eje de alta velocidad para una mayor capacidad de carga, es ideal para el arranque frecuente y aplicaciones inversas. Cada lado esta sellado con Nitrilo Premium de alta temperatura.
- El acero de aleación de la pieza sola entra en el eje de entrada y el eje de gusano. La hélice del ángulo del gusano alto es de piso endurecido (RC 58-60), los dientes son perfilados para la reducción del nivel de ruidos y para realzar la eficacia.
- El gusano de aleación de bronce del engranaje es moldeado de manera centrífuga en un cubo para máxima fuerza, lubricación y mayor duración.
- Soportes de gran tamaño para capacidad de carga radial y salida hueca de los diámetros del eje.
- Sellos de salida de nitrilo para alta temperatura.
- Las capas del soporte están impregnadas y trabajadas a máquina con las superficies exteriores igualmente trabajadas, que se acoplan a una variedad de accesorios del montaje. Hilo extra profundo y resistente para dar soporte adicional. Disco duro hecho a base de zinc.
- La salida hueca del montaje del eje, es estándar sin ningún costo adicional. Reduce el peso total del tamaño, así como su costo. La salida del eje sólido está disponible de manera sencilla y doble.

Imagen 2- 23 Reductor BRAVO.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

XVI. MOTORREDUCTORES DE ENGRANES Y REDUCTORES QUANTIS ILH:

Este tipo de motores son dimensionalmente intercambiables con equipos de los principales competidores a nivel global. Proporcionan una mayor densidad de par motor en un diseño compacto. Asimismo, permiten reducir la capacidad en unidades de mayor potencia nominal en HP. Se acomodan a una potencia de entrada desde ¼ HP hasta 75HP (0.18kW a 55kW). Utilizan engranes completamente pulidos para reducir las pérdidas de potencia. Existen en dos modalidades de montaje, en pedestal y sin pedestal.

Imagen 2- 24 Reductor de Engranes QUANTIS ILH.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

XVII. REDUCTORES DE VELOCIDAD TORQUE – ARM DE SERVICIO RIGUROSO:

Este tipo de reductores incluye bujes cónicos gemelos que sujetan la flecha, produce menos bamboleo, evita la corrosión por desgaste y está diseñado con cajas resistentes de hierro dúctil o hierro fundido, resiste la corrosión y los impactos y amortigua la vibración. Tiene un paquete de protección XT para corrosión, ambientes hostiles, seguridad y sellado, lubricación y detección incluyendo un sistema de lubricación con filtro de aceite reemplazable.

Imagen 2- 25 Reductor de Velocidad TORQUE ARM.

Fuente: Catálogo motorreductores siemens 2014.

2.4 ELEMENTOS DE CINTA DE TRANSPORTE

2.4.1 POLINES

I. POLIN MOTRIZ

El sistema motriz, se encarga de entregar potencia al sistema transportador, en este sistema el tambor motriz es el último elemento, y el encargado de entregar el movimiento a la cinta transportadora, su ubicación está dada en el final del recorrido de la carga. Donde entrega el material.

El valor del coeficiente de rozamiento, entre la cinta y el tambor motriz, es fundamental pues, una correcta adherencia entre ambos permite la entrega de potencia sin resbalamientos. La superficie de contacto del tambor motriz, puede ser de acero lisa o con recubrimiento de goma, el cual incrementa su coeficiente de rozamiento.

Imagen 2- 26 Polín Motriz Revestido con Goma.

Fuente: http://rotranssa.com/cintas-transportadoras

II. POLÍN CONDUCIDO

El polín conducido, se ubica en el extremo opuesto al que se encuentra el tambor motriz, generalmente, es del mismo diámetro que el tambor motriz, pero no requiere de gran robustez, ya que, debe girar libre sin oponer resistencia en el retorno de la cinta.

Imagen 2- 27 Polín Conducido.

Fuente: http://rotranssa.com/cintas-transportadoras.

III. POLÍN DE CARGA

Consiste en un cilindro de metal, que gira sobre rodamientos anti – fricción. El polín de carga de mayor utilización, es el de tres rodillos de un mismo largo, con una inclinación de rodillos usualmente de 20º, 35º, o 45º, o llamados también rodillos en artesa.

El grado de artesa, corresponde al ángulo existente, entre los rodillos inclinados y la horizontal. Esta configuración permite, como principal ventaja, prácticamente doblar la capacidad de carga respecto a un rodillo plano. Los polines de 20º, son los más utilizados en la mayoría de los casos. Mientras que los polines de 35º y 45º, usualmente son utilizados con granos y materiales livianos. Recientemente, los rodillos de ángulos mayores, especialmente los de 35º, están siendo utilizados con mayor frecuencia en la industria. Las dos principales razones, para el uso de estos polines, son para obtención de una mayor capacidad de transporte, y mayor control sobre el derrame de material, especialmente en inclinaciones. La distancia, a que se encuentran cada estación de polines en el transportador, depende de la carga, velocidad y tensión de la cinta.

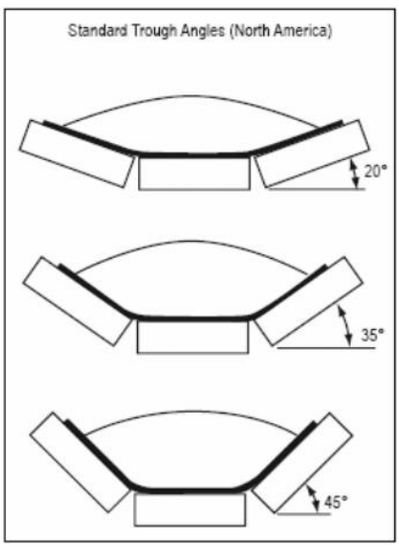

Imagen 2- 28 Inclinación De Instalación Polines De Carga.

Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/paginas/Maquinas20y20equipos/cintas.htm

Aun teniendo en cuenta su simplicidad, las formas constructivas de los rodillos son muy variadas, en lo que se refiere a los sistemas de estanqueidad, que se han ideado para impedir la penetración de la suciedad en los rodamientos. Su evolución ha sido continua desde el primer diseño de los mismos en el siglo XIX hasta ahora. A continuación, se detallan los componentes:

- **Rodamientos:** Como ya se ha señalado en el párrafo anterior, en Europa se emplean los rodamientos de bolas y en U.S.A. los rodamientos cónicos. Se sabe que los rodamientos de bolas tienen una capacidad de carga, tomando como base el diámetro interior, lo suficiente para soportar cargas, velocidades y tiempos de

duración exigidos por los usuarios de los rodillos, siendo, además, poco sensibles a la falta de alineación entre los mismos. Su coeficiente de fricción es reducido. Por el contrario, los de rodamientos cónicos tienen una capacidad de carga muy amplia, pero tienen el inconveniente de ser más sensibles a la falta de alineamiento.

- **Sistema de estanqueidad:** Está constituido por el conjunto de juntas, ya sea laberíntica o de fricción. De su eficacia, depende la vida de los rodamientos, y por tanto, del rodillo. Existen multitud de dispositivos constructivos, siendo difícil evaluar la eficacia relativa de los mismos.
- **Eje:** Es un componente sencillo, siendo la precisión y coaxialidad de las zonas de asiento de los rodamientos, las dos condiciones exigidas al mismo. Suelen fabricarse de aceros finos al carbono.
- **Cuerpo del rodillo:** Está formado por el tubo cilíndrico y por los extremos o cubos del mismo. Hasta no hace mucho tiempo se construían de una sola pieza en fundición gris. Se empleaban en minería subterránea y eran muy pesados. Posteriormente, se fabricaron de acero y los cubos de fundición gris. Hoy en día, se fabrican más ligeros siendo la parte cilíndrica también de tubo de acero, pero los cubos son de acero suave embutido, soldados al tubo.

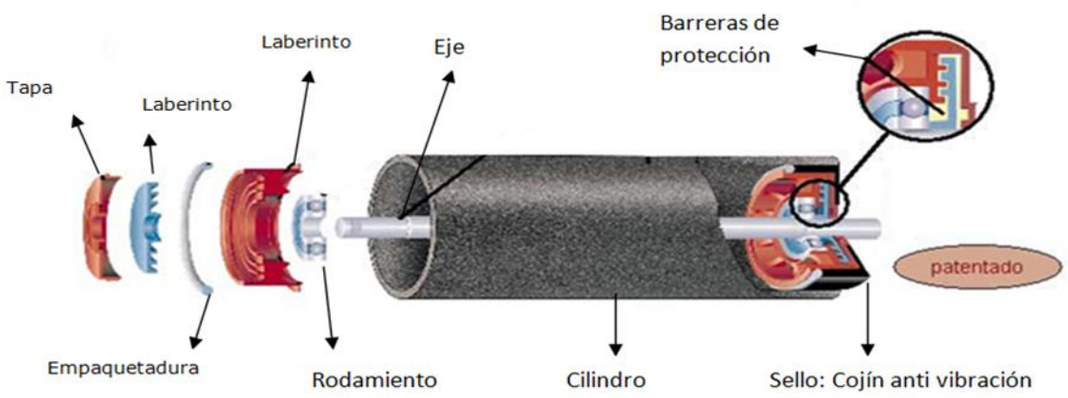

Imagen 2- 29 Vista en Corte de Polín de Carga.

Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/paginas/Maquinas20y20equipos/cintas.htm.

IV. POLÍN DE RETORNO

Los polines de retorno, como su nombre lo indica, permiten el retorno de la banda mediante el apoyo de ésta. Por lo general, estos polines no tienen la robustez de los polines de carga, debido a que solo deben soportar el paso de la cinta, sin carga, por lo cual, también la distancia genera a que se encuentran las estaciones es dos o tres veces más distancia que la de los polines de carga.

Imagen 2- 30 Rodillo de Retorno.

Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/paginas/Maquinas20y20equipos/cintas.htm

V. POLÍN DE IMPACTO

El principal objetivo de los polines de impacto o amortiguación, es recibir el impacto de la carga en el punto de recepción del material, y absorber esta energía, evitando que se propague por la estructura. Los ángulos de inclinación de los rodillos, son los mismos del rodillo de carga, para entregar una uniformidad en el transporte, estos rodillos, generalmente están compuestos por anillos o discos recubiertos de goma.

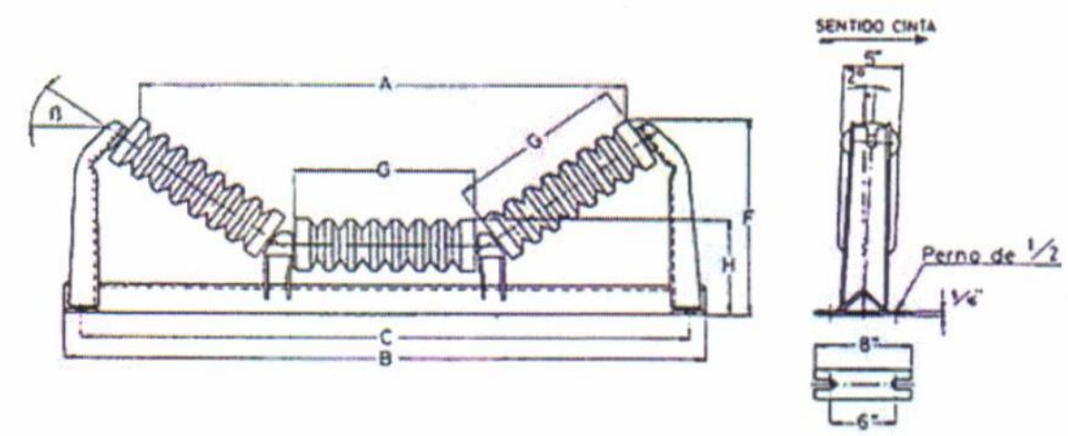

Imagen 2- 31 Polines de Impacto.

Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/paginas/Maquinas20y20equipos/cintas.htm.

VI. POLÍN DE ALINEACIÓN

Los polines de alineación, son similares a los demás rodillos, a diferencia que poseen un movimiento corto de giro, en su centro tipo pivote. Cuentan con un par de rodillos, que hacen contacto con el costado de la cinta en movimiento. Estos rodillos se encargan de mantener a la cinta en su recorrido, evitando que se desbande. Los polines autoalineantes, se encuentran presentes, tanto en el ramal de carga, como en el ramal de retorno.

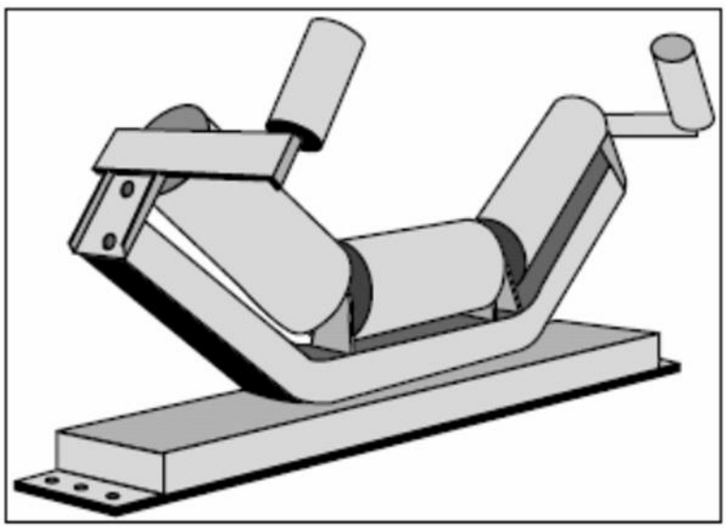

Imagen 2- 32 Polines de Alineación.

Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/paginas/Maquinas20y20equipos/cintas.htm.

VII. BANDA TRANSPORTADORA

La cinta o banda, es el elemento que le da el nombre a estos sistemas, dentro de las cintas, se pueden encontrar gran variedad de características, y su elección, depende principalmente del: material a transportar, velocidad, esfuerzo o tensión a la que sea sometida, capacidad de carga a transportar, entre otros. Es la encargada de:

- Absorber las tensiones generadas en el arranque.
- Transportar la carga.
- Absorber la energía de impacto en el punto de carga.
- Resistir a los efectos de temperatura y agentes químicos (calor, aceite y la grasa que contiene los materiales, acidez, etc).
- Cumplir con los requisitos de seguridad como la resistente al fuego.

Las cintas, son fabricadas principalmente con caucho y elementos textiles, también pueden estar compuestas en su interior por telas de acero, dependiendo de las condiciones a las que se desee sean sometidas. Se pueden clasificar según:

- Según el tipo de tejido:
  - De algodón.
  - De tejidos sintéticos.
  - De cables de acero.
- Según la disposición del tejido:
  - De varias telas o capas
  - De tejido sólido
- Según el aspecto de la superficie portante de la carga:
  - Lisas
  - Rugosas
  - Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados

Las cintas utilizan diferentes tipos de cubiertas, las cuales están compuestas por polímetros, el tipo de polímetro utilizado varía según las propiedades requeridas, las características del material a transportar, y las condiciones de carga, son factores determinantes, en cuanto al tipo y espesor de la cubierta.

Para el transporte inclinado de material, existen cintas con dibujos en su superficie los cuales aumentan su coeficiente de rozamiento, y evitan el deslizamiento del material, estas cintas también son llamadas cintas perfiladas.

VIII. RECUBRIMIENTO DE BANDA TRANSPORTADORA

La banda, al cumplir la función de transportar, está sometida a la acción de las fuerzas longitudinales que producen alargamientos y el peso del material entre las ternas de rodillos portantes, que producen flexiones locales, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, y ello a consecuencia de la adaptación de la banda a la terna de rodillos. Además de los impactos del material sobre la cara superior de la banda, que producen erosiones sobre la misma. Para soportar adecuadamente estas influencias, la banda está formada por dos componentes básicos.

- El tejido o carcasa, que transmite los esfuerzos.
- Los recubrimientos, que soportan los impactos y erosiones.

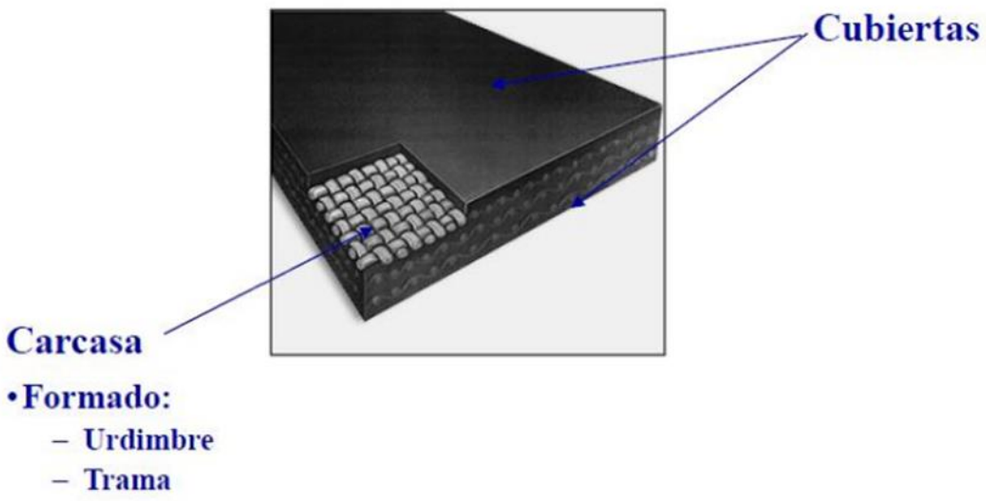

Imagen 2- 33 Componentes de una Banda.

Fuente: http://descom.jmc.utfsm.cl/paginas/Maquinas20y20equipos/cintas.htm.

La carcasa está constituida por la urdimbre o hilos longitudinales y por la trama o hilos transversales. La urdimbre, que soporta los esfuerzos de tracción longitudinales, es en general bastante más resistente que la trama, la cual solo soporta esfuerzos transversales secundarios, derivados de la adaptación a la forma de artesa y de los producidos por los impactos. La rigidez transversal de la trama, no debe ser excesiva, con el fin de que la banda pueda adaptarse bien a la artesa formada por la terna de rodillos. El número mínimo de telas de la carcasa, para bandas utilizadas en el transporte de materiales a granel es de 3, en algunos fabricantes 2. El tejido de las telas de la carcasa está embebido en goma virgen, y a su vez los conjuntos de telas se unen entre sí con la misma goma virgen.

Los recubrimientos o partes externas están formados por elastómeros (caucho natural), PVC u otros materiales. El recubrimiento superior es el que soporta el material, el inferior es el que está en contacto con los rodillos, por ello, el recubrimiento superior tendrá mayor espesor que el inferior.

Los tejidos empleados en la actualidad para el diseño de una banda, son los mostrados en tabla 2-1.

COMPOSICION DE BANDA DE LA CINTAS TRANSPORTADORAS	
Tipo de tejido	**Designación**
Algodón	B
Rayón	Z
Poliéster	E
Poliamida	P
Cable de Acero	St

Tabla 2- 1 Simbología Designación de Componentes en Bandas.

Fuente: Elaboración propia a partir de normativa CEMA

Los tejidos naturales como el algodón se emplean muy poco en la actualidad al haber sido sustituido por el tejido sintético como es el rayón, poliéster y la poliamida además de por el cable de acero.

De los tejidos sintéticos los más empleados son el poliéster (E) para la urdimbre y la poliamida (P) para la trama, dando origen a un tejido llamado EP. Respecto al poliéster se puede decir que es una fibra química conocida comercialmente como TREVIRA y TERYLENE. En cuanto a la poliamida también es una fibra sintética conocida como NYLON y PERLON.

Debido a la necesidad de conseguir que las bandas sean capaces de soportar mayores tensiones, ha llevado a desarrollar la fabricación de bandas con cable de acero. En estas, la urdimbre está formada por cables de acero cuyos hilos están completamente galvanizados y embebidos en la goma para garantizar la marcha recta de la banda. Las diferentes resistencias de las bandas se logran utilizando cables de distintos diámetros y a su vez el espaciado entre cables también varía. La rigidez transversal se logra en general por la propia goma, que al ser más flexible que el tejido empleado en la trama de las bandas EP, le confiere mayor ángulo de artesa.

Por último, se habla de la banda de tejido sólido, su característica más destacada es que el recubrimiento es parte integral de la banda, dándole mayor resistencia al fuego e impidiendo la penetración del agua. Además, su no separación de la carcasa le confiere una propiedad inherente de tejido sólido. Las fibras sintéticas de la urdimbre proporcionan la resistencia a tracción y las fibras exteriores se encargan de amortiguar los impactos. Son muy resistentes al desgaste de los bordes de la banda, impidiendo la separación de sus fibras.

El espesor de los recubrimientos de la carcasa se define en función del tipo de aplicación de la banda y de la anchura de ésta, además de otras características como el tipo de material y grado de abrasividad.

CALIDAD DE RECUBRIMIENTO SEGÚN NORMA DIN 22102				
Calidad de Recubrimientos	**W**	**X**	**Y**	**Z**
Resistencia a la tracción longitudinal (N/mm^2)	18	25	20	15
Alargamiento de rotura longitudinal (%)	400	450	400	350
Abrasión (mm^3)	90	120	150	250

Tabla 2- 2 Calidad de los Recubrimientos Según Norma DIN 22102.

Fuente: Elaboración propia a partir de norma DIN 22102

La cubierta protege a la carcasa de la abrasión y cualquier otra condición local que contribuya al deterioro de la banda. En algunos casos muy concretos, estas condiciones pueden ser moderadas de tal forma que no se requiere protección ni cobertura para la banda. En otros casos, la abrasión y el corte pueden ser tan severos que se requiera una cubierta superior más gruesa de lo normal. De cualquier modo, el propósito de la selección de la cubierta es suministrar suficiente protección a la carcasa con el fin de que llegue al límite de su vida útil.

IX. MECANISMOS DE LIMPIEZA

El objetivo de los dispositivos de limpieza, consiste en evitar que las cintas, los rodillos de apoyo, y todo el recorrido de la cinta, se ensucien como consecuencia de los materiales transportados.

La limpieza de las cintas transportadoras, es un requisito esencial, para que éstas funcionen de manera segura y rentable, ya que, la suciedad y las incrustaciones en el lado de carga de la cinta, pueden provocar una descompensación en su recorrido, sobre-tensiones localizadas o acumulación de suciedad en la zona del recorrido de la cinta transportadora, debido a la caída del material transportado. Los *raspadores*, deben eliminar totalmente los materiales transportados por el lado de la carga, y al mismo tiempo, minimizar al máximo los daños a la cinta transportadora.

A la hora de elegir un sistema de limpieza, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo y características del material a transportar.
- Volumen transportado
- Velocidad de la cinta transportadora.
- Confección y longitud de la cinta.

- Tipos de conexiones
- Lugar de trabajo y condiciones del entorno.
- Desgaste, y necesidades de mantenimiento.

Las funciones de los sistemas de limpieza, deben cumplir con las características que se detallan a continuación:

- Limpieza óptima de la correa
- Limpieza no dañina
- Flexibilidad en cuanto al montaje
- Inspecciones fáciles y poco habituales

Con el fin de minimizar los daños a las cintas, los raspadores deben posicionarse lo más horizontalmente posible a la cinta. De este modo, con una presión muy baja sobre la superficie, se pasa sobre posibles daños existentes, uniones mecánicas y pequeñas irregularidades, y al mismo tiempo, se logra una limpieza óptima de la cinta. Además, hay que asegurarse de que el sistema de limpieza de la cinta transportadora funcione sin problemas. Esto sólo ocurre si el sistema cuenta con buenas características de auto limpieza, es decir, que la suciedad de los raspadores no afecte negativamente a su capacidad de limpieza.

- **RASPADORES**

Raspadores, como su nombre lo dice, raspan la cinta en el punto de entrega de material, donde se encuentra el tambor motriz, a medida que la cinta se mueve los raspadores dejan caer al chute el material que queda adherido. Los *raspadores de cinta,* se ubican en el extremo de la correa y la superficie de contacto del raspador. Está formada de *neopreno, poliuretano* u otro material siempre más blando que la cinta. Los raspadores, no deben ser presionados en exceso contra la correa, solo deben apoyarse en ella haciendo una fuerza mínima para no forzarla ni deteriorarla.

- **DEFLECTOR**

En este sistema, también existe un último raspador situado en la parte inferior interna de la cinta cerca del tambor de cola, este raspador se encarga de eliminar el material que cae del ramal de carga, evitando que entre en contacto con el tambor de la cola, donde podría atraparse entre el tambor y la cinta dañándola, y corriendo el serio riesgo de rasgarla.

- **CEPILLO GIRATORIO**

Este tipo de limpiador, se ubica en el mismo lugar que los raspadores, y puede ser de cerdas de nylon o de láminas de goma, según el modelo puede girar de forma libre, en

el sentido de la marcha de la correa, o también, pueden ser motorizados con sentido de giro contrario para mayor efectividad en la limpieza.

X. DISPOSITIVO TENSOR DE CORREA TRANSPORTADORA

Con el uso la banda se estira, lo que podría llevar a más contacto entre poleas y rodillos, mayor fricción y desgaste. El sistema tensor de la cinta, es el que permite mantener la tensión en todo el transportador dentro de los rangos de trabajo, esto permite mantener la cinta sin exceso de juego y asegurar que no patine, ni se descentre.

Los tipos de sistemas tensores, son los de tornillo, y por gravedad o contrapeso; los tensores por tornillos, son usados principalmente en transportadores pequeños o de corto recorrido, mientras que, los tensores por contrapeso son utilizados para sistemas de transporte más pesados y largas distancias, siendo estos los más utilizados en la industria.

Las cintas, poseen un coeficiente de estiramiento dado por el fabricante, el sistema tensor debe absorber este estiramiento en operación del sistema, principalmente, en las partidas y cambios de velocidad. Mientras mayor sea el largo de la cinta, mayor será el recorrido del tensor, para compensar la variación de tensión.

Los sistemas de tensado, se ubican por lo general inmediatamente después tambor motriz donde se generan los estiramientos, en el ramal de retorno.

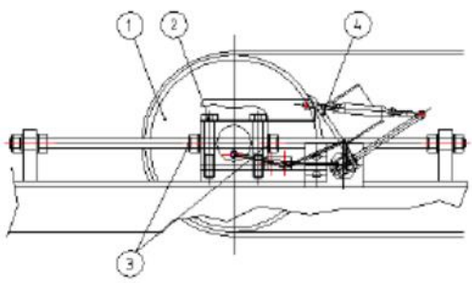

Imagen 2- 34 Esquema Mecanismo Tensado Horizontal

Fuente: http://www.rotranssa.com/cintas-transportadoras

Un dispositivo tensor de tornillo consiste en las siguientes piezas:

1. Tambor de la correa (tambor de arrastre)
2. Tornillos de montaje del tambor de la correa (4 tornillos)
3. Tuercas de ajuste

4. Limpiador del tambor

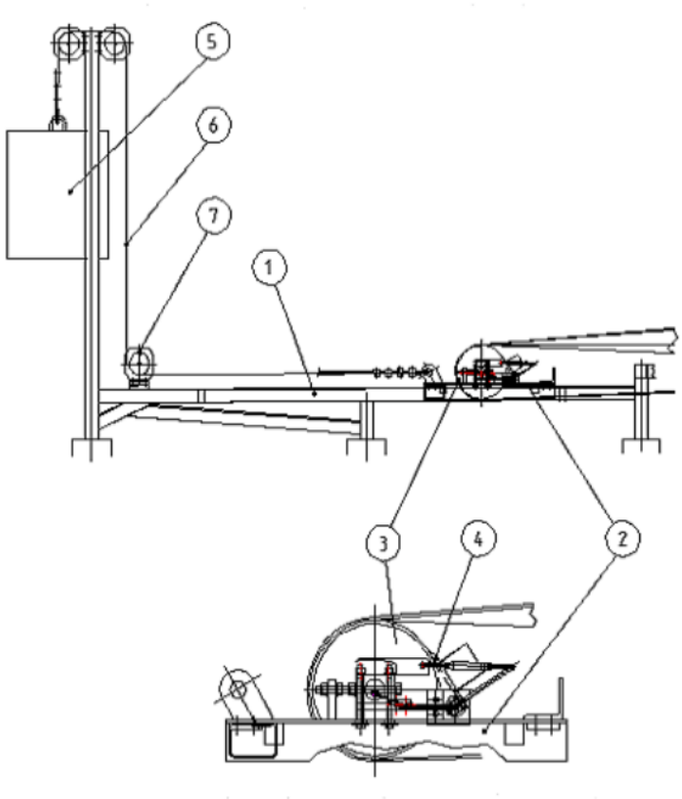

Imagen 2- 34 Esquema Mecanismo Tensado.

Fuente: http://www.rotranssa.com/cintas-transportadoras.

En la Figura 3-34 aparece un dispositivo tensor horizontal por gravedad formado por:

1. Barras guías.

2. Carro.

3. Tambor de la correa (tambor de arrastre).

4. Limpiador del tambor.

5. Contrapeso.

6. Cable de acero.

XI. FALDONES EN PUNTOS DE CARGA

Los faldones, son gomas que se encuentran en la descarga de la tolva de alimentación, su objetivo, es detener las proyecciones de material que tienden a retroceder,

debido a la inclinación y al impacto al golpear con la cinta, estos *faldones* se van gastando con el tiempo a medida que roza con la cinta.

XII. DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN.

Para no realizar una carga brusca a la cinta transportadora, la cual podría resentirse, es que la tolva tiene incorporado en su cono inferior unos fierros cruzados, que aparte de estar encargados de no dejar pasar objetos contundentes, también sirven para disminuir la aceleración del material, que viene desde el camión.

Luego, cae a una cinta transportadora de placa, la cual es la encargada de la dosificación controlada desde sala de control.

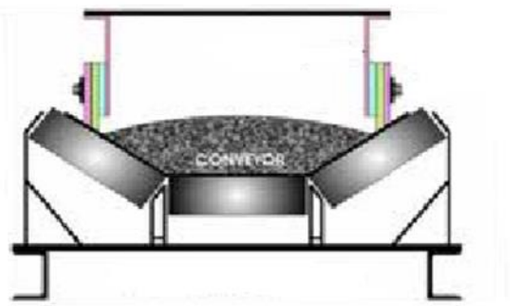

Imagen 2- 35 Dispositivo De Carga.

Fuente: http://www.rotranssa.com/cintas-transportadoras.

XIII. ZONA DE TRANSICIÓN

En esta zona, la cinta toma su forma cóncava o de artesa gradualmente, partiendo desde la salida del tambor de cola pasando por los rodillos de transición, en los cuales gradualmente va aumentando el grado de inclinación de los rodillos, los que le darán la forma a la cinta para recibir la carga, en la estación de transferencia.

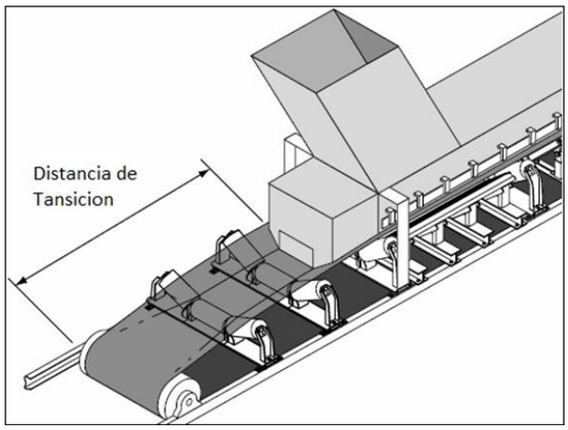

Imagen 2- 36 Zona de Transición.

Fuente: http://www.rotranssa.com/cintas-transportadoras.

XIV. DISPOSITIVO DE DESCARGA.

La cinta puede volcar directamente, en su extremo final, o puede requerir algo más complejo, dependiendo de cómo se utilizará el material transportado, ya que, en ocasiones el material, al tener diámetros muy grandes, son pasados a *chancadoras o cribas*. Un *Tripper*, es un dispositivo móvil, que permite descargar en cualquier punto del recorrido. Puede ser "arado" que desvía el producto al rozar la banda, o puede ser un conjunto de rodillos que invierten la banda, volcando el contenido en un canal lateral.

El arado también puede usarse para limpiar la banda en el retorno.

Imagen 2- 37 Tolva de Descarga.

Fuente: http://www.rotranssa.com/cintas-transportadoras.

XV. SEGURIDAD

- **BOTÓN PARADA DE EMERGENCIA**

Este elemento, se encuentra al igual que la *botonera de partida* y *parada local*, en todas las estaciones de transferencia. Como su nombre lo indica, en caso de emergencia su activación manual detiene el sistema transportador aguas arriba, es decir, aguas abajo

el sistema sigue funcionando hasta entregar todo el material que se encuentra en camino a la cancha de acopio. Por ser un mecanismo de emergencia, este accionamiento, es independiente del panel de control principal.

Imagen 2- 38 Botón de Parada de Emergencia.

Fuente: http://www.segurycel.cl.

- **INTERRUPTOR DE CUERDAS**

Este interruptor se encuentra a lo largo de todo el circuito, y es utilizado para casos de paradas de emergencia de cualquier tipo, a través del tiraje manual de la cuerda, que se aprecia en la figura, la que en un extremo es atada al interruptor, el que está diseñado para mantener una tensión nominal.

Imagen 2- 39 Cuerda de interruptor en cinta.

Fuente: Fotografía propia.

2.5 COMPONENTES ANEXOS

Las líneas de cintas transportadoras, se componen de una serie de equipos adicionales encargados de ir realizando mejoras al material, filtrados, tratamientos, etc. Esto para que cuando llegue al final de su recorrido, el material pase directamente a la nave de acopio, o directo al equipo donde se utilizara, evitando así tener que mover

nuevamente el material, para realizar un tratamiento previo, sino que, estos tratamientos se realicen a medida que se transporta el material.

2.5.1 CINTAS TRANSPORTADORAS DE PLACA

La cinta transportadora de placa, o *alimentador de placas metálicas*, se caracteriza principalmente por su gran robustez y seguridad, permitiendo realizar alimentaciones óptimas y uniformes del producto a los diferentes procesos, es el encargado de alimentar a la cinta transportadora, donde su velocidad de funcionamiento, es controlada en sala de control. Es un *Bastidor,* formado por dos perfiles de chapa, en forma de "U", los cuales, arriostrados longitudinal y transversalmente, forman una celosía horizontal, electrosoldada y atornillada. Sobre esta estructura, en ambos perfiles, se fijan los correspondientes apoyos metálicos para el soporte de las cadenas de arrastre. Los ejes motriz y tensor, se fijan al bastidor principal mediante soportes SN con rodamientos. Calados a estos ejes, y en ambos extremos, se sitúan las ruedas dentadas, fijadas a los ejes mediante aros cónicos de expansión. Las dos cadenas, van provistas de aletas laterales paso a paso, para la fijación mediante bulones de las placas metálicas de transporte. El transporte del material, se realiza sobre las placas de arrastre metálicas, las cuales son fácilmente sustituibles, llevando en su parte superior *arrastradores de perfil,* para el mejor empuje del producto actuando, así mismo, como refuerzo de la placa. El ancho de las placas, la capacidad, y la velocidad de transporte, dependerán del producto y de las necesidades específicas de cada instalación. Y, su *capacidad de transporte máxima*, en función de densidades, en torno a las 1200 T/h.

2.5.2 CHANCADOR

Los chancadores, son equipos mecánicos encargados de la reducción del tamaño de minerales, los cuales, están diseñados para imprimir la fuerza necesaria para lograr la propagación de las grietas en el mineral. El proceso de chancado, se lleva a cabo por etapas sucesivas (chancado primario, secundario, terciario, etc.), de manera de ir paulatinamente reduciendo de tamaño las partículas del mineral, hasta lograr el tamaño óptimo para el proceso posterior. Los chancadores, se pueden clasificar en:

- Chancador de mandíbulas
- Chancador giratorio
- Chancador de rodillos
- Chancador de cono
- Chancador de martillos
- Chancador de impacto

Al introducirse el trozo de mineral, entre las dos mandíbulas del equipo, el mineral se quiebra, y con la separación de la mandíbula móvil de la fija, el mineral va descendiendo por la cavidad hacia la abertura de la descarga, en el siguiente acercamiento sufre una nueva fragmentación, y así sucesivamente, hasta alcanzar las dimensiones que le permitan salir por la descarga.

2.5.3 CRIBA VIBRATORIO

Instrumento para colar o tamizar, que se utiliza para filtrar los elementos de mayor volumen, de los que tienen menor, estos últimos pasan directo, y los de mayor tamaño, son reenviados a otro proceso como chancado, donde se reduce su tamaño. Este instrumento, está compuesto por un marco de metal, que en su interior posee varias capas de malla, la cual está encargada de filtrar. Este colador gigante, se conecta a un motor, en su extremo posee una pieza metálica no cilíndrica, que actúa de contrapeso y genera la vibración.

2.5.4 STACKER

Sistemas de apilado electrónico, que tiene un nivel muy alto de automatización, apilando y distribuyendo, el material a las zonas a las cuales son requeridas. Es una gran máquina, utilizada en el manejo de materiales a granel. Su función es acumular material a granel, tales como, piedras calizas, minerales y cereales, en un arsenal.

2.5.5 RECLAIMER

Estos equipos, son una combinación de apilador y recogedor, con un brazo de rodete. Gracias a la combinación de apiladores y recogedores, es posible reducir el tiempo de almacenar, de manera ordenada los materiales.

2.5.6 RODAMIENTO

Elemento mecánico, que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, por medio de rodadura, que le sirve de apoyo, y facilita su desplazamiento.

2.6 MANTENIMIENTO

Mantenimiento, se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo extender la vida útil de los equipos, a su vez aumentar el índice de confiabilidad y disponibilidad del equipo, asegurando la producción requerida.

Existen 4 tipos de mantenimientos utilizados actualmente en las industrias, estos son:

- Mantenimiento correctivo o a la falla.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento proactivo.

2.6.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo, es aquel que se centra exclusivamente en la corrección de los defectos que se aprecian en el funcionamiento e instalaciones, para, a partir de ello, repararlos y devolverle la funcionalidad correcta. Este tipo de corrección, puede tener dos modalidades, una que se conoce como *inmediata*, y que se efectuará de manera seguida a la observación de la falla con los medios con que se cuenta; mientras que la *diferida*, implicará la paralización del equipo en cuestión, para luego llevar a cabo su arreglo.

2.6.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido, y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo Planificado - MPP.

Su propósito, es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas, en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento, es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, para corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo. Así como también, ayuda a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

- **Ventajas del Mantenimiento Preventivo**
  - Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que, se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
  - Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
  - Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
  - Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
  - Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento, debido a una programación de actividades.
  - Bajo costo de las reparaciones.
- **Fases del Mantenimiento Preventivo**
  - Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
  - Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente,
  - Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el mantenimiento correspondiente.
  - Registro de reparaciones, repuestos y costos, que ayuden a planificar.

2.6.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo, es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física, con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo, se basa en la medición, seguimiento y monitoreo, de parámetros y condiciones operativas, de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan, valores de pre-alarma, y de actuación, de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

Las técnicas predictivas más habituales, en instalaciones industriales son las siguientes:

- Análisis de vibraciones,
- Termografías.
- Boroscopias.
- Análisis de aceites.
- Análisis de ultrasonidos.
- Análisis de humos de combustión.
- Control de espesores en equipos estáticos.

2.6.4 MANTENIMIENTO PROACTIVO

El Mantenimiento Proactivo, es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección, de las causas que generan el desgaste, y que, conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que, de hacerlo su vida útil y desempeño, se verán reducidos. La longevidad de los componentes del sistema, depende de que los parámetros de causas de falla, sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando una práctica de "detección y corrección", de las desviaciones según el programa de Mantenimiento Proactivo.

Límites aceptables, significa que, los parámetros de causas de falla, están dentro del rango de severidad operacional, que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

En sistemas mecánicos operados bajo la protección de lubricantes líquidos, permite controlar cinco causas de falla plenamente reconocidas, puede llevar a la prolongación de la vida de los componentes, hasta de 10 veces, con respecto a las condiciones de operación actuales. Estas cinco causas críticas a controlar están:

- Partículas
- Agua
- Temperatura
- Aire
- Combustible o compuestos químicos

Cualquier desviación de los parámetros de las causas de falla anteriores, dará como resultado deterioro del material del componente, seguido de una baja en el desempeño del equipo, y finalizando con la pérdida total de los componentes, o la funcionalidad del equipo.

CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

3.1 AREA DE ESTUDIO

- **Responsable CMPC CBB**

Por Planta: Jefe de Mantención Mecánica del Área.

- **Identificación de los Equipos**

A continuación, se detallan los equipos identificados en las tres líneas a interferir con sus respectivos TAG e identificación de dispositivo de cada cinta.

3.1.1 LINEA N°1 MATERIAS PRIMAS TRANSPORTA YESO, ARENA, ESCORIA, CLINKER.

- G1.J01.M1 CINTA PLACAS.
- G1.J02.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- G1.S01.M1 CRIBA VIBRADORA.
- G1.M01.M1 CHANCADOR.
- G1.J03.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- G1.J04.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- G1.J04.M2 CARRO TRASLACIÓN.

- **Componentes G1.J02.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 129 Polines de carga; Diámetro 115 mm; Largo 275 mm.
- 15 Polines de retorno; Diámetro 115 mm.; Largo 840 mm.
- 6 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 275 mm.
- 4 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 80 mm.
- Banda textil recubierta ancho 30” Largo 85 m.
- Sistema tensor por tornillo.
- Limpieza con raspador protector.
- Transmisión de reductor a polín motriz directa.
- Motor de accionamiento cinta es trifásico 380 V, 18 A, n 1450 rpm.
- Transporte ascendente.

- **Componentes G1.J03.M1 (Banda de 2 rodillos)**

- 148 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 21 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 18 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 12 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.

- Banda textil recubierta ancho 19 ½" Largo 170 m.
- Sistema tensor por tornillo.
- Sin sistema de limpieza.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte ascendente.

- **Componentes G1.J04.M1 (Banda de 2 rodillos)**

- 36 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 290 mm.
- 16 Polines de retorno; Diámetro 115 mm.; Largo 840 mm.
- 6 Polines direccionales; Diámetro 115 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil recubierta ancho 24" Largo 75 m
- Sistema tensor por tornillo
- Limpieza de rieles con escobilla acoplada al frente de ruedas.
- Transporte horizontal, sobre carro móvil.

3.1.2 LINEA N°2 MATERIAS PRIMAS TRANSPORTA ARENA Y ESCORIA PARA SECADOR.

- B2.U01.M1 CINTA DE PLACAS.
- B2.U03.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- B2.U04.M1 CRIBA VIBRATORIA.
- B2.U05.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- B2.U06.M1 CINTA TRANSPORTADORA REVERSIBLE.

- **Componentes B2.U03.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 90 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 290 mm.
- 11 Polines de retorno; Diámetro 115 mm.; Largo 840 mm.
- 9 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 290 mm.
- 8 Polines direccionales; Diámetro 115 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil recubierta ancho 30" Largo 82 m.
- Sistema tensor en "U" con contrapeso y tornillo tensor.
- Limpieza con 2 raspadores rígidos con contrapeso.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.

- **Componentes B2.U05.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 174 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 275 mm.
- 18 Polines de retorno; Diámetro 115 mm.; Largo 840 mm.
- 9 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 275 mm.
- 26 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 80 mm.
- Banda textil recubierta ancho 30” Largo 170 m.
- Sistema tensor en “U” con contrapeso y tornillo tensor.
- Limpieza con raspador, y agua.
- Transmisión desde reductor a polín motriz por 3 correas.
- Transporte ascendente.

- **Componentes B2.U06.M1 Cinta reversible (Banda de 2 rodillos)**

- 58 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 9 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 6 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 6 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil recubierta ancho 24” Largo 80 m.
- Sistema tensor por tornillo.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte horizontal, cinta reversible.

3.1.3 LINEA N°3 MATERIAS PRIMAS, ALMACENADO EN CANCHA DE ACOPIO

- R1.L01.M1 CINTA DE PLACAS.
- R1.L02.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- R1.L03.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- R1.L04.M1 CRIBA VIBRATORIA.
- R1.L05.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- R1.L06.M1 STACKER.
- R1.L07.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- R1.L08.M1 CINTA TRANSPORTADORA.
- R1.L09.M1 RECLAIMER.

- R1.L10.M1 CINTA TRANSPORTADORA.

- **Componentes R1.L02.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 57 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 8 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 12 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 2 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil recubierta ancho 30" Largo 31 m..
- Sistema tensor en "S" y por tornillo.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte horizontal.

- **Componentes R1.L03.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 135 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 21 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 12 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 4 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil recubierta ancho 32" Largo 117.64 m.
- Sistema tensor en "U" con contrapeso.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte ascendente.

- **Componentes R1.L05.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 582 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 75 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 12 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.

- 18 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil Plylon 220 (2 telas) ancho 30” Largo 467.85 m.
- Sistema tensor con carro con contrapeso.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte con Triper.

- **Componentes R1.L07.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 75 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 8 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 9 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 6 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil Euzkadi HT 250 ancho 30” Largo 75.5 m.
- Sistema tensor en “U” con contrapeso.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte ascendente.

- **Componentes R1.L08.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 471 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 63 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 9 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 10 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil Plylon 220 (2 telas) ancho 30” Largo 389.12 m.
- Sistema tensor con carro con contrapeso.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte horizontal.

- **Componentes R1.L10.M1 (Banda de 3 rodillos)**

- 183 Polines de carga; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 27 Polines de retorno; Diámetro 90 mm.; Largo 890 mm.
- 45 Polines de Impacto; Diámetro 115 mm.; Largo 475 mm.
- 10 Polines direccionales; Diámetro 90 mm.; Largo 290 mm.
- Banda textil Euzkadi HT 250 ancho 32” Largo 195 m.
- Sistema tensor en “U” con contrapeso.
- Sin sistema de limpieza operando.
- Transmisión de reductor a polín motriz por cadena lubricada con aceite Mobil Cylinder 600w con Carter.
- Transporte ascendente.

3.2 FALLAS IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

3.2.1 FALLAS MECÁNICAS.

Las fallas mecánicas pueden ser provocadas por un mal montaje, uso incorrecto por parte del operador, fatiga del material o error en elección del repuesto instalado.

Dentro de las partes mecánicas que componen la cinta transportadora son los siguientes:

I. Estructura Soportante

La estructura soportante de una cinta transportadora está compuesta por perfiles tubulares o angulares, formando en algunos casos verdaderos puentes que se fijan a su vez, en soportes o torres estructurales apernadas o soldadas en una base sólida. Esta estructura presenta desgaste por corrosión del metal, desalineamiento, quebraduras de soldaduras, deformaciones estructurales por golpes

II. Correa o Banda

La correa o banda propiamente tal, es la encargada de soportar velocidad, esfuerzo y tensión a la que sea sometida. Esta presenta daño superficial por el desgaste de uso, rajaduras a lo largo en sectores por carga desbalanceada, cortes laterales, por mal estado de rodillos direccionales.

III. Polines

Debido al material particulado presente en la empresa estos rodillos se agripan con lo cual se traban se produce el desgaste excesivo de una de las caras del polín, dejándolas planas e inservibles, otro suceso es el descarrilamiento de los polines por mala fijación.

Polines con diferentes diámetros en la misma cinta transportadora, lo que genera desestabilización de la banda y descarrilamiento.

Polines de impacto que no se encuentran en el lugar necesario, si no que fuera del área de descarga, y polines de carga que se encuentran en la zona donde deberían ir estos.

IV. Elementos Tensores

Los elementos tensores por gravedad se agripan y quedan estáticos, por lo que, no aplica la tensión necesaria, y provoca desadaptación frente a los cambios bruscos de carga que posee el tensor, por otra parte, la errada configuración de la tensión, puede producir un estiramiento excesivo de la banda transportadora, o detención, por falta de fricción.

V. Tambor Motriz y de Retorno

La función de los tambores es funcionar como poleas, las que se ubicarán en el comienzo y fin de la cinta transportadora, para su selección, se tomarán en cuenta factores como: potencia, velocidad, ancho de banda, entre otros. El desalineamiento de estos tambores produce que la banda se desestabilice y cambie su posición, y se estrellen los bordes de la cinta con rodillos direccionales que en ocasiones no se encuentran.

VI. Limpiadores

Falta de limpiadores en líneas de cintas transportadoras, o limpiadores con elección equivoca, ya que son de material rígidos lo que desgasta la cinta y en ocasiones rompe uniones desmoronando toda la banda de la cinta transportadora. La falta de limpiadores produce la acumulación de material particulado en rodillos de retornos, con esto quedan trabados y desgastan la banda transportadora.

VII. Tolva

La tolva posee un enrejado el cual tiene el propósito de reducir la velocidad con la que cae el material a la cinta transportadora, estas varillas se encuentran sin seguros, en ocasiones se han desprendido y caído sobre la cinta rajándola, que al estar en funcionamiento raja el 100% de la cinta por lo que se debe cambiar por completo.

3.2.2 FALLAS ELÉCTRICAS.

Las fallas eléctricas, son aquellas que tienen relación con el motor que mueve las correas transportadoras. Este tipo de fallas son de alta criticidad, porque detienen el proceso productivo.

La cantidad de carga que puede soportar el motor, no se debe exceder, si ocurre eso el motor está expuesto a una posible falla. Usualmente, al estar en contacto con polvos corrosivos y alta humedad, se produce la sulfatación del conexionado.

3.2.3 OTRAS FALLAS

Se definen como otras fallas, todo evento anexo al proceso, los sucesos ocurridos en este proceso son:

I. CLIMA

La ciudad donde se ubica la empresa se caracteriza por fuertes lluvias y vientos, y en ocasiones tormentas eléctricas, al encontrarse los equipos en lugares desprotegidos, y bajo tierra, es común que los dispositivos eléctricos se humedezcan y que los equipos mecánicos se traben con fango.

II. PAROS DE EMERGENCIAS INESPERADOS

El sector que recorren las cintas transportadoras, es transitado por gran cantidad de personal interno e externo de la planta, los sucesos ocurridos debido al tránsito de personal son; paradas de emergencias accidentales, es decir por errores no voluntarios han accionados elementos de emergencia; robos de elementos móviles por agentes externos a la planta que al ser detectados, el proceso debe detenerse para poder reemplazar el artefacto sustraído; Accidentes ocurridos con relación a las cintas trasportadoras, estos no han ocurrido últimamente, pero cuando ocurren significan un gran tiempo de detención para la cinta, ya que posterior al accidente, se debe investigar las causas de este.

3.2.4 TABLA DE FALLAS

En la siguiente tabla se presentan los días de detención ocurridos en las cintas, en consideración a un trabajo diario de 4 horas, y con jornada laboral de lunes a viernes. Por lo que la cantidad de días que estas cintas trabajan son 260.

TABLA DE FALLAS EN LINEAS N°1, 2 Y 3					
FALLAS	**AÑO**				
	2011	2012	2013	2014	2015
CORREA O BANDA	11	10	20	24	30
POLINES	32	36	36	40	48
ELEMENTOS TENSORES	3	4	6	4	2
TAMBOR MOTRIZ	4	8	6	4	8
TAMBOR RETORNO	2	4	4	8	2
LIMPIADORES	4,5	4,5	4	5	4
TOLVA	4,5	2	4	4	2
FALLAS ELECTRICAS	6,5	8	12	6	9
OTROS	5,5	6	4	5	6
TOTAL	**73**	**82,5**	**96**	**100**	**111**

Tabla 3- 1 Días de Detención por Año.

Fuente: Elaboración propia a partir de bitácoras en Cementos Bío Bío.

3.3 ACTIVIDADES APLICADAS AL MANTENIMIENTO ESPECÍFICO DE LA CINTA

En lo que respecta a la cinta transportadora, se deben controlar los siguientes parámetros, para asegurar el correcto funcionamiento, aplicando los distintos tipos de mantenimientos mencionados:

- Lubricación.
- Centrado de material en alimentación.
- Limpieza bajo cinta.
- Cambio de cinta.
- Cambio de tramo de cinta.
- Empalmes en cintas.
- Mantenimiento conjunto motorreductor.
- Alineación de cinta.
- Desarrollo de mantenimiento programado.

I. Lubricación

Acción, de reducir el rozamiento y sus consecuencias, mediante la aplicación de un fluido de determinadas características, entendiendo que, el rozamiento, se produce por el debido movimiento de una pieza respecto a la otra.

Al interponer, entre las superficies rozantes, una capa de sustancia lubricante, podemos mejorar la suportación de la carga. Dificultamos el contacto directo entre los materiales, y ayudamos a disminuir el desgaste entre estos, entiéndase a su vez que los lubricantes son mayoritariamente líquidos, pero de igual manera, podemos encontrarlos en forma sólida, como el grafito.

Una adecuada lubricación, permite un funcionamiento continuo y suave, de los equipos mecánicos, con un ligero desgaste, y sin excesivo estrés o ataque a las partes móviles (cojinetes y engranajes). Cuando falla la lubricación, los metales y otros materiales, pueden rozar y destruirse unos a los otros, causando daños irreparables, calor y fallo general.

Lubricación de rodillos: Los rodillos de carga y de impacto, solamente se lubrican al momento de la instalación con una capa extra de grasa, la cual lubrica y sirve de sellante, posteriormente solo se reemplaza en caso de trabamiento, y se lleva a mantención, donde se ve la factibilidad de recuperar el polín. En caso de que el rodamiento se encuentre en condiciones, el eje no haya sufrido deflexiones y el cilindro no se encuentre con abolladuras.

II. Centrado de Material en Alimentación

El material al ingresar al circuito debe ser de manera alineada y homogénea, ya que, si se deposita de manera concentrada en un costado de la cinta, esta se desestabiliza perdiendo su centro de equilibrio, ocasionando un deterioro en un extremo al estar en permanente contacto con los polines de alineación, incluso pudiendo provocar el desmonte de la banda.

Para evitar estos sucesos el sistema de alimentación debe ser revisado periódicamente para comprobar que el sistema de tamiz no este obstruido, o con alguna pieza faltante.

III. Limpieza Bajo Cinta

Para evitar la acumulación de sedimentos, en la parte inferior de la cinta se debe controlar el correcto funcionamiento de raspadores, y de la alineación de la banda en todo el recorrido. Para evitar la acumulación de sedimentos en rodillos y bandas, se recomienda según fabricante la limpieza semana de cinta.

IV. Cambios de Cinta

Normalmente es un trabajo programado, de gran envergadura, y de un alto costo. El factor determinante, para ejecutar esta labor en condiciones normales, es el desgaste por operación de la cubierta de carga, pero en ocasiones un severo daño sobre la correa (normalmente corte longitudinal y extenso) también ocasiona su cambio.

V. Empalme de Cinta:

Cuando la correa posee un daño localizado, y que no sobrepasa el 20% de la longitud de esta, se procede a cambiar solo la zona afectada. La longitud del tramo cambiado, debe ser superior a la medida, según plano, de los empalmes o uniones de cinta.

Confección de un empalme: Se conocen como empalmes para cintas transportadoras al dispositivo destinado realizar el trabajo de la unión o sujeción de la cinta en sus extremos con el fin de que esta tenga un recorrido sin fin al momento de estar realizando tareas de arrastre de material o productos en armonía con el conjunto del transportador. En otras palabras, corresponde a una unión que puede ser de varios tipos según correspondan las solicitaciones a que será expuesta la cinta. Las más comunes y usadas corresponden a uniones de tipos “temporales” y “permanentes”.

a) <u>Empalmes Temporales.</u>

Los empalmes temporales con sujetadores mecánicos son recomendados para cintas transportadoras que están sujetas a reemplazo frecuente, acortamiento o alargamiento, en la operación. Estos empalmes tienen la ventaja de ser relativamente rápido de hacer, de modo que el sistema transmisor está en funcionamiento de nuevo, después de un corto tiempo.

Existe una vaciedad disponible de sujetadores mecánicos, en donde los más o frecuentemente usados son:

- **Sujetadores ZIG-ZAG o de seis puntas:**

Estos sujetadores son hechos con láminas de acero y tienen afilados dientes doblados en ángulo recto. Los extremos de la cinta son cortados rectangularmente y colocados para que las puntas cortadas estén de frente sobre una base de tablillas de madera. Los dientes de los sujetadores individuales son entonces clavados a través de la cinta, después de lo cual ellos son torcidos en el lado contrario y clavados en la cinta.

- **Sujetadores de bisagras:**

Estos sujetadores del tipo de bisagras son hechos de láminas de acero. Los extremos de la cinta son cortados en ángulo recto. Los elementos son fijados firmemente a la cinta, ya sea corcheteando o remachándodolos dependiendo de la construcción. Cuando los extremos de la cinta son estirados, los elementos de bisagra simple, se conectan. Los extremos de la cinta son unidos por una barra de enganche; un pedazo especial de cable alámbrico, con extremos ovalados y soldados del mismo grosor de la cinta que corre a través de las articulaciones de la bisagra.

- **Sujetadores de gancho:**

Los sujetadores tipo gancho son también disponibles en diferentes versiones. Ellos son fabricados de láminas de acero con puntas apuñadoras.

b) <u>Empalmes Permanentes.</u>

Incluso hoy en día el empalme vulcanizado es el tipo más usado, exitoso y general para sistemas de transporte fijos y correas extra fuertes. La ejecución experta y meticulosa de estos empalmes asegura la utilización óptima de la cinta y las propiedades centradas. Estos empalmes también muestran óptimas propiedades cuando se usa un conducto en los puntos de carga y cuando se usan máquinas para descargar material o para limpiar la cinta.

- **Empalmes de cintas multi-pliegues.**

Cintas transportadoras con pliegues de telas generalmente son empalmadas con gradas escalonadas y empalme de los correspondientes pliegues de telas de los extremos de la cinta.

Mientras menos es el número de pliegues mayor es la pérdida de fuerza como porcentaje de toda la fuerza de la cinta.

Reparaciones en caliente: Como su nombre lo indica, en una reparación en caliente, interviene el calor en la unión, por lo que, se aplicaría el proceso de "vulcanización en caliente". En las reparaciones en caliente se tiene: Empalmes y parches (de gran tamaño).

Se debe considerar, que el fabricante de una correa, establece cuantas vulcanizaciones se pueden realizar en un mismo punto de la cinta; normalmente varían de dos a cuatro, según el fabricante.

Reparaciones en frío: Como su nombre lo indica, en una reparación en frío, no interviene el calor, por lo que, se aplicará el proceso de "vulcanización en frío" o "química". En las reparaciones en frío se cuenta con: empalmes (normalmente de tela y en correas de bajo tonelaje) y parches (de tamaño reducido).

Instalación de grampas: Las grampas, son un sistema de unión mecánica que se aplica, principalmente, de emergencia sobre algún daño (cortes en la correa). Las grampas son palcas metálicas alargadas y perforadas, (dos orificios) que se instalan en ambas caras de la correa de forma transversal, sobre el daño y se unen (la del lado de carga con la de retorno) a través de dos pernos, de manera que el corte quede entre estos. Este elemento, es utilizado solo en casos de emergencia, y principalmente, para cortes longitudinales, de tal forma que no se ejerza sobre ellas la tensión del trabajo de la correa.

3.4 MANTENIMIENTO CONJUNTO MOTO REDUCTOR

Los engranajes, casquillos y rodamientos, de los reductores y motoreductores, están lubricados habitualmente por inmersión, o impregnados en la grasa lubricante alojada en la carcasa principal. Por lo tanto, el Mantenimiento pasa por revisar el nivel de aceite, antes de la puesta en marcha. La carcasa tendrá visibles los tapones de llenado, nivel y drenaje del lubricante deben estar bien sellados. Debe mantenerse especialmente limpio el orificio de ventilación; también debe respetarse el tipo de lubricante recomendado por el fabricante, que suele ser el más adecuado a su velocidad, potencia y materiales constructivos.

Según el tipo del reductor, se suele recomendar una puesta en marcha progresiva, en cuanto a la carga de trabajo, con unas 50 horas hasta llegar al 100% de su capacidad. Asimismo, es muy recomendable sustituir el aceite la primera vez, tras 200 horas de trabajo, pudiendo incluso decidir en ese momento un "lavado" del Reductor. A partir de ese momento, los cambios del lubricante deberán hacerse, SIEMPRE, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, siendo plazos habituales, cambios cada 2.000 horas de trabajo.

En caso de disponer de Reductores de repuesto, estos deben permanecer completamente llenos, del lubricante recomendado, para prevenir la oxidación de los elementos internos, así como, protegidos los acoplamientos. Es importante "marcar", en el mismo Reductor, la necesidad de vaciar el lubricante sobrante, ANTES de ser puesto en servicio.

3.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

I. SEMANALMENTE

- ✓ Revisar el nivel de aceite del reductor, y si es necesario, reponerlo.
- ✓ Revisar si existen posibles fugas de aceite.
- ✓ Limpieza de área en líneas ya sea manual o con aspirado industrial

II. CADA 3 MESES.

I. Revisar la alineación del grupo motor-reductor.

II. Escuchar, con un estetoscopio mecánico, los ruidos del rodamiento y de los engranes.

III. ANUALMENTE.

- ✓ Revisión general del reductor.
- ✓ Revisar los conos.
- ✓ Revisar tazas (de preferencia cambiarlas).
- ✓ Revisar engranes y piñones.
- ✓ Revisar el apriete del cono sobre la flecha.
- ✓ Ajustar las flechas del reductor.
- ✓ Revisar la bomba de aceite y sus conductos.

3.5.1 INSTALACIÓN DE LA CINTA TRANSPORTADORA Y TENSADO

Para la instalación de una cinta transportadora, hay que seguir los siguientes pasos; Comprobar la instalación del transportador, instalar la cinta, poner en funcionamiento y alinear la cinta.

I. Comprobación de la instalación

Antes de realizar la instalación de la cinta, es extremadamente importante comprobar exhaustivamente la instalación del transportador y rectificar, de inmediato, cualquier defecto.

- Verificar que el accionamiento esté desconectado, y asegurarse de que no se pueda volver a conectarse inadvertidamente.
- Asegurarse de que todas las partes de la instalación en contacto con la cinta, estén limpias y libres de aceite, grasa, suciedad, etc.
- Determinar que la estructura de soporte no esté deformada, y que esté alineada con exactitud en todos los planos.
- Determinar que todos los tambores, rodillos y barras de frente estén dispuestos axialmente en paralelo, y exactamente, en ángulo recto con respecto a la dirección de marcha de la cinta.

- Comprobar que las dimensiones de la instalación sean las correctas. El mejor método, es medir, a través de las diagonales, y se realiza marcando los extremos de tambores/rodillos exactamente en las verticales respecto al eje (AR, AL, BR, BL). Las distancias diagonales de los puntos AR→BL y AL→BR deben ser exactamente idénticas, así como las distancias entre los centros AL→BL y AR→BR. Nota: Sólo las distancias entre centros (AL→BL y AR→BR) no son garantía de que los tambores/rodillos estén dispuestos de forma rectangular.

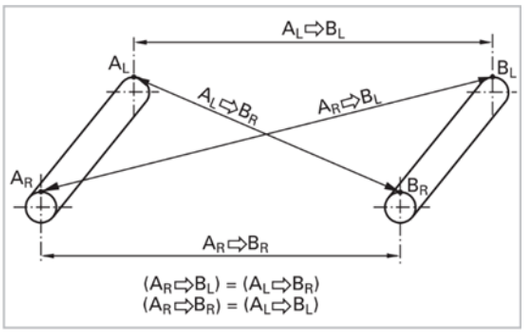

Imagen 3- 1 Método de Comprobación para Instalación.

Fuente: Catalogo bandas transportadoras Good Year año 2014

II. Instalación de la Cinta

Una vez completadas las comprobaciones anteriormente descritas, antes de iniciar el montaje es necesario garantizar que se dispone de todas las herramientas y equipos necesarios. Y, que se cuente con un suministro de energía garantizado (corriente eléctrica, aire comprimido, agua).

- El dispositivo tensor, se debe fijar en la posición inferior de la carrera.

- **Instalación de la cinta transportadora**

- Durante el montaje, los extremos de la cinta se deben proteger de la suciedad (especialmente aceites) y de cualquier daño. Tampoco se debe retorcer ni doblar la banda excesivamente en ningún momento.
- Para la introducción de la cinta en la instalación, se debe proceder con sumo cuidado, prestando atención en que la cinta, no sea dañada con objetos cortantes, presentes en la máquina.
- En el caso de uniones pulidas y pegadas, se deberá tener cuidado de garantizar que las instalaciones de la banda no dañen, ni desgarren las uniones. Esto es de especial importancia, cuando se producen acumulaciones.

- Si se va a unir la cinta en la instalación, se deberán seguir con cuidado las instrucciones para realizar la unión (unir solo en base a vulcanización, ya sea, en frio o en caliente, se prohíbe el uso de unión mecánica o grapas).
- Al tensar la cinta, asegúrese de que el rodillo tensor esté ajustado exactamente en paralelo a la dirección de marcha de la cinta y de que se mantenga así, una vez completado el tensado.

- **Tensado Inicial**

La tensión de la banda, tiene relación directa con el comportamiento del centrado. La excesiva tensión, trae como resultado el comportamiento de una banda muy "nerviosa", y un desgaste excesivo de los componentes de la maquinaria, tales como rodamientos y ejes. La tensión excesiva, puede incluso producir la ruptura de los ejes. La poca tensión produce el deslizamiento de las bandas en el tambor motriz, lo que no permite que se adapte al abombado.

Aunque, en la práctica, el tensado de las cintas transportadoras se suele determinar, a menudo, tocándolas, resulta importante asegurarse de que el tambor motriz pueda accionar la cinta sin que se produzca deslizamiento, incluso trabajando con la máxima carga. Debido a que las cintas transportadoras sintéticas se relajan tras el primer alargamiento, la fuerza tensora efectiva disminuye durante un periodo de rodaje de varias horas, hasta que la fuerza permanezca constante. Es importante que, ya en la misma instalación, la cinta se haya tensado suficientemente para garantizar un funcionamiento sin deslizamiento tras la fase de relajación. Por lo tanto, resulta importante realizar un procedimiento de tensado correcto, y observar un mínimo alargamiento inicial.

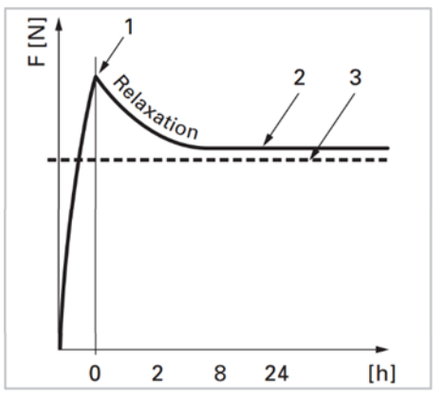

Grafico 3- 1 Tensado Inicial.

Fuente: Catalogo bandas transportadoras Good Year año 2014

- **F:** Fuerza tensora [N].
- **1:** Fuerza tensora inmediatamente después del tensado.
- **2:** Fuerza tensora efectiva tras el rodaje.
- **3:** Fuerza tensora requerida para un funcionamiento sin deslizamiento tras el relajamiento.

- **Alargamiento inicial recomendado**

El alargamiento inicial máximo y mínimo. Admisible (εo) varía de acuerdo con el material utilizado para el elemento de tracción, en la siguiente tabla se muestra el alargamiento de la cinta recomendable, dependiendo del material del que esté compuesta.

ELONGACION RECOMENDADAS DE BANDAS		
Material del elemento de tracción	**Alargamiento inicial mín. (εo min)**	**Alargamiento inicial máx. (εo max)**
Tejido de poliéster	0,30%	1%
Tejido de poliamida	0,50%	1,50%

Tabla 3- 2 Alargamiento Inicial Recomendado Según Material.

Fuente: Elaboración propia a partir de norma CEMA.

El alargamiento inicial óptimo se puede calcular con la ayuda del programa CONVEY-SeleCalc de Habasit. Si está disponible el alargamiento inicial calculado, se deberá utilizar este valor.

El material de las bandas transportadoras en la empresa Cementos Bio Bio, es poliamida, por lo que, se realiza un tensado que varía entre 0,5% y 1,5% dependiendo de la carga que transporta, entre mayo sea el peso del material, se le da una tensión mejor, esto para eliminar la posibilidad de daños en rodamientos y ejes por un sobresfuerzo.

- **Procedimiento para el Primer Tensado:**

1. Trazar dos marcas de medición, a una distancia de 1000 mm entre ellas, en cada lado de la cinta sin tensar.

2. Tense la cinta con el dispositivo tensor hasta alcanzar el alargamiento inicial requerido.

3. Por ejemplo, con un alargamiento inicial del 0,5 % se logra el tensado correcto si la distancia entre las marcas aumenta hasta alcanzar los 1005 mm.

4. Una vez que la cinta haya completado, al menos, un circuito de la instalación, se debe medir de nuevo la distancia entre las marcas y corregir en caso necesario.

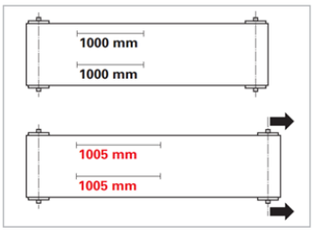

Imagen 3- 2 Primer Tensado.

Fuente: Catalogo bandas transportadoras Good Year año 2014

III. Alineación de la Cinta

Teniendo en cuenta, que la cinta transportadora sigue la alineación de la estructura y de los componentes sobre los que discurre, resulta esencial que la propia instalación de transporte se haya alineado con precisión, y que la cinta haya sido ajustada adecuadamente por personal cualificado.

- En primer lugar, haga funcionar la cinta transportadora lentamente o intermitentemente con frecuentes arranques y paradas, de manera que se pueda detectar rápidamente si existe alguna tendencia a que se desplace y se pueda rectificar antes de que se produzca algún daño.
- Realice las primeras correcciones en aquellos puntos donde exista el mayor riesgo potencial de que se produzcan daños en la cinta.
- Realice los ajustes en pequeños pasos, trabajando sobre un tambor a la vez. Si se realizan, al mismo tiempo, ajustes sobre varios tambores o rodillos, puede afectar negativamente a las características del guiado de la cinta, haciendo que el sistema se vuelva inestable, y varíe con diferentes condiciones de funcionamiento.
- Si se cuenta con rodillos guía, se recomienda utilizarlos para alinear el recorrido de la cinta.
- Tras cada ajuste, deje que la cinta gire unas pocas veces, para que se adapte a la nueva alineación, antes de proseguir con las correcciones.
- Tenga en cuenta que cada ajuste que se realice en el guiado, puede hacer que sea necesario realizar otros ajustes en cualquier otro punto de la instalación.
- Los tambores cilíndricos no situados en ángulo recto, con respecto a la dirección de la marcha, no son autoalineables, por lo que, si cambia la tendencia de la cinta a salirse necesitarán reajustes. Es por ello que, con funcionamiento reversible, la posición de los tambores cilíndricos debería permanecer exactamente en ángulo recto con respecto a la dirección de la marcha de la cinta.
- En el caso de cintas con perfiles de guiado, la cinta se debe alinear en vacío, de manera que el perfil pueda discurrir por los surcos sin rozar contra las paredes de éstos.

3.6 DESARROLLO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO

- Liberar de tensión la cinta.
  - Se liberará la tensión a partir del tensor incorporado en el polín motriz
- Limpiar para inspeccionar estructura
  - Quitar a mano, los trozos o restos, de producto.
  - Pre lavar con agua (20 bar, 55 °C).
  - Limpiar con un agente alcalino frio, unos 15 minutos.
  - Enjuagar con agua (20 bar, 55 °C).
- Inspeccionar estructura considerando soldaduras.
  - Inspección visual, identificando zonas críticas.
  - Revisar daños estructurales, que limiten el funcionamiento, o reduzcan la vida útil de banda transportadora o rodillos.
- Verificar estado, de cada uno de los polines de carga y retorno, emitir registro, y acordar alcance de los cambios, con Mantención planta.
  - Revisar mecánicamente, cada uno de estos, moviéndolos manualmente, verificando que no estén trabados. (*)

(*) Esta actividad, debe realizarse con 5 días de antelación a la detención.

- Cambiar los polines de carga y retorno, que se encuentren con daño o trabados.
  - Retirar polines y almacenar, en zona previamente designada
  - Incorporar polines abastecidos por planta.
- Cambiar correas de transmisión del reductor y alinear poleas.
  - En caso de cadenas revisar funcionamiento mecánico y cambiar aceite lubricante.
- Verificar sistema tensor de la cinta.
- Cambiar los raspadores de goma.
- Reapretar pernos de acuerdo a tablas de torque.
- Inspeccionar y reparar daños en malla de protección inferior en galerías.
- Verificar estado guarderas, emitir registro y acordar alcance de los cambios con Mantención planta.
  - Revisar pletina y pernos que sujetan la guardera.
  - Revisar estado de goma, informar largo aprovechable.
- Esta actividad, debe realizarse con 5 días de antelación a la detención.
- Cambio de polín motriz. (revisar stock)
- Cambio polín cola (revisar stock).
- Pruebas dinámicas previas a la entrega a operaciones.
  - Verificar alineamiento de rodillos, y que diámetros sean idénticos entre sí.

- Instalar banda, mediante una unión de vulcanizado (frio o caliente).
- Considerar alineamiento de la cinta.

Tensado de acuerdo a material de la cinta (plypol).

PROGRAMA MANTENCIONES CINTAS TRANSPORTADORAS			
N°	**Mantenciones Preventivas**	**Frecuencia**	**Encargado**
1	Cambio de aceite reductores	Semestral	Lubricador
2	Engrase de descansos	Quincenal	Lubricador
3	Revisión de uniones vulcanizadas	Diario	Supervisor Área
4	Cambio de guarderas y sujeción	Semestral	Mecánico
5	Ajuste de guarderas	Mensual	Mecánico
6	Cambio de correas transmisión de potencia y alineación de poleas.	Anual	Mecánico
7	Cambio de aceite cadenas de transmisión	Semestral	Lubricador
8	Limpieza escaleras y acceso a cintas	Diaria	
9	Revisar estado de alumbrado	Semanal	Supervisor Área
10	Cambio de rodamientos y reengrase	Anual	Mecánico
11	Cambio de retenes en reductor de velocidad	Anual	Mecánico
12	Nivelar tolva	Anual	Mecánico
13	Remarcar identificación de cables en tablero eléctrico	Anual	Eléctrico
14	Lubricar tensor de tornillo	Mensual	Lubricador
15	Cambio de gomas en limpiadores	Semestral	Mecánico
16	Limpieza estructura y revisión visual de estructura	Anual	Mecánico
17	Limpieza de sensores magnéticos de velocidad	Semanal	Mecánico
18	Limpieza rejilla enfriamiento de motores	Semanal	
19	Limpieza mecánica y pintura oxidada	Anual	
20	Cambio polines dañados	Diario	Mecánico

Tabla 3- 3 Mantenciones Preventivas.

Fuente: Creación propia en base a catálogos y datos obtenidos en memoria.

Las siguientes actividades del mantenimiento preventivo fueron tomadas de las rutinas existentes. Se idearon modificaciones en cuanto a la secuencia de realización por la ubicación física de los puntos de revisión y el orden de otros sucesos que deben ser supervisados. Se pretende que sean utilizadas como procedimiento estandarizado y sean parte de los formatos a llenar por parte de los técnicos.

CHEQUEO PREVIO A ARRANQUE		
	Fecha	
	Realizado por	
Nº	Actividad	Estado
1	Comprobación de funcionamiento de equipo de comunicación portátil.	
2	Revisión y limpieza de tolvas	
3	Interruptores de arrancador encendidos y libres de candado	
4	Inspección de rodillos de retorno y carga	
5	Polea de contacto libre de material	
6	Revisión de coples y reductores, libres de fuga	
7	Poleas de cable de contrapeso libre de material	
8	Revisión de cables de contrapeso visual	

Tabla 3- 4 Pauta de mantención previo al arranque del equipo.

Fuente: Creación propia en base a catálogos y datos obtenidos en memoria.

CHEQUEO EQUIPO EN OPERACION		
	Fecha	
	Realizado por	
Nº	Actividad	Estado
1	Momentos antes del arranque debe escuchar la sirena.	
2	El carrito de contrapeso corre libremente durante el arranque.	
3	Giro libre de las poleas de contrapeso.	
4	Contrapeso sube y baja libremente	
5	Reportar el grado de humedad de la banda	
6	Revisar alineamiento de pautas de bandas	
7	Inspección visual de la banda	
8	Revisar alineación de la banda	
9	Inspección del recorrido a lo largo de la banda	
10	Verificar que los coples no tengan fugas de aceite	

Tabla 3- 5 Pauta de chequeo durante operación.

Fuente: Creación propia en base a catálogos y datos obtenidos en memoria.

CHEQUEO CONJUNTO MOTOREDUCTOR		
	Fecha	
	Realizado por	
Nº	Actividad	Estado
1	Revisar niveles de aceite.	
2	Revisar viscosidad de aceite	
3	Verificar temperatura de reductores	
4	Comprobación de ruidos anormales	
5	Verificar estado de golpe	
6	Recorrido de Inspección	
7	Llenando de formato de reporte	

Tabla 3- 6 Pauta revisión conjunto motorreductores y transmisión de potencia.

Fuente: Creación propia en base a catálogos y datos obtenidos en memoria.

3.7 MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS

Todas las actividades realizadas de mantenimiento no pueden ser de carácter preventivo, esto se debe a que no se posee un registro detallado de los componentes y sus fechas de instalación, es por esto que hay actividades que se realizaran de forma correctiva, pero con un plan de mantenimiento que asegure que se realicen cuando sean necesarios, y que los implementos estén disponibles en caso de ser necesarios, así como el personal adecuado. Estas tareas deberán ser inspeccionadas diariamente, para así asegurar la disponibilidad de la instalación, estas tareas son:

I. Cambio de polines dañados o trabados.
II. Vulcanizado de banda.
III. Errores inesperados en la cinta.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

4.1 CRITERIO DE EVALUACIÓN

El principal problema ocurrente en la Empresa CEMENTOS BÍO BÍO DEL SUR S.A. con relación a las cintas transportadoras, es la baja confiabilidad y disponibilidad, y el creciente aumento de horas de fallas que han transcurrido en los últimos 4 años, esto se transforma en grandes inconvenientes para la planta, y costos asociados, ya que estas cintas son las encargadas de recibir toda la materia prima que ingresa a la planta y distribuirlas a los lugares de acopio y maquinarias para su refinación. Cuando una de estas cintas no opera se produce un cuello de botella dentro del proceso productivo, ya que sin la materia prima no es posible fabricar nada.

Las fallas presentadas en los últimos años se expresan en la siguiente tabla, donde se expresa la cantidad de días que las cintas trasportadoras se detuvieron a causa del estropeo algún componente en esta.

DETENCIONES NO PROGRAMADAS DE LINEAS N° 1, 2 Y 3					
FALLAS	**AÑO**				
	2011	2012	2013	2014	2015
CORREA O BANDA	11	10	20	24	30
POLINES	32	36	36	40	48
ELEMENTOS TENSORES	3	4	6	4	2
TAMBOR MOTRIZ	4	8	6	4	8
TAMBOR RETORNO	2	4	4	8	2
LIMPIADORES	4,5	4,5	4	5	4
TOLVA	4,5	2	4	4	2
FALLAS ELECTRICAS	6,5	8	12	6	9
OTROS	5,5	6	4	5	6
TOTAL	**73**	**82,5**	**96**	**100**	**111**

Tabla 4- 1 Fallas en Últimos 5 Años.

Fuente: Elaboración propia a partir de bitácoras en Cementos Bio Bio.

Para el cálculo de confiabilidad y disponibilidad se consideró los días y horas reales de uso, considerando un total de 260 días y cuatro horas de trabajo diario.

- Confiabilidad = $\frac{\text{días operativos}}{\text{días hábiles}} \times 100$

Bajo estos parámetros, podemos decir que este equipo posee los siguientes índices de confiabilidad en los últimos años.

TABLA CONFIABILIDAD	
AÑO	CONFIABILIDAD
2011	72%
2012	68%
2013	63%
2014	62%
2015	57%

Tabla 4- 2 Confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de bitácoras de Cementos Bío Bío.

4.2 EVALUACION TECNICA SEGUN MANTENCION PROGRAMADA

Tras la recolección de antecedentes y posterior confección plan de mantenimiento enfocado a las principales fallas es que se propone la reducción de horas de falla mediante la siguiente forma:

- **Correas o Bandas:** Para garantizar la vida útil de la banda, es que se realizan las prevenciones anexas, a limpiadores, tolvas, polines, etc. Ya que estos elementos son los que causan directamente el desgaste de la banda, produciendo cortes y desgastes.
- **Polines:** Los polines al no poseer un registro claro de reemplazos realizados, es que su mantenimiento se efectuara cuando estos fallen, pero para prevenir fallas es que se realizara diariamente, antes de transportar el material una puesta en marcha en vacío detectando cuales son los elementos defectuosos, y reemplazándolos inmediatamente, ya que se mantendrá en stock un gran número de piezas, considerando que este producto es el que tiene mayores fallas.
- **Elementos tensores:** El ambiente con mucha polución proveniente de la producción del cemento, es el principal causante de que todos los elementos móviles se obstruyan. Para esto es que se programa una limpieza de cintas con jabón neutro.
- **Limpiadores:** Los limpiadores al fallar producen el deterioro del circuito completo de la cinta, reduciendo su vida útil e imposibilitando que esta continúe al provocar desmontes de bandas, por esto se requiere una inspección más seguida y la reposición de los que no se encuentran.

4.3 EXPECTATIVAS DE DISMINUCIÓN DE DETENCIONES POR FALLAS

El proceso de adaptación y de puesta en marcha, es más lento, ya que se debe instruir a la gente y acostumbrar al nuevo formato, es por esto que la tabla se presenta de una manera escalar, hasta poder llegar a un nivel de confiabilidad adecuado.

PROYECCION DE FALLAS CON MANTENCION PREVENTIVA								
FALLAS	AÑO							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2020	2030
CORREA O BANDA	11	10	20	24	30	25	15	4
POLINES	32	36	36	40	48	30	6	0
ELEMENTOS TENSORES	3	4	6	4	2	1	2	1
TAMBOR MOTRIZ	4	8	6	4	8	6	3	1
TAMBOR RETORNO	2	4	4	8	2	2	2	0
LIMPIADORES	4,5	4,5	4	5	4	3	1	0
TOLVA	4,5	2	4	4	2	2	2	1
FALLAS ELECTRICAS	6,5	8	12	6	9	3	2	2
OTROS	5,5	6	4	5	6	1	2	2
TOTAL	73	82,5	96	100	111	73	35	11

Tabla 4- 3 Fallas Proyectadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de proyección calculada con mantención preventiva.

TABLA DE CONFIABILIDAD	
AÑO	CONFIABILIDAD
2011	72%
2012	68%
2013	63%
2014	62%
2015	57%
2016	72%
2020	87%
2030	96%

Tabla 4- 4 Índice de Confiabilidad Proyectado.

Fuente: Elaboración propia a partir de proyección calculada con mantención preventiva.

4.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación de este.

A la vez es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas.

Dentro de este capítulo se analizarán los distintos costos de actuales y futuros proyectados de la empresa, con relación a la producción dependida de cintas transportadoras línea 1, 2 y 3.

4.4.1 COSTOS MANTENCIÓN CORRECTIVA

Actualmente las líneas analizadas poseen un mantenimiento correctivo, esto en cuanto a costos, se representan en la gráfica, de los últimos 4 años. Esto quiere decir que al momento de ocurrir alguna falla se comienza a trabajar para poner en funcionamiento los equipos, en el menor tiempo posible incurriendo en altos costos, debido a que en la urgencia se pierde el control del dinero, para no concurrir en pérdidas de la producción.

Estas reparaciones se explican principalmente en la tabla anteriormente mencionada en tabla 4.1, y se detallan en el siguiente gráfico.

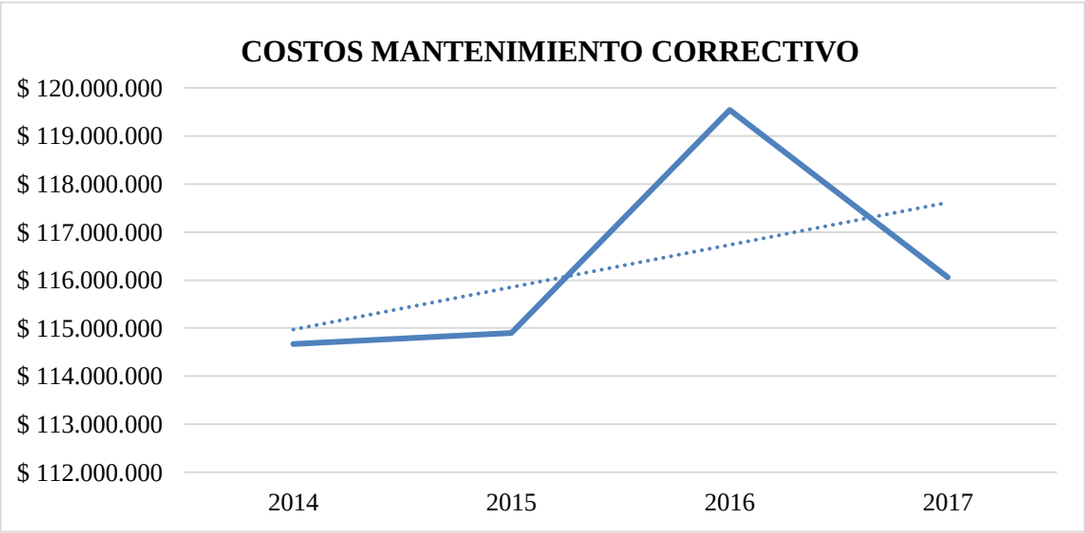

Grafico 4- 1 Costos Mantenimiento Correctivo.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con bitácora de fallas.

4.4.2 GASTOS OPERACIONALES DE DETENCIÓN NO PROGRAMADA

Dichos gastos hacen referencia a costos asociados a la implementación de un sistema que, de continuidad a la producción, añadiendo costos en maquinaria y mano de obra para llevar la materia prima al galpón con el fin de que horno y molinos tengan material, para no afectar la elaboración del cemento. Estos costos se calculan en base a cantidad de horas en que la cinta está fuera de servicio en el año, el costo por hora de movimiento de áridos con maquinaria es de un valor de $94.500.- este valor incluye camiones, cargador frontal, supervisor, prevencionista y operarios.

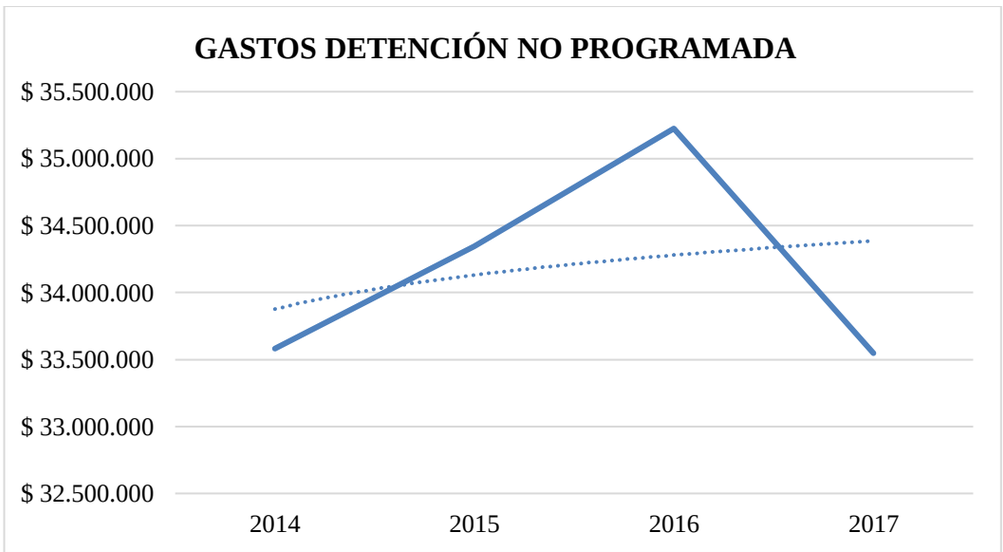

Grafico 4- 2 Gastos Detención no Programada.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con bitácora de fallas.

4.4.3 PERDIDAS DE PRODUCCIÓN ASOCIADAS A DETENCIÓN NO PROGRAMADA

Pérdidas de producción son ocasionadas en molinos y horno, ya que se desabastecen derivando a una detención de estos o trabajando en vacío, y por consecuencia la detención en la fabricación de cemento. En el siguiente grafico se presentan los costos asociados en los años desde el 2014 al 2017 por perdidas en producción. Esta información fue proporcionada por Ariel Bastidas Líder de producción, quien considero en los últimos años la cantidad de horas detenida de molinos y la cantidad de toneladas de producción detenida. Ya que por cada hora detenidos el molino se traduce en 80 Toneladas de cemento que no se puede producir, y valor venta es de $120/Kg.

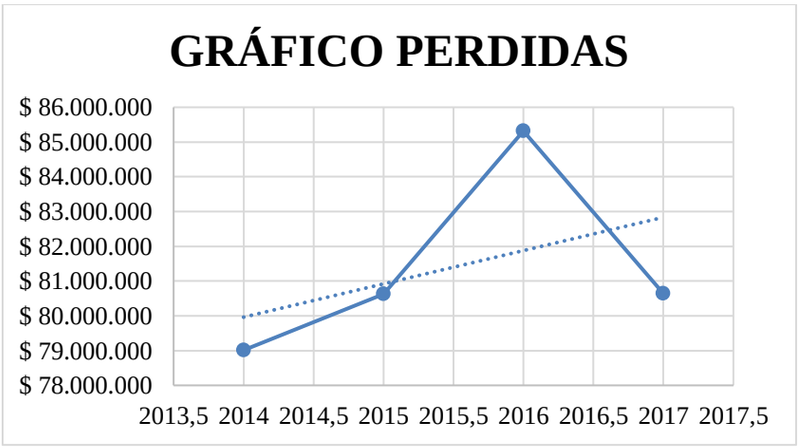

Grafico 4- 3 Perdidas.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con bitácora de fallas.

AÑO	PERDIDA	COSTOS Mantención	GASTOS DETENCION NO PROGRAMADA
2014	$ 81.645.924	$ 114.669.111	$ 33.581.048
2015	$ 83.312.168	$ 114.898.909	$ 34.344.253
2016	$ 88.161.024	$ 119.541.289	$ 35.224.875
2017	$ 83.328.000	$ 116.059.504	$ 33.547.500

Tabla 4- 5 Resumen de Perdidas, Costos y Gastos no Programados.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con bitácora de fallas.

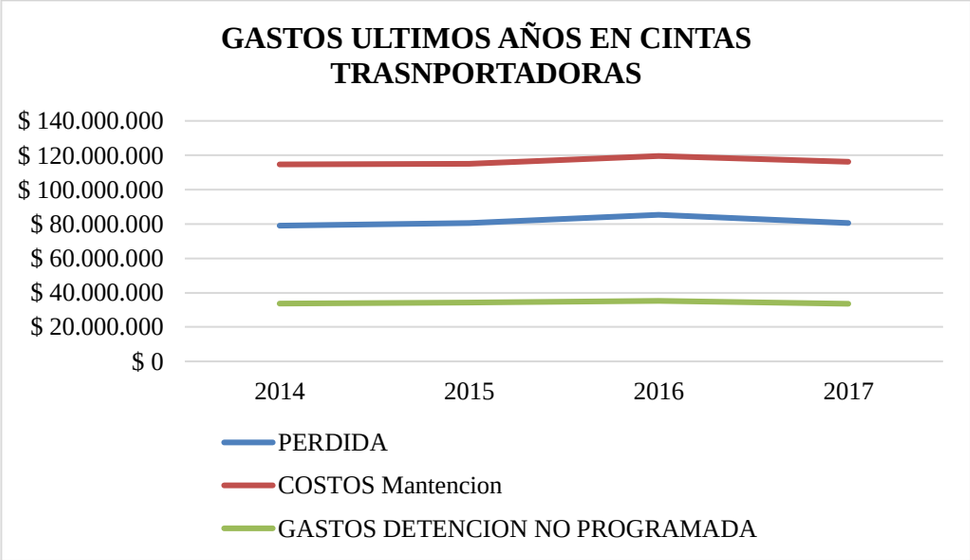

Grafico 4- 4 Gastos Últimos Años en Cinta Transportadora.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con bitácora de fallas.

4.4.4 PRESUPUESTO

GENERA SERVICIOS INDUSTRIALES SPA
LAUTARO 740 - CONCEPCION
Fono 9 84 92 5464 - 9 7409 4275
E-Mail: mauricio.rojas@generasi.cl

LICITACION : LIMPIEZA Y HERMETICIDAD EN LINEAS 1, 2 Y 3
PROPIETARIO : CEMENTOS BIO BIO
DIRECCION : Gran Bretaña 1725, Talcahuano
CIUDAD : Talcahuano
FECHA : 28-Jun-2018

PRESUPUESTO DETALLADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
	Estructura metalica pintada	KG	1.726	$ 1.500	$ 2.588.250
	Puertas Hermeticas	c/u	8	$ 325.600	$ 2.604.800
	Aspirado industrial	M3	85	$ 62.500	$ 5.312.500
	Recubrimiento con planchas PV4	M2	400	$ 22.300	$ 8.920.000
	Reparacion de estructuras dañadas	Gl	1	$ 1.258.690	$ 1.258.690
	Suministro e instalacion de protecciones en lineas	Gl	1	$ 3.558.722	$ 3.558.722
	Transportes y fletes	c/u	4	$ 26.000	$ 104.000

TOTAL COSTO DIRECTO	$	24.346.962
GASTOS GENERALES	$	2.434.696
UTILIDAD	$	2.434.696
Total Neto	**$**	**29.216.354**

CONSIDERACIONES

*Trabajo de suministro e instalacion de planchas PV4 para aislacion de lineas 1, 2 y 3
*Valor considera aspirado inicial para la eliminacion de material particulado en el area
*Trabajo no asegura que no vuelva a aparecer material particulado, por lo que se recomienda limpieza semanal.

Imagen 4- 1 Presupuesto Estimado.

Fuente: Presupuesto solicitado a Genera Servicios Industriales.

PROYECCION DE GASTOS , COSTOS Y PERDIDAS			
AÑO	**Perdida**	**Costo Mantención**	**Gastos detencion no programada**
2018	$ 66.539.443	$ 157.275.858	$ 27.440.595
2019	$ 16.634.861	$ 106.904.145	$ 10.976.238
2020	$ 6.653.944	$ 96.722.798	$ 7.134.555
2021	$ 6.653.944	$ 96.722.798	$ 5.993.026

Tabla 4- 6 Estimación de Costos.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con proyección de mantenimiento.

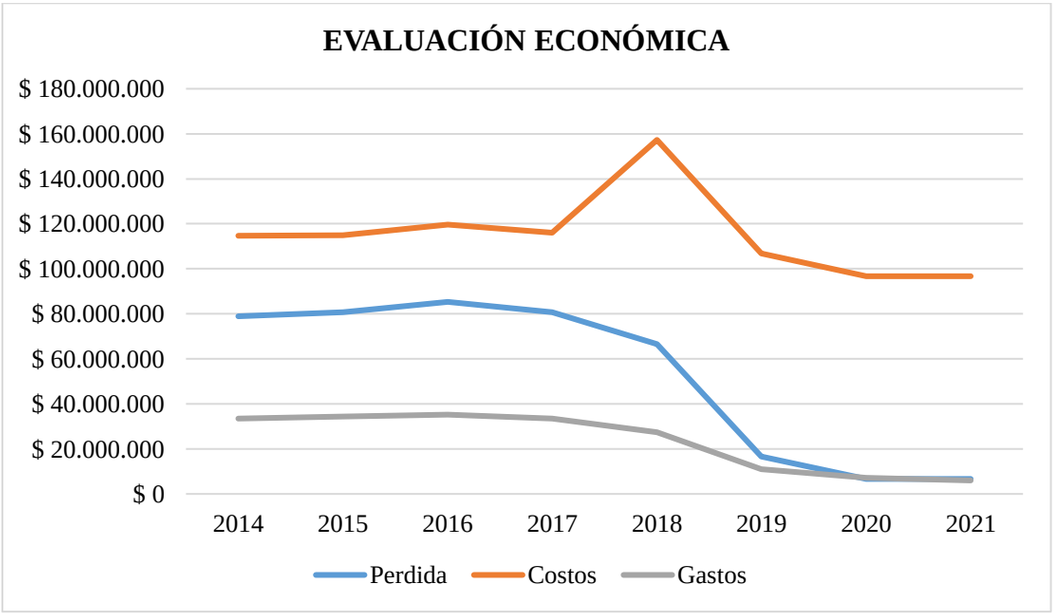

Grafico 4- 5 Evaluación Económica.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con tabla 4-6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Al comienzo de este trabajo se realizó un levantamiento de todos los equipos críticos que transporta los elementos de producción de Cementos Bío Bío del Sur S.A.

Este levantamiento, fue un diagnóstico de todos los equipos que componen la cinta transportadora, arrojando como resultado que la mayoría de los equipos no presentan ninguna especie de mantenimiento, lo que puede ocasionar fallas inesperadas, y por ende, que los componentes, tengan una vida útil reducida con el conducente gasto que esto significa para la empresa.

Además, se detectó que los componentes de los equipos, no son los adecuados para el mejor rendimiento de la cinta transportadora, puesto que se carecía de carcasas protectoras adecuadas para el trabajo exigente que cumplen estas estructuras.

Dadas las condiciones de trabajo, deberían existir medidas para cubrir los equipos de la polución provocada por el cemento en suspensión, que cubre los equipamientos y maquinarias, además de utilizarse otros lubricantes, ad hoc al ambiente de trabajo, la velocidad de funcionamiento, en definitiva, que los elementos de protección de equipos que sean efectivos para las características de las maquinarias en cuestión.

En temas de actualización documentada de equipos es sumamente importante mantener una bitácora de usos y averías que determine puntos de inflexión en la vida útil de la cinta para obtener el máximo provecho del equipamiento. En la empresa no contaba con este tipo de información, solo se contaba con un grupo de operadores especializados de oficio, prontos a abandonar sus labores producto de la propia etapa vital del trabajador.

En la elaboración del plan de intervención, se analizó los componentes de cada cinta transportadora individualizándolos y describiendo su comportamiento, lo que dio paso a la generación de cinco tipos de Planes de Mantenimiento:

- Plan de Mantenimiento Correctivo
- Plan de Mantenimiento Preventivo
- Plan de Mantenimiento Predictivo
- Plan de Mantenimiento Proactivo

Así, el Plan de Mantenimiento Correctivo, permitió conocer los componentes que fallarán de manera indeterminada debido a la falta de fechas de data de los mismos. Lo

que permitió generar stock de elementos, para tener a disposición en caso de fallas o detenciones repentinas.

En cuanto al Plan de Mantenimiento Preventivo, dio paso a la programación del cambio de elementos en momentos donde hubiese oportunidad de detener la cinta, sin afectar la producción de la planta. Previo al deterioro o falla del conjunto y/o componentes, para que cuando fuese necesario la cinta estuviese perfectamente operativa en el proceso de producción.

El Plan de Mantenimiento Predictivo, se encarga de identificar los elementos sobre los que se deben hacer análisis, para identificar y extender su funcionamiento en el tiempo, sin necesidad de detener estos equipos, a el fin de fomentar y mantener la productividad. Y se identificaron así los equipos sobre los cuales se debe mantener este plan.

Por último, el Plan de Mantenimiento Proactivo, se ocupó de que cada parada de planta fuese provechosa, identificando el o los orígenes del o los problemas, permitiendo el cambio de todas las piezas necesarias, no solamente las dañadas, para que esta(s) pieza(s) no vuelva(n) a dañarse en el futuro.

Con la recopilación de datos de falla, se realizó un cruce con el plan de mantenimiento programado, que dio origen a la gráfica de la que se obtuvo la curva de la Bañera, así se proyectó el historial de falla, entregando como producto final, la reducción sustancial de averías.

En resumen, en un principio el propósito del informe, fue el de confeccionar un plan de mantenimiento que cubriera todas las necesidades, luego del proceso de diagnóstico, se constató que el sistema requería los mantenimientos detallados con anterioridad, por lo que el objetivo cambió, en base a la necesidad del equipamiento en su conjunto, a un sistema de transporte especifico, para esto se describieron los componentes y los distintos tipos de mantenimientos. Así, se llegó a la conclusión, de que, para que estos mantenimientos funcionen se debe tener un constante registro de las tareas realizadas, así como también de los elementos intervenidos y la acción específica realizada en ellos, ya que, ejecuta sin estos pasos el mantenimiento queda obsoleto, es por esto que, se debe tener conciencia de no dejar de utilizar fichas incorporadas en el informe, y mantener un registro actualizado, puesto que con estos insumos se podrá observar el perfecto desempeño de la maquinaria implicada en la producción Todo esto con el fin de poder eliminar perdidas económicas y aumentar el índice de confiabilidad, y la disponibilidad, ya que, en la actualidad, no existe real confianza en el funcionamiento del equipo.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

BIBLIOGRAFIA

- www.educachile.cl
- www.codelco.cl
- www.cbb.cl
- www.mantenimientomundial.com
- http://www.vulcaban.com/bandas.html
- Catalogo “BREINBAUER”
- Catalogo “POLYBANDAS”
- Correas Industriales “SKF”
- Bandas Modulares “SCANBELT”
- Catálogo de motor reductores “SEW EURODRIVE CHILE LTDA”.
- Catálogo instalación y montaje cintas transportadoras “HABASIT”
- Catálogo de bandas transportadoras “GOOD YEARS”

ANEXOS

PLANOS