



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO Y MONTAJE DE UNA CINTA TRANSPORTADORA DE SAL EN
LA PLANTA DE LA EMPRESA QUIMOALCALI, S.A. UBICADA EN EL
PARCELAMIENTO SANTA ISABEL PUERTO SAN JOSÉ**

Elmer David González Orozco

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, julio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y MONTAJE DE UNA CINTA TRANSPORTADORA DE SAL EN
LA PLANTA DE LA EMPRESA QUIMOALCALI, S.A. UBICADA EN EL
PARCELAMIENTO SANTA ISABEL PUERTO SAN JOSÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ELMER DAVID GONZÁLEZ OROZCO

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO Y MONTAJE DE UNA CINTA TRANSPORTADORA DE SAL EN LA PLANTA DE LA EMPRESA QUIMOALCALI, S.A. UBICADA EN EL PARCELAMIENTO SANTA ISABEL PUERTO SAN JOSÉ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 17 de mayo de 2006.

Elmer David González Orozco

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la luz que ha iluminado mí camino en el transcurso de mí carrera y por formar parte fundamental en todo momento de mí vida.
- Mis padres** Santos Isabel González López
Sofía Marleny Orozco de González, que mi triunfo sea una parte de gratitud a los sacrificios, comprensión y a su gran amor.
- Mis hermanos** Kenia Exofilia, Jessica Marleny, Astrid Paola y Kenneth Josué, por el apoyo brindado y por saber comprenderme.
- Mis abuelos** Maria Buenaventura Orozco
Juan Antonio González (Q.E.P.D.)
Rosalia Natividad Fuentes (Q.E.P.D.), por nutrir mis conocimientos con sus sabios consejos
- Mis sobrinos** Carlos Daniel y Maria Isabel, para que esto sea un ejemplo, el cual ellos puedan seguir.
- Mis compañeros** Por compartir momentos en las aulas de nuestra querida Facultad, ser mis amigos, y estar en las distintas fases de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.	XIII
GLOSARIO.	XV
RESUMEN.	XXI
OBJETIVOS.	XXIII
INTRODUCCIÓN.	XXV
1. GENERALIDADES.	01
1.1. Antecedente histórico de Quimoalcali, S.A.	01
1.2. Descripciones generales.	01
1.2.1. Función social de la empresa.	02
1.2.2. Clientes y proveedores de Quimoalcali, S.A.	03
1.2.3. Ubicación de la empresa y planta de producción.	03
1.2.4. Misión y visión.	04
1.2.5. Ejecución y funcionamiento.	04
1.2.6. Estructura organizacional de Quimoalcali, S.A.	05
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO.	07
2.1. Antecedentes.	07
2.1.1. El cloro.	07
2.1.2. El cloro esencial para la vida y bienestar.	09
2.1.3. El cloro y la salud.	10
2.1.4. El cloro y el medio ambiente.	10
2.1.5. Materia prima.	11
2.1.5.1. Sal.	11

2.1.5.2.	Agua.	11
2.1.6.	Instalaciones y equipo utilizado en la producción de cloro. .	12
2.1.6.1.	Instalación y equipos para producción de cloro.	12
2.1.6.2.	Equipos auxiliares.	13
2.1.6.3.	Diagrama del proceso industrial.	13
3.	GENERALIDADES DE LA CINTA TRANSPORTADORA. .	17
3.1.	Descripción de la máquina.	18
3.2.	Componentes de la cinta.	19
3.2.1.	Cinturón.	19
3.2.2.	Sistema de rodillos.	20
3.2.2.1.	Comportamiento.	20
3.2.2.2.	Condiciones.	20
3.2.2.3.	Características generales.	21
3.2.3.	Tambor motriz y de retorno.	22
3.2.4.	Cepillo de limpieza inducido.	24
3.2.4.1.	Cepillo giratorio.	24
3.2.5.	Motor engranado.	25
4.	DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO.	27
4.1.1.	Introducción al diseño.	27
4.2.	Factores que influyen en el desempeño del sistema.	30
4.2.1.	Tipo de cinta.	30
4.2.2.	Tipo de rodillos.	31
4.2.3.	Potencia del motor.	32
4.2.4.	Fricción.	33
4.2.5.	Velocidad de descarga.	33
4.2.6.	Altura de descarga.	34
4.2.7.	Peso de sal sobre la cinta.	34

4.3. Cálculos que se involucran en una cinta transportadora.	34
4.3.1. Cálculo del peso de sal sobre la cinta.	35
4.3.1.1. Cinta No. 1.	35
4.3.1.1.1. Cálculo de la sección transversal.	36
4.3.1.1.2. Cálculo del peso de la sal.	38
4.3.1.2. Cinta No. 2.	40
4.3.1.2.1. Cálculo del peso de sal.	40
4.3.1.3. Cinta No. 3.	41
4.3.1.3.1. Cálculo del peso de sal.	41
4.3.2. Cálculo del peso y velocidad de la cinta.	41
4.3.2.1. Cálculo del peso de la cinta.	42
4.3.2.2. Cálculo de la velocidad de la cinta.	42
4.3.3. Cálculo del peso de los rodillos.	44
4.3.4. Cálculo del peso de la estructura.	50
4.3.4.1. Cálculo del número total de vigas a utilizar en cada una de las cintas.	51
4.3.5. Cálculo de los soportes de la estructura del mecanismo. . .	53
4.3.5.1. Características según las especies.	54
4.3.5.2. Cálculo de los soportes de la estructura del sistema. .	56
4.3.5.2.1. Separación entre los soportes medidos horizontalmente.	56
4.3.5.3. Cálculo de la longitud equivalente o efectiva de los soportes.	58
4.3.6. Cálculo del volumen total de almacenaje	53
4.3.7. Diseño del sistema de carga y descarga.	81
5. DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE.	91
5.1. Interpretación de planos.	91
5.1.1. Normalización.	92

5.1.2. Diagrama de flujo.	93
5.1.3. Diagrama de recorrido.	93
5.1.4. Planos de planta.	94
5.1.5. Planos de elevación.	95
5.1.6. Planos isométricos.	95
5.1.7. Simbología.	96
5.1.8. Dimensiones y acotaciones.	96
5.1.9. Escala en la cual está dibujado el plano.	97
5.2. Proyección isométrica de planos en tres dimensiones.	97
5.3. Estructura base del sistema.	98
5.3.1. Soportes verticales.	98
5.3.1.1. Párales verticales y vigas de madera.	100
5.3.1.2. Andamio de mantenimiento e inspección.	101
5.3.1.3. Las vigas de perfil I.	101
5.3.1.4. Los párales que sostienen los rodillos que soportan la carga de material.	102
5.3.1.5. Rodillos tipo V y tipo U.	103
5.3.1.6. El tambor motriz y su respectivo motor engranado.	104
5.3.1.7. Rodillos de retorno y sus respectivos componentes.	105
5.3.1.8. Banda del transporte.	106
5.4. Consideraciones en el montaje.	107
5.4.1. Consideraciones de mantenimiento.	107
5.4.1.1. Mantenimiento correctivo.	107
5.4.1.2. Mantenimiento de avería.	107
5.4.1.3. Mantenimiento predictivo.	108
5.4.1.4. Mantenimiento preventivo.	108
5.4.1.5. Responsabilidad del departamento de mantenimiento.	108
5.4.1.5.1. Mantener las instalaciones y maquinaria	109

en condiciones satisfactorias de operación, basados en que se debe obtener productos de calidad.	
5.4.1.5.2. Elaborar y controlar el inventario del equipo. . .	109
5.4.1.5.3. Investigar y analizar los problemas de mantenimiento de la maquinaria y equipo de la empresa.	109
5.4.1.5.4. Sobre la base de las solicitudes de mantenimiento, planificar, organizar, dirigir y controlar el trabajo requerido.	110
5.4.1.5.5. Elaborar archivos técnicos para uso del departamento.	110
5.4.1.5.6. Determinar los recursos humanos, técnicos y económicos, necesarios para la realización del mantenimiento.	111
5.4.1.5.7. Analizar y determinar las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento.	111
5.4.1.5.8. Desarrollar al personal bajo su cargo.	111
5.4.1.5.9. Vigilar y evaluar el desarrollo de mantenimiento	112
5.4.2. Consideraciones administrativas de planeamiento.	112
5.4.2.1. Planeación de actividades.	112
5.4.2.2. Planeación de recursos.	113
5.4.2.3. Planeación del programa de trabajo.	115
5.4.3. Consideraciones económicas.	115
5.4.3.1. Estimación del costo de material.	115
5.4.3.2. Estimación del costo de equipo.	117
5.4.3.3. Costo inicial.	118
5.4.3.4. Mantenimiento y reparaciones.	118

5.4.3.5. Costo de las pérdidas de tiempo.	119
5.4.3.6. Vida económica del equipo.	119
5.4.3.7. Flexibilidad en la adquisición de repuestos.	119
5.4.3.8. Costo de lubricantes.	120
5.4.3.9. Depreciación.	120
5.4.4. Consideraciones administrativas de instalación.	120
5.4.4.1. Programación y control del montaje.	120
6. EVALUACIÓN DEL MONTAJE.	123
6.1. Supervisión del montaje.	123
6.2. Especificaciones de ingeniería.	124
6.2.1. Factor técnico.	125
6.2.2. Factor administrativo.	126
6.2.3. Factor económico.	127
6.3. Seguridad e higiene industrial.	127
6.3.1. Accidentalidad.	127
6.3.2. Accidentes más comunes.	128
6.3.2.1. Atrapamientos en los tambores.	128
6.3.2.1.1. En el tambor de cola.	128
6.3.2.1.2. En el tambor de cabeza.	129
6.3.2.2. Caída de personas.	130
6.3.2.2.1. Desde la cinta.	130
6.3.2.2.2. Sobre la cinta.	131
6.3.2.3. Caída de materiales.	131
6.3.2.3.1. Materiales transportados.	131
6.3.2.4. Inhalación de polvo.	132
6.3.3. Sistemas de prevención y seguridad industrial.	133
6.3.3.1. Frente al atrapamiento en los tambores.	133
6.3.3.2. Frente a la caída de personas.	134

6.3.3.3. Frente a la caída de materiales.	136
6.3.3.4. Frente a la inhalación de polvo.	137
CONCLUSIONES.	139
RECOMENDACIONES.	141
BIBLIOGRAFÍA.	143
ANEXOS.	145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

01	Organigrama de la empresa Quimoalcali, S.A.	006
02	Diagrama de proceso de producción de cloro.	014
03	Diagrama de flujo.	015
04	Esquema de componentes de una cinta transportadora.	018
05	Características de los rodillos transportadores.	019
06	Diferentes recubrimientos de rodillos.	022
07	Tambor motriz.	024
08	Limpieza de las bandas transportadoras.	025
09	Limpieza de las bandas transportadoras.	026
10	Cambios de elevación que presenta la cinta transportadora.	028
11	Cambios de elevación que presenta la cinta transportadora.	029
12	Cinta flexible, trabajo apropiado.	029
13	Material que compone la cinta transportadora.	031
14	Sección transversal del material a transportar.	038
15	Sistema de rodillos y cinta transportadora.	044
16	Ángulo de inclinación del cilindro que compone el rodillo.	045
17	Dimensionales de la viga I a utilizar en la estructura (m).	053
18	Visualización de las dimensionales de la parte superior del sistema de columnas de soporte y separación.	057
19	Visualización de las dimensionales de la parte inferior del sistema de soporte y distancia de empotramiento.	057
20	Vista planta de las distancias entre cada una de las columnas de madera que soportaran el mecanismo.	062

21	Elevación del comportamiento del material, al momento de su descarga.	066
22	Elevación de las características que presentan la masa 2 y masa 5.	069
23	Vista en elevación de la descarga que forma las masas 3, 4 y 6. . . .	077
24	Muestra el área en su totalidad a la cual se almacena las 5000 Ton de material.	079
25	Especificaciones de las respectivas masas que se calculan.	080
26	Cinta transportadora que arroja partículas de sal a la cinta 2.	083
27	Cinta transportadora que arroja partículas de sal al montículo a la cual forma un cono circular recto.	085
28	Cinta transportadora que arroja partículas de sal al montículo a la cual forma un cono circular recto.	086
29	Cinta transportadora que arroja partículas de sal al montículo a la cual forma un cono circular recto.	088
30	La seguridad del trabajo con bandas transportadoras sugerencias para los obreros.	129
31	Cintas transportadoras careciendo de plataforma y de pasarela de visita, para acceso a los mecanismos motrices.	130
32	Sistema de rascador.	134
33	Escalerilla de acceso y pasarela de mantenimiento e inspección. . .	135

TABLAS

I	Características técnicas del cloro.	007
II	Elementos necesarios para el funcionamiento de los rodillos.	022
III	Características específicas del material a transportar.	035
IV	Características de los componentes de la cinta 1.	047
V	Características de los componentes de la cinta 2.	048
VI	Características de los componentes de la cinta 3.	049
VII	Valores de resistencia en dirección paralela a la fibra.	055
VIII	Valores para las condiciones de sujeción en columnas.	059
IX	Características que debe llenar cada una de las columnas a utilizar en el mecanismo.	061
X	Sumatoria de masas de los respectivos cálculos.	078
XI	Tabla comparativa de las diferentes cintas y sus respectivas descargas.	089
XII	Cantidad de soportes y sus respectivas alturas en metros.	100
XIII	Accidentes más comunes	132

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
S	Sector circular
R	Radio del sector circular
θ	Ángulo en radianes
A	Área
m ²	Metros cuadrados
At	Área total
m	Masa
ρ	Densidad
V	Volumen
L	Longitud
W	Peso
q	Flujo másico
v	Velocidad
π	Valor constante (pi)
\emptyset	Diámetro
#	Número
Le	Longitud efectiva
N	Coefficiente
P	Carga
I	Momento de inercia
Y	Distancia vertical
X	Distancia horizontal
t	Tiempo
g	Aceleración de la gravedad

GLOSARIO

Acero inoxidable	Son aleaciones a base de hierro, cromo, carbono y otros elementos que le confiere una resistencia particular a algunos tipos de corrosión.
Actividad	Es todo tipo de movimiento corporal que realiza el ser humano durante un determinado periodo de tiempo.
Bastidor	Armazón de madera o metal que sirve de soporte a otros elementos.
Carenado	Conjunto mecánico a base de rejilla que permite la visión de la cinta, además de cubrir los soportes de los tambores, afín de reducir las adherencias en el tambor de cola.
Desmineralización	Es un proceso mediante el cual se elimina sólidos disueltos en el agua.
Des-ionización	Proceso que sirve para eliminar todas las sustancias ionizadas de una solución. Más comúnmente, es un proceso de intercambio donde cationes y aniones son eliminados independientemente, los unos de los otros.

Empotramiento	Apoyo o unión de un extremo de una pieza de madera o hierro en un hueco de un elemento estructural para fijarla, impidiendo el giro, traslación y deslizamiento de la pieza.
Flexibilidad	Es la capacidad para realizar movimientos amplios y a diferencia de otras características que tienen los elementos estructurales.
Flujo másico	Unidad de descarga de material por unidad de tiempo.
Hipoclorito de sodio	El hipoclorito sódico (conjuntamente con cloruro sódico (sal)) se obtiene convenientemente por disolución de cloro elemental en una disolución de sosa acuosa en una reacción de dismutación.
Longitud efectiva	Se define, como la longitud que puede llegar a medir un parál con una determinada carga crítica.
Madera blanda	Clasificada en función de la resistencia, y paneles aparentes, que se utilizan habitualmente en proyectos de soportes para estructuras.
Materia prima	Se conoce como materias primas a los materiales extraídos de la naturaleza que nos sirven para construir los bienes de consumo. Se clasifican según su origen: vegetal, animal, y mineral.

Mecanismo	Es un conjunto de elementos rígidos, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamadas pares cinemáticas (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.).
Montaje	Es la ordenación rítmica de los elementos, Consiste en escoger, ordenar y unir una selección de los planos registrados, según una idea y una dinámica determinada.
Motor eléctrico	Es llamado motor engranado, según la función a la cual éste se esté aplicando, ya que es un dispositivo rotativo que transforma energía eléctrica en energía mecánica.
Pletina de tope	Mecanismo que permite que el sistema se mantenga en una posición fija y el cual no admite ningún movimiento.
Poleas conductoras	Es llamado al mecanismo que consta de un conjunto de poleas las cuales permiten que el movimiento sea sincrónico.
Potabilización	Característica que debe de contener el agua para que esta pueda ser segura y con ello pueda ser ingerida.

Potencia	La potencia se define como la cantidad de trabajo realizado en un determinado tiempo.
Sistema mecánico	Pues un sistema en que no participa otra energía que la mecánica para hacerlo funcionar.
Tambor de cabeza	Es un cilindro que se encuentra en la parte superior del sistema y que es solamente inducido por el tambor motriz.
Tambor de cola	Este tipo de tambor es el que se encuentra en la parte opuesta al tambor de cabeza.
Tambor motriz	Es un tipo de mecanismo que consta de un tambor cilíndrico que está conectado por un motor engranado, conjuntamente con el cepillo inducido.
Tolvín de caída	Tipo de mecanismo que permite que el material sea descargado en el lugar donde se desee.
Urdimbre recto	Tipo de material que se utiliza para la fabricación de bandas transportadoras.
Vida útil	Tiempo que permite que el equipo pueda estar en funcionamiento en condiciones adecuadas, esta puede disminuir dependiendo del mantenimiento que se le de al equipo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación sirve de base para el diseño de una cinta transportadora de sal. Se pretende que la cinta sea montada y/o instalada de acuerdo al diseño lo requiera, en virtud que se han realizado los cálculos para poder determinar cual es la opción más eficiente en el sistema, para el transporte de materiales.

El capítulo uno se desarrollan descripciones generales, antecedente histórico, que involucran a la función, ejecución y funcionamiento de la empresa.

En el capítulo dos se realiza la descripción general del proceso, antecedentes y de la materia prima que se utiliza para el desarrollo del producto terminado.

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

En el capítulo cuatro se involucra el diseño de una cinta transportadora que por medio de la cual lleva a una elección para la utilización de una cinta específica.

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

El capítulo seis se da una breve descripción de cómo darle seguimiento al montaje de un sistema manejando la seguridad industrial.

OBJETIVOS

➤ General

Desarrollar el diseño de una cinta transportadora de sal y su implementación. Ésta ayudará a la eficiencia del manejo de la materia prima para su respectivo almacenamiento y optimizar los recursos obtenidos.

➤ Específicos

1. Que el sistema de transporte de materiales sea un mecanismo sencillo que el cuál no requiera de un mantenimiento constante.
2. El desarrollar del diseño del equipo de movimiento de material por medio de cintas transportadoras, se tomen en cuenta los factores que influyen en el funcionamiento del sistema.
3. Que se establezcan los criterios técnicos que permitan la toma de desiciones en el implemento del sistema, por medio del cual se manejen las características específicas de diseño.
4. Tomar en cuenta los respectivos conocimientos basados para el diseño, cálculo y evaluación de montaje de equipo en los cuales garanticen el buen funcionamiento de una cinta transportadora.

INTRODUCCIÓN

El movimiento de materiales, materias primas, minerales y diversos productos ha sido un gran reto para la inventiva e ingenio del hombre. Por ello se han creado diversas formas; una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas o cintas transportadoras, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento, las que una vez instaladas, en condiciones de trabajo suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento. Las bandas y rodillos transportadores son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es recibir un producto, de forma más o menos continua y regular, para conducirlo a otro punto.

Basado en la necesidad que presenta la empresa Quimoalcali, S.A. del movimiento de material a la bodega de materia prima, involucra el sistema de movimientos por medio de una cinta transportadora la cual pretende llenar las exigencias, generando un movimiento que permita el almacenaje de manera adecuada y rápida.

En la determinación de un sistema que sea óptimo para el manejo de materiales, se deben de tomar en cuenta diversos aspectos, como el tipo de material, el peso del mismo, etc., Además, también deben atenderse las funciones y organización del manejo de materiales y tener conocimiento de los aspectos generales que involucra el diseño y montaje de una cinta transportadora la cual definirá el equipo disponible que permitirá llenar las necesidades y/o exigencias que presente dicha empresa.

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedente histórico de Quimoalcali, S.A.

La Empresa Quimoalcali, S.A. es una empresa cuyo fin es la producción de cloro y sus productos aleados, cuyo ámbito de trabajo es el mercado nacional y también el mercado internacional por lo que se estará abarcando lo que es la Cuenca del Caribe.

La principal línea de producción, esta enclavada en los productos de la Industria Clor-Alkali, que llegará a ser la base de su crecimiento y de la cual se logrará obtener porcentajes del mercado de hasta un 100%, en segundo lugar, pero tratando de hacerlos importantes, están otras Materias Primas y Productos Químicos derivados siempre del cloro.

Se trata que el crecimiento sea con recursos propios, manteniendo en todo momento el control de la Empresa, sin embargo están dispuestos a hacer asociaciones cuando se demuestre que las misma son el mejor camino para lograr los objetivos finales.

1.2. Descripciones generales

Quimoalcali, S.A. pertenece a un grupo de compañías en la cual la empresa Internacional Trading House, Inc. (ITH, INC.) Es la cual les da el reconocimiento internacionalmente y cuenta con filiales de los cuales se encuentra Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Republica Dominicana, México y Estados Unidos de América.

En cuanto a Honduras y Rep. Dominicana se cuenta con accionistas minoritarios que manejan las Empresas localmente bajo los lineamientos de la Política fijada por ITH, INC. Así mismo se cuenta con sus propias instalaciones tanto en oficinas centrales como el área superficial en donde se encuentra montando dicha planta.

Dentro de las plantas de producción propias se encuentran las diversas plantas de producción de Hipoclorito de Sodio, dos de ellas las más grandes de la zona con una capacidad de 60 TM. diarias en Tecún Umán y Acajutla y otra de 20 TM. en San Pedro Sula. Se puede afirmar que el 95% de los blanqueadores que se venden en Centro América están hechos con materia prima de este grupo de Empresa.

Se puede afirmar también que toda el AGUA POTABLE de Centro América se potabiliza con el Cloro comercializado por ITH, INC. y en el futuro producido por Qumoalcali, S.A. y que participamos activamente en todos los programas de potabilización actuales y futuros desde Chiapas hasta Panamá y en la Republica Dominicana colaborando con los planes de la OPS y de los Gobiernos Centrales y Municipales.

1.2.1. Función social de la empresa

Como función social de la Empresa, está la creación de puestos de trabajo, en donde nuestro personal pueda obtener lo necesario para vivir decorosamente y satisfacer las principales necesidades de su familia, en un marco agradable y de progreso.

Reconocen la importancia del trabajador como elemento indispensable para la creación de riqueza y la necesidad de que la misma sea compartida por todos.

Y de cara a las comunidades en donde operan, declaran haber abrazado los conceptos Industriales de responsabilidad Total, reconociendo el derecho que tienen de vivir tranquilos y colaborando dentro del ámbito de negocios, a que las mismas tengan un crecimiento saludable a que cuenten con agua potable y colaborando directamente con los Centros de salud y Escuelas del lugar.

Como objetivo Personal de sus socios, está el deseo de trascender, creando una Empresa sólida que perdure por muchos años y que sea el patrimonio de una familia de objetivos claros.

1.2.2. Clientes y proveedores de QUIMOALCALI, S.A.

Reconocen la importancia de sus clientes y el derecho que tienen a recibir el mejor producto y el mejor servicio a cambio de su patrocinio. Siempre les darán un trato justo y cordial, dándoles el lugar que se merecen y manifestándoles siempre su agradecimiento.

A sus proveedores, les ofrecen su lealtad y esfuerzo continuo para desplazar día a día la mayor cantidad posible de sus productos, para compartir con ellos la satisfacción de los mutuos objetivos logrados.

1.2.3. Ubicación de la empresa y planta de producción

Quimoalcali, S.A. tiene como sede la Ciudad de Guatemala, la Planta Productora se construye en su momento en el Parcelamiento Santa Isabel del municipio de Puerto San José, Departamento de Escuintla y a 5 kilómetros del Muelle de Puerto Quetzal.

Cuenta también con una Terminal en Tecún Umán en el Departamento de San Marcos para el envío de los productos fabricados por Quimoalcali, S.A. al Mercado Mexicano.

1.2.4. Misión y visión

➤ MISIÓN

Que la Empresa sea la respuesta a la necesidad de un suministro confiable de Cloro que serviría para potabilizar el Agua de Centro América y cumplir con los requerimientos industriales de este producto, y cubrir una gran variedad de necesidades en el ámbito Industrial.

➤ VISIÓN

Como parte de la Filosofía de Trabajo de la Empresa, está la de ser un vecino positivo para la población y sus habitantes, por esta causa tienen establecidas varias políticas en beneficio de la comunidad y a su vez que con el crecimiento de la planta se podrá llegar a contar con un apoyo al Centro de Salud de la población y a la Municipalidad local.

1.2.5. Ejecución y funcionamiento

El proyecto presenta un beneficio para la población guatemalteca, ya al contar con producción de cloro a nivel nacional, a un precio favorable, bajarán los costos de operación de la desinfección de agua en las plantas de tratamiento operada por las municipales, las que están obligadas por el Código Municipal, Decreto 12-2002 del Congreso de la República, a clorar el agua suministrada a la población.

1.2.6. Estructura organizacional de QUIMOALCALI, S.A.

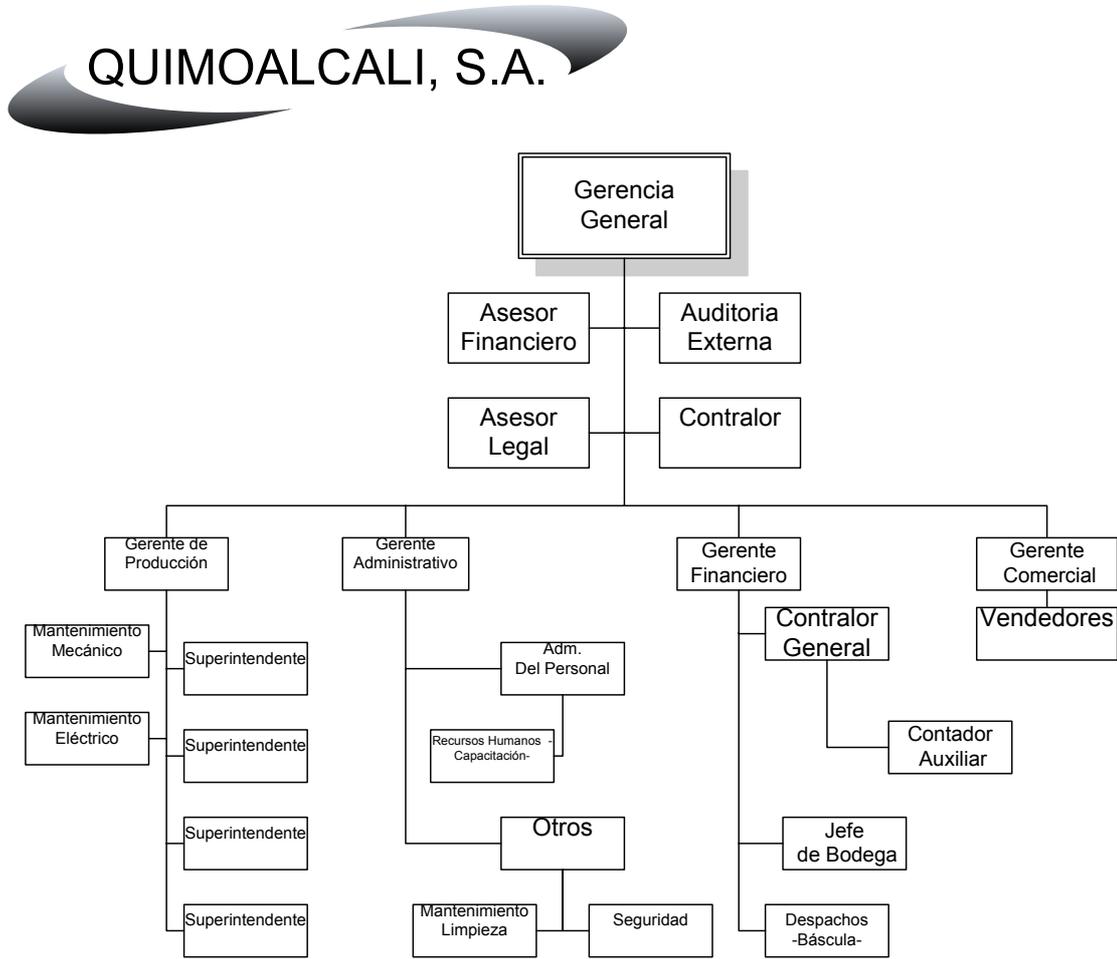
Para el correcto cumplimiento de sus funciones y obligaciones y que pueda funcionar de manera que las normas y reglamentos internos de la Empresa se puedan llevar acabo sin ningún problema esta cuenta con la siguiente estructura:

QUIMOALCALI, S.A. es la respuesta a una necesidad de contar con el suministro confiable de Cloro para Potabilizar el Agua de centro América y cumplir con los requerimientos industriales de este producto que cubren una gran variedad de Industrias.

También es la suma de esfuerzos de más de 20 años distribuyendo este importante producto en Centro América y el caribe por medio de 12 Empresas filiales que importaron producto de diferentes Países.

La necesidad imperiosa de aumentar los niveles de potabilización en el área, hicieron necesario que se contara con un Cloro a precios accesibles a las diferentes Municipalidades dado que la Importación resulta onerosa.

Figura 1 Organigrama de la empresa Quimoalcali, S.A.



Departamento de RRHH

Fuente: Quimoalcali, S.A.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

2.1. Antecedentes

2.1.1. El cloro

El cloro es el decimoprimer elemento más abundante de la litosfera, es incluso más abundante que el carbono. Junto con el sodio forma un compuesto esencial para la vida: la sal (cloruro sódico). La primera célula viva se desarrolló unos 3.000-4.000 millones de años en la fuente de toda materia orgánica: el mar. La sal es vital para nuestro organismo (sin sal no podemos vivir), por lo que ha sido desde la antigüedad una sustancia muy apreciada.

Tabla I Características técnicas del cloro

Elemento Químico	
Símbolo	Cl.
Número Atómico	17
Peso Atómico	35,4527
Valencia	+1, +5, +7, -1
Estructura Electrónica	2-8-7
Aspecto General	Gas verdoso-Amarillo
Nombre Registrado	Cloro
Nombre Químico	Cloro
Nombre Químico Alemán	Chlor
Nombre Químico Francés	Chlore
Nombre Químico Inglés	Chlorine

El cloro fue descubierto, en su estado gaseoso, por el químico sueco C.W. Scheeldeen en 1774. Fue en 1910 cuándo se le identificó como elemento químico por Sir Humphrey Davy, y recibió la denominación de cloro, proveniente del nombre griego “chloros” (verde pálido), a causa de su característico color. Durante largo tiempo el cloro permaneció como una curiosidad de laboratorio, dado que su fabricación resultaba sumamente difícil y, por otra parte, su transporte y su manipulación eran prácticamente imposibles.

Fue en algunas décadas después cuando se descubrió su efecto desinfectante. Las primeras referencias al uso del cloro en la desinfección del agua datan desde hace más de un siglo. Se utilizó durante un corto período de tiempo en Inglaterra, en el año 1854, combatiendo una epidemia de cólera, y fue utilizado en forma regular en Bélgica a partir de 1902.

A través del tiempo, el cloro se ha acreditado como el más eficaz de los medios utilizados en la desinfección del agua, bien sea directamente o en forma de compuestos que lo contienen. El desarrollo experimentado durante los últimos cincuenta años en los métodos y equipos utilizados a este fin, ha facilitado su adopción con carácter general para el tratamiento de agua.

En la actualidad, la utilización del cloro gaseoso es la forma más habitual, aunque requiere el empleo de materiales y equipos apropiados. En pequeñas instalaciones, abastecimientos rurales o para emergencias, la utilización de soluciones de diversos productos químicos que contienen cloro, puede ser más satisfactoria y económica. Entre estos productos destaca el hipoclorito de sodio, para los abastecimientos de pequeñas dimensiones, y el hipoclorito de calcio, utilizado mayoritariamente en los equipos de cloración que se instalan en zonas que han padecido grandes catástrofes, como las acaecidas, con anterioridad en Centroamérica, como el huracán Mitch y el terremoto de El Salvador.

2.1.2. El cloro esencial para la vida y bienestar

El cloro interviene, directamente o como intermediario, en más del 50% de la producción química industrial mundial y es parte integrante de la vida misma de la industria, (aeroespacial, mecánica, telecomunicaciones, transportes, informática, química, petroquímica, farmacia, cosmética, construcción, nuclear, tratamiento de aguas, metalurgia, confección, deportes, etc.).

La química del cloro crea bienestar y calidad de vida. En nuestras actividades cotidianas utilizamos constantemente productos químicos, cuya fabricación depende directa o indirectamente del cloro, por ejemplo, para lavarnos, vestirnos, alimentarnos, desplazarnos, trabajar, proteger nuestra salud.

Puede decirse que el cloro es la espina dorsal de la química. Sin el cloro muchos aspectos de la vida moderna que consideramos normales no serían posibles.

En condiciones normales de temperatura y presión el cloro es un gas de color amarillo verdoso de olor penetrante. Es extremadamente reactivo, por lo que en la naturaleza no lo encontramos en estado puro si no combinado, formando mayoritariamente sales metálicas, de las cuales la más abundante es el cloruro sódico. El 0,045% de la corteza terrestre está compuesta por combinaciones de cloro, que representa el 2,9 % de los océanos.

2.1.3. El cloro y la salud

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80 % de las enfermedades infecciosas se transmiten mediante el agua. Según dicho organismo más de 3 millones de niños, de menos de 5 años, muere cada año por causa de enteritis imputable a la no desinfección del agua.

La cloración gaseosa es la etapa final de la desinfección en la mayoría de las principales plantas de tratamiento que produce agua para servir a los municipios; también se emplea donde existen acuíferos apropiados, para desinfectar el agua producida por pozos que alimentan a tanques de almacenamiento o que se conectan directamente a los sistema de distribución de agua.

2.1.4. El cloro y el medio ambiente

La industria del cloro, igual que otras actividades, comporta ciertos riesgos. Por consiguiente ha tomado las medidas necesarias para reducir cualquier agresión al medio ambiente. La adhesión al “Compromiso de progreso” (Responsible Care) de los principales productores de cloro Europeos, así como la proliferación de informes medioambientales es la mejor muestra de ello.

La industria del cloro está sometida a estrictas reglamentaciones y rigurosos controles de sus emisiones con objeto de garantizar actividades compatibles con la conservación del medio ambiente. La aplicación de estas disposiciones reglamentarias se verifica permanentemente. En muchos casos, los objetivos medioambientales que emanan de la aplicación de las políticas medioambientales de las empresas productoras de cloro, son mucho más estrictos que los límites que exigen la propia administración.

2.1.5. Materia prima

La materia prima para producir cloro es sal y agua.

2.1.5.1. Sal

La sal utilizada debe de tener un grado de pureza, esta proviene de los siguientes lugares: Estado de Guerrero, México, Islas de Lobos, Chile o Bonaire en el Caribe.

Sal es la denominación genérica de los compuestos derivados de la reacción de un ácido como base. Una de estas es la sal común o la sal que utilizamos como condimento y que químicamente es conocida como cloruro sódico (NaCl). Está formada por dos iones (átomo u otra partícula con carga eléctrica), uno positivo (catión) de sodio y otro negativo (anión) de cloro. Respecto al peso, el sodio representa un 39 % y el cloro un 61 %.

2.1.5.2. Agua

El agua necesaria para el proceso se extraerá de un pozo, que será perforado en la propiedad donde se instalara la planta industrial. El consumo máximo de agua se estima en 45,220 litros/día, considerando los procesos y el consumo de los trabajadores.

Seguidamente de la extracción, el agua es depositada en una tanque de almacenamiento.

Luego pasa un proceso de desmineralización y des-ionización a efecto de que pueda disolver la mayor cantidad de sal.

2.1.6. Instalaciones y equipo utilizado en la producción de cloro

Las instalaciones y equipo utilizado pueden dividirse en producción de cloro, almacenamiento, trasiego y equipos auxiliares y complementarios de las cuales llegamos a clasificar las siguientes.

2.1.6.1. Instalación y equipos para producción de cloro

- Agua: Pozo de producción, tanque de almacenamiento de 100 M³ de volumen, sistema de filtros de agua y equipo de bombeo.
- Silo de almacenamiento de sal, 353 M³ de volumen.
- Planta paquete Productora de cloro por el método de electrólisis de membrana, modelo DCM-406 x 2, desarrollada por Chlorine Engineers.
- Cuatro pilas para decantar salmuera, de 160 M³ de volumen de cada una.
- Filtro de tratamiento de salmuera con área de 108 M².
- Cuatro tanques de almacenamiento de cloro de 84.5 M³ de volumen cada uno.
- Instalación de secado, licuación y compresión de cloro.
- Instalaciones de llenado de cilindros.
- Instalaciones para manejo de subproductos, hipoclorito de sodio y ácido clorhídrico.

2.1.6.2. Equipos auxiliares

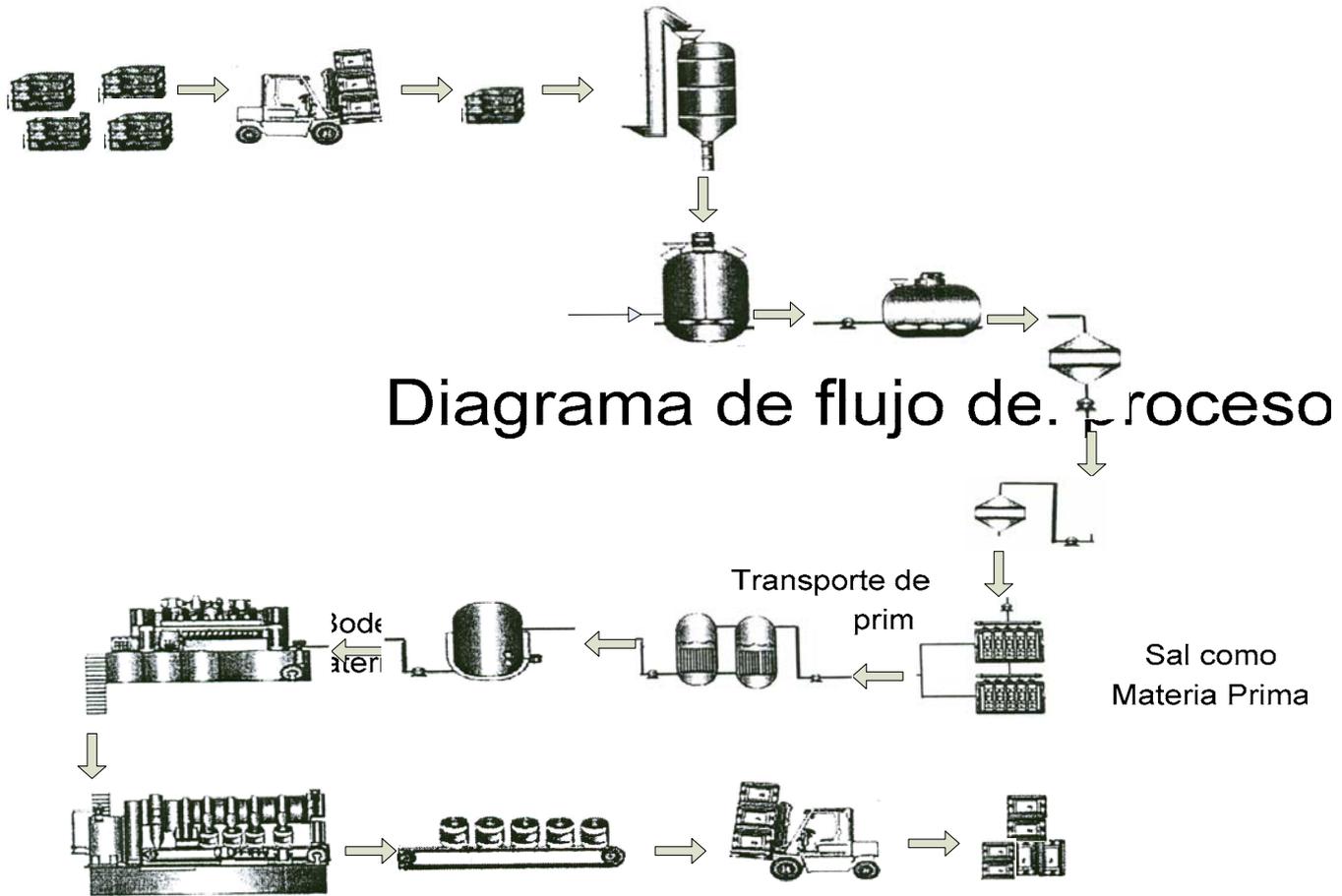
- Equipo de control de calidad del producto (laboratorio).
- Subestación eléctrica.
- **Almacenamiento de Cilindros, Bodega General, Bodega de Materia Prima**
- Oficina de Control.

2.1.6.3. Diagrama del proceso industrial

El proceso industrial consta de las siguientes etapas:

- Recepción de materia prima (sal) bodega materia prima.
- Almacenamiento de la materia prima.
- Tanque de dilución.
- Filtración.
- Celda electrolítico.
- Almacenamiento bodega de producto terminado.

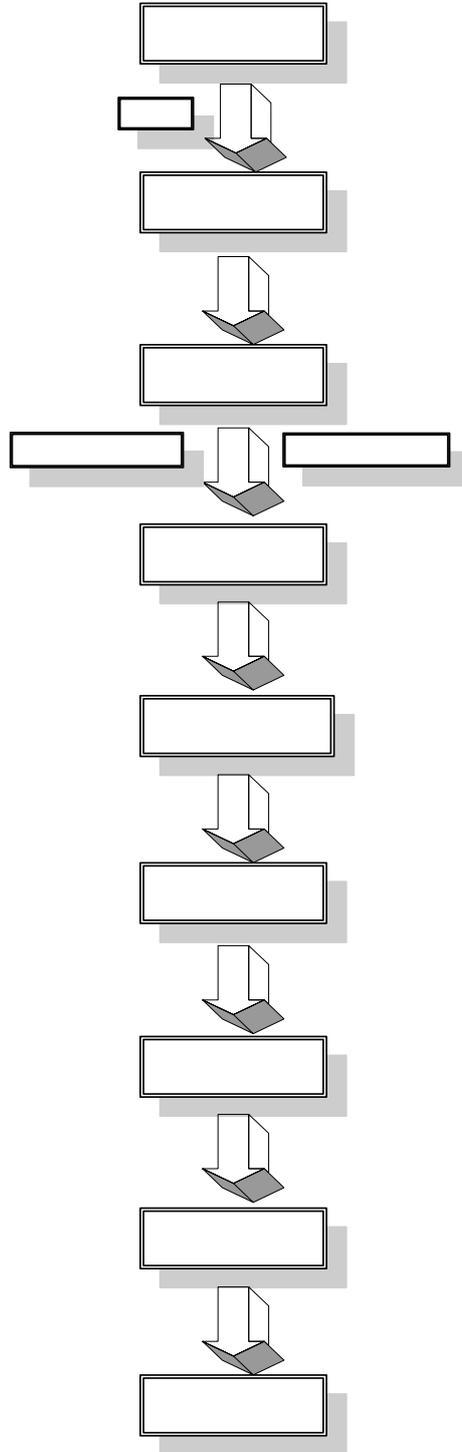
Figura 2 Diagrama de proceso de producción de cloro



Introducción
Agua Caliente

Fuente: Quimoalcali, S.A.

Figura 3 Diagrama de flujo



Fuente: Quimoalcali, S.A.

Carbonato de Sodio

3. GENERALIDADES DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Las cintas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto.

Por otra parte, las cintas son elementos de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

Tanto el proyectista como el usuario suelen considerar que las cintas son elementos que únicamente complican y encarecen las instalaciones; por ello no suele prestarse la adecuada atención a todas aquellas características que no sean la potencia de su motor y la capacidad de transporte en toneladas/hora, olvidándose de las cotas de seguridad necesarias frente a los riesgos que como máquinas presentan, o, lo que es más grave, considerando las protecciones como elementos "accesorios o suplementos" que únicamente encarecen la instalación.

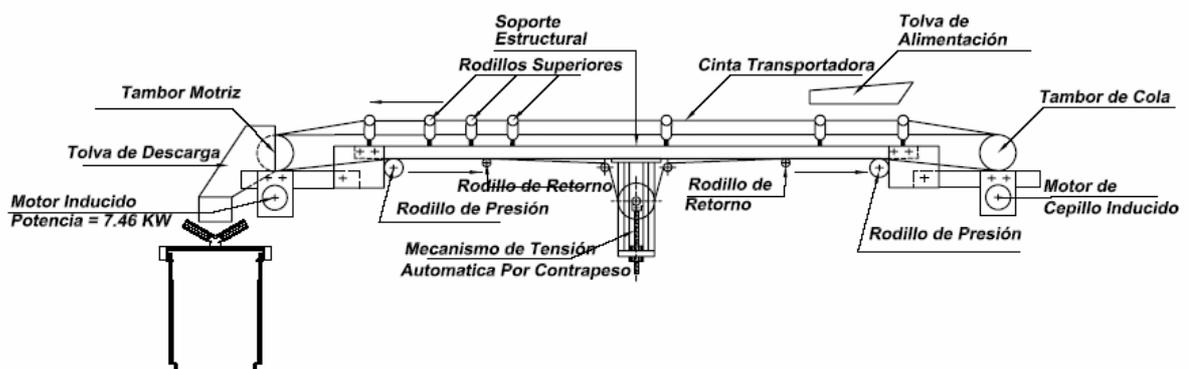
Así encontramos instalaciones en las que las cintas, por dejación, carecen de los más elementales medios de protección, o acaso disponen de algunos de los más diversos sistemas de seguridad. Pero raramente se encuentran cintas de nueva implantación que cumplan con las necesarias premisas para la prevención de los riesgos profesionales.

3.1. Descripción de la máquina

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

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

Figura 4 Esquema de componentes de una cinta transportadora



Fuente: Quimoalcali, S.A.

3.2. Componentes de la cinta

La cinta es a menudo el componente más caro de la instalación de transporte. Y los costos de adquisición son mayores, cuanto mayor es la fuerza de tracción que debe transmitir durante el proceso de arranque.

Para poder usar cintas transportadoras más potentes y de mayor longitud, los accionamientos modernos deben proporcionar un elevado rendimiento. Al mismo tiempo, estos accionamientos deben proteger la instalación y los componentes de las máquinas y deben ser seguros y económicos.

3.2.1. Cinturón

En las cintas dotadas de sistemas de tensión por contrapeso, la necesidad de disponer de un espacio vertical para su desplazamiento (carrera), obliga en ocasiones a que el sistema se coloque en altura. La rotura de la banda transportadora puede dar lugar a la caída del contrapeso y ser causa de graves accidentes por aplastamiento.

En algunas cintas transportadoras de altura regulable, mediante sistema de cable y poleas, es el propio cable exclusivamente el que mantiene la cinta en posición.

3.2.2. Sistema de rodillos

Rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

El sistema de rodillos funciona por medio de un motor de rotación; el cual por a través de cadenas, cintas u otro elemento transfiere esta energía a los diferentes rodillos, lo cual hace que el sistema opere de una manera eficiente haciendo rodar todos los rodillos a una misma revolución, lo cual hará giran a una misma velocidad todos los rodillos.

3.2.2.1. Comportamiento

El comportamiento que presenta un sistema de rodillos en el manejo de una cinta transportadora es bastante esencial en el cual se usa para manipular la cinta en si, ya que estos los llegamos a utilizar en si como rodillos que son transportadores, tensores, de retorno y a su vez motrices.

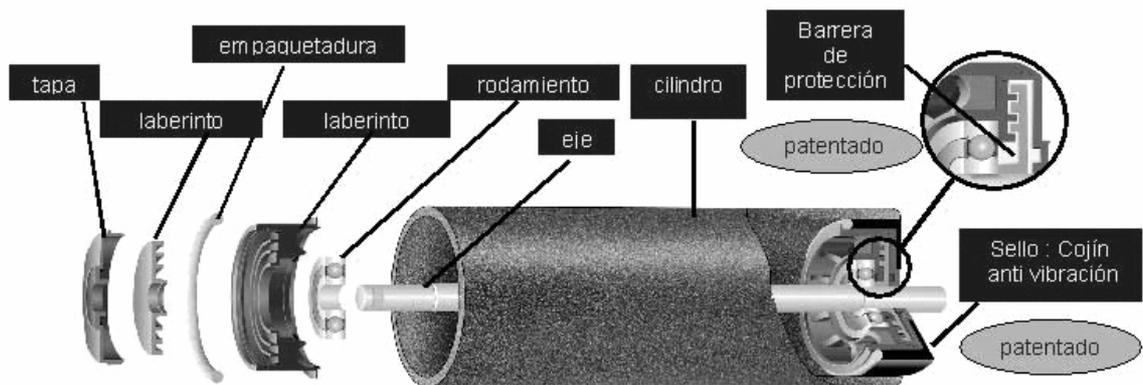
3.2.2.2. Condiciones

Un sistema de rodillos tiene que llegar a estar en máximas condiciones ya que esto nos estaría evitando que durante la operación de la cinta transportadora y al tener contacto con los rodillos estos pudiesen llegar a provocar fricción y en la cual llegaría a causar serios daños tanto al proceso de movimiento como al sistema en general.

3.2.2.3. Características generales

En lo relacionado a los rodillos que se tienden a manejar en el campo del transporte de materiales se cuenta con una diversidad de características que nos ayudan tanto en el mantenimiento del mismo como en las condiciones de las cuales este tipo de equipo se puede llegar a utilizar y dentro estas podemos observarlo en la figura 5 de las cuales cada una de ellas presenta una función muy importante en el manejo del mismo.

Figura 5 Características de los rodillos transportadores



Así también de la misma manera como se menciona para las características internas de los rodillos también consideramos y es de suma importancia tomar muy en cuenta lo que son las características externas de los rodillos de la cual dependería el campo de aplicación del mismo y como podemos observar en la figura 5 se mencionan recubrimientos como los son Compuestos De Cerámica, Acero Más Aleaciones, Poliuretano Y HDPE, Plásticos Aprobados Para Alimentos, Cauchos, PVC y otros.

Figura 6 Diferentes recubrimientos de rodillos



3.2.3. Tambor motriz y de retorno

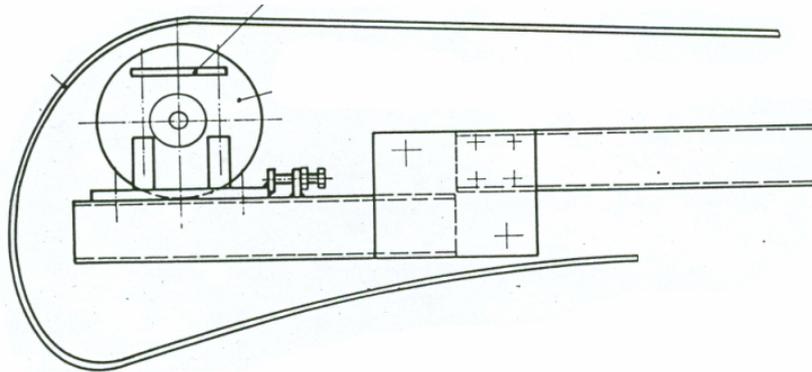
El tambor motriz, llamado también motor de árbol por que la función de los tambores es funcionar como poleas, las que se ubicaran en el comienzo y fin de la cinta transportadora, pero este a excepción del que se encuentra tanto en el inicio como en el final de la cinta transportadora, esta compuesto paralelamente por un motor de corriente alterna quien es el que genera una potencia determinada de 10 caballos de fuerza que hace generar el movimiento del mismo y por ello para su selección se tomarán en cuenta factores como: potencia, velocidad, ancho de banda, entre otros.

Otros elementos necesarios para el funcionamiento de los rodillos y las bandas transportadoras.

Tabla II Elementos necesarios para el funcionamiento de los rodillos

Elementos Básicos de Un Rodillo
Bastidor
Tambor Motriz
Tambor de Inflexión
Motor Eléctrico
Transmisión
Tolvin de Caída
Tensor Contrapeso
Tolva Encauzadora
Banda Transportadora
Estaciones Rodillos Portantes
<ul style="list-style-type: none">• Lisos
Estaciones Rodillos de Retorno
<ul style="list-style-type: none">• Lisos• Limpiadores• Rascadores
Pasarela de Servicio
Escalera de Acceso

Figura 7 Tambor motriz



Fuente: Quimoalcali, S.A.

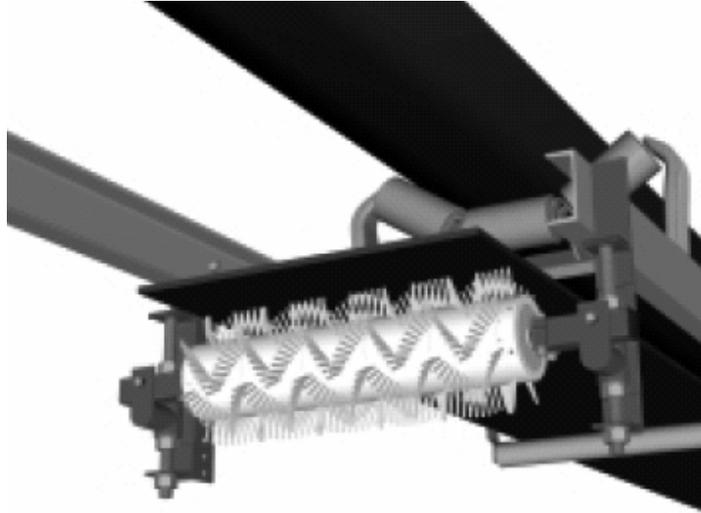
3.2.4. Cepillo de limpieza inducido

3.2.4.1. Cepillo giratorio

Es un cepillo eficaz para las bandas transportadoras con perfiles (chevrone) utilizadas para el transporte de materiales finos y secos como se visualiza en la figura 8. La banda se mantiene limpia y se reducen los derrames debajo de la banda. De esta manera se obtiene una reducción de los costos de mantenimiento y las necesidades de limpieza. El cepillo es accionado por un motor sellado, donde todas las piezas están bien protegidas y operan en un baño de aceite. El motor ocupa poco espacio y la seguridad es alta puesto que no se requieren motores externos ni correas en V para la operación.

Figura 8

Limpieza de las bandas transportadoras



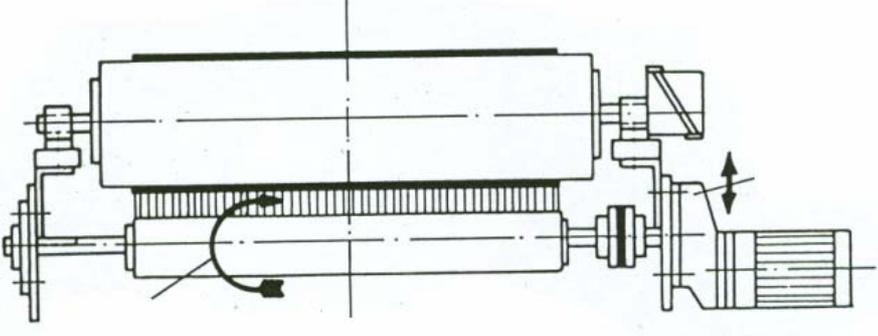
Fuente: Componentes trellax para bandas transportadoras

3.2.5. Motor engranado

En el caso de los motores engranados, que es una pieza muy esencial para el funcionamiento de la cinta transportadora y se encuentra ubicado paralelamente a lo que es el tambor motriz el cual se indica en la figura 9 conjuntamente con el motor engranado y el cepillo inducido, este puede poner en funcionamiento el cepillo inducido como el tambor motriz y dependiendo de las exigencias este debe de llenar las especificaciones que puedan llegar a generar movimiento a la cinta transportadora y dentro de estas se encuentran:

- Serie del motor para el tipo de trabajo que se requiera.
- Potencia que genere.

Figura 9 Motor engranado, tambor motriz y cepillo inducido



Fuente: Quimoalcali, S.A.

4. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO

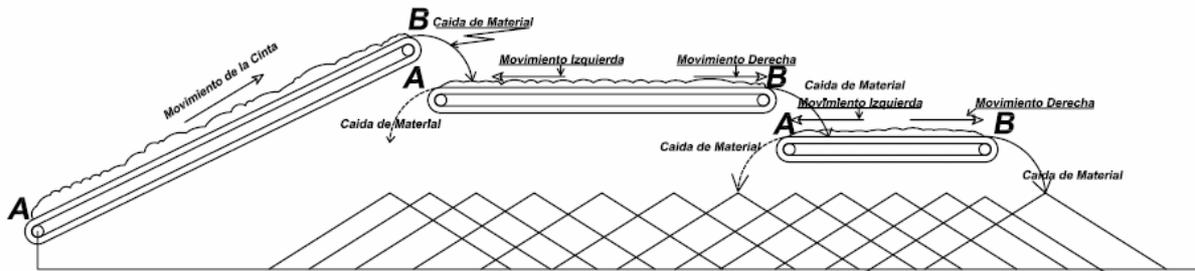
4.1. Introducción al diseño

Una cinta transportadora es simplemente un medio para llegar a un fin, un medio para el transporte de material desde un comienzo A, hasta un punto final B.

Para efectuar el trabajo de mover material desde A hasta B, la cinta transportadora requiere potencia que es proporcionada por un tambor motriz o una polea de conducción. El torque del motor transforma en fuerza tangencial, llamada también tensión efectiva, a la superficie de la polea de conducción. Éste es el “tirón” o tensión requerida por la correa para mover el material de (A) a (B), y es la suma de lo siguiente:

- La tensión debe vencer la fricción de la correa y de los componentes en contacto con ella.
- La tensión debe vencer la fricción de la carga
- La tensión debe aumentar o disminuir debido a los cambios de elevación.

Figura 10 Cambios de elevación que presenta la cinta transportadora



Las figuras mostradas a continuación, ilustran que la correa debe ser diseñada con una suficiente flexibilidad transversal en la zona de carga propiamente tal.

Para una cinta transportadora vacía, la cinta debe hacer suficiente contacto con el centro de los rodillos o no funcionará correctamente. En la figura 11, la correa es demasiado rígida para hacer contacto con el centro de los rodillos y, por esto, se aumentan las posibilidades de causar daño considerable a los bordes de la cinta.

En la figura 12, el contacto es suficiente como para guiar la cinta a lo largo de los redillos que involucra el mecanismo así en los externos como en el centro del mismo.

Cuando el diseño de la cinta indica restricciones de carga, éstos deben ser respetados y chequeados, mediante sistemas que eviten la sobrecarga, como lo sería un exceso de materia prima manejada como lo es la sal, carcaza protectora. Para cada material a transportar, existen valores referenciales

establecidos de carga, así como métodos para el cálculo de éstos que estaríamos estableciendo manejando los cálculos de diseño mas adelante.

Figura 11 Cinta rígida, trabajo inapropiado

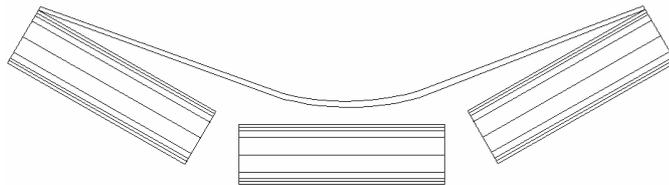
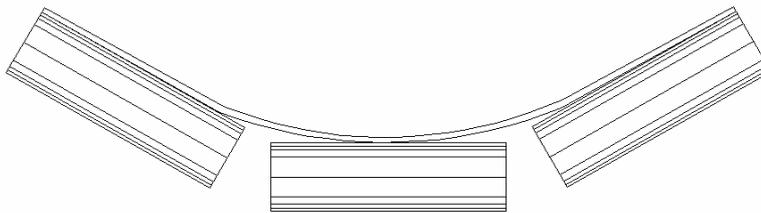


Figura 12 Cinta flexible, trabajo apropiado



La mayoría de los transportadores son relativamente simples en diseño y bajos en tensión. Sin embargo, como los transportadores han pasado a ser más extensos, más complejos y han aumentado su tensión, la investigación se torna primordial para poder obtener ventajas industriales, y ésta generalmente se realiza en uno o más de los siguientes puntos:

- a) Aceleración y roturas, problemas de tensión.
- b) Costo en tiempo y distancia.
- c) Curvas verticales y terrenos irregulares.
- d) Cambios de longitud.
- e) Problemas en las dos poleas conductoras.
- f) Múltiples perfiles de los transportadores.
- g) Graduar el espacio entre rodillos.

4.2. Factores que influyen en el desempeño del sistema

4.2.1. Tipo de cinta

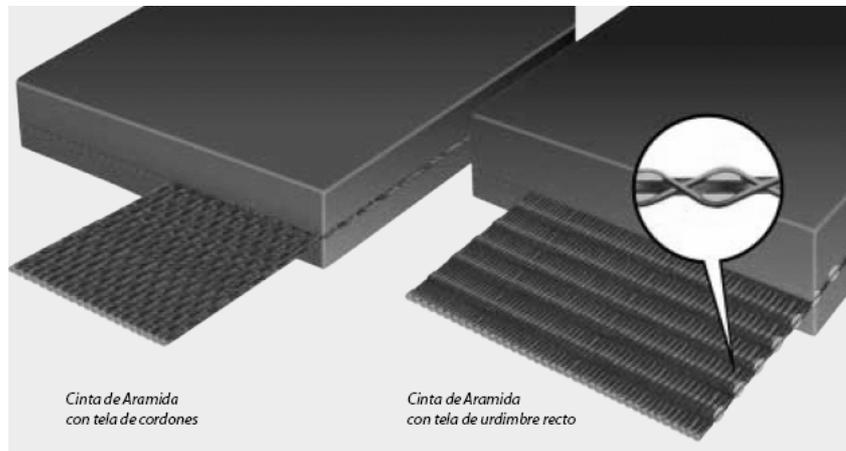
Para el tipo de mecanismo a diseñar el sistema de la cinta, debe de estar comprendida dentro de los estándares establecidos por casas distribuidoras que han hecho estudios, por lo cual recomiendan dos diseños de tela que nos ayudaría a contemplar un diseño optimizado para una larga vida de servicio de las cuales se encuentran disponibles y estas son:

- La tela de cordones lleva cordones de Aramida rectos en el sentido longitudinal.
- La tela tipo “urdimbre recto” además incorpora cordones transversales de poliamida, que protegen los cordones de Aramida por ambos lados.

Como sólo hay una tela monocapa, la carcasa es ligera y flexible, con un aprovechamiento óptimo de la resistencia. Las cintas transportadoras de Aramida mantienen su resistencia durante toda su vida de servicio. El refuerzo no se corroe ni se descompone, y es resistente a los productos químicos.

Las cubiertas superior e inferior satisfacen elevados requisitos de resistencia al desgaste y a los impactos, y proporcionan la protección óptima a las valiosas fibras de Aramida.

Figura 13 Material que compone la cinta transportadora



Fuente: Trellex Cintas Transportadoras con Refuerzo de Aramida

4.2.2. Tipos de rodillos

En el caso de los rodillos llegamos a observar que son parte fundamental y esencial en el desempeño del sistema de movimiento por lo que la atención principal es puesta en ellos de tal manera pueden ser los de tensión, transporte y retorno y para ello podemos mencionar las características que deben de cumplir para que podamos contar con una eficiencia máxima y rendimiento máximo y estos pueden ser:

- Mayor duración de vida del rodamiento por el sellado de fábrica (Sistema de Protección por Encaje -S.P.E.), protección del rodamiento en un 100%;
- Eliminación de problemas o rupturas del rodamiento;
- Alta resistencia a la abrasión y totalmente no-corrosible;
- Muy bajo coeficiente de fricción;
- Amortiguador de vibraciones ;
- Alta resistencia a los impactos de carga;

- Sin necesidad de mantenimiento;
- Reducción de ruido debido al diseño único;
- Reducción de peso comparado a la competencia, por lo tanto se obtiene una gran reducción de la energía requerida para el arranque del transportador;
- Reducción de gastos operativos;
- Resistente a radiaciones ultravioletas;
- Fabricados bajo normas estrictas de Ingeniería y tolerancias;
- Dinámicamente balanceado;
- Opciones de cilindros (recubrimientos) adaptados a sus condiciones específicas de uso;
- Rodamiento libre en bajas temperaturas;
- Eliminación de problemas de alineamientos;
- Protección de la correa ;
- Capacidad de intercambiarse - versatilidad.

4.2.3. Potencia del motor

Es importante conocer la potencia del motor, ya que esto dependería del tipo de material que se va a manejar y la cantidad en metros cúbicos de volumen contenido en cada una de las cintas, por lo que nos definiría de cuanto sería la potencia del motor y con ello poder tomar la decisión de utilizar un sistema llamado moto-reductor para disminuir o aumentar la velocidad de la cinta, y de esta manera estaríamos definiendo que capacidad debería de tener el motor y esto nos ayudaría a evitar futuros contratiempos.

4.2.4. Fricción

En este caso la acción de la fricción en ciertos aspectos nos ayudaría, pero así como nos ayudaría nos afectaría, y para ello se manejan dos sentidos en los cuales se vería tanto las ventajas como las desventajas, de la misma afecta en otro sentido y este sería el caso de los rodillos, por que si tenemos una fricción muy grande entonces tiende a restringir el movimiento de la cinta y ésta no permite una función óptima ya la cual tendríamos que manejar un mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso para que se pueda llegar a dar funcionamiento óptimo del sistema.

Pero si hablamos en sentido de la cinta la fricción nos ayudaría, y específicamente hablando en el sentido de la cinta transportadora inclinada que con ello si contamos con una fricción entre la superficie de la cinta respecto al material entonces no permitiría que el material se valla a deslizar hacia la parte opuesta al movimiento entonces en este caso la fricción es nuestro mayor aliado en cambio en el caso anterior no porque nos restringe una eficiencia máxima del sistema.

4.2.5. Velocidad de descarga

En el caso de la velocidad tiende a afectar el sistema de tal manera que si no se tiene un control adecuado de la velocidad, la descarga no sería la adecuada, porque al visualizar la caída de las partículas nos damos cuenta que la caída es parabólica en la cual si tenemos una velocidad mayor de la adecuada entonces el punto de caída o de contacto con las siguientes cinta sería demasiada, así también si esta velocidad tiende a ser muy pequeña la distancia sería muy corta, y esta velocidad se tiene que acoplar a las exigencias o necesidades del sistema requiera, por lo tanto nos damos cuenta que la velocidad tiende a influir en el funcionamiento del sistema

4.2.6. Altura de descarga

En el caso del altura de la descarga de sal, se puede visualizar que puede llegar a afectar el funcionamiento del sistema, como nos vamos a dar cuenta más adelante en el cálculo del diseño si no se tiene bien contemplado la cantidad del volumen de la sal a descargar ésta tiende a ser muy elevada altura por lo que estaría sobrepasando la altura máxima contemplada para el nivel de la cinta y entonces en consecuencia de que esto pueda llegar a suceder el sistema sufriría un colapso total y de tal manera el manejo de la misma no sería la adecuada y nuevamente habría que tener que reestructurar el sistema.

4.2.7. Peso de sal sobre la cinta

La importancia del peso de la sal en el sistema de la cinta transportadora es de mucha importancia en el funcionamiento y a su vez en el diseño del mismo, pues limita el máximo volumen a transportar de un punto a otro y por lo cual debemos de tomar muy en cuenta que cuando esta capacidad sobre pasa el sistema tiende a sufrir un colapso y por tal motivo la supervisión en el sistema es vital para el buen funcionamiento del mismo.

4.3. Cálculos que involucran en una cinta transportadora

Para el sistema en si, se ha manejado el diseño en base a las necesidades presentadas, para ello se han diseñado un total de tres cintas transportadoras las cuales tendrán como función la descarga del material específicamente en el área de almacenaje, las características se dividen en cada una de ellas, de la cuál también los cálculos en los cuales más adelante se especificara detalladamente cada una de ellas y se muestra como sigue:

Tabla III Características específicas del material a transportar

<ul style="list-style-type: none"> Material: Sal
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad:
$\text{Capacidad} = \frac{23 \text{ Ton}}{15 \text{ min.}} = 92 \frac{\text{Ton}}{\text{Hrs.}}$
<ul style="list-style-type: none"> Longitud de la cinta Inclínada: 19.21 metros
<ul style="list-style-type: none"> Ángulo de Inclinación: 26° Respecto a la horizontal
<ul style="list-style-type: none"> Peso del Motor:
<p>Peso del Motor = 140 Libras Fuerza (Lbf) = 63.50 Kilogramo Fuerza (Kgf) = 0.623 Newton (N)</p>
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad del Motor: 10 Caballos de fuerza (hp) = 7.457 Kw.
<ul style="list-style-type: none"> Altura de Descarga: 9.81 metros
<ul style="list-style-type: none"> Ángulo de Rodillos: 32° respecto a la horizontal
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Impulsión: Simple
<ul style="list-style-type: none"> Recubrimiento polea motriz: Recubrimiento con Goma
<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Servicio: Liviano
<ul style="list-style-type: none"> Espesor de la Cinta: = 0.4 mm

4.3.1. Cálculo del peso de sal sobre la cinta

4.3.1.1. Cinta 1

Uno de los factores que se aplican en cada estudio de movimiento de materiales, es el tipo y cantidad de material a ser transportado. Las características del material que debe transportarse son muy importantes, cada material presenta alguna restricción y en particular la sal, este tipo de material pide un ángulo de inclinación de 32° medidos respecto a la horizontal a la cual ayudaría a que el material cuando se encuentre en el sistema de transporte no pueda resbalarse y este moverse en el sentido opuesto al requerido y el cálculo es como sigue:

4.3.1.1.1. Cálculo de la sección transversal

Para los respectivos cálculos para el área de la sección transversal se hace referencia a la figura 14, en la cual se puede visualizar de que manera se hace los respectivos cálculos.

Área 1 (Sector Circular): Para este cálculo se utiliza la relación 1 que hace referencia a la sección que se forma.

$$S = r * \theta \quad (\theta \text{ en radianes}) \quad 1$$

$$S = (0.095 * (60^\circ * 2 * \pi / 360^\circ))$$

$$S = 0.099 \text{ m.}$$

Para el calculo del área se toma como referencia la relación 2 que involucra el ángulo (θ) formado y el radio (r).

$$\text{Área} = \theta * r^2 / 2 \quad 2$$

$$\text{Área} = (60^\circ * 2 * \pi / 360^\circ) * (0.095 \text{ m})^2$$

$$A_1 = 0.0047 \text{ m}^2$$

Área 2 (Triangulo Rectángulo): Se llega a visualizar en la figura 14 en la cual se observa en donde y de que manera se forma un triangulo rectángulo con lo cual se hace el respectivo calculo tomando como referencia la relación 3.

$$\text{Área} = 1 / 2 (b * h) \quad 3$$

Donde:

b = Base del triangulo rectángulo que se forma.

h = Altura del triangulo rectángulo que se forma.

Sustituyendo valores de la relación 3 se tiene.

$$\text{Área} = 1 / 2 (0.25 * 0.0959)$$

$$\mathbf{A_2 = 0.012 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{A_2 = 2 * 0.012 \text{ m}^2 = 0.024 \text{ m}^2}$$

Área 3 (Triangulo Rectángulo): De la misma manera se calcula la sección transversal haciendo referencia la relación 3, con lo cual se procede a sustituir valores y se tiene:

$$\mathbf{\text{Área} = 1 / 2 (b * h)}$$

3

$$\text{Área} = 1 / 2 (0.45 * 0.14)$$

$$\mathbf{A_3 = 0.0315 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{A_3 = 2 * 0.0315 \text{ m}^2 = 0.063 \text{ m}^2}$$

Después de haber calculado todas las áreas se procede a sumar y el total es el área que cubre el material que se pretende transportar, haciendo referencia a la relación 4 que involucra a cada una de las áreas.

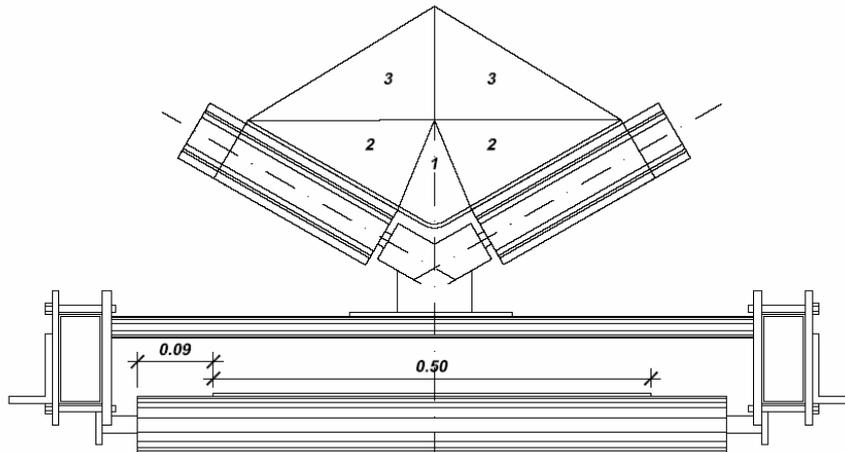
$$\mathbf{\text{Área Total (At)} = A_1 + A_2 + A_3}$$

4

$$\text{At} = (0.047 + 0.024 + 0.063)$$

$$\text{At} = 0.0917 \text{ m}^2$$

Figura 14 Sección transversal del material a transportar



Fuente: Quimoalcali, S.A.

4.3.1.1.2. Cálculo del peso de la sal

Para el cálculo del peso de sal que contiene la cinta 1 se procede a calcular primero la masa y se hace referencia a la relación 5 que involucra tanto la densidad como el volumen.

$$m = \rho * V \quad 5$$

Donde:

m = masa calculada de la sal

ρ = La densidad de la sal

V = El volumen

Para el cálculo del volumen se toma como referencia la relación 6 que esta en función del área de la sección transversal y así mismo como la longitud total que tiene la cinta.

$$V = A * L$$

6

Donde:

V = Volumen

A = Área de la sección transversal de la sal que ocupara en la cinta transportadora

L = Longitud total de la cinta

Entonces procedemos a calcular:

De la relación 5 sustituyendo valores se calcula la masa:

$$m = \rho * V$$

$$m = \rho * At * L$$

$$m = (1300 \text{ kg / m}^3) * (0.0917 \text{ m}^2) * (19.21 \text{ m})$$

$$m = \mathbf{2290.024 \text{ Kg.}}$$

Para el cálculo del peso total del material el cual contiene la cinta se hace referencia la relación 7, la cual esta en función de la masa y la aceleración de la gravedad.

$$W = m * g$$

7

Donde:

W = Peso total que contiene la cinta en toda su longitud

m = masa total que contiene la cinta

g = Aceleración de la gravedad, ya que esta afecta por estar en un nivel de elevación considerado

Entonces al sustituir los respectivos valores en la relación 7 tenemos:

$$W = 2290.024 \text{ Kg.} \cdot 9.81 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$\mathbf{W = 22,465.14 \text{ Kg.} \cdot \text{m} / \text{s}^2}$$

$$\mathbf{W = 22.465 \text{ kN.}}$$

4.3.1.2. Cinta 2

La sección transversal formada por el material es igual en la cinta número 1, 2 y 3 por lo que el cálculo hecho para la sección transversal de la cinta número 1 será siempre el mismo y esto lo podemos verificar observando la figura 14, por lo cual entonces calcularemos solamente el peso de sal sobre la cinta.

4.3.1.2.1. Cálculo del peso de sal

De la relación 5 se procede a calcular la masa, sustituyendo valores se tiene:

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = \rho \cdot A_t \cdot L$$

$$m = (1300 \text{ Kg.} / \text{m}^3) \cdot (0.0917 \text{ m}^2) \cdot (15.08 \text{ m})$$

$$\mathbf{m = 1,797.69 \text{ kg.}}$$

Calculando el peso haciendo referencia la relación 7, con lo cual sustituyendo valores se tiene:

$$W = 1,797.69 \text{ Kg.} \cdot 9.81 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$\mathbf{W = 17,635.31 \text{ kg.} \cdot \text{m} / \text{s}^2}$$

$$W = 17.635 \text{ kN.}$$

4.3.1.3. Cinta 3

4.3.1.3.1. Cálculo del peso de sal

De la relación 5 se procede a calcular la masa, sustituyendo valores se tiene:

$$m = \rho * V$$

$$m = \rho * At * L$$

$$m = (1300 \text{ Kg. / m}^3) * (0.0917 \text{ m}^2) * (9.29 \text{ m})$$

$$m = 1,107.4609 \text{ kg.}$$

Calculando el peso haciendo referencia la relación 7, con lo cual sustituyendo valores se tiene:

$$W = 1,107.4609 \text{ kg.} * 9.81 \text{ m / s}^2$$

$$W = 10,853.12 \text{ Kg.} * \text{m/ s}^2$$

$$W = 10.853 \text{ kN.}$$

4.3.2. Cálculo del peso y velocidad de la cinta

De acuerdo a las características y condiciones que debe de presentar el sistema y en base al flujo másico que se requiere se trata de acomodar en el sistema según las necesidades del proceso de almacenamiento y como se menciona anteriormente, que el flujo másico que se necesita transportar o descargar es de 92 Ton/ hrs. Se requiere calcular la velocidad a la cual el sistema funcione y el cálculo es como sigue:

4.3.2.1. Cálculo del peso de la cinta

En relación al peso se determino el mismo como valor aproximado, del cual solamente se realizó por simple inspección y se llegó a la conclusión de que el peso aproximadamente en la cinta con inclinación con un ángulo de 26° medidos respecto a la horizontal y que cuenta con una longitud de 19.21 m, por consiguiente se puede contar con otra manera de cálculo del peso de la cinta transportadora así mismo su velocidad y esto se puede observar tomando en cuenta las funciones y tablas que se muestran en el anexo I y anexo II, que hace referencia el grupo ROTRANS con su catalogo y de quien se dedica a la fabricación de sistemas rotativos.

El peso de la cinta 1 es de:

$$W_1 = 544.31 \text{ kg.}$$

El peso de la cinta 2 es de:

$$W_2 = 427.29 \text{ kg.}$$

El peso de la cinta 3 es de:

$$W_3 = 263.23 \text{ kg.}$$

4.3.2.2. Cálculo de la velocidad de la cinta

Tomando como referencia la relación 8 la cual esta en función de la densidad, la velocidad y el área total de la sección transversal.

$$q = \rho * v * At$$

8

Donde:

q = Capacidad, caudal o flujo másico

ρ = Densidad de la sal

v = Velocidad de transporte del sistema

A_t = Área de la sección transversal de la sal sobre la cinta calculada anteriormente

Se toman los valores calculados anteriormente y evaluamos en la relación 8 se tiene:

$$q = \rho * v * A_t$$

$$92 \text{ Ton / hrs.} = (1300 \text{ Kg. / m}^3 * v * 0.0917 \text{ m}^2)$$

Se procede a despejar la velocidad de la relación 8 con lo cual se tiene:

$$v = (92 \text{ Ton/hrs.}) / (1300 \text{ kg/ m}^3 * 1\text{Ton} / 1000 \text{ Kg} * 0.0917 \text{ m}^2)$$

$$v = 10.96 \text{ m/h.} = 0.0030 \text{ m/s.}$$

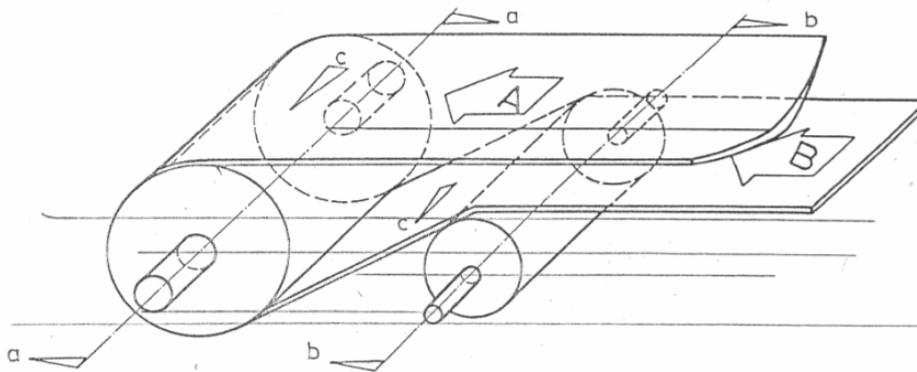
Se obtiene una velocidad tangencial de 0.0030 m/s. que esta es la encargada de poner en movimiento la cinta, de la cual esta tiene un contacto tangencial con el tambor motriz y esta permite que se pueda poner en movimiento.

Haciendo referencia al sistema que se esta diseñando, se define que de manera proporcional debe de ser el movimiento que implica el sistema de rodamientos, por lo que si la cinta número 1 se mueve con una velocidad de

0.0030 m/s automáticamente se esta definiendo que el la cinta número 2 y tres, de igual manera que la uno tienen la misma velocidad por lo que no se va a calcular la velocidad de la cinta 1 y dos respectivamente.

Se puede observar en la figura 15 el movimiento que representa el sistema de rodillos simultáneamente con la cinta transportadora y de cómo es que se hace el contacto directo entre una pieza y otra.

Figura 15 Sistema de rodillos y cinta transportadora



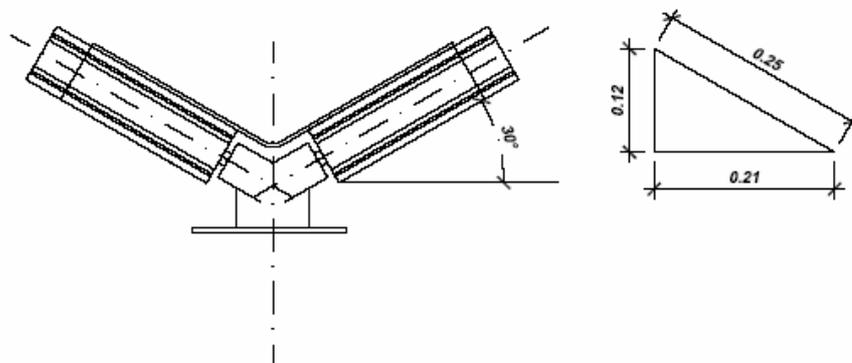
Fuente: Quimoalcali, S.A.

4.3.3. Cálculo del peso de los rodillos

En el caso de los rodillos que conforman el sistema, tenemos los tres tipos que se muestran, y para ello se necesitara un número determinado de los mismos, de los cuales esta compuesto el sistema mecánico, ya que ello depende de la longitud que tenga cada una de las cintas por lo cual se define en la tabla III y se indica cada uno de los rodillos a utilizar y entonces se tiene una tabla para cada mecanismo del sistema.

Para este caso, se hace referencia a otra manera de calcular el soporte de los rodillos y la velocidad que se encuentran en función de las longitudes de cada cinta por lo que se puede utilizar tanto tablas como funciones matemáticas que se dan en el apartado de anexos.

Figura 16 **Ángulo de inclinación del cilindro que compone el rodillo**



Fuente: Quimoalcali, S.A.

Al calcular el ángulo de inclinación de los rodillos se hace referencia la figura 16 la cual muestra como se forma un triángulo rectángulo y con ello sus respectivas condiciones, de la misma manera se hace referencia a la relación 9 la cual involucra el ángulo formado entre la longitud opuesta al ángulo y la longitud que se encuentra inclinada y se tiene:

$$\text{Sen } \theta = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$$

9

Donde:

Θ = ángulo de inclinación

Cateto opuesto= Lado que se encuentra opuesto al ángulo que se forma.

Hipotenusa = Longitud que se encuentra inclinada.

Al sustituir valores en la relación 9 se tiene:

$$\text{Sen } \theta = 0.12 / 0.25$$

$$\theta = \text{sen}^{-1} (0.12 / 0.25)$$

$$\theta = 28.68^\circ \text{ (medido respecto a la horizontal)}$$

Cálculo del volumen del cilindro que para la cual se hace referencia a la relación 10 la cual esta en función de una constante llamada pi, el radio del cilindro y así mismo la longitud.

$$\mathbf{V = \pi * r^2 * L} \qquad \mathbf{10}$$

Donde:

V = volumen del cilindro

Π = Constante

r = radio del cilindro

L = longitud del cilindro

Sustituyendo valores en la relación 10 se calcula el volumen del cilindro con lo cual se tiene:

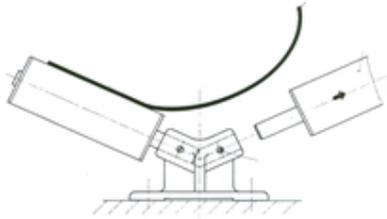
$$V = \pi * (6.5 / 2 \text{ cm.})^2 * (20 \text{ cm.})$$

$$\mathbf{V = 0.00066 \text{ m}^3 = 0.02 \text{ ft}^3}$$

En las tablas IV, V y VI, se hace un resumen sintético que permite visualizar la cantidad de rodillos de los diferentes tipos que esta compuesto el sistema con lo cual tenemos para la cinta 1, cinta 2 y cinta 3 respectivamente,

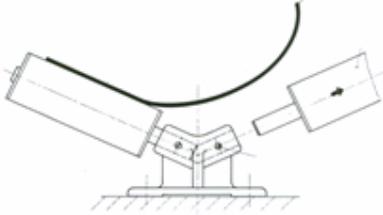
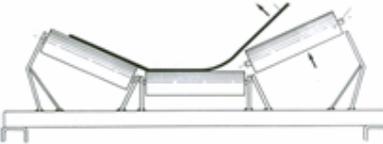
de la misma manera también señala las características específicas que contiene cada uno de los rodillos como lo es el peso, diámetro y el ángulo de inclinación.

Tabla IV Características de los componentes de la cinta 1

Tipos de rodillos y estructuras a utilizar	Características Individuales Y Cantidad Empleada
<p>Rodillos en V del sistema ubicados en la parte media del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.5 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 28.68° 3. Peso del rodillo (W) = 18.14 kg. 4. Cantidad total empleada = 18 rodillos en V.
<p>Rodillos superiores ubicados al inicio y al final del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.7 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 45.3° 3. Peso del rodillo (W) = 20.41 kg. 4. Cantidad total empleada = 4 rodillos tipo U
<p>Rodillos tensores del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.40 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 45.3° 3. Peso del rodillo (W) = 18.14 Kg. 4. Cantidad total empleada = 9 rodillos

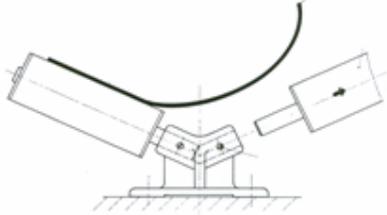
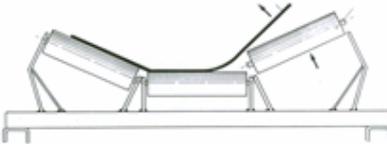
Fuente: Quimoalcali, S.A.

Tabla V Características de los componentes de la cinta 2

Tipos de rodillos y estructuras a utilizar	Características Individuales Y Cantidad Empleada
<p>Rodillos en V del sistema ubicados en la parte media del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.5 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 28.68° 3. Peso del rodillo (W) = 18.14 kg. 4. Cantidad total empleada = 11 rodillos en V.
<p>Rodillos superiores ubicados al inicio y al final del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.7 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 45.3° 3. Peso del rodillo (W) = 20.41 kg. 4. Cantidad total empleada = 6 rodillos tipo U
<p>Rodillos tensores del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.40 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 45.3° 3. Peso del rodillo (W) = 18.14 Kg. 4. Cantidad total empleada = 7 rodillos

Fuente: Quimoalcali, S.A.

Tabla VI Características de los componentes de la cinta 3

Tipos de rodillos y estructuras a utilizar	Características Individuales Y Cantidad Empleada
<p>Rodillos en V del sistema ubicados en la parte media del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.5 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 28.68° 3. Peso del rodillo (W) = 18.14 kg. 4. Cantidad total empleada = 8 rodillos en V.
<p>Rodillos superiores ubicados al inicio y al final del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.7 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 45.3° 3. Peso del rodillo (W) = 20.41 kg. 4. Cantidad total empleada = 3 rodillos tipo U
<p>Rodillos tensores del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diámetro (\emptyset) = 6.40 cm. 2. Ángulo de inclinación (θ) = 45.3° 3. Peso del rodillo (W) = 18.14 Kg. 4. Cantidad total empleada = 5 rodillos

Fuente: Quimoalcali, S.A.

4.3.4. Cálculo del peso de la estructura

Tomando como base los cálculos anteriormente obtenidos de los diferentes procedimientos antes mencionados de tal manera el peso de la estructura será la sumatoria de los pesos en los cuales esta conformado la misma, en los valores que representan tanto el peso, la longitud y las medidas específicas del perfil I se puede observar y verificar datos respecto a los valores de las tablas que se muestran en el anexo III y por ello cada uno de los componentes son muy importantes por que indica que el peso en su totalidad puede llegar a tener la cinta y por lo tanto se determina.

Para el calculo del número de vigas a utilizar se hace referencia a la relación 11 la cual esta en función de la longitud de la cinta 1, 2 y 3 respectivamente.

$$L_{total} = L_{cinta 1} + L_{cinta 2} + L_{cinta 3} \quad 11$$

Donde:

$L_{cinta 1}$ = Longitud total de la cinta 1

$L_{cinta 2}$ = Longitud total de la cinta 2

$L_{cinta 3}$ = Longitud total de la cinta 3

Sustituyendo valores de la referencia en relación 11 se tiene:

$$L_{total} = 19.21 \text{ m} + 15.08 \text{ m} + 9.29 \text{ m}$$

$$L_{total} = 43.58 \text{ m}$$

La longitud anteriormente calculada es para un lado del sistema, y como el sistema cuenta con dos lados entonces procedemos a multiplicar por 2 la longitud total y se tiene:

$$L_{\text{total}} = 43.58 \text{ m} * 2$$

$$L_{\text{total}} = 87.16 \text{ m.}$$

En el cálculo del número total de vigas se toma como referencia la relación 12 la cual se encuentra en función de la longitud total la cual fue calculada con la relación 11, así mismo se encuentra en función de la longitud que maneja el proveedor.

$$\# \text{ Vigas} = L_{\text{total}} / \text{Longitud de la viga} \qquad \qquad \qquad \mathbf{12}$$

Sustituyendo valores en la relación 12 se obtiene el número total de vigas que se utilizarán para el montaje de la estructura del sistema.

$$\# \text{ Vigas} = 285.96 \text{ pies} / 20 \text{ pies}$$

$$\# \text{ Vigas} = 14.298 \text{ vigas} \approx 15 \text{ Vigas}$$

4.3.4.1. Cálculo del número total de vigas a utilizar en cada una de las cintas

➤ Número de vigas a utilizar en la cinta 1

$$L_{\text{cinta 1}} = 19.21 \text{ m}$$

$$\# \text{ Vigas} = 63.02 \text{ pies} / 20 \text{ pies} = 3.15 \text{ Vigas} \approx 4 \text{ vigas}$$

Se necesitan 4 vigas por lado por lo cual necesitamos entonces de un total de 8 vigas.

➤ Número de vigas a utilizar en la cinta 2

$$L_{\text{cinta 2}} = 15.08 \text{ m}$$

$$\# \text{ Vigas} = 49.48 \text{ pies} / 20 \text{ pies} = 2.474 \text{ Vigas} \approx 3 \text{ vigas}$$

Se necesitan 3 vigas por lado por lo cual necesitamos entonces de un total de 6 vigas.

➤ Número de vigas a utilizar en la cinta 3

$$L_{\text{cinta 3}} = 9.29 \text{ m}$$

$$\# \text{ Vigas} = 30.48 \text{ pies} / 20 \text{ pies} = 1.524 \text{ Vigas} \approx 2 \text{ vigas}$$

Se necesitan 2 vigas por lado por lo cual necesitamos entonces de un total de 4 vigas.

Procedemos a calcular el peso total tomando como referencia los valores de la tabla III tenemos:

Si sabemos que las características están dadas en Pulgada * libra fuerza / pie = $l_n * L_{bf} / ft = W8 * 31$ según el anexo III y con ello se puede determinar las dimensionales respectivas del perfil y los resultados son como lo indica la figura 17 de cuales son las medidas específicas.

Esto nos indica que tiene un peso de 31 Lbf / ft con lo cual se concluye que tiene un peso total de:

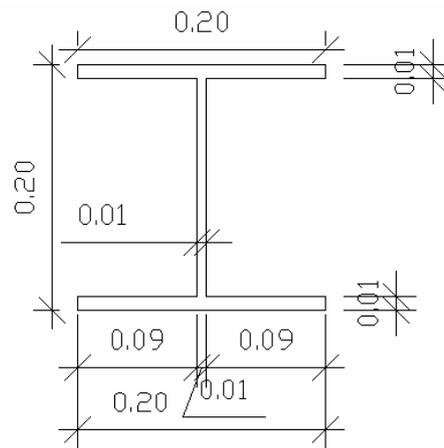
$$W_t = \text{Peso total de la estructura formada por la viga I}$$

$$W_t = 31 \text{ Lbf} / \text{ft} * 63.024 \text{ ft}$$

$$W_t = 1,953.744 * 2$$

Wt = 3,907.488 Libras fuerza = 17,381.37 Newton (N)

Figura 17 Dimensionales de la viga I a utilizar en la estructura (dimensionales en m)



4.3.5. Cálculo de los soportes de la estructura del mecanismo

Después del corte de los postes en los aserraderos, la madera es sacada adecuadamente antes de continuar su procesamiento. Lo primero que se realiza es su secado natural previo de las piezas cortadas, que, por lo general, siempre es al aire libre, en grandes pilas. A continuación tiene lugar un secado final en almacenes bajo techo. Es importante que no haya ninguna diferencia entre la humedad relativa del entorno y la de la madera cortada.

Mientras se puede alcanzar una humedad final del 15 por ciento, aproximadamente ronda un promedio, que es suficiente, pero en entarimados el grado de secado debe ser mayor, del 8 al 12 por ciento, ya que en esas condiciones se manipula mejor. Este procedimiento se puede realizar almacenando las piezas en naves caldeadas, o bien en cámaras industriales perfectamente aireadas.

La parte de la madera que presenta una mayor calidad para ser utilizada industrialmente es siempre la interior, nunca la exterior, incluso aunque este bien seca. El aserrado de los postes es una operación que requiere conocimientos profesionales así como experiencia.

4.3.5.1. Características según las especies

Las propiedades de la madera son tan distintas como lo son los árboles. Cuanto más claramente se puedan distinguir las ventajas y desventajas de cada una de las especies, más fácil será elegir el material adecuado para cada tarea y específicamente como lo es para el uso de soportes y específicamente para los utilizados en la estructura y para ello se toman en cuenta las grandes capacidades de carga que pueden llegar a soportar pero para esto se denomina una capacidad máxima que como referencia se toma las características técnicas que se deben de tomar muy en cuenta.

Además de la belleza del dibujo superficial y del brillo natural, el especialista distingue entre tablas y tablones, según el espesor del material. La resistencia depende de la densidad y, por ello, de la humedad. Como regla general se puede decir que cuanto más densa es una madera, mayor es su resistencia.

Entre las maderas blandas, son protagonistas absolutas muchas variedades de pino, que en este caso es el tipo de madera a utilizar como base de la estructura y esta se debe a que se encuentra en el mercado y por tal motivo se utilizan postes clase 5 de una longitud (L) de $L = 10.76 \text{ m}$ a la cual es la altura promedio manejada en toda la estructura de la misma.

De tal manera se pueden observar las diferentes características para el pino en la tabla VII a la cual llega a soportar una carga máxima (W) de $W_{\text{máx.}} = 1,270.06 \text{ Kg.}$ así también lo que es la resistencia a la tracción, resistencia a la presión con una carga excéntrica, resistencia a la flexión y resistencia a la cortadura.

Tabla VII Valores de resistencia en dirección paralela a la fibra

Valores De Resistencia En Dirección Paralela A La Fibra				
<i>Clase de Madera</i>	<i>Resistencia a la Tracción En N/mm²</i>	<i>Resistencia a la Presión En N/mm²</i>	<i>Resistencia a la Flexión En N/mm²</i>	<i>Resistencia a la Cortadura En N/mm²</i>
Abeto blanco	90	43	66	7
Pino	104	47	87	10
Alerce	107	48	96	10
Abeto rojo	84	40	62	5
Arce	82	49	95	9
Roble	90	60	10	11
Fresno	165	51	11	13
Haya roja	135	53	10	8

La buena madera debe mostrar resistencia a la tracción en algunas uniones (cuñas, ensambladuras). Son críticas las superficies sometidas a corte.

La resistencia a la compresión de la madera no juega un papel importante en la ebanistería: las formas deformadas por presión se sustituyen con añadidos.

Resistencia a la cortadura: una de ellas es la unión con tacos, sometidos a cargas continuas, como en el caso de los estantes que soportan objetos pesados.

La resistencia a la flexión se ha de considerar en los estantes o tablas de parquet delgadas. Lo más conveniente es la madera seca, de alta densidad.

4.3.5.2. Cálculo de los soportes de la estructura del sistema

4.3.5.2.1. Separación entre los soportes medidos horizontalmente

En el caso de la separación de los postes o soportes manejados en el sistema tenemos:

Ancho total de la cinta = 0.5 m

Ancho total de la estructura que soporta a la cinta = 0.74 m a 0.78 m

Ancho de la pasarela de mantenimiento = 0.70 m

La longitud donde se encuentra separado los soportes verticales son de 2.09 m medido desde su eje, se puede observar detalladamente en la figura 18 quien muestra la longitud que tiene en la parte superior y la figura 19 en la cual se ve detalladamente las dimensionales en metros en la cual esta empotrado en la superficie.

Figura 18 Visualización de las dimensionales de la parte superior del sistema de columnas de soporte y separación de la misma

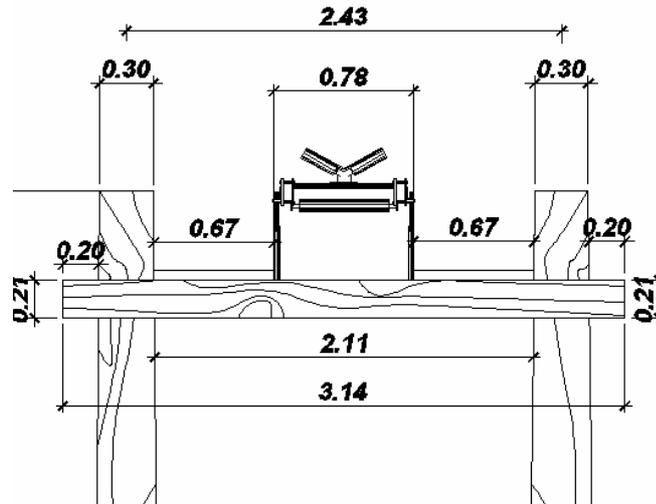
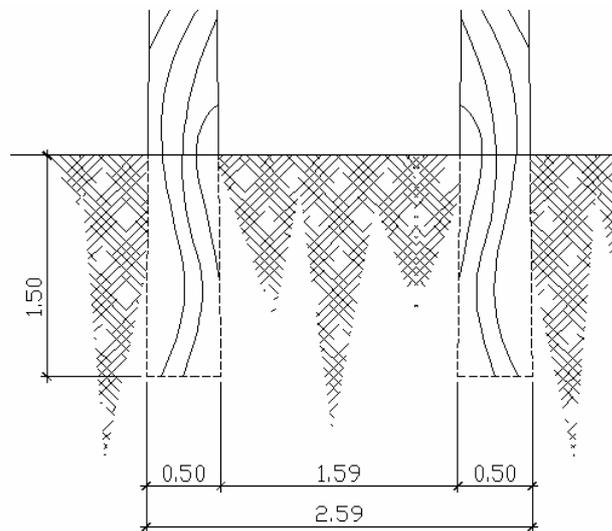


Figura 19 Visualización de las dimensionales de la parte inferior del sistema de columnas de soporte y distancia de empotramiento



En el caso de la longitud total que se maneja depende de cada una de las cintas en el nivel que esta se encuentra y para ello tenemos las siguientes longitudes tomando en cuenta la distancia de empotramiento y la distancia libre en la parte superior y tenemos como sigue:

Para la cinta que se encuentra inclinada tenemos una longitud de:

$$L_1 = 4.41 \text{ m}$$

$$L_2 = 10.59 \text{ m}$$

De la misma manera para la cinta que se encuentra totalmente inclinada tenemos las respectivas longitudes:

$L_3 = 10.76 \text{ m}$ y para este caso tenemos que se utilizan una cantidad de 8 soportes en la cual se puede observar que los mismos tienen la misma longitud. Para la siguiente cinta o sistema mecánico se tiene que la longitud de los soportes.

$$L_4 = 10.10 \text{ m.}$$

4.3.5.3. Cálculo de longitud equivalente o longitud efectiva de los soportes

En este caso para saber cual es la longitud equivalente o efectiva se analiza la relación 13 de la cual esta en función de la longitud real.

$$L_e = 2 * L$$

13

Donde:

L_e = Longitud equivalente o efectiva de la tabla VII

L = Longitud de la columna.

Tabla VIII Valores para las condiciones de sujeción en columnas

Condiciones De Sujeción	N = coeficiente para multiplicar por P_{crit} del caso fundamental	L_e = Longitud efectiva
Ambos extremos empotrados	4	$1/2 * L$
Un extremo empotrado y el otro articulado	2	$0.7 * L$
Ambos extremos articulados	1	L
Un extremo empotrado y el otro libre	1/4	$2 * L$

Evaluando los valores en la relación 13, se obtiene los resultados para cada uno de los soportes del cual esta compuesto el sistema.

$$L_{e1} = 2 * 4.41 \text{ m} = 8.82 \text{ m}$$

$$L_{e2} = 2 * 10.59 \text{ m} = 21.18 \text{ m}$$

$$L_{e3} = 2 * 10.76 \text{ m} = 21.52 \text{ m}$$

$$L_{e4} = 2 * 10.10 \text{ m} = 20.20 \text{ m}$$

En el caso específico del cálculo de la carga máxima o carga crítica se hace referencia de tomar en cuenta la relación 14 la cual proporciona información ya que esta se encuentra en función del coeficiente, modulo de elasticidad y la longitud equivalente.

$$P = N * (E * I * \pi^2) / L_e^2 \quad 14$$

Donde:

P = Carga máxima o crítica que soporta la columna.

N = Coeficiente para multiplicar por la carga crítica ($P_{crit.}$) como se puede observar en la tabla VIII.

E = Módulo de elasticidad o Módulo de Young para el pino material utilizado para las columnas.

L_e = Longitud equivalente o efectiva.

Habiendo calculado las longitudes efectivas para cada una de las vigas se procede a calcular cada uno de los momentos de inercia aplicando la la relación 14 y despejando el momento de inercia se tiene.

$$I = P * L_e^2 / (E * N * \pi^2)$$

$$I_1 = (1,270.06 \text{ Kg.} * (882 \text{ cm.})^2) / (100000 \text{ Kg. /cm}^2 * \frac{1}{4} * 3.1416^2)$$

$$I_1 = 4,004.25 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = (1,270.06 \text{ Kg.} * (2118 \text{ cm.})^2) / (100000 \text{ Kg. /cm}^2 * \frac{1}{4} * 3.1416^2)$$

$$I_2 = 23,090.66 \text{ cm}^4$$

$$I_3 = (1,270.06 \text{ Kg.} * (2152 \text{ cm.})^2) / (100000 \text{ Kg. /cm}^2. * \frac{1}{4} * 3.1416^2)$$

$$I_3 = 23,837.96 \text{ cm}^4$$

$$I_4 = (1,270.06 \text{ Kg.} * (2020 \text{ cm.})^2) / (100000 \text{ Kg. /cm}^2. * \frac{1}{4} * 3.1416^2)$$

$$I_4 = 21,003.28 \text{ cm}^4$$

Luego de calcular la longitud efectiva, el momento de inercia las características que debe de tener las columnas que soportan la estructura tenemos la tabla IX.

Tabla IX Características que debe llenar cada una de las columnas a utilizar en el mecanismo

CARACTERÍSTICAS	COLUMNAS			
	1	2	3	4
Modulo de Elasticidad (E)	100,000 Kg./cm ²			
Momento de Inercia (I)	4,004.25 cm ⁴	23,090.66 cm ⁴	23,837.96 cm ⁴	21,003.28 cm ⁴
Longitud Efectiva (Le)	8.82 m	21.18 m	21.52 m	20.20 m
Carga máxima (Pcrit)	1,270.06 kg.			
Tipo de Madera	Pino			
Coefficiente de Carga critica (N)	1/4			

Con lo cual haciendo los respectivos cálculos y se toma las características mostradas en la tabla IX por cálculos se tiene que la distancia de separación medidos en forma horizontal y esto para las columnas que se encuentran en paralelo tenemos una distancia D = 2.93 m. esta distancia es medida respecto de la base del sistema y así mismo para cada uno de los caso se encuentra a una distancia de separación distinta y se puede observar en la vista de planta y que hace referencia a la figura 20.

4.3.6. Cálculo del volumen total de almacenaje

El volumen de almacenaje manejado esta en un valor de aproximadamente 5,000 Ton en la cual se pretende que el total de este pueda llegar a ser almacenado con una velocidad de 23 ton / 15 min. como se menciona anteriormente en el cálculo de la velocidad de la cinta y para ello se necesita hacer cálculos de los respectivos conos de los cuales se estarán formando cuando se este descargando la materia prima.

Para este caso específico se ha dividido el área total en segmento tratando de simplificar el calculo de manera que se formen figuras geométricas y a razón de ello se puede ver las diferentes cantidades de volumen a calcular y cada uno de ellos se vera de la forma que se puedan aplicar funciones de figuras geométricas conocidas y no llegar a complicar el cálculo mas bien llegar a simplificarlo y por ello el cálculo se tiene de la siguiente manera:

Se tiene que:

Volumen total a almacenar (V) = 5,000 Ton.

Densidad (ρ) = 1300 Kg. /m³

Que con los datos proporcionados anteriormente y los respectivos cálculos se tiene, lo que corresponde en este caso es verificar si realmente la capacidad que se necesita almacenar como mínimo y que es la cantidad de 5000 Ton. Por lo que para comprobar la capacidad de almacenaje de la bodega es de la única manera que calculando el volumen total del área de almacenaje por lo consiguiente corresponde calcular el respectivo.

En el cálculo de la masa ya sea esta en kilogramos o en toneladas se dividirá la bodega de almacenamiento en varias secciones que permitirá el accesible cálculo y con ello se podrá determinar si en verdad, que la totalidad de material que se pretende almacenar podrá llegar a ocupar el espacio que se tiene disponible por lo que se calcula las respectivas masa y con ello se pretende calculará un total de 6 diferentes masas y la sumatoria dará el total que la bodega tiene capacidad.

➤ **Cálculo de la masa No.1**

Para el desarrollo del calculo de la masa de almacenaje, el comportamiento que presenta al momento que se genera la descarga de la cinta transportadora este forma inmediatamente un cono circular recto el cual tiene una inclinación de 32° respecto a la horizontal en cada una de sus aristas.

Se puede observar en la figura 21 el comportamiento que se forma al momento de la descarga del materiales cual se le ha llamado masa 1 al semi-cono que se forma, el cual cuanta con un radio (r) de 9.44 metros y una altura (h) de 5.63 metros, así de la misma manera se hace referencia ala figura 24 y figura 25.

Se hace referencia a la relación 15 que se encuentra en función del radio (r) y la altura (h) por lo que se utiliza para encontrar el volumen y con ello se procede a hacer el cálculo de la masa respectiva tomando como referencia la relación 5 y con ello se tiene:

$$V = 1/3 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

15

Donde:

V = Volumen del cono

r = Radio del cono

h = Altura del cono

Al sustituir datos en la relación 15, y en la cual se divide en dos por ser un semi-cono circular recto:

$$V = (1/3 * \pi * (9.44 \text{ m})^2 * 5.63 \text{ m})/2$$

$$V = 2.625 \text{ m}^3$$

Habiendo calculado el volumen se procede a calcular la masa con la relación 5 y se tiene:

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ kg/ m}^3 * 2.625 \text{ m}^3$$

$$m = 3412.5 \text{ kg} = 3.41 \text{ Ton}$$

➤ **Cálculo de la masa 2**

Para el cálculo de la masa 2 primero se calcula el área que es la sección transversal, para se toma la relación 16 la cual se encuentra en función de la longitud transversal l y las dos longitudes perpendiculares a y b . de la misma manera se hace referencia a la figura 20, 21, 24 y 25 la cual ayuda a visualizar correctamente de que manera se hacen los respectivos cálculos.

$$\mathbf{A = \frac{1}{2} * l * (a+b)} \qquad \mathbf{16}$$

Donde:

A = Área total a analizar

l = Longitud transversal

a = Longitud perpendicular

b = Longitud perpendicular

Sustituyendo valores en la relación 16 se tiene:

$$A = \frac{1}{2} * 3.8 * (18.95+19.63)$$

$$A = 73.302 \text{ m}^2$$

Habiendo calculado el área sustituyendo valores en la relación 17 que se encuentra en función del área y la altura del muro perimetral.

$$\mathbf{V = A * Y} \qquad \mathbf{17}$$

Donde:

V = Volumen de almacenaje

A = Área que cubre la masa 2

Y = Altura del muro perimetral del área de almacenaje

Sustituyendo valores en la relación 17 se calcula el volumen.

$$V = 73.302 \text{ m}^2 * 2.00 \text{ m}$$

$$V = 146.604 \text{ m}^3$$

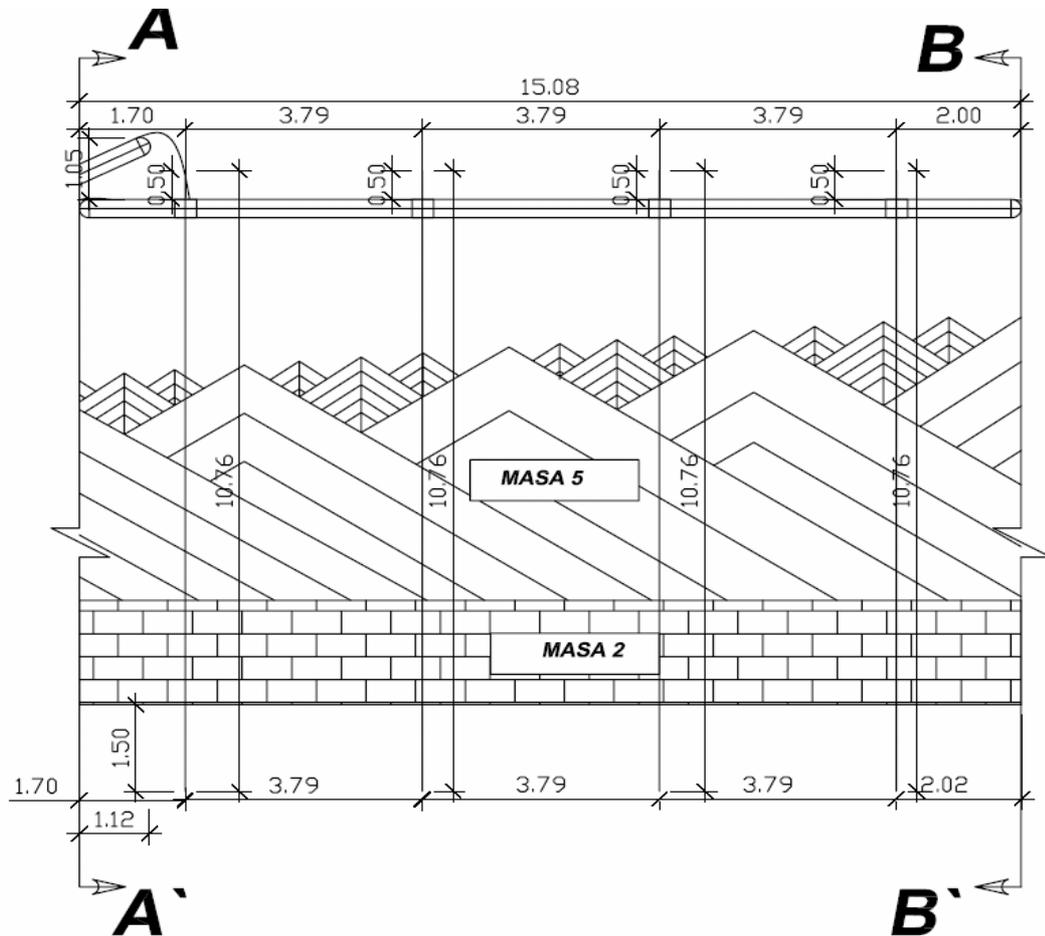
Habiendo calculado el volumen se procede a sustituir valores en la relación 5 que hace referencia al cálculo de la masa que se encuentra en función del volumen y la densidad del material.

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ Kg. / m}^3 * 146.604 \text{ m}^3$$

$$m = 190585.2 \text{ Kg.} = 190.58 \text{ Ton}$$

Figura 22 Elevación de las características que presenta la masa 2 y masa 5



➤ **Calculo de la masa 3**

Haciendo referencia a la relación 1 se procede a calcular el arco circular que se forma en un extremo del área de almacenaje el cual permite que este pueda ser optimizado.

$$S = r * \theta$$

Donde:

S = sector circular formado en el are

r = radio del sector circular

θ = ángulo en radianes

Sustituyendo valores en la relación 1 se tiene:

$$S = 6 \text{ m} * (99^\circ * \pi / 180^\circ)$$

$$S = 10.37 \text{ m}$$

Calculando el área del sector circular tomando como referencia para el respectivo cálculo la relación 2 que se menciona con anterioridad y con ello se tiene:

$$A = \frac{1}{2} * \theta * r^2$$

$$A = \frac{1}{2} * 1.73 \text{ rad.} * (6 \text{ m})^2$$

$$A = 31.14 \text{ m}^2$$

El resto del área es calculado por medio del programa de Auto-CAD donde los resultados que nos proporciona al aplicar diversos comandos:

$$\text{Perímetro} = 83.8655 \text{ m}$$

$$A = 415.2040 \text{ m}^2$$

El área total que se procede a calcular se puede visualizar tomando como referencia la figura 20, figura 23, figura 24 y figura 25 las cuales permiten tener claro de donde obtenemos los respectivos valores aplicables.

$$A_{\text{total}} = 31.14 \text{ m}^2 + 415.2040 \text{ m}^2$$

$$A = 446.344 \text{ m}^2$$

Habiendo calculado la sección transversal la cual es el área total procedemos a calcular el volumen haciendo referencia la relación 17 el cual se da como sigue:

$$V = A * Y$$

$$V = 446.344 \text{ m}^2 * 2.00 \text{ m}$$

$$V = 892.688 \text{ m}^3$$

Aplicando la relación 5 la cual permite calcular la masa que se almacena en la sección anteriormente calculada.

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ Kg. / m}^3 * 892.688 \text{ m}^3$$

$$m = 1160,494.44 \text{ Kg.} = 1,160.49 \text{ Ton}$$

➤ **Cálculo de la masa 4**

En este caso nuevamente se forma un semi-cono circular recto el cual se puede visualizar en la figura 20, figura 23, figura 24 y figura 25 de la cual lleva a la relación 15 la cual permite hacer el calculo del volumen y seguidamente se procede a calcular la masa. Como el que se puede observar en la figura 21 y nuevamente se procede a realizar los pasos que se realizaron para el cálculo de la masa 1.

$$V = 1/3 * \pi * r^2 * h$$

Donde:

V = Volumen del cono

r = Radio del cono

h = Altura del cono

Sustituyendo datos en la relación 15 y dividiendo en dos el cálculo respectivo por ser un semi-cono circular recto:

$$V = (1/3 * \pi * (11.28 \text{ m})^2 * 7.05 \text{ m})/2$$

$$V = 704.53 \text{ m}^3$$

Sustituyendo valores en la relación 5 calculamos la masa que forma el semi-cono circular recto con el volumen antes calculado.

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ Kg. / m}^3 * 704.53 \text{ m}^3$$

$$m = 915,884.16 \text{ Kg.} = 915.884 \text{ Ton}$$

➤ **Cálculo de la masa 5**

Para el calculo de la masa 5 se hace referencia la observación de la figura 20, figura 22, figura 24 y figura 25, de las cuales permiten tener una mejor idea de como obtener los respectivos datos para la aplicación de la referencia 6 con la cual se obtiene el volumen.

$$V = A * L$$

Donde:

V = Volumen del cono superior

A = área de la sección transversal

L = Longitud en donde es formada la sección transversal

Descomponiendo la relación 6 en la cual se tiene el área la cual es de un triángulo rectángulo y que este al multiplicar la longitud que abarca se obtiene el volumen que en la cual se tiene:

$$V = \frac{1}{2} * b * h * L$$

$$V = \frac{1}{2} * 9.815 \text{ m} * 4.33 \text{ m} * 5.32 \text{ m}$$

$$V = 113.047 \text{ m}^3$$

De la misma manera como se ha venido trabajando se hace referencia a la relación 5 de la cual permite calcular la masa 5.

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ Kg. / m}^3 * 113.047 \text{ m}^3$$

$$m = 146961.37 \text{ Kg. } *2= 293922.74 \text{ Kg.}$$

$$m =293.92 \text{ Ton}$$

➤ Cálculo de la masa 6.1

De la misma manera que se calculo la masa 5 así también procedemos a calcular la masa 6 y el comportamiento se observa en la figura 23 por el tipo de comportamiento que este presenta.

Para este caso se hace referencia a la relación 6 con la cual se calcula el volumen que en esta parte se encuentra ubicada.

$$\mathbf{V = A * L}$$

Donde:

V = Volumen del cono superior

A = área de la sección transversal

L = Longitud en donde es formada la sección transversal

Sustituyendo la relación 6 en la relación 3 de la cual permite tenerla en función de la longitud, distancia que abarca y la altura, a la cual lleva al siguiente calculo:

$$\mathbf{V = \frac{1}{2} * b * h * L}$$

$$V = \frac{1}{2} * 9.815 \text{ m} * 4.33 \text{ m} * 11.31 \text{ m}$$

$$V = 240.33 \text{ m}^3$$

Aplicando la relación 5 de la cual permite hacer el cálculo de la masa correspondiente.

$$\mathbf{m = \rho * V}$$

$$m = 1300 \text{ Kg./ m}^3 * 240.33 \text{ m}^3$$

$$m = 312431 \text{ Kg.} = 312.43 \text{ Ton}$$

➤ **Cálculo de la masa 6.2**

En la figura 23 hace referencia al comportamiento que presenta la descarga del material de la misma manera lo hace la figura 20, figura 24 y figura 25, y es donde se encuentra el sistema de descarga y con ello se calcula el volumen y la masa tomando como referencia la relación 6 con lo cual tenemos:

$$V = A * L$$

Donde:

V = Volumen del cono superior

A = Área de la sección transversal

L = Longitud en donde es formada la sección transversal

Se procede a hacer los cálculos como se hicieron en el cálculo de la masa 6.1 lo cual se tiene:

$$V = \frac{1}{2} * b * h * L$$

$$V = \frac{1}{2} * 11.28 \text{ m} * 5.25 \text{ m} * 19.63 \text{ m}$$

$$V = 581.24 \text{ m}^3$$

Calculando la masa utilizando la relación 5, la cual permite calcular la masa respectiva.

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ Kg./m}^3 * 581.24 \text{ m}^3$$

$$m = 755617.59 \text{ Kg.} = 755.62 \text{ Ton}$$

➤ **Cálculo de la masa 6.3**

El comportamiento al que se refiere la figura 23, y para hacer una idea a grandes rasgos se puede tomar la referencia la figura 24 y la figura 25 que de acuerdo a la descarga ejecutada por la cinta 3 en la parte interna de la bodega de almacenaje por lo cual estos datos se utilizan para hacer los cálculos de volumen y con ello el cálculo de la masa 6.3, con lo cual se realiza por medio de la relación 6.

$$V = A * L$$

Donde:

V = Volumen del cono superior

A = Área de la sección transversal

L = Longitud en donde es formada la sección transversal

Sustituyendo valores en la relación 6 tomando la relación 3 de las cuales permites el cálculo del volumen.

$$V = \frac{1}{2} * b * h * L$$

$$V = \frac{1}{2} * 20.29 \text{ m} * 5.25 \text{ m} * 20.29 \text{ m}$$

$$V = 1080.67 \text{ m}^3$$

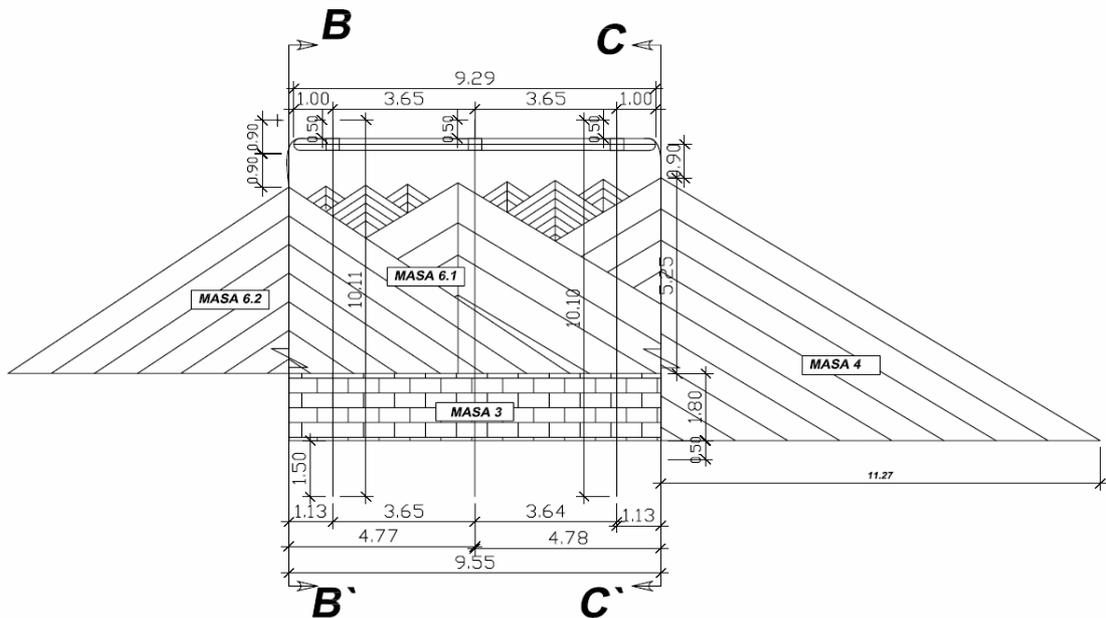
Tomando la relación 5 con la cual se calcula la masa de la cual se procede a sustituir valores y tomando el cálculo del volumen anteriormente calculado.

$$m = \rho * V$$

$$m = 1300 \text{ Kg. / m}^3 * 1080.67 \text{ m}^3$$

$$m = 1404871.99 \text{ Kg.} = 1404.87 \text{ Ton}$$

Figura 23 Vista en elevación de la descarga que forma la masa 3, 4 y 6



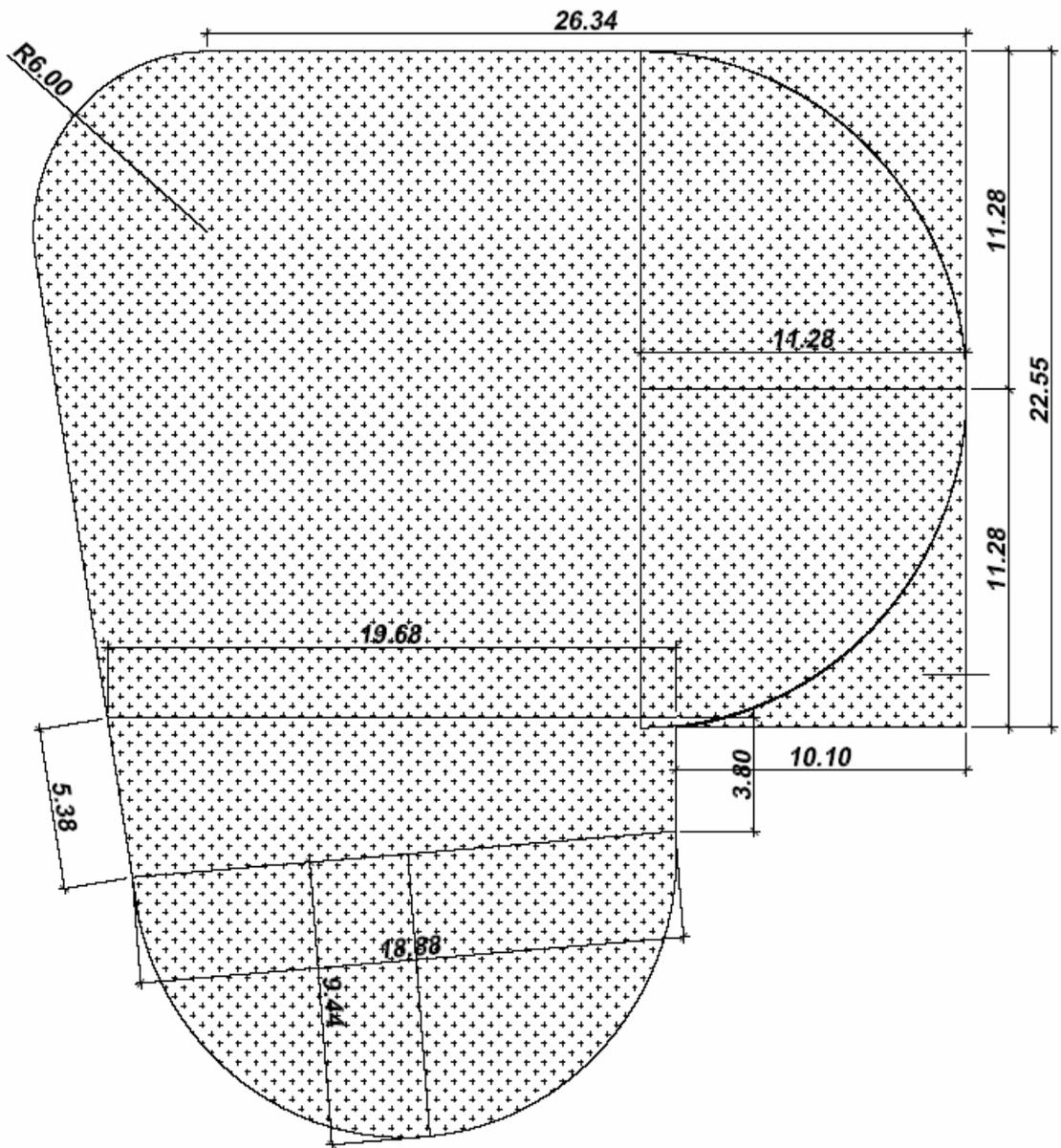
De acuerdo a los cálculos ejecutados anteriormente se completa la tabla X que indica el número total de masas calculadas y la cantidad que en ella dio por lo cual se hace una sumatoria de todas las masas.

Tabla X Sumatoria de masas de los respectivos cálculos

Masas Calculadas	Valor de la Masa (Ton)
1	3.41
2	190.58
3	1,160.49
4	915.884
5	293.92
6.1	312.43
6.2	581.24
6.3	1404.87
Sumatoria $\Sigma = 4,862.824$ Ton	

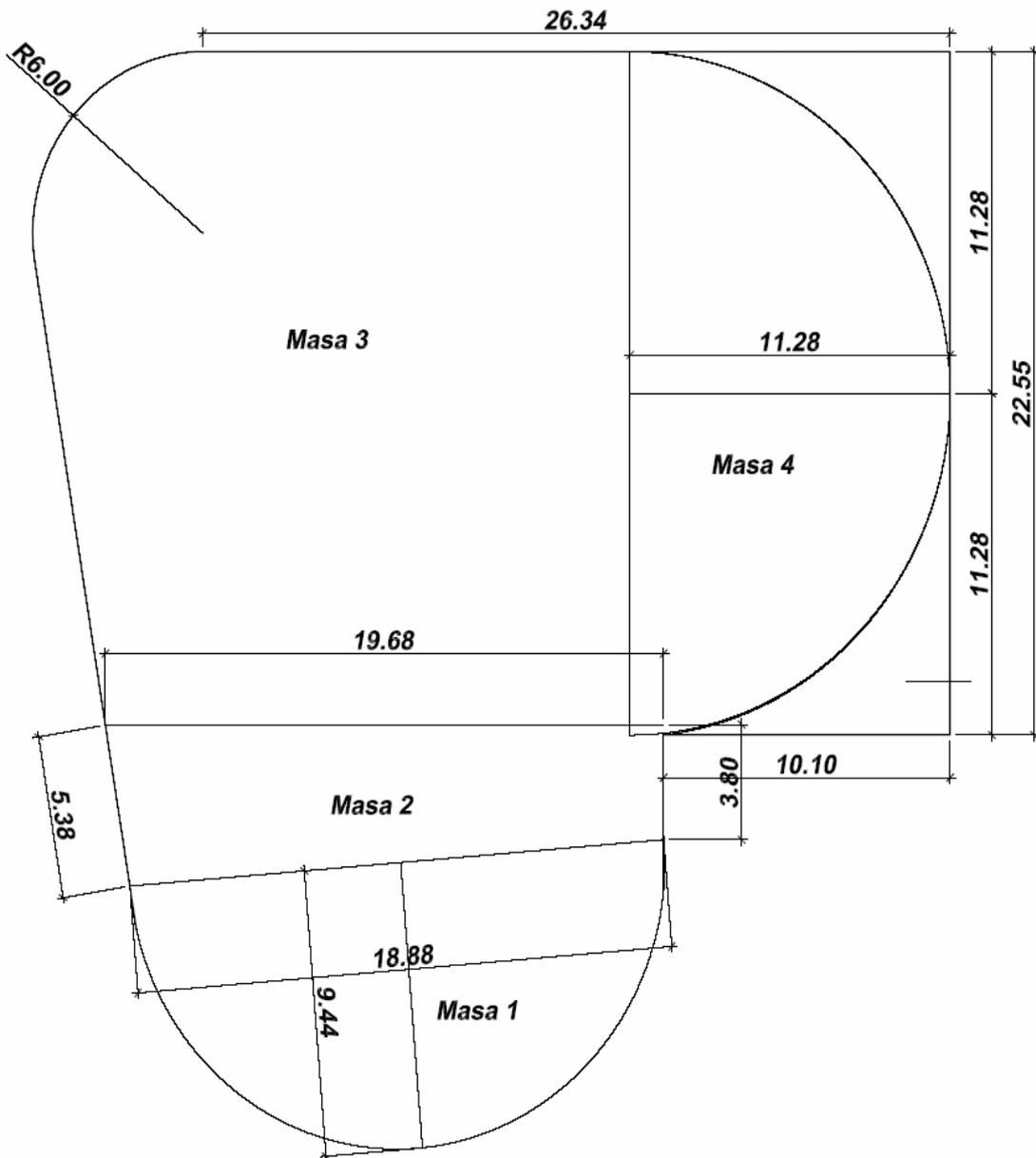
El valor de la masa que necesitamos almacenar es de 5000 Ton y tenemos un área con capacidad para 4,862.824 Ton, por lo que esta es la totalidad que pueden almacenar las cintas en su funcionalidad máxima por lo que al hacer uso de un cargador frontal se pueden llenar los espacios en los cuales la cinta no pueden alcanzar como se puede observar en la figura 25 que es el área achurada y entonces se pretende maximizar la capacidad de la bodega de almacenaje y con ello se llega a la conclusión que se puede llegar a almacenar una capacidad mayor a la que se requiere.

Figura 24 Muestra el área en su totalidad a la cual se almacenan las 5000 Ton de material



Fuente: Quimoalcali, S.A.

Figura 25 Especificación de las respectivas masas que se calculan



Fuente: Quimoalcali, S.A.

4.3.7. Diseño del sistema de carga y descarga

Para este caso la determinación del nivel de descarga es fundamental, a la cual cae tanto en el montículo del material como en la cinta que la precede, como se puede observar en la figura 26, figura 27, figura 28 y figura 29, que el comportamiento que presenta el comportamiento del movimiento en dos dimensiones en el cual las partículas se lanzan en el aire y que se mueven predominantemente bajo la influencia de la gravedad.

Al estudiar el movimiento de los proyectiles haremos dos simplificaciones:

a) se desprecia la variación de la dirección o magnitud de la aceleración gravitacional, lo cual implica no tomar en cuenta la curvatura terrestre, y por lo mismo y será válido en lanzamientos cuyos movimientos verticales y horizontales son pequeños y comparados con el radio terrestre;

b) se desprecia la resistencia del aire; en objetos demasiados pesados en el cual este no es el caso por el peso que comporta cada una de las partículas manejadas en el material a utilizar en el sistema, es despreciable, pero en objetos muy ligeros que se mueven a poca o mucha velocidad que en este caso específicamente a la cual se tiene como referencia la velocidad calculada anteriormente, para determinar el movimiento en dos dimensiones, es conveniente escoger un sistema de coordenadas en el cual el eje Y es verticalmente hacia arriba, siendo el eje de las X horizontal y en la dirección de la componente horizontal de la velocidad inicial del movimiento, por lo que se analiza el movimiento solo en dos dimensiones que es lo que exige el sistema analizado y el cual es en el plano X-Y.

Además, la única aceleración será la gravedad, $a_y = g$; $a_x = 0$, cuando el objeto sea lanzado: hacia arriba en forma vertical o con cierta inclinación, en forma horizontal, o hacia abajo con cierta inclinación. Cuando el objeto es lanzado hacia abajo en forma vertical o se deje caer: $a_y = g$; $a_x = 0$ y con lo cual se tiene el siguiente cálculo.

Determinando el alcance horizontal X cuando desciende una altura $Y = 1.05$ m, si la velocidad de salida o de descarga de las partículas del material a descargar es de 0.21 m/s y el ángulo de la cinta transportadora con respecto a la horizontal es de $\theta = 26^\circ$.

Tenemos:

$$V_x = V_{ox} = V_o * \cos \theta = x/t$$

Entonces se tiene que $t = x / V_o * \cos \theta$

$$Y = V_{oy} * t - \frac{1}{2} * g * t^2; \quad Y = V_o * \sen \theta * t - \frac{1}{2} * g * t^2$$

Con lo cual tenemos

$$Y = X * \tan \theta - \frac{1}{2} * g * t^2$$

Cuando $Y = 0$ tenemos que X es una distancia máxima

Donde:

Y = Distancia vertical

X = Distancia Horizontal

t = Tiempo medido en segundos

θ = Ángulo de inclinación de la cinta transportadora

g = Aceleración de la gravedad = 9.8 m/s²

Sustituyendo valores y despejando:

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Sustituyendo $t = x / V_0 \cdot \cos \theta$

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot (x / V_0 \cdot \cos \theta)^2$$

$$-1.05 = X \cdot \tan 26 - \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot (x / 0.21 \cdot \cos 26)^2$$

$$137.54 \cdot X^2 - 0.49 \cdot X - 1.05 = 0$$

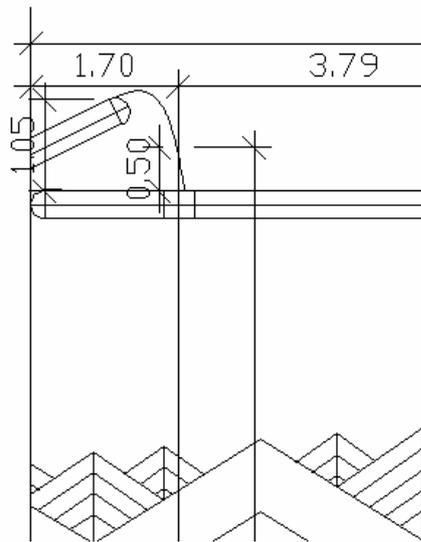
Resulta:

$$X = \frac{-(-0.49) \pm \sqrt{((-0.49)^2 - 4 \cdot (137.54) \cdot (-1.05))}}{2 \cdot 137.54} \rightarrow X = \frac{0.49 \pm 24.0397}{275.08}$$

$$X_1 = 0.089 \text{ m}; X_2 = -0.0856 \text{ m}$$

Se obtiene que $X = 0.089 \text{ m}$ es la distancia máxima a la cual tiende a caer la partícula del material.

Figura 26 Cinta transportadora que arroja partículas de sal a la cinta 2



Determinando el alcance horizontal X cuando desciende una altura $Y = 3.13$ m, si la velocidad de salida o de descarga de las partículas del material a descargar es de 0.21 m/s y el ángulo de la cinta transportadora con respecto a la horizontal es de $\theta = 26^\circ$.

Tenemos de la función anteriormente descrita, sustituyendo valores y despejando:

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Sustituyendo $t = x / V_o \cdot \cos \theta$

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{V_o \cdot \cos \theta} \right)^2$$

$$-3.13 = X \cdot \tan 0 - \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot \left(\frac{x}{0.21 \cdot \cos 0} \right)^2$$

$$111.111 \cdot X^2 - 3.13 = 0$$

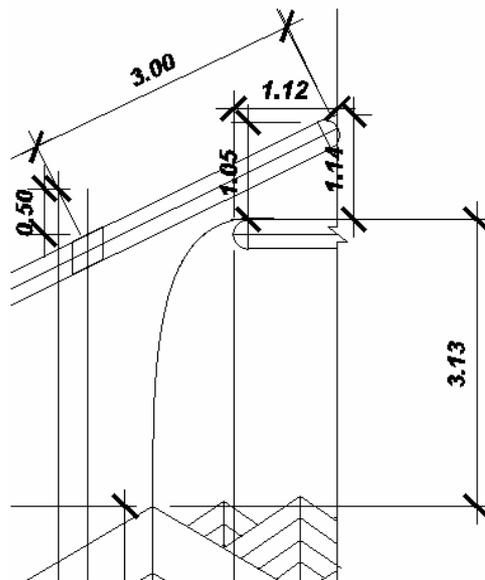
Resulta:

$$X = \frac{-(0) \pm \sqrt{((0)^2 - 4 * (111.111) * (-3.13))}}{2 * 111.111} \rightarrow X = \frac{0 \pm 37.29758}{222.222}$$

$$X1 = 0.1678 \text{ m}; X2 = -0.1678 \text{ m}$$

Se obtiene que $X = 0.1678 \text{ m}$ es la distancia máxima a la cual tienden a caer las partículas del material al montículo.

Figura 27 Cinta transportadora que arroja partículas de sal al montículo a la cual forma un cono circular recto



Determinando el alcance horizontal X cuando desciende una altura $Y = 1.31 \text{ m}$, si la velocidad de salida o de descarga de las partículas del material a descargar es de 0.21 m/s y el ángulo de la cinta transportadora con respecto a la horizontal es de $\theta = 0^\circ$.

Tenemos de la función anteriormente descrita, sustituyendo valores y despejando:

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Sustituyendo $t = x / V_o \cdot \cos \theta$

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot (x / V_o \cdot \cos \theta)^2$$

$$-1.31 = X \cdot \tan 0 - \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot (x / 0.21 \cdot \cos 0)^2$$

$$111.111 \cdot X^2 - 1.31 = 0$$

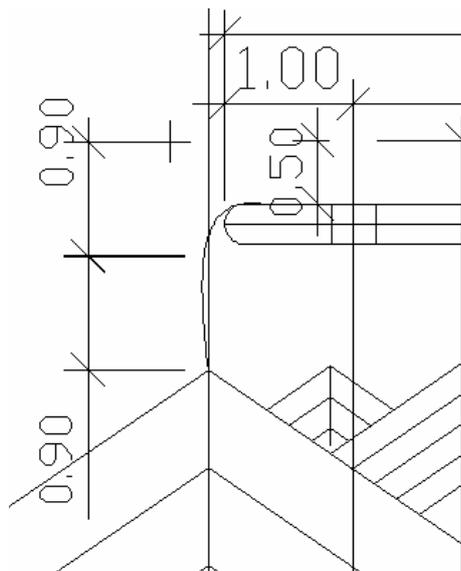
Resulta:

$$X = \frac{-(0) \pm \sqrt{(0)^2 - 4 \cdot (111.111) \cdot (-1.31)}}{2 \cdot 111.111} \rightarrow X = \frac{0 \pm 24.129}{222.222}$$

$$X_1 = 0.10858 \text{ m}; X_2 = -0.10858 \text{ m}$$

Se obtiene que $X = 0.10858 \text{ m}$ es la distancia máxima a la cual tienden a caer las partículas del material al montículo.

Figura 28 Cinta transportadora que arroja partículas de sal al montículo a la cual forma un cono circular recto



Determinando el alcance horizontal X cuando desciende una altura Y = 1.05 m, si la velocidad de salida o de descarga de las partículas del material a descargar es de 0.21 m/s y el ángulo de la cinta transportadora con respecto a la horizontal es de $\theta = 0^\circ$.

Tenemos de la función anteriormente descrita, sustituyendo valores y despejando:

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Sustituyendo $t = x / V_o \cdot \cos \theta$

$$Y = X \cdot \tan \theta - \frac{1}{2} \cdot g \cdot (x / V_o \cdot \cos \theta)^2$$

$$-1.05 = X \cdot \tan 0 - \frac{1}{2} \cdot 9.8 \cdot (x / 0.21 \cdot \cos 0)^2$$

$$111.111 \cdot X^2 - 1.05 = 0$$

Resulta:

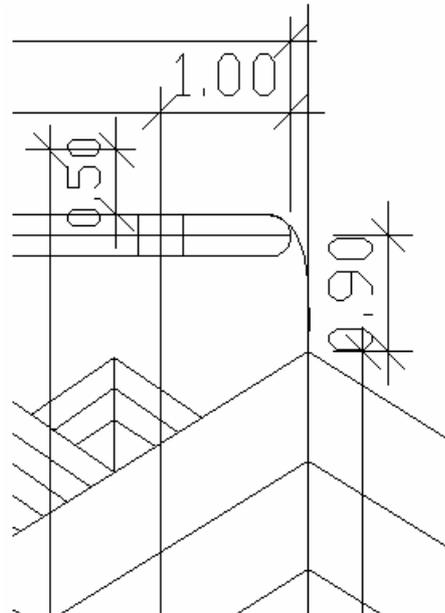
$$X = \frac{-(0) \pm \sqrt{(0)^2 - 4 \cdot (111.111) \cdot (-1.05)}}{2 \cdot 111.111} \rightarrow X = \frac{0 \pm 21.60}{222.222}$$

$$X_1 = 0.097 \text{ m}; X_2 = -0.097 \text{ m}$$

Se obtiene que X = 0.097 m es la distancia máxima a la cual tienden a caer las partículas del material al montículo.

Figura 29

Cinta transportadora que arroja partículas de sal al montículo a la cual forma un cono circular recto



De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo de la carga y descarga del material, la tabla XI hace referencia a los valores que cada uno de ellos dio como resultado de las diferentes cintas a las cuales esta compuesto el sistema en el cual se puede observar el ángulo de inclinación a la cual se encuentran, la altura a la cual la descarga será ya sea esta a otra cinta o directamente a la bodega de almacenaje la distancia máxima a la cual caerán las partículas según el movimiento en dos dimensiones que estas presentan al momento de su respectiva descarga por lo cual ayuda a determinar a que distancia debe de colocarse la cinta para que este no quede en una distancia corta o muy extensa, la velocidad a la cual esta debe de moverse para que tenga un movimiento uniformemente con una velocidad constante y de cómo es que afecta el valor de la gravedad.

Tabla XI Tabla comparativa de las diferentes cintas y sus respectivas descargas

CARACTERÍSTICAS	DESCARGA 1	DESCARGA 2	DESCARGA 3	DESCARGA 4
Ángulo de Inclinación	26°	0°	0°	0°
Altura Y de descarga (m)	1.05	3.13	1.31	1.05
Distancia Xmax (m)	0.089	0.1678	0.10858	0.097
Velocidad De Descarga	0.21 m/s			
Aceleración gravitacional	9.8 m/s ²			

Las figuras que se utilizaron para el cálculo de las diferentes masas se pueden visualizar en el anexo IV, el cual indican detalladamente las diferentes medidas con sus respectivas cotas y así mismo a que escala se encuentran la vista de planta, elevación e isométricos.

5. DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE

5.1. Interpretación de planos

Una de las consideraciones mas importantes para cualquier montaje o instalación de maquinaria son los planos. Al tener en el lugar de trabajo las piezas integrantes de maquinaria o equipo, la única guía para iniciar la colocación de las mismas y la secuencia que se debe seguir son los planos, es por eso un punto importante la interpretación, ya que de ello se derivan las desiciones del trabajo a realizar. Las preguntas más frecuente que surgen en el transcurso de las interpretaciones de los mismos de los cuales viene de ¿Qué hacer?, ¿Cómo hacerlo?, ¿Dónde hacerlo?, ¿Cuándo hacerlo?, ¿Quién lo hará? no se puede contestar si no tenemos de donde partir, y para la materia que nos importa, la respuesta son planos; su interpretación nos consta a las preguntas de la siguiente forma:

- **¿Qué hacer?**, Definiendo las actividades de las cuales se van ha aplicar los conocimientos y de la misma manera como son los puntos especificados en cada uno de los planos que se presentan en el transcurso del montaje del equipo en el cual se esta trabajado.
- **¿Cómo hacerlo?**, La planificación es algo muy importante y a la cual nos responde esta pregunta, ya que de esta manera surge una coordinación adecuada en la ejecución de cualquier actividad.
- **¿Dónde hacerlo?**, Para este punto es de manera muy importante especificar el área de trabajo y para la cual debemos de tomar

encuentra de que manera esta dividido y cuanto es el área disponible y como el caso específico de este proyecto que como lo verificamos con los cálculos anteriormente descritos verificando de que manera llegaría a disponerse de una área en el cual sea suficiente para almacenar una capacidad de 5000 Ton de material utilizados en la línea de producción.

- **¿Quién lo hará?**, Para este punto debemos de tomar muy en cuenta los recursos que se tiene disponibles para la ejecución del mismo ya que deberíamos de tener en cuenta que se necesita tanto de recurso humano como de recursos de herramientas.
- **¿Cuándo hacerlo?**, Acá se debe de regir mediante un programa calendarizado y a la cual tener en cuenta el tiempo disponible que se tiene para ejecutarlo y con ello llegar a tenerlo termina en el tiempo especificado.

Quizá la pregunta más importante es ¿Qué hacer? Ya que esta nos define por donde debemos de empezar y cual es la guía que tendríamos para ejecutar el proyecto y es allí donde entra la intervención de la interpretación de los planos que son utilizados como guía, del cual permite el seguimiento de los lineamiento específicos tomados en cuenta en el área de diseño, y por su importancia debemos de tomar en cuenta los siguientes factores:

5.1.1. Normalización

La importancia de los planos es muy grande, la comisión de normas D I N ha normalizado:

- a) **Los tamaños de los planos**
- b) **Los títulos y listas de piezas**
- c) **Las disposiciones de los dibujos y**
- d) **Lista de planos**

5.1.2. Diagramas de flujos

Su interpretación refleja una vista total de la distribución de equipos, entendiendo como equipos, las cintas transportadoras en la cual se de cómo es que se encuentran definidas con sus respectivas cotas de medición, localización de los diferentes tambores motriz, instrumentos, etc., y la conexión que tiene entre si las respectivas cintas de cómo es que depende una de la otra, haciendo notar en puntos específicos requerimientos de descarga, niveles de descarga, longitudes de las cintas respectivas, localización de los motores y la altura a la cual se encontraran cada una de las mismas.

Es un plano sin escala y su único objetivo es dejar ver las cintas, las conexiones en si y otro, requerimientos que hay que suministrar, reflejado en un solo plano el cual es un medio valioso para atender las prioridades y secuencias de la instalación.

5.1.3. Diagrama de recorrido

Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de información pertinente relacionada con un proceso, la mejor manera de obtener esta información es tomar un plano en donde se encuentra ubicado el equipo y tomando en cuenta la distribución existente en planta, y trazar en él las líneas de flujo que indique el movimiento del material de la actividad mencionada y como lo es el movimiento y traslado del material de un punto a otro y en este

caso se puede llegar a tomar en cuenta como un movimiento ya que la distancia a transportar es mayor de 1.5 m y esto indica que se toma como un movimiento de transporte.

5.1.4. Planos de vista planta

Los planos de planta o escala representan el plano horizontal de un objeto o equipo pero no refleja sus partes laterales, las cuales a veces son necesarias especificarlas, lo que hace necesario hacer cortes al plano y elevación para dejar claro la sección o corte para su interpretación.

Una vista en sección o corte es una representación convencional en el cual se imagina que se corta o desprende una parte del objeto o máquina de tal manera que quede el interior así descubierto. Hay cinco principios para hacer secciones y entre ellas se encuentran las siguientes:

- a) El plano de corte no necesita ser un solo continuo, puede ser escalonado o combinado de dirección de manera que muestre las mayores ventajas para su construcción y el cual ayudara a visualizar de que manera es que se comporta el mecanismo y con ello ejecutarlo de una manera que sea factible para los operarios del mismo.
- b) Los ejes de transmisión, tornillos, tuercas, remaches, cuñas, chavetas, partes semejantes, etc., cuyos ejes se encuentran en el plano de sección y que no tiene partes internas que deban indicarse deben dejarse enteras sin dividirse en secciones.
- c) No deben trazarse líneas de perfil oculto a no ser que sean necesarias para la descripción de las piezas.

- d) Las piezas adyacentes se rayan en direcciones perpendiculares y frecuentemente se hacen notar más diferencia variando el peso o separación del rayado de cada pieza y usando espaciamientos mas separados para las piezas grandes.
- e) El rayado de corte ya sea para la misma pieza o diferente debe ser identificado por su espaciamento o dirección.

5.1.5. Planos de Elevación

En este caso es importante por que permite, que se pueda llegar a visualizar a que altura sobre el nivel de la superficie se encuentra la altura de la cinta transportadora y esto se puede observar objetivamente y determinar a la altura que estará descargando el material y en el cual se puede observar al mismo tiempo el comportamiento del material al momento que se esta descargando en los punto que se muestran en el plano de planta.

5.1.6. Planos Isométricos

Contar con planos de este tipo permiten que se puedan visualizar los puntos a analizar dentro del sistema que se esta montando y el cual permite que se ejecute de manera en la cual se pueda relacionar tanto los planos de planta como los planos de elevación y con ello llevar acabo la ejecución del proyecto tal y como se tiene planeado.

5.1.7. Simbología

Es la representación gráfica de instrumentos, equipo, válvulas y accesorios que forman parte del equipo de la cual el proyecto está en ejecución.

Los símbolos representan en vista en planta y elevación de que manera puede llevar la representación de las mismas y esto permite que se pueda facilitar la interpretación y a su vez la ejecución del proyecto y no dibujarlo en 3 dimensiones o en planos isométricos por lo que se cuenta con una gama de interpretaciones de instrumento en la cual se puede representar en la vista en planta.

5.1.8. Las dimensiones y acotaciones

Tres son las condiciones que deben llenarse para un correcto acotado.

- a) Claro
- b) Complejo
- c) Esmerado

No es suficiente dar las medidas parciales, sino también las totales; siempre tomando en cuenta que según las condiciones del dibujo, a la cual nos indica que no se permite que el dibujo esté completamente lleno de cotas por lo que se denomina un dibujo muy cargado con dimensiones de acotación y no permiten la fácil o accesible visualización de las líneas principales que están determinando los diferentes aspectos que componen el equipo a montar.

Hay que dar todas las dimensionales para que la persona encargada de interpretar el dibujo no tenga que tomar una sola medida.

Los números que se refieren a dimensiones horizontales deben leerse de izquierda a derecha, los de dimensión vertical de abajo hacia arriba y mientras se posible trazar líneas de dimensión fuera del símbolo para no estropear la lectura del mismo.

5.1.9. Escala en la cual esta dibujado el plano

La mejor escala para dibujar los planos o piezas de maquinaria es el tamaño natural. Únicamente en que resulte imprescindible dibujar a escala de reducción, por el tamaño excesivo del objeto representado, se utiliza las escalas D I N 823, 1:5; 1:10, 1:20; pero también los planos que se pueden visualizar en el anexo se han llegado a dibujar a escalas 1:200 y 1:125 respectivamente.

5.2. Proyección isométrica de planos en tres dimensiones

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

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

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

Además de la disposición de vista indicada, que recibe el nombre de alemana, existe la disposición americana en lo cual se pone la planta sobre el

alzado, la vista lateral izquierda a la izquierda del alzado y la vista lateral derecha a la derecha del mismo.

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

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

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

5.3. Estructura base del sistema

5.3.1. Soportes verticales

En el momento del montaje para los soportes verticales, teniendo en cuenta que se cuenta con el material necesario y llenando los requisitos y especificaciones técnicas de las cuales se pretende aplicar, y de las cuales se refiere se pueden observar en la tabla IX, seguidamente se cuenta con el equipo adecuado el cual se utilizara para la respectiva actividad, de la misma

manera como lo es el material, el equipo mecánico se cuenta con el recurso humano, el cual es capacitado sobre el montaje de equipo.

Tomando en cuenta cada una de las especificaciones que se requieren para el implemento del montaje, en este caso se hacen perforaciones en las cuales los soportes verticales Irán empotrados a una profundidad de 1.5 m de los cuales deben de constar de un recubrimiento de concreto el cual ayudara a que la vida útil aumente como se indico en el capitulo 4 en el que habla acerca del diseño, para el montaje también se hará uso de una grúa que permite la colocación de los soportes ya que estos como constan de una altura mínima de 4.41 m y una altura máxima de 10.76 m por lo cual no se puede hacer manualmente por lo complicado que esta puede surgir, y de esta manera se ve por la integridad humana de cada uno de los operarios a cargo del mismo.

Procedemos a montar cada uno de los soportes que en su totalidad tenemos una cantidad exacta de 18 soportes y los cuales se puede observar en los planos isométricos que se encuentran en el apartado de anexos y estos se cuentan de dos en dos, por lo que las alturas se dividen en alturas pares y se puede observar en Tabla XII.

Tabla XII Cantidad de soportes y sus respectivas alturas en metros

Soportes en pares	Soporte	Altura (m)
1	01 – 02	4.41
2	03 – 04	10.59
3	05 – 06	10.76
4	07 – 08	10.76
5	09 – 10	10.76
6	11 – 12	10.76
7	13 – 14	10.11
8	15 – 16	10.11
9	17 – 18	10.11

5.3.1.1. Párales horizontales y vigas de madera

Luego de haber montado los postes o párales verticales procedemos a montar lo que serán los párales horizontales o vigas las cuales permitirán que el sistema mecánico permanezca a una altura determinada, y como se determino en el capítulo 4 estas deben de contener una resistencia a una carga máxima de 1,270.06 Kg. y que con ello también debe de soportar un esfuerzo a corte, que se esta ejecutando por medio de los pernos que se utilizan para el sostenimiento de las misma, de la cual esta es la parte que soportara una gran cantidad de peso o carga por lo que las dimensiones que estas deben de contener y de esta manera teniendo ya definidas e inspeccionándolas y verificando que cumplen con las condiciones técnicas se procede a la instalación o montaje.

5.3.1.2. Andamio de mantenimiento e inspección

Seguidamente del montaje anteriormente descrito se procede a montar lo que serán los andamios de mantenimiento e inspección, y como su nombre específicamente lo indica se utiliza para los respectivos mantenimiento como se define en el capítulo 5, y así sucesivamente la respectiva inspección que permitirá las rutinas que este mismo ayudara a que el sistema funcione adecuadamente y así mismo aprovechar su rendimiento máximo y por lo cual en momento pico de transporte del material a su respectivo lugar de almacenaje.

Y de la misma manera en el momento que se este en funcionamiento ayuda a mantener el sistema y manejarlo con las especificaciones de ingeniería adecuados, por lo cual estos se ubican en la parte superior de la estructura paralelamente a los rodillos tanto de retorno, V y U, y al sistema principal, lo cual consta así también de barandas de seguridad para el personal específicamente indicado para el respectivo trabajo, así como el equipo anteriormente indicado los tabloncillos cuentan con características adecuadas que permiten el adecuado funcionamiento, la longitud que estos tienen de igual manera se utiliza una grúa que permite el fácil y adecuado manejo para el montaje de los mismos.

5.3.1.3. Las vigas de perfil I

Dando por finalizado el adecuado montaje e instalación de los andamios de mantenimiento e inspección se tiene por definido el espacio disponible que se encuentra para instalar las vigas de perfil tipo I, por lo que haciendo el uso de un equipo adecuado para la respectiva actividad.

Para proceder con el siguiente paso que antes de ello se debe de tener las vigas adecuadas, por lo que cuando se adquirieron estas se manejaron con una longitud de 6.10 metros, definidas las longitudes correspondientes a cada cinta se tiene que para la cinta 1 que es la que se encuentra inclinada con 26° medidos respecto a la horizontal y la cual cuenta con una longitud de 19.21 m. por lo que se ve en la necesidad de unir diferentes vigas con el objetivo de completar la longitud requerida tanto en la cinta 1, en la cinta 2 y cinta 3, que requieren de una longitud específica, y a la cual las características que se requieren se pueden observar en el apartado de anexos con tablas que indican las especificaciones para las mismas.

5.3.1.4. Los párales que sostienen los rodillos que soportan la carga de material

De tal manera como se ha manejado el sistema de administración de actividades, la actividad que le precede a la instalación de las vigas cortas que soportan los rodillos tanto en V como en U es la instalación de las vigas de perfil I, que teniendo estas mismas montadas e instaladas colocamos la totalidad de cada uno de ellos que dependerán del número de rodillos que se manejan en el sistema y esto se define en el capítulo 4 respecto al diseño que como se puede observar la cantidad y se maneja la tabla IV, tabla V y tabla VI que son para la cinta 1, cinta 2 y cinta 3 respectivamente.

Es allí en donde se define la cantidad de rodillos y automáticamente se define la cantidad de párales de los cuales se necesitan y de esta manera también se procede a colocar los pernos de sujeción para cada uno de ellos y entre estos aspectos se manejan el peso de cada uno de ellos que de igual manera se determinaron en el capítulo anterior 4 en relación con el diseño y por lo tanto se define que para la cinta número 1.

Se necesitaran un total de 22 vigas pequeñas de sostenimiento y esto es por que son 22 los rodillos que se estarán utilizando en el mecanismo indicado de la misma manera en la cinta 2 se necesitan un total de 17 vigas cortas y para la cinta 3 se utiliza un total de 11 vigas cortas de la cual contamos con un total de 11 rodillos, para los cuales se indica la totalidad de rodillos tipo V y tipo U los cuales se encuentran colocados en la parte superior del sistema.

5.3.1.5. Rodillos tipo V y tipo U

Tomando como referencia la información adquirida y proporcionada en el capitulo 5 del apartado 5.3.1.5 que indican la cantidad de rodillos, de manera concreta ya tendiendo terminada la actividad que precede a la instalación de los rodillos siendo estos tipo V y tipo U los cuales se encuentran en la parte superior del sistema, son aquellos que permiten la estabilidad del material dentro del sistema y con ello se cuenta en la base de cada uno de estos con dos perforaciones en las cuales es sostenido por pernos adecuadamente establecidos de acero inoxidable por el tipo de actividad en la cual se esta utilizando.

Los rodillo en U por lo general cuenta con una estructura ya determinada y por lo cual permite el fácil y adecuado montaje pero como ya se ha determinado el número adecuado de las piezas que se deben de disponer para dicho equipo y cada cinta en particular cuenta con un número específico por lo que teniéndolos adecuadamente establecidos se procede a la instalación y como ya se tienen los andamios de mantenimiento, la colocación de estos es sumamente accesible por lo que no requiere de algún equipo extra.

5.3.1.6. El tambor motriz y su respectivo motor engranado

Por lo general se ha considerado la necesidad de utilizar tres tambores motrices en lo cual son tres cintas transportadoras y en cada una de ellas se hará de utilidad un tambor motriz con lo cual paralelamente se toma en cuenta que cada tambor necesita de un motor que permitirá el movimiento del sistema y esto son de una potencia de 10 caballos de fuerza, de la misma manera también cuentan con rodamientos que permiten el movimiento giratorio respecto a su mismo eje y con su respectivo lubricante para proporcionar la vida útil de los mismos.

Teniendo en cuenta cada una de las herramientas que comportan esta actividad el montaje se visualiza, con una amplia perspectiva manejando con los planos de los mismos que ayudaran a la fiabilidad que implica la instalación de los mismo, tomando en cuenta el peso que cada uno de ellos tiene se ve la necesidad de requerir un equipo que permita la facilidad de instalación y como ya se puede trabajar sobre el mecanismo entonces el montaje resulta accesible para los técnicos encargados, teniendo el equipo para el proceso de instalación es el siguiente:

- a) Se procede a tener todos los equipos adecuados para la instalación.
- b) Tener la herramienta adecuada.
- c) Los pernos de sujeción de cada uno de ellos que van colocados en los rodamientos específicos.
- d) El tipo de lubricante a utilizar ya que deberán de quedar debidamente lubricados los rodamientos que componen los tambores.

5.3.1.7. Rodillos de retorno y sus respectivos componentes

Para el caso de los rodillos horizontales o de retorno en cada caso como se definió para los rodillos tipo U y tipo V, de la misma manera se determina la cantidad de rodillos tensores que se utilizan en cada una de las cintas y ello depende de la longitud que se este manejando y podemos hacer referencia al capitulo 4 respecto al diseño en el apartado 4.3.3 y la tabla IV, tabla V y tabla VI, que se hace mención de la cantidad de rodillos que se utilizan.

Pero tomando en cuenta que estos se encuentran en movimiento giratorio sobre su mismo eje deben de contar con rodamiento que permitan el adecuado funcionamiento y su respectivo sistema de lubricación para que en este caso se pueda evitar la fricción y disminuir la vida útil.

Teniendo los accesorios adecuados a utilizar la instalación es mediante los operarios que estando sobre el sistema de mantenimiento anteriormente descrito, estos se encuentran colocados sobre las vigas de perfil I, colocados en la base inferior, taladrando para colocar los respectivos pernos de sujeción que permiten el sostenimiento de los mismos y en la cual tendrá contacto directo con la banda del transporte de material. también como estos se encontraran en movimiento ya que de lo contrario producirían un sistema de fricción en el cual disminuirá la vida útil de la cinta transportadora, y al darse cuenta que estos se encuentran sujetos por sus extremos en las vigas I y en la parte inferior por lo que se ve en la necesidad de utilizar rodamientos y los cuales se determinan para cuanto es la carga que soportaran aunque analizando detalladamente se da cuenta de que no es tanta mas sin embargo dependerá tanto de la lubricación como de la calidad de los rodamiento y hay que tomar muy en cuenta cada uno de los aspectos en los cuales se define el implemento.

5.3.1.8. Banda del transporte

Esta es la última actividad que queda por realizar, tendiendo en su totalidad todo el equipo necesario montado no queda más que instalar lo que es la cinta o banda que forma parte principal de la cinta transportadora, y de la misma manera que se ha desarrollado en el cálculo tanto el peso como la longitud total que esta tendrá entonces la instalación comienza de un extremo al otro por lo que se comienza por la parte superior y seguidamente llegando a lo que es el tambor motriz o inducido, seguidamente se coloca en la parte inferior por lo cual debe de hacer contacto con los rodillos de retorno y está pasa por medio de los rodillos y las vigas de perfil I que conforman la estructura, para lo cual se debe de tomar muy en cuenta la distancia que se tiene disponible para que la banda o cinta pueda pasar con facilidad y la cual permita que se pueda llegar a hacer las inspecciones o rutinas de mantenimiento necesarias.

Habiendo llegado a la parte en la cual se había comenzado se procede a que la cinta tenga la tensión adecuada y con ello definiendo este valioso aspecto se procede a la unión de la misma la cual se hace por medio de grapas industriales que permiten el soporte de la tensión y la carga a la cual este se este utilizando y esto dependiendo de cada una de las tres cintas que se están instalando.

5.4. Consideraciones en el montaje

5.4.1. Consideraciones de mantenimiento

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

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

5.4.1.1. Mantenimiento correctivo

Está dirigido a reducir y mejorar las condiciones insatisfactorias en maquinaria y equipos, se puede después de realizar una inspección que ha sido solicitada en cualquier momento, y se llega a la conclusión de que es necesario cambiar algún repuesto dañado, o sea, se corrige lo dañado.

5.4.1.2. Mantenimiento de avería

Se realiza cuando se produce algún paro de producción, debido a alguna avería o falla imprevista en la maquinaria y es necesario repararla. En cualquier industria es necesario llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo para evitar que se tenga averías en la maquinaria.

5.4.1.3. Mantenimiento predictivo

En éste caso no se sabe con exactitud las frecuencias de cambio de algún repuesto dañado, aunque su mantenimiento sea planificado con anticipación, ya que dicha frecuencia varia en función del desgaste que tenga la pieza que ha sido inspeccionada, elemento especiales, que midan o indiquen si las características de dichas piezas están dentro de los limites permisibles para su uso, la ventaja es que la vida útil de los repuestos se aprovecha al máximo.

5.4.1.4. Mantenimiento preventivo

En este se planifica y programan las actividades de mantenimiento a desarrollar, de tal forma que se eliminen averías que provocan paros imprevistos, considerando que los paros necesarios para la realización de este mantenimiento, tengan la menor influencia posible sobre la carga y descarga del material que se este almacenando en la respectiva bodega.

La diferencia entre este tipo de mantenimiento y el predictivo, esta que con el preventivo, se planifica un cambio de repuesto para algún día determinado, y ese día se tiene que cambiar, mientras que con el predictivo, si el repuesto resiste y su cambio puede esperar un tiempo prudencial, no se cambia y se sigue utilizando.

5.4.1.5. Responsabilidad del departamento de mantenimiento

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

responsable de velar que se cumplan las funciones y objetivos del departamento, él debe asegurarse que las siguientes actividades se cumplan:

5.4.1.5.1. Mantener las instalaciones y maquinaria en condiciones satisfactorias de operación, basados en que se debe obtener productos de calidad a bajos costos

Lo primordial en cualquier empresa, es tener más ingresos y menos egresos, por lo que toda decisión de cualquier jefe de un departamento, debe ser en función de tratar de tener los menores gastos posibles, sin descuidar por supuesto la calidad, por lo que mantener la maquinaria en buen estado significa menos tiempo perdido al arreglar, en comparación al que se tiene, cuando no se posee de un programa de mantenimiento planificado.

5.4.1.5.2. Elaborar y controlar el inventario del equipo

Se debe estar consciente de la importancia que tiene llevar un control sobre el inventario del equipo que se tenga, así como de la cantidad de repuestos en bodega, para tener egresos solo cuando sea realmente necesario y evitar un stock de repuestos que no se utilice normalmente, lo cual significa costos.

5.4.1.5.3. Investigar y analizar los problemas de mantenimiento de la maquinaria y equipo de la empresa

La persona que tiene a su cargo la dirección del departamento de mantenimiento debe ser capaz de analizar y encontrar una solución a los

problemas de mantenimiento que se vayan suscitando, y para eso debe conocer a profundidad cada maquina, cada equipo, debe saber los principios de funcionamiento de cada elemento que los conforman; además, debe estar rodeado por personas capaces de arreglar cualquier elemento descompuesto.

5.4.1.5.4. Sobre la base de las solicitudes de mantenimiento, planificar, organizar, dirigir y controlar el trabajo requerido

El ingeniero de mantenimiento, debe ser una persona capaz de dirigir, de administrar el departamento, de tal forma que se planifique todas las actividades de mantenimiento preventivo a realizar, debe organizar el personal que llevará a cabo tal y como se debe realizar, en el momento adecuado, con el personal y equipo adecuado.

5.4.1.5.5. Elaborar archivos técnicos para uso del departamento

El jefe del departamento, es el responsable de llevar un historial de mantenimiento de todas las actividades desarrolladas, para poder analizar y poder mejorar cualquier actividad de mantenimiento; la información a considerar puede ser de dos clases; uno, un simple historial del mantenimiento preventivo realizado a lo largo del periodo planificado y dos, una serie de aspectos importantes con información precisa de lo que se debe considerar, sobre la máquina y cada uno de sus elementos, de tal forma que una persona cualquier, en un futuro, tenga toda la información que requiere sobre una máquina en especial y pueda analizar las actividades que se ha recopilado a lo largo del tiempo.

5.4.1.5.6. Determinar los recursos humanos, técnicos y económicos, necesarios para la realización del mantenimiento

El ingeniero debe planificar las actividades de mantenimiento a realizar en función de la cantidad y calidad de recursos que se tienen, buscando siempre, disminuir costos, sin disminuir la calidad de trabajo y servicio, y siempre debe ver hacia el futuro e invertir la cantidad de dinero necesaria, para que el servicio prestado sea eficiente y para bien del departamento y de cada uno de sus miembros.

5.4.1.5.7. Analizar y determinar las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento

El jefe del departamento de mantenimiento es el que tiene la responsabilidad de delegar obligaciones y responsabilidades a cada uno de los miembros del departamento, en función de las necesidades de la empresa, y es el que analiza las características y habilidades de sus trabajadores, para delegar dichas obligaciones, que deben ser cumplidas sin protesta, ni molestia alguna.

5.4.1.5.8. Desarrollar al personal bajo su cargo

El ingeniero de mantenimiento, debe ser una persona que tenga muy buenas relaciones humanas con todo el personal, no solo del departamento de mantenimiento, sino que con todo el personal de la empresa, debe ser una persona a la que le importe cada uno de sus trabajadores, él debe velar por el bienestar mental, físico y económico de cada miembro del departamento de mantenimiento, siempre debe tener la filosofía de poder dar un consejo, una

ayuda, un permiso, una felicitación, una llamada de atención, a quien lo requiera. El jefe debe buscar la conveniencia con su personal, no solo dentro de la empresa, sino que también fuera de la misma, debe permitir organizar actividades sociales que busquen unir al personal, que busquen el desarrollo del trabajador.

5.4.1.5.9. Vigilar y evaluar el desarrollo del mantenimiento

La persona responsable de vigilar que lo planificado se realice, además de analizar las actividades desarrolladas y decidir por cualquier posible cambio en las actividades de los programas de mantenimiento que se llevan a cabo, es el jefe del departamento. Ningún programa de mantenimiento es perfecto, por lo que siempre se puede realizar mejoras a dichos programas, buscando la perfección.

5.4.2. Consideraciones administrativas de planeamiento

5.4.2.1. Planeación de actividades

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

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

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

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

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

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

5.4.2.2. Planeación de recursos

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

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

La duración debe reunir tres tiempos, que se deben asignar a cada actividad, un tiempo óptimo (O), tiempo medio (M) y tiempo pesimista (P).

Los tiempos anteriores servirán para promediarlos mediante la función Pert, obteniendo un tiempo resultante llamado estándar (t) que recibe la influencia del óptimo y del pésimo a la vez.

$$t = \frac{O + 4M + P}{6}$$

Definido lo que se quiere hacer en la actividad, y estimado el tiempo, se procede a asignar el recurso humano ya que del cual se define la relación de horas-hombre necesarias para la respectiva actividad.

5.4.2.3. Planeación del programa de trabajo

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

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

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

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

5.4.3. Consideraciones económicas

5.4.3.1. Estimación del costo de material

Para estimar el costo de material se tiene que tener definido lo que se va a hacer; el planeamiento no lo ha definido para cada actividad con lo cual solo queda evaluar.

La evaluación del costo se puede a estimar por precio en catálogo, por cotización a fabricantes o distribuidores locales. La estimación del costo de

material es difícil, ya que la inflación hace que los costos no se mantengan constantes y su variación afecta en períodos cortos, pero para efectos de evaluación del proyecto son necesarios.

El procedimiento sugerido es el siguiente:

Hay catálogos, generalmente son de EE.UU. en los cuales se encuentra cualquier artículo de uso industrial en los cuales se muestra.

- El dibujo del artículo
- Descripción del diseño
- Especificaciones técnicas de trabajo
- Nomenclatura y tamaño
- Costos.

Podemos hacer mención algunos de los catálogos que se han utilizado en el desarrollo del diseño como del montaje del equipo en mención como lo son los catálogos de Cintas Transportadoras Trellex con refuerzos de tela, metso minerals, así también tenemos los catálogos de rotrans, y por lo mismo en relación a las condiciones en las cuales se maneja el pedido y las respectivas cotizaciones, y específicamente relacionados a estados unidos, el porcentaje debido a transporte y tramites es del 125% y si se consigue localmente el costo de ganancia será del 25 % en promedio, por lo que para la estimación de materiales asumimos un 150% del costo en catálogo.

Por lo tanto, para poder estimar el costo de material procederemos de la siguiente forma:

- Se analiza cada actividad, definiendo la lista de materiales que se van a utilizar, que puede ser: accesorios, motores, cilindro rectos, cilindro para tambor motriz, cilindros en “V”, etc. Si es posible se puede describir a groso modo la actividad y esto serviría de una mayor factibilidad.
- A cada artículo de le busca su costo en catálogo y se le suma el 150% para tener una estimación.

5.4.3.2. Estimación del costo de equipo

En este punto la adquisición de equipo no se refiere sólo al equipo que servirá para el montaje; el punto trata también de analizar los factores principales que se deben tomar en cuenta para la adquisición de cualquier equipo que se pueda llegar involucrar en el montaje y piezas fundamentales que se manejan dentro del campo del montaje del mismo.

Para estimar el costo de equipo hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- Costo inicial
- Mantenimiento y reparaciones
- Costo de las perdidas de tiempo
- Costo de las perdidas de tiempo
- Vida económica del equipo
- Flexibilidad en la adquisición de repuestos
- Costo de lubricantes
- Depreciación.

5.4.3.3. Costo inicial

Este costo no es más que la comparación de precios de venta de equipos con las mismas características de la cotización que se hace a las cosas fabricantes o representantes para determinar el precio más bajo.

5.4.3.4. Mantenimiento y reparaciones

Hay que determinar el costo de las piezas reemplazables, el costo de la mano de obra y la suma será el costo de mantenimiento y reparaciones.

Para estimar este costo hay dos alternativas:

- Por registro de datos
- Estimaciones razonables
- **Por registro de datos**

Es recopilar la información de registro de máquinas similares o de unidades empleadas con anterioridad, esta información puede ser tomada de la contabilidad o de la fecha de historia del equipo.

- **Estimación razonable**

Es cuando no se tiene datos del equipo por ser primera vez que se adquiere y hay que obtenerlos en otras partes, o hacer la estimación de lo que las cosas recomiendan para su mantenimiento y de los repuestos recomendados para su reparación.

5.4.3.5. Costo de las pérdidas de tiempo

Es el costo de la máquina por pérdidas de tiempo en reparaciones, es un costo cargable a la máquina, que conlleva el de operación, el costo de posesión de la máquina en ese tiempo, y si la producción es en línea el de todas las demás máquinas.

5.4.3.6. Vida económica del equipo

Es el período en el cual los gastos promedio de propiedad del equipo, operación y mantenimiento dan un costo unitario, más allá de este período dará un aumento de este costo unitario debido a mantenimiento y reparaciones y pérdidas de tiempo.

Según el equipo de que se trate, se debe saber lo que cuesta el poseerlo y operarlo.

5.4.3.7. Flexibilidad en la adquisición de repuestos

La pérdida de tiempo en la espera del envío de repuestos se traduce en costo tradicional, es necesario hacer que este intervalo sea lo más corto posible. Si los repuestos se pueden conseguir en las proximidades, el tiempo para conseguirlo será corto, mientras si los repuestos deben traerse de lugares distantes, se invertirá más tiempo en conseguirlos con el consiguiente aumento de costos por la pérdida de tiempo.

5.4.3.8. Costo de lubricantes

Cuando el consumo varía con la edad del equipo, por que este presentaría un desgaste mayor en los rodamientos que contiene los rodillos de retorno, los rodillos en “V” y el tambor motriz por lo cual se genera un mayor consumo de los mismo, y el costo de estos es importante hay que tomarlo muy en cuenta; el costo de lubricación incluye la mano de obra y materiales para el retiro del aceite o grasas que se encontraban en uso, y esto implica de manera consiguiente cambios periódicos de engrase de cojinetes o rodamientos y engranajes si se tiene, etc.

5.4.3.9. Depreciación

No es más que el valor anual con que se desvaloriza un equipo y su método depende del diseño o estipulaciones gubernamentales para fijar la cantidad con que se deprecia el equipo, este es un gusto que aunque no se origine, su acumulación nos sirve para adquirir otro equipo si se lleva como gasto en el futuro.

5.4.4. Consideraciones administrativas de instalación

5.4.4.1. Programación y control del montaje

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

Al programar, deben estar reunidos los siguientes datos:

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

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

Se dibuja la gráfica de control. El objetivo es marcar el avance que se ha obtenido de actividades el día en que se evalúa el montaje, así como la visualización rápida de los encargados, para llevar a cabo la respectiva inspección que permite visualizar el avance del trabajo en el montaje, de tal manera cuales pueden seguir y en cuales se encuentran en un completo atraso, así como programar sus grupos de trabajo, sea semanal, quincenal, etc.

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

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

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

6. EVALUACIÓN DEL MONTAJE

6.1. Supervisión del montaje

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

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

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

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

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

Para el control del montaje la orden de trabajo es de suma importancia, ya que permite llevar un control sobre la actividad en cuanto la duración, costo de mano de obra y materiales, instrucciones específicas; además permite a contabilidad cargar a un proceso específico los costos involucrados.

En la programación hay que hacer las siguientes observaciones:

- Que se detecten errores en la duración y cuantificación de algunas actividades.
- Que algunas actividades se retrasen por causas imprevistas.
- Que sea necesarias modificaciones a algunas partes del proceso de montaje.

Que no sea posible disponer de ciertos recursos con la rapidez requerida.

6.2. Especificaciones de ingeniería

Para un montaje industrial, se debe de tener definido una serie de actividades u operaciones, y organizar una serie de factores que determinan o crean un sistema.

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

Hay tres factores de importancia que son:

- Técnico
- Administrativo
- Económico

6.2.1. Factor técnico

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

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

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

El éxito del proyecto no depende sólo de su realización, si no involucra el costo con que se llevó a cabo, es allí donde las especificaciones de ingeniería toma importancia, ya que lo económico lo determinara el estudio técnico; una viga una viga de perfil tipo I que soportara una carga especifica se elegirá de acuerdo a las diversas características que esta debe de cumplir, como lo es el tipo de aleación de la cual esta debe de ser por el material que se manejara y tiene que ser anticorrosivo, la longitud y sus respectivas dimensionales, se escogerán de acuerdo a estas especificaciones, y no eligiendo una de mayor

capacidad a la cual estaría afectando directamente el sistema por lo que el peso de la estructura aumentaría y esta no llegaría a soportarla y a su vez estaríamos incurriendo en un costo extra a la cual se tiene definido.

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

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

6.2.2. Factor Administrativo

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

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

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

6.2.3. Factor Económico

La consideración en lo referente a lo económico, es en el sentido de evaluar el proyecto, para su estimación hay que considerar los siguientes costos:

- Costo de instalación (terrenos, edificios, transporte, etc.)
- Costo de equipo.
- Costo del personal (técnico-administrativo)
- Costo del material
- Costo de mano de obra
- Costo de importación
- Costo de organización.

Estos costos son los más importantes y cada uno de ellos hay que tratarlo con precisión, por que de esta manera se logra desglosar la evolución que se hará en base a los costos involucrados propiamente en el montaje.

6.3. Seguridad e higiene industrial

6.3.1. Accidentalidad

El análisis de la accidentalidad en las cintas transportadoras de materiales a granel pone de manifiesto que se trata de aparatos que producen pocos accidentes, lo que se puede atribuir a la escasa presencia de operarios a pie de máquina y a la reducida tasa de manipulación en las mismas.

Igualmente se pone de manifiesto que, en su mayoría, los accidentes merecen la calificación de graves y dejan muy lamentables secuelas por incapacidades laborales permanentes debidas primordialmente a amputaciones, arrancamientos y desgarros musculares que inutilizan las extremidades superiores afectadas. También se constata que la mayoría de accidentes se producen por la manipulación directa de los operarios sobre partes de las cintas al intentar solucionar, sobre la marcha y sin parar, alguna anomalía en el funcionamiento (atascos, derrames, deslizamientos, etc.).

6.3.2. Accidentes más comunes

6.3.2.1. Atrapamientos en los tambores

6.3.2.1.1. En el tambor de cola

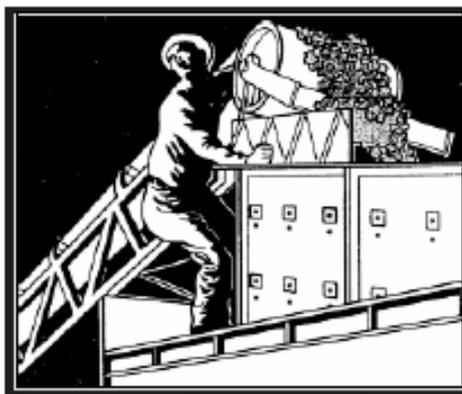
Generalmente se actualiza al realizar operaciones de limpieza de las adherencias, de materiales pulverulentos o pastosos, en la superficie de los tambores lisos, o de incrustaciones de fragmentos duros en los intersticios de los tambores ranurados. En el primer caso se produce una desalineación de la banda y en el segundo se daña la banda por fatiga de la misma y por cortes y muescas que producen las aristas de los materiales incrustados. Para eliminar las adherencias que recrecen desigualmente el diámetro de tambor, los operarios, comúnmente con la cinta en marcha, aplican una barra metálica de forma tangencial al tambor y presionando fuertemente producen un rascado y la caída de las adherencias. En parecida forma suelen actuar para la eliminación de las incrustaciones de trozos duros en los intersticios de los tambores ranurados, golpeándolos con martillos o herramientas a fin de fragmentarlos.

Es evidente que estas operaciones de "limpieza" son muy peligrosas, puesto que se manipula generalmente en posturas incómodas y en espacios angostos a pequeña distancia de las zonas de riesgo, por lo que al mínimo descuido o falso movimiento se produce el atrapamiento de las manos del operario.

6.3.2.1.2. En el tambor de cabeza

En este tambor raramente se producen adherencias o incrustaciones de materiales. Los atrapamientos suelen presentarse al intentar arrojar productos granulados (arena), etc.), sobre el tambor para aumentar su poder de arrastre, cuando la cara interior de la banda y el tambor están mojados y la banda se desliza (goteo de material, lluvia, etc.), y también al intentar la limpieza de los rodillos de presión.

Figura 30 La seguridad del trabajo con bandas transportadoras sugerencias para los obreros



Fuente: Serie Sobre las Mejores Prácticas BP-48S MASHA

6.3.2.2. Caída de personas

6.3.2.2.1. Desde la cinta

En muchas ocasiones las cintas discurren por encima de las propias instalaciones bien sea en posición inclinada o plana. Por ello en los casos de caída de personas, las lesiones producidas se ven agravadas por las consecuencias de las propias máquinas, o equipos sobre los que se precipita.

Si bien es cierto que en las cintas transportadoras no suele existir puestos de trabajo fijos, no lo es menos que de forma periódica deben realizarse operaciones de mantenimiento que obligan al personal a efectuar recorridos en toda su longitud para vigilancia, engrase o sustitución de rodillos, y para tener acceso a los mecanismos de accionamiento que generalmente se sitúan en "cabeza".

Figura 31 Cintas transportadoras careciendo de plataforma y de pasarela de visita, para acceso a los mecanismos motrices



6.3.2.2.2. Sobre la cinta

Es también frecuente encontrarse con cintas que salen de fosos o que discurren a escasa altura del suelo y a través del piso o por el interior de zanjas quedando a nivel del suelo o ligeramente por debajo. El accidente se actualizará al precipitarse sobre la cinta, cuando ésta discurre en profundidad, o bien por una pérdida de equilibrio, cuando se intenta cruzar pisando sobre la cinta, estando en marcha.

6.3.2.3. Caída de materiales

6.3.2.3.1. Materiales transportados

Cuando las cintas transportadoras discurren en altura por encima de zonas de trabajo o de paso de vehículos o personas, debe prestarse especial atención a prevenir que la caída accidental de los fragmentos gruesos transportados pueda alcanzar a las personas, por la gravedad de las lesiones que se podrían causar con el impacto directo. Igualmente es preciso evitar la caída de las partículas de granulometría fina que, si bien con su impacto no pueden causar lesión, pueden dar lugar a acumulaciones en el piso, que en el mejor de los casos da sensación de suciedad y puede provocar caídas del personal por resbalones, etc.

En aquellas zonas en que los vientos dominantes presentan fuerzas importantes deben tomarse medidas a fin de evitar que las bandas de cierta longitud sean desplazadas dando lugar a su caída y la del material transportado, así como a la aparición de esfuerzos que incluso pueden llegar a dañar la propia estructura de la cinta.

Los derrames en el recorrido de la cinta suelen ser debidos a: una excesiva inclinación de la cinta; una excesiva o irregular carga de la cinta; un ancho inadecuado de la banda; falta de tensión de la banda; adherencias de material húmedo o mojado a la banda; falta de potencia del motor; roturas en la banda transportadora, etc.

6.3.2.4. Inhalación de polvo

En ocasiones los materiales transportados tienen un alto contenido de polvo, por lo que, tanto en la zona de recepción como en la de vertido, esto es, cuando el material "está en el aire", se producen fuertes emisiones de polvo que pasan al ambiente. Igualmente ocurre durante el recorrido de la cinta, si está expuesta a la acción del viento.

La tabla XIII indica una breve descripción generalizada de cuales pueden llegar a ser los accidentes más comunes en el manejo del sistema de transporte específicamente en el manejo de cintas transportadoras por lo que en la cual se debe de tomar muy en cuenta las recomendaciones en el traba y las indicaciones específicas.

Tabla XIII Accidentes más comunes

Atrapamientos en los tambores	<ul style="list-style-type: none"> En el tambor de "cola" En el tambor de "cabeza"
Caída de personas	<ul style="list-style-type: none"> Desde la cinta Sobre la cinta
Caída de materiales	<ul style="list-style-type: none"> Materiales transportados Componentes de la cinta
Inhalación de polvo	

6.3.3. Sistemas de prevención y seguridad industrial

6.3.3.1. Frente al atrapamiento en los tambores

Debe impedirse la accesibilidad a los distintos elementos del tambor de cola, mediante el carenado del conjunto a base de rejilla metálica que permita la visión de la cinta.

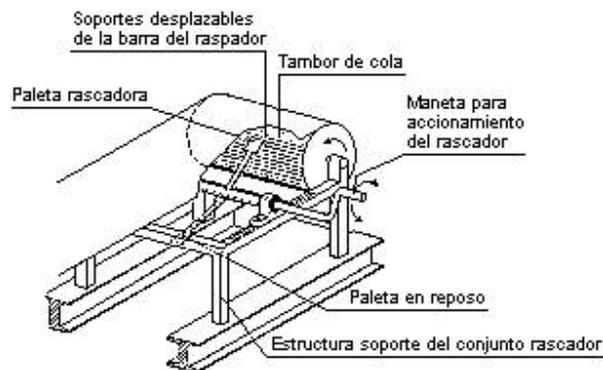
Este carenado, además de cubrir los soportes de los tambores, los extremos de los ejes, chavetas, etc., debe prolongarse lateralmente un metro desde el tambor, a cada lado de la cinta.

Afin de reducir en lo posible las incrustaciones y adherencias, en el tambor de cola por goteo y materiales derramados deben establecerse una separación física entre el ramal de transporte y el de retorno a base de colocar un elemento de cubrición a lo largo de este último.

El cubrimiento debe abarcar también la máxima zona posible del sector de tambor comprendido entre las caras interiores de los dos ramales de la banda transportadora. No se considera suficiente la colocación de un elemento deflector y de rascado de la cara interior de la banda transportadora por cuanto, si bien se eliminan los fragmentos gruesos, es prácticamente imposible el evitar el paso del barrillo y de las partículas finas adheridas a la banda.

Instalar mecanismos que permitan realizar la operación de rascado del tambor a la cual este puede ser de manera manual como se observa en la figura 32 que a voluntad del operario cuando se observe la formación de costras pueda manejarse adecuadamente y no complicar la operación. El accionamiento debe realizarse desde el exterior de la cinta sin necesidad de retirar la rejilla protectora.

Figura 32 Sistema de rascador



6.3.3.2. Frente a la caída de personas

Las cintas que discurren elevadas o que ofrecen peligro de caída desde más de 2 metros de altura para el personal que debe circular por ellas o que deba situarse en ellas para realizar operaciones de mantenimiento, deberán disponer de plataformas de visita en las zonas de los tambores elevados y de pasarelas de visita a lo largo de los tramos elevados. Tanto las pasarelas como las plataformas de visita que se ven en la figura 33, deben disponer de barandillas suficientemente resistentes y el piso, tanto si es continuo como si está formado por escalones, debe ser de material antideslizante ciego, ranurado o perforado y, en todo caso, debe permitir una fácil eliminación de las aguas y de las posibles acumulaciones de sedimentos, polvo, etc.

Figura 33 **Escalerilla de acceso y pasarela de mantenimiento e inspección**



El cuerpo de la cinta transportadora debe quedar a media altura respecto al piso de la pasarela o plataforma de visita, a fin de que se pueda realizar con comodidad la inspección y mantenimiento de los rodillos que soportan el ramal de retorno de la banda. La separación existente entre el piso de la pasarela o de la plataforma y el cuerpo de la cinta debe ser protegido mediante barandilla o paneles resistentes que eviten la posible caída de personas por dicha parte interior.

El acceso a las pasarelas o plataformas de visita debe poder realizarse cómodamente a nivel del piso o bien a través de una escalerilla.

Las aberturas en el piso, a través de las que discurren cintas, deben ser amplias y disponer de barandillas que cierren todo su perímetro.

Deben disponerse pasos elevados o inferiores fijos o móviles, según convenga, para facilitar la circulación del personal, estableciendo barreras que impidan el paso si no es utilizando los puntos dispuestos al efecto. Tanto las pasarelas como las escalerillas de acceso deben estar provistas de barandillas.

Las cintas que discurren a nivel del suelo o por debajo de él deben tener las aberturas (fosos) protegidas mediante barandillas o cubiertas con elementos suficientemente resistentes, en función del tipo de circulación que deban soportar.

6.3.3.3. Frente a la caída de materiales

Cuando la alimentación a la cinta es irregular y con aportaciones puntuales que determinan la formación de montones sobre la banda, debe instalarse a la salida del tolván algún elemento de tipo fijo y oscilante cuyo cometido sea el de esparcir o extender los montones a fin de evitar derrames posteriores. Igualmente, para regular los desfases en producción de distintos elementos consecutivos, es aconsejable introducir entre estos elementos un tolván u otro elemento capaz de absorber y regular las diferencias de flujo.

En los tramos en que las cintas discurren sobre áreas de trabajo o de circulación, deben adoptarse medidas muy estrictas para evitar caída de materiales, especialmente si son de granulometría gruesa:

- Instalando encauzadores ajustados a la parte superior de la banda, que retengan los ocasionales fragmentos rodantes que se presenten.
- Carenando totalmente el tramo de cinta de forma que los posibles derrames queden retenidos en el interior.

- Disponiendo debajo de la cinta paneles de recogida, instalados con pendiente suficiente para que los derrames puedan ser encauzados y vertidos directamente en zonas no conflictivas.

En las zonas afectadas por fuertes vientos y con instalaciones al aire libre deben colocarse puentes de pletinas metálicas abrochadas al propio bastidor de la cinta para retener la banda y que no pueda ser desplazada a la cual se hace referencia a la figura 34 que indica la forma adecuada a la cual estas deben de colocarse.

El contrapeso de las estaciones automáticas de tensión de la banda debe tener instalado un sistema que no permita la caída libre del mismo. En los casos en que el contrapeso quede situado a poca altura del suelo debe colocarse una pantalla en todo el perímetro de la vertical del contrapeso, que impida el paso del personal por dicha zona.

Las cintas de altura regulable, en las que el sistema de elevación es el que las mantiene en posición, deben dotarse de un dispositivo mecánico que conserve a la cinta en posición, evitando su desplome, si se produjera la rotura o fallo del propio sistema de elevación. Una posible solución para los sistemas de cable es la colocación de una pletina metálica, que se fija al bastidor de la cinta mediante un perrillo.

6.3.3.4. Frente a la inhalación de polvo

Carenar la zona de recepción y de vertido instalando un sistema de extracción localizada cuyos volúmenes de captación deben canalizarse y someterse a un sistema de depuración. En los casos de exposición al viento será suficiente con el carenado del transportador.

CONCLUSIONES

1. Para el diseño de una cinta transportadora se debe de tomar muy en cuenta las características de las piezas del cual se estaría conformando el equipo, de tal manera el acceso que a ellas se tiene, lo que evitaría el retraso de la operación.
2. La información manejada en el transcurso del diseño y montaje de la cinta transportadora, puede ser de gran beneficio para la empresa en la cual se elaboró el presente estudio por las condiciones y características manejadas.
3. Se deben de tener muy claros los factores que involucra el diseño del sistema, que por medio del cual permitiría que el diseño pueda ser accesible.
4. La totalidad de rodillos a utilizar en el proyecto tipo V es de 37, tipo U es de 13, los tensores es de 21 y los rodillos de retorno, incluyendo los tambores motrices, son 6.
5. La capacidad de almacenaje que debe de contener la bodega de materia prima es de 5000 Ton. que se requieren almacenar por lo que la operación debe de generarse con un flujo másico de 92 ton/hrs.
6. El equipo de manejo de materiales será seleccionado con base en la capacidad que éste tenga para mover materiales en la forma, cantidad y velocidad deseada al menor costo posible.

RECOMENDACIONES

1. Los problemas de manejo de materiales siempre se debe de analizar en conjunto con el proceso de producción, ya que estos van íntimamente relacionados y no se pueden considerar como actividades aisladas.
2. Se debe de manejando la completa seguridad que antes de pasar a la instalación del equipo, el cálculo basado en el respectivo diseño pueda llenar las necesidad que se pretenden solventar al aplicar dicho mecanismo y con ello completar una satisfactoria puesta en marcha del sistema.
3. Al implementar un sistema de manejo de materiales en alguna parte de un proceso, se debe anticipar que repercusiones tendrá este cambio en las operaciones anteriores y posteriores, así como los beneficios si se aplica adecuadamente y de cómo es que se puede llegar a optimizar el tiempo que se le este aplicando a la actividad que abarca el almacenaje.
4. Se debe tomar muy en cuenta las características del material a transportar, este dependerá de las características con que debe contar el equipo, por lo que entonces se procederá a hacer los respectivos cálculos manejando la capacidad y si este es corrosivo o no.
5. Para conservar el equipo adecuadamente en completo funcionamiento se deben aplicar los diferentes tipos de mantenimiento que ayudaran a que este pueda dar una eficiencia máxima y proporcionalmente un mejor rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barillas Jiménez, Cesar Augusto Consideraciones a tomar en cuenta para un montaje industrial. Tesis Ing. Mecánico Industrial. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1976.73pp.
2. Baumeister, Theodore. **Manual del ingeniero mecánico**. 8ª ed. en ingles (2ª ed. en español), (Volumen 1) México: McGraw-Hill. 1988.
3. Bran Guzmán, José Luís Consideraciones técnicas y económicas para el diseño de un equipo de bombeo sumergible, para ser instalado en pozo mecánico. Tesis Ing. Mecánico Industrial. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2000.116pp.
4. "Cintas transportadoras trellex con refuerzos de tela" **Cintas transportadoras**. (Sweden): 08.2003.
5. "Componentes trellex para bandas transportadoras" **Componentes para bandas transportadoras**. (s.l.): 12.2002.
6. "Componentes de arranque para la minería" **Voith turbo GmbH & Co. KG**. (s.l): 10.s.a.
7. "Máxima competencia en sistemas de accionamientos para cintas transportadoras" **Voith ingeniería relativa**. (s.l): 9.s.a.
8. Parra Corado, Guillermo Rafael Guía para el diseño y selección de sistemas de movimiento de materiales por medio de transportadores de banda y de rodillos. Tesis Ing. Mecánico Industrial. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1990. 87 pp.
9. Posadas Vielman, Julio Carlos Rubén Plan de mantenimiento preventivo para maquinas extrusoras de cintas de polipropileno. Tesis Ing. Mecánico Industrial. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1999.

10. Serovic Folgar, Branko Damián Descripción, montaje y mantenimiento del equipo utilizado en un beneficio de café. Tesis Ing. Mecánico. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1992.
11. Sarceño Zepeda, César Augusto Plan de mantenimiento preventivo y de seguridad e higiene industrial para el nuevo taller de auto-servicio cofal. Tesis Ing. Mecánico. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2005.119pp.
12. “Sistema de guiado trellex para bandas transportadoras” **Componentes para bandas transportadoras.** (*Sweden*): 08.2002.
13. “Trellex cintas transportadoras con refuerzo de aramida” **Cintas transportadoras.** (*Sweden*): 08.2003.
14. Zetina Baldizon, Haroldo Consideraciones para el diseño del equipo mecánico utilizado en la producción de pozos petroleros en Guatemala. Tesis Ing. Mecánico Industrial. Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1994.

ANEXO I

Rodillos

Los rodillos Rotrans de la serie "M" están fabricados con tubo, eje y soportes de acero, un sistema de estanqueidad de doble retén y laberinto, que impide la penetración de cualquier elemento contaminante al rodamiento. Dentro de esta serie se encuentran los siguientes tipos:

- Superiores e Inferiores lisos, de Impacto, de Limpieza (Rectos y Helicoidales), Guía.
- Se fabrican en normas DIN, ISO, FEM y CEMA (No dentro de este catálogo).

Serie P

Los rodillos de la serie "P" tienen como característica diferenciadora de los soportes (que contienen los rodamientos) y tapas de cierre en material plástico (poliamida). El sistema de obturación esta compuesto por varios laberintos almenados que impiden la penetración de sustancias contaminantes.

Tubo

Los rodillos son contruidos con tubo de acero soldado, de calidad St 37.2 o superior, de acuerdo a las Normas DIN 17100 e ISO 1129. Los extremos del rodillo se mandrinan interiormente y de forma simultánea, para asegurar su correcto centrado y alineamiento de los soportes. Para evitar daños en la banda transportadora, los extremos de los rodillos se redondean.

Soportes

En la serie "M" los soportes son fabricados en chapa de acero, por estampación profunda con tolerancias ISO N7, para el ajuste externo del rodamiento. Así mismo los soportes son mecanizados en su diámetro exterior para asegurar su con centricidad con el tubo. La serie "P" contiene soportes en poliamida 6.

Eje

Los ejes son de acero, con resistencia a la tracción superior a 50 Kg./mm², rectificados y biselados en los extremos, con tolerancia ISO js6 en la zona de contacto con los rodamientos.

Rodamientos

Todos los rodillos contienen rodamientos rígidos de bolas de primeras marcas, engrasados "de por vida", y de las series: 6.204, 6.205, 6.305, 6.306, 6.307, 6.308, 6.309, 6.310, 6.312. Habitualmente en juego C3.

Gomas

Los rodillos de Impacto y Limpieza se fabrican de acuerdo a las normas DIN 15207- 22107, ISO 1537. Las piezas de goma utilizadas se moldean de acuerdo a las geométricas, dimensiones y halidades de las normas.

Obturación

Los sistemas de obturación de Rotrans aseguran la estanqueidad en todo tipo de aplicaciones y regímenes de trabajo. El sistema JI consiste en la aplicación de dos retenes de nitrilo sobre casquillo de poliamida, haciendo éste de laberinto entre retenes. En la parte posterior del rodamiento otro retén frena la entrada de elementos contaminantes del interior del tubo (cascarilla, agua, etc.). Todo el conjunto se encuentra inundado en grasa con base de litio.

El sistema JS está formado por un conjunto de retén y poliamida, donde la poliamida forma un laberinto almenado y el retén nitrílico con alma metálica de contacto directo en la zona rectificada del eje. En la parte posterior del rodamiento otro retén impide la entrada de elementos contaminantes del interior del tubo (cascarilla, agua, etc.). En el sector interno del laberinto existe un depósito de grasa que asegura la lubricación del rodamiento. Estos sistemas impiden totalmente la penetración de cualquier elemento contaminante, (polvo, agua, etc.) al rodamiento y aseguran una gran suavidad en el giro.

Tabla I Tolerancias constructivas

Diámetro del tubo y ovalización	$\pm 0,5 \% D$ (Diámetro tubo)
Flecha del tubo	$\leq 1,1 \% L$ (Longitud tubo)
Espesor del tubo	$\pm 10 \% A$ (Espesor tubo)
Excentricidad máxima del rodillo	$\pm 0,5 \% D$ (Diámetro tubo)
Longitud del rodillo	+ 0 / -1 m/m
Espesor entre caras	+ 0 / -0.2 m/m
Longitud entre caras	+ 0 / -1 m/m
Longitud total del eje	+ 0 / -1 m/m
Desplazamiento axial	≤ 1 m/m

Fuente: Grupo Rotrans

Rodillos especiales

Bajo consulta, y para condiciones especiales, existe la posibilidad de fabricar rodillos especiales:

- Rodillos en tubos de calidad especial (St 52, acero inoxidable, PVC, aluminio, etc.)
- Rodillos de impacto y limpieza vulcanizados en molde, con geometrías de amortiguación y limpieza de discos, en diferentes calidades de goma e índices de abrasión.
- Rodillos vulcanizados en caliente con diferentes espesores y calidades.
- Rodillos en tubos sin soldadura y con espesores especiales, para aplicaciones de alta resistencia.
- Rodillos con piñones simples, dobles, triples, encauzadores, embragados y cónicos.
- Acabados especiales: rilsalizados, plastificados, cincados, galvanizados, bicromatados, a-magnéticos, etc.

Selección de rodillos

Utilización de la fórmula:

$$K_r = R + L_1 (G_g + (Q_r / 3.6 * V)) F_c * F_i * F_v$$

Donde:

K_r (Kp) = Carga sobre un rodillo

R (Kp) = Peso de las partes rodantes de los rodillos (Ver catálogo)

L_1 (m) = Separación entre dos estaciones consecutivas (Ver tabla A)

G_g (Kp/m) = Peso de la Banda (Ver tabla B) o cálculo del peso de la banda

Q_r (Tm/h) = Capacidad de carga real $Q_r = Q \times$ Peso específico (Cálculo capacidad de transporte)

V (m/s) = Velocidad de la banda (Tabla I)

F_c = Factor de carga (Ver tabla C)

F_i = Factor de impacto (Ver tabla D)

F_v = Factor de vida del rodillo (Ver tabla E)

Una vez calculada la carga sobre un rodillo (K_r), se elige el rodillo en la tabla H.

Nota:

Para rodillos inferiores la capacidad de carga Q es igual a 0.

Vida de los rodamientos

$$\text{Vida del rodamiento (horas)} = (2 * C)^3 * 106 / P^3 * n * 60$$

Donde:

C (kg.) = Capacidad de Carga Dinámica del rodamiento.

P (kg.) = Carga nominal sobre dos rodamientos.

n (r.p.m.) = Velocidad de giro de los rodamientos.

Cálculo peso /M de la banda

Banda Textil Gg (kp/m) = B * (1,2 * E + PI * Z)

Banda Metálica Gg (kp/m) = B * (1,2 * E + Pm)

Donde:

k.o. (kp/m) = peso de la banda

B (m) = ancho de banda

E (mm) = espesor total de los recubrimientos

PI (kp/m²) = peso por m² de cada lona (tabla B2)

Z = número de lonas

Pm (kp/m²) = peso por m² de los cables y goma intermedia (tabla B1)

En caso de alma textil con dos lonas, tomar el valor de Z = 3 para compensar el espesor de goma intermedia. Si es antillama aumentar el peso un 25%.

Tabla II Distancia entre estaciones superiores e inferiores (L1)

Tabla A			
ANCHO DE BANDA (mm)	SUPERIORES		INFERIORES
	& = 0,6	& 0,6	
400	1,35	1,35	3,00
500	1,35	1,20	3,00
650	1,20	1,10	3,00
800	1,20	1,00	3,00
1000	1,00	1,00	3,00
1200	1,00	1,00	3,00
1400	1,00	1,00	3,00
1600	1,00	1,00	3,00
1800	1,00	1,00	3,00
2000 Y ^	1,00	1,00	2,40

& = PESO ESPECIFICO EN Tm/m³

Fuente: Publicación de rodillos rotrans.

Tabla III Peso por metro orientativo (Gg) para bandas de alma textil

Tabla B		
ANCHO DE BANDA (mm)	PESO/METRO (Kp/m)	ESPELOR TOTAL (mm)
400	4	8
500	5	8
650	6,5	8
800	8,5	8,5
1000	13	11
1200	15,5	11
1400	18	11
1600	25	13
1800	30	14
2000 Y ^	33	14

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla IV Peso por m² de cables y goma intermedia (kp/m²) Pm

Tabla B1	
TIPO	VALOR DE Pm (kp/m ²)
ST-1,000	10
ST-1,250	11
ST-1,600	15
ST-2,000	16
ST-2,500	22
ST-3,500	26
ST-4,000	31

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla V Peso por m² de cada lona (kp/m²) PI

Peso por m ² de cada lona (kp/m ²) PI									Tabla B2
TIPO DE LONA	EP-100	EP-125	EP-160	EP-200	EP-250	EP-315	EP-400	EP-500	EP-630
PI (kp/m ²)	1,2	1,4	1,5	1,9	2	2,2	2,6	3	3,5

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla VI Factor de carga (Fc)

Tabla C					
Horizontal	V 20°	Artesa 20°	Artesa 30°	Artesa 35°	Artesa 45°
Fc = 1	Fc = 0,55	Fc = 0,60	Fc = 0,63	Fc = 0,66	Fc = 0,70

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla VII Factor de impacto (Fi)

Tabla D			
TAMAÑO DEL MATERIAL	VELOCIDAD DE LA BANDA		
	2,5 m/s	2,5 a 4 m/s	4 a 5 m/s
100 m/m	1,000	1,000	1,000
100 a 175 m/m	1,025	1,060	1,110
175 a 300 m/m	1,075	1,140	1,280
325 a 500 m/m	1,260	1,600	2,100

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla VIII Factor de vida (Fv)

							Tabla E	
HORAS DE FUNCIONAMIENTO	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	
Factor Fv	1,445	1,145	1,000	0,907	0,843	0,792	0,753	

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla IX Velocidad máxima de transporte (V) (m/s)

				Tabla F		
A) Granos y otros materiales de relativa fluidez y baja abrasión						
B) Carbón en mina y materiales moderadamente abrasivos						
C) Minerales duros, piedras y materiales muy abrasivos.						
Ancho de Banda	A	B	C			
400	3	2,5	2,5			
500	4	3	3			
650	4	3,5	3,3			
800	4,5	4	3,7			
1000	5	4,2	4			
1200	5,5	5	4,5			
1400	6	5,5	4,5			
1600	6	5,5	4,5			
1800		6	5			

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla X Tamaño del material y ancho mínimo de banda

		Tabla G	
Ancho mínimo (m/m)	TAMAÑO DE LOS TROZOS (m/m)		
	A) Uniforme	B) Mezclado	
400	65	100	
500	85	150	
650	125	225	
800	160	300	
1000	200	400	
1200	250	500	
1400	300	600	
1600	350	700	
1800	380	800	
2000	450	900	
2200	500	1000	
2400	550	1100	
2600	600	1200	

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

ANEXO II

Consideraciones generales para el cálculo en la selección de rodillos en la aplicación de bandas transportadoras

Tabla I Capacidad de carga (kg.) del rodillo en función de la velocidad (r.p.m.)

Longitud en (mm) y vida de 30.000 horas												Tabla H		
Ø Eje Rodamiento	Longitud	r.p.m.	30	60	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Ø 20 6.240	200													
	250		410	350										
	315		380		280									
	380			320		205	170	157	149	140	132			
	465				271							128		
	530				232	200	165	150	140	133	125			
	600				201	190	158	145	136	130	122			
	670				178	170	150	140	132	126	119			
	750					157	142	135	129	122	117			
	950							121	119	113	106			
1150									99					
Ø 25 6.205	200													
	250		600	500										
	315				400									
	380			450		312								
	465						260	240	220	215	192	178		
	530													
	600			365										
	670				300									
	750				284									
	950					219								
1150						178								
Ø 25 6.305	200													
	250		836	700										
	315				592									
	380			637		470								
	465				576		399							
	530				494			358	328	290	284	264		
	600				428									
	670					377								
	750						333							
	950							257						
1150								209						
Ø 30 6.306	200													
	250		1050											
	315			880										
	380		900		750	578								
	465			780			506							
	530				668			443	418	387	361	352		
	600													
	670				510									
	750					449								
	950							346						
1150								282						

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

Tabla II R.P.M. de los rodillos en función de la velocidad del transportador

VELOCIDAD BANDA M/S	DIAMETRO DEL RODILLO mm										
	63,5	70	76	89	102	108	127	133	152,4	159	193,7
0,25	75	68	63	53	47	44	38	36	31	30	25
0,50	150	136	126	107	90	88	75	72	63	60	49
0,75	225	205	189	161	141	132	113	107	94	90	74
1,00	300	273	251	214	188	176	150	143	125	120	98
1,25	376	341	314	268	235	221	188	179	157	150	123
1,50	451	409	377	322	282	265	226	215	188	180	148
1,75	526	478	440	375	329	309	263	251	219	210	172
2,00	601	546	503	429	376	353	301	287	251	240	197
2,25	676	614	566	483	423	398	338	323	282	270	222
2,50	752	682	628	536	470	442	376	359	313	300	246
2,75	827	750	691	590	517	486	414	395	345	330	271
3,00	902	819	754	643	564	530	451	430	376	360	295
3,25	977	887	817	697	611	574	489	466	407	390	320
3,50	1052	955	880	758	658	619	526	502	439	420	345
3,75	1128	1023	943	804	705	663	564	538	470	450	369
4,00	1203	1092	1005	858	752	707	602	574	501	480	394
4,25	1278	1160	1068	912	799	751	639	610	533	510	419
4,50	1354	1228	1131	965	846	795	677	646	564	540	443
4,75	1429	1296	1194	1019	893	840	714	682	595	570	468
5,00	1504	1364	1257	1073	940	884	752	718	627	600	493
5,25	1579	1433	1320	1126	987	928	790	754	658	630	517
5,50	1655	1501	1382	1180	1030	973	827	790	689	661	542
5,75	1730	1569	1445	1234	1077	1017	885	826	721	691	567
6,00	1805	1637	1508	1288	1124	1061	902	862	752	721	592

Área de utilización recomendable

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

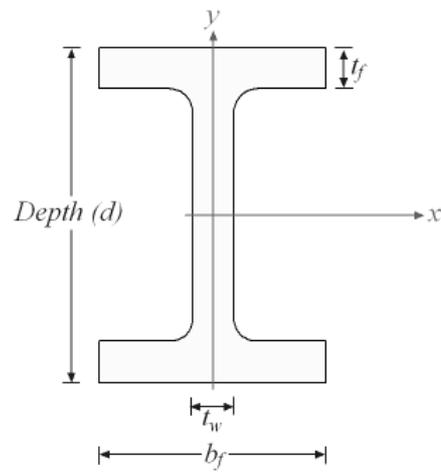
Tabla III Recomendación de diámetro de rodillos por ancho de banda

BANDA ø Rodillo	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
63,5	x	x	x								
70		x	x	x							
76		x	x	x	x						
89		x	x	x	x						
102			x	x	x	x					
108			x	x	x	x	x				
127				x	x	x	x	x			
133				x	x	x	x	x			
152,4						x	x	x	x		
159						x	x	x	x		
193,7									x	x	x

Fuente: Publicación de rodillos rotrans

ANEXO III

Figura 1 Perfil utilizado para la estructura del sistema



Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

Tabla I Factores de las características fundamentales en la aplicación para vigas de perfil I rebordes de acero inoxidable

in × bf/ft	Área (in ²)	d (in)	b _f (in)	t _f (in)	t _w (in)	I _{xx} (in ⁴)	Z _{xx} (in ³)	k _{xx} (in)	I _{yy} (in ⁴)	Z _{yy} (in ³)	k _{yy} (in)
W27 ×178	52.3	27.81	14.085	1.190	0.725	6990	502	11.6	555	78.8	3.26
W27 ×161	47.4	27.59	14.020	1.080	0.660	6280	455	11.5	497	70.9	3.24
W27 ×146	42.9	27.38	13.965	0.975	0.605	5630	411	11.4	443	63.5	3.21
W27 ×114	33.5	27.29	10.070	0.930	0.570	4090	299	11.0	159	31.5	2.18
W27 ×102	30.0	27.09	10.015	0.830	0.515	3620	267	11.0	139	27.8	2.15
W27 × 94	27.7	26.92	9.990	0.745	0.490	3270	243	10.9	124	24.8	2.12
W27 × 84	24.8	26.71	9.960	0.640	0.460	2850	213	10.7	106	21.2	2.07
W24 ×162	47.7	25.00	12.955	1.220	0.705	5170	414	10.4	443	68.4	3.05
W24 ×146	43.0	24.74	12.900	1.090	0.650	4580	371	10.3	391	60.5	3.01
W24 ×131	38.5	24.48	12.855	0.960	0.605	4020	329	10.2	340	53.0	2.97
W24 ×117	34.4	24.26	12.800	0.850	0.550	3540	291	10.1	297	46.5	2.94
W24 ×104	30.6	24.06	12.750	0.750	0.500	3100	258	10.1	259	40.7	2.91
W24 × 94	27.7	24.31	9.065	0.875	0.515	2700	222	9.87	109	24.0	1.98
W24 × 84	24.7	24.10	9.020	0.770	0.470	2370	196	9.79	94.4	20.9	1.95
W24 × 76	22.4	23.92	8.990	0.680	0.440	2100	176	9.69	82.5	18.4	1.92
W24 × 68	20.1	23.73	8.965	0.585	0.415	1830	154	9.55	70.4	15.7	1.87
W24 × 62	18.2	23.74	7.040	0.590	0.430	1550	131	9.23	34.5	9.80	1.38
W24 × 55	16.2	23.57	7.005	0.505	0.395	1350	114	9.11	29.1	8.30	1.34
W21 ×147	43.2	22.06	12.510	1.150	0.720	3630	329	9.17	376	60.1	2.95
W21 ×132	38.8	21.83	12.440	1.035	0.650	3220	295	9.12	333	53.5	2.93
W21 ×122	35.9	21.68	12.390	0.960	0.600	2960	273	9.09	305	49.2	2.92
W21 ×111	32.7	21.51	12.340	0.875	0.550	2670	249	9.05	274	44.5	2.90
W21 ×101	29.8	21.36	12.290	0.800	0.500	2420	227	9.02	248	40.3	2.89
W21 × 93	27.3	21.62	8.420	0.930	0.580	2070	192	8.70	92.9	22.1	1.84
W21 × 83	24.3	21.43	8.355	0.835	0.515	1830	171	8.67	81.4	19.5	1.83
W21 × 73	21.5	21.24	8.295	0.740	0.455	1600	151	8.64	70.6	17.0	1.81
W21 × 68	20.0	21.13	8.270	0.685	0.430	1480	140	8.60	64.7	15.7	1.80
W21 × 62	18.3	20.99	8.240	0.615	0.400	1330	127	8.54	57.5	13.9	1.77

Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

Tabla II (continuación) Factores de las características fundamentales en la aplicación para vigas de perfil I rebordes de acero inoxidable

in × bf/ft	Area (in ²)	d (in)	b _f (in)	t _f (in)	t _w (in)	I _{xx} (in ⁴)	Z _{xx} (in ³)	k _{xx} (in)	I _{yy} (in ⁴)	Z _{yy} (in ³)	k _{yy} (in)
W21 × 57	16.7	21.06	6.555	0.650	0.405	1170	111	8.36	30.6	9.35	1.35
W21 × 50	14.7	20.83	6.530	0.535	0.380	984	94.5	8.18	24.9	7.64	1.30
W21 × 44	13.0	20.66	6.500	0.450	0.350	843	81.6	8.06	20.7	6.36	1.26
W18 × 119	35.1	18.97	11.265	1.060	0.655	2190	231	7.90	253	44.9	2.69
W18 × 106	31.1	18.73	11.200	0.940	0.590	1910	204	7.84	220	39.4	2.66
W18 × 97	28.5	18.59	11.145	0.870	0.535	1750	188	7.82	201	36.1	2.65
W18 × 86	25.3	18.39	11.090	0.770	0.480	1530	166	7.77	175	31.6	2.63
W18 × 76	22.3	18.21	11.035	0.680	0.425	1330	146	7.73	152	27.6	2.61
W18 × 71	20.8	18.47	7.635	0.810	0.495	1170	127	7.50	60.3	15.8	1.70
W18 × 65	19.1	18.35	7.590	0.750	0.450	1070	117	7.49	54.8	14.4	1.69
W18 × 60	17.6	18.24	7.555	0.695	0.415	984	108	7.47	50.1	13.3	1.69
W18 × 55	16.2	18.11	7.530	0.630	0.390	890	98.3	7.41	44.9	11.9	1.67
W18 × 50	14.7	17.99	7.495	0.570	0.355	800	88.9	7.38	40.1	10.7	1.65
W18 × 46	13.5	18.06	6.060	0.605	0.360	712	78.8	7.25	22.5	7.43	1.29
W18 × 40	11.8	17.90	6.015	0.525	0.315	612	68.4	7.21	19.1	6.35	1.27
W18 × 35	10.3	17.70	6.000	0.425	0.300	510	57.6	7.04	15.3	5.12	1.22
W16 × 100	29.4	16.97	10.425	0.985	0.585	1490	175	7.10	186	35.7	2.51
W16 × 89	26.2	16.75	10.365	0.875	0.525	1300	155	7.05	163	31.4	2.49
W16 × 77	22.6	16.52	10.295	0.760	0.455	1110	134	7.00	138	26.9	2.47
W16 × 67	19.7	16.33	10.235	0.665	0.395	954	117	6.96	119	23.2	2.46
W16 × 57	16.8	16.43	7.120	0.715	0.430	758	92.2	6.72	43.1	12.1	1.60
W16 × 50	14.7	16.26	7.070	0.630	0.380	659	81.0	6.68	37.2	10.5	1.59
W16 × 45	13.3	16.13	7.035	0.565	0.345	586	72.7	6.65	32.8	9.34	1.57
W16 × 40	11.8	16.01	6.995	0.505	0.305	518	64.7	6.63	28.9	8.25	1.57
W16 × 36	10.6	15.86	6.985	0.430	0.295	448	56.5	6.51	24.5	7.00	1.52
W16 × 31	9.12	15.88	5.525	0.440	0.275	375	47.2	6.41	12.4	4.49	1.17
W16 × 26	7.68	15.69	5.500	0.345	0.250	301	38.4	6.26	9.59	3.49	1.12
W14 × 730	215.0	22.42	17.890	4.910	3.070	14300	1280	8.17	4720	527	4.69

Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

Tabla III (continuación) Factores de las características fundamentales en la aplicación para vigas de perfil I rebordes de acero inoxidable

in × bf/ft	Area (in ²)	d (in)	b _f (in)	t _f (in)	t _w (in)	I _{xx} (in ⁴)	Z _{xx} (in ³)	k _{xx} (in)	I _{yy} (in ⁴)	Z _{yy} (in ³)	k _{yy} (in)
W14 × 665	196.0	21.64	17.650	4.520	2.830	12400	1150	7.98	4170	472	4.62
W14 × 605	178.0	20.92	17.415	4.160	2.595	10800	1040	7.80	3680	423	4.55
W14 × 550	162.0	20.24	17.200	3.820	2.380	9430	931	7.63	3250	378	4.49
W14 × 500	147.0	19.60	17.010	3.500	2.190	8210	838	7.48	2880	339	4.43
W14 × 455	134.0	19.02	16.835	3.210	2.015	7190	756	7.33	2560	304	4.38
W14 × 426	125.0	18.67	16.695	3.035	1.875	6600	707	7.26	2360	283	4.34
W14 × 398	117.0	18.29	16.590	2.845	1.770	6000	656	7.16	2170	262	4.31
W14 × 370	109.0	17.92	16.475	2.660	1.655	5440	607	7.07	1990	241	4.27
W14 × 342	101.0	17.54	16.360	2.470	1.540	4900	559	6.98	1810	221	4.24
W14 × 311	91.4	17.12	16.230	2.260	1.410	4330	506	6.88	1610	199	4.20
W14 × 283	83.3	16.74	16.110	2.070	1.290	3840	459	6.79	1440	179	4.17
W14 × 257	75.6	16.38	15.995	1.890	1.175	3400	415	6.71	1290	161	4.13
W14 × 233	68.5	16.04	15.890	1.720	1.070	3010	375	6.63	1150	145	4.10
W14 × 211	62.0	15.72	15.800	1.560	0.980	2660	338	6.55	1030	130	4.07
W14 × 193	56.8	15.48	15.710	1.440	0.890	2400	310	6.50	931	119	4.05
W14 × 176	51.8	15.22	15.650	1.310	0.830	2140	281	6.43	838	107	4.02
W14 × 159	46.7	14.98	15.565	1.190	0.745	1900	254	6.38	748	96.2	4.00
W14 × 145	42.7	14.78	15.500	1.090	0.680	1710	232	6.33	677	87.3	3.98
W14 × 132	38.8	14.66	14.725	1.030	0.645	1530	209	6.28	548	74.5	3.76
W14 × 20	35.3	14.48	14.670	0.940	0.590	1380	190	6.24	495	67.5	3.74
W14 × 09	32.0	14.32	14.605	0.860	0.525	1240	173	6.22	447	61.2	3.73
W14 × 99	29.1	14.16	14.565	0.780	0.485	1110	157	6.17	402	55.2	3.71
W14 × 90	26.5	14.02	14.520	0.710	0.440	999	143	6.14	362	49.9	3.70
W14 × 82	24.1	14.31	10.130	0.855	0.510	882	123	6.05	148	29.3	2.48
W14 × 74	21.8	14.17	10.070	0.785	0.450	796	112	6.04	134	26.6	2.48
W14 × 68	20.0	14.04	10.035	0.720	0.415	723	103	6.01	121	24.2	2.46
W14 × 61	17.9	13.89	9.995	0.645	0.375	640	92.2	5.98	107	21.5	2.45
W14 × 53	15.6	13.92	8.060	0.660	0.370	541	77.8	5.89	57.7	14.3	1.92

Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

Tabla IV (continuación) Factores de las características fundamentales en la aplicación para vigas de perfil I rebordes de acero inoxidable

in × bf/ft	Area (in ²)	d (in)	b _f (in)	t _f (in)	t _w (in)	I _{xx} (in ⁴)	Z _{xx} (in ³)	k _{xx} (in)	I _{yy} (in ⁴)	Z _{yy} (in ³)	k _{yy} (in)
W14 × 48	14.1	13.79	8.030	0.595	0.340	485	70.3	5.85	51.4	12.8	1.91
W14 × 43	12.6	13.66	7.995	0.530	0.305	428	62.7	5.82	45.2	11.3	1.89
W14 × 38	11.2	14.10	6.770	0.515	0.310	385	54.6	5.87	26.7	7.88	1.55
W14 × 34	10.0	13.98	6.745	0.455	0.285	340	48.6	5.83	23.3	6.91	1.53
W14 × 30	8.85	13.84	6.730	0.385	0.270	291	42.0	5.73	19.6	5.82	1.49
W14 × 26	7.69	13.91	5.025	0.420	0.255	245	35.3	5.65	8.91	3.54	1.08
W14 × 22	6.49	13.74	5.000	0.335	0.230	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04
W12 × 336	98.8	16.82	13.385	2.955	1.775	4060	483	6.41	1190	177	3.47
W12 × 305	89.6	16.32	13.235	2.705	1.625	3550	435	6.29	1050	159	3.42
W12 × 279	81.9	15.85	13.140	2.470	1.530	3110	393	6.16	937	143	3.38
W12 × 252	74.1	15.41	13.005	2.250	1.395	2720	353	6.06	828	127	3.34
W12 × 230	67.7	15.05	12.895	2.070	1.285	2420	321	5.97	742	115	3.31
W12 × 210	61.8	14.71	12.790	1.900	1.180	2140	292	5.89	664	104	3.28
W12 × 190	55.8	14.38	12.670	1.735	1.060	1890	263	5.82	589	93.0	3.25
W12 × 170	50.0	14.03	12.570	1.560	0.960	1650	235	5.74	517	82.3	3.22
W12 × 152	44.7	13.71	12.480	1.400	0.870	1430	209	5.66	454	72.8	3.19
W12 × 136	39.9	13.41	12.400	1.250	0.790	1240	186	5.58	398	64.2	3.16
W12 × 120	35.3	13.12	12.320	1.105	0.710	1070	163	5.51	345	56.0	3.13
W12 × 106	31.2	12.89	12.220	0.990	0.610	933	145	5.47	301	49.3	3.11
W12 × 96	28.2	12.71	12.160	0.900	0.550	833	131	5.44	270	44.4	3.09
W12 × 87	25.6	12.53	12.125	0.810	0.515	740	118	5.38	241	39.7	3.07
W12 × 79	23.2	12.38	12.080	0.735	0.470	662	107	5.34	216	35.8	3.05
W12 × 72	21.1	12.25	12.040	0.670	0.430	597	97.4	5.31	195	32.4	3.04
W12 × 65	19.1	12.12	12.000	0.605	0.390	533	87.9	5.28	174	29.1	3.02
W12 × 58	17.0	12.19	10.010	0.640	0.360	475	78.0	5.28	107	21.4	2.51
W12 × 53	15.6	12.06	9.995	0.575	0.345	425	70.6	5.23	95.8	19.2	2.48
W12 × 50	14.7	12.19	8.080	0.640	0.370	394	64.7	5.18	55.3	13.9	1.96
W12 × 45	13.2	12.06	8.045	0.575	0.335	350	58.1	5.15	50.0	12.4	1.94

Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

Tabla V (continuación) Factores de las características fundamentales en la aplicación para vigas de perfil I rebordes de acero inoxidable.

in × bf/ft	Area (in ²)	d (in)	b _f (in)	t _f (in)	t _w (in)	I _{xx} (in ⁴)	Z _{xx} (in ³)	k _{xx} (in)	I _{yy} (in ⁴)	Z _{yy} (in ³)	k _{yy} (in)
W12 × 40	11.8	11.94	8.005	0.515	0.295	310	51.9	5.13	44.1	11.0	1.93
W12 × 35	10.3	12.50	6.560	0.520	0.300	285	45.6	5.25	24.5	7.47	1.54
W12 × 30	8.79	12.34	6.520	0.440	0.260	238	38.6	5.21	20.3	6.24	1.52
W12 × 26	7.65	12.22	6.490	0.380	0.230	204	33.4	5.17	17.3	5.34	1.51
W12 × 22	6.48	12.31	4.030	0.425	0.260	156	25.4	4.91	4.66	2.31	0.847
W12 × 19	5.57	12.16	4.005	0.350	0.235	130	21.3	4.82	3.76	1.88	0.822
W12 × 16	4.71	11.99	3.990	0.265	0.220	103	17.1	4.67	2.82	1.41	0.773
W12 × 14	4.16	11.91	3.970	0.225	0.200	88.6	14.9	4.62	2.36	1.19	0.753
W10 × 112	32.9	11.36	10.415	1.250	0.755	716	126	4.66	236	45.3	2.68
W10 × 100	29.4	11.10	10.340	1.120	0.680	623	112	4.60	207	40.0	2.65
W10 × 88	25.9	10.84	10.265	0.990	0.605	534	98.5	4.54	179	34.8	2.63
W10 × 77	22.6	10.60	10.190	0.870	0.530	455	85.9	4.49	154	30.1	2.60
W10 × 68	20.0	10.40	10.130	0.770	0.470	394	75.7	4.44	134	26.4	2.59
W10 × 60	17.6	10.22	10.080	0.680	0.420	341	66.7	4.39	116	23.0	2.57
W10 × 54	15.8	10.09	10.030	0.615	0.370	303	60.0	4.37	103	20.6	2.56
W10 × 49	14.4	9.98	10.000	0.560	0.340	272	54.6	4.35	93.4	18.7	2.54
W10 × 45	13.3	10.10	8.020	0.620	0.350	248	49.1	4.32	53.4	13.3	2.01
W10 × 39	11.5	9.92	7.985	0.530	0.315	209	42.1	4.27	45.0	11.3	1.98
W10 × 33	9.71	9.73	7.960	0.435	0.290	170	35.0	4.19	36.6	9.20	1.94
W10 × 30	8.84	10.47	5.810	0.510	0.300	170	32.4	4.38	16.7	5.75	1.37
W10 × 26	7.61	10.33	5.770	0.440	0.260	144	27.9	4.35	14.1	4.89	1.36
W10 × 22	6.49	10.17	5.750	0.360	0.240	118	23.2	4.27	11.4	3.97	1.33
W10 × 19	5.62	10.24	4.020	0.395	0.250	96.3	18.8	4.14	4.29	2.14	0.874
W10 × 17	4.99	10.11	4.010	0.330	0.240	81.9	16.2	4.05	3.56	1.78	0.844
W10 × 15	4.41	9.99	4.000	0.270	0.230	68.9	13.8	3.95	2.89	1.45	0.810
W10 × 12	3.54	9.87	3.960	0.210	0.190	53.8	10.9	3.90	2.18	1.10	0.785
W8 × 67	19.7	9.00	8.280	0.935	0.670	272	60.4	3.72	88.6	21.4	2.12
W8 × 58	17.1	8.75	8.220	0.810	0.510	228	52.0	3.65	75.1	18.3	2.10

Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

Tabla VI (continuación) Factores de las características fundamentales en la aplicación para vigas de perfil I rebordes de acero inoxidable

in × bf/ft	Área (in ²)	d (in)	b _f (in)	t _f (in)	t _w (in)	I _{xx} (in ⁴)	Z _{xx} (in ³)	k _{xx} (in)	I _{yy} (in ⁴)	Z _{yy} (in ³)	k _{yy} (in)
W8 × 48	14.1	8.50	8.110	0.685	0.400	184	43.3	3.61	60.9	15.0	2.08
W8 × 40	11.7	8.25	8.070	0.560	0.360	146	35.5	3.53	49.1	12.2	2.04
W8 × 35	10.3	8.12	8.020	0.495	0.310	127	31.2	3.51	42.6	10.6	2.03
W8 × 31	9.13	8.00	7.995	0.435	0.285	110	27.5	3.47	37.1	9.27	2.02
W8 × 28	8.25	8.06	6.535	0.465	0.285	98.0	24.3	3.45	21.7	6.63	1.62
W8 × 24	7.08	7.93	6.495	0.400	0.245	82.8	20.9	3.42	18.3	5.63	1.61
W8 × 21	6.16	8.28	5.270	0.400	0.250	75.3	18.2	3.49	9.77	3.71	1.26
W8 × 18	5.26	8.14	5.250	0.330	0.230	61.9	15.2	3.43	7.97	3.04	1.23
W8 × 15	4.44	8.11	4.015	0.315	0.245	48.0	11.8	3.29	3.41	1.70	0.876
W8 × 13	3.84	7.99	4.000	0.255	0.230	39.6	9.91	3.21	2.73	1.37	0.843
W8 × 10	2.96	7.89	3.940	0.205	0.170	30.8	7.81	3.22	2.09	1.06	0.841
W6 × 25	7.34	6.38	6.080	0.455	0.320	53.4	16.7	2.70	17.10	5.61	1.52
W6 × 20	5.87	6.20	6.020	0.365	0.260	41.4	13.4	2.66	13.30	4.41	1.50
W6 × 16	4.74	6.28	4.030	0.405	0.260	32.1	10.2	2.60	4.43	2.20	0.966
W6 × 15	4.43	5.99	5.990	0.260	0.230	29.1	9.72	2.56	9.32	3.11	1.46
W6 × 12	3.55	6.03	4.000	0.280	0.230	22.1	7.31	2.49	2.99	1.50	0.918
W6 × 9	2.68	5.90	3.940	0.215	0.170	16.4	5.56	2.47	2.19	1.11	0.905
W5 × 19	5.54	5.15	5.030	0.430	0.270	26.2	10.2	2.17	9.13	3.63	1.28
W5 × 16	4.68	5.01	5.000	0.360	0.240	21.3	8.51	2.13	7.51	3.00	1.27
W4 × 13	3.83	4.16	4.060	0.345	0.280	11.3	5.46	1.72	3.86	1.90	1.00

Fuente: publicación de EFUNDA *ingeniería fundamental*

ANEXO IV

Las figuras que se encuentran en este apartado hace referencia al uso del programa asistido por computadora Auto-CAD, que tiene como fin facilitar al plasmar las ideas en dibujos, y en este caso los dibujos son planos que tiene diferentes escalas y los cuales cuentan con sus respectivas medidas señaladas con cotas que marcan las distancias y dentro de estas se tienen los planos de vista planta, elevación e isométricos los cuales se pueden observar detalladamente en las figuras correspondientes al anexo citado.

Figura 1 Vista de planta del área superficial de almacenaje disponible

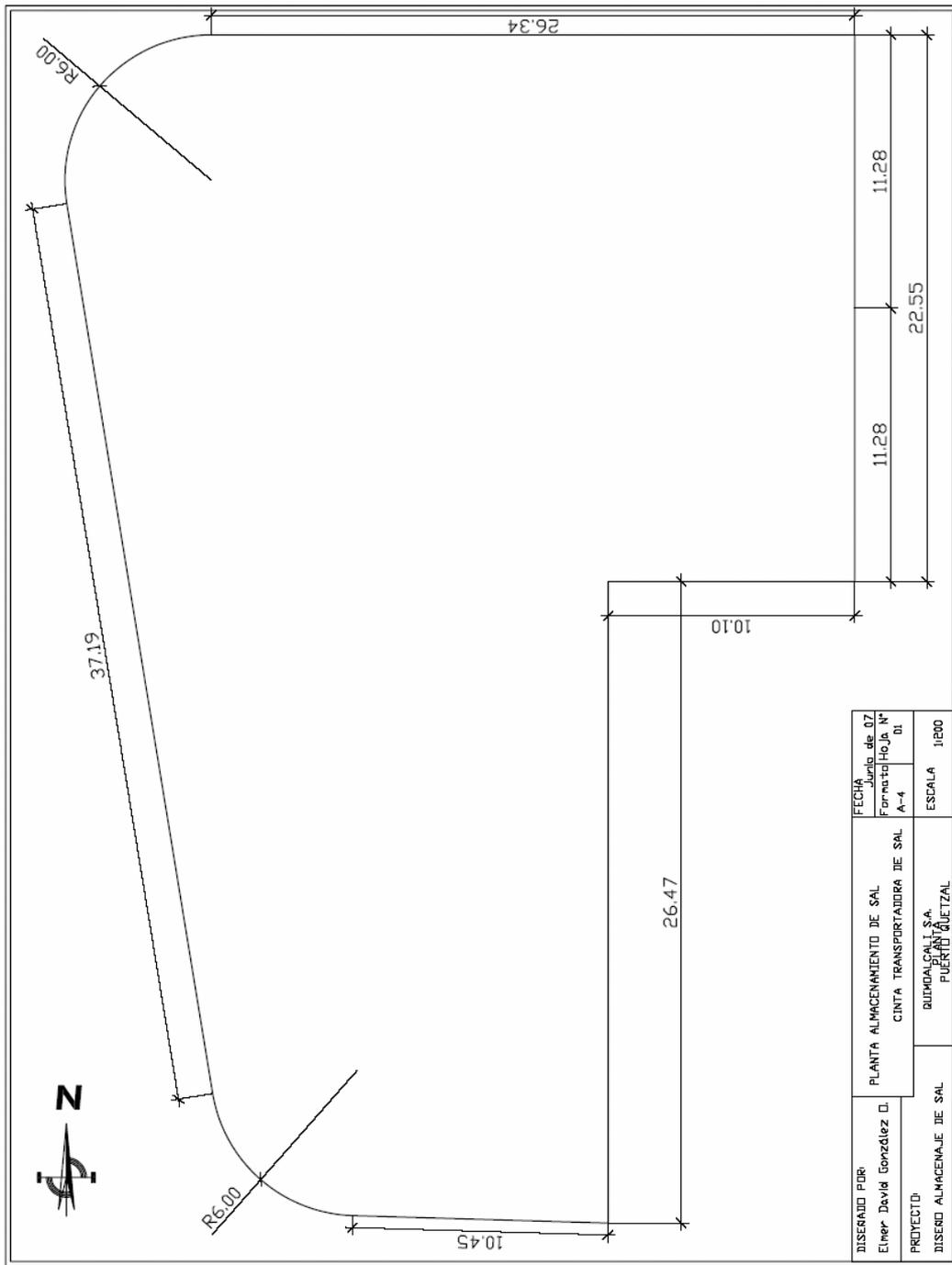


Figura 2 Vista de planta de la sección A-A´

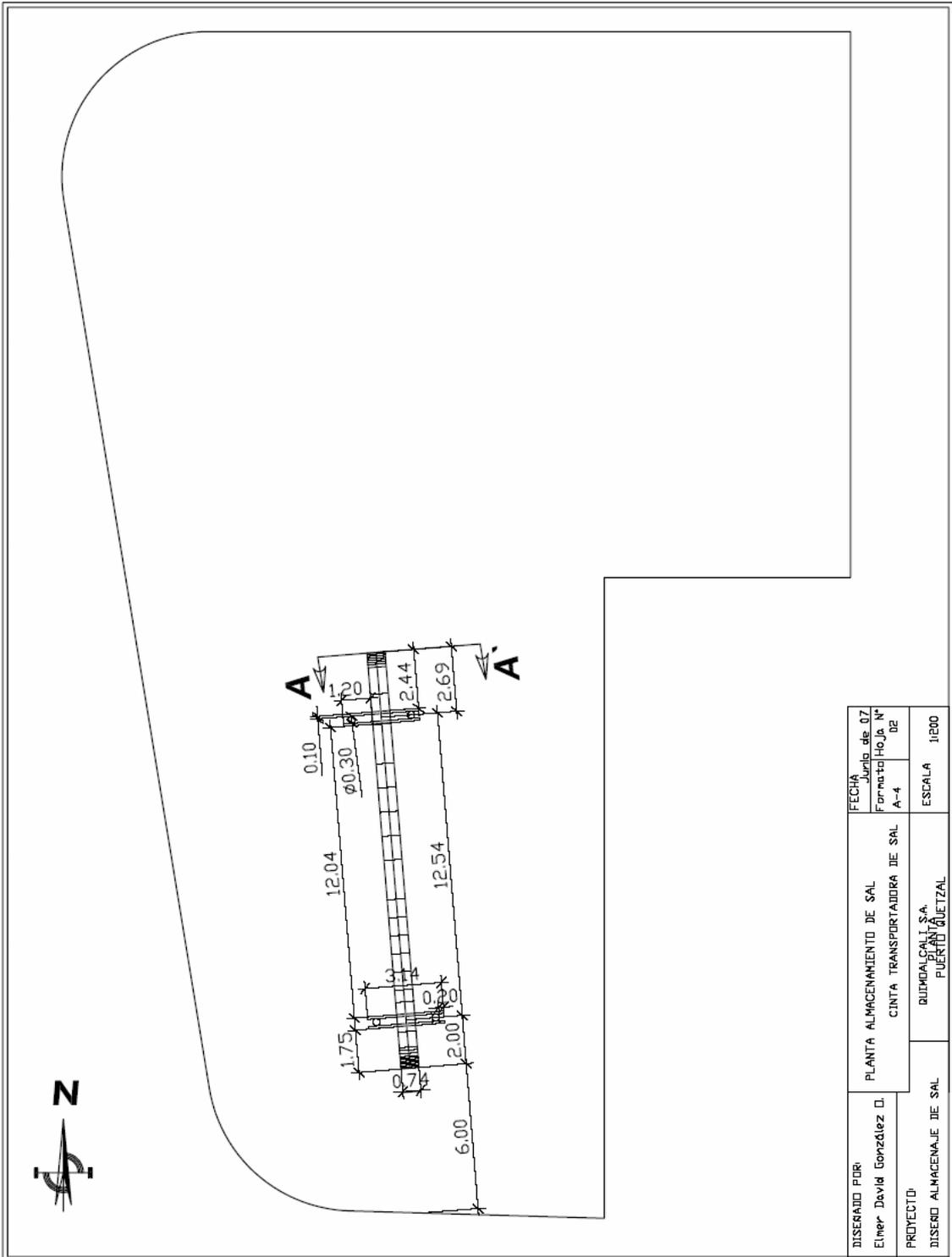


Figura 3 Vista de planta de la sección A-A' a B-B'

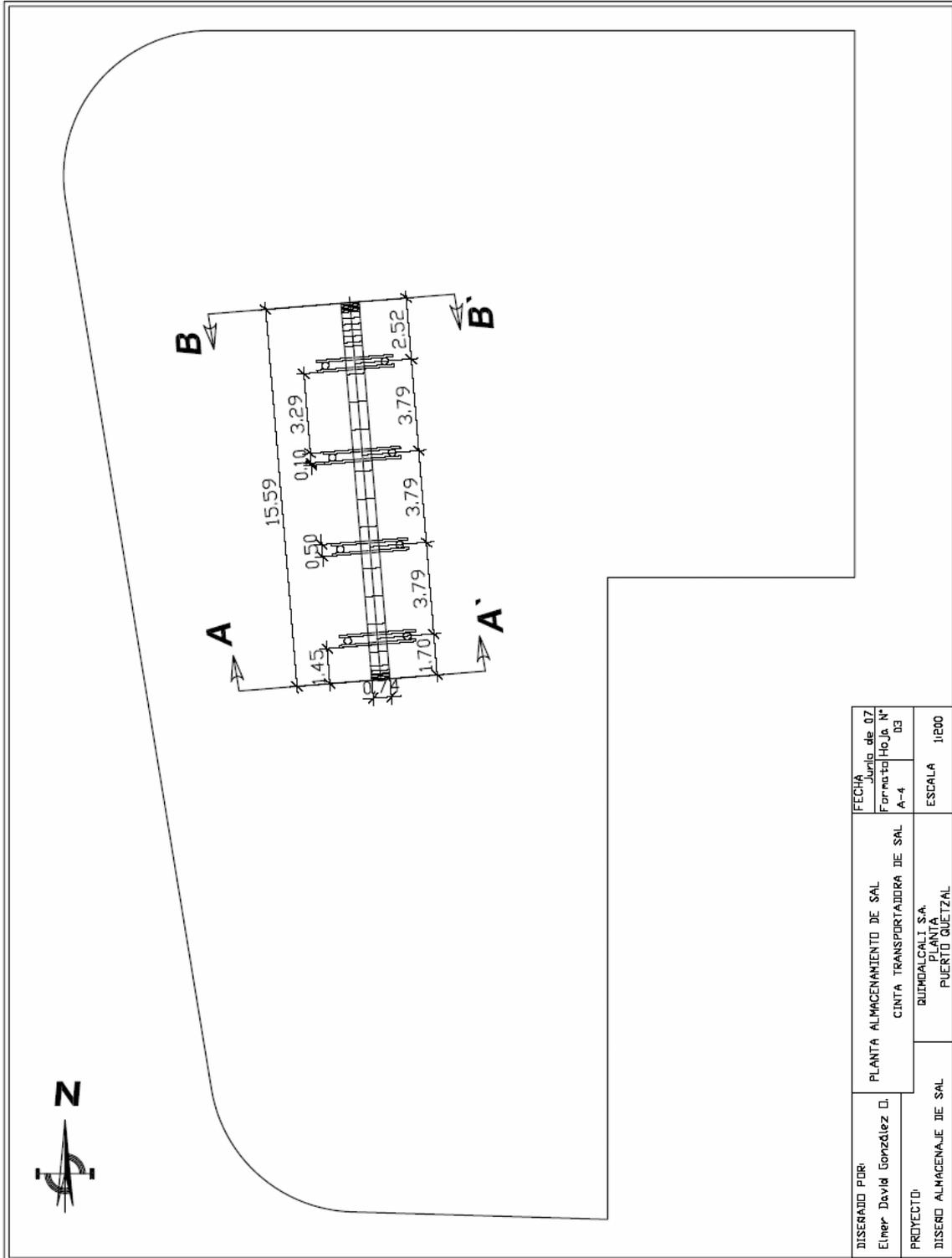


Figura 4 Vista de planta del corte de la sección B-B' a C-C'

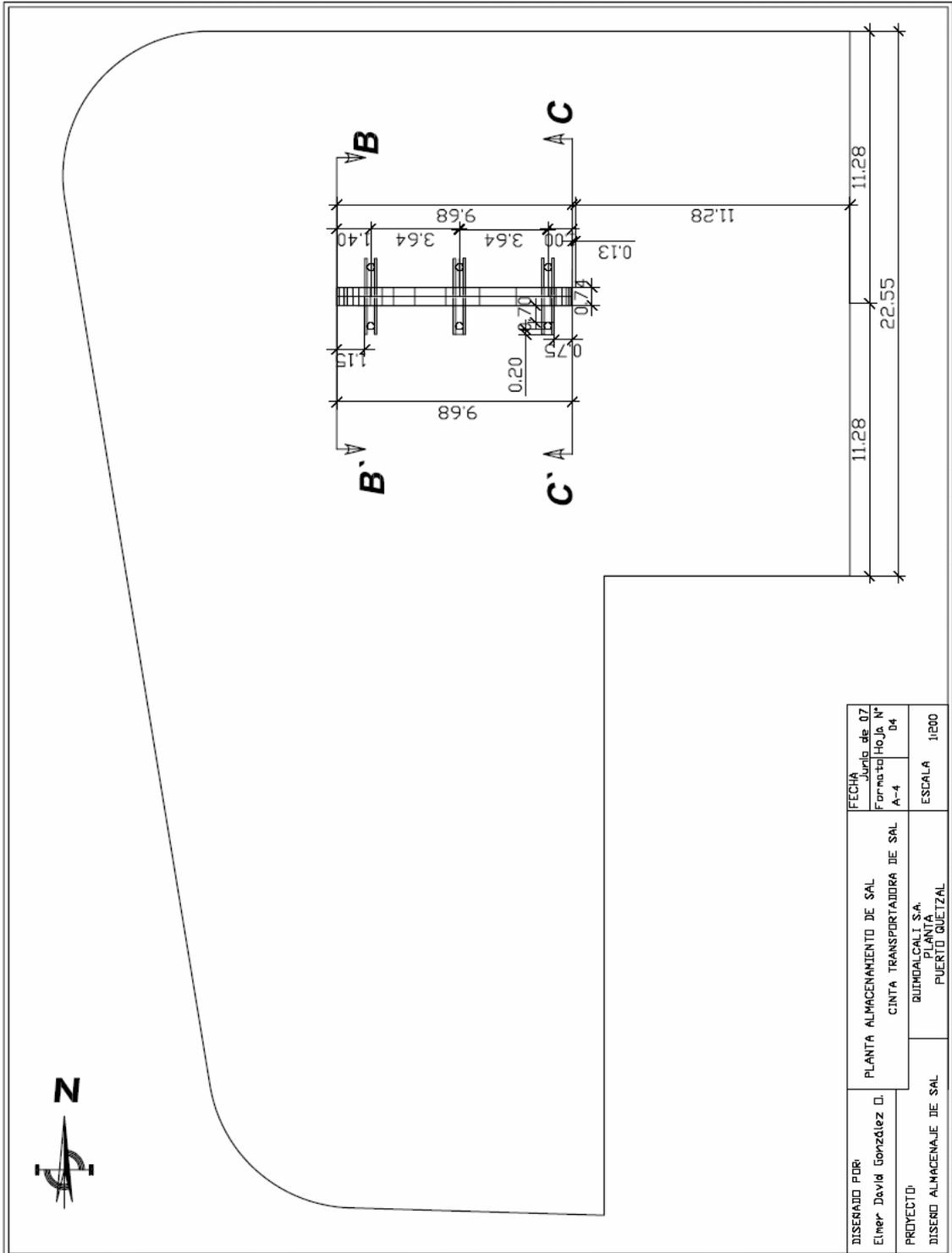


Figura 5 Vista de planta de la estructura

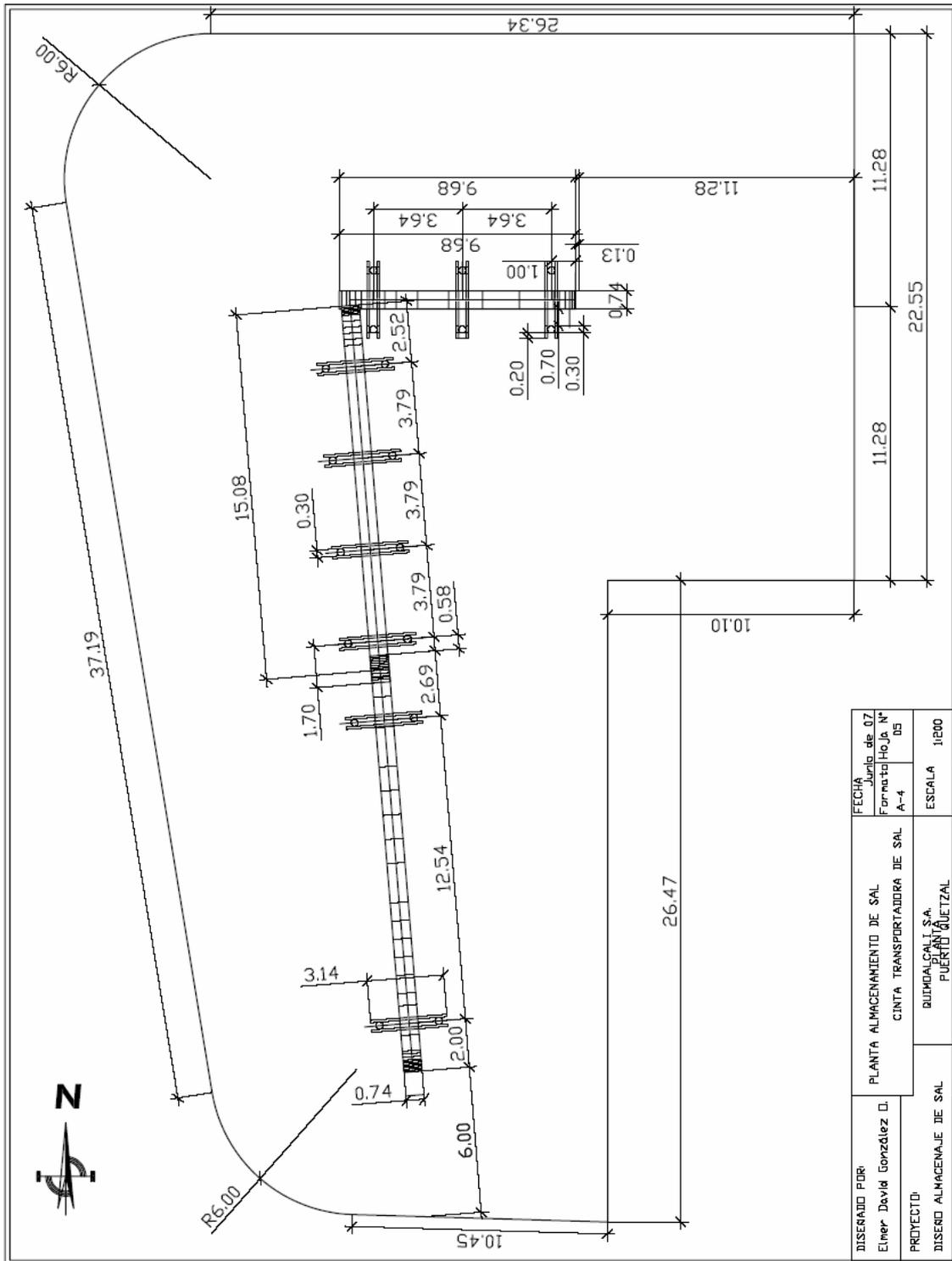


Figura 6 Elevación de corte de la sección A-A'

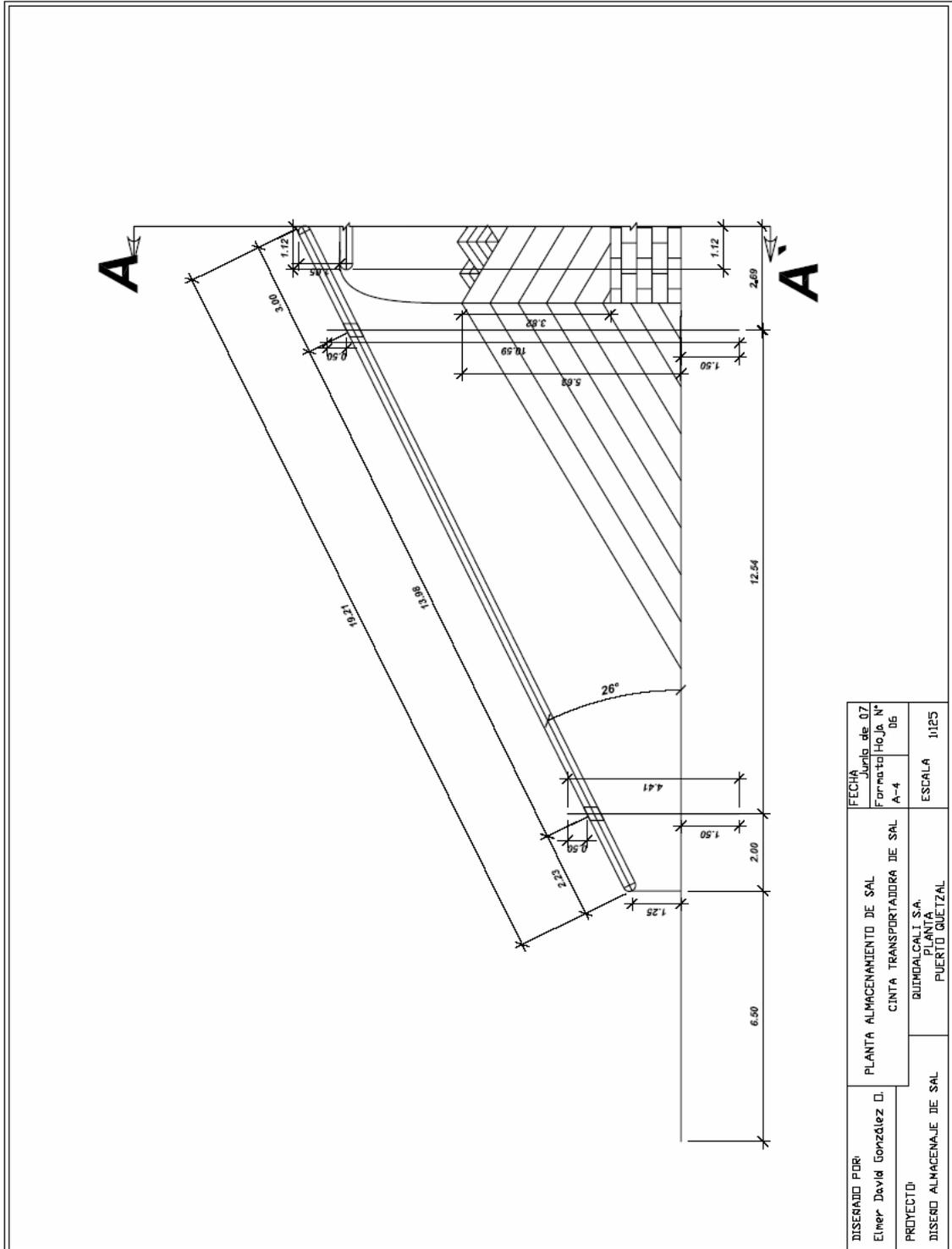


Figura 7 Elevación del corte de la sección de A-A' a B-B'

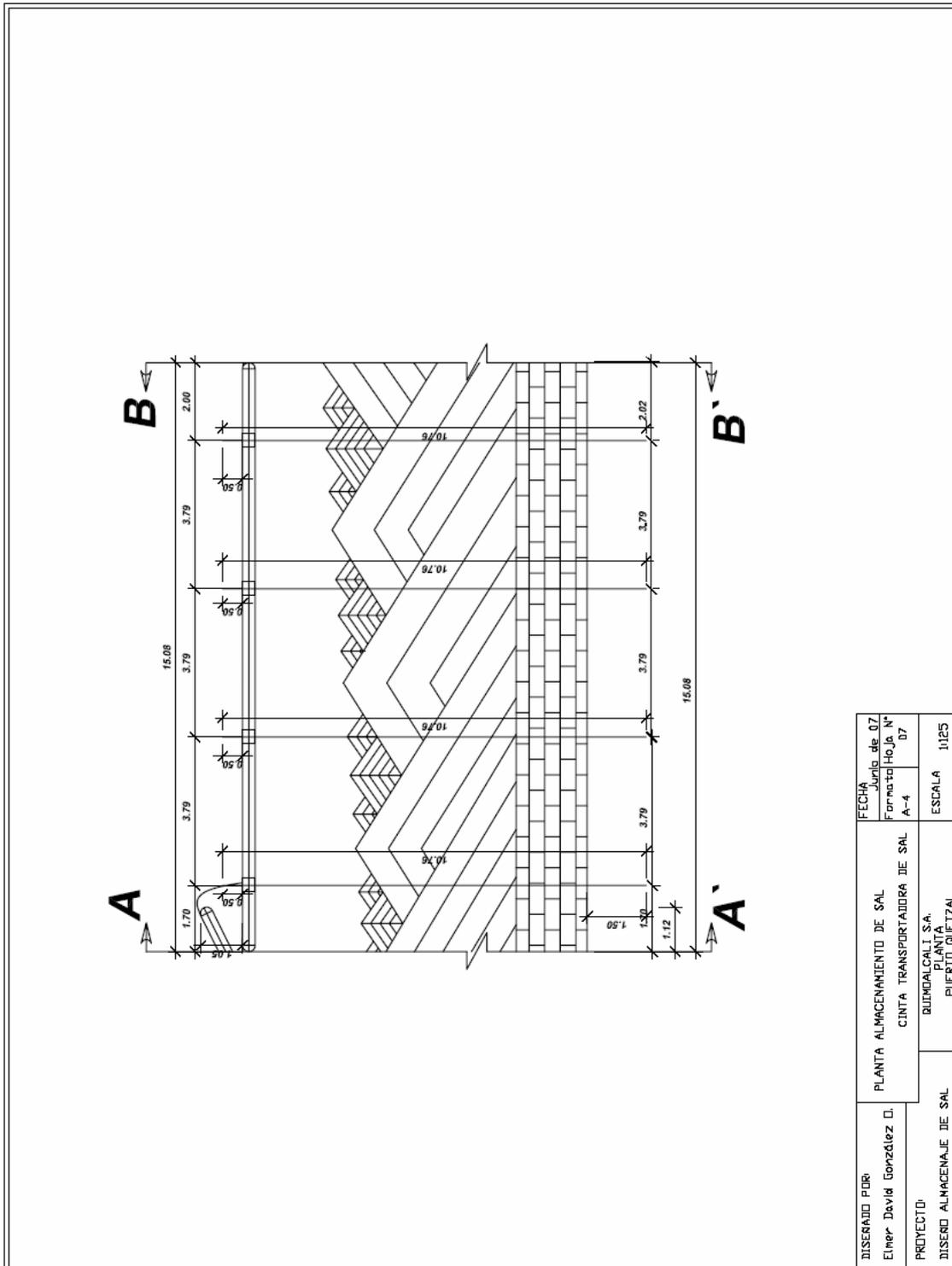


Figura 8 Elevación de corte de la sección B-B' a C-C'

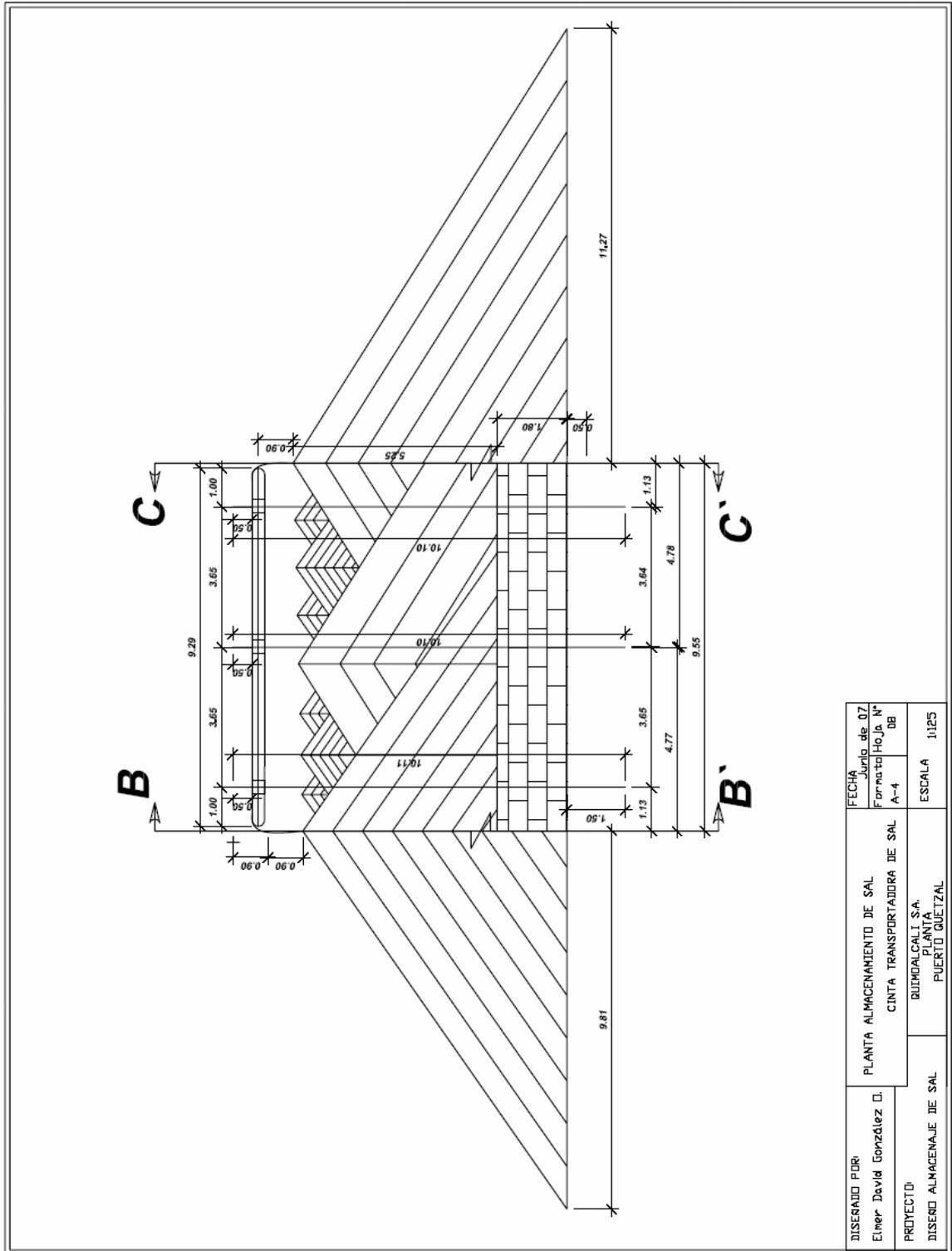


Figura 9 Plano isométrico de la estructura de la cinta 1 con un ángulo de inclinación

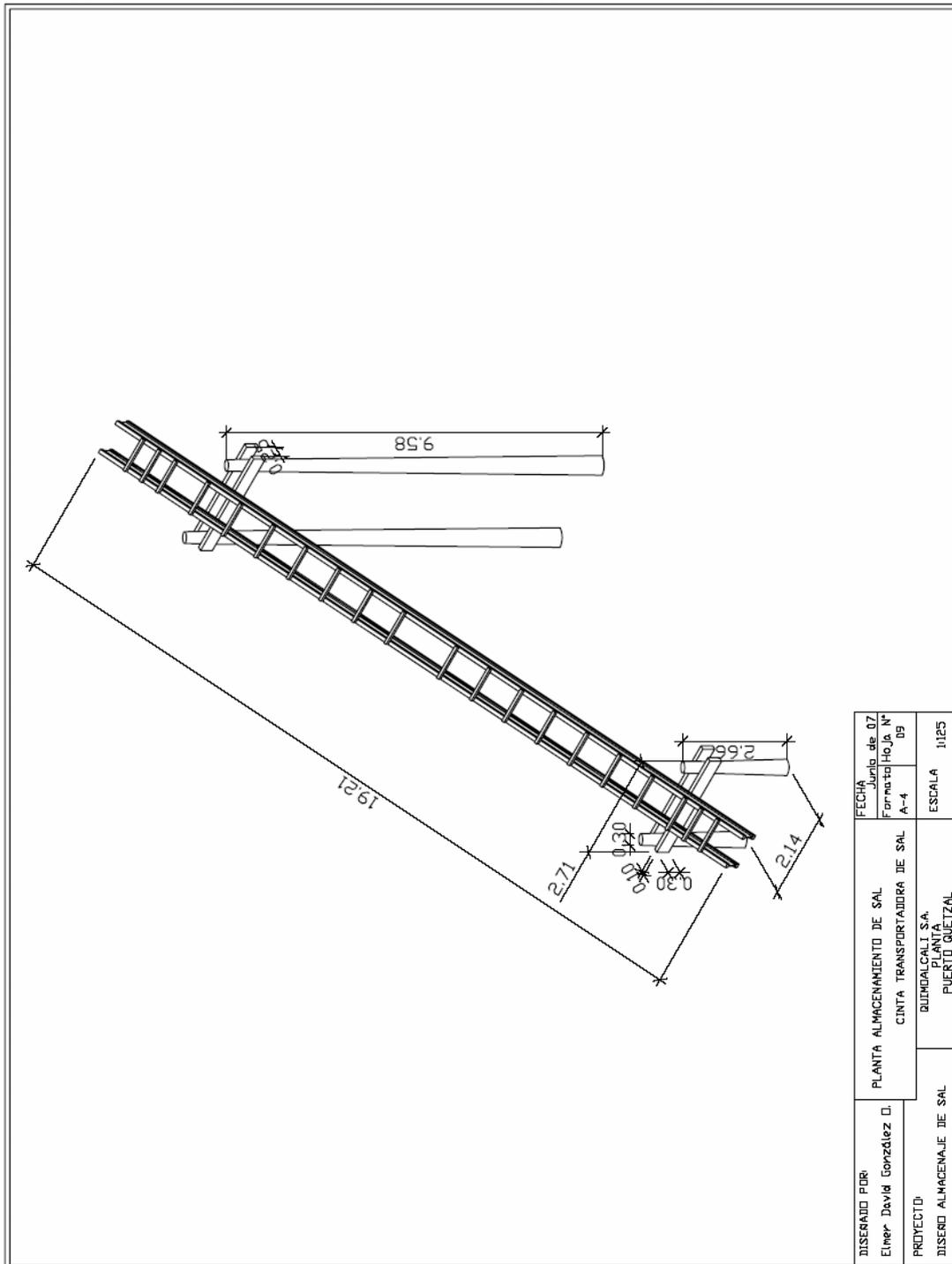


Figura 10 Plano isométrico de la estructura de la cinta 2

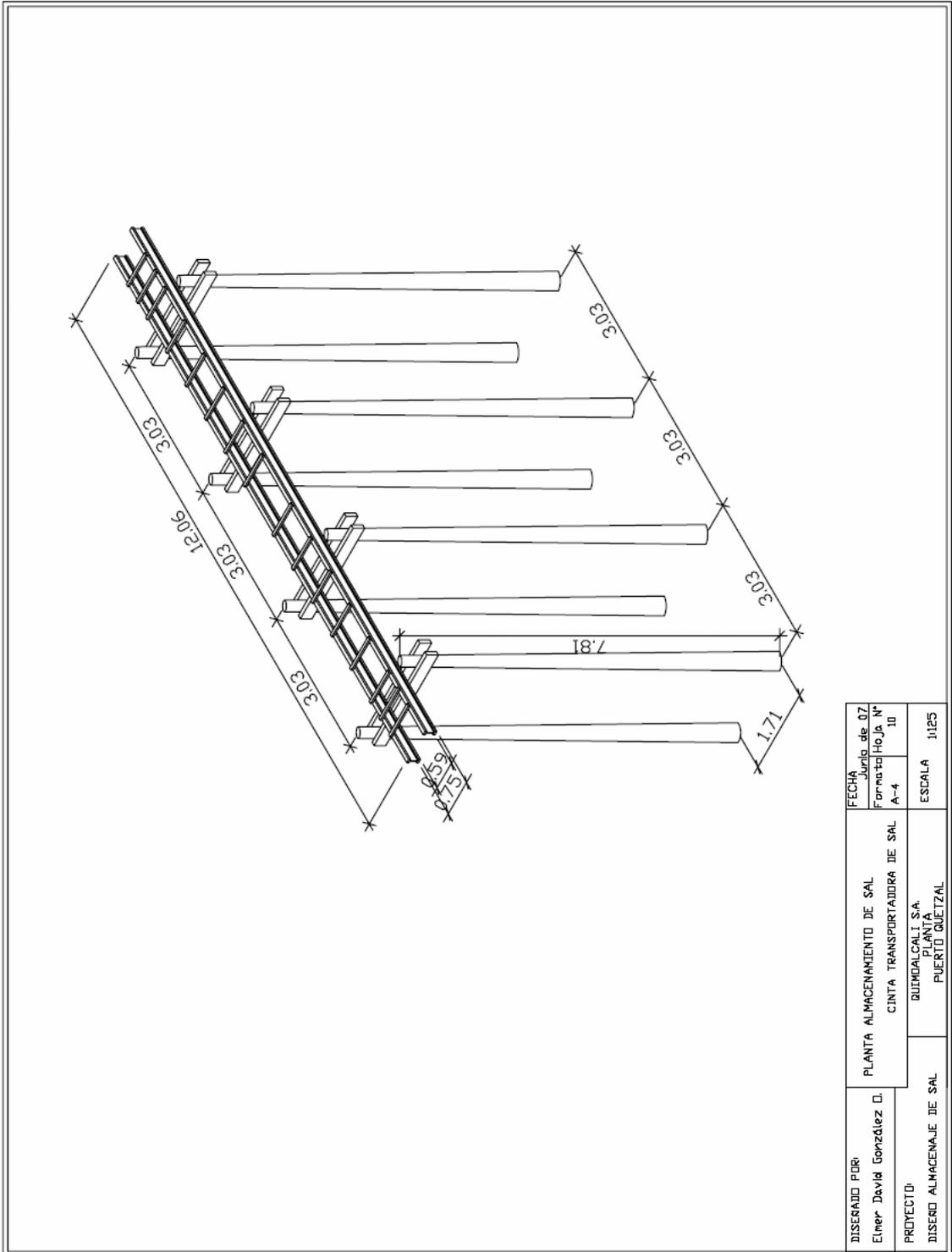
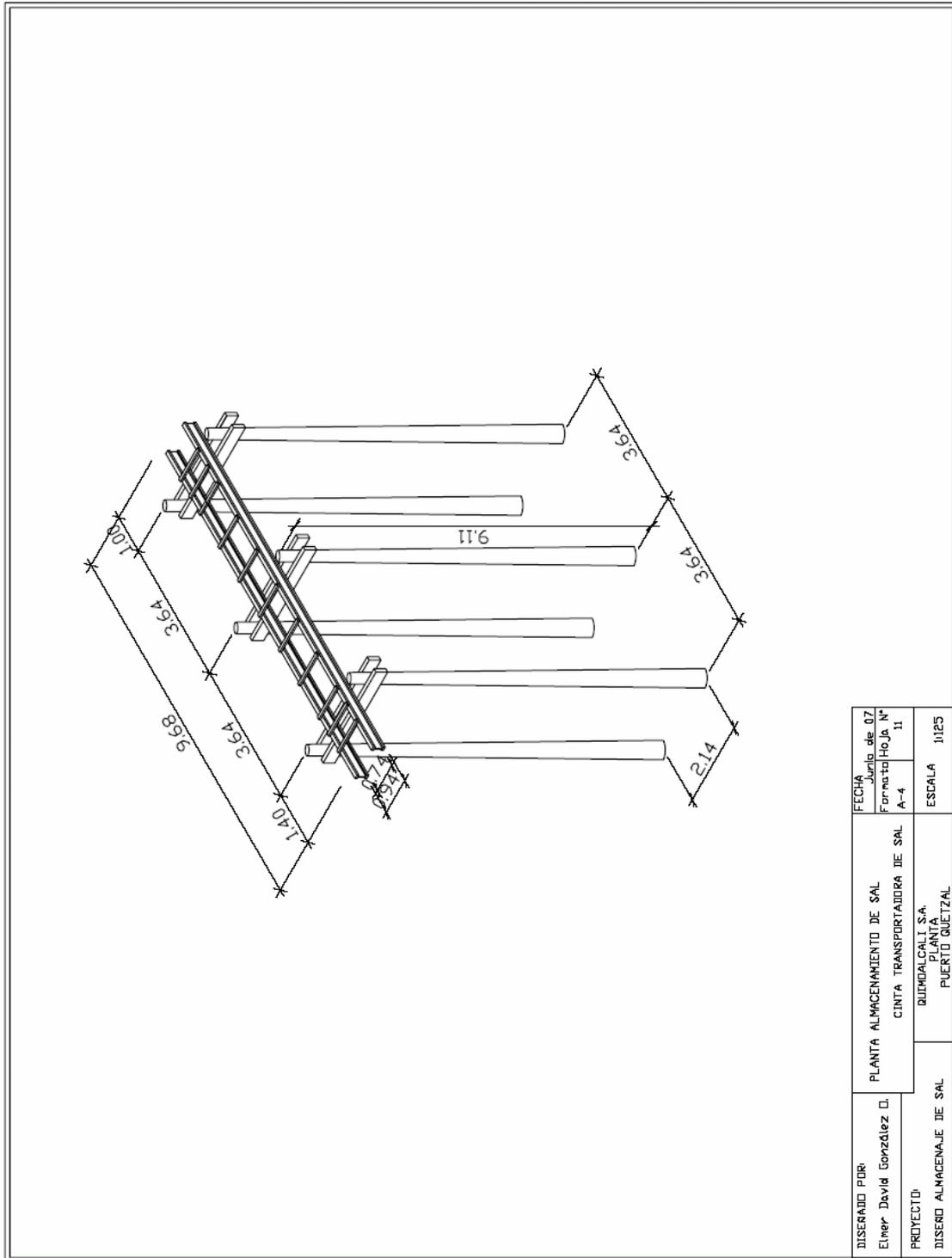


Figura 11 Plano isométrico de la estructura de la cinta 3



DISEÑADO POR: Elmer David González D.	PLANTA ALMACENAMIENTO DE SAL CINTA TRANSPORTADORA DE SAL	FECHA: Junio de 07
PROYECTO: DISEÑO ALMACENAJE DE SAL	BUJIMACALI S.A. PLANTA PUERTO QUETZAL	Formato/Hoja N°: A-4 / 11
		ESCALA: 1:125