

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Adaptación de bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de la cabeza de fajas transportadoras de minerales-Indumetsa Ingenieros SAC-Arequipa**

Italo Daniel Arce Chancayaur

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y a la empresa, que me dio la oportunidad de ejercer mi carrera y poder desarrollarme profesionalmente.

## **DEDICATORIA**

A las personas que estuvieron a mi lado en los momentos más difíciles de mis estudios, y que me incentivaron a continuar con mi carrera.

# ÍNDICE

<b>Agradecimiento</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>x</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>xii</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>15</b>
<b>ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>15</b>
1.1. Datos generales de la empresa .....	15
1.2. Actividades de la empresa .....	16
1.2.1. Fabricación, montaje y mantenimiento .....	16
1.3. Reseña histórica de la empresa.....	16
1.3.1. Ubicación geográfica .....	17
1.3.2. Valores .....	17
1.3.3. Políticas.....	18
1.4. Organigrama de la empresa .....	20
1.5. Visión y misión .....	21
1.5.1. Visión.....	21
1.5.2. Misión .....	21
1.6. Bases legales o documentos administrativos .....	21
1.6.1. Códigos y normas de soldadura .....	21
1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales ...	22
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa .....	22
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>24</b>
<b>ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES</b> .....	<b>24</b>
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional del proyecto.....	24
2.1.1. Descripción del área de la obra .....	25
2.1.2. Ubicación geográfica .....	25
2.1.3. Ubicación política .....	25

2.1.4. Condiciones climatológicas y de relieve .....	26
2.1.5. Altitud del área de la obra.....	27
2.1.6. Vías de acceso .....	27
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional .....	28
2.3. Objetivos de la actividad profesional.....	28
2.3.1. Objetivo general .....	28
2.3.2. Objetivos específicos.....	29
2.4. Justificación de la actividad profesional .....	29
2.4.1. Justificación teórica .....	29
2.4.2. Justificación práctica .....	30
2.4.3. Justificación metodológica.....	30
2.5. Resultados esperados .....	30
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>31</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>31</b>
3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas .....	31
3.1.1. Conceptos básicos .....	31
3.1.1.1. Planta concentradora.....	31
3.1.1.2. Procesos de una planta concentradora .....	32
3.1.1.3. Chancadoras .....	32
3.1.1.4. Molinos .....	33
3.1.1.5. Flotación .....	34
3.1.1.6. Filtrado.....	34
3.1.1.7. Fajas transportadoras de minerales .....	34
3.1.2. Material contaminante .....	37
3.1.2.1. Material particulado (PM).....	37
3.1.2.2. Fuentes de PM .....	38
3.1.2.3. Polvo.....	38
3.1.2.4. Origen de los polvos minerales en la minería.....	39
3.1.2.5. Dispersión de los polvos minerales en el área de chancado de minerales .....	40
3.1.2.6. Fuentes de exposición .....	40
3.1.2.7. Material de distribución en fajas transportadoras .....	40
3.1.2.8. Cedazos vibratorios .....	41

3.1.2.9. Chutes de descarga.....	41
3.1.2.10.Chancadoras secundarias y terciarias .....	41
3.1.3. Sistema de captación de polvo.....	42
3.1.3.1. Hoods de captación .....	42
3.1.3.2. Las “enclosing hoods” .....	42
3.1.3.3. Equipo de filtrado .....	43
3.1.3.4. Chimenea de descarga de aire limpio.....	45
3.1.4. Ventiladores .....	45
3.1.4.1. Tipos de ventiladores.....	47
3.2. Estudio definitivo del proyecto de cálculos justificativos .....	48
3.2.1. Normas usadas en el proyecto .....	48
3.2.2. Cálculos justificativos de la bandeja recolectora de polvo.....	49
3.2.2.1. Consideraciones del diseño .....	49
3.2.3. Requerimiento del proyecto.....	52
3.2.4. Obras mecánicas.....	53
3.2.4.1. Sistema de colección de material fino .....	53
3.3. Criterios básicos del proyecto .....	56
3.3.1. Obras preliminares .....	56
3.3.2. Elaboración de ingeniería de detalle .....	56
3.4. Instalación de campamento y facilidades de obra .....	56
3.4.1. Montaje en obra.....	57
3.4.1.1. Soportes diseñados para bandeja colectora de polvo .....	58
3.4.1.2. Ensamblaje de bandeja colectora .....	58
3.5. Características del equipamiento para el montaje de bandeja.....	60
3.5.1. Lista de materiales y equipos .....	60
3.5.2. Control del proyecto .....	62
3.5.3. Peligros / riesgos, aspectos e impactos .....	63
3.6. Plan de montaje de bandeja colectora de polvo .....	63
3.6.1. Objetivo del plan de montaje para control de riesgos.....	63
3.6.2. Responsables del proyecto .....	64
3.6.2.1. Supervisor de campo .....	64
3.6.2.2. Supervisor de seguridad .....	65
3.6.2.3. Personal operativo .....	65

3.6.3. Requerimientos para poner en marcha el proyecto.....	67
3.6.3.1. Requerimiento de personal.....	67
3.6.3.2. Requerimiento de equipo de protección personal.....	68
3.6.3.3. Requerimiento de equipos .....	68
3.6.3.4. Requerimiento de herramientas.....	68
3.6.3.5. Requerimiento de materiales .....	69
3.6.4. Traslado de equipos, herramientas y materiales .....	69
3.6.5. Ingreso al área de trabajo.....	70
3.6.6. Montaje de equipos .....	70
3.6.6.1. Armado de andamios.....	70
3.6.6.2. Montaje de bandeja colectora de polvo .....	72
3.6.6.3. Ubicación de la bandeja colectora de polvo.....	73
3.6.6.4. Posición final de bandeja colectora de polvo .....	74
3.6.6.5. Nivel topográfico de bandeja colectora .....	77
3.6.6.6. Instalación de geomembrana de 2 mm.....	78
3.6.6.7. Instalación de tuberías de hidro de 3" .....	79
3.6.6.8. Montaje de polín presor .....	80
3.6.6.9. Montaje de raspadores .....	81
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>87</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....</b>	<b>87</b>
4.1. Descripción de las actividades profesionales.....	87
4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales .....	87
4.1.1.1. Aspecto administrativo.....	87
4.1.1.2. Aspecto técnico-económico .....	87
4.1.1.3. Aspecto de gestión de planeamiento .....	88
4.1.2. Alcance de las actividades profesionales .....	88
4.1.3. Entregables de las actividades profesionales.....	89
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	91
4.2.1. Metodología.....	91
4.2.1.1. Métodos usados en proyectos .....	92
4.2.2. Técnicas .....	93
4.2.3. Instrumentos.....	95
4.2.3.1. Dentro de la técnica de la observación los instrumentos utilizados son .....	95



4.2.3.2. Dentro de la técnica documental los instrumentos utilizados son.....	95
4.2.3.3. Dentro de la técnica del internet los instrumentos utilizados son.....	96
4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades .	96
4.3. Ejecución de las actividades profesionales.....	97
4.3.1. Cronograma de actividades realizadas .....	97
4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales ....	97
4.3.2.1. Inspección y análisis de la orden de trabajo .....	97
4.3.2.2. Plan de trabajo.....	97
4.3.2.3. Elaboración de documentos de inspección y actas para solicitar la conformidad del servicio .....	99
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>101</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>101</b>
5.1. Resultados de las actividades realizadas .....	101
5.2. Logros alcanzados.....	102
5.2.1. En el ámbito del proyecto .....	102
5.2.2. En el ámbito personal.....	102
5.3. Dificultades .....	102
5.4. Planeamiento de mejoras .....	103
5.4.1. Metodologías propuestas .....	103
5.4.2. Descripción de la implementación.....	104
5.5. Lecciones aprendidas .....	104
5.6. Aportes de bachiller en la empresa.....	104
5.6.1. En el aspecto cognoscitivo .....	104
5.6.2. En el aspecto procedimental .....	105
5.6.3. En el aspecto actitudinal.....	105
<b>Conclusiones.....</b>	<b>106</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>107</b>
<b>Lista de referencias.....</b>	<b>108</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>110</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alcances para el montaje de bandeja colectora de polvo.....	54
Tabla 2. Lista de materiales y equipos .....	61
Tabla 3. Peligros de riesgo.....	63
Tabla 4. Personal para proyecto .....	67
Tabla 5. Protección personal.....	68
Tabla 6. Equipos necesarios .....	68
Tabla 7. Herramientas para proyecto .....	68
Tabla 8. Materiales.....	69
Tabla 9. Documentos entregados al inicio de proyecto.....	90
Tabla 10. Documentos entregados al fin de proyecto .....	91
Tabla 11. Equipos y materiales .....	96
Tabla 12. Plan de montaje en mantenimiento de planta .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Indumetsa Ingenieros S. A. C.....	17
Figura 2. Organigrama estructural de la empresa.....	20
Figura 3. Ubicación del yacimiento minero.....	26
Figura 4. Chancado.....	33
Figura 5. Partes de una faja transportadora.....	36
Figura 6. Faja transportadora.....	37
Figura 7. Tamaño de partículas.....	38
Figura 8. Captador de polvo tipo campana. ....	43
Figura 9. Sistema de ductos externo.....	43
Figura 10. Equipo de filtrado de polvo.....	44
Figura 11. Comportamientos típicos de ventilador centrífugos.....	46
Figura 12. Ventilador centrífugo. ....	48
Figura 13. Bandeja colectora de polvo.....	49
Figura 14. Bandeja colectora de polvo, con sus cargas respectivas.....	50
Figura 15. Designación de cargas de la bandeja colectora de polvo.....	50
Figura 16. Factor de seguridad de la bandeja colectora de polvo.....	51
Figura 17. Esfuerzo máximo de la bandeja colectora de polvo.....	51
Figura 18. Esfuerzos $F_y$ y $F_u$ de aceros estructurales. ....	52
Figura 19. Emisión de polvo de la faja transportadora.....	55
Figura 20. Evaluación de la concentración con los límites de protección.....	55
Figura 21. Ubicación de campamento.....	57
Figura 22. Bandeja colectora de polvo.....	58
Figura 23. Ubicación de la bandeja colectora de polvo.....	58
Figura 24. Bandeja ensamblada, vista de planta.....	59
Figura 25. Bandeja ensamblada, vista frontal.....	60
Figura 26. Bandeja ensamblada, vista isométrica.....	60
Figura 27. Bandeja colectora de polvo.....	73
Figura 28. Bandeja colectora de polvo.....	73
Figura 29. Ubicación de bandeja colectora de polvo.....	74
Figura 30. Área de montaje de bandeja colectora de polvo.....	74
Figura 31. Bandeja montada.....	77

Figura 32. Estación total Leica TS 06 plus 3" R500 faja cv017 .....	78
Figura 33. Toma de medidas con estación topográfica .....	78
Figura 34. Forrado de bandeja con geomembrana .....	79
Figura 35. Armado de tubería hidro 3" .....	80
Figura 36. Instalación de polín presor .....	81
Figura 37. Armado de raspadores.....	83
Figura 38. Ubicación de raspadores terciarios y de cuarto orden .....	83
Figura 39. Montaje de quena de aire.....	84
Figura 40. Montaje de quena de agua.....	84
Figura 41. Torque de pernos.....	85
Figura 42. Tabla de torques. Tomado de lmtor .....	85
Figura 43. Posición de raspadores y polín presor .....	86
Figura 44. Cronograma de actividades .....	97

## RESUMEN

La sociedad minera Cerro Verde S. A. A. (SMCV), una subsidiaria de *Freeport-McMoRan*, opera una mina de cobre a tajo abierto. Actualmente, SMCV explota sus reservas mineras constituidas por sulfuros secundarios provenientes del tajo abierto Cerro Verde y Santa Rosa, y uno de los procesos de obtención de cobre es mediante la tecnología de lixiviación en pilas. El presente informe proporciona los detalles para el proyecto “*Adaptación de bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de la cabeza de fajas transportadoras de minerales*”. Donde se tiene como objetivo, adaptar la bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de la cabeza de fajas transportadoras de minerales-Indumetsa ingenieros SAC-Arequipa. Se obtuvo como resultado la eliminación del polvo en la operación de las fajas transportadoras, permitiendo realizar los trabajos de manera segura sin estar expuestos a la polución y permitirá realizar la limpieza más rápido.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe titulado “*Adaptación de bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de la cabeza de las fajas transportadoras de minerales*”; investiga sobre la presencia de material fino acumulado, la polución generada durante la operación de las fajas transportadoras, (transportan mineral procedente del chancado terciario) y las interferencias para el personal de trabajo para realizar sus actividades laborales (dificultad en la limpieza del material cuando la faja se encuentra en movimiento y la exposición del personal de trabajo a la polución), se ha propuesto instalar un sistema de captación de polvo.

Los centros mineros del sur dedicados a la explotación de minerales, tienen un proceso de transformación del mineral, donde uno de sus procesos es transportar el mineral por fajas transportadoras, ahí se realizó un proyecto para el montaje de un sistema de eliminación de polvo de los minerales, conjuntamente con la adaptación de una bandeja tipo chute que se instaló en la zona de retorno de la faja, en el ingreso al chute de descarga hacia las otras fajas, en el chancado terciario de la concentradora.

Para el proyecto se han definido y detallado los trabajos que se requieren en la construcción:

Obras mecánicas.

En tal sentido el presente estudio se ha dividido en capítulos que a continuación se detallan:

El Capítulo I, de los aspectos generales, se da a conocer la descripción de la empresa, reseña histórica, actividades que realiza, estructura orgánica y la descripción del área y cargo de las actividades profesionales.

En el Capítulo II se describen los aspectos generales de las actividades profesionales, tales como antecedentes, objetivo, justificación y resultados esperados.

En el Capítulo III se describen las bases teóricas de las actividades realizadas.

En el Capítulo IV se describen las actividades profesionales, sus aspectos técnicos y ejecución.

En el Capítulo V se describen los resultados finales de las actividades realizadas, asimismo, los logros, dificultades, mejoras y aportes.

Al término del estudio, se anotan las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. Datos generales de la empresa**

Conformado por un grupo humano de peruanos altamente capacitados y calificados, que cuentan con varios años de experiencia.

Se cuenta con ingenieros mecánicos, técnicos caldereros, técnicos armadores y soldadores homologados (3G, 4G y 6G).

<b>RUC</b>	: 20454938144
<b>Razón Social</b>	: Indumetsa Ingenieros S. A. C.
<b>Tipo Empresa</b>	: Sociedad Anónima Cerrada
<b>Condición</b>	: Activo
<b>Fecha Inicio Actividades</b>	: 12 de noviembre / 2013
<b>Actividades Comerciales</b>	: Fabricaciones metalmecánicas y transporte
<b>CIU</b>	: 29190
<b>Dirección Legal</b>	: Semi Rural Pachacútec Mz. H 12 lote A1
<b>Distrito / Ciudad</b>	: Cerro Colorado / Arequipa
<b>Departamento</b>	: Arequipa, Perú

Perfil de Indumetsa Ingenieros S. A. C.: empadronada en el registro nacional de proveedores para hacer contrataciones con el estado peruano.



## **1.2. Actividades de la empresa**

Indumetsa Ingenieros S. A. C., es una empresa que se dedica a la fabricación de estructuras metálicas y mantenimiento de plantas industriales; constituida con arreglo a Ley, que declara contar con la capacidad y experiencia necesaria para ejecutar las obras que puedan encargar los clientes. Se tienen las siguientes actividades.

### **1.2.1. Fabricación, montaje y mantenimiento**

- Estructuras en general de acuerdo del cliente
- Mantenimiento de plantas industriales
- Zarandas
- Ciclones
- Tuberías
- Secadores
- Tanques estacionarios, ciclones y cisternas
- Tolvas y pretolvas
- Prensas y molinos
- Fabricación de tanques
- Techos estructurales
- Carpintería metálica en acero inox, aluminio y otros (barandales, mamparas, escaleras, pasamanos, rejas, puertas) líneas de tuberías contra incendios, etc.

## **1.3. Reseña histórica de la empresa**

**Indumetsa Ingenieros S. A. C.**, fundada por los hermanos Miguel Salas Bendezú y César Salas Bendezú en la ciudad de Arequipa el 12 de noviembre de 2013, registrada con RUC 20454938144, con el objetivo de realizar trabajos en ingeniería y proyectos, fabricación de maquinaria, estructuras metálicas, montaje, obras civiles y mantenimiento industrial y minero en la modalidad *outsourcing*. Observando las diferentes necesidades de los clientes diversificó el rubro, con el objetivo principal de brindar un servicio completo a los clientes, cumpliendo para ello con los estándares de calidad y el compromiso.

### 1.3.1. Ubicación geográfica

Indumetsa Ingenieros S. A. C., se encuentra ubicada en Semi Rural Pachacútec Mz. H12 Lote 1a, vía de evitamiento, distrito de Cerro Colorado, Arequipa.



**Figura 1. Ubicación Indumetsa Ingenieros S. A. C.**

### 1.3.2. Valores

- ✓ **Calidad:** brindar servicios con un plan de control de calidad el cual reflejará los requerimientos de la *Internacional Quality System Standard* que será apropiado al trabajo desarrollado.
- ✓ **Solidaridad:** participación en los diferentes tipos de trabajo del personal, para lograr un buen trabajo en equipo y compartir conocimientos.
- ✓ **Responsabilidad:** con los clientes y la ciudad brindándole oportunidades de trabajo para tener mejores de vida. Tener gran responsabilidad con el medio ambiente en cuanto a ejecución de proyectos desarrollados.
- ✓ **Trabajo en equipo:** en la empresa se genera un verdadero trabajo en equipo y deben estar presentes las llamadas “5 C”.

- Complementariedad
  - Comunicación
  - Coordinación
  - Confianza
  - Compromiso
- ✓ **Sinceridad:** es el valor que caracteriza a la empresa por la actitud congruente que mantienen en todo momento, basada en la veracidad de sus palabras y acciones.

### 1.3.3. Políticas

Para lograr este propósito de la empresa, existe concentración en los esfuerzos y dedicación en:

- Facilitar a los clientes la prestación del servicio objeto de la actividad cumpliendo las necesidades que ellos tienen y, de ser posible, excediendo sus expectativas.
- Proporcionar al personal la motivación, capacitación, información, equipamiento e infraestructura que le permita desarrollar sus tareas con un nivel de eficacia óptimo.
- Asegurar una base de proveedores con quienes trabajar en estrecha colaboración. Tener una relación gratificante con sus asociados mediante una adecuada gestión de los recursos y una adecuada remuneración del capital.
- Optimizar los recursos de la empresa y garantizar el correcto estado de las instalaciones para dar un servicio mejor.
- Se innova en proveer nuevas maquinarias para dar a los clientes los últimos avances del mercado.

- Se cumple con todos los requisitos de la legislación aplicable a la actividad, los compromisos adquiridos con los clientes y todas aquellas normas internas o pautas de actuación a los que voluntariamente se ha de someter.
- Mejorar continuamente los procesos y servicios a través de la aplicación de principios de conducción basados en los conceptos de calidad y gestión participativa, determinando también los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas.

#### 1.4. Organigrama de la empresa

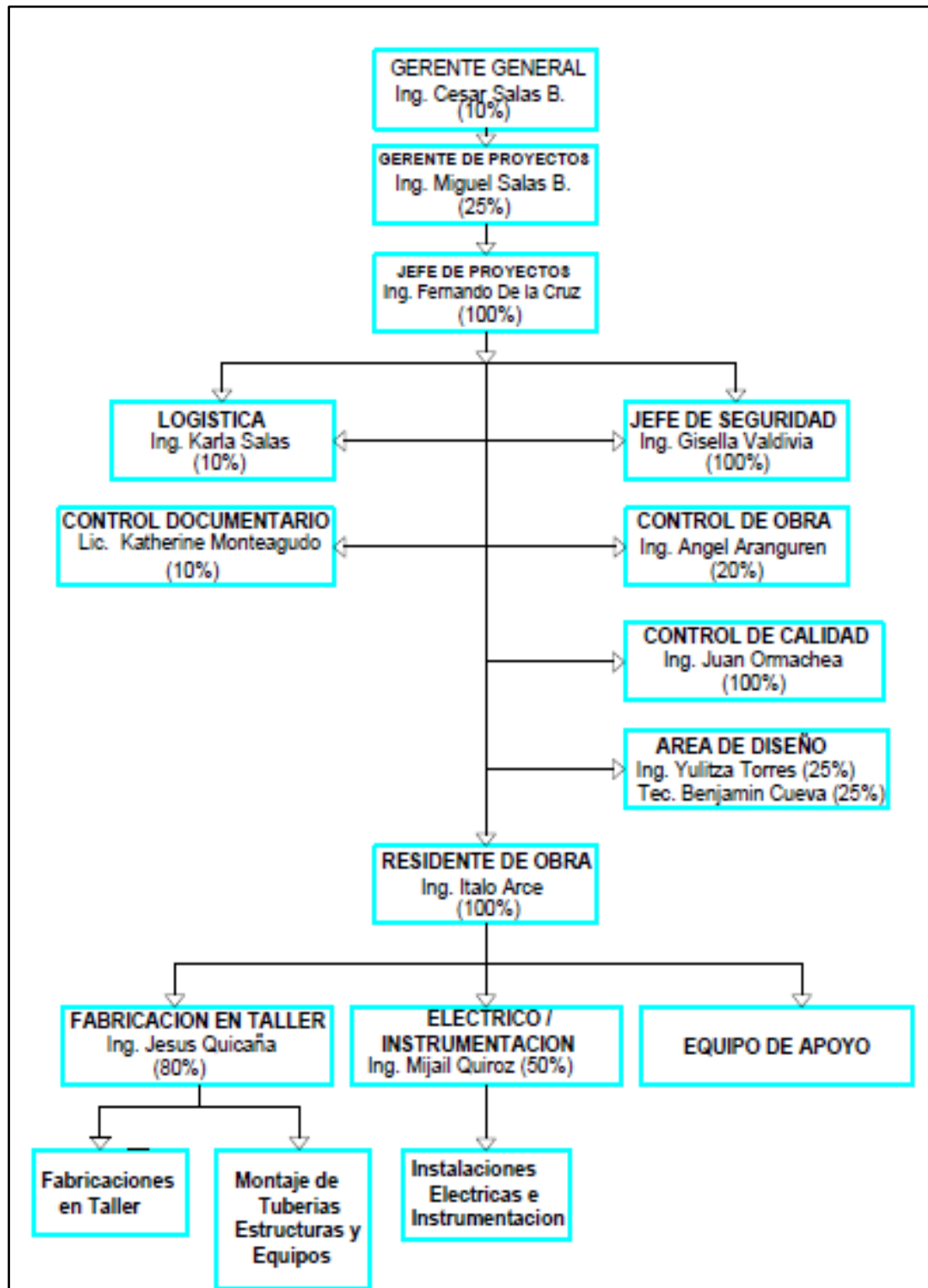


Figura 2. Organigrama estructural de la empresa

## **1.5. Visión y misión**

### **1.5.1. Visión**

Ser reconocidos como líderes en nuestro sector del metal mecánico industrial, otorgando soluciones que excedan las expectativas de nuestros clientes, que permitan nuestra constante presencia cada vez más comprometida en nuestra labor, ofreciendo altos niveles de integridad y responsabilidad en todas nuestras actividades laborales, siempre bajo exigentes patrones de ética y rentabilidad.

### **1.5.2. Misión**

Como empresa consiste en alcanzar el éxito basándonos en la absoluta dedicación a la satisfacción de nuestros clientes a través de la eficiencia operacional, la capacitación y aprendizaje constante, la efectividad de los costos y el talento de nuestro personal.

## **1.6. Bases legales o documentos administrativos**

### **1.6.1. Códigos y normas de soldadura**

- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportación)
- American Bureau of Shipping –ABS (Oficina Americana de Barcos).
- American Institute of Steel Construction – AISC (Instituto Americano de Construcción de Aceros)
- American National Standards Institute – ANSI (Instituto Nacional Americano de Normas)
- American Petroleum Institute – API (Instituto Americano del Petróleo).
- American Society of Mechanical Engineers – ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
- American Water Works Association – AWWA (Asociación Americana de Trabajos de Agua)
- American Welding Society – AWS (Sociedad Americana de Soldadura)
- Association of American Railroads – AAR (Asociación de Ferrocarriles Americanos)

- ASTM, anteriormente The Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales)
- International Organization for Standardization – ISO (Organización Internacional para la Normalización)
- SAE, anteriormente The Society of Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

### **1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales**

El trabajo realizado fue en una altitud promedio de 2750 metros sobre el nivel del mar, mostrando una geografía de relieve accidentado.

El servicio fue ejecutado en el asiento minero Cerro Verde en chancado terciario de la concentradora C2, cumpliendo los alcances en cada caso.

La sociedad minera Cerro Verde ejecutó el proyecto para el montaje del sistema de limpieza y captación de polvo de las fajas CV017-CV027, instaladas en la zona de retorno de la faja (polea N.º 2 – CV017-CV027), en el ingreso al chute de descarga hacia las fajas CV018-CV028, en el chancado terciario de la concentradora C2. Los trabajos ejecutados se encuentran situados en el asentamiento minero de Cerro Verde, ubicado en el distrito de Uchumayo, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, Perú y localizado aproximadamente a 1000 km al sur del departamento de Lima y a 30 km al sudoeste de la ciudad de Arequipa, donde desarrollé mis habilidades aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad Continental.

### **1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa**

Durante mi permanencia en el proyecto me desarrollé con el cargo de ingeniería, en la cual me vi involucrado en las actividades de detalle de ingeniería, elaboración, montaje e instalación, así como la supervisión de los trabajos asignados a cada grupo de trabajo, las responsabilidades son:

- Poner en práctica los procedimientos constructivos del proyecto, incluyendo los formatos de control definidos como parte del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Cuidar que los procedimientos y los formatos de control sean adecuadamente seguidos en el campo.
- Colaborar en la realización de auditorías para evaluar el adecuado seguimiento de los procedimientos específicos.
- Responsable de velar por la difusión y revisión del presente PETS antes de la ejecución de la tarea, velando por su cumplimiento y aplicación. Responsable de absolver cualquier consulta por parte del personal operativo respecto a las indicaciones de este documento.
- Conocer, instruir y respetar las condiciones establecidas en este procedimiento y verificar su cumplimiento en terreno.
- Proveer de las herramientas, repuestos y materiales necesarios a su personal para la correcta ejecución de esta tarea.
- Identificar y evaluar los riesgos de trabajo a realizar y tomar las acciones correctivas necesarias para minimizarlos.
- Verificar y revisar el lperc continuo de la actividad a realizar. Supervisor de Campo (firma en el lperc continuo), y Supervisor de Seguridad (firma el V° B° de su correcta elaboración).
- Verificación del AT, Petar según sea necesario.
- El supervisor es el único encargado de dar las indicaciones para los trabajos a realizar.



## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional del proyecto**

En la sociedad minera Cerro Verde se realizan actividades de extracción de minerales que tiene en funcionamiento las diferentes maquinarias para la realización de sus actividades, se ha observado la presencia de material fino acumulado, la polución generada durante la operación de las fajas transportadoras CV017 - CV027, (transportan mineral procedente del chancado terciario) y las interferencias para el personal de trabajo para realizar sus actividades laborales (dificultad en la limpieza del material cuando la faja se encuentra en movimiento y la exposición del personal de trabajo a la polución), se ha propuesto instalar un sistema de limpieza.

La sociedad minera Cerro Verde, a través de su oficina de gerencia de proyectos, ingeniería y construcción, ejecuto el proyecto del montaje de una bandeja en las fajas CV017-CV027 para evitar los riesgos evitando posibles riesgos de salud en el personal, interferencias del trabajo y facilitar su limpieza a través de la instalación de un producto de calidad y adecuado a las exigencias y estándares definidos.

### **2.1.1. Descripción del área de la obra**

Los trabajos a ejecutar se encuentran situados en la planta concentradora C2, de Cerro Verde, el cual se va a instalar en la zona de retorno de la faja (polea N.º 2 – CV017-CV027), en el ingreso al chute de descarga hacia las fajas CV018-CV028, en el chancado terciario de la concentradora C2.

### **2.1.2. Ubicación geográfica**

El asiento minero Cerro Verde pertenece al distrito de Uchumayo, provincia y departamento de Arequipa, situándose en las siguientes coordenadas:

- **Coordenadas geográficas**

- ✓ 71° 35'51" longitud Oeste 16°31'46" latitud Sur (1).

- **Coordenadas UTM**

- ✓ 220 710 Este 8 170 250 Norte

- ✓ Elevación promedio: 2 700 m s. n. m. (1)

Está a una distancia de 124 km del puerto de Matarani; y a 1000 km aproximadamente, de la ciudad de Lima (1).

### **2.1.3. Ubicación política**

- ✓ Ciudad : Arequipa

- ✓ Región : Arequipa

- ✓ Departamento : Arequipa

- ✓ Provincia : Arequipa

- ✓ Distrito : Uchumayo



**Figura 3. Ubicación del yacimiento minero. Tomada del mapa de mina Cerro Verde en Arequipa**

#### **2.1.4. Condiciones climatológicas y de relieve**

Se consideró la información de los registros de estación meteorológica Cerro Verde sur instalada por SMCV.

Se analizaron los datos meteorológicos de diferentes estaciones operadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) (1).

La mina está ubicada en una región desértica montañosa. El clima del área es templado, con temperaturas que fluctúan entre los 10 °C y 24 °C, con un promedio anual de 14,3 °C (1).

La precipitación del área presenta un comportamiento con dos períodos bien diferenciados: la época de lluvias (noviembre - marzo); y, la época de sequía (abril – octubre) (1).

La humedad relativa mensual reportada varía entre 29,2 % y 77,2 % a lo largo del año. Asimismo, durante la temporada de lluvia la humedad relativa presenta valores mayores a 70 %; y, durante la

temporada seca, desciende hasta un valor mensual de 30 % aproximadamente (1).

En cuanto a la evaporación, el registro típico promedio total durante el año es de 2 124 mm. El promedio anual de radiación solar diaria es 6274,2 wh/m<sup>2</sup>. Esta información señala una radiación promedio máxima de 7 585,5 wh/m<sup>2</sup> en noviembre; y, una radiación promedio mínima de 5 249,0 wh/m<sup>2</sup> en junio. La velocidad del viento oscila en un promedio anual de 2,1 m/s y 4,7 m/s, siendo el periodo comprendido entre noviembre y enero el que presenta los niveles más altos de viento; y, el comprendido entre mayo y agosto, el periodo con el nivel más bajo (1).

#### **2.1.5. Altitud del área de la obra**

El área del proyecto se encuentra a una altitud promedio de 2,700 m s. n. m. a una altitud de 56 m de la planta concentradora.

#### **2.1.6. Vías de acceso**

El acceso al asiento minero Cerro Verde se realiza a través de dos carreteras: una de ellas es desde la ciudad de Arequipa; y, está ubicada a 24 km al SW de la ciudad. Es por la carretera que se dirige al distrito de Tiabaya, para luego cruzar el río Chili hacia el centro poblado de Cerro Verde, siguiendo el trazo de la antigua carretera de acceso a la ciudad, para luego ingresar por la garita Tinajones a las vías internas de la mina Cerro Verde (1).

La distancia del tajo de Cerro Verde al centro de la ciudad es de 16 km; y del tajo de Cerro Verde a Tiabaya es de 9 km (lineal) (1).

La otra vía de acceso es también desde la carretera Panamericana, que está asfaltada y viene desde Arequipa hasta las instalaciones del asiento minero, siendo usada como acceso principal a la mina, la cual se comunica a una carretera de 100 km de largo que viene desde la costa; y está completamente asfaltada (1).

Esta última es de acceso restringido en un tramo de 12 km y se utiliza actualmente como vía para el transporte de los cátodos de cobre hacia el puerto de Matarani; y de concentrado de cobre y molibdeno hacia la estación de transferencia de La Joya, por donde se continúa hasta la garita de San José, donde se hace el ingreso a las vías internas de la mina Cerro Verde (1).

## **2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional**

Los conocimientos adquiridos en el desarrollo de las diversas actividades, así como también la mención y muestra de los documentos estándar de calidad a los que se tuvo acceso y participación para su elaboración, si bien es cierto tuve la participación en la ejecución directa del proyecto y que esto favoreció el poder aprovechar al máximo con todas las experiencias recogidas, con el fin de ser un valor presente más de la empresa, colaborando en lo que estuviese al alcance para la mejora continua de la ejecución del proyecto.

La identificación y el control de calidad es realizado para demostrar confianza en los trabajos a desarrollar por Indumetsa Ingenieros S. A. C., en todas sus etapas que involucra, debido a esto, y el buen mejoramiento del proceso de ingeniería y construcción para la organización, se realiza el plan de control de calidad, donde indica el conjunto de actividades para la satisfacción de los requisitos del proyecto.

Esto permitió describir las actividades realizadas en el proceso de montaje de bandeja con una adecuada documentación.

## **2.3. Objetivos de la actividad profesional**

### **2.3.1. Objetivo general**

Adaptar la bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de la cabeza de fajas transportadoras de minerales - Indumetsa Ingenieros S. A. C. Arequipa.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Diseñar la bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de la cabeza de fajas transportadoras de minerales.
- Fabricar componentes y accesorios para el correcto montaje de la bandeja colectora de polvo.
- Montaje de estructuras diseñadas de la bandeja colectora de polvo.
- Pruebas de la bandeja instalada que cumplan las especificaciones de calidad.

## **2.4. Justificación de la actividad profesional**

### **2.4.1. Justificación teórica**

La participación profesional en el presente proyecto complementa la formación, que permite desarrollar las cualidades profesionales y también se puede aplicar los conocimientos que se ha adquirido en la universidad como, por ejemplo, resistencia de materiales, diseño mecánico, cálculos estructurales y otros cursos de dibujo estructural que ayudaron en mi desempeño en el proyecto.

En el ámbito laboral es la única forma para poder conocer la realidad del trabajo que se desempeña, además que contribuye a fortalecer la seguridad y confianza profesional, quienes deben comenzar a establecer su red de contactos. Por ello, aquellos que han practicado en un proyecto antes o después de terminar la carrera tienen un perfil y experiencia para futuros proyectos.

Este proyecto se desarrolla a través del conocimiento ya adquirido y puesto en práctica en el presente proyecto con un adecuado control de calidad.

#### **2.4.2. Justificación práctica**

Se validó información tomando en cuenta criterios de ingeniería, considerando la inspección de campo estructura por estructura, para validar los planos de estructuras según expediente y proyecto, así como el control de calidad para poner a disposición un producto de calidad.

Con la realización de la presente investigación se abordó el problema real en la minería como es la presencia de polvo fino en la faja transportadora que trae como consecuencia retrasos en el trabajo, riesgos en la salud de los trabajadores y dificultad en su limpieza; la investigación permitió que, a través de la adaptación de la bandeja tipo chute se pueda eliminar el polvo fino trayendo grandes beneficios en la empresa.

#### **2.4.3. Justificación metodológica**

Es un proyecto de desarrollo tecnológico, que a solicitud del cliente se ejecutaron los procedimientos de adaptación de la bandeja tipo chute para la captación de polvo fino.

### **2.5. Resultados esperados**

- Eliminar el polvo generado en las fajas transportadoras a través de la adaptación de una bandeja tipo chute.
- Los diseños de ingeniería ayudaron a obtener resultados estructurales de la bandeja y el factor de seguridad de la bandeja.
- Se realizó la fabricación de accesorios y soportes usando diseños de ingeniería para obtener resultados esperados.
- Se llevó a cabo el montaje de las estructuras de la bandeja colectora de polvo, esto se realizó en tres partes A, B y C.
- Se llevaron a cabo las pruebas de funcionamiento correspondientes de la bandeja colectora de polvo, para cumplir los estándares de calidad que exige la minera.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Bases teóricas de las metodologías o actividades realizadas**

En este capítulo se estudian los conceptos básicos sobre el proyecto denominado *“Adaptación de bandeja tipo chute para la eliminación de polvo fino de las cabezas transportadoras de mineral centro minero Cerro Verde - Arequipa”*. Con el fin de eliminar el polvo y evitar riesgos en el trabajador por la polución del polvo y facilitar su limpieza.

##### **3.1.1. Conceptos básicos**

###### **3.1.1.1. Planta concentradora**

Se denomina así a una planta de procesamiento de mineral de cobre que tiene como finalidad su procesamiento en varias etapas hasta obtener concentrado de este metal. Este concentrado es luego procesado en fundiciones o plantas químicas para obtener cobre en la forma de barras o lingotes.

Para lograr convertir el mineral obtenido de la mina desde la forma de rocas hasta llegar a concentrado, este es tratado y clasificado en varias etapas mediante una serie de equipos que van reduciendo el tamaño de las rocas de mineral, mediante un proceso que se denomina “conminución”, para luego someterlo a un proceso denominado “flotación”. Conminución es una etapa en que



mediante aplicación de fuerzas físicas se disminuye el tamaño de las rocas de mineral. Para esto se emplean distintos tipos de equipos, entre los que se encuentran principalmente: chancadoras y molinos (2).

### **3.1.1.2. Procesos de una planta concentradora**

Para obtener el producto final, una planta concentradora pasa por una serie de procesos estos son: conminución, flotación, espesamiento y filtrado. Y en cada uno se usan una serie de máquinas distintas (3).

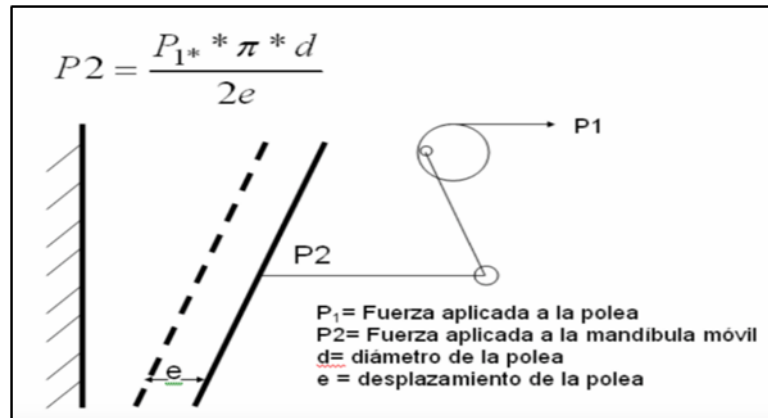
- Chancado
- Molienda
- Flotación
- Filtrado
- Espesamiento y relaves (3)

### **3.1.1.3. Chancadoras**

Es una máquina que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original. Chancadora es un dispositivo diseñado para disminuir el tamaño de los objetos mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el objeto en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas. Si se trata de una máquina empleada para la minería, la construcción o para el proceso industrial, puede procesar rocas u otras materias sólidas. Tipos de chancadoras o trituradoras: chancadoras de mandíbula, chancadoras de impacto, chancadoras de martillos, chancadoras de cono (2).

La trituradora de mandíbula se destina principalmente al uso de la maquinaria de trituración de primer nivel o primaria (trituración gruesa y media), clasificada en el modelo de oscilación sencilla, modelo de oscilación compleja y el modelo de oscilación mixta. Los

trituradores de impacto son de forma de cubo, sin tensión y grietas. Puede romper diversos materiales gruesos, medianos y pequeños (granito, caliza, hormigón, etc.) con tamaños de hasta 500 mm, y resistencia a la compresión de hasta 350 MPa. La chancadora de cono es una chancadora giratoria modificada que se usa para la trituración de orden secundario. La principal diferencia es el diseño aplanado de la cámara de chancado para dar alta capacidad y alta razón de reducción del material. El objetivo es retener el material por más tiempo en la cámara de chancado para realizar mayor reducción de este en su paso por la máquina. El eje vertical de la chancadora de cono es más corto y no está suspendido como en la giratoria, sino que es soportado en un soporte universal bajo la cabeza giratoria o cono. Las chancadoras de cono se especifican por el diámetro del revestimiento del cono. Los tamaños pueden variar desde 2 a 10 pies y tienen capacidades de hasta 3000 t/h para aberturas de salida de 2 1/2 pulgadas (2).



**Figura 4. Chancado**

#### 3.1.1.4. Molinos

Un molino es un equipo industrial que sirve para moler mineral, utilizando una energía. La molienda es la última etapa del proceso de conminución, en esta etapa las partículas se reducen de tamaño por una combinación de impacto y abrasión, ya sea en seco o como una suspensión en agua (pulpa). La molienda se realiza en molinos de forma cilíndrica que giran alrededor de su eje

horizontal y que contienen una carga de cuerpos sueltos de molienda conocidos como “medios de molienda”, los cuales están libres para moverse a medida que el molino gira produciendo la conminución de las partículas de mena. En el proceso de molienda partículas de 5 a 250 mm son reducidas en tamaño a 10 - 300 micrones, aproximadamente, dependiendo del tipo de operación que se realice. La operación de molienda normalmente se efectúa en etapa primaria en los molinos de barras y secundaria en los de bolas. El propósito de la operación de molienda es ejercer un control estrecho en el tamaño del producto y, por esta razón, frecuentemente se dice que una molienda correcta es la clave de una buena recuperación de la especie útil (2).

#### **3.1.1.5. Flotación**

El proceso de flotación es una etapa de la concentración de minerales que ocurre en tres fases (líquido, sólido y gas). Se separa el mineral valioso de aquel material no valioso, aprovechando sus características fisicoquímicas mediante la adición de reactivos; esto propicia la generación de espumas y su posterior colección mediante canaletas o *launders*, para lo cual se utilizan equipos mecánicos o neumáticos, denominadas celdas de flotación (4).

#### **3.1.1.6. Filtrado**

El producto final de las plantas de concentración se obtiene después de una última etapa de separación de sólido - líquido, que es la filtración. La alimentación a la filtración consiste en una pulpa con un 50 % a 60 % de contenido de sólidos, proveniente de una etapa de espesamiento, obteniéndose como producto un concentrado con una humedad del orden de 10 %. Con esta humedad, el concentrado puede ser manejado adecuadamente en cancha para su posterior carguío, transporte y alimentación a las operaciones siguientes, normalmente en una fundición. El agua recuperada en la filtración se recircula a la planta (6).

#### **3.1.1.7. Fajas transportadoras de minerales**

Las fajas transportadoras utilizadas para transportar minerales se encuentran en todo el mundo en una gran cantidad de operaciones mineras de superficie y subterráneas (5).

Las fajas transportadoras son un método barato, rápido y continuo de transportar el material y, cuando están diseñadas adecuadamente, brindan un servicio prolongado (5).

Un sistema de fajas transportadoras para la concentradora, bien diseñado, hará que este problema de transporte de minerales parezca muy fácil (5).

Pero, como cualquier objeto mecánico, hay algunas pautas que se deben seguir para mantener la eficiencia de los sistemas de transporte (5).

Las ventajas de un transportador son que utiliza un menor consumo de energía para girar la correa flexible, requiere un mínimo de mantenimiento, tiene un costo inicial bajo y entrega el mineral a un flujo constante. Este último es un requisito de algunos de los procesos involucrados en la recuperación de minerales (5).

Para empezar, veamos tres sistemas de transportadores diferentes, empezando por el más simple. Los componentes básicos de un transportador son el marco y la base, los polines (5).

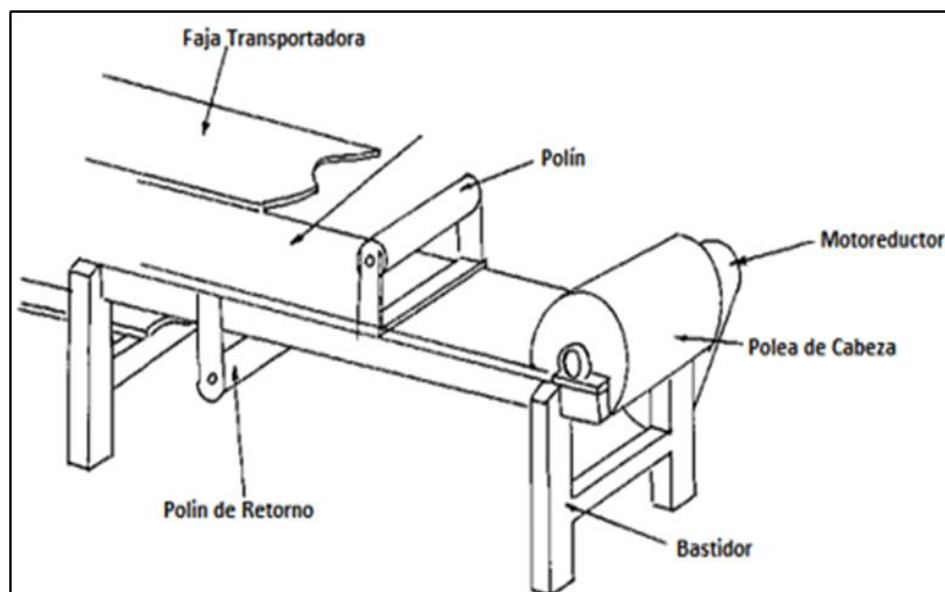
Los polines ruedan con la correa para ayudar a reducir el arrastre de la cinta transportadora contra la cual el motor impulsor deberá tirar (5).

- **La polea de cabeza.** Es por lo general, pero no siempre, la polea a la que está unida la unidad motriz. La polea giratoria llevará el transportador hacia ella. Se coloca en el extremo de la descarga del transportador (5).

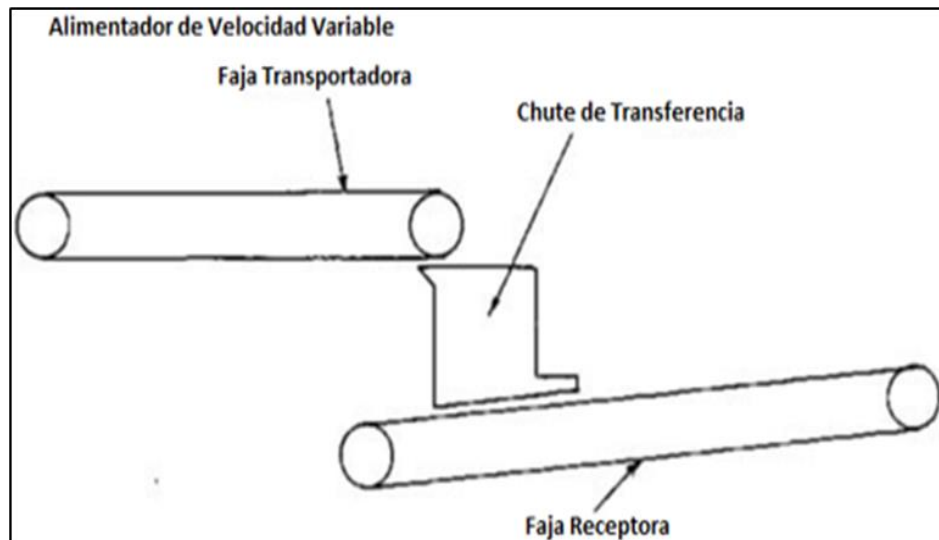
- **Los polines de retorno.** Estos soportan la faja en su lado de retorno del ciclo transportador (5).
- **La polea de cola.** En este transportador simple, la polea de cola se ajusta para mantener la alineación y la tensión de la correa (5).
- **La unidad de transmisión de poder.** Unida a la polea de la cabeza, la unidad de accionamiento se compone de motor motorreductor y correas de transmisión o cadenas.

Por cierto, un reductor de engranajes reduce las revoluciones por minuto del motor para convertirlas a las que gira la polea de cabeza (5).

- **La faja.** Esta es una superficie flexible, generalmente construida en capas alternantes de caucho y lona. La lona puede ser de diferente material y está incluido en el diseño para evitar que la correa se estire y rompa (5).



**Figura 5. Partes de una faja transportadora. Tomada de Metallurgist 911**



*Figura 6. Faja transportadora. Tomada de Metallurgist 911*

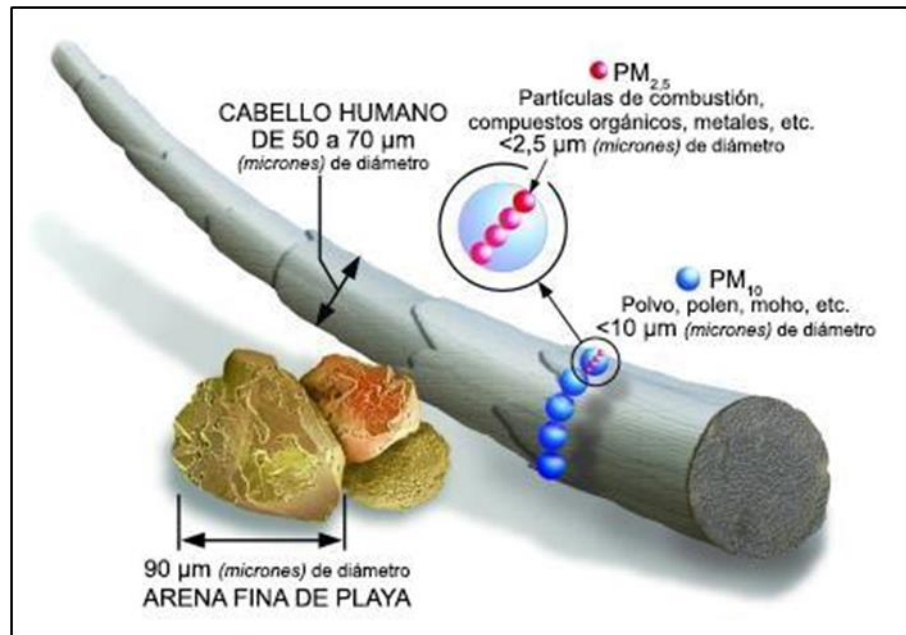
### 3.1.2. Material contaminante

#### 3.1.2.1. Material particulado (PM)

PM significa material particulado (también llamado contaminación por partículas): es el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín o el humo, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse mediante el uso de un microscopio electrónico (7).

La contaminación por partículas incluye:

- **PM<sub>10</sub>**: partículas inhalables que tienen diámetros de, por lo general, 10 micrómetros y menores.
- **PM<sub>2,5</sub>**: partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros y menores.
- ¿Qué son 2,5 micrómetros? Tómalo como referencia un solo cabello de su cabeza. En promedio el cabello humano mide, aproximadamente, 70 micrómetros de diámetro, lo que lo hace 30 veces más grande que la partícula fina más grande (7).



**Figura 7. Tamaño de partículas. Tomada de Epa, conceptos básicos sobre el material particulado**

### 3.1.2.2. Fuentes de PM

Estas partículas vienen en muchos tamaños y formas, y pueden estar conformadas por cientos de diferentes químicos.

Algunas se emiten directamente desde una fuente, como obras en construcción, caminos sin asfaltar, campos, chimeneas o incendios.

La mayoría de las partículas se forman en la atmósfera como resultado de reacciones complejas de químicos, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, que son contaminantes emitidos por centrales eléctricas, industrias y automóviles (7).

### 3.1.2.3. Polvo

“El polvo es un material finamente particulado, el cual, dependiendo del tamaño de sus partículas, de su concentración y su composición puede constituir un peligro tanto para la salud del personal como la seguridad de la operación en lo referido a visibilidad y otros. Las pequeñas partículas pueden medir desde 1 a 100 micras de diámetro, y por su poco peso pueden permanecer

cierto tiempo en suspensión en el aire. Dentro de la clasificación de polvos es importante definir otros componentes similares que se mantienen suspendidas en el aire (9).

- **Partículas:** cualquier material, excepto agua no contaminada, que exista en estado sólido o líquido en la atmósfera o en una corriente de gas en condiciones normales.
- **Aerosol:** una dispersión de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, en un medio gaseoso.
- **Ceniza fina:** partículas de ceniza finamente divididas y arrastradas por el gas producto de la combustión. Estas pueden o no contener combustible no quemado.
- **Niebla:** aerosol visible.
- **Humo:** partículas pequeñas arrastradas por los gases que resultan de la combustión.
- **Hollín:** una aglomeración de partículas de carbón (9).

#### **3.1.2.4. Origen de los polvos minerales en la minería**

El polvo emitido por la minería tiene su origen en la disgregación de las rocas durante su preparación, en el levantamiento de partículas de los caminos durante los procesos de transporte (camiones pesados) y en los procesos metalúrgicos, y traslado de material (9).

En lo que se refiere a plantas concentradoras se producen una serie de emisiones a la atmósfera, en diferentes etapas de procesamiento de minerales, tanto sólidas como gaseosas. En las emisiones sólidas está el polvo mineral, fundamentalmente, por el proceso de quebrantamiento de minerales de mayor a menor grado



de tamaño, como en el transporte de estos mediante cintas transportadoras, aquí es fundamental disponer de una instalación adecuada que evite, en lo posible, los escapes de polvo. En las emisiones de gases se tienen a los reactivos químicos para la flotación de minerales (9).

#### **3.1.2.5. Dispersión de los polvos minerales en el área de chancado de minerales**

Las partículas de polvo tienen tamaños muy variables, en función de la energía que las sustentan. Esta energía puede ser un fuerte viento constante en el área de chancado, como también vibraciones y vientos suaves producidos por los mecanismos de funcionamiento de los motores y equipos de chancado. En cualquier caso, las partículas de tamaños menores se mantienen sistemáticamente suspendidos durante periodos de tiempo más largos que las mayores. Las más pequeñas tienen mayores “tiempos de residencia” en la atmósfera, aunque todas tienden a caer sobre la superficie en cuanto la energía de sustentación disminuye lo suficiente o cesa (9).

#### **3.1.2.6. Fuentes de exposición**

Los trabajadores específicamente de la planta concentradora del centro minero Cerro Verde son aquellos que están expuestos a las sustancias y agentes generados en los siguientes puntos:

#### **3.1.2.7. Material de distribución en fajas transportadoras**

Las fajas transportadoras son elementos esenciales en todo transporte de materiales como minería, construcción, agroindustria e industria en general, ya que constituye la forma más económica de trasladar los materiales de un punto a otro, existiendo en el mercado una gran variedad de modelos y tipos dependiendo del material o equipos para movilizar (10).

- Cedazos vibratorios
- Chutes de descarga de minerales
- Chancadoras secundarias y terciarias

#### **3.1.2.8. Cedazos vibratorios**

Son tamices vibratorios inclinados generalmente usadas en el cribado final, pero también aplicables en operaciones de preclasificación. La vibración se da por eje excéntrico único, girando en dos rodamientos autocompensadores para servicios pesados, protegidos contra polvo por laberinto y anillos retenedores de pistón.

Todo conjunto de eje se monta dentro de una carcasa vedada, que también contiene el aceite para la lubricación de los rodamientos. El sistema de contrapesos en los volantes de ejes de acción procedida y ajustable, proporciona arranques y paradas suaves y un movimiento circular potente y uniforme en cualquier punto de las pantallas y constantes bajo cualquier carga (14).

#### **3.1.2.9. Chutes de descarga**

Los chutes se utilizan para transportar material de un paso del proceso a otro en las operaciones mineras. Cuando el material se introduce en un proceso o se descarga de él, las tolvas recogen, transportan y preparan el flujo de material para la siguiente fase de procesamiento. Los toboganes se usan con trituradoras, alimentadores, transportadores, apiladores y molinos (16).

#### **3.1.2.10. Chancadoras secundarias y terciarias**

Las chancadoras secundarias son más livianas que las máquinas primarias, puesto que toman el producto chancado en la etapa primaria como alimentación. El tamaño máximo normalmente será menor de 6 u 8 pulgadas de diámetro y, puesto que todos los constituyentes dañinos que vienen en el mineral desde la mina,

tales como trozos metálicos, madera, arcilla y barro han sido ya extraídos, es mucho más fácil de manejar. Las chancadoras secundarias también trabajan con alimentación seca y su propósito es reducir el mineral a un tamaño adecuado para molienda o chancado terciario si es que el material lo requiere (17).

### **3.1.3. Sistema de captación de polvo**

Es un sistema colector de polvo que sirve para extraer aire con partículas de polvo o de materiales varios de un proceso por medio del movimiento del aire hacia un dispositivo de filtrado, que separa los polvos o partícula de materiales de la corriente de aire. Este sistema de extracción de polvo está compuesto por los siguientes componentes (2).

#### **3.1.3.1. Hoods de captación**

En un sistema de colección de polvo, son las campanas los elementos del sistema encargadas de capturar el polvo en la zona de dispersión y de esta manera evitar que el contaminante escape al ambiente. Las campanas deben crear un campo de flujo de aire efectivo para capturar y transportar las partículas de polvo hacia ellas. Las campanas de aspiración se pueden agrupar en dos categorías: campanas que encierran el proceso "*enclosing hoods*" y las campanas para exteriores "*exterior hoods*". Las primeras, encierran completa o parcialmente el proceso o el punto de generación del contaminante; mientras que las segundas, se localizan cercanas a la fuente de emisión del contaminante sin encerrarla (2).

#### **3.1.3.2. Las "*enclosing hoods*"**

Son las preferibles, sin embargo, se hallan diversas situaciones en donde las características propias de los equipos y de la generación del polvo no hacen posible su instalación (2).



**Figura 8. Captador de polvo tipo campana. Tomada de Alvic, que usa instalación de colector de polvo Nederman**

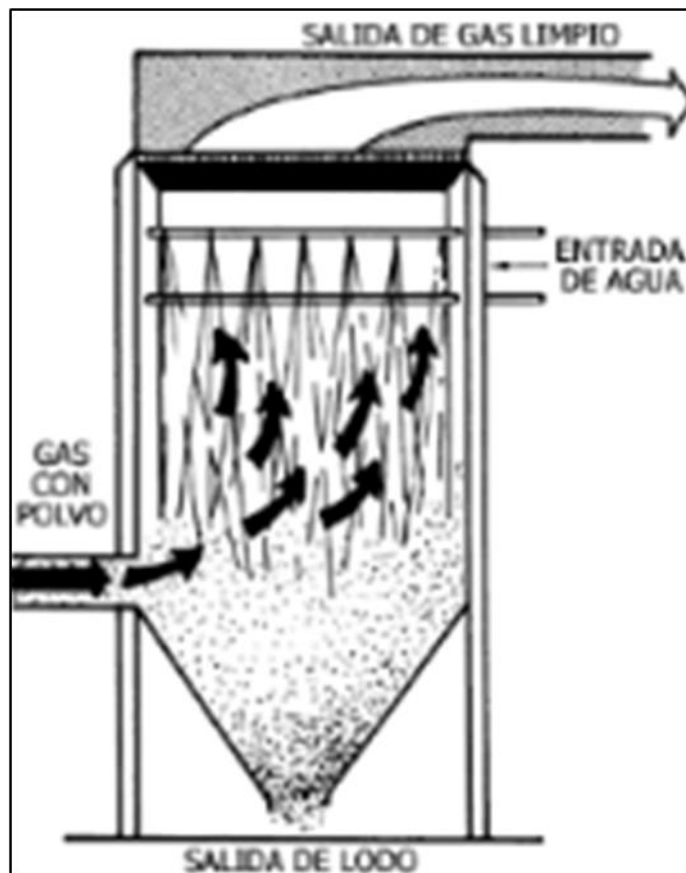


**Figura 9. Sistema de ductos externo. Tomada de Alvic, que usa instalación de colector de polvo Nederman**

### **3.1.3.3. Equipo de filtrado**

Los colectores de polvo son los elementos del sistema cuya función es la de separar el contaminante del aire puro antes de expulsarlo a la atmósfera. Existen muchos tipos de colectores en la industria y su selección dependerá del tipo de contaminante, así como de su concentración. El más simple es el colector inercial tipo ciclónico o ciclón, el cual se vale del efecto centrífugo que induce un tubo cilíndrico o cámara para separar las partículas de polvo,

usualmente gruesas, del aire; estos poseen una eficiencia máxima del 60 %.



*Figura 10. Equipo de filtrado de polvo. Tomada de Diseño del sistema de captación de polvo centralizada para control del impacto ambiental en la Sociedad Minera Corona A Chipana*

**Otros colectores son:** colectores mojados, precipitadores electrostáticos y los colectores de tela, también llamados filtros de mangas. En la industria de chancado y molienda, el dispositivo colector utilizado es el filtro de mangas, en vista de que se cuenta con la presencia de polvos finos y de la gran eficiencia proporcionadas por estas máquinas, superior al 99 % (2).

Los filtros de mangas constan de una serie de bolsas con forma de mangas, generalmente cilíndricas, de fibra sintética (poliéster) o natural, colocadas en carcadas de forma y dimensiones similares llamadas armaduras. El aire contaminado, al entrar al equipo, fluye a través de la tela y las partículas de polvo

quedan retenidas en la parte externa de la manga. Las mangas necesitan una constante limpieza para evitar grandes acumulaciones de polvo lo que ocasionaría una elevada pérdida de presión en el filtro. El sistema de limpieza permite la separación del polvo de las mangas para mantenerlas en condiciones de filtraje. Una válvula rotativa permite la descarga del polvo depositado en la parte inferior del filtro, por el desprendimiento del polvo de las mangas ocasionado por el sistema de limpieza. Otra función de la válvula, es la de asegurar la hermeticidad del filtro, evitando la entrada de flujo de aire desde el exterior (2).

#### **3.1.3.4. Chimenea de descarga de aire limpio**

Las chimeneas son conductos que se conectan a la descarga de los ventiladores, dirigiendo el flujo de aire filtrado a la dirección que se desee.

Existen dos formas diferentes de chimeneas: la primera se tiene cuando el aire se descarga hacia los costados de forma horizontal y la segunda cuando el aire se desea descargar hacia arriba en forma vertical. Este último tipo de chimenea se caracteriza por tener un capote, con el fin de que cuando el ventilador esté sin operar, no entre ningún tipo de materiales el ducto, el cual pudiera provocar oxidación y pegaduras en el impulsor o estructura del mismo ventilador (2).

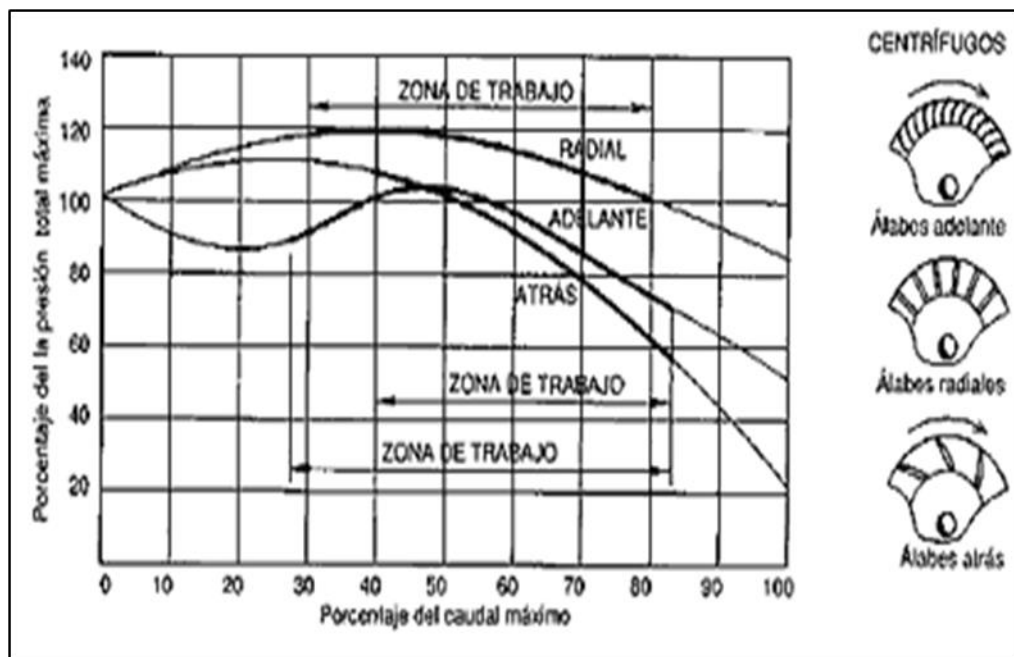
#### **3.1.4. Ventiladores**

El ventilador es una turbomáquina utilizada para producir una corriente o flujo de aire. Es de gran importancia dentro de los sistemas de colección de polvo, ya que le imparte la energía necesaria al aire contaminado para vencer todas las pérdidas de energía o resistencias al flujo en el sistema (2).

Cuando la diferencia de presión entre la entrada y la salida de la máquina es pequeña, el gas se toma como fluido incompresible y se

denominan turbomáquinas hidráulicas; sin embargo, cuando la diferencia de presión es elevada, se estaría en presencia de una turbomáquina térmica, operando con un fluido compresible. En los ventiladores con un diferencial de presión menor a 800 mm c. a., los efectos en la variación de la densidad del gas se desprecian, y el fluido se considera incompresible (2).

El comportamiento de un ventilador viene indicado en un gráfico de caudal contra presión, llamado curva característica o curva Q-p. Este gráfico es preparado en los laboratorios del fabricante del ventilador, al ensayar la máquina desde una posición de total estrangulamiento en su descarga, hasta la posición opuesta, es decir, descarga libre del aire y considerando siempre, a menos que se señale lo contrario, que el ventilador maneja aire estándar, es decir aire con una densidad de  $0,075 \text{ lb/ft}^3$  ( $1,2 \text{ kg/m}^3$ ) a  $70^\circ\text{F}$ , a nivel del mar (2).



**Figura 11. Comportamientos típicos de ventilador centrífugos. Tomada de Clasificación de ventiladores, S&P**

### 3.1.4.1. Tipos de ventiladores

Los ventiladores se pueden clasificar, en base a la dirección de flujo, en axiales y centrífugos.

- **Ventiladores axiales.** En los ventiladores axiales, la corriente de fluido es esencialmente paralelo al eje longitudinal o eje de giro de la hélice o rodete. Son especialmente apropiados para la impulsión o aspiración (succión) de grandes volúmenes de aire a baja presión (menor a 80 mm c. a.) y donde los niveles de ruido sean de importancia secundaria, como en los casos de ventilación en locales y almacenes, es decir, donde no existan ductos y la resistencia a la corriente sea pequeña. La instalación de aletas directrices les garantiza buenos rendimientos en estos ventiladores. Están conformados, básicamente, por un rodete o hélice encerrada en una envolvente cilíndrica. Estos a su vez, se clasifican en ventiladores helicoidales, venaxiales y con aletas directrices (2).
- **Ventiladores centrífugos.** Consiste en un rodete provisto de una serie de álabes que gira dentro del interior de una envolvente en forma de espiral, llamada voluta, y esta tiene dos bocas, una de aspiración situada en el eje del rodete y otra de impulsión abierta tangencialmente en relación al rodete (2).

Por la acción de la fuerza centrífuga causada por la rotación del rodete, el fluido es despedido hacia la periferia, donde lo recoge la voluta y seguidamente es conducido hacia la sección de salida (rectangular). El ventilador centrífugo se utiliza en la mayoría de las aplicaciones en virtud de su amplio margen de funcionamiento, alto rendimiento y presiones relativamente elevadas, pero con caudales no muy grandes. El flujo de aire puede variarse de modo que se adapte a los requisitos del sistema de distribución de aire mediante ajustes de los dispositivos de transmisión del ventilador o de control. De la curvatura de los álabes depende la característica de



potencia y de presión estática; como también, la velocidad periférica del fluido. Se tienen tres formas de curvatura de los álabes: álabes curvados hacia delante, álabes curvados hacia atrás y álabes radiales o rectos (2).



*Figura 12. Ventilador centrífugo. Tomada de Diseño del sistema de captación de polvo centralizada para control del impacto ambiental en la sociedad minera Corona A Chipana*

### **3.2. Estudio definitivo del proyecto de cálculos justificativos**

#### **3.2.1. Normas usadas en el proyecto**

Indumetsa Ingenieros S. A. C., como fabricante, constructor de estructuras, tuberías y tanques metalmecánicas utiliza códigos y normas internacionales aprobadas para el normal desarrollo de las actividades y completa satisfacción del cliente, asegurando así, un excelente producto. Por ello, es que sigue la implementación del sistema de aseguramiento de calidad ISO 9001 para el presente proyecto, asegurando así un excelente trabajo y la calidad en todas sus etapas.

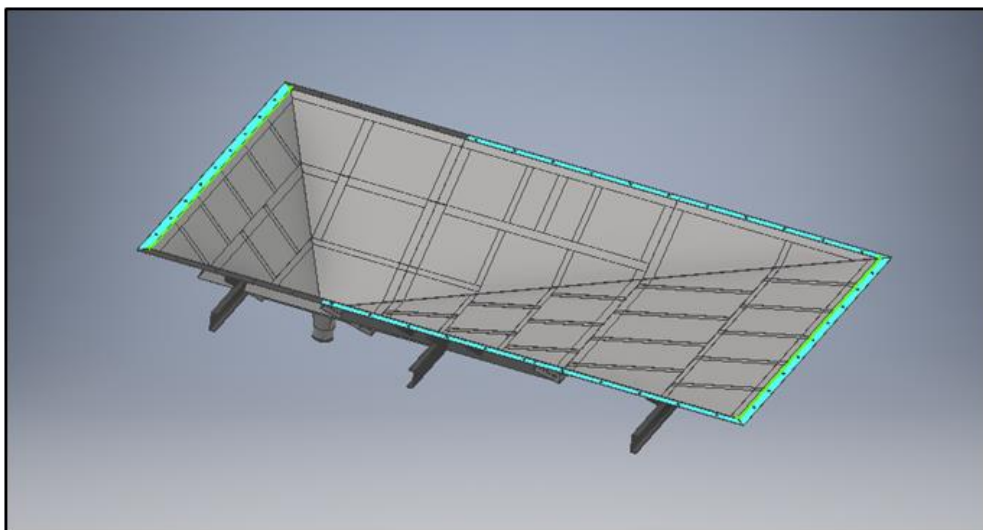
- ANSI Instituto Americano de Estándares Nacionales
- ASTM Sociedad Americana de Pruebas y Materiales
- AISC Instituto Americano de Construcción de Acero
- AWS Sociedad Americana de Soldadura.
- ASME "American Society of Mechanical Engineers" sección IX, Welding and Brazing Qualifications; section V, essays end.
- SSPC Consejo de Pintura de Estructuras de Acero
- Especificaciones y Alcances Entregadas por el cliente
- Reglamento Interno de seguridad Indumetsa ingenieros S. A. C.
- Manual de calidad de SMCV
- Se tuvo en cuenta las normas de calidad para las tolerancias de fabricación, según normas especificadas en los Alcances del Proyecto e Ingeniería de Detalle.

### **3.2.2. Cálculos justificativos de la bandeja recolectora de polvo**

#### **3.2.2.1. Consideraciones del diseño**

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo, garantizar el correcto funcionamiento de la bandeja colectora de polvo para la cabeza de la faja transportadora de mineral, el cual se colocará en las bases de vigas H conformado de materiales de ASTM A36.

- **Análisis estructural**



**Figura 13. Bandeja colectora de polvo**

### ✓ Análisis estructural de la bandeja colectora de polvo

Se considera una carga vertical de 250 N, compartida en siete puntos el cual es equivalente de un total de 1750 N, carga total en la bandeja.

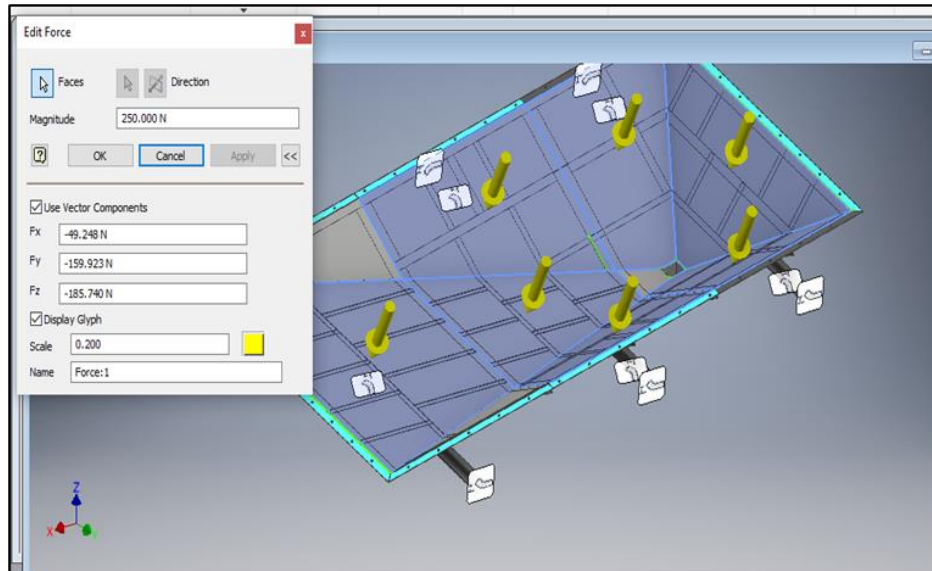


Figura 14. Bandeja colectora de polvo, con sus cargas respectivas

### ✓ Designación de cargas

El mínimo factor de seguridad obtenida es de 5.36 mayor a 1, por lo tanto, el diseño cumple con este requerimiento.

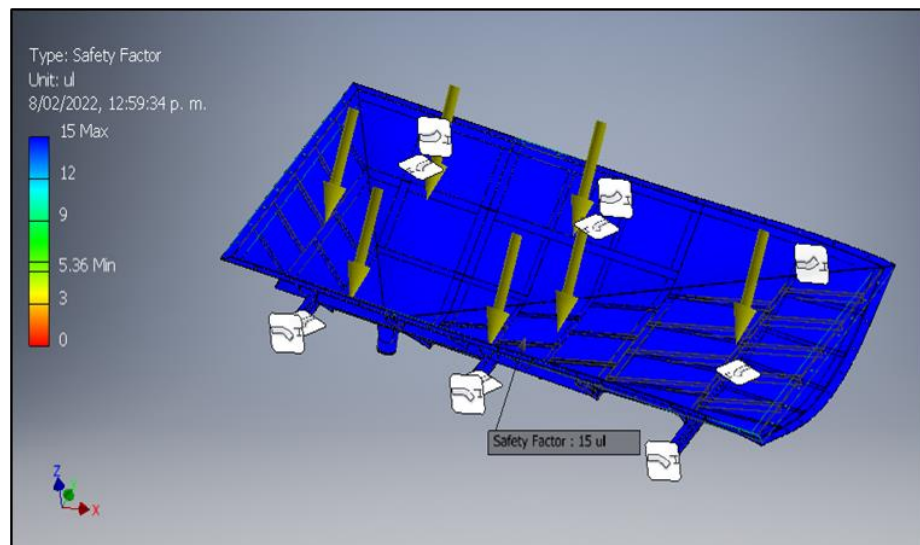
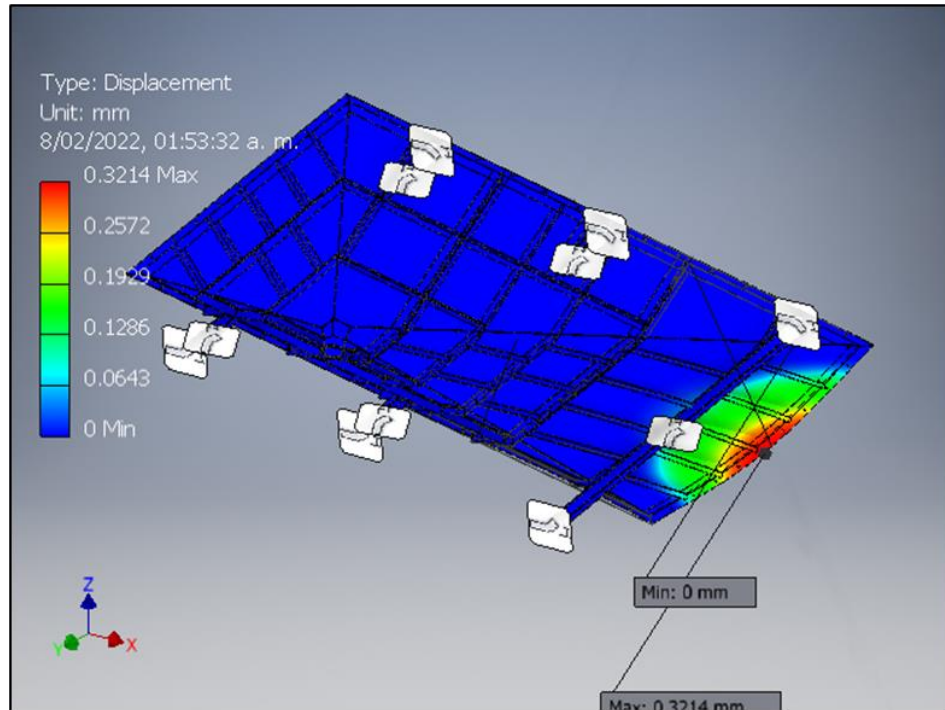


Figura 15. Designación de cargas de la bandeja colectora de polvo

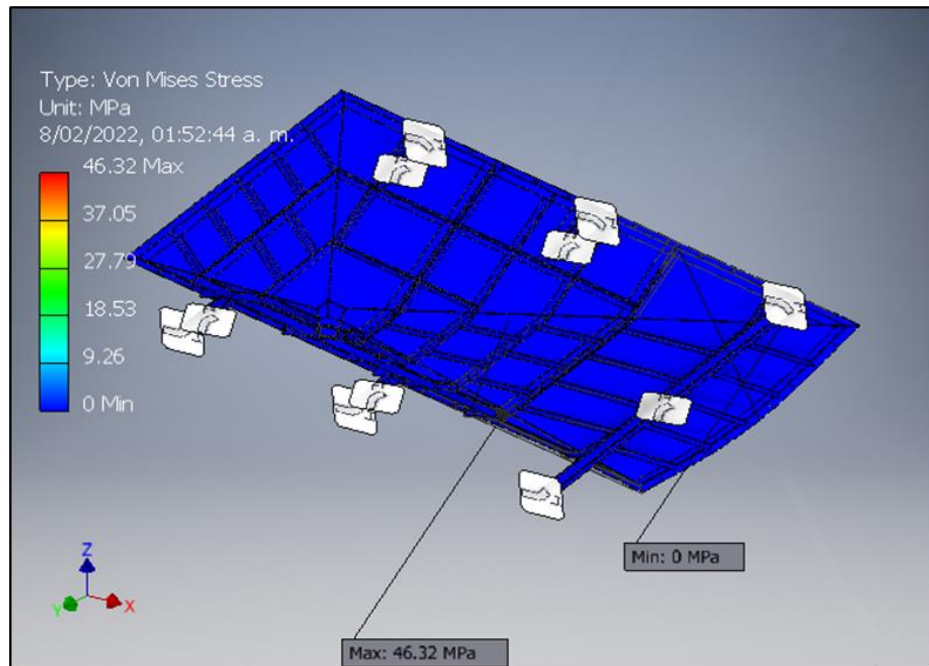
✓ **Factor de seguridad**

El máximo valor de desplazamiento es de 0.3214, por lo tanto, el desplazamiento es mínimo.



**Figura 16. Factor de seguridad de la bandeja colectora de polvo**

La bandeja recolectora de polvo estará sometida a un esfuerzo máximo de 46.32 MPa.



**Figura 17. Esfuerzo máximo de la bandeja colectora de polvo**

Nomenclatura		F <sub>y</sub> (3)		F <sub>u</sub> (4)	
NMX (1)	ASTM (2)	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>
B-254	A36	250	2 530	400 a 550	4 080 a 5 620
B-99	A529	290	2 950	414 a 585	4 220 a 5 975
B-282	A242	290	2 950	435	4 430
		320	3 235	460	4 710
		345	3 515	485	4 920

**Figura 18. Esfuerzos F<sub>y</sub> y F<sub>u</sub> de aceros estructurales. Tomada del Manual de diseño para la construcción con aceros, AHMSA**

Como se observa en la tabla, el esfuerzo último permitido para el acero A36 es de 250 MPa, para nuestro caso, la bandeja colectora de polvo es sometida a un esfuerzo máximo de 46.32 MPa, concluyendo que el sistema cumple con los requerimientos establecidos por SMCV.

✓ **Conclusiones del análisis estructural de la bandeja colectora de polvo**

El mínimo factor de seguridad es de 5.36 mayor a 1 para la bandeja colectora de polvo.

El máximo valor de desplazamiento es de 0.3214 mm, por lo tanto, el desplazamiento en la bandeja es menor al máximo desplazamiento permitido para una estructura según la norma E.020.

La bandeja recolectora de polvo está sometida a un esfuerzo máximo de 46.32 MPa, concluyendo que el sistema es seguro.

El diseño cumple con los requerimientos establecidos por SMCV.

**3.2.3. Requerimiento del proyecto**

La sociedad minera Cerro Verde, ejecutó el proyecto para el montaje de bandejas colectoras de polvo para las fajas CV017-CV027, el cual se va a instalar en la zona de retorno de la faja (polea N.º 2 – CV017-CV027), en el ingreso al chute de descarga hacia las fajas CV018-CV028,

en el chancado terciario de la concentradora C2, motivo por el cual se detallan los siguientes requerimientos.

- **Indumetsa Ingenieros S. A. C.**, desarrolló el trabajo de acuerdo con los procedimientos y especificaciones requeridas.
- **Indumetsa Ingenieros S. A. C.**, suministró todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra, según contrato.
- **Indumetsa Ingenieros S. A. C.**, cumplió fielmente en todo el proceso de montaje, el reglamento interno de seguridad, programa de salud y seguridad, reglamento de seguridad e higiene.
- **Indumetsa Ingenieros S. A. C.**, consideró un ingeniero de seguridad que fue responsable de la salud y seguridad del personal que se designó para la ejecución de los trabajos durante la ejecución de los proyectos.
- **Indumetsa Ingenieros S. A. C.**, complementó todos los reportes requeridos como mínimo según lo indicado en el contrato y los que la sociedad minera Cerro Verde considere necesario.

#### **3.2.4. Obras mecánicas**

##### **3.2.4.1. Sistema de colección de material fino**

Se definen de la siguiente manera los trabajos de construcción del proyecto:

- Montaje de bandeja para colección de material fino
- Montaje de estructuras (soportes) para bandejas colectoras
- Instalación y montaje de tuberías hidro
- Instalación de geomembrana para forrado de bandeja colectoras
- Montaje de polines
- Montaje de raspadores
- Montaje de quenas de agua y aire

**Tabla 1. Alcances para el montaje de bandeja colectora de polvo**

Proyecto:  
**"Montaje de bandeja tipo chute  
 para las fajas CV017 Y CV027"**  
 Contrato N.º 37031800564



Revision: **0**  
 Fecha: **04-05-2018**

Sociedad minera Cerro Verde

Ítem	Descripción	Unid	Cant.
<b>1,01</b>	<b>Sistema de colección de material fino WASHBOX CV017-CV027</b>		
1.01.01	Corte y modificación de Grating (plataforma)	m <sup>2</sup>	2
1.01.02	Suministro e instalación de bandeja colectora CV017	kg	1,20 0.00
1.01.03	Suministro e instalación de bandeja colectora CV027	kg	1,20 0.00
1.01.04	Suministro e instalación de geomembrana 2 mm bandeja colectora CV017	m <sup>2</sup>	30
1.01.05	Suministro e instalación de geomembrana 2 mm bandeja colectora CV027	m <sup>2</sup>	30
1.01.06	Suministro e instalación de soportes bandeja colectora CV017	kg	100
1.01.07	Suministro e instalación de soportes bandeja colectora CV027	kg	120
1.01.08	Instalación de raspadores	Unid.	4
1.01.09	Instalación de secadores	Unid.	2
1.01.10	Instalación de polín presor	Unid.	4
1.01.11	Reubicación de polines de retorno	Unid.	4
1.01.12	Instalación de quena de agua 1" CV017	m	5
1.01.13	Instalación de quena de agua 1" CV027	m	5
<b>1,02</b>	<b>Línea de abastecimiento de aire WASHBOX CV017-CV027</b>		
1.02.01	Desarrollo de Tie-In	Glb.	1
1.02.02	Suministro e instalación de pipe XS SMLS STL A53-B / API-5L 1" diameter	Glb.	1
1.02.03	Suministro e Instalación de BALL 1000 PSI, SCRCD, STL, 2-PC, HNDL OP 1" diameter	ud	2
1.02.04	Instalación de quena de aire 1" CV017	glb	1
1.02.05	Instalación de quena de aire 1" CV027	Glb.	1
1.02.06	Suministro e instalación de manguera de 1" para línea de aire	Glb.	1
1.02.07	Suministro e instalación de unión chicago para línea de aire	Glb.	1

Nota: el montaje de bandeja colectora de polvo se realizó en parada de planta



- **Concentración de polvo**



**Figura 19. Emisión de polvo de la faja transportadora**

Comparación con estándares	
Estándares y Normativa	Concentración promedio
<b>RESULTADO</b>	659.68 µg/m <sup>3</sup>
<b>ECA 2017</b>	100 µg/m <sup>3</sup>
<b>EPA – NAAQS 2021</b>	150 µg/m <sup>3</sup>
<b>Guías de la calidad del aire OMS</b>	50 µg/m <sup>3</sup>

**Figura 20. Evaluación de la concentración con los límites de protección**

- **Evaluación de la concentración con los límites de protección**

Se manifiesta que el valor de la concentración de *PM*<sub>10</sub> en el monitoreo supera más de 6 veces la norma ambiental ECA N.º 003-2017-MINAM del aire, y más de 13 veces el nivel de la OMS. Los estándares de exposiciones ocupacionales están orientados a contaminantes químicos, se asumió como contaminante representativo para la comparación y evaluación de la concentración a la sílice.

Dependiendo de la afinidad que posean, tendrá diferentes grados de empaquetamiento, de ahí que se refiere a una densidad máxima y una densidad mínima.



### **3.3. Criterios básicos del proyecto**

#### **3.3.1. Obras preliminares**

Dentro de los trabajos preliminares se tiene la elaboración de requisiciones de material y órdenes de compra, programa para la compra y suministro de equipos, herramientas y materiales para el proyecto.

Provisión del personal requerido. Programa de trabajo y cronograma de obra aprobado.

Coordinaciones correspondientes con los encargados del área, asimismo, gestionar los permisos y autorizaciones con la supervisión SMCV. Se tendrá presente que para realizar un trabajo, se alistarán las áreas de almacenaje, oficinas, cajones de herramientas y almacén temporal al área de trabajo, también se delimitará y señalizará según corresponda.

#### **3.3.2. Elaboración de ingeniería de detalle**

Indumetsa Ingenieros S. A. C. fue el responsable del levantamiento de medidas en campo, el trazo y replanteo, con el cual se informó a SMCV, sobre el estado y veracidad de la información entregada.

Se definieron las estructuras considerando los estándares de SMCV.

Se tuvo en cuenta las normas de calidad para las tolerancias de montaje, según normas especificadas en los alcances del proyecto e ingeniería de detalle.

### **3.4. Instalación de campamento y facilidades de obra**

El campamento estuvo conformado por:

- Container de 40 pies para oficinas
- Baños químicos: ubicados en oficina central y en puntos de trabajo



*Figura 21. Ubicación de campamento*

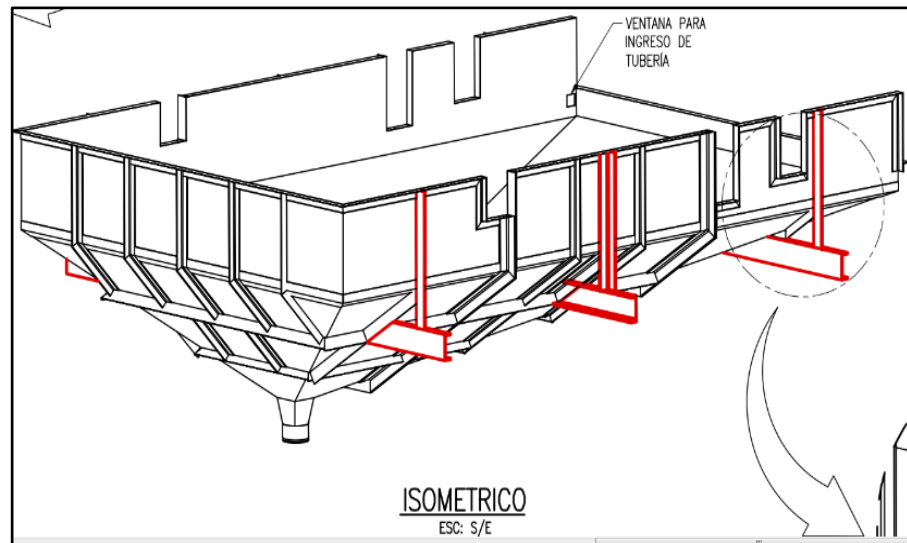
#### **3.4.1. Montaje en obra**

Los trabajos en campo a ejecutar por Indumetsa Ingenieros S. A. C. para el montaje de estructuras metálicas y equipos que están incluidos en el alcance del proyecto, tienen la siguiente secuencia de actividades:

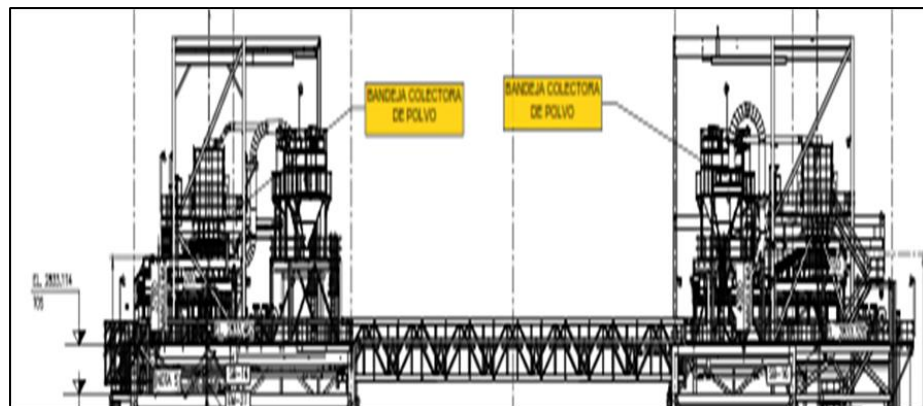
- Trazo y replanteo topográfico
- Instalación de estructuras metálicas (bandejas)
- Montaje y desmontaje de andamios
- Montaje de estructuras metálicas

Para todos los trabajos en campo se contó con la supervisión de campo y seguridad.

### 3.4.1.1. Soportes diseñados para bandeja colectora de polvo



**Figura 22. Bandeja colectora de polvo**



**Figura 23. Ubicación de la bandeja colectora de polvo**

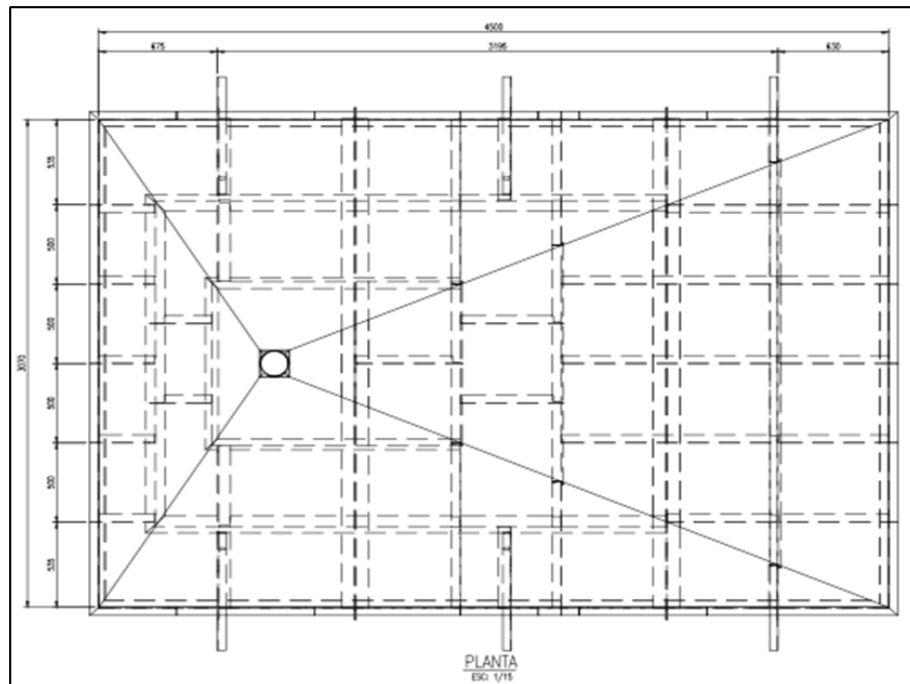
### 3.4.1.2. Ensamblaje de bandeja colectora

Por tanto, una vez realizado el traslado el equipo en obra, se procedió al izaje por partes, hacia el punto de trabajo, con el apoyo de un puente grúa y un monorriel o camión grúa telescópico.

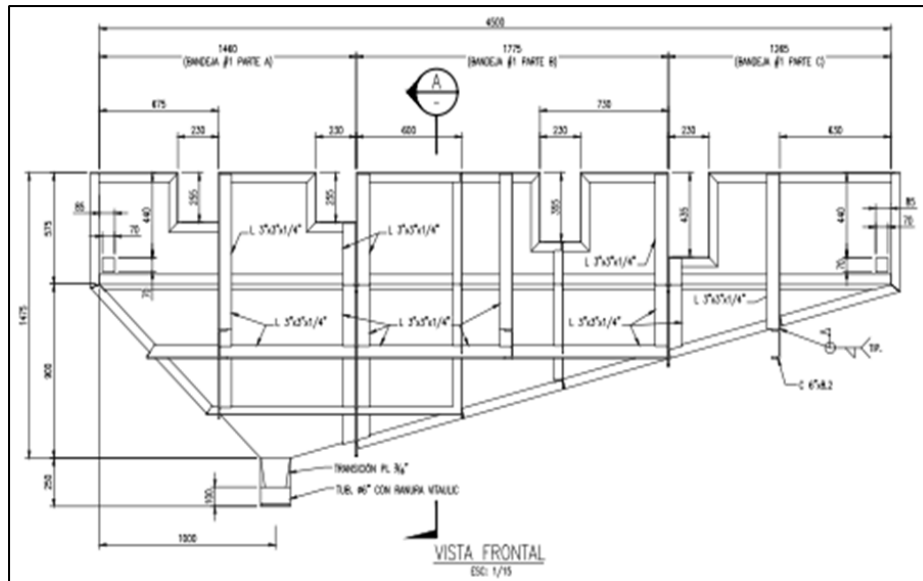
Para lo cual se tuvo en cuenta las siguientes apreciaciones:

- Todo equipo de izaje estuvo identificado con un código, solo fue operado por personal especializado.
- Los límites de carga de un equipo de izaje no excedieron su carga.

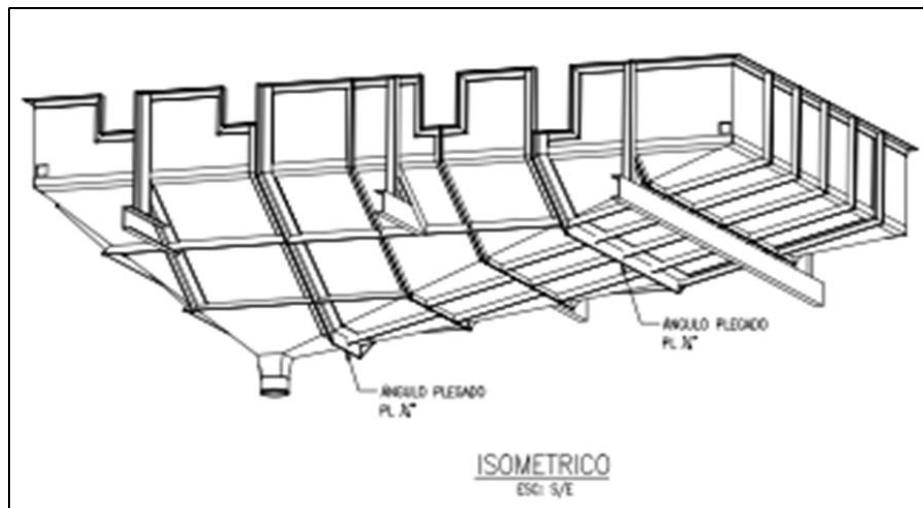
- Las estructuras montadas, se volvieron a ajustar los pernos, hasta la verificación de calidad. Se verificó que los elementos estructurales cuenten con todos los componentes según planos de fabricación.
- Se verificó la verticalidad, horizontalidad, posición de los elementos estructurales según plano de montaje mediante un nivel topográfico o instrumentos como el nivel de precisión.
- Se realizó el torque de los pernos de sujeción luego de liberada la estructura (el torquímetro estuvo calibrado).



**Figura 24. Bandeja ensamblada, vista de planta**



**Figura 25. Bandeja ensamblada, vista frontal**



**Figura 26. Bandeja ensamblada, vista isométrica**

### 3.5. Características del equipamiento para el montaje de bandeja

#### 3.5.1. Lista de materiales y equipos

Se tiene la siguiente lista de materiales y equipos necesarios para el buen desarrollo del proyecto.

**Tabla 2. Lista de materiales y equipos**

Ítem	Cant.	Unid.	DESCRIPCIÓN
			Facilidades temporales SMCV
1	1	Unid.	Container oficina 2.6 m x 6 m
2	1	Unid.	Container almacén 2.6 m x 6 m
3	1	Unid.	Grupo electrógeno 60 kV
4	2	Unid.	Baños químicos portátiles
5	5	Unid.	Escritorios personales
6	5	Unid.	Sillas de oficina
7	1	Unid.	Impresora
8	3	Unid.	Equipo de computo
		Unid.	<b>Equipos Habilitados SMCV</b>
9	1	Unid.	Camión grúa 16 t (según confirmación de fechas)
10	1	Unid.	Camioneta pick up 4x4 habilitada para SMCV
11	1	Unid.	Custer transporte de 18 pasajeros habilitado SMCV
12	5	Unid.	Computadores personales (personal administrativo)
13	1	Unid.	Estación total o nivel automático calibrado
14	10	cuerpos	Andamios normalizados (ulma/layer)
15	1	Unid.	Bomba más accesorios para pruebas hidráulicas y estanqueidad
16	1	Unid.	Pistola de impacto eléctrica makita
		Unid.	<b>Herramientas operativas para SMV</b>
18	3	Unid.	Caja de herramientas metálica 1.2 x 0.9 x 0.8 m
19	1	Unid.	Escalera tijera de 12 pasos
20	1	Unid.	Escalera tijera de 24 pasos
21	2	Pzas.	Barreta hexagonal
22	2	juego	Juego de llaves hexagonales mixtas milimétricas
23	4	Unid.	Tecla ratchet - señorita de 1 1/2 t
24	4	Unid.	Tecla cadena 3 t
25	2	Unid.	Caja tablero 220 V monofásico
26	2	Unid.	Caja tablero 380 V trifásico portátil
27	3	Unid.	Extensión trifásica 380 V chupón x 20 m (meneke)
28	4	Unid.	Extensión 220 V chupón x 20 m (meneke)
29	2	Unid.	Extensión 220 V clavija chupón x 20 m (meneke)
30	2	Unid.	Alicate universal
31	1	Unid.	Arco de sierra
32	1	Unid.	Tirfor 4 t
33	4	Unid.	Gata hidráulica tipo botella 35 t
34	2	Pzas.	Cinceles metálicos
35	2	Pzas,	Comba de 4 lbs
36	2	Pzas.	Comba de 6 lbs
37	2	Pzas.	Cordel algodón, nylon
38	2	Pzas.	Llave ratchet 1/2" con encastre 3/4"
39	1	Juego	Estuche de dado de 25 piezas
40	4	Pzas.	Destornillador plano y estrella mediano grande
41	2	Pzas.	Escobilla de acero con mango madera
42	2	Pzas.	Pata de cabra
43	2	Pzas.	Llave de cola 1.1/8"
44	1	Pzas.	Manta ignífuga para soldar 1.5mx3m
45	2	Pzas.	Reflector de 500 watts
46	2	Pzas.	Reflector de 1000 watts
47	1	Pzas.	Pistola aplicador hilti hdm 500
48	2	Pzas.	Resina hilti re-500
49	4	Pzas.	Nivel de aluminio 24"
50	100	m	Soga driza de 1/4"
51	50	m	Soga de 5/8"
52	20	Unid.	Marcador metálico color blanco

53	4	Uds.	Eslinga de 2" x 4 m
54	2	Uds.	Eslinga de 3" x 4 m
55	2	Uds.	Eslinga de 3" x 6 m
56	4	Uds.	Grillete de 1/2" crosby
57	4	Uds.	Grillete de 3/4" crosby
58	2	Uds.	Grillete de 1" crosby
59	10	Uds.	Wincha/ flexómetro de 5 m
60	6	Uds.	Wincha/ flexómetro de 8 m
61	2	Uds.	Nivel de mano aluminio 24"
62	4	Uds.	Nivel de mano aluminio 12"
63	2	Uds.	Escuadra de tope 12"
64	2	Uds.	Escuadra de plancha 24"
65	12	Uds.	Escobilla de acero circular 4.1/2"
66	12	Uds.	Escobilla de acero circular 7"

*Nota:* materiales a usar en el proyecto

### **3.5.2. Control del proyecto**

El objetivo es conseguir la optimización y eficiencia del uso de los recursos, respetando siempre las políticas de calidad y seguridad.

Se realizó la elaboración de los reportes de avance de obra y de las valorizaciones periódicas, reportes de costos reales actualizados según el avance real que se tenga, comunicar al ingeniero de proyecto sobre las modificaciones o variaciones que existan, y asistir al mismo para la optimización del desarrollo de la obra.

### 3.5.3. Peligros / riesgos, aspectos e impactos

Tabla 3. *Peligros de riesgo*

N.º	Peligro	Riesgo	Aspecto	Impacto	Característica crítica	Especificación
1	Trabajo en altura	Caídas a distinto nivel	-	-	-	-
3	Trabajo en caliente	Quemaduras Incendios	-	-	-	-
7	Operación de Equipos de izaje	Caída de carga suspendida. Volcaduras en maniobra. Colisión con equipos	-	-	-	-
8	Operación de equipos móviles (pesado y liviano)	Volcaduras colisión con equipos móviles Atropellos	-	-	-	-
9	Trabajos en equipos temporalmente desenergizados	Atrapamiento	-	-	-	-
11	Uso de productos químicos	Intoxicación Asfixia	-	-	-	-
19	Trabajos con equipos o herramientas de poder	Golpes en distintas partes del cuerpo Electrocución	-	-	-	-
20	Trabajos con equipos o herramientas manuales	Golpes en distintas partes del cuerpo	-	-	-	-

*Nota:* peligros y riesgos en el proyecto

### 3.6. Plan de montaje de bandeja colectora de polvo

#### 3.6.1. Objetivo del plan de montaje para control de riesgos

El objetivo del presente proyecto es controlar y reducir los riesgos que involucran el desarrollo de las tareas y a su vez identificar posibles riesgos potenciales o actividades críticas que se presenten para, de esta manera, tomar las medidas de seguridad necesarias, y así minimizar o evitar posibles incidentes, para los trabajos que involucra el: “Montaje de equipos” que involucra el proyecto de: “*Adaptación de bandeja tipo chute para la colección de polvo fino para las cabezas de las fajas transportadoras*”.



Este procedimiento se aplica a todo el personal de Indumetsa Ingenieros S. A. C. que está involucrado en el proyecto de: “Montaje de la bandeja tipo chute”.

Los equipos a instalar son:

- Montaje de bandeja colectora de polvo
- Montaje de raspador
- Montaje de polín presor
- Montaje de boquillas de agua
- Montaje de quenas de agua
- Montaje de quenas de aire

### **3.6.2. Responsables del proyecto**

#### **3.6.2.1. Supervisor de campo**

- Responsable de velar por la difusión y revisión del presente PETS antes de la ejecución de la tarea, velando por su cumplimiento y aplicación. Responsable de absolver cualquier consulta por parte del personal operativo respecto a las indicaciones de este documento. Tales como:
  - ✓ Conocer, instruir, y respetar las condiciones establecidas en este procedimiento y verificar su cumplimiento en terreno.
  - ✓ Proveer las herramientas, repuestos y materiales necesarios a su personal para la correcta ejecución de esta tarea.
  - ✓ Identificar y evaluar los riesgos de trabajo a realizar y tomar las acciones correctivas necesarias para minimizarlos.
  - ✓ Verificar y revisar el Iperc continuo de la actividad a realizar. Supervisor de Campo (firma en el Iperc continuo), y Supervisor de Seguridad (firma el V° B° de la correcta elaboración).

- ✓ Verificará el AT, Petar según sea necesario.
  
- ✓ El supervisor será el único encargado de dar las indicaciones para los trabajos a realizar.

### **3.6.2.2. Supervisor de seguridad**

- Conocer los alcances y características de los servicios a realizar, así como también las obligaciones.
  
- Es el responsable del seguimiento y cumplimiento de los estándares de seguridad.
  
- Supervisar, apoyar y asegurarse que se cumpla el presente procedimiento, en las actividades para las cuales se ha generado como parte de la ejecución.
  
- Estar presente en todas las actividades de alto riesgo.
  
- Verificar y asesorar en el control de los riesgos, previa identificación de los peligros registrados en el lperc continuo.
  
- Verificar y asesorar en la aplicación y efectividad de las medidas de control necesarias.
  
- Verificar y asesorar el trámite o uso de los permisos de trabajo correspondientes.
  
- Verificar la aplicación de los permisos de trabajo.
  
- Paralizar las actividades cuando las condiciones de trabajo se tornen peligrosas y exista potencial de pérdida.

### **3.6.2.3. Personal operativo**

Involucra al personal tales como:

- **Operador de grúa**

- ✓ Deberá contar con su acreditación vigente.
- ✓ Responsable de elaborar el IPERC continuo con todo el equipo de trabajo.
- ✓ Realizar *check list* de grúa, *check list* de elementos de izaje.
- ✓ Revisar que cuente con su tabla de cargas requerida para la maniobra y cumplir con lo establecido.
- ✓ Respetar y cumplir el presente procedimiento para la correcta realización del trabajo a realizar, considerando normas y estándares de seguridad.
- ✓ El operador de la grúa solamente recibirá ordenes *rigger* autorizado mediante señales estándares.

- **Rigger**

- ✓ Deberá contar con su acreditación vigente.
- ✓ Respetar y cumplir el presente procedimiento para la correcta realización del trabajo a realizar, considerando normas y estándares de seguridad.
- ✓ Dará órdenes al operador de grúa cuando se realice el izado de la tubería.
- ✓ Se encargará de señalizar el área de influencia de la grúa cuando se realice el trabajo.

- **Personal técnico**

- ✓ Responsables de elaborar el Iperc continuo. Elaborando uno nuevo cuando las tareas o condiciones cambien.

- ✓ Iniciar las labores solo cuando el formato de AT (Autorización de Trabajo) se encuentre debidamente firmado.
- ✓ Coordinación de los trabajos a ejecutar con su supervisor.
- ✓ Usar el EPP básico, y específico, correspondiente a la labor a realizar.
- ✓ Mantener en el punto de trabajo la documentación relacionada en el desarrollo de la actividad, el personal debe tener limpia y ordenada el área de trabajo, con buenas prácticas ambientales y de seguridad.
- ✓ Respetar y cumplir el presente procedimiento para la correcta realización del trabajo a realizar, considerando normas y estándares de seguridad.

### 3.6.3. Requerimientos para poner en marcha el proyecto

#### 3.6.3.1. Requerimiento de personal

**Tabla 4. Personal para proyecto**

Cantidad	Descripción
1	Supervisor de campo
1	Supervisor de seguridad
1	Operador de grúa
1	<i>Rigger</i>
1	Capataz
2	Operarios mecánicos
4	Oficiales mecánicos
4	Ayudantes

*Nota:* personal calificado para el proyecto

### 3.6.3.2. Requerimiento de equipo de protección personal

**Tabla 5. Protección personal**

Cantidad	Descripción
15	Casco de protección
15	Guantes de cuero
15	Zapatos de seguridad (par)
15	Mascarilla o respiradores contra polvo o gases ácidos
15	Lentes de seguridad
15	Protectores auditivos
15	Bloqueador solar FPS 70
6	Arnés de seguridad con doble línea de vida
4	Traje de soldador
2	Caretas de soldador
4	Careta facial
4	Escarpines
10	Tyvek

*Nota:* EPP para los trabajadores

### 3.6.3.3. Requerimiento de equipos

**Tabla 6. Equipos necesarios**

Cantidad	Descripción
1	Grúa telescópica 300 t
1	Camión Grúa 16 t
1	Puente grúa 5 t
1	Grupo electrógeno 100 kVA
2	Taladro magnético
3	Máquina de soldar 300 A
6	Esmeril 7" / 4-1/2"

*Nota:* equipos con su respectivo *check list*

### 3.6.3.4. Requerimiento de herramientas

**Tabla 7. Herramientas para proyecto**

Cantidad	Descripción
1	Juego de llaves mixtas
2	Tirfor 5 t
4	Tecle cadena 4 t
4	Tecle Rachett 1.5 t
6	Grilletes de 1", 1 1/4", 5/8"
4	Eslingas de 3" x 3 capas x 8 m
4	Eslingas de 2" x 3 capas x 6 m
4	Gatas Hidráulicas tipo botella 32 t

*Nota:* herramientas con su respectivo *check list*

### 3.6.3.5. Requerimiento de materiales

Tabla 8. *Materiales*

Cantidad	Descripción
2 unid.	Bandeja en acero ASTM A-36
200 kg	Soldadura E 6011/E 7018
120 unid.	Discos de corte y desbaste de 7" y 4-1/2"
12 gal	Pintura epóxica
6 gal	Pintura poliuretano
60 m <sup>2</sup>	Geomembrana HDPE de 2 mm esp.
70 m	Manguera de jebe de 1-1/2" y 1", de 150 ps

*Nota:* materiales a usar en el montaje de la bandeja

- A todos los equipos y herramientas antes de usarlos deben de realizar una inspección visual (*chec klist* preuso) y asegurarse de que se encuentren en buen estado de operatividad, antes de iniciar la labor.
- El supervisor deberá verificar que el personal cuente con los EPP básicos y específicos, y deberá tener los formatos respectivos para los trabajos críticos, y estarán en buenas condiciones.

### 3.6.4. Traslado de equipos, herramientas y materiales

Para el traslado de las herramientas, equipos y materiales se utilizó un camión grúa de 16 t y camión plataforma.

- El carguío y la descarga se realizará dependiendo de los materiales y equipos a montar, en la mayoría de veces será con camión grúa.
- Realizar la Autorización de Trabajo (AT) e Iperc continuo con el personal encargado del traslado.
- El operador del vehículo debe respetar el reglamento de tránsito interno.

### **3.6.5. Ingreso al área de trabajo**

- Realizar la autorización de trabajo (AT), Petar e Iperc continuo con el personal encargado del montaje de los equipos.
- Para realizar el Iperc continuo se realizará una inspección en el área de trabajo con el fin de identificar los peligros y riesgos presentes en la zona de trabajo, así como los inherentes a la actividad a realizar, esto será de ayuda para poder realizar el llenado del Iperc continuo, todo el personal debe estar involucrado.
- Se debe realizar el *check list* de los equipos y herramientas a utilizar, de acuerdo a lo establecido por el fabricante y el SGIst0001\_Inspección de herramientas, equipos e instalaciones.
- Se procederá a realizar la señalización de toda el área de influencia de los trabajos, así como las áreas destinadas a la ubicación de equipos y herramientas. Se señalará con cinta amarilla y roja, cachacos o conos y barras con letrero amarillo *precaución* y rojo *prohibición*.
- Una vez con los permisos solicitados: AT, Petar, se procederá a la lectura de dicho PETS para conocimiento de todo el personal involucrado en la tarea.

### **3.6.6. Montaje de equipos**

Se deberá realizar el montaje de los equipos en paradas programadas de mantenimiento de las fajas CV-017/018, CV-027/028, para garantizar la seguridad del personal.

Antes de intervenir se deberá verificar el bloqueo de las fajas CV-017/018 y CV-027/028.

#### **3.6.6.1. Armado de andamios**

- Las piezas que conformarán los andamios serán izadas por medio del puente grúa hacia las zonas de trabajo (fajas CVB17 y CVB027). Se utilizarán eslingas de 2" x 6 m de largo y 2 vientos

para el manejo y guías de la carga. Se almacenarán en un área aislada y demarcada como almacén temporal.

- La instalación del andamio debe hacerse sobre una superficie sólida estable que se encuentre nivelada.
- En terreno en desnivel se usarán andamios con bases regulables según las especificaciones del fabricante, las cuales no deberán extenderse en toda su longitud.
- Se deberá especificar en la tarjeta claramente la carga máxima que puede soportar el andamio que va a levantarse, así como la altura máxima (número de cuerpos) que puede tener.
- Los materiales y herramientas deberán ser izados al andamio mediante cuerdas. En la parte baja del andamio deberán colocarse barreras o señalización para evitar personal en tránsito que pueda ser afectado por caída de herramientas o materiales.
- En caso de encontrarse alguna anomalía durante el montaje o desmontaje se colocará una tarjeta de color rojo en la que se lea “No usar”, “Fuera de servicio” hasta que sea completado (ver anexo 2 - tarjetas de operatividad de andamios).
- Nunca se debe trabajar fuera de las barandas ni subir o pararse en una baranda.
- Los componentes individuales del andamio serán inspeccionados antes de levantar el andamio. El andamio levantado debe inspeccionarse todos los días antes de ser usado por si los componentes están sueltos, faltan o están dañados.



- El andamio que exceda los 3 metros de alto, debe ser levantado por personal debidamente capacitado, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y afianzado a una estructura colindante permanente.
- Los andamios se asegurarán a estructuras estables o serán estabilizados con soportes, tensores o vientos (cuerda de nylon de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro como mínimo) siempre que su altura sea mayor que 4 veces la dimensión de la base más corta.
- Los andamios deben asegurarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante o en el miembro horizontal más cercano a la altura 4:1 y estar repetido verticalmente en localizaciones de miembros horizontales cada 6.1 m, o menos a partir de entonces para andamios de 0.91 m de ancho o menos, y cada 7.9 m o menos a partir de entonces para andamios mayores de 0.91 m de ancho. El viento, amarra o riostra superior de los andamios completados deberán colocarse no más lejos de la altura de 4:1 desde la parte de arriba. Tales vientos, amarras y riostras deberán instalarse en cada extremo del andamio y a intervalos horizontales que no excedan a 9.1 m (medidos desde un extremo [no ambos], hacia el otro).
- Durante todo el tiempo que se efectúen los trabajos en los andamios, los trabajadores deberán llevar su equipo de protección contra caídas, y estar 100 % anclados a este.

#### **3.6.6.2. Montaje de bandeja colectora de polvo**

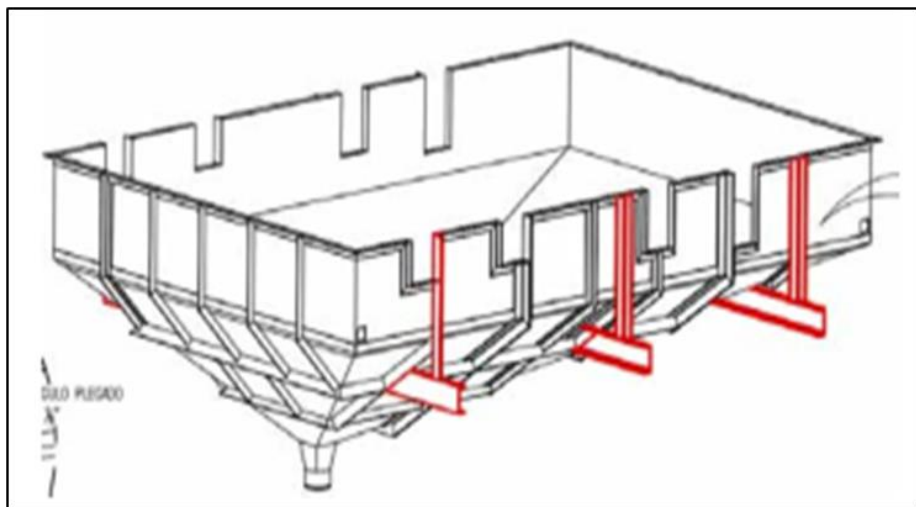
Para los trabajos de montaje de bandejas colectoras de polvo se considerará lo siguiente:

- El peso de la estructura presenta un peso aproximado de 1500 kg, incluido soportes.

- La bandeja esta subdividida en tres partes bridadas, para facilitar el montaje dado su tamaño 4.9 x 3 x 1.5 m, la posición final de montaje se encuentra a 52.26 m del nivel de piso o terreno firme, justo bajo la estructura de cabeza de faja



**Figura 27. Bandeja colectora de polvo**



**Figura 28. Bandeja colectora de polvo**

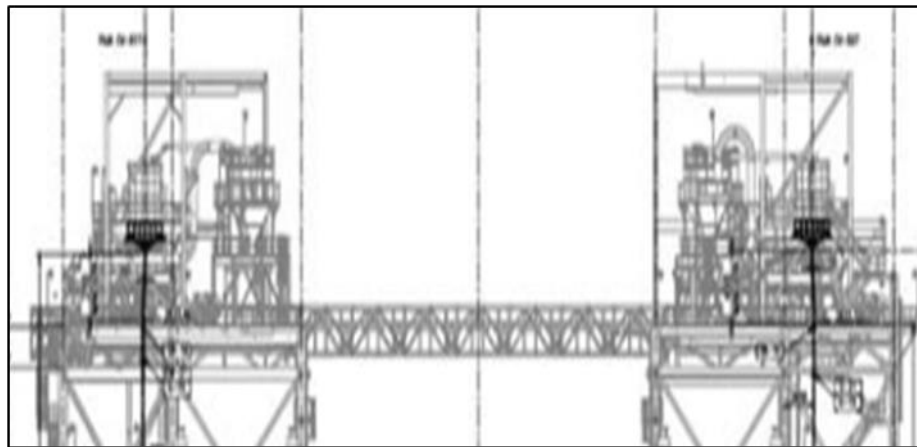
### **3.6.6.3. Ubicación de la bandeja colectora de polvo**

Por tanto, una vez realizado el traslado el equipo en obra, se procedió al izaje por partes con el apoyo de una grúa de 60 t, se elaboró *rigging* plan para el izaje, seleccionando los elementos de izaje adecuados, como eslingas, grilletes, etc.

Se hizo el izaje de las partes de la bandeja hasta llegar a una plataforma que está ubicada debajo de la cabeza de las fajas.



*Figura 29. Ubicación de bandeja colectora de polvo*



*Figura 30. Área de montaje de bandeja colectora de polvo*

#### **3.6.6.4. Posición final de bandeja colectora de polvo**

La bandeja fue montada según el plan de trabajo.

- Se coordinó con la supervisión de otras contratistas que estuvieron involucradas en la zona de trabajo, para evitar interferencias y mantener una distancia fuera de la demarcación establecida.

- El operador estuvo identificado con el *fotocheck* de SMCV y el *rigger* estuvo identificado con el *fotocheck* de Indumetsa Ingenieros S. A. C., estuvieron acreditados para realizar el trabajo.
- Se procedió a demarcar la zona de movimiento y señalar el área de trabajo de acuerdo al SSOst0010 restricción y demarcación de áreas, mediante la colocación de conos con barras rojas y con letrero de demarcación de *prohibición*, que evitaron el ingreso de personas extrañas a la zona de trabajo donde se realizó el montaje o desmontaje de los equipos.
- La elevación de la carga se realizó mediante el uso del puente grúa de 5 t ubicada en la parte superior de la estructura de las fajas transportadoras.
- Se utilizaron 2 vientos para poder maniobrar la carga desde el izaje de la plataforma de trabajo ubicada en la parte superior al costado de la faja a intervenir (faja CVB17 y CVB27).
- El izaje del sistema de la bandeja colectora de polvo se realizó en 3 partes, cada pieza pesa un aproximado de 350 kg, por tal motivo, no será necesario realizar un plan de izaje.
- Ya con las piezas de la bandeja en plataforma, se inició el armado del sistema. Este sistema contó con orejas para realizar el izaje.
- El montaje de las piezas se realizó de manera manual ayudado con el polipasto de servicio (SMCV) y una maniobra con tecles *rachett*. Esta maniobra ayudará a levantar las partes para poder ser ensambladas.

- Para la colocación de la bandeja colectora de polvo en su posición final se realizó una maniobra manual con tecles de cadena y tecles *rachett*.
- El personal se posicionó en los andamios previamente armados para colocar la maniobra, se colocaron eslingas con sus respectivos protectores en las vigas existentes de la estructura, ya colocadas las eslingas se procede a colocar los tecles que ayudaron con la maniobra para el izaje de la bandeja colectora de polvo previamente armado.
- Cuando la bandeja estuvo en su posición, se soldaron soportes en las vigas existentes que ayudaron a fijar la bandeja.
- Lo que implique trabajos en caliente para el corte o el soldeo, este fue realizado solo por personal autorizado que contó con todos los EPP específicos para trabajos en caliente (traje de cuero, careta de soldador, guantes para soldador, escarpines lentes de seguridad y protección respiratoria con filtros para humos metálicos).
- Se contó con los vigías correspondientes en el punto donde se realizaron trabajos de corte y soldadura y con los extintores correspondientes.
- Se colocó manta ignífuga en la faja y en áreas donde existe material que pueda encenderse.
- El personal que se encontraba sobre el andamio estuvo permanentemente 100 % anclado a este mientras duraron las tareas de montaje.
- Como se aprecia, la bandeja se aseguró a la estructura existente mediante soldadura de campo, para lo cual se hizo respetando

los estándares de seguridad para trabajos en caliente, trabajo en altura, etc.

- Se verificaron los elementos a soldar en campo.
- Las tolerancias dimensionales estuvieron estipuladas en las especificaciones técnicas del proyecto o planos.



*Figura 31. Bandeja montada*

#### **3.6.6.5. Nivel topográfico de bandeja colectora**

- Se verificó la verticalidad, horizontalidad, posición de los elementos estructurales según plano de montaje mediante un nivel topográfico o instrumentos como el nivel de precisión.
- Se realizó el torque de los pernos de sujeción luego de liberada la estructura (el torquímetro estuvo calibrado para el trabajo).





**Figura 32. Estación total Leica TS 06 plus 3'' R500 faja cv017**



**Figura 33. Toma de medidas con estación topográfica**

#### **3.6.6.6. Instalación de geomembrana de 2 mm**

La instalación se realizó estando ya montada la bandeja, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Limpieza del área a unir con soldadura por extrusión.
- Desgaste o limado de la geomembrana. El ancho del área preparada fue de aproximadamente 6 cm en cada lámina.
- Pre calentamiento con aire caliente.
- Aplicación por extrusión del material de aporte (11).



**Figura 34. Forrado de bandeja con geomembrana**

#### **3.6.6.7. Instalación de tuberías de hidro de 3”**

La instalación de tubería de 3” se hizo manualmente, sujeta con estoboles cada cierto tramo, las boquillas instaladas en la tubería de hidro estuvieron a una distancia de 30 cm.





*Figura 35. Armado de tubería hidro 3"*

#### **3.6.6.8. Montaje de polín presor**

- Se verificó que la zona de trabajo este correctamente demarcada con cinta roja para evitar que personal ajeno a la tarea ingrese al área de trabajo.
- Se verificó que las fajas se encuentren bloqueadas antes de intervenir.
- Se colocó el polín manualmente hasta que encaje en sus dos alojamientos.
- Se levantó el bastidor con tecla de 1-1/2 t para asegurar el soporte, luego retirar el tecla (si es necesario).
- Se bajó la faja haciendo uso de la gata hidráulica.
- Luego se retiró la gata hidráulica, taco de madera, tablonés y herramientas que estén en la faja.
- Dependiendo del acceso a la faja, se usó andamios para poder montar los polines, en todo momento el personal estuvo 100 % anclado al andamio.

Para la instalación del polín presor, se tuvo que soldar los soportes para montar el polín, se instaló con ayuda de un caballete y grilletes como se ve en la figura.



*Figura 36. Instalación de polín presor*

### **3.6.6.9. Montaje de raspadores**

#### **A) Puntos referenciales para tomar en cuenta antes de su montaje**

El rascador HOSCH tipo D2 aumentará considerablemente la productividad de su sistema de transportadores.

Reduce los costos de limpieza y mantenimiento y los tiempos innecesarios de inactividad de la instalación gracias a los excepcionales resultados del rascador. Esto significa que los técnicos ya no tendrán que entrar en la tolva durante el mantenimiento del rascador.

Acorta los tiempos de instalación y mantenimiento gracias al manejo extremadamente sencillo del rascador.

Alarga los intervalos de mantenimiento gracias a la excepcional vida útil de los componentes (12).

Se realizó el montaje de los raspadores tomando los siguientes pasos:

- Aislamiento de la zona de trabajo y sectores aledaños, demarcación de la zona de trabajo con cinta roja y colocación de cartel de señalización en las zonas de acceso y en las zonas, si así lo requiera.
- Se procedió a levantar el raspador con tecles y sogas, y se procede al montaje del raspador.
- El raspador una vez colocado en su lugar se le ajustó los pernos y se verificó que este fijado correctamente.
- Por último, se realizó la limpieza del área de trabajado y se procedió a retirar las demarcaciones del área.
- El vendor verificó el montaje correcto de los raspadores.

### **B) Importancia del uso de raspadores**

Las bandas transportadoras tienden a acumular suciedad en el hilo de retorno, ya que el material transportado es raspado constantemente por otras partes de la instalación y, por lo tanto, ingresa a la línea transportadora. Para evitar la acumulación de suciedad o para reducirla a niveles aceptables, cada banda debe limpiarse después del punto de descarga (18).



*Figura 37. Armado de raspadores*



*Figura 38. Ubicación de raspadores terciarios y de cuarto orden*

### **C) Montaje de equipos menores**

La instalación de los equipos menores se realizó de manera manual tales como, quenas de agua, aire, boquillas de agua, válvulas, tuberías de hidro, etc.

De acuerdo con el área donde se encuentren, se usaron andamios para realizar dichos montajes.



*Figura 39. Montaje de quena de aire*



*Figura 40. Montaje de quena de agua*






#### **D) Torqueo de pernos de bandeja**

El torque de pernos se realizó cuando se instaló cada parte de la bandeja, el torque se aplicó según la tabla de torque.








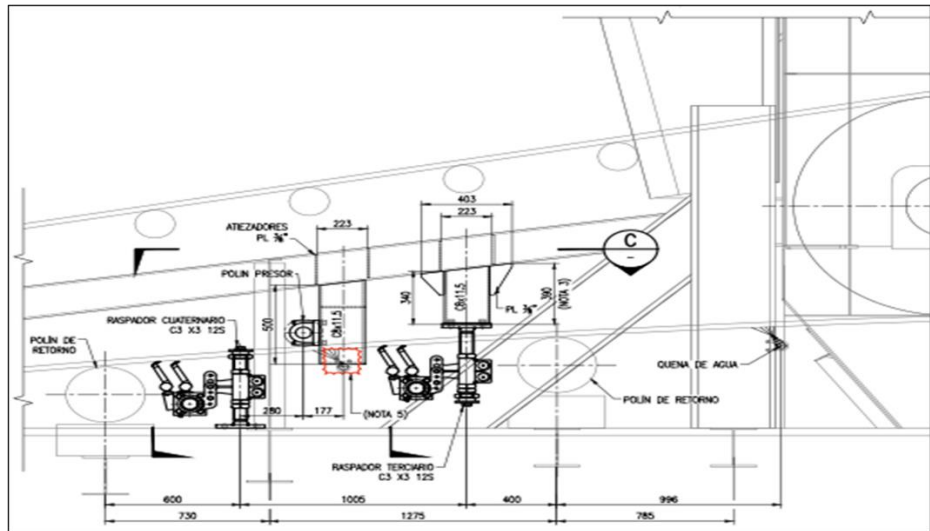
**Figura 41. Torque de pernos**

TORQUE en (Nm)								
	GRADO 2		GRADO 5		GRADO 8		INOX. 304	INOX. 316
MEDIDA	LUB.	SECO	LUB.	SECO	LUB.	SECO	SECO	SECO
1/4	6	7.5	9.5	12	13.5	17	8.5	9
5/16	12	15	20	25	28	35	15	16
3/8	22	27	35	44	50	63	27	28
7/16	35	44	55	70	80	100	42	44
1/2	53	67	85	110	120	150	58	61
9/16	75	95	125	155	175	225	77	81
5/8	105	135	170	215	240	300	125	131
3/4	190	240	300	375	425	550	173	169
7/8	190	240	490	625	700	835	263	275
1"	290	360	725	925	1050	1300	389	406
1.1/8	400	510	900	1150	1450	1850	560	586
1.1/4	570	725	1300	1650	2050	2600	709	740
1.1/2	990	1250	2250	2850	3600	4550	1204	1261

TORQUE en (Nm)					
	CLASE 8.8		CLASE 10.9		INOX. A2
MEDIDA	LUB.	SECO	LUB.	SECO	SECO
3	1.13	1.34	1.88	2.26	1
4	2.60	3.04	4.31	5.15	2.5
5	5.10	6.03	8.48	10.20	4.9
6	9	11	13	17	8.4
8	22	28	32	40	20.4
10	43	55	63	80	41
12	75	95	110	140	70
14	120	150	175	225	112
16	190	240	275	350	173
18	260	330	375	475	246
20	375	475	530	675	351
24	650	825	925	1150	336
30	1300	1650	1850	2300	643

**Figura 42. Tabla de torques. Tomado de Imtor**



**Figura 43. Posición de raspadores y polín presor**

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1. Descripción de las actividades profesionales**

##### **4.1.1. Enfoque de las actividades profesionales**

El informe de suficiencia profesional está basado en el cumplimiento y capacidad de asistir a la parte de construcción del proyecto como supervisor mecánico, tanto involucrado en la parte administrativa, técnico-económica, calidad y gestión de planeamiento.

##### **4.1.1.1. Aspecto administrativo**

- Seguir y divulgar en el proyecto la política y objetivos de la calidad, velar por la implementación del SGC en el proyecto.
  
- Definir la planificación maestra del proyecto.
  
- Supervisar, controlar y documentar los cambios de condiciones contratadas (alcance, cantidades, plazos, especificaciones, rendimientos, otros).

##### **4.1.1.2. Aspecto técnico-económico**

- Analizar, adaptar y elaborar los formatos de control, procedimientos e instrucciones de trabajo.



- Supervisar el control documentario de acuerdo con el procedimiento respectivo.
- Supervisar la ejecución de los paquetes de pruebas.
- Supervisar el suministro de materiales consumibles y de materiales a ser incorporados al proyecto.
- Responsable de la reevaluación de proveedores.

#### **4.1.1.3. Aspecto de gestión de planeamiento**

- Coordinar las actividades de control de calidad en el proyecto.
- Elaborar y revisar la planificación de la implementación del sistema de gestión de la calidad del proyecto.
- Coordinar la implementación del sistema con los responsables del proyecto, delegando actividades y apoyándolos.
- Preparar el plan de calidad del proyecto.
- Participar en la divulgación del sistema de gestión de la calidad a través de charlas cortas, inducciones y talleres.
- Revisar los procedimientos, observando los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.
- Coordinar la implantación de acciones correctivas y preventivas.

#### **4.1.2. Alcance de las actividades profesionales**

En las etapas de desarrollo del proyecto siempre es importante conocer las metodologías que el profesional empleará en el proyecto, así como también cómo será el seguimiento de las actividades ya finalizadas, todo esto con el objeto de minimizar situaciones problemáticas y que

puedan generar desgaste en la relación cliente-profesional durante la ejecución del proyecto.

El objetivo de este informe es hacer una descripción breve de los servicios que realicé en el transcurso de mi formación para bachiller.

- Montaje de estructuras para bandejas colectoras
- Instalación y montaje de tuberías para drenaje de lodo
- Instalación de geomembrana para bandeja colectoras
- Montaje de polines
- Montaje de raspadores
- Instalación de flujómetros
- Instalación de solenoides
- Montaje de bombas
- Montaje de estructuras para taller de camiones
- Montaje de comedores y vestuarios con planchas *deck*
- Montaje de coberturas
- Instalación de tuberías para taller de camiones
- Instalación de aislamiento de tuberías con *heat tracing*
- Mantenimiento y cambio de polines de planta concentradora
- Mantenimiento de fajas, celdas acondicionadoras, molinos, etc.
- Mantenimiento de ciclones de planta concentradora
- Fabricación de tanques de *water pit*
- Montaje de líneas contra incendios
- Montaje de estructuras para oficinas

#### **4.1.3. Entregables de las actividades profesionales**

Se describe los entregables de las actividades que se realizó profesionalmente durante los proyectos elaborados.

Como resultado de las actividades profesionales se entregó lo siguiente:

**Tabla 9. Documentos entregados al inicio de proyecto**

Nº	Area	Dip.	Número Documento Contratista	RDV	TITULO	Fecha de entrega Planeada	Fecha de entrega Real	Fecha Aprobación SMCV	% Com pleto de	Comentarios
<b>Area - Construcción</b>										
1					Plan de Trabajo General	1				Para aceptación
3					CV actualizado del Jefe De Proyecto y Residente	1				Solo informativo
<b>Area - Control de Proyectos</b>										
1					Cronograma de Obra con lógica y fechas	1				Para aceptación
2					Cronograma de Obra con Recursos	1				Para aceptación
3					Curva "S" con datos programados	1				Para aceptación
					Lista de Mitos principales	1				Para aceptación
					Lista de MM	1				Para aceptación
4					Lista métodos	1				Para aceptación
5					Lista de Personal Directo e Indirecto	1				Para aceptación
6					Lista de Equipos	1				Para aceptación
					Cronograma de 3 semanas	1				Para aceptación
7					Cronograma de desembolsos	1				Para aceptación
8					Reportes diarios, Semanal y mensual	2				Solo informativo
<b>Area - Seguridad</b>										
1					Matriz PCR	1				Para aceptación
2					Procedimientos de Trabajo (POES)	1				Para aceptación
3					Carta de Asignación al Plan de Contingencias de SMCV	1				Para aceptación
					Programa de Salud y Seguridad	1				Para aceptación
					Programa de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional	1				Para aceptación
4					Organigrama del personal clave	1				Para aceptación
<b>Area - Medio Ambiente</b>										
1					Plan de Medio Ambiente y Anexos	1				Para aceptación
2					Lista de Difusión de Plan de Manejo Ambiental de SMCV	2				Solo informativo
<b>Area - Calidad</b>										
1					Plan de Aseguramiento y Control de Calidad	1				Para aceptación
2					CV actualizado del Jefe de Calidad	1				Solo informativo
<b>Area - Procura</b>										
1					Programa de Compras y sub contratos	1				
<b>Area - Contratos</b>										
1					Presentación de Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo	3				Solo informativo
2					Presentación de Póliza de Responsabilidad Civil	3				Solo informativo
3					Presentación de Póliza Controlado riesgo	3				Solo informativo
4					Presentación de Póliza de Dishonestidad	3				Solo informativo
5					Presentación de Seguros de Vida	3				Solo informativo
6					Presentación de Carta Fianza Fiel Cumplimiento	4				Solo informativo
7					Presentación de Carta Fianza Adelanto	2				Solo informativo
8					Copia de Vigencia de poderes	1				Solo informativo
<b>Area - Control Documentario</b>										
aaa					Matriz de responsabilidad y distribución	1				Solo informativo
3					Plan de comunicaciones	1				Solo informativo
4					Contact List	1				Solo informativo
<b>Area - Administración</b>										
2					Plan de responsabilidad social	3				Para aceptación
3					Lista de requerimiento de charlas de inducción	2				Solo informativo
4					Formulario de salida de personal clave	1				Solo informativo

Nota: entregables para iniciar el proyecto

**Tabla 10. Documentos entregados al fin de proyecto**

N°	Area	Número Documento Contratista	REV.	TITULO	Fecha de entrega Real	Fecha Aprobación SMCV	% Completado	Comentarios
<b>Area - Construcción u Operación.</b>								
1		IF+001		Informe Final				1, 2
2				Fotografías importantes del proyecto				1, 2
3				Memoria descriptiva autorizada para declaración de obras				1, 2
<b>Area - Control de Proyectos</b>								
1		IF+002		Cronograma máster de realización recursos				1, 2
2				Curva "S" programada de real				1, 2
3				Cuadro de medidas y horas empleados				1, 2
4				Cuadro de Personal Directo e Indirecto				1, 2
5				Cuadro de Equipos				1, 2
6				Lecciones aprendidas				1, 2
7				Valoraciones y costos aprobados				1, 2
<b>Area - Seguridad</b>								
1		IF+003		Informe Final de Seguridad				1, 2
2				Lista resumen de IPCCR Y PCCS aprobados				1, 2
<b>Area - Medio Ambiente</b>								
1		IF+004		Informe Final de Medio Ambiente				1, 2
<b>Area - Calidad</b>								
1		IF+005		Informe Final de Calidad				1, 2
2				Decreto de Calidad				1, 2, 3
3				Cierre de Reportes de No Conformidad				1, 2
4				Procedimientos constructivos aprobados				1, 2
5				Planos de suelo y labrado (firmado por ingeniero colegiado)				1, 2, 4
6				Certificado de garantía de calidad (Carta)				1, 2
7				Punch List				1, 2
<b>Area - Procura</b>								
1				Informe Final de Procura				3
<b>Area - Contratos</b>								
1		IF+006		Presentación de Carta Fianza Fiel Cumplimiento (cobertura 3 meses después de la culminación)				1, 2
2				Consenso de libre adeudo de Subcontratistas y principales proveedores				1, 2
3				Libro de Reportes Directos				2
4				Evaluación de subcontratistas (libro y responsabilidades)				1, 2
5				Evaluación de personal clave de obra				1, 2
<b>Area - Control Documentario</b>								
1		IF+007		Complado de Documentos técnicos (RFIs, Submittals, Mensurales y entregables todas cerradas)				1, 2
2				Complado de Cartas entre Supervisión y Contratista				1, 2
<b>Area - Administración</b>								
1		IF+008		Cierre de planillas				1, 2
2				Libro adeudo AFP				1, 2
3				Declaración Jurada de no adeudo (Gerente General)				1, 2
<b>Area - Relaciones Comunitarias</b>								
1		IF+009		Informe Final				1, 2
2				Evaluación de Desempeño				1, 2
3				Examen Médico de Salud				1, 2
4				Ficha de Datos del personal				1, 2
				Presentado en file independiente				El único informe que podría no ser presentado (previa coordinación entre Administrador y ALC)

Nota: entregables al finalizar proyecto

## 4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional

### 4.2.1. Metodología

La metodología de la investigación es una disciplina de conocimiento encargada de elaborar, definir y sistematizar el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos que se deben seguir durante el

desarrollo de un proceso de investigación para la producción de conocimiento (13).

#### **4.2.1.1. Métodos usados en proyectos**

- **Método de organización:** este método permite llevar una organización basada en funciones y coordinaciones; para llevar a cabo el desarrollo correcto del proyecto realizando y delegando funciones al personal encargado.
- **Método de replanteo:** lugar o ubicación donde se realizará el proyecto, será necesario para realización del trazo y replanteo personal calificado para este tipo de labor, para lo cual con el levantamiento del replanteo se definirán cronogramas de proyectos y otras actividades.
- **Método de conformidad:** el método de conformidad conlleva a los proyectos terminados, por lo cual se procede a realizar la entrega de registros, informes de protocolos, especificaciones técnicas, etc. Los cuales sirven para el sustento de la conformidad y la aceptación de la obra.

Se realiza la entrega de obra a través de un acta de conformidad o acta de recepción de la obra concluida.

Como parte de la finalización de la obra encomendada, se entrega los *dossiers* de calidad de cómo se fue desarrollando los controles de calidad correspondientes, así mismo los planos *As Built*.

- **Método de liquidación de obra:** la liquidación de obra o cierre del contrato comprende las etapas de recepción parcial, recepción final y suscripción de un finiquito (cierre de obra). La recepción final se realiza una vez que:

- ✓ Se haya recibido en su totalidad los protocolos y registros de calidad de construcción definidos, debidamente firmados y aprobados.
- ✓ Resolver pendientes del proyecto.
- ✓ Balance final de materiales.
- ✓ Informe final conteniendo rubros de control de proyectos, seguridad y medio ambiente y comunidades.
- ✓ Contratos de trabajo y obligaciones laborales.
- ✓ Certificados de entrega de cierre visados por gerencia.
- ✓ Copias de órdenes de compra y certificados de calidad de los materiales adquiridos.

Una vez cumplido todo lo indicado, las partes suscribirán un acta de recepción final de los servicios materia de este contrato, el cual es requisito para el pago de la última valorización y liberación de cartas fianzas.

#### **4.2.2. Técnicas**

Para que el proyecto dé fruto, los ingenieros deben definir con claridad los objetivos del proyecto y emplear los métodos y técnicas de trabajo apropiados. Con lo que corresponde a la ingeniería se debe identificar y emplear la mejor metodología disponible para llevar a cabo el proyecto.

- **Capacitación.** Para que lo entienda el personal que trabaja, que suele hacerlo por grupos y tendrá que tomar sus propias decisiones.
- **Trabajo con prevención.** El tiempo que el personal puede trabajar con electricidad sea con todo su EPP completo. Es preciso planificar

cualquier trabajo de forma segura para que las dificultades que surjan puedan resolverse en condiciones óptimas.

Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras de ingeniería, elaboración de estudios y control para protección de diferentes medios (15).

De esta manera, se pueden aplicar diferentes métodos de trabajo.

- **Técnica de la observación:** este método tiene diferentes etapas desde el inicio de la obra hasta el término de ejecución de la obra. En este punto analizamos y observamos todo lo referente a la obra.
  - ✓ Ubicación del área trabajo
  - ✓ Riesgos y controles que se puedan observar en el área
  - ✓ Accesos y delimitaciones del área de trabajo
  - ✓ Puntos críticos del área
  - ✓ Delimitaciones con diferentes áreas de trabajo
  - ✓ Observación constante a personal de trabajo
  - ✓ Verificación de accesos y restricciones
  
- **Técnica del internet:** esta técnica permite recabar información que podamos obtener sobre nuestro proyecto; ya sea de manera informativa o visual.

En este caso, podemos buscar información acerca de la ubicación correcta del área, recolección de datos importantes, especificaciones técnicas de equipos, funcionamiento o codificaciones de equipos de trabajo, etc.

Es una valiosa herramienta de trabajo que nos ayudará en gran parte para enviar y obtener datos del proyecto.

- **Técnica documental:** esta técnica nos proporciona los documentos impresos que necesitan para la ejecución de la obra; podemos citar algunos de estos documentos que son factibles para el correcto desarrollo de la obra.

- ✓ Cronogramas de actividades
- ✓ Plan de trabajo
- ✓ Procedimientos de trabajo
- ✓ Inspecciones de trabajo
- ✓ Verificaciones de equipos de trabajo
- ✓ Permisos de trabajo

#### **4.2.3. Instrumentos**

Son los mecanismos que usamos para registrar la información de la obra:

##### **4.2.3.1. Dentro de la técnica de la observación los instrumentos utilizados son**

- Planos de ubicación geográfica
- Fotos de referencia del proyecto
- Permisos
- Avisos de restricciones
- Cuaderno de notas
- Cámara fotográfica

##### **4.2.3.2. Dentro de la técnica documental los instrumentos utilizados son**

- Cronogramas detallados del proyecto
- Plan de desarrollo del proyecto
- PETS
- *Check list* de herramientas
- Petar, lperc
- Permisos de alto riesgo, etc.



#### 4.2.3.3. Dentro de la técnica del internet los instrumentos utilizados son

- Correos electrónicos para el envío de reportes diarios o semanales.
- Páginas web, sobre especificaciones técnicas de equipos.

#### 4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

A continuación, se describen los materiales y equipos necesarios en la ejecución de proyectos.

**Tabla 11. Equipos y materiales**

Ítem	Cant.	Unid.	Descripción
1	1	Unid.	Container para oficina
2	1	Unid.	Container para almacén
3	1	Unid.	Grupo electrógeno
4	1	Unid.	Baños químicos
5	1	Unid.	Escritorios personales
6	1	Unid.	Flexómetro
7	1	Unid.	Impresora
8	1	Unid.	Equipo de computo

*Nota:* equipos y materiales para la ejecución del proyecto

### 4.3. Ejecución de las actividades profesionales

#### 4.3.1. Cronograma de actividades realizadas

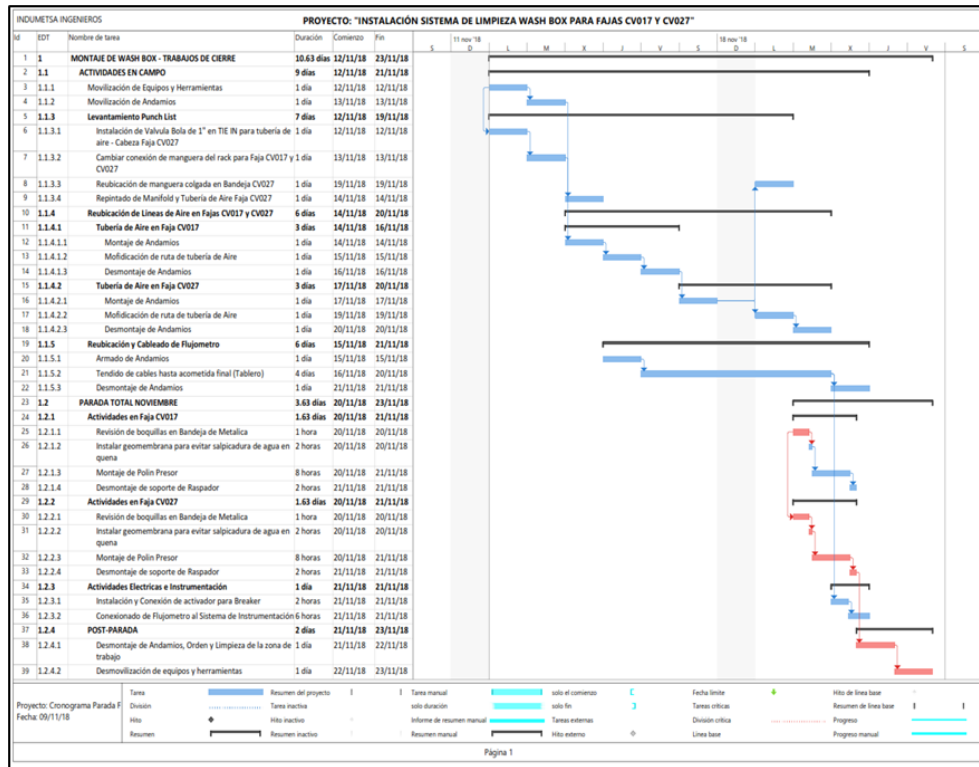


Figura 44. Cronograma de actividades

### 4.3.2. Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales

#### 4.3.2.1. Inspección y análisis de la orden de trabajo

Dentro de los trabajos preliminares se realiza la inspección del área de trabajo para determinar y elaborar el plan de trabajo y tomar en cuenta las riesgos o interferencias que se puedan dar en el transcurso de la obra.

El otro punto importante al momento de la inspección sería el análisis del proyecto para determinar puntos críticos del trabajo.

#### 4.3.2.2. Plan de trabajo

El plan de trabajo es un documento donde se detallan las acciones y trabajos a desarrollar. Como por ejemplo, tenemos algunos puntos para mencionar en el desarrollo del trabajo.

El trabajo en la obra se inicia una vez que el personal ha sido capacitado por el supervisor, así mismo, se le instruirá sobre los peligros y riesgos que son inherentes a esta actividad.

El personal debe estar familiarizado con el ambiente de trabajo, se da la difusión de la matriz de riesgos de seguridad y PETS. La difusión de estos documentos queda registrada y archivada y adjuntada.

Para todas las actividades a realizarse durante la ejecución de los trabajos el personal debe llenar el Iperc continuo identificando los riesgos asociados a sus trabajos.

A todos los equipos y herramientas antes de usarlos deben de realizar una inspección visual (*check list* preuso) y asegurarse de que se encuentren en buen estado de operatividad, antes de iniciar la labor.

El supervisor debe verificar que el personal cuente con los EPP básicos y específicos, y deberá tener los formatos respectivos para los trabajos críticos, las cuales estarán en buenas condiciones.

**Tabla 12. Plan de montaje en mantenimiento de planta**

FECHA SEGÚN PRE PARADA DE PLANTA	PARADA DE PLANTA PARA EL MONTAJE DE BANDEJA - FAJA CV 27 FAJA CV017				TOTAL HORAS	OBSERVACIONES
	HORA	DESCRIPCION DE TAREA	PERSONAL INVOLUCRADO	PERSONAL ASIGNADO		
12-Nov-18	8:00 A.M. 10:00 M.D	Movilización de equipos y herramientas hacia el punto de izaje (Andamios)	01 VIGIA, 02 OPERARIOS	7	2	
	10:00 A.M. 1:00 PM	El izaje de materiales en primer lugar se realiza con el Puente Grúa CN-026, hasta el nivel a prox 30 mt y luego se activa el Winche C2-3230-CH-121, hasta la plataforma superior final. En el izaje comprende, y otros accesorios que conforman el proceso constructivo del Wash Box		3	3	OPERADOR DE GRUAS POR PARTE DE SMCV
	2:00 P.M. 3:00 PM	Armao de andamios faja plataforma de faja cv027	2 ANDAMIEROS, 1 MECANICO	1		
21-May-18	08:00 A.M. 09:00 A.M	Reunión de coordinación con SMCV	01 RESIDENTE, 01 SUPERVISOR, 01 SUPERVISOR DE HSE	3	1	
	9:00 A.M. 1:00 P.M	Ubicación en el área de trabajo de los equipos a montar en la parada. Delimitación del área de trabajo, instalación de señaléticas, coordinación con el personal de SMCV, para el movimiento y uso de los equipos de izaje según corresponda	02 ANADAMIEROS, 01 VIGIA, 03 OPERARIOS MONTAJISTAS	6	4	
	2:00 P.M. 5:00 P.M	Armao de andamios, inicio del ensamble de bandeja, alistamiento de aparejos	02 ANADAMIEROS, 01 VIGIA, 03 OPERARIOS MONTAJISTAS	6	3	
<b>FIN DE LABOR</b>					<b>8</b>	

Nota: elaboración del plan de montaje en mantenimiento de planta

#### 4.3.2.3. Elaboración de documentos de inspección y actas para solicitar la conformidad del servicio

Para la conformidad de los trabajos concluidos, se procede a realizar la entrega de los registros o informes de calidad y protocolos correspondientes, los cuales servirán de sustento para la aprobación y aceptación de la obra.

Se realiza la entrega de la obra a través de un acta de conformidad o acta de recepción por parte del cliente de la obra concluida.

Como parte de la finalización de la obra encomendada, se da alcance de los *dossiers* de calidad de cómo se fue desarrollando los controles de calidad correspondiente, asimismo, los planos *As Built*.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1. Resultados de las actividades realizadas**

Como resultado del proyecto es la implementación de una bandeja tipo chute el cual eliminará el polvo fino de la cabeza de fajas transportadoras, el cual evita riesgos de salud en los trabajadores y facilita su limpieza.

Se logró finalizar el montaje e instalación en el tiempo estipulado por la empresa sin ningún daño físico en el personal, así como daños materiales.

Los planes de calidad fueron detallados específicamente según lo requerido al contrato, en él se establecen las actividades ligadas a la calidad de nuestro producto, proyecto o contrato.

Los documentos o formatos de control se describen de manera genérica, como se realiza cualquier proceso estableciendo los pasos a ejecutar siempre con la autorización de la empresa.

Con la implementación del proyecto se realizó en parada de trabajos no perjudicando a la empresa y se logró disminuir el riesgo por la polución y mejorar el trabajo en la empresa, esto implica a que se obtuvo muy buenos resultados.

## **5.2. Logros alcanzados**

### **5.2.1. En el ámbito del proyecto**

- Se culminó el proyecto aplicando el plan de trabajo sin incidentes ni accidentes.
- Se realizó la entrega del proyecto a través de un acta de conformidad o acta de recepción de la obra concluida.
- Como parte de la finalización de la obra realizada, se alcanzó los dossiers de calidad de cómo se fue desarrollando los controles de calidad correspondiente.
- Se procedió a la entrega de los planos *As Built*.
- Se logró cumplir las actividades en el tiempo estipulado por la empresa.

### **5.2.2. En el ámbito personal**

- Ser partícipe del proyecto me ayudó a ampliar los conocimientos adquiridos en la universidad. Además, la dedicación para que el proyecto sea rentable.
- La responsabilidad de monitorear los trabajos progresivamente, así como asegurar que todos los colaboradores de la obra cumplan las normas de seguridad de trabajo.
- Ser responsable por la oportunidad que me brindaron las empresas; para desarrollar diferentes tipos de proyectos que me ayudaron en el desarrollo de habilidades como parte de aprendizaje de mi carrera profesional.

## **5.3. Dificultades**

- Retraso en la aprobación de documentos para el inicio de obra.

- Falta de organización en el mantenimiento de planta, esto genera pérdida de horas hombre y tiempo de ejecución, esto por la mala coordinación que se tiene al momento de ejecutar el mantenimiento de planta.
- La generación de residuos sólidos mal acopiados, generan retrasos por vías obstaculizadas, ya que no permiten el traslado de equipos y materiales hacia el área.
- Los equipos de trabajo defectuosos, esto se debe por falta de mantenimiento a los equipos de trabajo de equipos.
- Falta de concentración del personal en algunos puntos de desarrollo del proyecto, esto implica accidentes en el trabajo.
- Personal de trabajo disconforme por mala organización en la empresa.
- Días no favorables por emergencia de tormentas eléctricas.

## **5.4. Planeamiento de mejoras**

### **5.4.1. Metodologías propuestas**

En este caso se tomó en cuenta el método cualitativo el cual nos ayudó a analizar sobre la experiencia obtenida e información de proyectos.

Esta metodología conlleva a utilizar lo siguiente.

- Eficiencia para desempeñarse en proyecto en cuanto a experiencia del personal.
- Tomar en cuenta al personal observando su forma de realizar sus labores.
- Realizar mejoras continuas en el mantenimiento de equipos de trabajo.



- Organizar y plantear mejoras para obtener información válida y real del proyecto.

#### **5.4.2. Descripción de la implementación**

- Se debe tomar en cuenta la experiencia del personal, ya que es primordial a la hora de iniciar un proyecto.
- Se debe realizar un seguimiento continuo hacia el área de logística, ya que implica en gran parte del proyecto a la hora de abastecer con herramientas y equipos.
- Se debe tener en cuenta el ámbito socioeconómico del personal, de esta manera, se evitará el descontento del personal de trabajo.

#### **5.5. Lecciones aprendidas**

- El planeamiento de construcción y montaje en paradas fue un factor importante que ocasionaron grandes atrasos e incumplimientos, por ello se tomará en cuenta en futuros proyectos, definir planes primarios y secundarios, tanto por la empresa y por SMCV esto con el fin de controlar los tiempos.
- Tener un control adecuado del mantenimiento de equipos, mejorando los programas de mantenimiento, y realizar el seguimiento al área de Logística para que adquiriera oportunamente los equipos y herramientas en *stock*.
- Controlar los vencimientos de acreditaciones, charlas de inducción, charlas de medio ambiente, seguros, exámenes médicos, etc. de todo el personal para así no tener impedimentos en el ingreso del personal ni observaciones en las inspecciones realizadas por SMCV.

#### **5.6. Aportes de bachiller en la empresa**

##### **5.6.1. En el aspecto cognoscitivo**

En este proyecto aporté mis conocimientos y prácticas profesionales obtenidas durante todos estos años en diversas empresas

del rubro. Así como obtuve conocimientos de diferentes cursos dictados en distintas instituciones.

- ✓ Propiedades, seguridad y procesos de soldadura
  
- ✓ Uso de soldaduras especiales en construcciones metalmecánicas
  
- ✓ Mantenimiento de plantas industriales
  
- ✓ Supervisión de recursos humanos

#### **5.6.2. En el aspecto procedimental**

Se hizo cumplir los lineamientos del plan de montaje en la ejecución de procedimientos constructivos del proyecto. De esta manera, se llegó a cumplir con las metas establecidas en el ámbito profesional.

#### **5.6.3. En el aspecto actitudinal**

Ser responsable por velar por la difusión y la ejecución de las tareas velando por el cumplimiento de las normas con el personal de operación.

Se mostró liderazgo y responsabilidad en las decisiones primordiales del proyecto.

Se desarrolló conocimientos nuevos en la ejecución del proyecto.

## CONCLUSIONES

1. La adaptación de las bandejas colectoras de polvo, y la instalación de componentes que conforman la bandeja, cumplen con el propósito del proyecto; eliminan en un gran porcentaje el polvo fino de la cabeza de las fajas transportadoras, que permite la mejora considerable en cuanto a las condiciones de trabajo, y la salud de los trabajadores. Las estructuras fueron diseñadas con material AST- A36, la bandeja fue fabricada con una plancha de 1/8" de espesor y para la resistencia del óxido esta fue pintada con pintura epóxica a un espesor de 4 mills.

2. Para el montaje de la bandeja, se aplicó ingeniería de diseño con el software inventor para el análisis estructural y factor de seguridad, previo a su montaje.

La instalación de los equipos que forman parte de la bandeja del sistema de captación de polvo, fueron montadas según manual y normas proporcionadas por el vendor de los equipos, por lo cual cumplen con la correcta función en la eliminación de polvo fino.

3. Se realizó el diseño y la fabricación de los soportes y accesorios que se necesitaron para el montaje de la bandeja colectoras de polvo, cumpliendo con las normas y estándares de fabricación que exige el cliente. Todos los perfiles estructurales para los soportes de la bandeja son de 2" x 2" x 1/8" S. I. C.

4. Se realizó el montaje de la bandeja en partes divididas y cumpliendo el control dimensional del diseño de la bandeja colectoras. Los procedimientos se encuentran anexados.

5. Las pruebas realizadas a la bandeja colectoras de polvo fueron satisfactorias, ya que cumplieron con la función de captar y drenar el polvo fino de las fajas transportadoras.

## RECOMENDACIONES

1. Para el mantenimiento adecuado de las bandejas colectoras de polvo, el personal que intervendrá debe ser calificado para realizar un correcto desempeño.
2. Al inicio de un mantenimiento se debe coordinar la implantación de acciones correctivas y preventivas para evitar accidentes.
3. Tener un mejor manejo en cuanto a la distribución de áreas de trabajo por parte de la minera en paradas de planta; esto ayudará a optimizar horas hombre y tiempo de trabajo.
4. Llevar a cabo inspecciones planificadas, utilizando los formatos estandarizados para medir y registrar el desempeño en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, esto evitará incidentes en el proyecto.

## LISTA DE REFERENCIAS

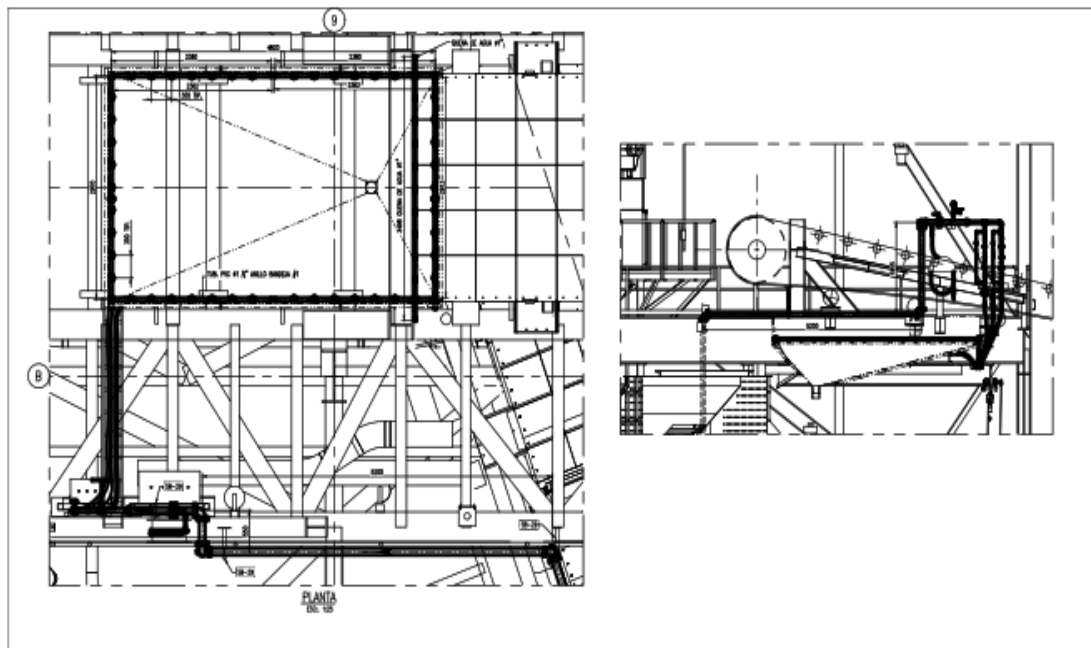
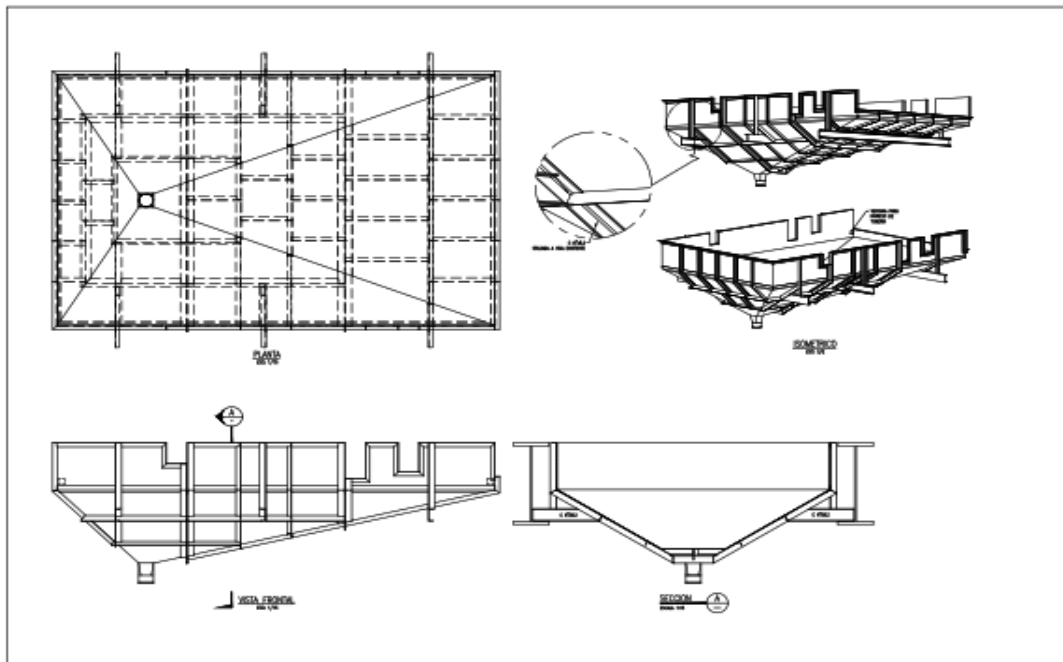
1. **PÁUCAR, José.** *Estudio de temperatuta para control de daños y seleccion de neumaticos gigantes 46/90r57 Sociedad minera Cerro Verde.* Arequipa, 2014. Tesis
2. **CHIPANA, Alexis.** *Diseño del sistema de captación de polvo centralizada para control del impacto ambiental en la Sociedad Minera Corona.* Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018.
3. **HLC.** *Proceso de una planta concentradora.* [online]. 2020. Available from: <https://www.hlcsac.com/noticias/planta-concentradora/>
4. **METSO.** *La importancia de flotacion de minerales.* [online]. 220AD. Available from: <https://www.metso.com/cl/blog/mineria/la-importancia-del-proceso-de-flotacion-de-minerales/>
5. **Metallurgist 911.** *Fajas transportadoras.* [online]. 2012. Available from: <https://www.911metallurgist.com/metallurgia/fajas-transportadoras/>
6. **Fundación Tecnológica.** Filtración de concentrados. *Boletín Minero.* 2016. P. 3.
7. **EPA.** *Conceptos basicos sobre el material particulado.* [online]. 2020. Available from: <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
8. **Planta concentradora.** *Planta concentradora.* [online]. 2020. Available from: [https://Planta\\_concentradora](https://Planta_concentradora)
9. **HUARACA, Carlos; JURADO, Edgar.** *Reducción de la polución ambiental y recuperación de finos mediante el montaje de un sistema colector de polvos en la sección de chancado secundario y terciario de la planta concentradora Paragsha de Volcan compañía minera S. A. A.* Universidad Nacional del Centro del Perú, 2012.
10. **ROATSA.** *Fajas transportadoras.* [online]. 2021. Available from: <https://roatsa.com/novedades/fajas-transportadoras>
11. **IGC.** *Técnica de soldadura de geomembrana.* [online]. 2019. Available from: <https://igc.com.pe/tecnicas-soldadura-de-geomembranas/>
12. **HOSCH.** *Rascador Hosch.* [online]. Available from: <https://www.hosch-international.com/wp/es/productos/rascador-tipo-d>

13. **COELHO, Fabian.** *Significado de la metodología.* [online]. 2021. Available from: <https://www.significados.com/metodologia/>
14. **FBC.** *Cedazos vibratorios de alta productividad.* [online]. 2018. Available from: <https://fbcmaquinas.com.br/es/cedazo-vibratorio/>
15. **ALCOSER, Paco.** *Metodología para el replanteo y trazado del proyecto horizontal de la vía: Tramos Cerecita-Tamarindo-La bajada de progreso* [online]. Ecuador, [no date]. Available from: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4877/1/7646.pdf>
16. **METSO.** *Chutes.* [online]. 2021. Available from: <https://www.mogroup.com/es/productos-y-servicios/plantas-y-equipos-de-capital/chutes/>
17. **FREE7.** *Procesamiento de minerales* [online]. 2010. Available from: <http://procesaminerales.blogspot.com/2012/08/chancado-secundario-y-terciario.html>
18. **AYJ.** *Importancia del correcto uso de limpiadores de banda.* [online]. 2021. Available from: <https://www.ajtransmisiones.com/blog/importancia-uso-limpiadores-de-bandas>

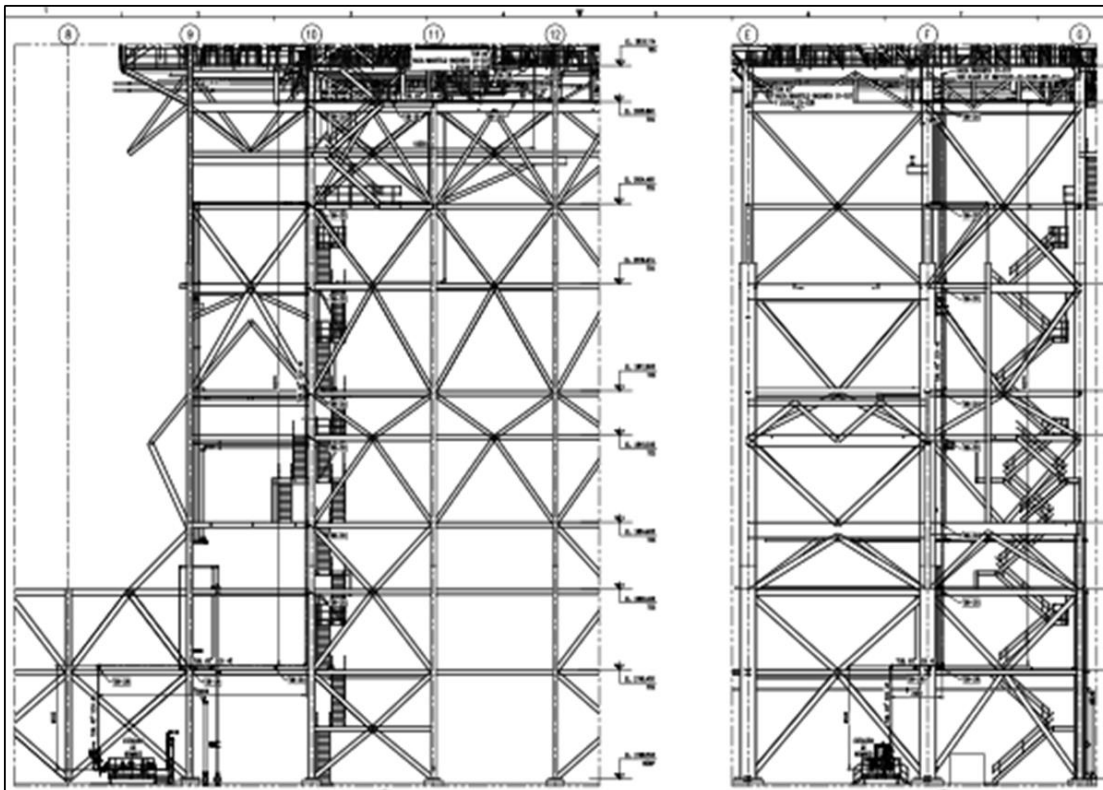
## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Planos de bandeja colectora de polvo







Item 01: Polin Presor #8" x 2550mm de longitud, Eje #120mm(eje central), #110mm(apoyo en manguito), #4-3/16"(apoyo en chumacera) x 3003mm de longitud.

Ubicación: Faja N° CV017 / N° CV027

Cant: 02 Unds.

**Materiales:**

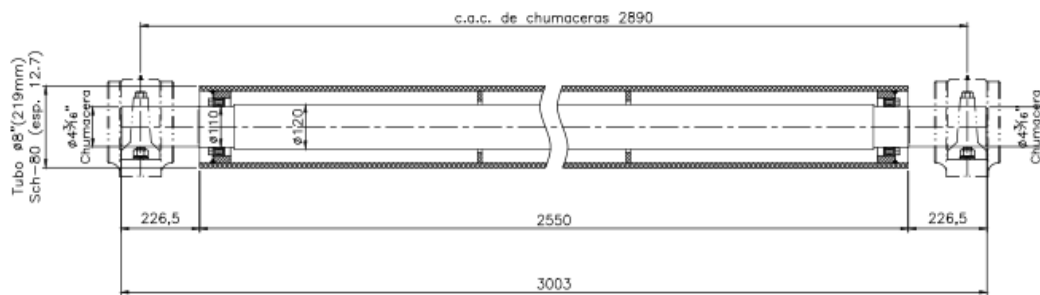
Cuerpo: Tubo de Acero #8" Sch-80 (espesor 12.7)

Eje #120: Acero Calidad SAE 1045

Cubos #110: Cubos Lock # (NIN 7012)

Acero SAE 1045,

Torque 12,180 Nm



## Anexo 2

### Formatos de inspección de control de calidad, plan de montaje y equipos

	<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION</b>		ETAPAS: FABRICACION, MONTAJE, INSTALACION DE EQUIPOS		
	<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE LAVADO DE FAJAS CV-017 Y CV-027 CONCENTRADORA 2	<b>CLIENTE:</b> SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A	<b>RESPONSABLE:</b> ING. J.ORMACHEA	<b>FECHA:</b> 04/04/18	<b>REV.:</b> 00

#### ETAPA N° 2 MONTAJE

ITEM	NOMBRE	ETAPA	METODO	DOC REFERENCIA	RESPONSABLE
01	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recepción de Elementos Fabricados en Planta y/o entregados por el cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificación dimensional</li> <li>Estado de superficie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Dimensional</li> <li>Documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requerimientos</li> <li>Especificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Lider de Montaje</li> <li>Almacén</li> <li>Supervisor QC de Campo</li> </ul>
02	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montaje de Estructuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación y montaje de cajones en Faja (Wash Box).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Instrumental</li> <li>Visual, documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Montaje</li> <li>Normas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Ing. Residente</li> <li>Supervisor QC de Montaje</li> </ul>
03	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montaje de Tubería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación y montaje de líneas de tubería de agua de procesos. Y (Manifold)</li> <li>Verificación de uniones</li> <li>Verificación de accesorios de tuberías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Instrumental</li> <li>Visual,documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Montaje</li> <li>Normas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Supervisor QC de Montaje</li> </ul>
04	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspecciones y Pruebas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspección Visual de Uniones (victaulic).</li> <li>Prueba Hidrostática línea de tubería</li> <li>Pruebas de Tintes penetrantes a las soldaduras juntas a tope.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Instrumental</li> <li>Documentario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones</li> <li>Normas</li> <li>Procedimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Lider de Montaje</li> <li>Supervisor QC de Montaje</li> <li>Nivel II en PT.</li> </ul>
05	<ul style="list-style-type: none"> <li>Touch Up</li> <li>Acabado final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación superficial, limpieza mecánica SP3.</li> <li>Aplicación de Resanes de Pintura</li> <li>Verificación de EPS (Espesor de Película Seca)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Instrumental</li> <li>Documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Especificaciones</li> <li>Normas</li> <li>Procedimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Lider de Montaje</li> <li>Supervisor QC de Montaje.</li> </ul>

	<b>PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION</b>		ETAPAS: FABRICACION, MONTAJE, INSTALACION DE EQUIPOS		
	<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE LAVADO DE FAJAS CV-017 Y CV-027 CONCENTRADORA 2	<b>CLIENTE:</b> SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A	<b>RESPONSABLE:</b> ING. J.ORMACHEA	<b>FECHA:</b> 04/04/18	<b>REV.:</b> 00

#### ETAPA N° 3 INSTALACION DE EQUIPOS

ITEM	NOMBRE	ETAPA	METODO	DOC REFERENCIA	RESPONSABLE
01	Recepción e Inspección de equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar la conformidad de los equipos</li> <li>Dimensiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requerimientos</li> <li>Especificaciones</li> <li>Manuales de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Montaje</li> <li>Almacén</li> <li>Supervisor QC de Campo</li> </ul>
02	Montaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprobar ejes de referencia</li> <li>Comprobar verticalidad y alineamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Instrumental</li> <li>Visual, documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Montaje</li> <li>Normas</li> <li>Manuales de Equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Ing. Residente</li> <li>Supervisor QC de Montaje</li> </ul>
03	Alineamiento y acoplamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alineamiento y acoplamiento del equipo</li> <li>Calibración de instrumentos</li> <li>Verificación mecánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Instrumental</li> <li>Visual,documentario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Montaje</li> <li>Normas</li> <li>Manuales de equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lider de Proyecto</li> <li>Supervisor QC de Montaje</li> </ul>

## Anexo 3 Torque de pernos

<b>PROYECTO:</b> SISTEMA DE LAVADO DE FOSA CY017 - CY027		<b>N° SISTEMA:</b> _____	
<b>PRODUCTO ENTREGABLE:</b> Bandeja WASH BOX CY027		<b>CODIGO FACILIDAD:</b> _____	
<b>CONTRATISTA:</b> INDIUMETSA INGENIEROS SAC		<b>FECHA:</b> 22-05-18	
<b>ESPECIFICACION:</b> _____		<b>N° REGISTRO:</b> 001	
<b>PLANOS:</b> MID17037-C2-3230-SSN-102		<b>PAGINA:</b> 01 DE 07	

<b>DATOS Y DESIGNACION</b>	
<b>COD. EQUIPO/ELEMENTO:</b> Bandeja de Recepcion	<b>TORNILLO:</b> _____
<b>TIPO DE UNION: PERNOS</b> plate/plate / A325	<b>ESPARRAGOS:</b> _____

<b>INSPECCIONES GENERALES</b>					
<b>SUPERFICIE DE UNION LIMPIA:</b>	SI	<b>ESTADO DE ORIFICIO ROSCADO</b>	OK	<b>ESTADO DE TUERCAS</b>	OK
<b>ESTADO DE PERNOS:</b>	OK	<b>EMPAQUETADURAS</b>	OK	<b>ESTADO DE ARANDELAS</b>	OK
<b>HERMETICIDAD:</b>	SI	<b>EPOXICA EN ANCLAJES</b>	N.A	<b>SECUENCIA DE AJUSTE</b>	OK

ITEM	PTO DE ENSAMBLE (COD. UNION)	CODIGO DE ELEMENTO	DESIGNACION DE PERNOS	DIMENSION DE PERNOS	CANTIDAD	FUERZA (lb)	TORQUE (lb-pie)	OPERARIO
01	Bandeja/cv027	N1	ASTM 325	1/2 x 1 1/2"	42	12050	40	A. ATOCSA
02	Bandeja/cv027	N2	ASTM 325	1/2 x 1 1/2"	30	12050	40	A. ATOCSA
03	Bandeja/cv027	N3	ASTM 325	1/2 x 1 1/2"	48	12050	40	B. ATOCSA

**GRAFICO**

\* SE ADJUNTA PLANO

Se instalo un total de 120 pernos de 1/2" x 1 1/2" con tuerca y Nolanda.

<b>AP: APROBADO</b> <input checked="" type="checkbox"/>  <b>R: RECHAZADO</b>	<b>SECUENCIA DE AJUSTE</b>	<b>OBSERVACIONES</b> Se realizo ajuste de pernos ASTM A 325 con torquimetro manual.
	<b>CRUZ:</b> CR	
	<b>ALTERNADO:</b> ALT <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>HORARIO:</b> HR	
	<b>ANTIHORARIO:</b> AHR	

Elaborado por QC de Contratista Nombre: Cristian Navix Fecha: 22-05-18 Firma:	Revisado por SUPERVISOR de Contratista Nombre: Emma Ara Fecha: 22-05-18 Firma:	Revisado por JEFE de obra de Contratista Nombre: F. DELA CRUZ Fecha: 22-05-18 Firma:	Aprobado por SMCV Nombre: Luis Gonzalez Fecha: 22-05-18 Firma:
--	---	---	---



**ASTM A325 / ASTM A449 / SAE GRADE 5**

Bolt Size	TPI	Proof Load (lbs)	Clamp Load (lbs)	Tightening Torque (ft lbs)		
				Waxed	Galv	Plain
1/4	20	2700	2025	4	11	8
5/16	18	4450	3338	9	22	17
3/8	16	6600	4950	15	39	31
7/16	14	9050	6788	25	62	49
1/2	13	12050	9038	38	94	75
9/16	12	15450	11588	54	136	109
5/8	11	19200	14400	75	188	150
3/4	10	28400	21300	133	333	266
7/8	9	39250	29438	215	537	429
1	8	51500	38625	322	805	644
1 1/8	7	56450	42338	397	992	794
1 1/4	7	71700	53775	560	1400	1120
1 3/8	6	85450	64088	734	1836	1469
1 1/2	6	104000	78000	975	2438	1950
1 3/4	5	104500	78375	1143	2857	2286
2	4 1/2	137500	103125	1719	4297	3438
2 1/4	4 1/2	178750	134063	2514	6284	5027
2 1/2	4	220000	165000	3438	8594	6875
2 3/4	4	271150	203363	4660	11651	9321
3	4	328350	246263	6157	15391	12313



**Anexo 4**  
**Evidencia fotográfica**





